

12. Concepten

Inleiding

Ik heb getracht een aantal concepten te beschrijven.
Veel van de concepten vallen ten gevolge van budgettaire of technische redenen af

Aanpak

Na verkennende onderzoeken naar bestaande systemen en literatuurstudies hebben we een Brainstorm sessie met een aantal betrokken partijen gehad, t.w.

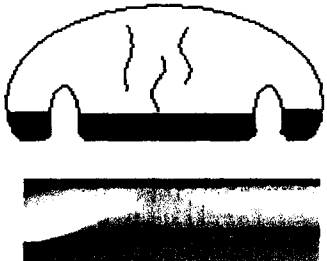
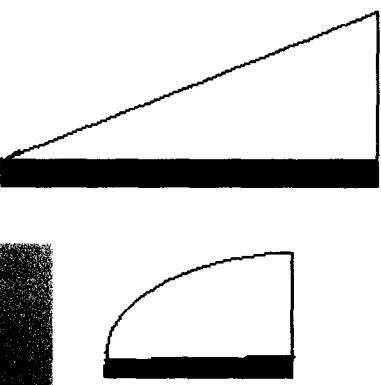
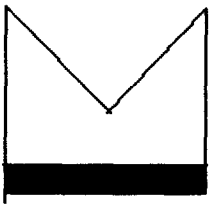
Ep Zuidema
Mark Veldhuizen
Tim v. Breugel
Jeroen Jonkers

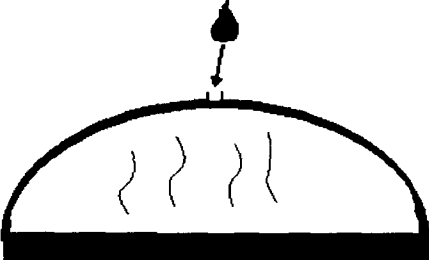
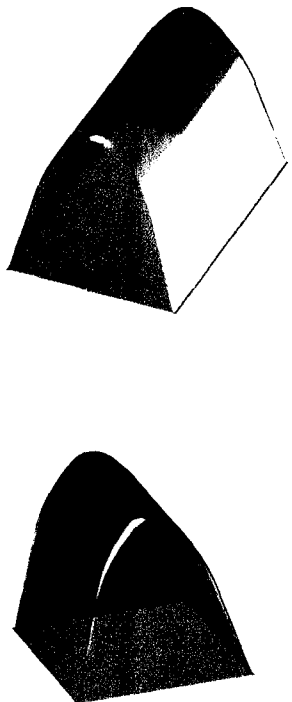
Hieraan is een vergadering gekoppeld waarin een aantal punten zijn vastgelegd:

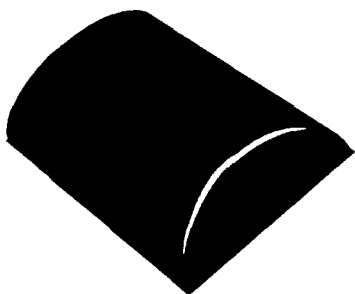
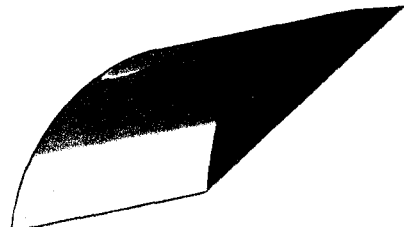
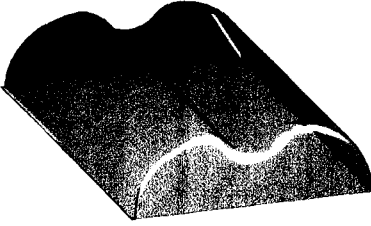
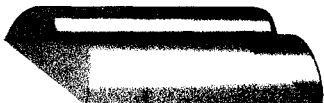
Afmetingen
Hoe klein is het i.v.m. transport 800 x 1200 mm
Hoe klein is het i.v.m. ruimtebesparing tijdens transport.

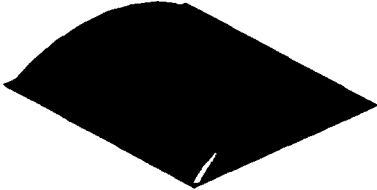
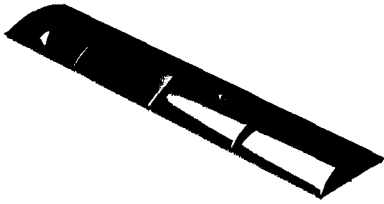


Concepten Kap

Figuren	Korte uitleg
 Figure 10, flexibele buis	- Flexibele buis met deze doorsnede - Goedkoop product. - Levensduur kort. - Twijfelachtig rendement i.v.m. beperkte afmetingen.
 Figure 11, geïntegreerde water afvoer	- Kap met geïntegreerde water afvoer. - Productiekosten hoog. - Niet of slecht stapelbaar.
 Figure 12, water afvoer naar een zijde	- Water afvoer naar een zijde - Kwetsbaar i.v.m. vlakke plaat - Bestralingsoppervlak niet optimaal
 Figure 13, schoonwater opvang in het midden	- Schoon water opvang in het midden - Beperkt bruikbaar concept. - Vuil ophoping in het midden van de kap - Afname rendement

Figuren	Korte uitleg
 Figure 14, zijdelings schakelbaar systeem	- Zijdeling schakelbaar systeem - Voor het schakelbaar maken van het systeem is deze vorm handig. - Water wordt aan een kant opgevangen.
 Figure 15, dubbelwandig	- Dubbel wandige kap waar tussen het toevoer water loopt - Water zal van te voren opgewarmt worden - UV straling zal een deel van de bacteriën van te voren doden - Het deel van de kap waar het water op condenseert zal gekoeld worden. - In de verdamp kamer komt minder zonne energie aan en zal de efficiëntie afnemen - Hogere kostprijs
 Figure 16, hoge kap	- Hoge kap - Water zal makkelijk naar beneden druipen door grote hoek - Neemt bij het stapelen veel ruimte in beslag

Figuren	Korte uitleg
  Figure 17, lage kap	- Lage kap - Eenvoudig stapelbaar - Geringer materiaal gebruik - Hoogte moet bepaald worden aan de hand van schoon water afvoer
  Figure 18, dubbelgebogen kap	- Dubbel gebogen kap - Hoge productie kosten

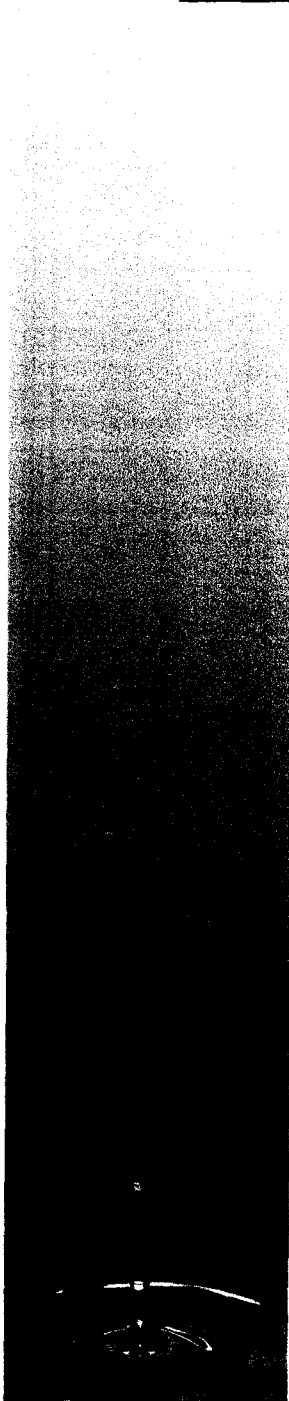
Figuren	Korte uitleg
	- 25 graden kap. <i>Zie bijlage 7</i> - Stapelbaar. - Water is in staat langs binnenzijde van de kap naar beneden te druipen
Figure 19, 25 graden kap  	- de kap van 25 graden met geïntegreerde water aanvoer.

25 graden kap met geïntegreerde water toevoer



Rendement verhogende voorzieningen

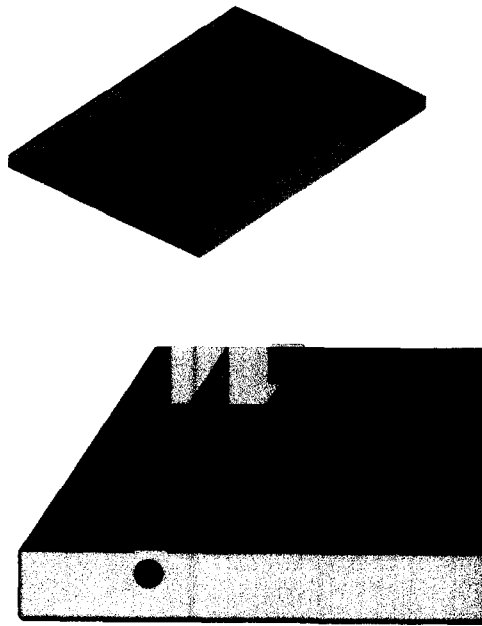
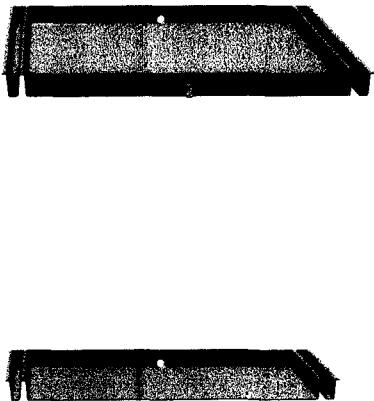
- koeling van de kap doormiddel van een peltier element.
- ribbels om het condens water naar een plek te leiden
- een product wat ook kan drijven
- coating voor betere energie doorlaat zodat het temperatuurs verschil groter word
- coating tegen hechting van vuil
- coating tegen spiegeling van het kunststof
- coating voor UV bescherming



Jeroen Jonkers



Concepten Bak

Figuren	Korte uitleg
 verdampings bak met geïntegreerde water toevoer	- Verdampings bak met geïntegreerde water toevoer regeling - zie concepten water toevoer, voor verdere details.
 Figure 22, diepe bak	- Diepe bak - Niveau regeling dmv vlotter of afsluiter - Grotere waterinhoud (voordeel) - Langere opwarmtijd (nadeel)

Jeroen Jonkers

- 35 -

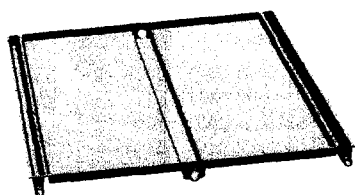
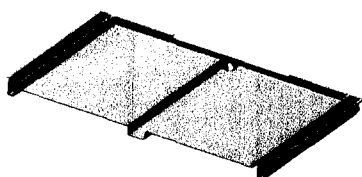
Dronkmat 01

Hogeschool van Utrecht

Faculteit Natuur en Techniek

Figuren

Korte uitleg



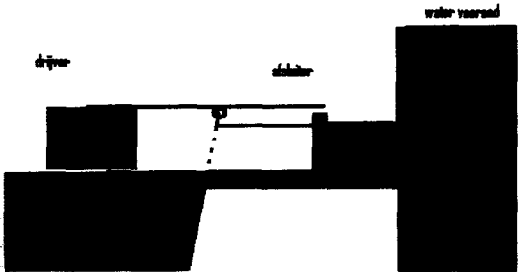
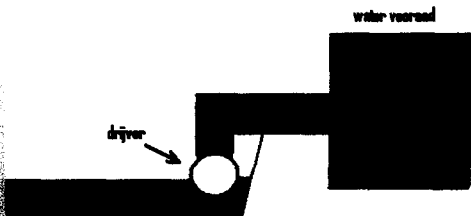
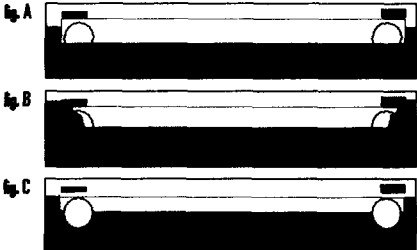
- Ondiepe bak
- Niveau regeling d.m.v. vlotter of afsluiter
- Kleinere waterinhoud (nadeel)
- Kortere opwarmtijd (voordeel)

Figure 23, ondiepe bak

rendement verhogende voorzieningen

- Geribbelde ondergrond (vergroting van het oppervlakte)
- Verwarming van bak doormiddel van warmte opnemende materialen
- Extra isolatie tussen bodem en bak
- Een spons achtig materiaal wat het water opzuigt
- Coating tegen hechting van vuil
- Coating voor extra energie opname

Concepten Water Toevoer.

Figuren	Korte uitleg
 Figure 24, vlotter systeem	- Vlotter systeem - Bewegende delen en schamieren - Gevoelig voor vervuiling waardoor kans op overlopen of tekort aan water
 Figure 25, drijver	- Drijver - Sluit toevoer opening af - Gevoelig voor vervuiling waardoor kans op overlopen of tekort aan water
 fig. A fig. B fig. C	- Drijvende verdampings bak - fig A het systeem stroomt vol de drijvende bak word tegen gehouden door de zwarte stootblokjes - fig. b doordat de stootblokjes de bak tegenhouden zal de bak langzaam gaan overstromen - fig. c todat de bak zakt en de toevoer gaten afsluit - Gevoelig voor vervuiling waardoor kans op overlopen of tekort aan water - Slecht reinigbaar

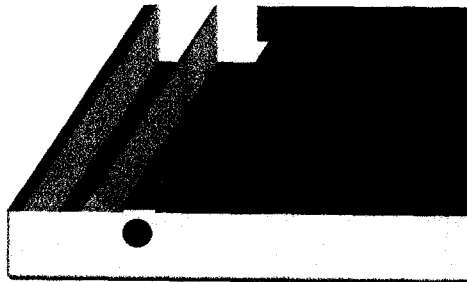


Figure 26, bak met geïntegreerde water toevoer regeling

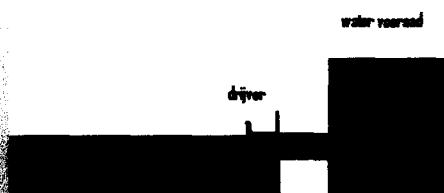


Figure 27, drijver b

- Drijver welke door de verticale verplaatsing de horizontale aanvoer opening afsluit
- Voordeel is dat het uit weinig onderdelen bestaat
- Gevoelig voor vervuiling waardoor kans op overlopen of tekort aan water

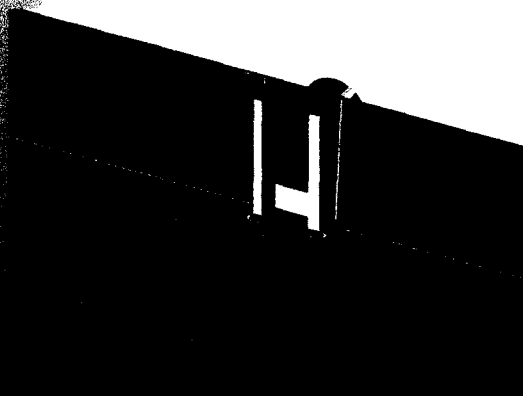


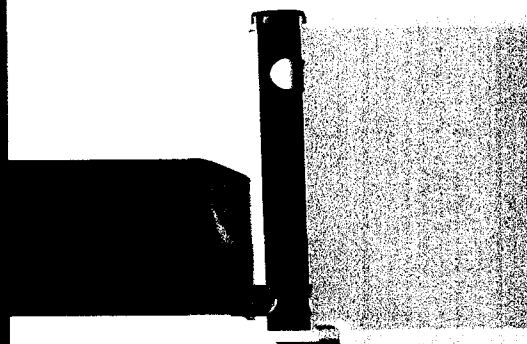
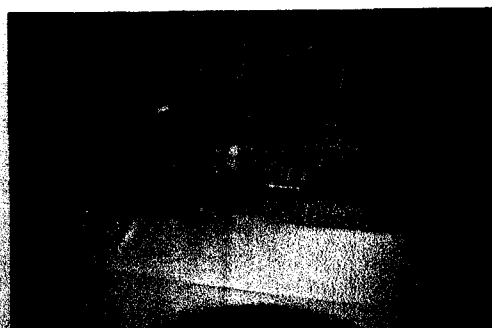
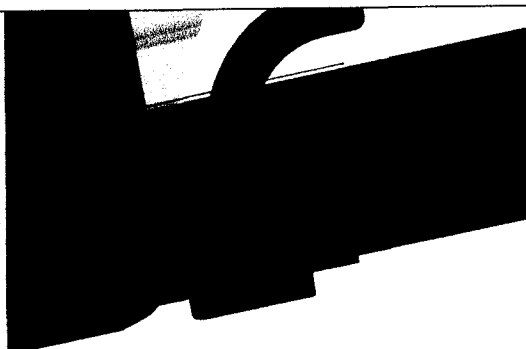
Figure 28, vacuüm systeem

- Het "vacuüm" systeem
- Het water kan alleen uit de voorraad bak stromen als er lucht word aangevoerd. Dit zal alleen gebeuren als het water niveau in de verdampings bak daalt.
- Het nadeel is dat wanneer de voorraad bak bijgevult moet worden dat de toevoer naar de verdampings bak moet worden afgesloten (de water zal anders vanuit de tank door blijven stromen)
- Oplossing is een simpel, goedkoop afsluiterkje tussen tank en bak.
- Nadeel is de 2 e handeling nodig om de tank te vullen..



Figuren

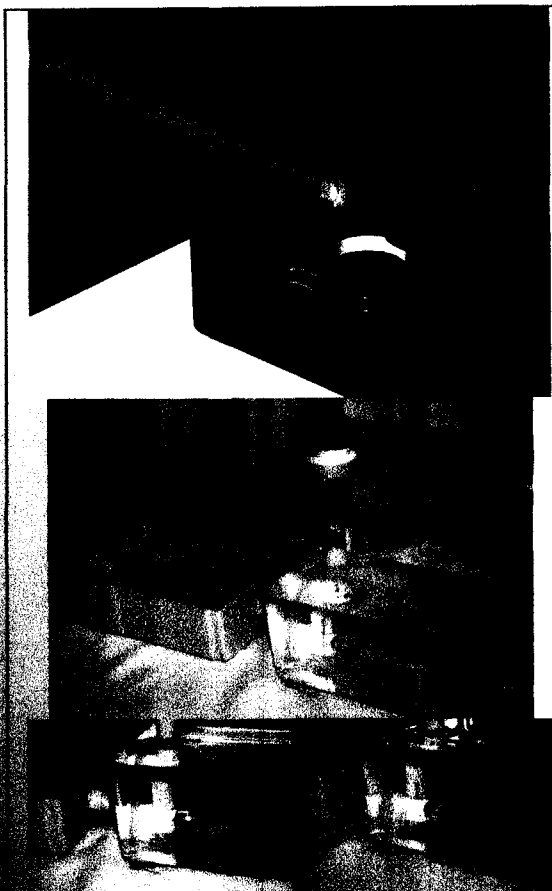
Korte uitleg



- Om de werking van deze producten aan te tonen heb ik 2 werkende modellen gemaakt.

Figuren

Korte uitleg



Jeroen Jonkers

- 40 -



Hogeschool
van Utrecht
Faculteit Natuur en Techniek



Figuren

Korte uitleg

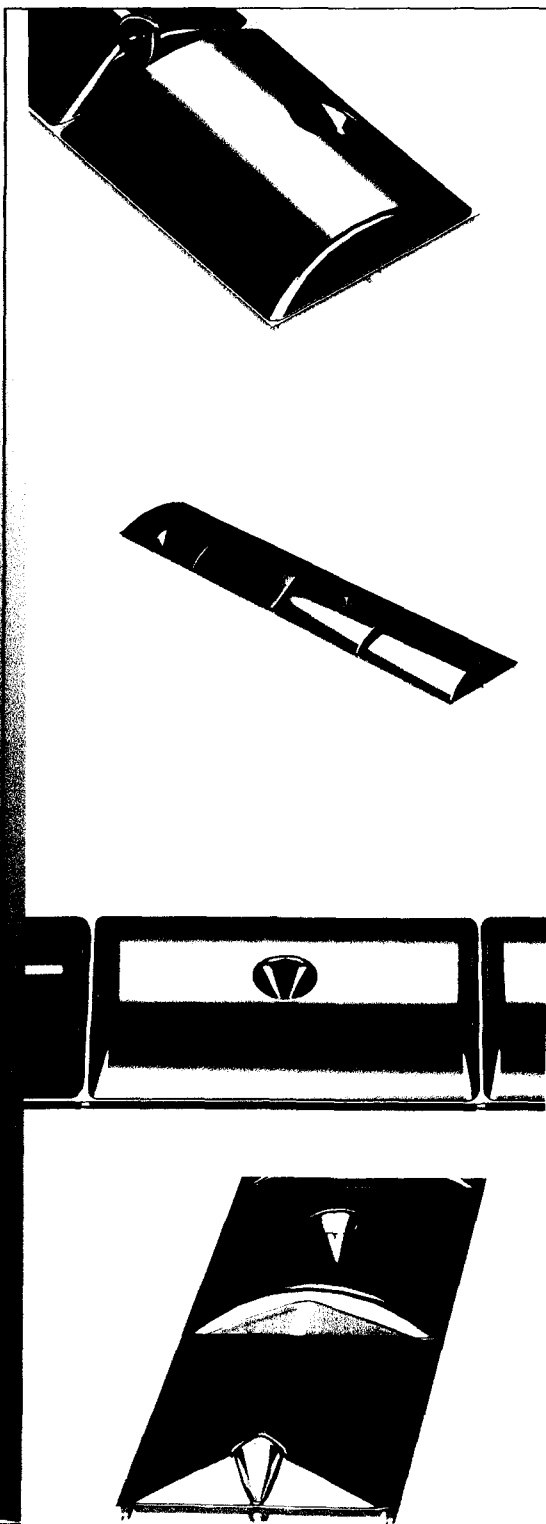


Figure 29, handmatig bijvullen

Jeroen Jonkers

- Handmatig bijvullen
- voordeel is dat het een handeling is die door een overstromingsbeveiliging niet mis kan gaan.
- Nadeel is dat het systeem om de dag (voetnoot over de komende testen) moet worden bijgevuuld

Rendement verhogende voorzieningen

- Voorverwarmen van water
- Vóórfilteren van het water
- UV desinfectie doormiddel van de zon
- Coating voor extra warmte opname



Concepten water afvoer.

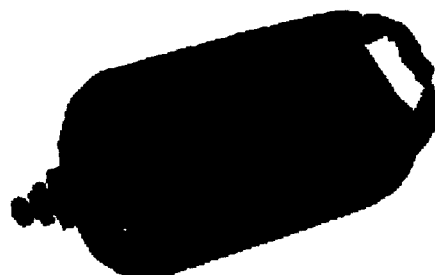
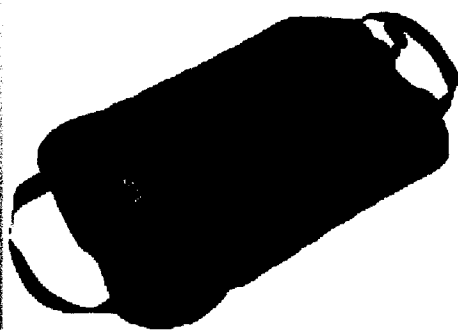
De schoon water afvoer zal afhankelijk zijn van de productie capaciteit van de zonedistillator deze moet worden bepaald in aanvullende testen.

Opslag van schoon water in lokaal te verkrijgen jerry cans of waterzakken.

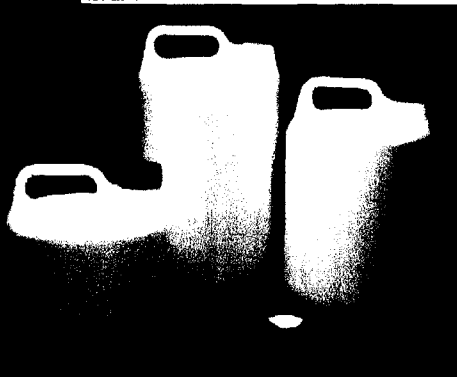
Water afvoer naar een Jerry can of waterzakken met behulp van (tuin) slangen.

Wanneer meerdere zonedistillatoren worden gekoppeld moet de capaciteit van de schoonwater opslag hierop worden aangepast.

Er van uit gaande dat in de bak 7 liter vuil water gaat en er testen zijn gedaan waarbij per vierkante meter 4 tot 5 liter schoon water wordt geproduceerd zou ik een advies geven Jerry cans van ca 10 – 15 liter te gebruiken.



water zak



jerry can



Jeroen Jonkers



13. Concept keuze

Zoals weergegeven in hoofdstuk Concepten moge het duidelijk zijn dat er veel oplossingen zijn bedacht. Er zijn nog veel meer oplossingen besproken welke niet in de concepten zijn opgenomen en al voordien zijn afgevalen.

Voorbeeld hiervan zijn de mogelijke coatings. Na een kleinschalig onderzoek op het gebied van toepassingen van coatings op kunststoffen is mij gebleken dat er op dit gebied momenteel veel ontwikkeld wordt. Op de beurs Glass-tech in dusseldorf heb ik met een aantal coating fabrikanten/leveranciers gesproken. Hieruit bleek dat de eisen die we hebben met betrekking tot de licht doorlatende kunststof kap, om het product, zonnedistillator, duurzamer en efficiënter te maken nog volop in ontwikkeling zijn.

Voor glas bestaan er reeds coatings die door het opdampen van een combinatie van materialen al zelfreinigend zijn, zo wordt er voor gezorgd dat het vuil niet kan hechten aan het glas. Dit product is nog niet voor kunststoffen geschikt.

Dit onderwerp is besproken met mijn opdrachtgevers en zij hebben mij verteld dat dit niet op dit moment niet haalbaar is vanwege tijd en kosten.

Het project, zonnedistillator, is op dit moment in een begin stadium en het product wat hieruit tot stand komt zal over de jaren vele verbeteringen kunnen ondergaan.

Er is met name momenteel grote behoefte aan een betrouwbaar werkend product, optimalisatie en rendementsverbetering komt in een later stadium.

Inmiddels is het bedrijf General Electric Plastics bij het project betrokken om te onderzoeken of er vernieuwende kunststoffen en/of coating technieken kunnen worden gebruikt.

Door voorbereiding van een aantal besprekingen is het aantal vastgestelde mogelijkheden beperkt en zijn we uitgekomen op de volgende opties.

Deze opties zijn opbrengst aan schoon water, budgettaire beperking (kostprijs) , productie technieken, en transport mogelijkheden.

Een aantal variaties getest moeten worden om na te gaan of er rendementsverbeteringen haalbaar zijn en hoeveel er extra kosten worden gemaakt.

Is in het hoofdstuk Concepten duidelijk te zien welke producten verder zijn uitgewerkt dan de andere. Het is ook al dat er veel beslissingen zijn genomen in dit stadium.

Een aantal, vooraf en tijdens de ontwikkeling uitgevoerde testen, zijn er ook een groot aantal vragen gesteld.

Stellingshoek van de kap.

Distillatoren moeten zo economisch mogelijk per container vervoerd kunnen worden. De hoogte van het product dient daarom zo laag mogelijk te zijn.

Een aantal tests uitgevoerd om deze hoek te bepalen.



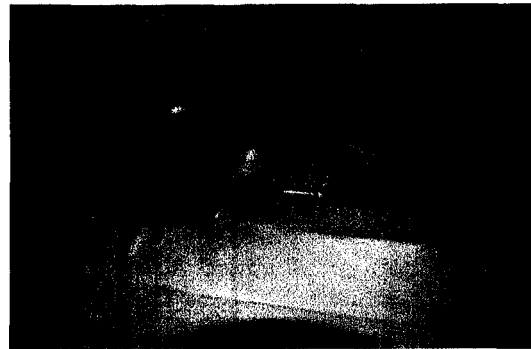


Figure 32, hoek test
Zie bijlage 7 voor verdere informatie

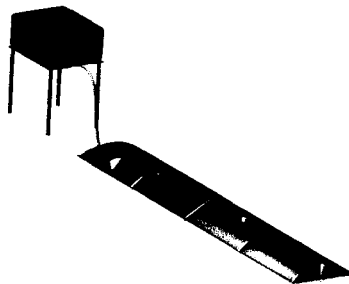
Voor het vulsysteem zijn 2 systemen onderzocht, t.w. het vacuüm systeem en het handmatig vulsysteem. De werking van het vacuüm vulsysteem diende aan de hand van modelproeven te worden aangetoond.



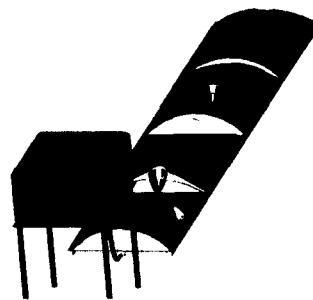
Werkend model

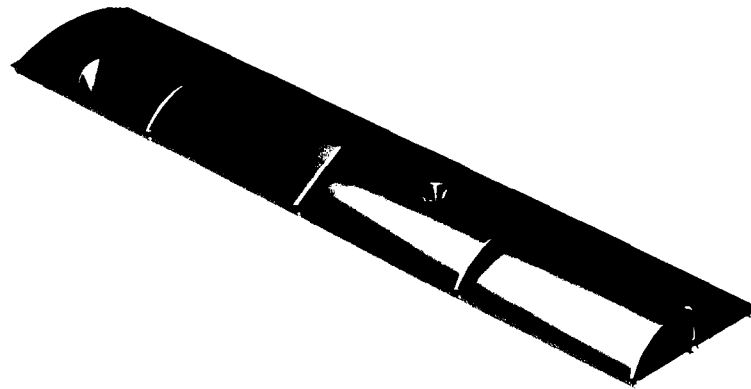


De modelproeven is gebleken bleek dat het product goed werkte. Door het benodigde aantal extra onderdelen heeft het vacuüm vulsysteem alleen zin indien er meerdere verdampingsinstallaties op aangesloten

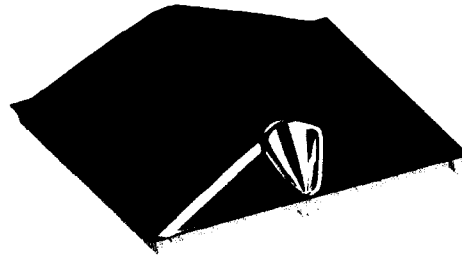
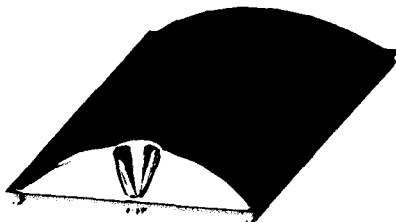


Uitneembaar





Figuur 35, vulopeningen
In bovenstaande afbeeldingen is de positie van de mogelijke vulopening weergegeven



concept keuze

De vormstabiliteit en productie techniek is gekozen voor de ronde vorm van de kap.
Vorming voor het handmatig vullen is gekozen aan de kopse kant van de kap.
voor de technische tekeningen
voor de voorcalculatie

14. Test voorstellen

Inleiding.

De investeerders stellen dat de zonedestillator voordat deze in productie wordt gebracht op de werking getest moet worden.

Drommel GT zal doormiddel van vacuümvormen een prototype laten bouwen.

Het prototype zal vervolgens in een test instituut getest gaan worden.

Test

Doel van de testen is

- Bepaling werking van het product
- Bepaling opbrengst schoon water onder diverse omstandigheden
- Bepaling van de invloed van de uitvoeringsvariabelen op de opbrengst.

Omstandigheden

- Zoveel mogelijk overeenkomstig de omgevingsomstandigheden waar het product geplaatst wordt.
Van belang hierbij zijn:

- lucht temperatuur
- grond temperatuur
- zonne straling
- luchtvochtigheid
- lucht verplaatsing

Bak

- Vorm : Diepe bak of ondiepe bak
- Vergroting oppervlak

Op

- Vorm
- Vulmethode
- Materiaalkeuze
- Coating

Deze testen zal antwoord moeten worden gegeven op de vraag of het product aan de gestelde eisen

resultaten positief zijn moet aan de hand van publicaties en een marktonderzoek worden bepaald of de destillator in serie productie zal worden gebracht.

Deze testen zullen plaatsvinden is nu nog onbekend.



15. Conclusie

Uit dit en voorgaande onderzoeken is zeker gebleken dat er een markt voor de zonedistillator is.

Aangevoerd is dat er met behulp van de aanwezige technieken en productie middelen een geschikt product te fabriceren is.

Testen zullen de werking moeten aantonen en indien dit alles een positief resultaat heeft is alleen bekendheid met het product hetgeen wat de verspreiding en dus de toepassing en gebruik van de zonedistillator in de weg staat.

Naamsbekendheid verkrijgen is mogelijk door publicaties in vakbladen welke in de wereld van de hulporganisaties gelezen worden.

Ongetwijfeld zijn er vele discussie forums op het internet aanwezig waar ervaringen en nieuwe ontwikkelingen worden uitgewisseld.

Indien er vraag naar het product, de zonedistillator ontstaat is de weg vrij tot het verder ontwikkelen van dit product en is de toekomst ervan verzekerd.

Jeroen Jonkers

Jeroen Jonkers



16. Bronnen

Bronnen Naam

Auteur

*Guidelines for Drinking-water Quality.
Third Edition*

WHO

*Basic physical chemistry for the
atmospheric sciences
Introduction to geochemistry
Van penman naar makkink*

Peterv. Hobbs

Konrad b. krauskopf dennis k. bird
TNO. Commissie voor Hydrologisch Onderzoek. Koninklijk
Nederlands Meteorologisch Instituut (KNMI). Project- en
Begeleidingsgroep Verdampingsberekeningen.

*Process heat transfer
Evaporation and weather
handbook of chemistry and physics
Water for human consumption
Water quality assessments
The Sphere Handbook*

D.Q. Kern
Redacteur J.C. Hooghart
D.R. Lide
International Water Resources Association (IWRA)
Deborah Chapman
Sphere Project

Internet sites

Adres

European water platform (NWP)
Environment facility (GEF)
Global Waters
Exchange and Resource Network
()
people
der grenzen
en universiteit
eteorological organisation
ation Database
lar Energy Association (epsea)
or forum
sites

www.nwp.nl
www.unesco.org
www.unesco.org/water/
www.gefweb.org
www.iwlearn.org

www.waterforpeople.org
www.practicafoundation.nl
www.artsenzondergrenzen.nl
www.hydron.nl
<http://www.wau.nl/>
www.knmi.nl
www.wmo.ch
www.sodis.ch
www.unicef.nl
<http://energy.caeds.eng.uml.edu/fpdb/irrddata.asp>
www.solardeu.com
www.lennitech.com
www.epsea.org
www.worldwaterforum.org
www.sandec.ch
<http://www.landfallnavigation.com/memss.html>
<http://www.solaqua.com/solstilbas.html>
<http://www.fsec.ucf.edu/Pubs/EnergyNotes/En-3.htm>
<http://www.tuffdog.com/solarstills.html>

Jeroen Jonkers

- 48 -

Drommel GT



Hogeschool
van Utrecht
Faculteit Natuur en Techniek



<http://www.redrok.com/water.htm>
http://www.eere.energy.gov/consumerinfo/reading_resources/vf8.htm
<http://eisg.sdsu.edu/PIER%20area/..%5CFullsums%5C03-07.htm>

Artikelen, brochures

Naam

The virtual water forum final report.
Watervoice project report.
Solar Dew brochure
Community participation in urban water service.
NGO Water Consortium CSD-12 joint statement.
New rules new roles.
Border packt
Solar water disinfection, a guide for the application of sodis
Solar Distillation
An Overview of water disinfection in developing countries and the potential for solar thermal water pasteurization
Disinfection of contaminated water by using solar irradiation
Experimental investigation of the behavior of a still coupled with hot water
Distillation in a bottle, solar water
Distillation in oppervlaktewater en met de atmosfeer.

Uitgever, auteur

www.worldwaterforum.org

www.solar dew.com
www.tearfund.org

www.epsea.org
www.sodis.ch

Intermediat Technology Development Group
 Jay burch, Karen E. Thomas

Department of biology and department of chemical engineering,
 lafayette college, Easton, penselvania.
 Centro panamericano de ingenieria sanitaria y ciencias del ambiente (cepis)
 K. voropoulos, Emathioulakis, v. belessiotis
 (www.elsevier.com/local/desal)

Simavi world

DG Rijkswaterstaat, RIZA.
 P. Boderie, L. Dardengo

Organisatie / bedrijf

Artsen zonder grenzen

Ato Aqua for All
 Double MPD
 Hogeschool Inholland
 KNMI
 Noordelijke hogeschool leeuwarden
 Van Laren Stein / Van Hall Instituut
 U-solids
 Elcee-Holland

Jeroen Jonkers



17. bijlagen

Nawoord

Bijlage 1: Ziekteverwekkers door water

Bijlage 2: WHO Guidelines

Bijlage 3: Beschikbaarheid van zuiver water

Bijlage 4: Lijst van organisaties

Bijlage 5: Zuiverings technieken

Bijlage 6: Bedrijven die werkzaam zijn in de waterzuivering

Bijlage 7: Zelf uitgevoerde test

Bijlage 8: Technische tekeningen

Bijlage 9: Voor calculatie

Bijlage 10: Poster

Nawoord.

Allereerst kan ik stellen dat ik met groot plezier aan dit project heb gewerkt.

Het is natuurlijk altijd interessant om te vertellen wat je ervan geleerd hebt en waar je beter in zou zijn geworden. Naast de in de stellige overtuiging te zijn, er veel van geleerd te hebben, geef ik er tevens de voorkeur aan te melden waar ik mijn hoofd gestoten heb.

Ik zal proberen dit in het kort samen te vatten.

Tijdens mijn stage heb ik bij een bedrijf gewerkt waar ik werd begeleid door een engineer die een expert was op het onderwerp waarop mijn stage betrekking had.

Bij dit project moest ik de meeste kennis over het product van buitenaf halen. Dit proces is zeer interessant en buitengewoon leerzaam, je komt in contact met mensen die allemaal een ander specialisme hebben en ieder een eigen kijk op het product. En aangezien ik het een leuke bezigheid vind om te onderzoeken ging dit allemaal redelijk voor de wind. Ik heb me wel verbaasd over hoe mijn vraag naar informatie exponentieel groeide. Na elke beantwoorde vraag kwamen er 2 bij. Dus had ik eerder duidelijke grenzen moeten stellen. of m'n onderzoek beter moeten definiëren.

Het ontwerp proces zelf is iets wat in veel boeken beschreven staat en als student heb ik me daar altijd aan vast moeten houden.

Brainstorm – concepten uitwerken – product matrix – concept keuze – concept uitwerken.

(dit is een van de mogelijkheden)

Maar dit bleek in de praktijk niet helemaal te lopen zoals ik verwacht had. Bij het organiseren van de brainstorm sessie had ik 12 man uitgenodigd die allemaal zeer enthousiast reageerden, alleen niet beschikbaar waren op de zelfde dag. Dit kwam voort uit het feit dat ik 1.5 week van te voren de uitnodigingen had verstuurd er is me ook meteen verteld dat het gebruikelijk is om die uitnodigingen ten minste 3 tot 4 weken van te voren te versturen.

Vervolgens hebben we de brainstorm sessie of meer gezegd een vergadering met 4 man uitgevoerd. Dit was zeer succesvol alleen in deze bespreking werden niet alleen concepten bedacht maar werden concepten gekozen.

Waar er uiteindelijk 2 of 3 uitkwamen die uitgewerkt moesten worden. De rest viel al af

Na het uitwerken van deze opdracht had ik naar mijn idee een succesvol concept neergezet en ik ging er een presentatie over geven.

Dit was de eerste echte klap in m'n gezicht. In de verwachting erkenning en complimenten over m'n mooi uitgewerkte concepten te krijgen bleek ik een denkfout met één van de onderdelen (de toevoer) te hebben gemaakt. Deze denkfout werd het onderwerp van de vergadering en dus geen erkenning of complimenten zoals ik had verwacht.

Hieruit heb ik eigenlijk geleerd dat je als ontwerper altijd bereid moet zijn te accepteren, dat jouw ontwerp, veel nadruk leggend op jouw want het word na een tijdje werken een stukje van jezelf, helemaal de grond in geboord kan worden.

Het was een leerzame ervaring want in de volgende vergadering heb ik een werkend model van de toevoer van de verdampingsinstallatie gepresenteerd, dit om aan te tonen dat m'n ideeën zouden werken. Na bewezen werking hebben we besloten om het hele toevoer systeem af te schaffen. En kon ik eigenlijk een deel van het werk aan de kant schuiven.

Ik ben van mening dat ik behalve over, de derde wereld problematiek, verontreiniging in water, water verdamping, problemen in het ontwerp proces en de rest van de in dit verslag beschreven onderwerpen het meeste heb geleerd van de noodzaak van hele goede samenwerking met, en in een groep toegewijde specialisten.

Ik hoop dat u dit verslag met plezier heeft gelezen en voor verdere vragen ben ik altijd beschikbaar onder

Nr. 0648962546

Email. Jeroen_Jonkers@yahoo.com

Bijlage 1

Ziekteverwekkers door water

Water dat gebruikt wordt voor drinkwater kan allerlei soorten ziekteverwekkers (bacteriën, virussen, protozoë parasieten) bij zich dragen. Deze moeten verwijderd worden, alvorens mensen het water gebruiken, omdat ze anders ziek kunnen worden.

Het water kan besmet zijn middels de ontlasting van mensen of dieren. Mensen en dieren dragen ook een grote hoeveelheid micro-organismen bij zich. Deze komen in het water terecht als mensen dieren in het water zwemmen of het water gebruiken.

Hieronder worden een aantal van de belangrijkste door water verspreide ziektes genoemd. Besproken wordt welk micro-organisme de ziekte veroorzaakt, hoe de ziekte verspreid wordt en wat de symptomen zijn.

Een aantal van de belangrijkste ziektes die verspreid kunnen worden door verontreinigd drinkwater of zwemwater worden hier genoemd.:

Amebiase

Entamoeba histolytica is een eencellig micro-organisme dat amoëbe dysenterie veroorzaakt. Zo'n 10% van de wereldbevolking is besmet met deze parasiet, die meer voorkomt in warme landen. Jaarlijks vinden zo'n 100000 mensen de dood als gevolg van amebiase. In veel gevallen wordt geen melding gemaakt van de ziekte. Entamoeba veroorzaakt ontstekingen in het weefsel van de darmen. De symptomen kunnen mild zijn, zoals buikpijn. Ernstiger symptomen van de ziekte zijn koorts, rillingen en bloederige diarree. De ziekte kan zich via het bloed verspreiden naar andere organen, waarbij abscessen ontstaan in de lever, longen of hersenen. Mensen die geïnfecteerd zijn scheiden de parasiet als cyste via de ontlasting uit. Besmetting vindt plaats door het drinken van besmet water. De parasiet ontwikkelt zich in de darmen. Als cyste is de parasiet resistent tegen desinfectie met chloor. Drinkwaterbehandeling, riolering en behandeling van het rioolwater en een goede persoonlijke hygiëne en hygiëne bij de bereiding van voedsel kunnen verspreiding van de ziekte tegengaan.

Adenovirussen

Adenovirussen zijn virussen met een dubbele DNAstreng. Ze infecteren in de eerste plaats kinderen en veroorzaken luchtweginfecties als kroep en bronchitis, longontsteking, ooginfecties en gastroenteritis. Mensen met een slechtwerkend immuunsysteem krijgen vaak last van de ernstiger symptomen van deze infectie. Er zijn 49 virussen bekend. De virussen worden allen overgedragen door middel van direct contact, en uitgescheiden via de ontlasting. Een aantal wordt via het water overgedragen. Niet alle besmette personen vertonen symptomen en het kan jaren duren voordat het virus actief wordt. Adenovirussen zijn minder gevoelig voor behandeling met chemische of fysische desinfectiemiddelen of een verandering van pH. Hierdoor kunnen ze gedurende langere tijd overleven buiten het lichaam van een gastheer.

Campylobacteriose

Campylobacteriose is een ernstige vorm van diarree die wereldwijd voorkomt. De ziekte wordt veroorzaakt door de Campylobacter bacterie, die gevonden wordt in dieren, zoals vogels (kippen), runderen, varkens, honden, katten schildpadden en zelfs vliegen. Mensen komen met de bacterie in aanraking door het eten van besmet voedsel en drinken van besmet water. De bacterie wordt gezien als de belangrijkste veroorzaker wereldwijd van bacteriële diarree. In ontwikkelingslanden wordt de ziekte vooral gevonden bij kinderen tot 5 jaar en jongvolwassenen.

Campylobacteriose is een infectie van de dunne darm. De bacterie scheidt giftige stoffen uit die het darmslijmvlies aantasten. Symptomen van de infectie zijn diarree (met bloed en slijm), buikpijn, koorts, misselijkheid en overgeven. Op de lange termijn kunnen mensen ernstiger ziektes ontwikkelen als meningitis, hepatitis, pancreatitis, spontane abortus, artritis en het Guillain-Barré syndroom (een zenuwziekte). Sterfte als gevolg van campylobacteriose komt zelden voor. Jonge kinderen, ouderen en mensen met AIDS zijn extra gevoelig voor deze ziekte. Veel mensen die besmet zijn vertonen geen symptomen. De ziekte lijkt in opkomst te zijn in ontwikkelde landen. De oorzaak hiervan is onbekend. (WHO). In De Verenigde Staten en Canada en Europa zijn de afgelopen 15 uitbraken geweest van Campylobacteriose via het drinkwater. In 1999 werden in 16000 mensen ziek nadat ze de Washington County Fair hadden bezocht. In 2000 werden in Walkerton, Ontario, Canada 2000 mensen ziek, waarvan er 6 stierven. In Finland waren er in 2000 en 2001 3 uitbraken van waterovergedragen ziektes, alle te wijten aan de Campylobacter bacterie.

Bijlage 1

Een goede persoonlijke- en voedselhygiëne en veilig drinkwater voorkomen besmetting. Een infectie met *Campylobacter* kan behandeld worden met antibiotica. Er zijn echter gevallen bekend waarbij *Campylobacter* resistent bleek te zijn tegen antibiotica. Het is dus beter om besmetting te voorkomen.

Cholera

Cholera is een acute diarreeachtige ziekte die veroorzaakt wordt door een infectie van de darmen met de bacterie *Vibrio cholera*. Deze bacterie kan in het lichaam terechtkomen door het drinken van water of eten van voedsel dat besmet is. Water kan besmet worden via de faeces en het braaksel van een geïnfecteerd persoon. Cholerabacteriën komen ook voor in brak water en kustwateren en in de schelpdieren die daarin voorkomen.

Vaak is de infectie niet ernstig en zijn er geen of weinig symptomen. Soms zijn de symptomen zeer ernstig, vooral bij ondervoede mensen. Men krijgt last van waterige diarree, overgeven en beenkrampen. Het lichaam verliest hierbij veel vocht, waardoor uitdroging en shock kunnen plaatsvinden. Zonder behandeling gaat men binnen een paar uur dood. Cholera komt vooral in Afrika en Azië voor. In 2001 maakten 58 landen melding van de ziekte, waarbij 184311 gevallen werden genoemd en 2728 doden vielen (bron: WHO). Waarschijnlijk liggen deze aantallen in werkelijkheid hoger, omdat niet van alle gevallen melding wordt gemaakt.

In 1991 brak er in Peru een cholera epidemie uit. Dit was de eerste grote uitbraak in Latijns-Amerika in de 20ste eeuw. De oorzaak lag in een onvoldoende desinfectie van het drinkwater. Als een gevolg hiervan verspreidde de ziekte zich over 19 Latijns-Amerikaanse landen, waardoor meer dan een miljoen mensen ziek werden en uiteindelijk 40.000 mensen de dood vonden.

De desinfectie van het drinkwater was voor een deel onvoldoende omdat men had besloten het water minder of niet meer te chloreren uit angst voor de gezondheidseffecten van gechloreerde desinfectiebijproducten. Het gezondheidsrisico van waterovergedragen ziektes is echter 5 keer groter dan het risico van desinfectiebijproducten.

Chronische bloedarmoede (anemia)

Bloedarmoede komt wereldwijd veel voor. De belangrijkste oorzaak is een tekort aan ijzer. Verscheidene ziektes die door water verspreid worden dragen bij aan ijzertekort, hiertoe behoren malaria, schistosomiasis en mijnworm. Bloedarmoede komt vooral voor in ontwikkelingslanden.

Bloedarmoede ontstaat wanneer rode bloedcellen niet genoeg zuurstof transporteren naar de lichaamswefsels. Bloedarmoede kan onder de gehele bevolking voorkomen. Zwangere vrouwen en jonge kinderen zijn het meest gevoelig. Bij de milde vorm van bloedarmoede zijn geen symptomen. De zwaardere vorm zorgt echter voor symptomen als vermoeidheid, duizeligheid en sufheid. De huid wordt bleek en ook de lippen, tong, nagelbedden en adertjes in het wit van het oog verliezen kleur. Wanneer bloedarmoede niet wordt behandeld kan het een onderliggende oorzaak worden van chronische ziektes. Bij zwangere vrouwen kan het zorgen voor een onvoldoende ontwikkeling van de foetus. Zwangere vrouwen moeten ervoor zorgen dat ze voldoende ijzer binnenkrijgen. Bij jonge kinderen loopt de mentale ontwikkeling achter en neemt het risico op infecties toe. Bloedarmoede veroorzaakt bij iedereen een afname in fysieke capaciteit. De combinatie van infectieziektes en ijzertekort als gevolg van eenzijdige of inadequade voeding zijn vaak samen de oorzaak van bloedarmoede.

Jaarlijks krijgen 300 tot 500 miljoen mensen malaria, dat in de helft van de ernstige gevallen de oorzaak is van bloedarmoede (WHO 2000). Infecties met mijnworm en schistosomiasis dragen ook bij aan bloedarmoede. Wereldwijd hebben ongeveer 44 miljoen zwangere vrouwen mijnworminfecties en lijden 20 miljoen mensen aan schistosomiasis. Bloedarmoede kan ook veroorzaakt worden door zwaar bloedverlies, bijvoorbeeld als gevolg van diarree, dat veroorzaakt wordt door waterovergedragen ziektes.

Cryptosporidiose

Cryptosporidium bestaat uit kleine parasieten die de ademhalingswegen en het spijsverteringsstelsel van gewervelden infecteren. Er zijn verschillende leden van de *Cryptosporidium* familie beschreven. *Cryptosporidium parvum* veroorzaakt bij mensen infecties. In 1976 werden de eerste gevallen van cryptosporidiosis bekend. *Cryptosporidium* behoort wereldwijd tot een van de meest voorkomende intestinale ziekteverwekkers. Andere *Cryptosporidium* soorten worden ook gevonden in vee en veroorzaken bij een groot aantal zoogdieren infecties.

Cryptosporidium verblijft in de darmen van geïnfecteerde personen. Het wordt via de ontlasting uitgescheiden in de vorm van oocysten. Oocysten hebben een dikke celwand, een ronde vorm en een grootte van 3-6 µm. Besmettingen met *Cryptosporidium* vinden voornamelijk plaats door het drinken van besmet water en contact met vee. De kans op infectie is zeer hoog, bij het binnenkrijgen van een oocyst kan al infectie plaatsvinden. De symptomen van cryptosporidiose zijn waterige diarree, misselijkheid, buikkrampen, gewichtsverlies, overgeven en lichte koorts. Mensen met een verlaagde weerstand of een slecht werkend immuunsysteem zijn gevoelig voor infecties met

Bijlage 1

Cryptosporidium. Bij hen kan een infectie resulteren in hevige uitdroging en sterfte. Er bestaan nog geen medicijnen om cryptosporidiosis te behandelen.

Cryptosporidium oocysten zijn alom vertegenwoordigd in waterige milieus. Ze komen vooral voor in oppervlaktewateren. Bij 1 tot 4% van de mensen in Europa met buikgriep blijkt Cryptosporidium voor te komen. Voor de rest van de wereld ligt dit tussen 3-20%. De meeste uitbraken van Cryptosporidiose worden in verband gebracht met vervuild drinkwater en zwembaden en recreationeel water. Als oocyst is Cryptosporidium beschermt tegen de meeste gangbare desinfectiemiddelen. UV lampen en ozon zijn het meest effectief in het doden van cryptosporidium oocysten. Om besmetting met Cryptosporidium via het drinkwater te voorkomen, moet men ervoor zorgen dat afvalwater, voornamelijk rioolwater behandeld wordt alvorens het wordt geloosd. Bij de drinkwaterbereiding zorgen een goede behandeling van het drinkwater door middel van filtratie en coagulatie ervoor dat Cryptosporidium wordt verwijderd.

Diarree

Diarree komt wereldwijd voor en is in 4% van alle sterfgevallen de doodsoorzaak. In ontwikkelingslanden in Zuid-oost Azië en Afrika ligt dit percentage zelfs op 8,8 en 7,5 %. Diarree is een symptoom van buikgriepinfecties, die veroorzaakt worden door bacteriële, virale of parasitaire organismen, die door besmet water verspreid worden. Er zijn jaarlijks zijn zo'n vier miljard gevallen van diarree. Wereldwijd sterven zo'n 2,2 miljoen (er zijn zelfs schattingen van 4 tot 6 miljoen, WHO) mensen aan de gevolgen van diarree. Het grootste deel bestaat uit jonge kinderen in ontwikkelingslanden.

Men kan diarree voorkomen door een goede hygiëne bij het toiletbezoek en de bereiding van voedsel in acht te nemen. Het gebruik van niet behandeld of onvoldoende gedesinfecteerd water kan er echter voor zorgen dat mensen geïnfecteerd worden met ziekteverwekkers die diarree veroorzaken. Cholera en dysenterie veroorzaken de meest levensbedreigende vormen van diarree. Diarree bestaat uit een stoelgang van waterige ontlasting. De ontlasting vindt ook vaker plaats dan gewoonlijk. Afhankelijk van de infectie is de diarree waterig (cholera) of bloederig (dysenterie). Ernstige diarree is levensbedreigend, omdat het lichaam grote hoeveelheden vocht verliest en uit het voedsel minder voedingsstoffen opneemt. Diarree is vooral gevaarlijk voor jonge kinderen, mensen met een verlaagde weerstand en mensen die niet voldoende voedingsstoffen binnen krijgen. Diarree komt ook voor bij andere infecties, zoals malaria en mazelen. Ook het binnenkrijgen van bepaalde chemische verbindingen en andere darmziekten kunnen diarree veroorzaken. In het geval van diarree moet men erop letten meer dan voldoende vocht en voedsel binnen te krijgen en uitdroging te voorkomen.

Dracunculiasis (mijnwormziekte)

Dracunculiasis, beter bekend als de mijnwormziekte, is een pijnlijke infectie die veroorzaakt wordt door een parasitaire rondworm, *Dracunculus medinensis*, die alleen bij mensen voorkomt. Aan het begin van de 20ste eeuw kwam deze ziekte voor in een groot aantal landen in Afrika en Azië. Verbeteringen in de drinkwatervoorziening zoals filtering van het water, hebben er voor gezorgd dat de ziekte op het moment alleen nog maar voorkomt in 13 Afrikaanse landen. De ziekte kan in de toekomst nog verder worden teruggedrongen.

Mensen worden besmet met Dracunculiasis door het drinken van water waarin zich larven van de rondworm bevinden. krijgen de worm binnen door het drinken van besmet water waarin zich de larven van de worm bevinden. De larven zitten in watervlooien, cyclopsen. Door het zuur van de maag worden deze afgebroken en komen de rondwormlarven vrij. Deze gaan door de maagwand heen en ontwikkelen zich in het lichaam. Nadat een vrouwtje bevrucht is door een mannelijke rondworm, kruipt ze onderhuidse weefsels naar de voet. Daar ontstaat een jeukende, branderige blaas. De rondworm zorgt voor tijdelijke verlamming als gevolg van de hevige pijn. Om de pijn en jeuk te verlichten, plaatsen mensen die geïnfecteerd zijn hun voet in het water, dat vaak bestemd is als drinkwatervoorziening. De blaas barst open waarna de worm miljoenen larven vrijlaat in het water. De larven worden opgegeten door watervlooien waarin ze zich verder ontwikkelen en de cyclus begint opnieuw.

Infecties met rondworm zijn zelden dodelijk, maar kunnen wel veel ellende veroorzaken. Het uitkomen van de worm vindt plaats tijdens het oogstseizoen. De pijn en wond- en gewrichtsontstekingen die kunnen ontstaan, zorgen ervoor dat mensen tijdelijk gehandicapt zijn en niet productief kunnen. De voedselvoorziening voor het gezin neemt af, waar vooral jonge kinderen de dupe van zijn.

Escherichia coli

Escherichia coli veroorzaakt vooral bij kinderen onder de vijf jaar diarree. Jaarlijks zijn er zo'n 210 miljoen gevallen, waarbij ongeveer 380000 doden vallen. Naast diarree zorgt Escherichia coli ook voor groeistoornissen bij kinderen. Bij zwangere vrouwen, kinderen onder de vijf jaar en ouderen kan Escherichia coli ook tijdelijke of chronische nierschade

Bijlage 1

veroorzaken. De bacterie wordt vooral overgedragen via runderen. Mensen kunnen besmet raken door besmet vlees te eten of water te gebruiken dat via mest besmet is.

Giardia

Giardia is een zweepvormige protozoë parasiet die voorkomt in een groot aantal diersoorten. Bij mensen veroorzaakt de soort *Giardia intestinalis* buikgriep. Symptomen van Giardiasis zijn diarree, zwakte, gewichtsverlies en buikpijn. Giardia parasieten kennen verschillende stadia. In de ontlasting van mensen hebben ze de vorm van cysten. Als cyste zijn ze beschermd tegen barre milieumomstandigheden. Ze kunnen zo lang overleven en zijn besmettelijk. Mensen worden bij lage doses, van minder dan 10 cysten besmet met Giardia. Niet iedereen die besmet is, wordt daadwerkelijk ziek. Besmettingen met Giardia komen veel voor bij jonge kinderen in ontwikkelingslanden. Besmetting vindt voornamelijk plaats door het drinken van onbehandeld oppervlaktewater of grondwater dat besmet is door rioolwater of door wilde knaagdieren. Ook als het water alleen is gedesinfecteerd of de filtratie niet voldoende is geweest, kan besmetting plaatsvinden. Giardia is als cyste resistent tegen de meeste desinfectiemiddelen zoals chloor en UV. Giardiacysten kunnen door middel van filtratie uit het water verwijderd worden. Ozon kan ook effectief worden ingezet. Giardia is alomtegenwoordig in waterige milieus. Ook in wettelijke landen vinden uitbraken plaats van deze ziekte. In de Verenigde Staten zijn de afgelopen dertig jaar meer dan 100 meldingen gemaakt van uitbraken van Giardiasis. Daarnaast zijn er ook uitbraken geweest in Canada, Australië, het Verenigd Koninkrijk en Zweden.

Hepatitis

Hepatitis, een verzamelnaam voor infecties aan de lever, heeft een aantal oorzaken. Twee van de virussen die hepatitis veroorzaken (Hepatitis A en E) kunnen door besmet water verspreid worden. De virussen komen via de ontlasting in het water terecht. Hepatitis A wordt ook via besmet voedsel en drugsgebruik verspreid. Goede hygiëne kan besmetting voorkomen. Symptomen van hepatitis zijn een abrupte koortsaanval, zwakte, verlies van eetlust, misselijkheid en buikpijn, gevolgd door geelzucht. De ziekte kan mild zijn en slechts een of twee weken duren of enkele maanden aanhouden. In gebieden die gevoelig zijn voor hepatitis komen de meeste infecties voor bij jonge kinderen. In de meeste gevallen komen geen symptomen voor. Gevallen met een dodelijke afloop als gevolg van plotseling optredende hepatitis komen zelden voor. De meeste zieken herstellen zonder blijvende gevolgen. Het sterftecijfer is laag, 0,2% van de geïnfecteerden sterft.

Hepatitis A en E komen wereldwijd voor. Ze komen voornamelijk voor in landen waar weinig of slechte sanitaire voorzieningen zijn en de waterbehandeling afwezig of onvoldoende is. Reizigers die naar deze landen gaan wordt geadviseerd zich te laten vaccineren tegen Hepatitis A.

Legionella

Legionella wordt veroorzaakt door de bacterie *Legionella pneumophila*. De ziekte heeft twee vormen: De lichte vorm is legionellagriep, ook wel Pontiac griep genoemd. Symptomen van Pontiac griep zijn koorts en spierpijn. De veteranenziekte is de ernstige vorm, die lijkt op een ernstige longontsteking. De symptomen zijn snel opkomende hoofdpijn, spierpijn, een ziek gevoel, hoge koorts, hoesten, kortademigheid, grote vermoeidheid en verwardheid en diarree. De veteranenziekte kan dodelijk zijn. Met antibiotica kan de ziekte worden bestreden.

Besmetting vindt plaats via het inademen van waterdruppeltjes die de legionella bacterie bevatten. Deze waterdruppeltjes kunnen verspreid worden door fonteinën, douches, luchtverversingssystemen, koeltorens en whirlpools. De bacterie vermenigvuldigt zich in warm en stilstaand water. Ouderen en mensen die roken of een chronische longziekte hebben en mensen met een verlaagde weerstand zijn bevattelijker voor legionella.

De veteranenziekte werd voor het eerst ontdekt in 1976 toen in de Verenigde Staten bij deelnemers aan een conventie van Amerikaanse veteranen in Philadelphia. In Nederland kregen meer dan 200 mensen legionella na het bezoeken van de WestFriese Flora in Bovenkarspel. Er stierven 32 mensen aan de gevolgen van de veteranenziekte. Sindsdien is er veel onderzoek gedaan en zijn er maatregelen genomen om besmetting met de legionellabacterie te voorkomen.

Leptospirose

Leptospirose (ziekte van Weil) is een bacteriële ziekte die zowel bij mensen als dieren voorkomt. In het beginstadium lijdt men aan hoge koorts, zware hoofdpijn, spierpijn, rillingen, rood worden van de ogen, buikpijn, geelzucht, bindvliesontsteking, bloedingen in de huid en slijmvliezen (waaronder ook de longen), overgeven, diarree en uitslag. Leptospirose wordt veroorzaakt door *Leptospira*, een bacterie die voorkomt in de urine van geïnfecteerde dieren en mensen. Oppervlaktewater kan besmet zijn met leptospiren. Ze komen het lichaam binnen via sneetjes in de huid en schaafplekken en via de slijmvliezen van de ogen, neus en mond. De ziekte kan bestreden worden met antibiotica. Indien geen behandeling plaatsvindt, kan de ziekte overgaan in gevaarlijker en potentieel dodelijker stadia.

Bijlage 1

Leptospirose komt wereldwijd voor. Het aantal gevallen is niet bekend, omdat de ziekte vaak over het hoofd wordt gezien. In Nicaragua vond in 1995 een uitbraak plaats van leptospirose nadat orkaan Mitch was overgekomen. In 1998 was er een uitbraak in de Verenigde Staten. In datzelfde jaar was er een uitbraak in Peru en Ecuador na hevige overstromingen. Ook in Azië komt de ziekte voor, in Orissa in India vond een uitbraak plaats na een cycloon.

Meningitis (hersenvliesontsteking)

Meningitis is een ontsteking van het vocht in de ruggegraat en het vocht rondom de hersenen. Symptomen zijn hoge koorts, hoofdpijn en een stijve nek. Daarnaast krijgt men last van misselijkheid, overgeven, overgevoeligheid voor fel licht, verwarring en slaperigheid. Meningitis wordt doorgaans veroorzaakt door een bacteriële of een virale infectie. De virale infectie is meestal minder ernstig en verdwijnt zonder behandeling, terwijl de bacteriële infectie ernstig kan zijn en tot hersen- en gehoorschade en leerproblemen kan leiden. Tegen sommige bacteriën kan antibiotica worden gebruikt om de ziekte te bestrijden en verspreiding te voorkomen. *Streptococcus pneumoniae* en *Neisseria meningitidis* zijn de belangrijkste oorzaken van bacteriële meningitis. Verspreiding van bacteriële meningitis vindt plaats via keelslijm.

Naegleria infectie

Naegleria is een amoebe die van nature in het milieu voorkomt. Alleen *Naegleria fowleri* is voor mensen infectueus. Deze amoebe komt wereldwijd voor en bevindt zich voornamelijk in de bodem en het warme water van meren, rivieren en hete bronnen, niet-gechloreerde zwembaden en in op lozingsplaatsen van warm industrieel water. Infectie vindt tijdens het zwemmen plaats via de neus. De amoebe gaat naar de ruggegraat of de hersenen en veroorzaakt primaire amoebe meningocephalitis. Symptomen zijn hoofdpijn, koorts, duizeligheid en overgeven, een stijve nek, concentratieverlies, verlies van evenwicht en lichaamscontrole, beroertes en hallucinaties. De ziekte is dodelijk als men niet meteen wordt behandeld. Een goede desinfectie van het zwembadwater en onderhoud van het zwembad zorgt ervoor dat de amoebe wordt bestreden.

Norwalkvirus

Het Norwalkvirus werd in 1972 ontdekt na een uitbraak van een darmziekte in Norwalk, Ohio in de Verenigde Staten. Daarna werden virussen ontdekt met dezelfde eigenschappen, die Norwalkachtige virussen werden genoemd. Deze behoren tot de calicivirussen. De afgelopen jaren zijn Norwalkvirussen steeds vaker de oorzaak van door voedselovergebrachte ziektes. Norwalkvirussen komen wereldwijd voor, mensen zijn de enige bekende gastheren van dit virus. Het Norwalkvirus en Norwalkachtige virussen veroorzaken vaak uitbraken van gastrointestinale ziektes op cruise schepen, in gemeenschappen, kampen, scholen en instituten. De virussen worden verspreid via de ontlasting van geïnfecteerde personen. Mensen worden met het virus besmet via de inname van door ontlasting besmet voedsel en water, het virus is zeer besmettelijk. Symptomen van de ziekte zijn misselijkheid, overgeven, diarree, hoofdpijn, koorts, rillingen, een pijnlijke keel en buikkramp. Meestal knappen mensen na 2 tot 3 dagen weer op, zonder gezondheidseffecten op de lange termijn. Een goede hygiëne, ook tijdens de bereiding van voedsel, met name groenten en schelpdieren, kunnen besmetting met Norwalkvirussen voorkomen.

Norovirussen

Norovirussen zijn een groep virussen die "buikgriep" of gastroenteritis veroorzaken bij mensen. Voorheen werden deze virussen ook wel Norwalkachtige of calicivirussen genoemd. Symptomen zijn misselijkheid, overgeven, diarree en buikkramp. Daarnaast komen lichte koorts, rillingen, hoofdpijn, spierpijn en vermoeidheid voor. De ziekte begint vaak plotseling en men kan zich zeer ziek voelen. Het is belangrijk om voldoende vocht tot zich te nemen om uitdroging te voorkomen omdat men veel vocht verliest als gevolg van de diarree en het overgeven. Vooral voor jonge kinderen, ouderen en mensen met een verlaagde weerstand is dit een probleem.

Het virus bevindt zich in de ontlasting en het overgeefsel van mensen die besmet zijn met het virus. De virussen zijn zeer besmettelijk en worden ook makkelijk van persoon tot persoon verspreid.

Pseudomonas dermatitis

Dermatitis is een infectie van de huid. De huid gaat jeuken en er ontwikkelt zich een rode, bobbelige, pijnlijke uitslag. Er kunnen ook met pusgevulde blaasjes ontstaan rondom haarzakjes. De uitslag is erger onder de zwemkleding, omdat het besmette water hier langer in contact staat met de huid. De infectie wordt vaak veroorzaakt door *Pseudomonas aeruginosa*. Deze ziektekiem komt algemeen voor in het water en de bodem. Meestal verdwijnt de uitslag na een paar dagen.

Bijlage 1

De ziekte wordt verspreid door het directe contact van de huid met water. De kans op besmetting is groter in warme baden, omdat daar desinfectiemiddelen als chloor makkelijker verdampen voordat ze werkzaam zijn tegen micro-organismen.

Rotavirussen

Rotavirussen zijn een belangrijke oorzaak van ernstige diarree en uitdroging bij kinderen in ontwikkelde en ontwikkelingslanden. Ze werden in de jaren '70 van de vorige eeuw ontdekt als belangrijke oorzaak van virale gastroenteritis. Er zijn jaarlijks zo'n 3 tot 5 miljard gevallen van virale gastroenteritis. 10 miljoen mensen sterven jaarlijks als gevolg van virale gastroenteritis. Er zijn verscheidene virussen verantwoordelijk voor virale gastroenteritis. Rotavirussen zijn verantwoordelijk voor 25% van alle sterfgevallen die geassocieerd worden met diarree en 6% van alle sterfgevallen van jonge kinderen. Rotavirussen vermenigvuldigen zich in de dunne darm van mensen die geïnfecteerd zijn. Hierbij worden absorptiecellen vernietigd. Dit is waarschijnlijk de oorzaak dat er minder vocht wordt opgenomen en diarree ontstaat. De ziekte begint vaak 24 uur na infectie en heeft als symptomen koorts, overgeven en diarree. Rotavirussen komen in het drinkwater terecht via de faeces van geïnfecteerde personen. Men kan gevaccineerd worden tegen rotavirussen. Rotavirussen zijn resistent tegen de meeste desinfectiemiddelen, chloor heeft een goede desinfecterende werking tegen rotavirussen.

Salmonellose

Salmonellose is een infectie met de Salmonella bacterie. De symptomen zijn diarree, koorts en buikkramp. Bij sommige mensen kan de diarree zeer ernstig zijn en kan de bacterie zich vanuit de darmen via het bloedvatstelsel verspreiden naar andere lichaamsdelen. Als deze personen niet met antibiotica worden behandeld, kunnen ze sterven. Vooral ouderen, jonge kinderen en mensen met een verlaagde weerstand zijn hiervoor gevoelig. Een infectie met Salmonellabacteriën kan later tot artritis leiden. Er zijn verschillende soorten Salmonellabacteriën, *S. Typhirium* en *S. Enteritidis* komen het meeste voor. Sommige Salmonellabacteriën zijn resistent geworden tegen antibiotica. De bacteriën komen voor in de darmen van mensen en dieren, waaronder vogels en reptielen en worden verspreid via de ontlasting.

Schistosomiasis

Schistosomiasis is een parasitaire ziekte die vooral voorkomt in tropische en subtropische gebieden en veroorzaakt wordt door platwormen van de Schistosoma familie. Het is na malaria de belangrijkste parasitaire infectie. In Azië zijn vee en waterbuffels gastheren van de parasiet. De larven ontwikkelen zich in zoetwaterslakken. Mensen komen in aanraking met de parasiet door te baden en te wassen in besmet water. De parasiet komt via de huid in het lichaam terecht. Na besmetting krijgt men uitslag of gaat de huid jeuken. In het lichaam transformeren de larven en worden via het bloed in de aderen vervoerd naar de darmen of lever en blaas, waar ze volwassen worden, paren en eieren ontwikkelen. De eieren beschadigen verschillende weefsels, met name in de lever en de blaas en veroorzaken ontstekingen. Mensen scheiden de eieren via de urine en ontlasting uit, waarna ze in zoetwaterslakken terecht komen. Twee maanden na de infectie krijgt men last van koorts, rillingen, hoesten en spierpijn. Als de infectie niet wordt behandeld, kan men bloed vinden in de urine en stoelgang en kunnen de lever en milt vergroot zijn. Kinderen blijven achter in groei en cognitieve ontwikkeling. Chronische infectie leidt tot lever-, nier- en blaasaandoeningen. Soms wordt het zenuwstelsel aangetast, wat leidt tot beroertes, verlamming of ontsteking van de ruggengraat. Wereldwijd zijn zo'n 200 miljoen mensen besmet met deze parasiet. Hiervan zijn er zo'n 20 miljoen ernstig ziek en vertonen er 120 miljoen symptomen. Verbeterde hygiëne, riolering en behandeling van het drinkwater verminderen het risico op besmetting.

Shigellose

Shigellose komt overal ter wereld voor. Wereldwijd zijn er jaarlijks zo'n 164,7 miljoen gevallen, waarvan 1,5 miljoen in ontwikkelde landen en sterven er 1,1 miljoen mensen als gevolg van de ziekte. De ziekte duikt vaak op in oorlogsgebieden waar onvoldoende drinkwaterbehandeling plaatsvindt. De combinatie van Shigellose met HIV zorgt voor een snelle verspreiding van de ziekte. Mensen met HIV en AIDS hebben een slecht werkend immuunsysteem, waardoor ze vatbaar zijn voor infecties. Er zijn vaccins ontwikkeld tegen shigellose. Shigellose wordt ook wel bacillaire dysenterie genoemd.

Tyfus

Tyfus is een ziekte die gedurende lange tijd in grote belangstelling heeft gestaan binnen de waterbehandeling. In de Verenigde Staten en het Verenigd Koninkrijk behoorde tyfus tot de meest voorkomende door water overgebrachte ziektes. De behandeling en regelgeving van drinkwater was in het begin van de 20ste eeuw vooral gericht op de

Bijlage 1

bestrijding van tyfus. Tegenwoordig komt tyfus niet meer voor in ontwikkelde landen. In ontwikkelingslanden vormt het echter nog een groot probleem. Tyfus en paratyfide buiktyfus zijn infecties die veroorzaakt worden door Salmonellabacteriën, *Salmonella typhi* en *S. paratyphi*. Deze bacteriën worden door geïnfecteerde personen uitgescheiden via de ontlasting en urine. Mensen worden geïnfecteerd door voedingswaren te eten of te drinken die aangeraakt zijn door een besmet persoon of door water te drinken dat besmet is. Besmetting met deze bacteriën kan voorkomen worden door schoon water te gebruiken en hygiëne. Wanneer de bacterie in het menselijk lichaam is, vermenigvuldigt deze zich en verspreid zich van de darmen naar het bloed. Zelfs als men geneest van tyfus, dragen veel mensen de bacteriën nog bij zich, waardoor de infectie zich kan verspreiden. De symptomen van tyfus kunnen mild of ernstig zijn; van koorts, niet lekker voelen, niet willen eten, hoofdpijn, verstopping of diarree, roze-gekleurde vlekken op de borst en vergrote milt en lever. De symptomen van paratyfoide koorts zijn overeenkomstig, maar milder. In 2000 kregen ongeveer 17 miljoen mensen tyfus, waarvan er 600000 stierven.

Virale gastroenteritis

Virale gastroenteritis is een ontsteking van de maag en de dikke en dunne darm. Verscheidene virussen kunnen deze ontsteking veroorzaken, zoals rotavirussen, adenovirussen, calicivirussen, astrovirussen, het Norwalkvirus en Norovirussen. Virale gastroenteritis wordt alleen door virussen veroorzaakt en niet door bacteriën, zoals *Salmonella* of *Escherichia coli*, of parasieten als *Giardia* of door het gebruik van bepaalde medicijnen. De symptomen, overgeven en waterige diarree, kunnen wel overeenkomstig zijn. Daarnaast komen hoofdpijn, buikpijn en koorts voor. Ziekten verliezen door overgeven en diarree veel vocht. Het is daarom belangrijk dat ze voldoende vocht tot zich nemen. Bij jonge kinderen en ouderen die niet goed voor zichzelf kunnen zorgen kan dit een probleem zijn. Vaak wordt virale gastroenteritis buikgriep genoemd, hoewel de ziekte niet veroorzaakt wordt door griepvirussen.

Zwemmersoor

Zwemmersoor is een ontsteking van het oor of de buitenste gehoorgang. Het oor kan jeuken, rood worden en ontsteken, zodat het pijnlijk is om het hoofd te bewegen of het oor aan te raken. Uit het oor kan pus komen. Zwemmersoor wordt vaak veroorzaakt door *Pseudomonas aeruginosa*. De ziekte komt meer voor bij jonge kinderen en jongvolwassenen en kan zeer pijnlijk zijn. De ziekte wordt verspreid door personen die geïnfecteerd zijn. Wanneer besmet water in het oor komt, kan het oor gaan ontsteken. Men kan de ziekte voorkomen door de oren na het zwemmen goed droog te maken.

ANNEX 4

Chemical summary tables

Table A4.1 Chemicals excluded from guideline value derivation

Chemical	Reason for exclusion
Amitraz	Degrades rapidly in the environment and is not expected to occur at measurable concentrations in drinking-water supplies
Beryllium	Unlikely to occur in drinking-water
Chlorobenzilate	Unlikely to occur in drinking-water
Chlorothalonil	Unlikely to occur in drinking-water
Cypermethrin	Unlikely to occur in drinking-water
Diazinon	Unlikely to occur in drinking-water
Dinoseb	Unlikely to occur in drinking-water
Ethylene thiourea	Unlikely to occur in drinking-water
Fenamiphos	Unlikely to occur in drinking-water
Formothion	Unlikely to occur in drinking-water
Hexachlorocyclohexanes (mixed isomers)	Unlikely to occur in drinking-water
MCPB	Unlikely to occur in drinking-water
Methamidophos	Unlikely to occur in drinking-water
Methomyl	Unlikely to occur in drinking-water
Mirex	Unlikely to occur in drinking-water
Monocrotophos	Has been withdrawn from use in many countries and is unlikely to occur in drinking-water
Oxamyl	Unlikely to occur in drinking-water
Phorate	Unlikely to occur in drinking-water
Propoxur	Unlikely to occur in drinking-water
Pyridate	Not persistent and only rarely found in drinking-water
Quintozene	Unlikely to occur in drinking-water
Toxaphene	Unlikely to occur in drinking-water
Triazophos	Unlikely to occur in drinking-water
Tributyltin oxide	Unlikely to occur in drinking-water
Trichlorfon	Unlikely to occur in drinking-water

ANNEX 4. CHEMICAL SUMMARY TABLES

Table A4.2 Chemicals for which guideline values have not been established

Chemical	Reason for not establishing a guideline value
Aluminium	Owing to limitations in the animal data as a model for humans and the uncertainty surrounding the human data, a health-based guideline value cannot be derived; however, practicable levels based on optimization of the coagulation process in drinking-water plants using aluminium-based coagulants are derived: 0.1 mg/litre or less in large water treatment facilities, and 0.2 mg/litre or less in small facilities
Ammonia	Occurs in drinking-water at concentrations well below those at which toxic effects may occur
Asbestos	No consistent evidence that ingested asbestos is hazardous to health
Bentazone	Occurs in drinking-water at concentrations well below those at which toxic effects may occur
Bromochloroacetate	Available data inadequate to permit derivation of health-based guideline value
Bromochloroacetonitrile	Available data inadequate to permit derivation of health-based guideline value
Chloride	Not of health concern at levels found in drinking-water ^a
Chlorine dioxide	Guideline value not established because of the rapid breakdown of chlorine dioxide and because the chlorite provisional guideline value is adequately protective for potential toxicity from chlorine dioxide
Chloroacetones	Available data inadequate to permit derivation of health-based guideline values for any of the chloroacetones
Chlorophenol, 2-	Available data inadequate to permit derivation of health-based guideline value
Chloropicrin	Available data inadequate to permit derivation of health-based guideline value
Dialkyltins	Available data inadequate to permit derivation of health-based guideline values for any of the dialkyltins
Dibromoacetate	Available data inadequate to permit derivation of health-based guideline value
Dichloramine	Available data inadequate to permit derivation of health-based guideline value
Dichlorobenzene, 1,3-	Toxicological data are insufficient to permit derivation of health-based guideline value
Dichloroethane, 1,1-	Very limited database on toxicity and carcinogenicity
Dichlorophenol, 2,4-	Available data inadequate to permit derivation of health-based guideline value
Dichloropropane, 1,3-	Data insufficient to permit derivation of health-based guideline value
Di(2-ethylhexyl)adipate	Occurs in drinking-water at concentrations well below those at which toxic effects may occur
Diquat	Rarely found in drinking-water, but may be used as an aquatic herbicide for the control of free-floating and submerged aquatic weeds in ponds, lakes and irrigation ditches
Endosulfan	Occurs in drinking-water at concentrations well below those at which toxic effects may occur
Fenitrothion	Occurs in drinking-water at concentrations well below those at which toxic effects may occur
Fluoranthene	Occurs in drinking-water at concentrations well below those at which toxic effects may occur
Glyphosate and AMPA	Occurs in drinking-water at concentrations well below those at which toxic effects may occur
Hardness	Not of health concern at levels found in drinking-water ^a
Heptachlor and heptachlor epoxide	Occurs in drinking-water at concentrations well below those at which toxic effects may occur

continued

GUIDELINES FOR DRINKING-WATER QUALITY

Table A4.2 Continued

Chemical	Reason for not establishing a guideline value
Hexachlorobenzene	Occurs in drinking-water at concentrations well below those at which toxic effects may occur
Hydrogen sulfide	Not of health concern at levels found in drinking-water ^a
Inorganic tin	Occurs in drinking-water at concentrations well below those at which toxic effects may occur
Iodine	Available data inadequate to permit derivation of health-based guideline value, and lifetime exposure to iodine through water disinfection is unlikely
Iron	Not of health concern at concentrations normally observed in drinking-water, and taste and appearance of water are affected below the health-based value
Malathion	Occurs in drinking-water at concentrations well below those at which toxic effects may occur
Methyl parathion	Occurs in drinking-water at concentrations well below those at which toxic effects may occur
Monobromoacetate	Available data inadequate to permit derivation of health-based guideline value
Monochlorobenzene	Occurs in drinking-water at concentrations well below those at which toxic effects may occur, and health-based value would far exceed lowest reported taste and odour threshold
MX	Occurs in drinking-water at concentrations well below those at which toxic effects may occur
Parathion	Occurs in drinking-water at concentrations well below those at which toxic effects may occur
Permethrin	Occurs in drinking-water at concentrations well below those at which toxic effects may occur
pH	Not of health concern at levels found in drinking-water ^b
Phenylphenol, 2- and its sodium salt	Occurs in drinking-water at concentrations well below those at which toxic effects may occur
Propanil	Readily transformed into metabolites that are more toxic; a guideline value for the parent compound is considered inappropriate, and there are inadequate data to enable the derivation of guideline values for the metabolites
Silver	Available data inadequate to permit derivation of health-based guideline value
Sodium	Not of health concern at levels found in drinking-water ^a
Sulfate	Not of health concern at levels found in drinking-water ^a
Total dissolved solids (TDS)	Not of health concern at levels found in drinking-water ^a
Trichloramine	Available data inadequate to permit derivation of health-based guideline value
Trichloroacetonitrile	Available data inadequate to permit derivation of health-based guideline value
Trichlorobenzenes (total)	Occurs in drinking-water at concentrations well below those at which toxic effects may occur, and health-based value would exceed lowest reported odour threshold
Trichloroethane, 1,1,1-	Occurs in drinking-water at concentrations well below those at which toxic effects may occur
Zinc	Not of health concern at concentrations normally observed in drinking-water ^a

^a May affect acceptability of drinking-water (see chapter 10).

^b An important operational water quality parameter.

ANNEX 4. CHEMICAL SUMMARY TABLES

Table A4.3 Guideline values for chemicals that are of health significance in drinking-water

Chemical	Guideline value ^a (mg/litre)	Remarks
Acrylamide	0.0005 ^b	
Alachlor	0.02 ^b	
Aldicarb	0.01	Applies to aldicarb sulfoxide and aldicarb sulfone
Aldrin and dieldrin	0.00003	For combined aldrin plus dieldrin
Antimony	0.02	
Arsenic	0.01 (P)	
Atrazine	0.002	
Barium	0.7	
Benzene	0.01 ^b	
Benzo[a]pyrene	0.0007 ^b	
Boron	0.5 (T)	
Bromate	0.01 ^b (A, T)	
Bromodichloromethane	0.06 ^b	
Bromoform	0.1	
Cadmium	0.003	
Carbofuran	0.007	
Carbon tetrachloride	0.004	
Chloral hydrate (trichloroacetaldehyde)	0.01 (P)	
Chlorate	0.7 (D)	
Chlordane	0.0002	
Chlorine	5 (C)	For effective disinfection, there should be a residual concentration of free chlorine of ≥0.5 mg/litre after at least 30 min contact time at pH <8.0
Chlorite	0.7 (D)	
Chloroform	0.2	
Chlorotoluron	0.03	
Chlorpyrifos	0.03	
Chromium	0.05 (P)	For total chromium
Copper	2	Staining of laundry and sanitary ware may occur below guideline value
Cyanazine	0.0006	
Cyanide	0.07	
Cyanogen chloride	0.07	For cyanide as total cyanogenic compounds
2,4-D (2,4-dichlorophenoxyacetic acid)	0.03	Applies to free acid
2,4-DB	0.09	
DDT and metabolites	0.001	
Di(2-ethylhexyl)phthalate	0.008	
Dibromoacetonitrile	0.07	
Dibromochloromethane	0.1	
1,2-Dibromo-3-chloropropane	0.001 ^b	
1,2-Dibromoethane	0.0004 ^b (P)	
Dichloroacetate	0.05 (T, D)	
Dichloroacetonitrile	0.02 (P)	
Dichlorobenzene, 1,2-	1 (C)	

continued

GUIDELINES FOR DRINKING-WATER QUALITY

Table A4.3 *Continued*

Chemical	Guideline value (mg/litre)	Remarks
Dichlorobenzene, 1,4-	0.3 (C)	
Dichloroethane, 1,2-	0.03 ^b	
Dichloroethene, 1,1-	0.03	
Dichloroethene, 1,2-	0.05	
Dichloromethane	0.02	
1,2-Dichloropropane (1,2-DCP)	0.04 (P)	
1,3-Dichloropropene	0.02 ^b	
Dichloroprop	0.1	
Dimethoate	0.006	
Edetic acid (EDTA)	0.6	Applies to the free acid
Endrin	0.0006	
Epichlorohydrin	0.0004 (P)	
Ethylbenzene	0.3 (C)	
Fenoprop	0.009	
Fluoride	1.5	Volume of water consumed and intake from other sources should be considered when setting national standards
Formaldehyde	0.9	
Hexachlorobutadiene	0.0006	
Isoproturon	0.009	
Lead	0.01	
Lindane	0.002	
Manganese	0.4 (C)	
MCPA	0.002	
Mecoprop	0.01	
Mercury	0.001	For total mercury (inorganic plus organic)
Methoxychlor	0.02	
Metolachlor	0.01	
Microcystin-LR	0.001 (P)	For total microcystin-LR (free plus cell- bound)
Molinate	0.006	
Molybdenum	0.07	
Monochloramine	3	
Monochloroacetate	0.02	
Nickel	0.02 (P)	
Nitrate (as NO ₃ ⁻)	50	Short-term exposure
Nitrilotriacetic acid (NTA)	0.2	
Nitrite (as NO ₂ ⁻)	3	Short-term exposure
	0.2 (P)	Long-term exposure
Pendimethalin	0.02	
Pentachlorophenol	0.009 ^b (P)	
Pyriproxyfen	0.3	
Selenium	0.01	
Simazine	0.002	
Styrene	0.02 (C)	
2,4,5-T	0.009	
Terbutylazine	0.007	
Tetrachloroethene	0.04	
Toluene	0.7 (C)	

ANNEX 4. CHEMICAL SUMMARY TABLES

Table A4.3 *Continued*

Chemical	Guideline value (mg/litre)	Remarks
Trichloroacetate	0.2	
Trichloroethene	0.07 (P)	
Trichlorophenol, 2,4,6-	0.2 ^b (C)	
Trifluralin	0.02	
Trihalomethanes		The sum of the ratio of the concentration of each to its respective guideline value should not exceed 1
Uranium	0.015 (P,T)	Only chemical aspects of uranium addressed
Vinyl chloride	0.0003 ^b	
Xylenes	0.5 (C)	

^a P = provisional guideline value, as there is evidence of a hazard, but the available information on health effects is limited; T = provisional guideline value because calculated guideline value is below the level that can be achieved through practical treatment methods, source protection, etc.; A = provisional guideline value because calculated guideline value is below the achievable quantification level; D = provisional guideline value because disinfection is likely to result in the guideline value being exceeded; C = concentrations of the substance at or below the health-based guideline value may affect the appearance, taste or odour of the water, leading to consumer complaints.

^b For substances that are considered to be carcinogenic, the guideline value is the concentration in drinking-water associated with an upper-bound excess lifetime cancer risk of 10^{-5} (one additional cancer per 100 000 of the population ingesting drinking-water containing the substance at the guideline value for 70 years). Concentrations associated with upper-bound estimated excess lifetime cancer risks of 10^{-4} and 10^{-6} can be calculated by multiplying and dividing, respectively, the guideline value by 10.

Appendix B
Access to Safe Water in Selected Countries
(Source: World Bank 1994)

Region and Country	GNP per Capita (\$)	Total Population (thousands)	Urban Population (thousands) with Access to Safe Water	Urban Population (thousands) without Access to Safe Water	Rural Population (thousands) with Access to Safe Water	Rural Population (thousands) without Access to Safe Water	Population (thousands) in Cities Larger Than 1 Million People
East Asia	—	1,338,500.0	408,012.8	40,793.2	610,772.0	278,922.0	179,334.0
China	470	1,162,200.0	273,000.8	40,793.2	576,916.1	271,489.9	104,598.0
Mongolia	No data	2,300.0	1,357.0	0.0	546.9	396.1	0.0
Korea	6,790	43,700.0	32,338.0	0.0	8,635.1	2,726.9	23,161.0
Hong Kong	15,360	5,800.0	5,452.0	0.0	334.1	13.9	5,510.0
Japan	28,190	124,500.0	95,865.0	0.0	24,339.8	4,295.3	46,065.0
Europe	—	480,400.0	345,172.6	1,584.4	111,052.4	4,990.6	108,557.0
Romania	1,130	22,700.0	12,485.0	0.0	9,193.5	1,021.5	2,270.0
Bulgaria	1,330	8,500.0	5,865.0	0.0	2,529.6	105.4	1,360.0
Poland	1,910	38,400.0	22,740.5	1,451.5	11,650.6	2,557.4	6,912.0
Albania	No data	3,400.0	1,224.0	0.0	2,067.2	108.8	0.0
Hungary	2,970	10,300.0	6,798.0	0.0	3,326.9	175.1	2,163.0
Greece	7,290	10,300.0	6,592.0	0.0	3,522.6	185.4	3,502.0
Portugal	7,450	9,800.0	3,327.1	102.9	5,733.0	637.0	1,666.0
Ireland	12,210	3,500.0	2,030.0	0.0	1,470.0	0.0	0.0
Spain	13,970	39,100.0	30,889.0	0.0	8,211.0	0.0	8,993.0
United Kingdom	17,790	57,800.0	51,442.0	0.0	6,358.0	0.0	13,294.0
Italy	20,460	57,800.0	40,460.0	0.0	17,340.0	0.0	14,450.0
Netherlands	20,480	15,200.0	13,528.0	0.0	1,672.0	0.0	2,128.0
Belgium	20,880	10,000.0	9,600.0	0.0	400.0	0.0	1,300.0
Finland	21,970	5,000.0	2,970.0	30.0	1,800.0	200.0	1,000.0
France	22,260	57,400.0	41,902.0	0.0	15,498.0	0.0	1,2054.0
Austria	22,380	7,900.0	4,661.0	0.0	3,239.0	0.0	2,133.0
Germany	23,030	80,600.0	69,316.0	0.0	11,284.0	0.0	32,240.0
Norway	25,820	4,300.0	3,268.0	0.0	1,032.0	0.0	0.0
Denmark	26,000	5,200.0	4,420.0	0.0	780.0	0.0	1,352.0
Sweden	27,010	8,700.0	7,308.0	0.0	1,392.0	0.0	1,740.0

Appendix B

Access to Safe Water in Selected Countries (Continued)

Region and Country	GNP per Capita (\$)	Total Population (thousands)	Urban Population (thousands) with Access to Safe Water	Urban Population (thousands) without Access to Safe Water	Rural Population (thousands) with Access to Safe Water	Rural Population (thousands) without Access to Safe Water	Population (thousands) in Cities Larger Than 1 Million People
Switzerland	36,080	6,900.0	4,347.0	0.0	2,553.0	0.0	0.0
Latin America	—	432,400.0	281,790.4	33,898.6	54,755.2	58,355.8	135,153.0
Nicaragua	340	3,900.0	1,808.0	571.0	319.4	1,201.6	0.0
Honduras	580	5,400.0	2,065.5	364.5	1,425.6	1,544.4	0.0
Bolivia	680	7,500.0	2,964.0	936.0	1,080.0	2,520.0	1,125.0
Peru	950	22,400.0	10,814.7	5,089.3	1,559.0	4,937.0	6,944.0
Guatemala	980	9,700.0	3,569.6	310.4	2,502.6	3,317.4	0.0
Dominican Republic	1,050	7,300.0	3,711.3	814.7	1,248.3	1,525.7	2,409.0
Ecuador	1,070	11,000.0	4,019.4	2,360.6	2,032.8	2,587.2	3,410.0
El Salvador	1,170	5,400.0	2,114.1	315.9	445.5	2,524.5	0.0
Colombia	1,330	33,400.0	20,631.2	3,082.8	7,942.5	1,743.5	9,686.0
Jamaica	1,340	2,400.0	1,231.2	64.8	507.8	596.2	0.0
Paraguay	1,380	4,500.0	1,345.1	860.0	229.5	2,065.5	0.0
Costa Rica	1,960	3,200.0	1,536.0	0.0	1,397.8	266.2	0.0
Panama	2,420	2,500.0	1,350.0	0.0	759.0	391.0	0.0
Chile	2,730	13,600.0	11,560.0	0.0	428.4	1,611.6	5,168.0
Brazil	2,770	153,900.0	112,577.9	5,925.2	21,592.2	13,804.8	58,482.0
Venezuela	2,910	20,200.0	16,727.6	1,654.4	654.5	1,163.5	5,454.0
Uruguay	3,340	3,100.0	2,759.0	0.0	6.8	334.2	1,302.0
Mexico	3,470	85,000.0	59,126.0	3,774.0	9,503.0	12,597.0	25,500.0
Trinidad and Tobago	3,940	1,300.0	858.0	0.0	389.0	53.0	0.0
Argentina	6,050	33,100.0	21,021.8	7,775.2	731.5	3,571.5	14,233.0
Puerto Rico	6,590	3,600.0	No data	No data	No data	No data	1,440.0
Middle East	—	327,600.0	160,620.9	7,708.1	89,564.8	69,706.2	55,116.0
Pakistan	420	119,300.0	32,282.6	7,086.4	33,571.0	46,360.0	20,281.0
Yemen	No data	13,000.0	4,030.0	0.0	1,614.6	7,355.4	0.0
Jordan	1,120	39,000.0	26,910.0	0.0	11,727.3	362.7	0.0
Turkey	1,980	58,500.0	37,440.0	0.0	14,742.0	6,318.0	11,700.0
Iran	2,200	59,600.0	34,568.0	0.0	18,774.0	6,258.0	13,708.0
Syria	No data	13,000.0	6,033.3	596.7	4,331.6	2,038.4	3,640.0
Oman	6,480	1,600.0	167.0	25.0	591.4	816.6	0.0

Appendix B

Access to Safe Water in Selected Countries (Continued)

Region and Country	GNP per Capita (\$)	Total Population (thousands)	Urban Population (thousands) with Access to Safe Water	Urban Population (thousands) without Access to Safe Water	Rural Population (thousands) with Access to Safe Water	Rural Population (thousands) without Access to Safe Water	Population (thousands) in Cities Larger Than 1 Million People
Saudi Arabia	7,510	16,800.0	13,104.0	0.0	3,511.2	184.8	3,696.0
Israel	13,220	5,100.0	4,692.0	0.0	395.8	12.2	2,091.0
United Arab Emirates	22,020	1,700.0	1,394.0	0.0	306.0	0.0	0.0
North Africa	—	115,600.0	39,966.6	1,203.4	29,962.7	18,167.3	22,386.0
Egypt	640	54,700.0	22,864.6	1,203.4	26,343.5	4,288.5	12,581.0
Morocco	1,030	26,200.0	1,2314.0	0.0	2,499.5	11,386.5	4,454.0
Tunisia	1,720	8,400.0	4,788.0	0.0	1,119.7	2,492.3	1,932.0
Algeria	1,840	26,300.0	No data	No data	No data	No data	3,419.0
Pacific Islands and Australia		25,000.0	18,116.4	24.6	3,809.1	3,049.9	10,675.0
Papua New Guinea	950	4,100.0	385.4	24.6	738.0	2,952.0	0.0
New Zealand	12,300,000	3,400.0	2,856.0	0.0	446.1	97.9	0.0
Australia	17,260	17,500.0	14,875.0	0.0	2,625.0	0.0	10,675.0
Southeast Asia	—	1,411,400.0	285,746.0	94,381.0	688,148.2	343,124.8	135,434.0
Bangladesh	220	114,400.0	8,030.9	12,561.1	83,489.1	10,318.9	10,296.0
Laos	250	4,400.0	413.6	466.4	880.0	2,640.0	0.0
Indonesia	670	184,300.0	20,641.6	38,334.4	41,356.9	83,967.1	20,273.0
Myanmar	No data	43,700.0	8,630.8	2,294.3	23,598.0	9,177.0	3,496.0
Philippines	770	64,300.0	26,311.6	1,980.4	29,526.6	6,481.4	9,645.0
Thailand	1,840	58,000.0	8,671.0	4,669.0	37,961.0	6,699.0	7,540.0
Malaysia	2,790	18,600.0	8,035.2	334.8	6,751.8	3,478.2	1,860.0
Singapore	15,730	2,800.0	2,800.0	0.0	0.0	0.0	2,800.0
Nepal	1,70	19,900.0	1,576.1	811.9	5,954.1	11,557.9	0.0
Sri Lanka	5,40	1,7400.0	3,062.4	765.6	7,464.6	6,107.4	0.0
India	3,10	883,600.0	197,573.0	32,163.0	451,166.2	202,697.8	79,524.0
Sub-Saharan Africa	—	488,300.0	95,002.6	26,003.4	96,252.2	225,241.8	34,988.0
Mozambique	60	16,500.0	2,178.0	2,772.0	1,963.5	9,586.5	1,980.0
Ethiopia	110	54,800.0	4,986.8	2,137.2	5,244.4	42,431.6	2,192.0
Tanzania	110	25,900.0	4,273.5	1,424.5	9,292.9	10,909.1	1,554.0
Sierra Leone	160	4,400.0	1,196.8	299.2	580.8	2,323.2	0.0
Uganda	170	17,500.0	1,260.0	840.0	4,620.0	10,780.0	0.0

Appendix B

Access to Safe Water in Selected Countries (Continued)

Region and Country	GNP per Capita (\$)	Total Population (thousands)	Urban Population (thousands) with Access to Safe Water	Urban Population (thousands) without Access to Safe Water	Rural Population (thousands) with Access to Safe Water	Rural Population (thousands) without Access to Safe Water	Population (thousands) in Cities Larger Than 1 Million People
Burundi	210	5,800.0	320.2	27.8	2,344.4	3,107.6	0.0
Malawi	210	9,100.0	720.7	371.3	3,923.9	4,084.1	0.0
Bhutan	180	1,500.0	54.0	36.0	423.0	987.0	0.0
Chad	220	6,000.0	No data	No data	No data	No data	0.0
Guinea-Bissau	220	1,000.0	37.8	172.2	213.3	576.7	0.0
Madagascar	230	12,400.0	1,922.0	1,178.0	930.0	8,370.0	0.0
Rwanda	250	7,300.0	367.9	70.1	4,597.5	2,264.5	0.0
Niger	280	8,200.0	1,687.6	34.4	2,915.1	3,562.9	0.0
Burkina Faso	300	9,500.0	710.6	904.4	5,519.5	2,365.5	0.0
Kenya	310	25,700.0	5,461.3	963.8	2,891.3	16,383.8	1,799.0
Mali	310	9,000.0	922.5	1,327.5	270.0	6,480.0	0.0
Nigeria	320	101,900.0	37,703.0	0.0	14,123.3	50,073.7	10,190.0
Togo	390	3,900.0	1,131.0	0.0	1,689.1	1,079.9	0.0
Benin	410	5,000.0	1,460.0	540.0	1,290.0	1,710.0	0.0
Central African Rep.	410	3,200.0	291.8	1,244.2	432.6	1,231.4	0.0
Ghana	450	15,800.0	3,483.9	2,046.1	3,389.1	6,880.9	1,580.0
Guinea	510	6,100.0	1,647.0	0.0	1,647.6	2,805.4	1,342.0
Mauritania	530	2,100.0	840.0	210.0	892.5	157.5	0.0
Zimbabwe	570	10,400.0	2,964.0	156.0	5,824.0	1,456.0	0.0
Lesotho	590	1,900.0	235.4	163.6	675.5	825.6	0.0
Somalia	No data	8,300.0	1,037.5	1,037.5	1,805.3	4,419.8	0.0
Sudan	No data	26,500.0	5,485.5	609.5	4,081.0	16,324.0	2,120.0
Zambia	753	8,300.0	2,649.4	836.6	2,070.0	2,744.0	0.0
Cote d'Ivoire	670	12,900.0	3,088.3	2,329.7	5,985.6	1,496.4	2,451.0
Senegal	780	7,800.0	2,078.7	1,119.3	1,196.5	3,405.5	1,794.0
Cameroon	820	12,200.0	2,152.1	2,971.9	3,184.2	3,891.8	1,220.0
Congo	1,030	2,400.0	927.4	80.6	27.8	1,364.2	0.0
Namibia	1,610	1,500.0	391.5	43.5	394.1	671.0	0.0
South Africa	2,670	39,800.0	No data	No data	No data	No data	6,766.0
Mauritius	2,700	1,100.0	451.0	0.0	597.1	51.9	0.0
Botswana	2,790	1,400.0	378.0	0.0	899.4	122.6	0.0
Gabon	4,450	1,200.0	507.6	56.4	318.0	318.0	0.0

Appendix C

List of Organizations Involved in Water Treatment Activities

USAID (United States Agency for International Development) EHP (Environmental Health Project)
PAHO (Pan-American Health Organization)
UNICEF
WHO (World Health Organization)
ODA (British Office of Development Assistance)
CARE
Water for People
Brace Research Institute
EAWAG/SANDEC
IRC (International Water and Sanitation Centre)
APACE (Appropriate Technology for Community and Environment)
BCA (Boliviacentrum Antwerpen)
VREILA (Vredeseilanden)
CHF (Canadian Hunger Foundation)
Plenty Canada
SIM Canada
Caritas
CCS (Centrale Sanitaire Suisse)
Enfants du Monde
HELVETAS (Schweizer Gesellschaft für Entwicklung und Zusammenarbeit)
KODIS (Center for Technical Education and Vocational Training in Developing Countries)
Stiftung Vivamos Mejor
ATELIER (Asociacion para la Cooperacion Internacional al Desarrollo)
Fe y Alegria
Fundacion INTERMON
Manos Unidas—Campana contra el Hombre
Medicus Mundi—Espana
Paz y Cooperacion
Personas
KUA (Kirkon Ulkomaanapu)
Economie et Humanisme
ACTIONAID
ACWW (Associated Country Women of the World)
CD (Cooperation for Development)
FARM-Africa (Food and Agricultural Research Management Africa)
IPPF (International Planned Parenthood Federation)
Skillshare Africa
TALC (Teaching Aids at Low Cost)
Self-Help Development International
ACT (Asian Community Trust)
IDRC (International Development Research Center)
KZA (Komitee Zuidelijk Afrika)
SEI (Stockholm Environmental Institute)
ADRA (Adventist Development and Relief Agency International)
Childreach
Freres des Hommes
FODEP (Foundation for Development)
Suomen World Vision
FINNIDA (Finnish International Development Agency)
Villages sans Frontieres

Zuiveringstechnieken

Inleiding

Aangezien alle mensen over de gehele wereld zuiver water nodig hebben om te overleven, hebben velen organisaties en bedrijven zich bezig gehouden met het ontwikkelen van technieken die dit bereiken. Over de jaren zijn de technieken zo verfijnt en uitgewerkt dat vandaag de dag de kleinste vervuiling uit het water kan worden gezuiverd.

Filtratie

Filtratie is de eenvoudigste vorm van het zuiveren van water en het vormt de basis voor vele andere technieken. De definitie van filtratie is:

Scheiding van een vaste stof en een vloeistof door een poreuze stof te gebruiken die alleen vloeistoffen doorlaat.

De poreuze stof die het beste valt voor te stellen als een simpele zeef is door de jaren heen verfijnd en er wordt nog steeds veel in ontwikkeld. Een paar voorbeelden.

Doek

Filtratie door doek wordt meestal toegepast aan het begin van het waterzuiveringsproces. De vorm van het doek is afhankelijk van het soort deeltjes dat verwijderd moet worden.

Zakken filters



Een zakfilter behandelings techniek werkt volgens het principe van een microfiltratie. Zoals de naam al zegt wordt het voedingswater door middel van zakken met poriën gereinigd. Zakkenfilters, ook wel bagfilters, genoemd kunnen worden gebruikt voor grote hoeveelheden water.

Werking

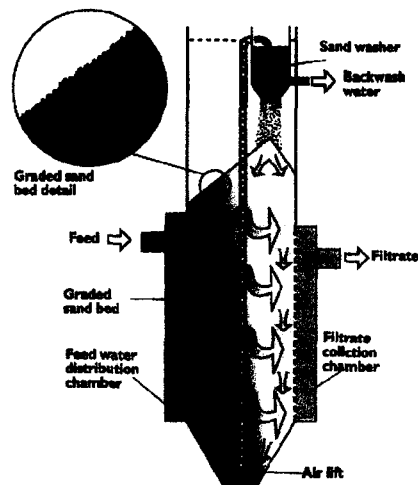
Bronnen:

- Lennotech
- Aqua-tech
- NWP
- Hydron



Het water komt bovenin het filter huis (roestvrij staal of koolstofstaal) binnen waar het gelijkmatig over de zakken verdeeld wordt. Het filtraat verlaat het filterhuis weer aan de onderkant. Terwijl het vuil achter blijft. De zakken zitten vanaf de bovenkant vast, zodat al het vuil in de zak blijft en schoonmaken van het huis niet nodig is. De zakken zijn meestal eenvoudig met de hand te vervangen.

Zandfiltratie



Zandfiltratie is een vaak gebruikte, zeer robuuste methode om gesuspendeerde vaste stoffen uit het water te verwijderen. Het filtermedium bestaat uit een veelvoudige laag zand, die varieert in korrelgrootte en specifiek gewicht. Wanneer water door dit filter stroomt, slaan de gesuspendeerde vaste delen als residu neer op het zand, terwijl het water, dat nu nog slechts een klein deel gesuspendeerde vaste deeltjes bevat, door het filter wegstroomt. Wanneer deze filters beladen zijn met deeltjes, wordt de stroomrichting omgedraaid, zodat de filters opnieuw gebruikt kunnen worden. Kleinere gesuspendeerde deeltjes hebben de mogelijkheid om door het zandfilter te glijpen, daarom is vaak een tweede filtratie nodig om ook deze deeltjes te verwijderen.

Bronnen:

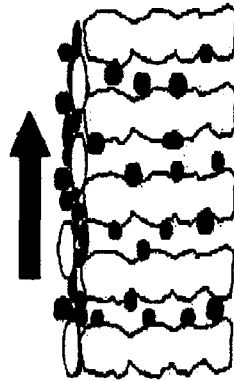
- Lennetech
- Aqua-tech
- NWP
- Hydron

Membraan filtratie

Membraantechnologie heeft zich in de afgelopen decennia ontwikkeld tot een volwaardige scheidingstechnologie. De kracht van membraantechnologie ligt in het werken zonder toevoeging van additionele stoffen, met een relatief lage energiebehoefte en met een goed regelbare en op te schalen procesvoering. Membraan technologie is een verzamelnaam voor diverse, in karakter sterk verschillende scheidingsprocessen. Deze scheidingsprocessen hebben als gemene deler dat in alle gevallen het membraan centraal staat. Membranen worden steeds vaker ingezet bij de opwekking van grond-, oppervlakte- of afvalwater tot proceswater. Membranen blijken in toenemende mate concurrerend te zijn geworden met conventionele technieken. Membraanprocessen baseren hun scheidende werking op de aanwezigheid van semi-permeabele membranen. Het principe is eenvoudig. Het membraan werkt als een uiterst fijn filter dat bijvoorbeeld wel water doorlaat, maar niet de vervuilende stoffen die het bevat. Er zijn verschillende methoden om stoffen door een membraan te laten dringen. Het kan door het toepassen van hoge druk, door het in stand houden van concentratieverschillen aan de beide zijden of zelfs door het handhaven van elektrische potentiaalverschillen.

Het membraan werkt dus als het ware door middel van een selectieve scheidingswand. Bepaalde stoffen kunnen het membraan passeren terwijl andere stoffen worden tegengehouden. Membraanfiltratie is een alternatief voor flocculatie/sediment, adsorptie (zand-/koolstoffilter, ionenwisselaar), extractie en distillatie.

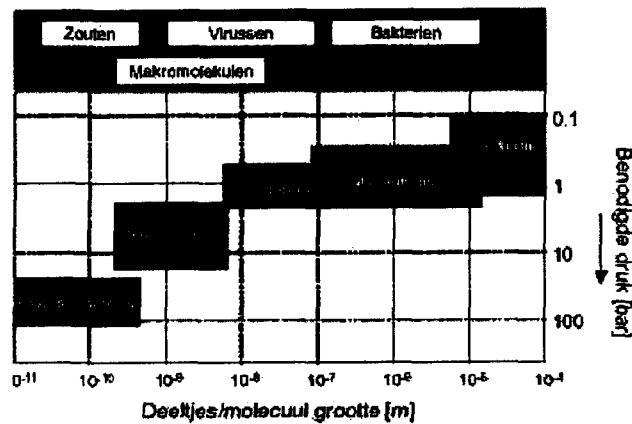
Er zijn twee factoren die de werking van een membraan-filtratie proces bepalen: de selectiviteit en de productiviteit. Selectiviteit wordt uitgedrukt in de parameter retentie of scheidingsfactor (uitgedrukt in de eenheid $l/m^2 \cdot h$), productiviteit in de parameter flux (uitgedrukt in de eenheid $l/m^2 \cdot h$). De selectiviteit en de productiviteit zijn afhankelijk van het soort membraan.



Bij membraanfiltratie kan er een tweedeling gemaakt worden tussen micro- en ultrafiltratie enerzijds en nanofiltratie en omgekeerde osmose (ook wel hyperfiltratie of reverse osmose genoemd) anderzijds. Wanneer membraanfiltratie gebruikt wordt voor de verwijdering van grote deeltjes worden micro- en ultrafiltratie gebruikt. Vanwege het open karakter van deze membranen is de productiviteit hoog bij een laag drukverschil. Wanneer zouten uit het water verwijderd moeten worden, worden nanofiltratie en omgekeerde osmose gebruikt. Bij deze membranen is geen sprake meer van poriën maar vindt scheiding plaats door diffusie door het membraan. De drukken benodigd voor nanofiltratie en omgekeerde osmose zijn veel hoger dan bij micro- en ultrafiltratie, terwijl de productiviteit veel lager is.

Bronnen:

- Lennitech
- Aqua-tech
- NWP
- Hydron



Microfiltratie

De werking van micro- en ultrafiltratie berust op fysische scheiding waarbij de poriegrootte van membranen de mate van verwijdering van zwevende stoffen, troebelheid en micro-organismen bepaalt. Stoffen groter dan de poriegrootte worden verwijderd, stoffen kleiner dan de poriegrootte worden afhankelijk van de opgebouwde vuillaag op het membraan gedeeltelijk verwijderd. Het zijn drukgedreven processen die water verdergaand fysisch zuiveren dan conventionele zandfiltratie processen, maar minder stoffen uit het water verwijderen dan nanofiltratie en omgekeerde osmose. De poriën van een microfiltratie membraan zijn van orde grootte $0.1 - 10 \mu\text{m}$, de poriën van een ultrafiltratie membraan hebben een orde grootte van $0.001 - 0.1 \mu\text{m}$. Bacteriën worden volledig door microfiltratie verwijderd. Voor de volledige verwijdering van virussen is ultrafiltratie noodzakelijk. Microfiltratie houdt, alhoewel de grootte van virussen kleiner is dan de poriegrootte van microfiltratie, virussen gedeeltelijk tegen. Dit komt doordat virussen zich gedeeltelijk op bacteriën hechten.

Microfiltratie kan op vele gebieden ingezet worden waar deeltjes met een diameter groter dan $0,1 \text{ mm}$ uit een vloeistof moeten worden verwijderd.

Voorbeelden hiervan zijn:

- Koude sterilisatie van drankjes en pharmaceuticals;
- Klaren van vruchtensap, wijn en bier;
- Scheiden van bacteriën van water (bijv. Bij biologische afvalwaterzuiveringsinstallaties);
- Effluent behandeling;
- Scheiding van olie- water emulsies;
- Voorbehandeling voor nanofiltratie of omgekeerde osmose.
- Vast-vloeistof scheiding voor farmacie en voedingsmiddelenindustrie

Ultrafiltratie

Ultrafiltratie kan op vele gebieden ingezet worden waar deeltjes met een orde grootte van $0.001 - 0.1 \mu\text{m}$ uit een vloeistof verwijderd moeten worden.

Voorbeelden hiervan zijn:

- Zuivelindustrie (melk, kaas);
- Voedingsmiddelenindustrie (proteïnes);
- Metaalindustrie (olie- water emulsies, verf terugwinnen);
- Textielindustrie;
- Voorbehandeling voor nanofiltratie of omgekeerde osmose (b.v. voor zeewaterontzouting).

Vervuiling van het membraan betekent dat er minder water kan worden gezuiverd en de membranen sneller vervangen moeten worden. Het voorbehandelen van de membraaninstallatie is daarom één van de belangrijkste factoren waarop het proces moet worden gestuurd. Dit geldt zowel voor micro- en ultrafiltratie als voor nanofiltratie

Bronnen:

- Lennitech
- Aqua-Isch
- NWP
- Hydron

en omgekeerde osmose. Een standaardrecept is echter niet mogelijk en voor ieder type water moet de meest optimale voorbehandeling worden vastgesteld.

Om te voorkomen dat de membranen verstopt raken of beschadigd raken door harde, scherpe (zand)deeltjes in het voedingswater moet, ter bescherming van de membranen, voor de micro- en ultrafiltratie, een fijne zeef geplaatst worden. Afhankelijk van het voedingswater kan de poriegrootte van de zeef variëren tussen 0.5 – 1.0 mm. Een verdere voorzuivering is voor micro- en ultrafiltratie niet noodzakelijk.

Afhankelijk van de aan het permeaat gestelde kwaliteitseisen moet na micro – en ultrafiltratie een verdere nabehandeling van het permeaat plaatsvinden. De nabehandeling bestaat uit desinfectie van het permeaat of uit de verwijdering van opgeloste stoffen. Nabehandelingsmethoden die in aanmerking komen zijn:

- Desinfectietechnieken;
- Snelfiltratie;
- Actieve koolfiltratie.

Nanofiltratie

De technieken nanofiltratie en omgekeerde osmose worden beide gebruikt voor het inzetten van één- en tweewaardige ionen. Nanofiltratie is een techniek die de laatste jaren sterk in opgang is gekomen. Nanofiltratie wordt op dit moment voornamelijk toegepast bij de drinkwaterbereiding zoals ontharding, ontkleuring en het verwijderen van microverontreinigingen. In de industrie wordt nanofiltratie toegepast in processen waarbij een specifieke component dient te worden afgescheiden zoals bijv. kleurstoffen.

Nanofiltratie is een drukgedreven proces waarbij een scheiding wordt gemaakt op basis van molecuul grootte. De scheiding vindt plaats door middel van het membraan. Deze techniek wordt vooral toegepast om organische stoffen zoals microverontreinigingen en meerwaardige ionen te verwijderen. Tevens hebben nanofiltratie membranen een matige retentie voor eenwaardige zouten.

Andere nanofiltratie toepassingen zijn:

- Verwijdering van pesticiden uit grondwater;
- Verwijdering van zware metalen uit afvalstromen;
- Recyclage van afvalwater in wasserijen;
- Ontharden van water
- Nitraat verwijdering.

Omgekeerde osmose

Omgekeerde osmose is gebaseerd op het fundamentele natuurkundige streven naar evenwicht. Twee vloeistoffen met een verschillende concentratie aan opgeloste zouten die met elkaar in aanraking komen, zullen zich vermengen tot er een uniforme concentratie ontstaat. Wanneer die twee vloeistoffen gescheiden worden door een halfdoorlaatbare celwand (d.w.z. de vloeistof kan er wel door, maar de zouten niet), zal de vloeistof met lage concentratie zich door de celwand naar de vloeistof met hoge concentratie verplaatsen. (Binnie e.a., 2002)

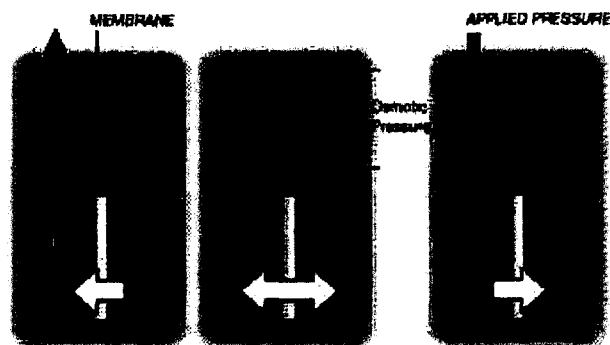
Na verloop van tijd zal het niveau van deze tweede vloeistof hoger zijn dan dat van de eerste vloeistof. Dit hoogteverschil noemt men de osmotische druk.

Door op de hoogste vloeistofkolom een hogere druk uit te oefenen dan de osmotische druk, wordt het omgekeerde effect verkregen. De vloeistof wordt door de halfdoorlaatbare celwand teruggeperst, terwijl de zouten achterblijven (Fig. 3). Op die manier kan water ontdaan worden van een groot gedeelte van de opgeloste zouten.

1 2 3

Bronnen:

- Lennitech
- Aqua-tech
- NWP
- Hydron



Water stroomt van een lage concentratie zouten naar een hoge concentratie zouten.

Osmotische druk is de druk die nodig is om de water stroom te stoppen en een evenwicht te creëren.

Door druk uit te oefenen die groter is dan de osmotische druk, kan de waterstroom omgekeerd worden; water stroomt van een hogere concentratie zouten naar een lagere concentratie zouten.

Omgekeerde osmose is een techniek die veelal in de drinkwaterindustrie wordt toegepast. Vooral de toepassing om uit zout zeewater drinkwater te bereiden is algemeen bekend. Daarnaast wordt omgekeerde osmose gebruikt voor de productie van ultrapuur water en ketelvoedingwater. Tevens wordt omgekeerde osmose toegepast in de voedingsmiddelenindustrie (concentreren van vruchtensap, suiker, koffie), in de galvanische industrie (concentreren van afvalwater stromen) en in de zuivelindustrie (concentreren van melk vóór de kaasproductie).

Een aantal omgekeerde osmose toepassingen worden hier onder opgenoemd:

- Water ontzouting;
- Productie van drinkwater;
- Productie van proceswater;
- Productie van ultrazuiver water (elektronische industrie);
- Concentratie van laagmoleculaire oplossingen in de voedings- en de zuivelindustrie.

De voorzuivering van het voedingswater voor een nano- of omgekeerde osmose installatie heeft grote invloed op de prestatie van de installatie. De benodigde voorzuivering is afhankelijk van de voedingswaterkwaliteit. Het doel van de voorzuivering is om het gehalte organisch materiaal en bacteriën te reduceren en de MFI te verlagen.

Het gehalte aan organische stof en bacteriën moet zo laag mogelijk zijn om de zogenaamde biofouling van de membranen tegen te gaan. Het aanbrengen van een voorzuivering heeft de volgende voordelen:

- Een langere levensduur van de membranen;
- Langere productietijd van de installatie is mogelijk;
- Eenvoudiger bedrijfsvoering;
- Minder personeelskosten.

Naast voorzuivering kan een chemicaliëndosering (zuur, anti-scalant) plaatsvinden om scaling, neerslag van slecht oplosbare zouten zoals: CaCO_3 , CaSO_4 , SiO_2 , BaSO_4 , etc. op het membraanoppervlak tegen te gaan. De gebruikte zuren zijn zoutzuur (HCl) en zwavelzuur (H_2SO_4). Zwavelzuur wordt het meeste gebruikt. Dit is een goedkoop zuur en heeft een laag verbruik. Zoutzuur wordt echter steeds meer gebruikt omdat zwavelzuur soms de vervuilingssnelheid van het membraan negatief kan beïnvloeden. Zoutzuur wordt ook gebruikt indien in het voedingswater al een hoge concentratie sulfaationen aanwezig is. Het extra doseren van zwavelzuur geeft dan een verhoogde kans op scaling van sulfaat-zouten op de membranen. (Baker, 2000)

De meeste voorkomende zuiveringstechnieken en de elementen die daarbij worden gereduceerd zijn in een overzicht weergegeven (tabel 1).

voorzuiivering	CaCO_3	SO_4	SiO_2	MFI	Fe	Al	bacteriën	organsich materiaal
----------------	-----------------	---------------	----------------	-----	----	----	-----------	---------------------

Bronnen:

- Lennotech
- Aqua-tech
- NWP
- Hydron

Bijlage 5

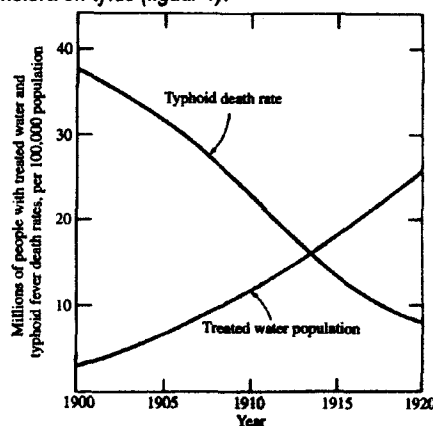
Zuurdosering	X				O			
Anti-scalant	O	X						
Ontharding met ionenwisseling	X	X						
Preventief reinigen	O		O	O	O	O	O	X
Aanpassen procesparameter		O	X					
Snelfiltratie			O	O	O	O		
Vlokvorming/verwijdering			O	X	O	O		
Micro en ultrafiltratie			X	X	O	O	O	X
Kaarsenfilter			O	O	O	O	O	
X = zeer effectief								
O = mogelijke voorzuivering								

Naast de genoemde methoden zijn er nog andere manieren om het voedingswater voor te zuiveren. Technieken die verder nog ingezet kunnen worden zijn desinfectie of het plaatsen van een actieve koolfiltratie eenheid voor de nano-/ omgekeerde osmose installatie.

Desinfectie

Desinfectie van water

De behandeling van water heeft de afgelopen eeuw een grote vlucht genomen. Desinfectie van het drinkwater heeft ervoor gezorgd dat er in ontwikkelde landen bijna geen uitbraken meer zijn van ernstige door waterovergedragen ziektes als cholera en tyfus (figuur 1).



Figuur 1. Afname percentage doden ten gevolge van tyfus in de USA van 1900 tot 1920 ten opzichte van het aantal mensen dat behandeld water gebruikt.

In ontwikkelingslanden, waar veelal geen of onvoldoende schoon drinkwater en riolering aanwezig is, zijn door waterovergedragen ziektes verantwoordelijk voor een groot gedeelte van de ziektegevallen en sterfte, met name bij kwetsbare groepen als jonge kinderen, ouderen en mensen met een zwak immuunstelsel, zoals AIDSpatiënten of mensen die een orgaantransplantatie hebben ondergaan.

Bronnen:

- Lenntech
- Aqua-tech
- NWP
- Hydron

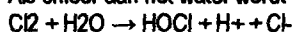
Het grootste gedeelte van de ziekteverwekkende micro-organismen wordt verwijderd door middel van waterbehandeling aan de hand van bezinking en filtratie. Om de veiligheid van het water te verhogen wordt daarna desinfectie toegepast.

Voor desinfectie kunnen verscheidene middelen gebruikt worden, die ziekteverwekkende micro-organismen inactiveren of doden, zoals chloorbevattende middelen, peroxide, broom, zilverkoper, ozon en UV. Deze middelen hebben allemaal hun voor- en nadelen en zijn afhankelijk van de omstandigheden inzetbaar voor desinfectie van water.

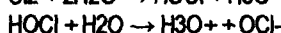
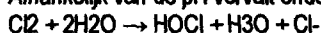
Chloor

Chloor doodt ziektekiemen als bacteriën en virussen door in te breken in de chemische huishouding van hun moleculen. De desinfectiemiddelen die daarvoor worden gebruikt, bestaan uit chloorverbindingen die hun atomen op andere verbindingen kunnen overbrengen, zoals enzymen in bacteriën en andere cellen. Als een enzym in aanraking komt met chloor, worden een of meer van de waterstofatomen in de eiwitmolecuul door substitutie vervangen door chloor. Hierdoor verandert de hele molecuul van vorm of valt uit elkaar. Wanneer enzymen niet meer goed functioneren, gaat de cel of de bacterie dood.

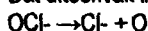
Als chloor aan het water wordt toegevoegd, ontstaat onderchloorig zuur.



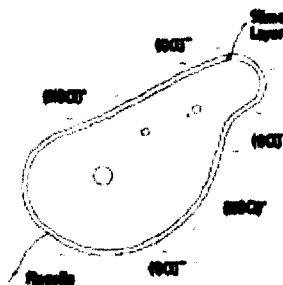
Afhankelijk van de pH vervalt onderchloorig zuur deels tot hypochlorietionen.



Dat uiteenvalt in chloor en atomair zuurstof.



Onderchloorig zuur (HOCl, dat elektrisch neutraal is) en hypochlorietionen (OCl⁻, elektrisch negatief) samen vormen vrij chloor. Deze zorgen voor de desinfectie. Beide stoffen gedragen zich zeer verschillend van elkaar. Onderchloorig zuur, is meer reactief en is een sterker desinfectiemiddel dan hypochloriet. Onderchloorig zuur wordt gesplitst in zoutzuur (HCl) en atomaire zuurstof (O). Dit zuurstofatoom is een krachtig oxidatiemiddel. De desinfecterende eigenschappen van chloor in water berusten op de oxiderende werking van de vrijkomende atomaire zuurstof en de substitutiereacties van chloor:



Het ongeladen onderchloorig zuur kan beter de negatief geladen celwand van ziekteverwekkende micro-organismen penetreren dan het negatief geladen hypochlorietion.

De celwand van ziekteverwekkende organismen is van nature elektrisch negatief geladen. Deze kan beter gepenetreerd worden door het ongeladen, elektrisch neutrale onderchloorig zuur, dan door het negatief geladen hypochlorietion. Onderchloorig zuur kan door slijmerige lagen, celwanden, en beschermelagen van micro-organismen heendringen om deze ziekteverwekkers effectief te doden. De micro-organismen sterven of kunnen zich niet meer reproduceren.

koper-zilver ionisatie

Bronnen:

- Lennetech
- Aqua-tech
- NWP
- Hydron

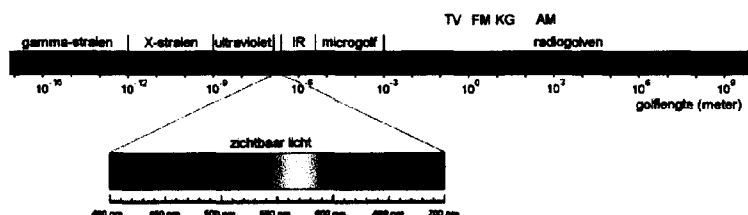
Bijlage 5

De elektrisch geladen koperionen (Cu^{2+}) in het water zoeken geladen deeltjes met een tegengestelde polariteit, zoals bacteriën, virussen en schimmels. De positief geladen koperionen gaan elektrostatische verbindingen aan met de negatief geladen celwand van de micro-organismen. Deze verbindingen verstoren de permeabiliteit van de celwand en zorgen ervoor dat er heel weinig voedingsstoffen kunnen worden opgenomen. Daarnaast penetreren de koperionen de celwand en maken hiermee de weg vrij voor de zilverionen (Ag^+). Deze dringen door in de kern van het organisme. Zilverionen binden zich in de cel aan specifieke onderdelen, zoals het DNA, RNA, cellulair eiwit en ademhalingsenzymen, waardoor alle levensondersteunende systemen in de cel stil worden gelegd. Er vindt geen celgroei en celdeling meer plaats, de bacteriën vermenigvuldigen zich niet meer en sterven uiteindelijk.

De ionen blijven actief totdat ze door de micro-organismen zijn opgenomen.

UV desinfectie

In fel zonlicht worden kiemen gedood en bacteriën en schimmels in hun groei belemmerd. Dit proces kan worden nagebootst met Ultra Violet (UV) straling. Door UV straling kan het kiemgetal, afhankelijk van het soort micro-organismen in enkele seconden met 99,99% gereduceerd worden.



Ultraviolet licht dringt de celwand van een organisme binnen en reageert daar met het DNA van het organisme. De C=C koolstofverbindingen in de moleculen van het organisme worden afgebroken. Dit leidt tot sterfte van de cellen, waardoor het organisme niet meer kan groeien of zich vermenigvuldigen.

Ozon

Ozon ontstaat in de natuur onder invloed van sterke elektrische ontladingen, bijvoorbeeld onweer en door ultraviolette straling van de zon in de bovenste lagen van de atmosfeer.

Elektrische ontladingen ioniseren zuurstofmoleculen tot atomaire zuurstof, ook wel zuurstofradicalen genoemd. Zuurstofradicalen zijn zeer 'agressieve' deeltjes die meteen met beschikbare zuurstofmoleculen reageren tot ozonmoleculen ($\text{O}_2 + \text{O} \rightarrow \text{O}_3$).

De aanwezigheid van dit derde zuurstofatoom maakt van ozon een zeer reactief gas en een sterke chemische oxidator.

In de industrie wordt ozon, vanwege de schone, milieuvriendelijke en perfecte werking reeds lange tijd toegepast. Ozon wordt gemiddeld in 15 minuten omgezet in stabiele zuurstof moleculen.

De werking van atomaire zuurstof en ozon

Ozon is veruit het sterkste oxidatiemiddel dat toegepast kan worden. Ozon werkt in vergelijking met andere desinfectiemiddelen duizenden malen sterker en sneller tegen ziekteverwekkers. Kiemen worden door ozon zeer effectief vernietigd. Zowel bacteriën, schimmels als virussen worden voor 99,9% gedood. Deze desinfecterende werking is bijvoorbeeld 600 à 3000 keer sterker dan die van Natriumhypochloriet (NaOCl). In de tandheelkunde wordt de ozon dan ook toegepast ter bestrijding van allerlei bacteriële en virale infecties.

Wanneer atomaire zuurstof in aanraking komt met bacteriën zal het onmiddellijk met de celmembraan reageren om aansluitend de structuur van de dubbele koolstofbindingen in de fosfolipiden te verbreken, waardoor bacteriën binnen enkele seconden worden gedood. Bij virussen wordt de celwand door de agressieve reactie met atomaire zuurstof a.h.w. verbroken.

Onderzoek heeft aangetoond dat er naast de enorme desinfecterende eigenschappen ook een bloedstelpende

Bronnen:

- Lennitech
- Aqua-tech
- NWP
- Hydron

Bijlage 5

werking bijv. bij een pulpabloeding, een versnelde wondgenezing door optimale celstofwisseling en een lokaal verbeterde zuurstofvoorziening van ozon uitgaat.

Destilatie

Destilatie is wat er aan waterdamp overblijft, wanneer afvalwater gekookt wordt. Met een goed ontworpen systeem kunnen organische en anorganische verontreinigingen en biologische onzuiverheden opgevangen worden, omdat de meeste van deze verontreinigingen niet mee verdampen. Het water wordt dan naar het condensaat vervoert, terwijl alle verontreinigingen in het verdampingsapparaat achter blijven.

Electrodialyse

Electrodialyse is een techniek die gebruik maakt van elektrische stroom en speciale membranen, welke semi-permeabel (doorlatend) zijn voor ionen, afhankelijk van hun lading. Membranen die kationen doorlaten en membranen die anionen doorlaten worden om en om geplaatst, met daartussen kanaaltjes. Tevens worden er aan elke kant van het membraan elektroden geplaatst. De elektroden trekken de aan hun qua lading tegengestelde ionen door de membranen aan, zodat deze uit het water verwijderd worden.

Bronnen:

- Lennitech
- Aqua-tech
- NWP
- Hydron

Bijlage 6

Lijst met bedrijven in samenwerking met Artsen
Zonder Grenzen.

Pota pak
Atraco
Dyna sand
Wedeco
Premac
Codyne
Puro light
Akwa
Toklin VAG
3M
Arlak
Karcher
Ecomaster
Fibrotex
Demitec
Rossenar-vanwijk en boerma water treatment BV
Stork
Culligan
Desal – desalination systems
Lubron
Sea recovery
Aqua par
Rosemark
Lentech
Maji-safi soalr water pastenrizer
Orizon trading
Protect international
Enigma nimrod system
Stel
Worldwide water technologies
CAMR
Johnson
Nordic water products
Josab international
Sintec
Promac
Vatr international
Penta par
Doulton world class ceramic elements
Katadyn
Kiii filter
Sterling
Fairey
British berkefield
Marathon
Pimaq
Ecomaster
Penta pur
Water gem
Woa qua projects
Nerox
Hate boer demi
A en c engeneering
Travel well
Pur
Water suplies
Nsa

Brita
Zierhat electronics
Aqua care
Aqua tabs
Home power
Ucb films

Bijlage 7

Testen voor de minimale hoek van de kap

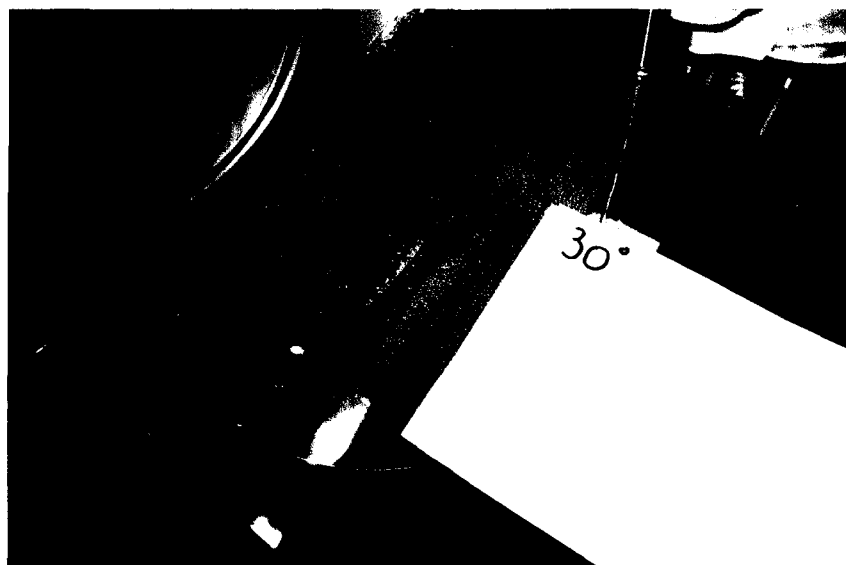
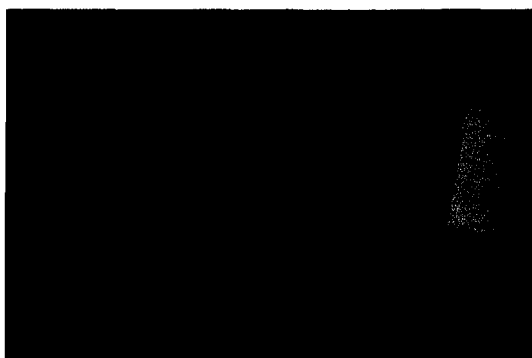
Door thuis simpele testen uit te voeren heb ik bewezen dat het water wanneer gecondenseert op de kap, naar beneden begint te lopen bij een hoek van 20 graden.

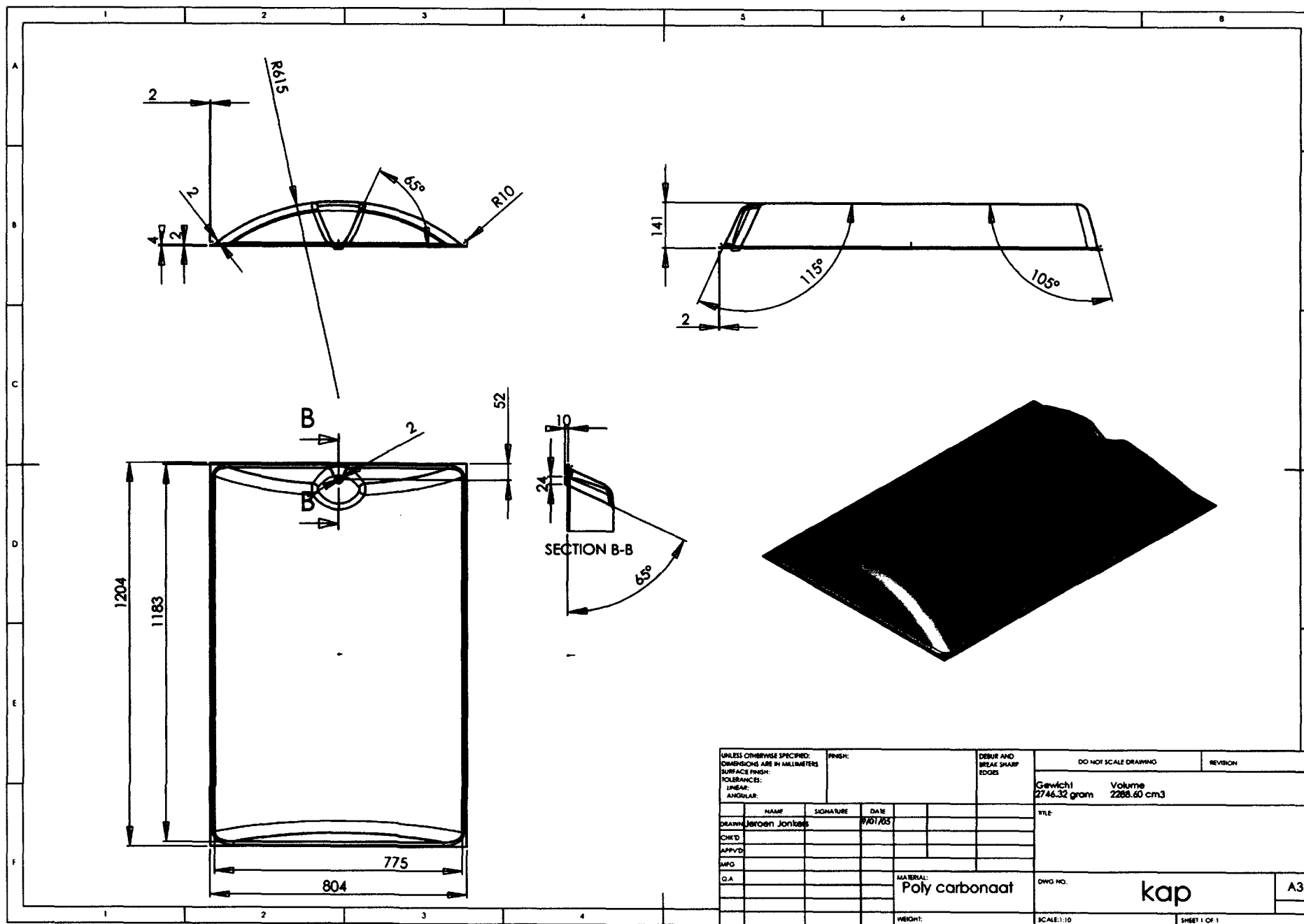


Bij een hoek 10 graden bleef het water op z'n plek hangen en droop weer de pan in.

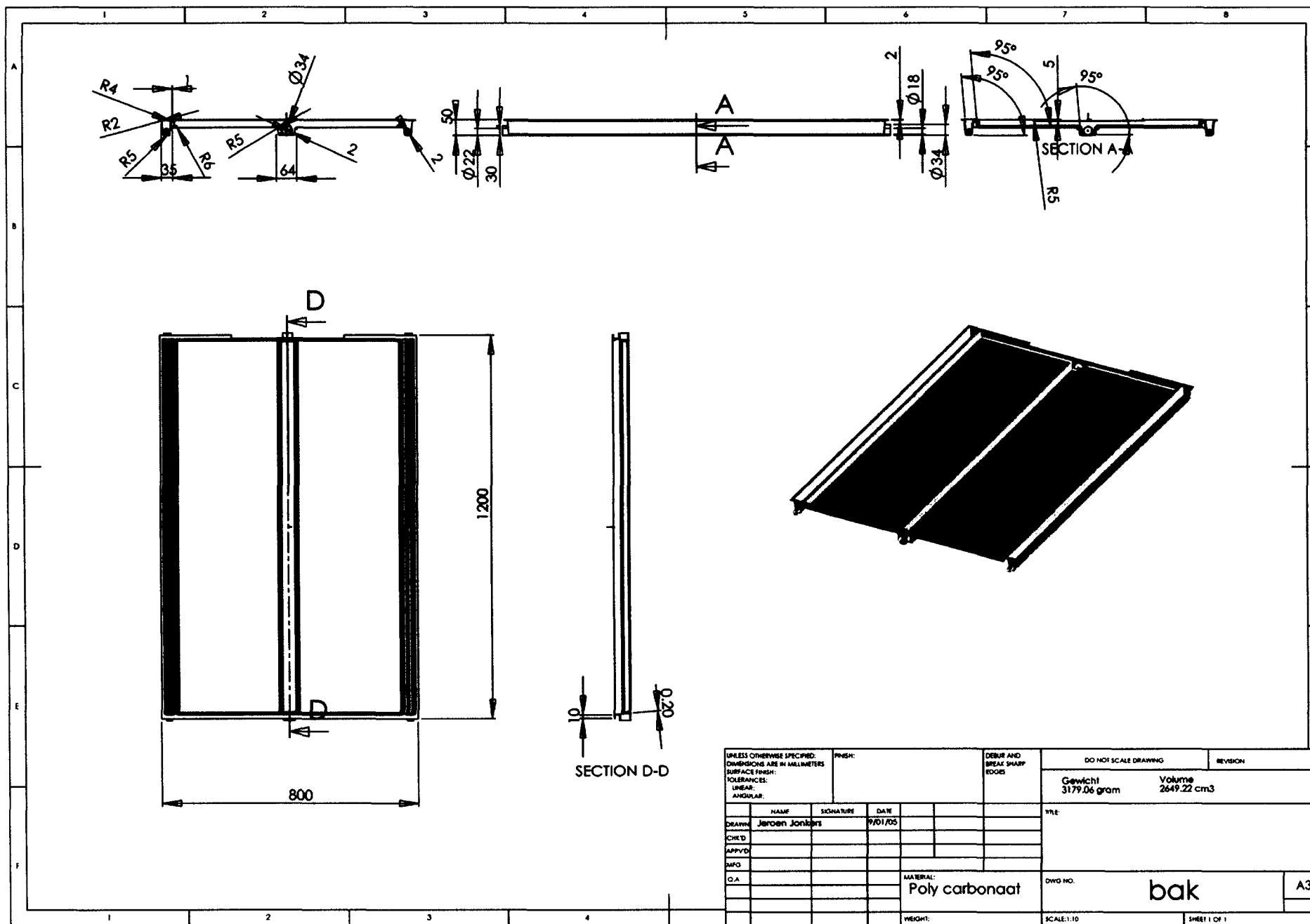


De kleinste hoek waarbij het water naar beneden begint te druijen is 20 graden. In het product heb ik een hoek van 25 graden gekozen om dit proces te versnellen.

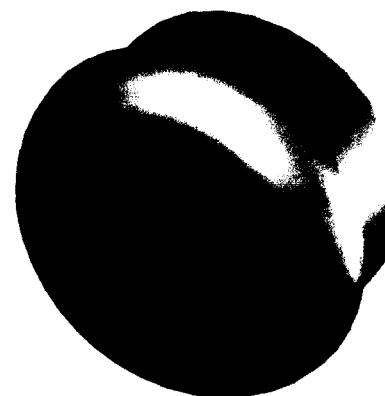
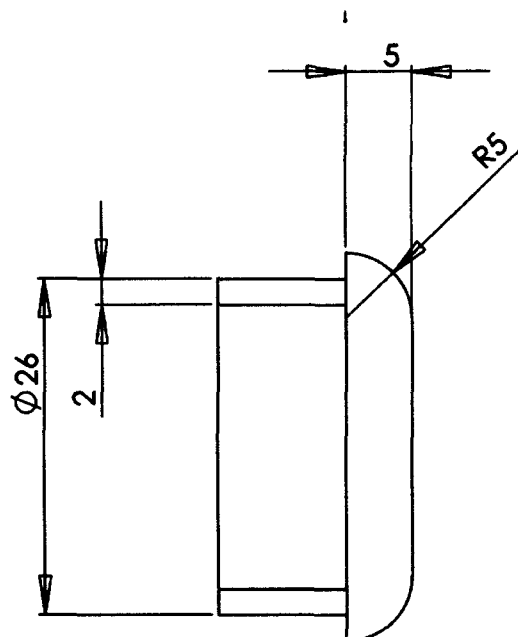
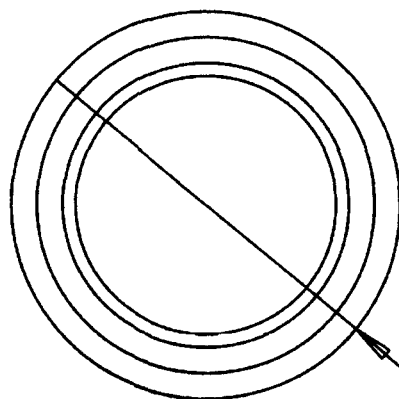




UNLESS OTHERWISE SPECIFIED: DIMENSIONS ARE IN MILLIMETERS SURFACE FINISH: TOLERANCES: LINEAR: ANGULAR:				FINISH:		DEBUR AND BREAK SHARP EDGES		DO NOT SCALE DRAWING		REVISION	
								Gewicht 2746.32 gram		Volume 2288.60 cm3	
NAME				SIGNATURE		DATE		TITLE			
DRAWN: Jeroen Jonkers						17/07/05					
CHK'D:											
APP'D:											
MFG:											
Q.A:						MATERIAL: Poly carbonaat		DWG. NO.		kap	
										A3	
						WEIGHT:		SCALE: 1:10		SHEET 1 OF 1	



UNLESS OTHERWISE SPECIFIED: DIMENSIONS ARE IN MILLIMETERS SURFACE FINISH: TOLERANCES: LINEAR: ANGULAR:				FINISH:		DEBUR AND BREAK SHARP EDGES		DO NOT SCALE DRAWING		REVISION	
								Gewicht 3179.06 gram		Volume 2649.22 cm3	
								TIT:			
DRAWN: Jeroen Jonkers				SIGNATURE		DATE					
CHK'D:											
APP'D:											
MFO:											
Q.A:											



UNLESS OTHERWISE SPECIFIED: DIMENSIONS ARE IN MILLIMETERS SURFACE FINISH: TOLERANCES: LINEAR: ANGULAR:				FINISH:		DEBUR AND BREAK SHARP EDGES		DO NOT SCALE DRAWING		REVISION	
								Gewicht 5.49 gram		Volume 4.57 cm3	
NAME Jeroen Jonkers				SIGNATURE		DATE 9/01/05		TITLE:			
DRAWN											
CHKD											
APPRD											
MFG											
Q.A.								MATERIAL: Poly carbonaat			
								DWG NO.			
								dop			
								A4			
								WEIGHT:			
								SCALE:2:1			
								SHEET 1 OF 1			

Last Update 1/5/2005



Double MPD
Radioweg 15
6732 EK Harskamp
tel: +31-318-453035
fax: +31-318-453037
email: mark@dmpd.nl

Projectgegevens ATO Aqua for All

Project C282
Klant ATO Aqua for All

Kosten opbouw (per 100 st)

	Artikelnummer	Product naam	Productie		Grondstof		Verpakking		Transport		Marge		Verkoop €
			€	%	€	%	€	%	€	%	€	%	
A	C282 00 011	Bak	€ 350.80	29.5%	€ 839.42	70.5%	€ 0.00	0.0%	€ 0.00	0.0%	€ 178.53	15.0%	€ 1,368.75
B	C282 00 021	Kap	€ 350.80	33.4%	€ 700.19	66.6%	€ 0.00	0.0%	€ 0.00	0.0%	€ 157.65	15.0%	€ 1,208.64
C	C282 00 031	Dop	€ 13.42	33.0%	€ 27.28	67.0%	€ 0.00	0.0%	€ 0.00	0.0%	€ 6.11	15.0%	€ 46.81
		Totalen	€ 715.02	31.9%	€ 1,566.89	68.1%	€ 0.00	0.0%	€ 0.00	0.0%	€ 342.29	15.0%	€ 2,624.20

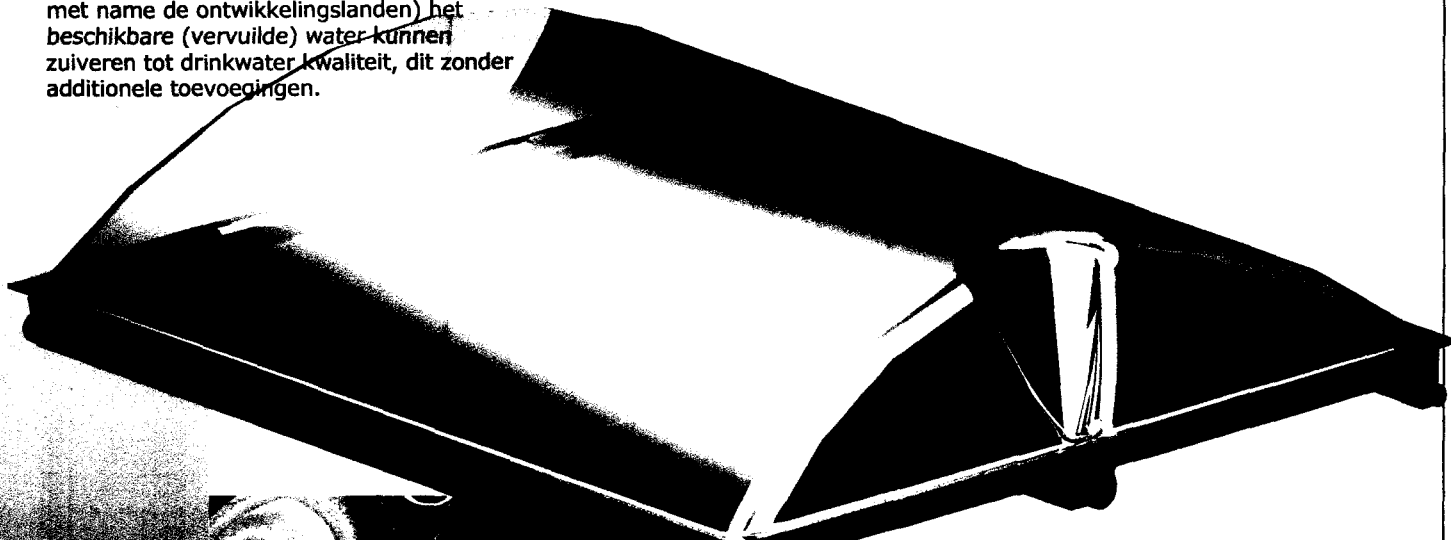
Zuiver Water



Afstudeerder: Jeroen Jonkers
Bedrijf: Drommel GT Europe
Begeleider Drommel GT: Mark Veldhuizen
Begeleider HvU: Anton Honders
Datum: 10 Januari 2005

Beschrijving project:

Het ontwerpen en engineeren van een compacte, mobiele, universeel toepasbare waterzuiveringsinstallatie. Opgebouwd uit eenvoudige solide componenten met de zon als enige energie bron. Waarmee de gebruikers (in met name de ontwikkelingslanden) het beschikbare (vervuilde) water kunnen zuiveren tot drinkwater kwaliteit, dit zonder additionele toevoegingen.



van water.
 erdampt door de verwarming van
 aling.
 pte water condenseert op de kap en
 de geul.
 water wordt opgevangen
 consumptie de drinkt.

Specificaties:

Materiaal: Poly Carbonaat
Fabricageprijs totaal: €26.24
Afmetingen: 1204 x 804 x 141 mm
Gewicht: 5.92 Kg

Resultaat project:

Markt- en concurrentie onderzoek heeft aangetoond dat er grote behoefte bestaat aan een simpele installatie die eenvoudig en op kleine schaal drinkwater kan produceren. Indien na testen de werking ervan is bevestigd kan de verspreiding van het product, de zonnedistillator, een grote vlucht nemen.

Deze instalatie produceert schoon
 water met behulp van zonne-energie.

4

Drommel GT



Hogeschool
 van Utrecht



BEOORDELING AFSTUDEEROPDRACHT DOOR HET BEDRIJF

EINDEXAMEN 2003-2004

Namen examinandi: **Jeroen Jonkers** Student ID: **1106806**

Opdracht uitgevoerd bij: **Drommel GT**

Onder leiding van: **Mark Veldhuizen**

Oordeel over :

A. De aanpak van de opdracht:

getuigt de werkwijze van het vereiste probleemoplossend vermogen?

Op deze vraag is moeilijk een eenduidig antwoord te geven omdat het project een grote diversiteit aan problemen en specialismen met zich meebrengt. Daar waar het gaat om design en engineering is het probleemoplossend vermogen meer dan ruim voldoende aanwezig.

B. De uitvoering van de opdracht:

blijkt dat de student inhoudelijk boven de materie staat?

De vakgebieden die niet tot de kern kennisgebieden kunnen worden gerekend zijn deskundig geïnventariseerd en beschreven. Het project geeft weinig ruimte tot design en engineering vrijheden. Binnen deze beperkingen is het maximale rendement in vormgeving gezocht en gevonden.

C. Het verslag:

wordt in het verslag een helder en overtuigend beeld gegeven van het onderzoek en de bijdrage van de student?

Door de versnipperde informatie is het overgrote gedeelte van het werk op locatie uitgevoerd, en is er weinig direct overleg en sturing geweest. Toch geeft het verslag een buitengewoon helder en overtuigend beeld van het project en de betrokkenheid van Jeroen.

Handtekening bedrijfsbegeleider(s) :

.....