

Laan van Westenenk 501
Postbus 342
7300 AH Apeldoorn

www.mep.tno.nl

T 055 549 34 93

F 055 549 32 01

info@mep.tno.nl

TNO-rapport

R 96/506-A

De mogelijkheden van – en knelpunten bij –
het sluiten van industriële waterkringlopen

Definitief rapport Fase 1 – Inventarisatie

Datum	december 1996
Auteurs	J.J.M. van de Worp A. Weenk W.J.P. Bosma (ADL) R. Boulan (RIZA)
Projectnummer	27277 (TNO) RI-1933 (RIZA)
Trefwoorden	- afvalwater - proceswater - kringloop - effluent - hergebruik - duurzaamheid
Bestemd voor	RIZA Lelystad

Alle rechten voorbehouden.

Niets uit deze uitgave mag worden vermenigvuldigd en/of openbaar gemaakt door middel van druk, fotokopie, microfilm of op welke andere wijze dan ook zonder voorafgaande toestemming van TNO.

Indien dit rapport in opdracht werd uitgebracht, wordt voor de rechten en verplichtingen van opdrachtgever en opdrachtnemer verwezen naar de Algemene Voorwaarden voor onderzoeksopdrachten aan TNO, dan wel de betreffende terzake tussen de partijen gesloten overeenkomst. Het ter inzage geven van het TNO-rapport aan direct belanghebbenden is toegestaan.

Voorwoord

Het waterkwaliteitsbeleid in Nederland is er op gericht de emissies naar water zoveel mogelijk terug te dringen. Daarbij wordt gestreefd naar nul-emissie. Het sluiten van waterkringlopen in de industrie is één van de mogelijkheden om die nul-emissie te bereiken. In 1994 zijn door het RIZA een aantal verkenningen nota's geschreven voor het toekomstige waterbeleid als aanzet voor de discussie over de te volgen strategie. In de nota over industriële emissies wordt erop aangedrongen waterkringloopsluiting meer vorm en inhoud te geven.

De idee om industriële waterkringlopen te sluiten wordt omgeven door een imago van "wishfull thinking", het is een nobel streven, onrealistisch, te duur en technisch niet haalbaar. En dat terwijl er gevallen bekend zijn van bedrijven die hun waterkringloop volledig of bijna volledig hebben gesloten.

Doel van het onderhavige project is na te gaan welke mogelijkheden er nu werkelijk zijn om kringloopsluiting in te voeren en welke knelpunten daarbij zullen of kunnen optreden. Het concept kringloopsluiting zal op zijn merites worden beoordeeld. Het vage concept dat kringloopsluiting nu is zou moeten veranderen in een werkbaar handvat (methodiek) om in de toekomst industriële bronnen van milieuverontreiniging vergaand te reduceren. Het onderzoek richt zich op die industriële processen waar water een essentieel onderdeel is van de procesvoering en waarvoor, althans op korte termijn, geen realistische mogelijkheden worden gezien om te komen tot een droog proces. Op grond van het bovenstaande worden koelprocessen niet in beschouwing genomen, temeer daar voor deze processen voldoende geschikte alternatieven voorhanden zijn.

Het onderhavige rapport geeft een overzicht van fase 1 van het project, de inventarisatie fase. Hierin is gekeken naar voorbeelden van reeds gerealiseerde waterkringloopsluitingen in de industrie in de praktijk, maar ook naar de factoren en actoren die het succes of falen van kringloopsluiting bepalen. Op basis van de resultaten van fase 1 is een aanzet gegeven voor het werkbare handvat (methodiek) waarin het project uiteindelijk, eind 1997, moet resulteren. Uit het voorgaande kan worden opgemaakt dat de overheid, in deze RIZA en de waterkwaliteitsbeheerders, in plaats van eiser en vergunningverlener meer een rol wil gaan spelen van partner en adviseur van de probleembezitter en afvalwaterlozer, de industrie.

Het onderhavige rapport is het resultaat van een innige samenwerking tussen drie project partners, te weten RIZA (Lelystad), TNO-MEP (Instituut Milieu, Energie en Procesinnovatie te Apeldoorn) en Arthur D. Little International Inc. (Brussel).

De projectleiding wil op deze plaats eenieder die bijgedragen heeft aan het voorliggende resultaat danken, met name L. Motamedi en H. Senhorst (RIZA), D. Dijkhuis en K. Vembu (ADL), R. van Houten, W. van Tongeren, R. van Velhuisen en A. Weenk (TNO-MEP), R. Weterings (TNO-STB) en A. Hooijmeijer en A. Luiken (TNO-I).

Rijkswaterstaat RIZA	TNO-MEP	Arthur D. Little
R. Boulan Projectcoördinator	J.J.M. van de Worp Projectleider	W.J.P. Bosma Consultant

Samenvatting

Het Rijksinstituut voor Integraal Zoetwaterbeheer en Afvalwaterbehandeling (RIZA) heeft de Nederlandse Organisatie voor Toegepast Natuurwetenschappelijk Onderzoek (TNO) opdracht gegeven voor de uitvoering van de eerste fase van het onderzoeksproject “Mogelijkheden van - en knelpunten bij - het sluiten van industriële waterkringlopen”. TNO heeft de eerste fase van het onderzoek uitgevoerd in samenwerking met het onderzoeksadviesbureau Arthur D. Little International Inc. (ADL) en RIZA zelf.

De project doelstelling is het onderzoeken en beoordelen van de mogelijkheden, de knelpunten en de wenselijkheid van - volledige - sluiting van de waterkringloop in die industriële productieprocessen in Nederland waar water een essentieel onderdeel uitmaakt van de procesvoering. Uitkomst van het totale project dient te zijn een “standaard-methodiek”, met behulp waarvan in de (nabije) toekomst de sluiting van industriële waterkringlopen in individuele gevallen gefaciliteerd en gerealiseerd kan worden.

Het project is opgesplitst in de volgende vier fasen:

1. Oriëntatie- en inventarisatie t.a.v. kringloopsluiting;
2. Analyse op generiek niveau (bedrijfstakniveau);
3. Analyse op praktijk niveau (individuele bedrijven niveau);
4. Methodiek-ontwikkeling en -beschrijving.

Het onderhavige rapport is een verslag van de resultaten van de eerste fase van het onderzoek. In fase 1 is gezocht naar beschrijvingen van waterkringloopsluiting in de praktijk om een beeld te krijgen van de (technische) mogelijkheden, de motieven en nagestreefde doelen, de ervaren knelpunten en de factoren en actoren die een rol spelen bij de realisatie.

TNO en ADL hebben in overleg met de opdrachtgever gekozen voor het raadplegen van een aantal informatiebronnen, te weten een:

- literatuuronderzoek;
- deskstudie binnen TNO, ADL en RIZA;
- onderzoek naar bestaande hulpmiddelen (modellen e.d.);
- workshop met deskundigen uit een aantal bedrijfstakken.

In de inventarisatiefase is gezocht naar algemene kenmerken in de gerealiseerde gevallen van kringloopsluiting en naar (de)motiverende factoren om te komen tot kringloopsluiting. De resultaten van fase 1 van het onderzoek zijn onderstaand samengevat.

waterkringloopsluiting

Geconcludeerd kan worden dat waterkringloopsluiting technisch gezien mogelijk is. Het is echter nog meer uitzondering dan regel. Voorlopers zijn de pulp-, papier-

& kartonindustrie (met name pulp en karton), de galvano en basismetalaalindustrie en de voedings- en genotmiddelenindustrie. Een aantal alternatieven voor realisatie verkeert nog in onderzoeksstadium.

In veel situaties blijkt aanvullende conventionele, soms innovatieve end-of-pipe zuivering (aanvullend aan “basiszuivering”) toegepast te zijn om de waterkringloop te sluiten. Hierbij moet worden gedacht aan membraan-toepassingen, snelle zand- en actief koolfiltratie, ionenwisseling, verdampingsprocessen en geavanceerde oxydatie, al dan niet in combinatie met biologische zuiveringstechnieken. Er is vrijwel nooit sprake van ingrijpende wijzigingen in het primaire productieproces. Klaarblijkelijk is de toegevoegde zuivering een aanvulling op de bestaande end-of-pipe-zuivering of wordt een deelstroom gezuiverd buiten de primaire productielijn. De kosten zijn een belangrijker factor in realisatie van waterkringloopsluiting dan de beschikbaarheid van technologie en techniek. Het toepassen van innoverende procesintegratie heeft waarschijnlijk consequenties voor het primaire productieproces en het product. Deze consequenties zijn niet altijd te overzien, terwijl het belang voor het bedrijf heel groot is (core-business). Kennelijk worden de consequenties zodanig ingeschat dat er voor wordt teruggeschrokken en gekozen wordt voor “end-of-pipe”-achtige oplossingen.

Bij veel bedrijven ontbreekt kennis en bewustzijn ten aanzien van de functies die water bij hen vervult, de noodzaak ervan en de minimale eisen te stellen aan de waterkwaliteit. In deze gevallen is water een “utility” en worden de waterstromen amper gemonitord. In bedrijfstakken waar wettelijke eisen zijn gesteld aan de kwaliteit van het water (voedings- en genotmiddelen), of waar de waterkwaliteit een belangrijke relatie heeft tot de produktkwaliteit is het bewustzijn hoog. Monitoring is dan algemeen ingevoerd. In deze gevallen wordt echter vaak gekozen voor veiligheid en risico-mijdende oplossingen.

(de)motiverende factoren

Er zijn in de inventarisatie een aantal (de)motiverende factoren naar voren gekomen die de wil om kringloopsluiting te realiseren bepalen:

- overheidsinvloed: vergunningseisen en -voorwaarden;
- kosten. De kosten van watergebruik zijn doorgaans echter laag (< 2 procent van de product-unit-price) en vormen dan ook geen grote motivator. De motivatie kan toenemen door de voorziene stijging van watergerelateerde kosten;
- geografische omstandigheden: waterschaarste of de afwezigheid van mogelijkheden voor lozing afvalwater;
- imagoverbetering en profilering;
- win-win-situatie (terugwinning stoffen, verbetering product kwaliteit, verkorting productietijd);
- maatschappelijke druk cq. verantwoordelijkheidsgevoel;
- herstructurering (specialisatie en clustering bedrijven) en integratie vernieuwingen in een investeringscyclus.

Waterkringloopsluiting is zelden, en nooit een primair doel op zich voor een bedrijf. Doorgaans liggen diverse motieven ten grondslag aan het realiseren van waterkringloopsluiting. Veelal beperkt de doelstelling zich tot het voldoen aan vergunningseisen en -voorschriften en het bereiken van een (integrale) kostenbesparing.

Uit een analyse is een groot aantal, vooral niet-technische factoren naar voren gekomen die invloed hebben op de motivatie tot en het welslagen van waterkringloopsluiting. Deze factoren vormen allemaal aangrijpingspunten om tot bredere implementatie van waterkringloopsluiting te komen. Door kennis van de factoren te integreren in een voor een bedrijf praktisch toepasbare benadering kan het overgaan tot waterkringloopsluiting gefaciliteerd worden. Bovendien levert zo'n benadering inzicht in nieuwe mogelijkheden en rollen in het motivatie- en veranderingsproces richting waterkringloopsluiting voor externe belanghebbende actoren, zoals de regulerende, sturende en controlerende overheden.

Het (realiseren van het) kringloopsluitingsproces vertoont een duidelijke analogie met veranderingsprocessen in zijn algemeenheid. Voor een aantal van die processen zijn algemeen toepasbare stramien, theorieën en methoden beschikbaar. Bij de opgezette aanzet voor een methodiek voor kringloopsluiting is, vanwege de genoemde analogie, gebruik gemaakt van deze theorieën en methoden. Deze moeten verder worden uitgewerkt en toepasbaar gemaakt voor de aanpak van kringloopsluiting. Op basis van de bedrijfskundige aanpak, beleidstheorieën en de ervaringen in het projectteam is een eerste aanzet voor een benadering opgezet. De benadering is vooralsnog opgebouwd uit vijf stappen:

1. Voorbereiding
2. Analyse
3. Generering en beoordeling van verbeteropties
4. Planning en implementatie
5. Borging van verbeterde situatie

In een verdere uitwerking van deze stappen zijn bestaande kennis, ervaringen en informatie gekarakteriseerd en zo mogelijk geïnventariseerd per stap. Daarbij moet worden gedacht aan:

- werkwijze, stappen, activiteiten (wat, hoe);
- relevante actoren (wie);
- bestaande hulpmiddelen: methoden, technieken, software, normen, checklijsten, etc. (waarmee).

De uitdaging is om kennis en ervaringen uit allerlei technische en niet-technische disciplines doelgericht te integreren zonder het wiel opnieuw uit te vinden. Dit zou tot een praktisch bruikbaar hulpmiddel moeten leiden voor bedrijven die overwegen over te gaan tot waterkringloopsluiting.

Inhoudsopgave

Hoofdrapport

Voorwoord	2
Samenvatting	
1. Inleiding	9
2. Doelstelling	11
3. Werkwijze, informatiebronnen	12
3.1 Literatuuronderzoek	12
3.2 Deskstudie	14
3.3 Hulpmiddelen	14
3.4 Workshop	15
4. Resultaten	16
4.1 Functies van water	16
4.2 Watergebruik	20
4.3 Waterkringloopsluiting per bedrijfstak	22
4.3.1 Algemeen	22
4.3.2 Chemie	24
4.3.3 Voedings- en genotmiddelen	27
4.3.4 Papier & karton	29
4.3.5 Oppervlaktebewerking	34
4.3.6 Textielveredeling	39
4.4 Samenvattend overzicht	41
4.4.1 Inleiding	41
4.4.2 Technologische aspecten	42
4.4.3 Motiverende en demotiverende factoren	42
4.4.4 Succes- en faalfactoren	45
4.5 Concluderende opmerkingen	47
5. Interpretatie	48
6. Naar een benadering voor industriële waterkringloopsluiting	51
6.1 Inleiding	51
6.2 Veranderingsprocessen	52
6.3 Onzekerheden bij veranderingsprocessen	52
6.4 Een stappenplan als raamwerk	53
6.4.1 De voorbereiding	54
6.4.2 De analyse	56
6.4.3 Het genereren en beoordelen van verbeteropties	57
6.4.4 Planning en implementatie	58

6.4.5	De borging van de verbeterde situatie.....	59
6.5	Verdere uitwerking van het stappenplan	59
7.	Referenties	61
8.	Conclusies en aanbevelingen	62
8.1	Conclusies	62
8.2	Aanbevelingen	63
9.	Verantwoording	64

Bijlagerapport

- A. Literatuurlijst/-bestanden
- B. Overzicht deskstudie
- C. Overzicht beschikbare hulpmiddelen (modellen)
- D. Workshop
- E. Waterkwaliteitsrichtlijnen
- F. Onderdelen aanzet methodiek

1. Inleiding

Het Rijksinstituut voor Integraal Zoetwaterbeheer en Afvalwaterbehandeling (RIZA) heeft de Nederlandse Organisatie voor Toegepast Natuurwetenschappelijk Onderzoek (TNO) op 16-07-1996 opdracht gegeven voor de uitvoering van de eerste fase van het onderzoeksproject “Mogelijkheden van - en knelpunten bij - het sluiten van industriële waterkringlopen”.

Aanleiding en uitgangspunt voor het project is het waterkwaliteitsbeleid dat erop gericht is de emissies naar water zoveel mogelijk terug te dringen. De aandacht van de overheid verschuift hierbij meer en meer naar een lange termijn benadering. Verder wordt er gekeken naar de mogelijkheden voor een andere invulling van de rol van de overheid, meer als richtinggever en partner dan als eiser en oplegger van maatregelen. Het sluiten van industriële waterkringlopen is een mogelijkheid om - op termijn - te komen tot een verdergaande emissie reductie, hetgeen aan sluit bij het meer algemene streven naar een duurzame ontwikkeling van de samenleving.

De projectdoelstelling is het onderzoeken en beoordelen van de mogelijkheden om te komen tot - volledige - sluiting van de waterkringlopen in industriële productieprocessen waarin water een essentieel onderdeel is van de procesvoering. Daarbij dienen tevens de knelpunten te worden gesignaleerd die zullen en kunnen optreden bij het realiseren van waterkringsluiting.

Een belangrijk product van het project moet een methode of standaard aanpak worden die ondersteuning kan bieden bij het structureren van het proces om te komen tot kringloopsluiting, en te faciliteren bij het genereren en uitwerken van oplossingsrichtingen. De methodiek moet die ondersteuning gaan bieden bij:

- het op een systematische wijze signaleren en analyseren van knelpunten en kansen voor kringloopsluiting;
- een systematische verkenning en beoordeling van oplossingsrichtingen;
- het zoeken, vinden en mobiliseren van benodigde informatie, kennis en expertise;
- het voorkomen, signaleren en ombuigen van weerstanden;
- het stimuleren en enthousiasmeren door het zichtbaar maken van de opbrengsten van kringloopsluiting en het zorgen voor (h)erkenning van het nut en/of de noodzaak van kringloopsluiting;
- het begeleiden van de invoering en de borging van kringloopsluiting.

Het project is opgesplitst in de volgende vier fasen:

- fase 1 Oriëntatie- en inventarisatie t.a.v. waterkringsluiting;
- fase 2 Analyse op generiek niveau (bedrijfstakniveau);
- fase 3 Analyse op praktisch niveau (individuele bedrijven niveau);
- fase 4 Methodiek-ontwikkeling en - beschrijving.

Het onderhavige rapport is een verslag van de resultaten van de eerste fase van het onderzoek. In fase 1 is gezocht naar beschrijvingen van waterkringsluiting in de praktijk om een beeld te krijgen van de (technische) mogelijkheden, de motieven en nagestreefde doelen, de ervaren knelpunten en de factoren en actoren die een rol spelen bij de realisatie.

TNO heeft de eerste fase van het onderzoek uitgevoerd in samenwerking met het onderzoeksadviesbureau Arthur D. Little International Inc. (ADL), gevestigd te Rotterdam. TNO is opgetreden als projectleider en penvoerder van het project.

Door voornoemd projectteam te creëren is een combinatie van kennis en ervaring samengebundeld op een aantal gebieden, zoals technologie en technologie-innovatie, organisaties, management, besluitvormings- en veranderingsprocessen, beslissingsondersteunende- en simulatiemodellen en LCA-analyses.

Die combinatie is voor het project van groot belang, aangezien de inschatting is dat waterkringsluiting niet alleen staat of valt met technologische haalbaarheid. Ook niet-technologische factoren zullen een voorname rol spelen in beslissingen van bedrijven.

In hoofdstuk 2 van het onderhavige rapport wordt de doelstelling van het project weergegeven, in het bijzonder fase 1 van het onderzoek. Hoofdstuk 3 geeft weer de gevolgde werkwijze en de gebruikte informatiebronnen. Voor de verwerking en interpretatie van literatuurgegevens is een checklist opgesteld.

Hoofdstuk 4 presenteert de resultaten van de oriëntatie en inventarisatie, resultaten die afkomstig zijn uit de literatuur, deskstudies (interne ervaringen met kringloopsluiting) en een workshop, waarin een panel van deskundigen is gevraagd naar hun specifieke ervaringen met waterkringsluiting en technologische ontwikkelingen in de bedrijfstakken.

In hoofdstuk 5 wordt een op de resultaten van hoofdstuk 4 gebaseerde interpretatie van het projectteam weergegeven. In hoofdstuk 6 wordt op basis van die interpretatie een aanzet gegeven voor de ontwikkeling van de methodiek. In hoofdstuk 7 tenslotte worden de conclusies en aanbevelingen gegeven.

In overleg met de opdrachtgever is ervoor gekozen de basisgegevens te verwerken in een apart bijlage-rapport, hetgeen de leesbaarheid van het hoofdrapport zal vergroten.

2. Doelstelling

Doel van het project is het onderzoeken en beoordelen van de mogelijkheden, de knelpunten en de wenselijkheid van - volledige - sluiting van de waterkringloop in industriële productieprocessen waarin water een essentieel onderdeel is van de procesvoering. Essentieel in realisatie van het door de overheid geformuleerde doel zijn de twee actoren die zich in het “krachtenveld” bewegen: de **overheid** die haar beleid wil uitdragen en realiseren, en de **industrie** die door haar activiteiten - gericht op continuïteit en winst der onderneming - een beslag legt op de “milieugebruiksruimte”. Om tot een brede realisatie van waterkringloopsluiting te kunnen komen zal het noodzakelijk zijn de beeldvorming over waterkringloopsluiting om te buigen en bedrijven te stimuleren.

Het project dient een hanteerbaar en werkbaar (hulp)middel, een “standaard-methodiek” op te leveren, waarmee in de (nabije) toekomst de problemen en drempels voor waterkringloopsluiting in industriële productieprocessen in individuele gevallen op systematische wijze in beeld gebracht (het constateren) en overwonnen kunnen worden (het benutten van mogelijkheden en wegnemen van weerstanden). De methode dient derhalve inzicht te geven, te leiden tot bewustwording en het toegankelijker maken van kennis en expertise.

Met de resultaten moet het mogelijk worden de idee van kringloopsluiting industrie-breed te stimuleren en bedrijven te prikkelen om voor hun individuele situatie te kijken naar de mogelijkheden van waterkringloopsluiting en het proces om te komen tot kringloopsluiting te begeleiden. Het uiteindelijke doel is te komen tot een brede acceptatie en implementatie van waterkringloopsluiting in de industrie. Het realiseren van dit uiteindelijke doel maakt echter geen direct deel uit van het onderhavige project, dat veeleer inzicht oplevert, randvoorwaarden schept en bedrijven op weg kan helpen.

Doelstelling voor fase 1 van het project (oriëntatie- en inventarisatie fase) is het verzamelen van gegevens over de mogelijkheden van en de ervaren knelpunten bij het sluiten van industriële waterkringlopen op een generiek niveau.

3. Werkwijze, informatiebronnen

Hoofdstuk 3 beschrijft de door het projectteam gevolgde werkwijze en geraadpleegde informatiebronnen om het doel van fase 1 van het project te realiseren. Fase 1 dient een gevoel op te leveren voor de essentiële actoren en factoren die een rol spelen bij het tot stand komen van kringloopsluiting.

De gegevens en ervaringen worden gebruikt om vast te stellen welke en welk soort gegevens ontbreken (gegevens- en informatiebehoefte) voor een integrale beoordeling van de kringloopsluitinggedachte. De gegevens en ervaringen dienen als basis (input) voor de te ontwikkelen methodiek.

TNO en ADL hebben in overleg met de opdrachtgever gekozen voor het raadplegen van een aantal informatiebronnen, te weten:

- een literatuuronderzoek;
- een deskstudie binnen TNO, ADL en RIZA (ervaringen met kringloopsluiting);
- een onderzoek naar bestaande hulpmiddelen;
- een workshop met deskkundigen uit een aantal bedrijfstakken.

3.1 Literatuuronderzoek

Om het literatuuronderzoek hanteerbaar te houden heeft TNO in samenspraak met ADL en RIZA een lijst van - voor het project relevante - trefwoorden opgesteld waarmee in de internationale literatuur gezocht kan worden naar kringloopsluiting van watersystemen in de industrie. Het literatuuronderzoek is uitgevoerd door TNO. De volgende bronnen zijn hierbij geraadpleegd:

- de on-line literatuurbestanden Aqualine en Chemabs;
- Internet;
- verslagen van workshops, symposia, programma's en congressen;
- boeken, rapporten en artikelen bibliotheek TNO.

on-line literatuurbestanden

Het onderzoek is gestart met het bestand Aqualine. Op basis van de trefwoorden zijn circa 500 recente en relevante titels aangetroffen. De keuze is gebaseerd op het in bijlage A opgenomen zoekschema. Uit deze 500 titels zijn uiteindelijk circa 70 artikelen geselecteerd op basis van trefwoorden en samenvatting.

Op soortgelijke wijze is het bestand "CHEMABS" geraadpleegd, resulterend in 30 interessante artikelen, die niet in AQUALINE voorkwamen (aanvulling). De aard van de artikelen bleek anders, meer technisch van karakter (vanuit het productieproces).

Een aantal artikelen bleek niet relevant voor de studie. De artikelen zijn gelezen aan de hand van een door TNO en ADL opgestelde checklist. Deze checklist is opgesteld om de gewenste informatie op een uniforme manier te vergaren en uit de artikelen te filteren. Enkele elementen van de checklist zijn: jaartal en land van de referentie, specifiek en relatief watergebruik, wijze en mate van waterkringloopsluiting, toegepaste technologie, bedrijfstak, naam bedrijf, motief en aanleiding waterkringloopsluiting, doel, ervaren obstakels en knelpunten, succesfactoren en stimuli. Aan de hand van de checklist zijn de artikelen gebundeld om referenties eenvoudig terug te kunnen vinden.

Na verwerking van de artikelen is gebleken dat 73 artikelen relevante informatie voor het project hebben opgeleverd. Vanzelfsprekend kon van elk artikel de checklist niet op elk aspect ingevuld worden. In hoofdstuk 4 (resultaten) zal de gedestilleerde informatie worden gepresenteerd.

Internet

De zoektocht op Internet heeft niet geleid tot nieuwe inhoudelijke informatie. Wel zijn een aantal interessante sites gelokaliseerd van organisaties die mogelijk expertise bezitten die kan bijdragen tot de methodiek-ontwikkeling. De adressen / organisaties zijn in fase 1 nog niet benaderd voor informatie. Dat zal in een volgende project fase geschieden, omdat die expertise met name kan bijdragen aan de methodiek-opzet en -ontwikkeling en niet zozeer meer zal toevoegen aan de kennis over de bestaande situatie rond kringloopsluiting.

overige informatiebronnen

RIZA heeft een overzicht gegeven van programma's die bij hen bekend zijn, inclusief een aantal adressen en contacten.

TNO heeft gekeken naar informatie bij ID-NL (octrooien databank). Conclusie is dat de hier te verkrijgen informatie te technisch en gedetailleerd is voor het onderzoek.

Het rapporten bestand van TNO-MEP is op trefwoorden kringloopsluiting en industrieel afvalwater nagezocht. Project ervaringen met waterbesparing, deelstroomzuivering en industriële projecten zijn ingebracht in de workshop en deskstudies, die zowel door ADL als TNO is uitgevoerd.

verwerking

De relevante literatuurgegevens worden door TNO verwerkt in een databestand. Het voordeel van verwerking van de basisgegevens in een toegankelijk databestand is evident. Zowel voor volgende project fasen als wanneer een individueel bedrijf oplossingsrichtingen zoekt voor haar bedrijfstak, kan gericht en snel worden gezocht naar specifieke informatie.

3.2 Deskstudie

TNO en ADL hebben beiden in hun contacten- en opdrachtenveld gezocht naar voor het project interessante projecten, om een beeld te krijgen van gewenste informatie aanvullend op het literatuur onderzoek. ADL heeft in de Verenigde Staten, Israël, Zuid-Afrika en Australië een aantal bedrijven benaderd met specifieke vragen over - de realisatie van - kringloopsluiting. TNO heeft bedrijven (allen multinationals) benaderd in Nederland. De resultaten zijn gepresenteerd in bijlage B.

Achtergrond is dat in de literatuur met name succesverhalen zullen voorkomen, waarbij de nadruk ligt op de mogelijkheden en win-win-situatie bij kringloopsluiting. Voorts wordt niet over ieder (succes)verhaal gepubliceerd respectievelijk op hetzelfde (detail)niveau. Om een goed beeld te kunnen krijgen van de knelpunten is de deskstudie een noodzakelijke aanvulling. De geraadpleegde literatuur tezamen met de gegevens uit de deskstudie worden als basis gebruikt voor de gedachtevorming omtrent de idee van kringloopsluiting (inbreng creativiteit).

3.3 Hulpmiddelen

Het realiseren van kringloopsluiting is een complex proces, dat van invloed kan zijn op het productieproces en waarvoor, voor het vinden van de optimale oplossing, complexe vragen moeten worden beantwoord.

Voor realisatie van kringloopsluiting zullen naar alle waarschijnlijkheid aanpassingen in de procesvoering nodig zijn. Aanpassingen op het ene punt in een proces kunnen van invloed zijn op het verloop van het proces elders en mogelijk ook op de product kwaliteit. Het is belangrijk om in een zo vroeg mogelijk stadium een zo scherp mogelijk beeld te krijgen van de plaats en omvang van de invloed van proces wijzigingen. Daarvoor is het zinvol het productieproces te schematiseren om alternatieve oplossingsrichtingen te kunnen “doorrekenen”. Methoden voor proces modellering kunnen daarbij een handig hulpmiddel zijn.

Bij het beoordelen van de haalbaarheid en wenselijkheid van verschillende oplossingsrichtingen zullen een groot aantal factoren van verschillende aard een rol spelen (variërend van technische haalbaarheid tot economische haalbaarheid en invloed op het bedrijfsimago). Al deze factoren zullen gestructureerd en reproduceerbaar tegen elkaar moeten worden afgewogen en omgezet worden in een eindbeoordeling. Om dergelijke complexe problemen te structureren bestaan er beslissingsondersteunende modellen en technieken.

In fase 1 is een overzicht opgesteld van beschikbare methoden en technieken voor procesmodellering en beslissingsondersteuning. Daarin is per methode aangegeven het toepassingsgebied, de sterke punten en de kenmerkende mogelijkheden en onmogelijkheden.

In deze fase wordt geen keuze gemaakt voor een van de beschikbare methoden. Het overzicht maakt het wel mogelijk om in het vervolg van het project bij een specifiek probleem / vraagstelling een geschikte methode te selecteren (hetgeen bijvoorbeeld afhangt van het detailniveau en de specifiek gewenste / beschikbare informatie). Het in Bijlage C opgenomen overzicht levert de basisinformatie voor het vervolg van het project. Op dit overzicht wordt in dit hoofd rapport niet verder ingegaan.

3.4 Workshop

De workshop is een aanvulling op de - vooral “statische” - informatie vergaard door literatuuronderzoek en deskstudie. De resultaten van dit onderzoek en de studie zijn voorgelegd aan een geselecteerd panel van deskundigen. Hen is gevraagd naar hun visie op en specifieke ervaringen met waterkringloopsluiting en de te verwachten technologische ontwikkelingen in een aantal bedrijfstakken. Voor het projectteam fungeren de deskundigen als het ware als klank- en toetsbord. De discussies zijn gevoerd aan de hand van de zogenaamde backcasting methode. Als uitgangspunt wordt eerst de gewenste situatie (kringloopsluiting gerealiseerd) in bijvoorbeeld 2015 beschreven. Daarbij mag er van worden uitgegaan dat technologische knelpunten die worden voorzien in de tussenliggende periode kunnen worden opgelost. Daarmee wordt voorkomen dat de discussie wordt geremd door specifieke belemmeringen en problemen in de huidige proces- en bedrijfsvoering. Wanneer de gewenste situatie is beschreven wordt getracht “terugkijkend” aan te geven hoe men daar gekomen is. Zo wordt geprobeerd een beeld te krijgen van de haalbaarheid van kringloopsluiting op een langere termijn.

De uitgenodigde deskundigen hebben specifieke ervaring in de volgende bedrijfstakken:

- textielveredeling
- papier- en kartonproductie
- voedings- en levensmiddelenindustrie
- galvano/metaalindustrie
- (petro)chemie

In de workshop is in twee groepen in parallelsessies ingegaan op:

- de knelpunten m.b.t. watergebruik en water-emissies;
- de obstakels en barrières voor kringloopsluiting, zowel technisch als niet-technisch;
- oplossingsrichtingen voor de knelpunten, obstakels en barrières;
- sleutel(f)actoren die de kans op implementatie van die oplossingsrichtingen beïnvloeden.

De resultaten van de workshop zijn weergegeven in bijlage D.

4. Resultaten

In hoofdstuk 3 is ingegaan op de werkwijze bij de inventarisatie, gebruik makend van een literatuuronderzoek, een deskstudie en een workshop. In hoofdstuk 4 zijn de resultaten gepresenteerd van deze inventarisatie. In de paragrafen 4.1 (functies water) en 4.2 (watergebruik) vindt een afbakening van het eigenlijke onderwerp plaats. In paragraaf 4.1 worden vragen beantwoord als: welke stromen worden wel en niet meegenomen in de studie, wat zijn de functies van water in industriële productieprocessen en waarom wordt voor die functies water gebruikt. Daarbij is getracht na te gaan of er op basis van de functie die water vervult in een proces uitspraken kunnen worden gedaan over de mogelijkheden van kringloopsluiting. In paragraaf 4.2 wordt ingegaan op vragen als: hoeveel water gebruikt de Nederlandse industrie totaal, per bedrijfstak en per eenheid product. Paragraaf 4.3 gaat specifiek voor een aantal bedrijfstakken in op de resultaten van het onderzoek. Per bedrijfstak wordt - consequent in de volgorde literatuuronderzoek, deskstudie en workshop - weergegeven of er voorbeelden van waterkringloopsluiting zijn, wat de specifieke bedrijfstak omstandigheden zijn en welke ontwikkelingen zich afspelen of verwacht (kunnen) worden. Er wordt getracht uit de informatie een algemene aanpak voor kringloopsluiting te destilleren. Paragraaf 4.4 presenteert een evaluatie van voornoemde gegevens door het projectteam. Vraag hierbij is wat de resultaten van het onderzoek (kunnen) betekenen voor - de realisatie van - de idee van waterkringloopsluiting in de industrie. Paragraaf 4.5 tenslotte geeft enige conclusies weer ten aanzien van de mogelijkheden en mate van realisatie van waterkringloopsluiting.

Voor details wordt verwezen naar bijlage A (literatuur-zoekset en literatuurlijst), bijlage B (deskstudie) en bijlage D (workshop verslag). De resultaten zijn zoveel mogelijk gegroepeerd op aspect (watergebruik, functies water, motieven en doelen, oplossingsrichtingen en obstakels) en bedrijfstak.

4.1 Functies van water

Bij industriële bedrijven kan een drietal soorten waterstromen onderscheiden worden:

- proceswater;
- koelwater;
- sanitair afvalwater.

Het gebruikte **proceswater** bevat in het algemeen resten van grondstoffen, hulpstoffen, bijproducten, halfproducten en eindproducten. Afhankelijk van het soort bedrijf en het soort proces kan een veelheid van verontreinigende stoffen in het water aanwezig zijn.

Aan het koelwater van bedrijven worden ter conditionering chemicaliën toegevoegd, doorgaans in lage concentraties. Het betreft hier in het algemeen algiciden, biociden, hardheidsstabilisatoren en corrosieremmers.

Het sanitair afvalwater is niet direct afkomstig van de bedrijfsactiviteiten maar van het personeel. Het bevat hoofdzakelijk urine, fecaliën, vetten (kantine) en schoonmaakmiddelen (detergenten).

De onderhavige studie beperkt zich tot proceswater omdat voor het onderzoek de emissie van verontreinigingen centraal staat en niet zozeer het absolute watergebruik. Voor het begrip kringloopsluiting worden in dit kader dan ook zowel het koelwater als het sanitaire afvalwater buiten beschouwing gelaten.

Water vervult in industriële processen verschillende functies. Die functies zullen eisen stellen aan de kwaliteit van het water dat wordt ingezet. In die zin speelt de functie van water een rol bij het bepalen van de mogelijkheid tot kringloopsluiting. In deze paragraaf wordt nagegaan of er in algemene zin uitspraken zijn te doen over de functie van water in relatie tot de mogelijkheden van kringloopsluiting. Is dit het geval, dan kan de functie van water dienen als basis / uitgangspunt voor de te ontwikkelen methodiek.

Teneinde de aard en het gebruik inzichtelijk te maken is een indeling mogelijk naar de functie die water vervult in de te onderscheiden unit-operations. Tabel 4.1 geeft een overzicht van de essentiële functies.

Tabel 4.1

Functie	Voorbeeld
1. product	dranken (bier, fris)
2. reactant	hydrolyse-reacties (bijv. verzeping)
3. reactie- en separatiemedium	papierbereiding, zinkelectrolyse
4. oplosmiddel, absorptie	gaswasser, pekelbad
5. spoelmiddel, desorptie	textielveredeling
6. energie-overdracht	koeling, stoomcircuits
7. transportmedium	kolenslurry, glas
8. reiniging algemeen	schrobwater, reinigen leidingen en reactoren
9. calamiteitenbestrijding	bluswater
10. consumptief, facilitair gebruik	douches, toiletten, kantines

In functie 1 (product) en 2 (reactant) is water essentieel: het komt in het product terecht respectievelijk doet de reactie verlopen. De vereiste waterkwaliteit is hoog (minimaal drinkwater kwaliteit). In de overige functies is water een "utility". Water - en niet een ander medium - wordt in de utility-functies van oudsher toegepast vanwege de beschikbaarheid (industrieën die veel water gebruiken vestigden zich aan oppervlaktewater), de lage prijs en de unieke combinatie van fysisch-chemische eigenschappen van water.

De functies 1 t/m 5, 7 en 8 kunnen worden beschouwd als proceswater. Essentieel voor het vervullen van de gewenste functie van water in een proces is de beschikbaarheid van voldoende water (“vers” of gerecirculeerd) van een afdoende kwaliteit (“van nature” of door zuivering). De waterkwaliteit moet minimaal “fit for use” zijn. Aan de functie van water in een proces kan een minimale kwaliteit en hoeveelheid worden toegekend om dat proces naar behoren te laten functioneren. Voor de realisatie van kringloopsluiting zullen bij de functies die het water vervult de grenzen van de waterkwaliteit moeten worden vastgesteld (om te kunnen bepalen welke zuivering minimaal nodig is om water geschikt te maken voor hergebruik, of welke andere processtromen wellicht nog voor die functie kunnen worden ingezet). De grenzen aan de waterkwaliteit kunnen bijvoorbeeld bepaald worden door kwaliteitseisen vanuit het product (bijv. geur, hygiënische eisen) of de installatie (corrosie).

Bij veel bedrijven bestaat er weinig inzicht in (zijn zich niet bewust van) de vereiste waterkwaliteit voor het vervullen van verschillende functies in het proces. Men is niet in staat om duidelijk aan te geven waar in het proces water welke functie vervult. Deze onbekendheid met de (minimale) kwaliteitseisen vormt de basis voor risicomijdende oplossingen. Er wordt gekozen voor water met een (te) hoge kwaliteit, zonder dat daar een degelijke onderbouwing voor is. Ook m.b.t. de hoeveelheid water die wordt gebruikt wordt een overmaat toegepast (men gaat “aan de veilig kant zitten”).

Door monitoring is het mogelijk meer inzicht te krijgen in de benodigde hoeveelheid en kwaliteit water. Doordat veel bedrijven weinig ervaring hebben met waterkwaliteits-monitoring en de daarvoor benodigde apparatuur zien ze er de noodzaak (en mogelijke voordelen) niet van in en wordt monitoring apparatuur alleen maar als “duur” beschouwd, en niet aangeschaft, waardoor de onbekendheid gehandhaafd blijft (er bestaat een soort pat-stelling).

Op basis van de kwaliteitseisen die nodig zijn voor bepaalde functies van water zouden mogelijk uitspraken kunnen worden gedaan over de mogelijkheden voor kringloopsluiting. Het blijkt echter (literatuur, deskstudies en workshop), dat de kwaliteitseisen voor eenzelfde functie (bijvoorbeeld spoelen, reactiemedium) sterk afhangen van de specifieke proces omstandigheden (toegepaste stoffen, product kwaliteit en materiaal gebruik). Er kunnen geen algemene conclusies worden getrokken op basis van de functie van water op een algemeen niveau. Daarvoor is specifiekere informatie nodig op proces/bedrijfsniveau. Wel kan een algemene indicatie worden gegeven van kwaliteiten per functie (zie bijlage E).

Er zijn een aantal projecten in uitvoering om bedrijven meer inzicht te geven in de benodigde waterkwaliteit. Een voorbeeld daarvan is een IOP-onderzoek gericht op een beschrijving en modellering van de diverse waterkwaliteiten die nodig zijn in de textielveredeling.

In functie 1 (product) en 2 (reactant) is, zoals gememoreerd, water essentieel. De vereiste waterkwaliteit is hoog (minimaal drinkwaterkwaliteit). Bij functie 3 t/m 5 (reactie- en separatiemedium, oplosmiddel, spoelmiddel) neemt de benodigde kwaliteit van het medium water af. Als transportmedium en reinigingsmiddel worden aan water de laagste kwaliteitseisen gesteld en wordt ook na gebruik de laagste waterkwaliteit bereikt. Door deze functies achter elkaar te plaatsen kan cascadering worden gerealiseerd zonder tussentijdse zuivering. Cascades worden veelvuldig toegepast. In de praktijk worden niet meer dan 2 tot 3 stappen zonder tussentijdse zuivering achter elkaar geplaatst. Cascadering is eigenlijk een optimalisatie van het watergebruik als utility. Door het gebruik van water voor verschillende functies bij cascadering ontstaat menging van verontreinigingen van verschillende aard. Om na cascadering waterkringloopsluiting mogelijk te maken moet de waterkwaliteit van een lage naar een hoge worden opgewaarderd. Dat vereist doorgaans een uitgebreide zuivering die een veelvoud aan verontreinigingen kan verwijderen. Dit leidt tot een complexe, dure zuiveringsinstallatie. Door menging van verontreinigingen is hergebruik van waardevolle componenten naar alle waarschijnlijkheid niet meer mogelijk. Bij zuivering van deelstromen vóór cascadering zijn minder componenten in het water aanwezig. Er kunnen zuiveringstechnieken worden ingezet die “gespecialiseerd” zijn voor dat type verontreinigingen en die hergebruik van zowel water als waardevolle bestanddelen mogelijk maakt. Dit leidt tot de conclusie dat, hoewel cascadering uit een oogpunt van waterbesparing zeker waardevol is en mogelijkheden biedt vanuit het oogpunt van kringloopsluiting, het met de nodige voorzichtigheid moet worden benaderd.

Indien men proceswater wil gaan hergebruiken dan hoeft dat niet noodzakelijkerwijs binnen de bedrijfsgrenzen te zijn. Vooral in sommige warme landen, waar water een schaarse grondstof is, worden meerdere toepassingen van bedrijfsafvalwater nagestreefd. Dit kan zijn in toepassingen als huishoudelijk gebruik, in de agrarische sector, grondwater terugvoer (herinfiltratie), recreatieve doeleinden, etcetera (externe cascadering van water).

In de VS heeft de EPA richtlijnen opgesteld voor waterhergebruik, waarbij men zich niet beperkt tot industriële toepassingen. Doel is waterhergebruik te stimuleren door aanbidding van kennis en stimulatie van bewustzijn. De richtlijnen betreffen de kwaliteitseisen, de wijze van monitoring en de monitorfrequentie voor 11 gedefinieerde hergebruiksdoeleinden (zie bijlage E).

Samenvattend kan worden gesteld dat er behoefte is aan meer kennis over de relatie tussen enerzijds de waterkwaliteit en anderzijds de product- en proceskwaliteit. Die kennis kan worden gegenereerd door toepassing van adequate monitoring (analyse en sturing processen). Het bewust maken van bedrijven van de (minimale) kwaliteitseisen aan waterstromen en de mogelijkheden die er liggen in monitoring lijken een stimulans voor kringloopsluiting te kunnen zijn. Hoewel er geen algemene richtlijnen voor kwaliteitseisen op basis van de functie kunnen worden gegeven, kan er in de methodiek bijvoorbeeld wel worden aangegeven welke aspecten

een belangrijke rol spelen bij het bepalen van de minimale waterkwaliteit en hoe die het best te bepalen zijn.

4.2 Watergebruik

Voordat wordt ingegaan op de mogelijkheden van waterkringloopsluiting in de industrie is het zinvol te weten hoeveel water wordt gebruikt in de Nederlandse industrie en welke bedrijfstakken, zowel in absolute zin als in relatieve zin (per kilogram of liter grondstof of product) veel water gebruiken.

De Nederlandse industrie gebruikte in 1991 (ref. CBS) 3.114 miljoen m³ water, voornamelijk oppervlaktewater (84 procent), vooral voor koelprocessen. Het totale zoet grondwatergebruik was in 1991 circa 8 procent, de rest (8 %) drinkwater. Ter vergelijking: in Nederland wordt jaarlijks circa 1.350 miljoen m³ drinkwater geproduceerd, tweederde uit grondwater en eenderde uit oppervlaktewater.

Indien koelwater, zoals gememoreerd, buiten beschouwing wordt gelaten, gebruikt de Nederlandse industrie jaarlijks circa 470 miljoen m³ water, waarvan circa 250 miljoen m³ drinkwater. Meer dan 90 procent van het industrieel gebruikte water wordt na gebruik geloosd als afvalwater.

Tabel 4.2 geeft een overzicht van het totale- en proceswater gebruik in de voornaamste water consumerende bedrijfstakken (1991, ref. CBS).

Tabel 4.2

Bedrijfstak	Totaal gebruik (m ³ /jaar)	Proceswater (m ³ /jaar)
Chemische-, garen- en vezel	2.118	130
Voedings- en genotmiddelen	209	123
Papier & karton	98	52
Basismetaal	238	onb.
Galvano	onb.	onb.
Bouwmaterialen	218	onb.
Aardolie	126	onb.
Textielveredeling	onb.	onb.
TOTAAL	3.114	470

Van het jaarlijkse industriële proceswatergebruik in Nederland (470 miljoen m³) wordt circa 65 procent gebruikt door slechts drie bedrijfstakken, te weten de chemische-, garen- en vezelindustrie (130 miljoen m³), de voedings- en genotmiddelenindustrie (123 miljoen m³) en de papier- en kartonindustrie (52 miljoen m³).

Door koppeling van het proceswatergebruik aan productiecijfers (eenheden product) kan het "specifieke proceswatergebruik" worden afgeleid. In artikels over waterkringloopsluiting wordt hieraan veelal gerefereerd. Tabel 4.3 geeft een overzicht uit 1986 (!) van specifieke watergebruikscijfers in een aantal bedrijfstakken

(ref. 62). Dit overzicht is anno 1996 niet meer helemaal up to date maar geeft wel een globale indicatie.

Tabel 4.3

Industrietak	Eenheid	Specifiek water gebruik
voedings- en genotmiddelen		
abattoir - rood vlees	m ³ /eenheid ^{*)}	0.2 - 10
abattoir - pluimvee	m ³ /ton	1 - 8
brouwerij - mout	l/l	5 - 13
brouwerij - gerst	l/l	2 - 6
softdrinks	l/l	1 - 12
melk	m ³ /ton	2 - 4
melkpoeder	m ³ /ton	0 - 18
kaas	m ³ /ton	6 - 60
boter	m ³ /ton	2 - 4
gist	m ³ /ton	20 - 53
fruit en groente - blik	m ³ /ton	1 - 16
fruit en groente - invriezen	m ³ /ton	13 - 43
metaalindustrie		
staalproductie	m ³ /ton	4 - 200
aluminium	m ³ /ton	20
chromeren	m ³ /m ²	0.9
verzilveren	m ³ /ton	312
plaatwerk auto's	m ³ /ton	5
chemie		
tandpasta, shampoos	m ³ /ton	24 - 150
leer looien	l/huid	72 - 250
overige		
papier	m ³ /ton	4 - 150
katoen (natte proces)	m ³ /ton	80 - 600
wol (wassen)	m ³ /ton	7 - 40
wol (kleuren en finishen)	m ³ /ton	100 - 600

*) eenheid = 1 koe, stier of os, 3 kalveren, 5 varkens of 15 schapen/geiten

Uit de tabel blijkt dat medio 1986 het specifiek watergebruik het hoogste was in de sectoren papierproductie, de chemie, de basismetale (staalproductie), de metaalverwerkende industrie en de textielveredeling. In de sectoren fijn- en specialiteitenchemie, de metaalindustrie (aluminiumproductie, verzilveren) en de textielindustrie (wol en katoenveredeling) is nog veel winst te behalen (zie de minimale gebruikscijfers). In de voedings- en genotmiddelenindustrie, de papierindustrie en de staalproductie is al een behoorlijke besparing op het watergebruik haalbaar (vergelijk minimale met maximale gebruikgegevens).

4.3 Waterkringsluiting per bedrijfstak

4.3.1 Algemeen

In deze paragraaf wordt een overzicht gepresenteerd van de inventarisatie over waterkringsluiting in de industrie.

De literatuurbeschrijvingen leiden tot de vraag wat nu eigenlijk wordt verstaan onder waterkringsluiting. Wanneer is een waterkringloop 100 procent gesloten? Bij de papierindustrie (paragraaf 4.3.4) worden twee cases uit Canada (pulp productie) behandeld waarin sprake is van volledige waterkringsluiting en toch nog 15 m³/ton aan water gebruikt wordt. Die 15 m³/ton representeert verdampingsverliezen (proces, koeltorens, waterbassins, verdampingsinstallatie) en water dat afgevoerd wordt via reststoffen.

Twee andere voorbeelden:

- frisdrankindustrie: gebruikt nu circa 2 - 5 l/l product. Honderd procent kringloopsluiting betekent een reductie van het waterverbruik tot 1 l/l product (één liter gaat immers in het product);
- kristalsuikerindustrie: bieten (grondstof) bevatten veel water (75 procent), suiker (product) géén. In dit productieproces betekent kringloopsluiting dat in de waterbehoefte wordt voorzien door water dat vrijkomt uit de grondstof (bieten).

Honderd procent kringloopsluiting wordt gedefinieerd op basis van zero-discharge effluent (geen emissie naar de waterfase). Het sluiten van de waterkringloop houdt in dat water, dat in een vloeibare fase vrijkomt uit het proces, teruggevoerd moet worden in dat proces (tot in de volledige waterbehoefte van het proces wordt voorzien). Het water dat in het product terecht komt of verdampt of via het slib wordt afgevoerd staat buiten de idee van kringloopsluiting met dien verstande dat - naar redelijkheid - wel gestreefd moet worden naar een minimalisatie van deze “verliezen”, die aangevuld moeten worden door suppletie. Er mag geen (extra) verplaatsing van het milieuprobleem optreden (randvoorwaarde).

Volledige waterkringsluiting wordt in dit project gerelateerd aan de reguliere bedrijfsvoering. Dit impliceert dat start- en stopprocedures, die onderdeel zijn van een reguliere bedrijfsvoering, zoveel mogelijk wel in de realisatie van waterkringsluiting moeten worden meegenomen. In de praktijk zal toch ook een volledig gesloten waterkringloop leiden tot emissies naar de waterfase, immers calamiteiten en incidentele lozingen zijn niet volledig uit te sluiten.

Tabel 4.4 geeft een overzicht van verwijzing naar bedrijfstakken in 77 verwerkte artikelen.

Tabel 4.4

Bedrijfstak	Aantal referenties	Percentage (%)
papier & karton	12	20
galvano	11	19
basismetaal	8	14
voedings- en genotmiddelen	7	12
chemie	5	8
textiel	5	8
elektronica	5	8
petrochemie	2	3
delfstoffen	2	3
glasproductie	1	2
kunstmest	1	2

De meeste referenties zijn afkomstig uit de papier & karton, galvano/basismetaal en de voedings- en genotmiddelenindustrie; industrieën die ook gekenmerkt worden door een hoog absoluut en relatief watergebruik. Opvallend is dat in dit rijtje de (petro)chemie achterblijft.

Volledige kringloopsluiting is slechts in 8 van de 77 verwerkte literatuurreferenties beschreven. Het betreft enkele papierfabrieken in Canada (2) en Zweden (1), een machinefabriek in de USA, een bedrijf uit de basischemie (USA) en twee galvanische bedrijven (USA en Duitsland). De overige artikelen beschrijven een gedeeltelijke kringloopsluiting en ideeën om te komen tot waterkringloopsluiting.

In de literatuur zijn geen referenties van volledige waterkringloopsluiting in Nederland gevonden. Uit de deskstudie (ervaringen projectteam) blijkt echter dat ook in Nederland waterkringloopsluiting wordt toegepast, bijvoorbeeld in de galvanische industrie en in de kartonindustrie.

In de literatuurverwijzingen komen diverse projectstadia aan de orde, van haalbaarheid, tot demonstratieprojecten en full-scale implementatie. In vrijwel alle gevallen blijkt aanvullende, soms innovatieve end-of-pipe zuivering (aanvullend aan “basiszuivering”) toegepast te zijn om de waterkringloop te sluiten. Hierbij moet worden gedacht aan membraantoepassingen (micro-filtratie, ultra-filtratie, omgekeerde osmose, electro-dialyse), snelle zand- en actief koolfiltratie, ionenwisseling, verdampingsprocessen (evaporatie en destillatie) en geavanceerde oxidatie (ozon, peroxide, UV), al dan niet in combinatie met biologische zuiveringstechnieken. Het gaat in alle gevallen om “bewezen” technieken. De schaalgrootte en -daarmee - de kosten zijn een belangrijker factor in realisatie van waterkringloopsluiting dan de beschikbaarheid van technologie en techniek.

Er is vrijwel nooit sprake van ingrijpende proceswijzigingen. Klaarblijkelijk is de toegevoegde zuivering een aanvulling op de bestaande end-of-pipe-zuivering of wordt een deelstroom gezuiverd buiten de primaire productielijn. Het toepassen van innoverende procesintegratie betekent dat er risico's ontstaan met betrekking

tot de verstoring van de productie en beïnvloeding van de product kwaliteit. Deze consequenties zijn niet altijd te overzien, terwijl het belang voor het bedrijf heel groot is. Door de keuze van een zuiveringstechniek buiten de primaire productie worden deze risico's vermeden. Het is echter de vraag of daarmee niet ook de optimale oplossing buiten beschouwing wordt gelaten.

In de volgende paragrafen zal per bedrijfstak een aantal specifieke aspecten worden genoemd in relatie tot watergebruik en kringloopsluiting.

4.3.2 Chemie

De chemie is een zeer brede bedrijfstak die een scala aan uiteenlopende producten produceert. Een eerste onderverdeling is die in bulkchemie, fijnchemie en specialiteitenchemie. Veelal wordt aan chemie toegevoegd de vezel- en garenindustrie. De diversiteit maakt het moeilijk algemene trends weer te geven en specifieke watergebruiken te vergelijken en interpreteren (karakteristieken: zie tabel 4.5).

Tabel 4.5

Aspect	Bulkchemie	Fijnchemie	Specialiteitenchemie
productvolume	> 10.000 ton/j	< 10.000 ton/j	zeer variabel
productrange	honderden	duizenden	tienduizenden
toegevoegde waarde	laag	hoog	hoog
kapitaalintensiteit	hoog	middel	laag
kg afval / kg product	1 : 1	10 : 1	100 : 1

(bron: PolyMilieu zakboekje PBNA, 1994)

Voor de chemische industrie varieert de benodigde waterkwaliteit sterk, afhankelijk van het product en gekozen proces. In het algemeen geldt in de bulkchemie dat water met een neutrale pH (pH = 6.2 - 8.3), een gemiddelde hardheid, een lage turbiditeit, opgeloste stof en silicium benodigd is. De opgeloste vaste stoffen en het chloridegehalte zijn meestal geen kritische parameters. Vanwege de beperkte kwaliteitseisen wordt in de bulkchemie veel (relatief goedkoop) oppervlaktewater gebruikt. Daardoor is aan de ene kant de drijfveer voor hergebruik van water laag (lage kosten), maar aan de andere kant zijn de mogelijkheden om te komen tot hergebruik relatief groot (geen hoge eisen). Die drijfveer kan sterker worden door een stijging van de water(gerelateerde) kosten de komende jaren. Er kan daarbij nog wel worden opgemerkt dat het beeld dat bestaat van de kosten lang niet altijd compleet is, doordat bijvoorbeeld kosten van energie of afvalverwerking niet worden meegerekend.

De waterkwaliteitseisen zijn gemiddeld genomen minder hoog dan in de fijn- en specialiteitenchemie. Dit opent mogelijkheden voor waterkringsluiting. Doordat ook de toegevoegde waarde van de producten en de productspecificaties verschillen, zullen de (economische) drivers en mogelijkheden van waterkringsluiting

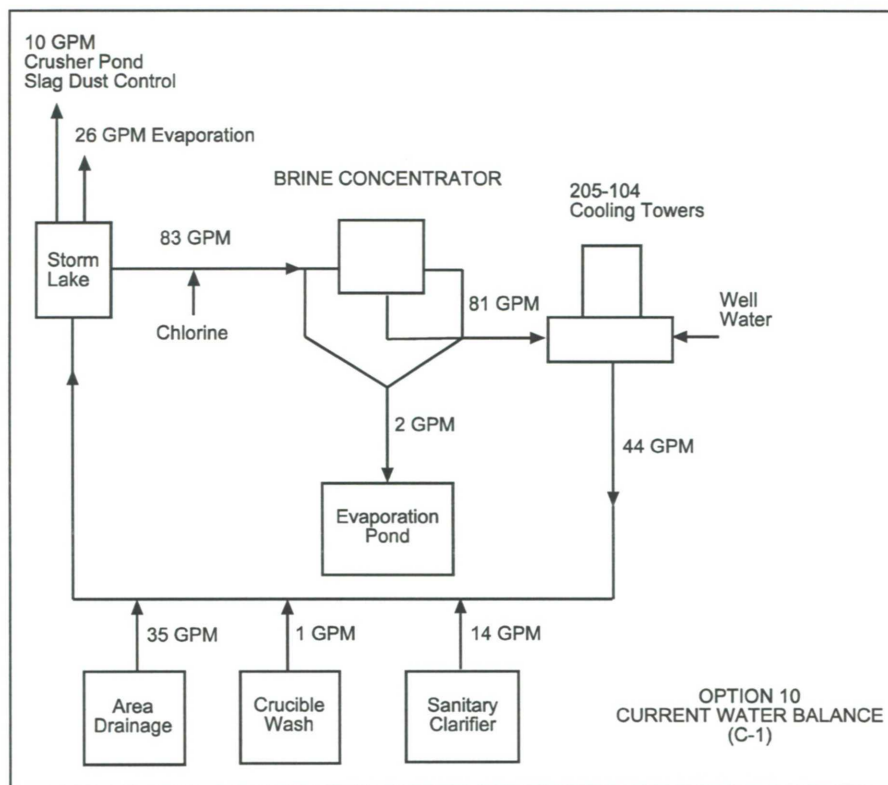
sluiting verschillend zijn. In Nederland is de tendens dat de specialiteitenchemie qua omvang toeneemt en de bulkchemie stabiliseert of afneemt.

Uit de Verenigde Staten is een case in de basischemie bekend waar waterkringsluiting is gerealiseerd (ref. 77). Het betreft de productie van magnesium en silicium. Grondstoffen zijn respectievelijk dolomiet (6 % Mg) en kwarts (16.5 % SiO₂). In de waterbehoefte (vóór nemen van maatregelen 250.000 - 300.000 gallons/dag, ná nemen maatregelen 70.000 - 140.000 gallons/dag) werd voorzien door grondwater (eigen bronnen).

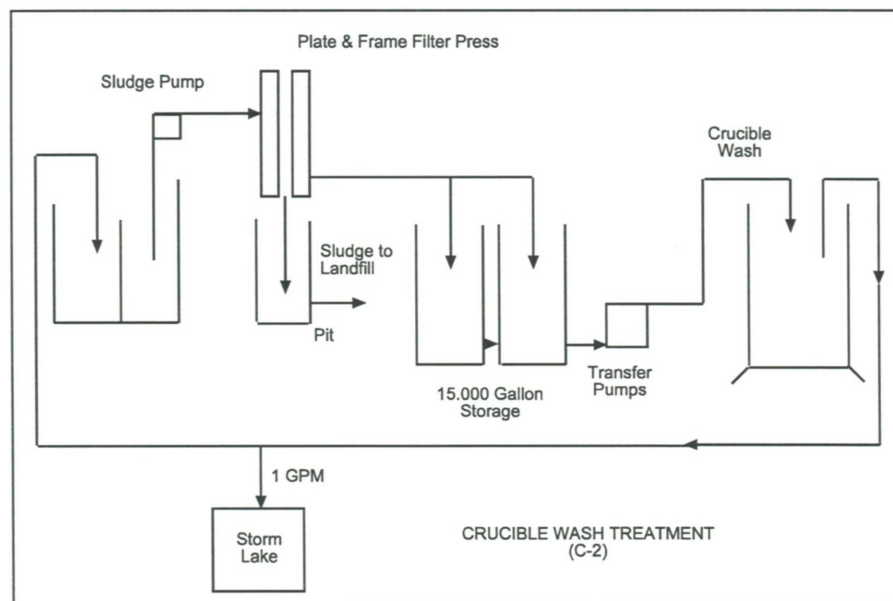
Motivatie voor de realisatie van waterkringsluiting (1973 - 1981) is de vergunningverlening, waarin hoge eisen gesteld zijn aan de omvang en kwaliteit van de lozing in relatie tot de omvang, gevoeligheid en kwaliteit van het ontvangende oppervlaktewater. Verplaatsing van de activiteiten van het bedrijf naar een locatie met ruimer ontvangend oppervlaktewater was economisch gezien niet interessant daar de nabijheid van de grondstoffen (dolomiet en kwarts) zwaarder wegen. Realisatie van waterkringsluiting (= nul-emissie door inpassing van koeltorens), dat geen eis was van de vergunningverlener, bleek een relatief kleine stap vanaf het voldoen aan de nieuw gestelde eisen. Die extra stap (kringsluiting) heeft als voordeel dat het bedrijf "onafhankelijk" wordt van de vergunningverlener. Uit het artikel is niet duidelijk geworden wat het bedrijf hiervoor over heeft gehad qua kosten.

Het afvalwater, dat voornamelijk bestaat uit koelwater, reactiewater en spoelwater, wordt gerecirculeerd tezamen met het regenwater dat op de locatie valt. Door het nemen van maatregelen aan de bron (cascadering/hergebruik en scheiden van 6 verschillende koelsystemen voor onder meer verpulveren stenen, smeltkroes, ovens, slakkengranulatie), gericht op reductie van het watergebruik, was de waterbehoefte al aanzienlijk gereduceerd (zie figuur 1 en 2).

Zuiveringsopties, vooral gericht op verwijdering van vaste bestanddelen (filtratie) en zouten, waren omgekeerde osmose, sproeidrogers, natuurlijke verdamping in grote basins en geforceerde verdamping (evaporators). Gekozen is voor de laatstgenoemde optie op basis van een aantal randvoorwaarden: eenvoud van zuivering, technische risico's, betrouwbaarheid en investerings- en operationele kosten. De recirculatie wordt mogelijk gemaakt door een combinatie van additionele end-of-pipe zuiveringstechnologie en geavanceerde en geïntegreerde procesmonitoring. De monitoring vergt zo'n 20 procent van de totale milieugerelateerde investeringskosten, die totaal 4.4 miljoen US\$ bedroegen (1981). Behalve de installatie van watermeters wordt uit het artikel niet duidelijk op welke parameters gemonitord wordt.



Figuur 1 (ref. 77)



Figuur 2 (ref. 77)

Met name in de fijn- en specialiteitenchemie zal de zuiverings- en scheidingstechnologie een grote rol gaan spelen, net als bij de galvano. Voorbeelden zijn vriesdrogen, cryogeen scheiden, verdamping en membraantechnologie. Nieuwe benade-

ringen kunnen belangrijk worden, zoals biokatalyse (enzymen) en heterogene katalyse (bijv. bij butanolproductie), waarbij bijna watervrij gewerkt kan worden. De drempel (angst, draagvlak) voor toepassing van dit soort technologie zal in de fijn- en specialiteitenchemie laag zijn omdat ze in de praktijk in primaire productieprocessen al toegepast worden. Doordat de fijn- en specialiteitenchemie continu en in hoog tempo nieuwe producten ontwikkelt en in de markt zet zal de innovatiebereidheid groot zijn. In de bulkchemie ligt dat duidelijk anders.

Tijdens de workshop is opgemerkt dat in de chemie al veel gerealiseerd is en gewerkt wordt aan waterkringloopsluiting. Motivator is hoofdzakelijk de vergoedingverlening. De petrochemie kijkt daarbij nadrukkelijk naar de kosten van maatregelen. Daarnaast wordt de petrochemie zich steeds meer bewust van de publieke opinie.

Binnen de chemie wordt weinig aandacht besteedt aan het communiceren van ervaringen met waterbesparing / kringloopsluiting. Er wordt, zo is gebleken in het literatuuronderzoek, weinig gepubliceerd over verbeteropties en toepassing van innovaties. Er lijken kansen te liggen in het expliciet maken en verspreiden / communiceren van ervaringen die bij specifieke bedrijven opgedaan zijn bij gerealiseerde besparingen naar andere bedrijven in de branche.

Concluderend moet worden gesteld dat de chemie een zeer brede bedrijfstak is, waarvoor niet volstaan kan worden met slechts één oplossing. De diversiteit van processen resulteert in een grote variatie van benodigde waterkwaliteiten. Doordat ook de toegevoegde waarden van de producten en de productspecificaties verschillen zullen de (economische) drivers en mogelijkheden van waterkringloopsluiting verschillend zijn. Doordat de fijn- en specialiteitenchemie continu en in hoog tempo nieuwe producten ontwikkelt en in de markt zet, zal de innovatiebereidheid groot zijn. In de bulkchemie ligt dat duidelijk anders.

4.3.3 Voedings- en genotmiddelen

De belangrijkste sectoren in de voedings- en genotmiddelenindustrie in Nederland zijn de zuivel, groente- en fruitverwerkende industrie en de slachterijen. Het zijn alle drie groeisectoren, met name door groei in de export.

In de voedings- en genotmiddelenindustrie in Nederland hebben enkele studies aangetoond dat het specifieke watergebruik significant gedaald is in de periode 1970 - 1990. Enkele voorbeelden zijn de zuivel (14 naar 4 l/kg verwerkte melk), de kaasbereiding (10.1 naar 1.4 l/kg verwerkte melk), bierbrouwerijen (25 naar 5 l/l product) en de frisdrankbereiding (10-15 naar 2 l/l product). Kenmerkend voor de sector is dat het product vaak water bevat.

In Duitsland staat een suikerfabriek die haar waterkringloop gesloten heeft (ref.3). Bij aanvang van de campagne wordt het productieproces gevoed met zoet water (voorbehandeld oppervlaktewater). Aangezien de suikerbiet voor 75 procent uit water bestaat kunnen de verdampingsverliezen in het proces en de slibdroogbekkens in de loop van de campagne volledig gecompenseerd worden. Het water wordt gemiddeld 60 keer gerecirculeerd in de waterkringloop. Zuivering geschiedt door een combinatie van anaërobe en aërobe afvalwaterzuivering (nageschakelde technieken). Uit het artikel kan niet worden afgeleid of de wijze waarop de waterkringloopsluiting is gerealiseerd algemeen toegepast kan worden en relevant is voor de Nederlandse suikerindustrie.

In de zuivelindustrie (Nederland met name kaas (51%), consumptiemelk (16%), melkpoeder (14%)) is het zogenaamde “cleaning-in-place” (cip) geïntroduceerd. Hierbij wordt proces- en spoelwater van start- en stopprocessen gescheiden opvangen in procesopslagtanks in de fabriek ten behoeve van hergebruik bij de volgende start- of stoproutine. Door wijzigingen in de productielogistiek (slimme volgorde van de productie van afzonderlijke producten) hoeft minder gespoeld te worden (leidingen en ketels). De reiniging van ketels geschiedt met hoge druk, resulterend in een lager watergebruik. Dit zijn evidente verbeteringen, aangezien reinigings-activiteiten 45 - 70 procent van het watergebruik in deze sector voor hun rekening nemen. De afvalwaterverontreiniging met fosfaat (gebruik fosforzuur) en nitraat (gebruik salpeterzuur) neemt hierdoor ook af. De genoemde voorbeelden leiden tot een reductie van het watergebruik en de lozing van emissies, maar waterkringloopsluiting is daarmee nog niet bereikt.

Ook in de groenten- en fruitverwerking (bron: SPIN-project) zijn spoel- en reinigings-activiteiten belangrijke watergebruikers (60 - 75 procent van het specifieke watergebruik). Besparingen op het watergebruik kunnen worden gerealiseerd door:

- verbetering oogst en voorbereiding (minder tarra);
- droog transport, tegenstroom wassen en spoelen;
- hergebruiken van blancheer(koel)water;
- recirculatie sterilisatie/pasteurisatie water;
- hergebruik van proceswater en effluent AWZI.

In slachterijen (bron: SPIN-project) wordt water voornamelijk gebruikt voor de maag/darmverwerking en reinigings-activiteiten (varken en rund resp. 25 en 30%). Mogelijke maatregelen voor waterbesparing zijn hoge drukreiniging, droog transport van afval en het gebruik van sproei-niveaus in plaats van douches.

Uit de literatuur is niet duidelijk geworden in hoeverre bovenstaande maatregelen in de Nederlandse sector daadwerkelijk zijn geïmplementeerd.

Het literatuuronderzoek en de deskstudie hebben geen voorbeelden van volledige waterkringloopsluiting in de voedings- en genotmiddelenindustrie opgeleverd, op de Duitse suikerfabriek na.

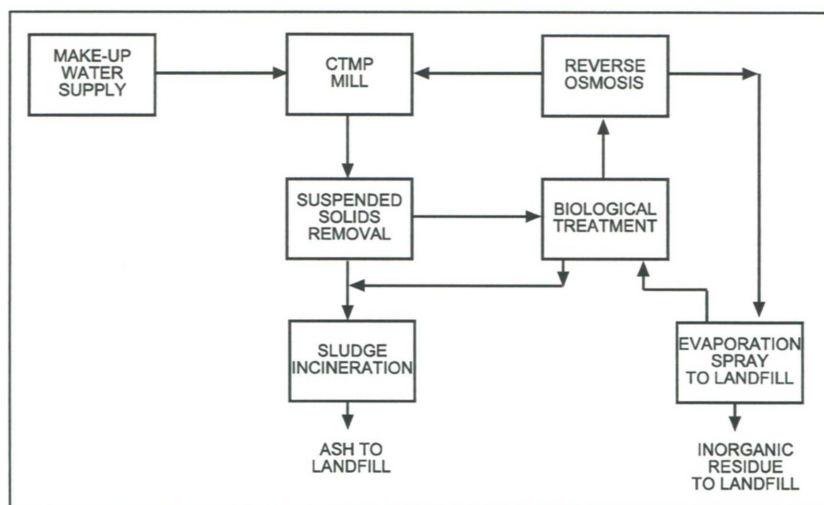
De bovenstaand beschreven maatregelen zijn gericht op reductie van watergebruik, niet op hergebruik of recycling. Een belangrijke belemmering voor recycling in de voedings- en genotmiddelenindustrie en de farmacie is de wettelijke eis om minimaal drinkwaterkwaliteit te gebruiken in de productieprocessen (besmettingsgevaar, producteisen). De strengste eisen gelden voor de groente- en fruitsector en de vleesverwerking. Het risico van bacteriologische besmetting is in deze sectoren een in de bedrijfsvoering geïntegreerd aspect. Hygiëne staat dan ook hoog in het vaandel in deze branches. Er lijkt medio 1996 een zekere verschuiving in de omgang met de regelgeving plaats te vinden. Daarbij wordt meer verantwoordelijkheid aan de bedrijven gegeven met betrekking tot de kwaliteit van het ingezette water en vindt de controle plaats via kwaliteitstoetsing van het product. Deze ontwikkeling lijkt mogelijkheden te scheppen voor hergebruik van water. Er hangt echter veel af van de interpretatie van de regelgeving door de regionale overheden.

Er is ook een maatschappelijke belemmering voor waterkringloopsluiting als het proces-/afvalwater wordt hergebruikt en in het product terecht komt (bier, frisdrank). In deze gevallen gaat de eis voor de waterkwaliteit schijnbaar verder dan "fit-for-use". Naast het inpassen van technologie dient rekening gehouden te worden met gevoelsmatige aspecten bij de eind-afnemer van de producten, de consument. Indien men veranderingen wenst te realiseren is een beïnvloeding op deze gevoelsmatige aspecten, gericht op acceptatie noodzakelijk.

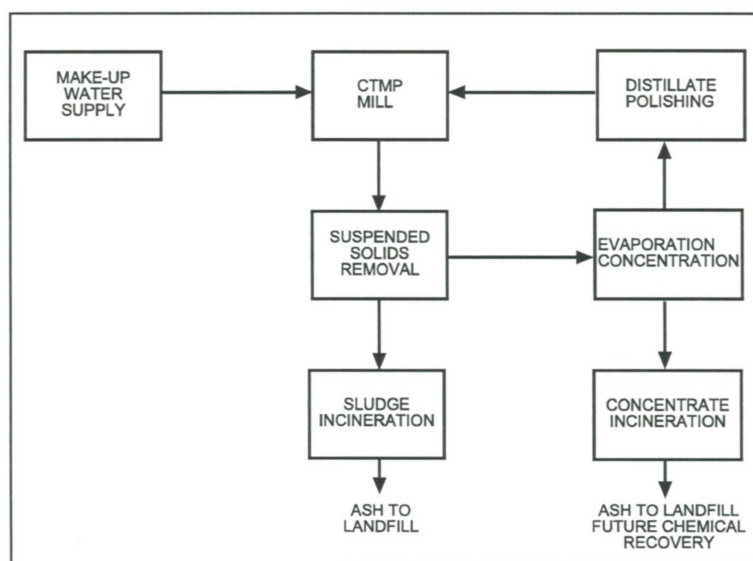
Reinigings-activiteiten blijken een belangrijk aandeel te leveren in de afvalwaterstromen vanuit voedingsmiddelen bedrijven. Door middel van cleaning-in-place en productielogistiek is (kan) inmiddels het nodige gedaan (worden) aan waterbesparing. Hergebruik van water/kringloopsluiting wordt nog nauwelijks toegepast binnen de branche. Een belemmering voor hergebruik van water vormt de regelgeving. Om kringloopsluiting te stimuleren zal daarin ruimte moeten worden geschapen voor hergebruik van water (zolang dat de productkwaliteit niet beïnvloedt).

4.3.4 Papier & karton

Water wordt bij de papierproductie gebruikt voor verschillende doeleinden, zoals verwarming, koeling, verdunning, chemicaliëntoevoeging en bladvorming. Het literatuuronderzoek heeft een drietal cases (twee pulpfabrieken in Canada, een papierfabriek in Duitsland) opgeleverd waar melding wordt gemaakt van volledige kringloopsluiting. Bij een volledige kringloopsluiting wordt een minimum specifiek watergebruik gerealiseerd van 3 - 5 m³/ton. Dit water verlaat de fabriek via de luchtfase (verdampingsverliezen) en de vaste fase (slib).



Figuur 3 (ref. 36)



Figuur 4 (ref. 36)

In Canada (pulpfabriek) wordt pulp voor de productie van tissue, print- en schrijfpapier geproduceerd middels een chemisch-thermomechanisch proces, gebruikmakend van basische peroxide (chloorvrij) (ref. 36, 57). Er is geopteerd voor een gesloten waterkringloop vanwege de geringe beschikbaarheid van oppervlaktewater van voldoende kwaliteit en de eisen gesteld aan de lozing van het afvalwater in verband met het ontvangende oppervlaktewater (hoeveelheid, lage zuurstofconcentraties in de winter en opgeloste zouten). Verplaatsing van het bedrijf bleek niet interessant omdat de aanwezigheid van voldoende naaldhout van een uitstekende kwaliteit, de ontsluiting (weg, spoor), energievoorziening en mankracht in de nabijheid van de fabriek economisch doorslaggevend zijn.

De volledige waterkringloopsluiting zonder aantasting van de produktkwaliteit is alleen mogelijk indien de opgeloste organische stoffen en anorganische zouten die het productieproces binnenkomen ook weer worden verwijderd, bijvoorbeeld via de vaste stoffen (slib). Het Canadese bedrijf heeft een aantal technologieën geëvalueerd om aan deze randvoorwaarde te kunnen voldoen, te weten: flotatie, biologische zuivering, membraanfiltratie (omgekeerde osmose en ultrafiltratie), verdamping (evaporatie) en vriesdrogen. Het bedrijf heeft vooral gekozen voor bestaande, bewezen technologie om de technische problemen te overwinnen, technologie waar men reeds ervaring mee had (flotatie, biologische zuivering en mechanische slibindikking) (zie figuur 3, ref. 36). Alleen verdamping (evaporatie) en destillatie (verwijdering vluchtige organische stoffen zoals methanol) werden geïntroduceerd (figuur 4, ref. 36)). Het slib wordt verbrand en gaat dan naar een gecontroleerde vuilstort. Er is meer sprake van toegevoegde technologie (end-of-pipe) dan procesintegratie. Essentieel voor het systeem is een goede en uitgebreide monitoring, waarbij gebruik gemaakt wordt van flowmeters, gaschromatografie, massa spectrometrie, ionchromatografie, atomaire absorptie en infrarood spectrometrie. De meeste apparatuur staat overigens niet on-line in het proces, maar in een laboratorium. Daarmee wordt de monitoringsapparatuur ingezet voor de controle van het proces, niet de directe sturing van het proces. In Nederland is een vergaande monitoring zoals bovenstaand omschreven nog niet algemeen toegepast.

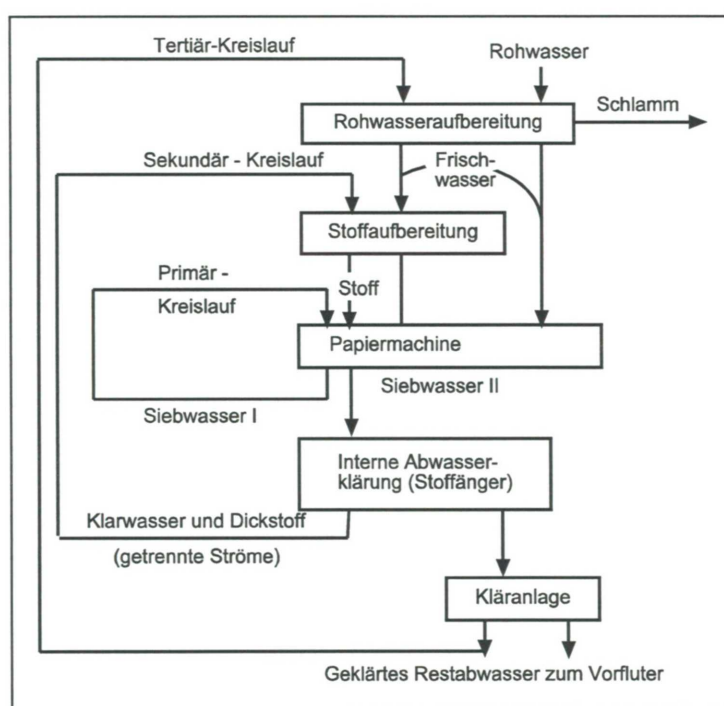
Met aanpak van het afvalwaterprobleem is ook het energievraagstuk bekeken. Zo gaat 60 procent van het proceswater na behandeling op proces temperatuur weer terug het proces in. Gecombineerde pulp- en papierfabrieken produceren veel restwarmte, waardoor indampprocessen uit kosten oogpunt interessant en economisch haalbaar worden.

Opgemerkt wordt dat in Nederland, op een fabriek na (Parenco, thermomechanisch), geen pulpprocessen worden uitgevoerd. De Nederlandse P&K-branche koopt de pulp in uit het buitenland (Noord-Amerika, Scandinavië).

In een Duits artikel (ref. 3) wordt een papierfabriek (geen eigen pulping, gebruik oud papier als grondstof) beschreven die drie essentiële proceskringlopen onderscheidt, tezamen resulterend in een gesloten waterkringloop. De drie kringlopen zijn de machinekringloop (primaire kringloop), de bedrijfskringloop (secundaire kringloop) en een effluentkringloop (tertiaire kringloop) (figuur 5, ref. 3). Zonder kringloopsluiting (éénmalig watergebruik in open systeem) zou men 250 m³/ton papier gebruiken. In 1974 gebruikte men nog 49 m³/ton papier, waarmee het water gemiddeld 5 keer werd teruggevoerd in het productieproces. In 1988 is dit teruggebracht tot 15 m³/ton, waarmee de recirculatiefactor 23 bedraagt. De volledig gesloten kringloop gebruikt 2 - 3 m³/ton papier om verdampingsverliezen en slibverliezen te compenseren. De waterbehandeling is in dit driestaps kringloopproces volledig automatisch geïntegreerd in het productieproces. Alleen de tertiaire kringloop is te beschouwen als toegevoegde zuivering (end-of-pipe). Aanleiding om tot kringloopsluiting over te gaan was de economie. Het betrof middelgrote

oud papierbedrijven in Niedersachsen die economisch onder zware druk stonden door een combinatie van marktontwikkelingen (vraag en aanbod product) en toenemende kosten (grond- (vezels) en hulpstoffen (chemicaliën), energie en milieueffingen). Het sluiten van de kringloop in een papierfabriek is blijkbaar onder bepaalde condities mogelijk.

De deskstudie leverde informatie op over een Duits papierproductiebedrijf dat circa 80 verschillende proceswaterstromen, die historisch waren ontstaan, heeft weten te reduceren tot 3 essentiële proceswaterkringlopen (machinekringloop, interne recirculatie in de fabriek en het effluent dat wordt hergebruikt) met een gedefinieerde bandbreedte voor de waterkwaliteiten. De zuiveringstechnologie bestaat uit biotechnologische zuivering (anaerobe en aerobe afbraak) en filtratie (afscheiding papiervezels).



Figuur 5 (ref. 3)

Uit de literatuur- en deskstudie is bekend dat er over de hele wereld een aantal kartonfabrieken staan die draaien met een gesloten waterkringloop. Het sluiten van de kringloop bij kartonfabrieken is relatief eenvoudig omdat niet zulke hoge eisen worden gesteld aan de kleur en geur van het product. Dit betekent dat relatief veel verontreinigingen via het product uit de kringloop kunnen worden verwijderd. Een biologische waterzuivering is in de meeste gevallen voldoende om kringloopsluiting te kunnen realiseren.

Het gebruik van chloor, en later chloordioxide, is ter discussie komen te staan door de ongewenste vorming van organochloorverbindingen tijdens het pulpproces. Lozing van deze verbindingen leidde tot acute toxiciteit en ophoping in flora en

fauna. De overheid heeft aan deze lozingen dan ook stringente eisen gesteld (parameter: AOX). Modo/Van Gelder (Zweden) heeft een nagenoeg gesloten bleekproces (5 m³/ton door verdampingsverliezen e.d.) ontwikkeld, het zogenaamde CLB-proces (1993 volledig operationeel). Dit proces combineert het ECF-proces (Elementair Chlor Free) met zuivering en hergebruik. Het ECF-proces werkt chloorvrij door gebruikmaking van zuurstof, waterstofperoxide en/of ozon. Probleem bij de kringloopsluiting bleek de opbouw van opgeloste organische stoffen. Resultaat is namelijk een stijgend verbruik van oxydatiemiddelen (waterstofperoxide). Chloordioxide is hiervoor ongevoelig. Gekozen is daarom voor een combinatie van chloordioxide en waterstofperoxide. De chlorideresten worden verwijderd in de rookgasreiniging, waardoor ze niet leiden tot een opbouw van de chloor-concentratie. Er blijkt geen opbouw van zware metalen plaats te vinden in het proceswater. De zware metalen worden via het slib afgevoerd. Calcium, dat zich op apparatuur af blijkt te zetten als calciumoxalaat, wordt verwijderd door periodieke schoonmaakoperaties. De enige wezenlijk nieuw ingevoerde technologie om de waterkringloopsluiting te realiseren is een indampinstallatie (evaporatie).

De workshop gaf aan dat in de papier- en kartonindustrie het specifieke proceswatergebruik over de afgelopen 10 - 20 jaar gemiddeld gedaald is van 100-150 naar minder dan 20 l/kg. Het water wordt zo'n 35 keer hergebruikt in het productieproces. De reductie van het watergebruik wordt met name gedreven door het terugwinnen van de grondstof: de vezels. De vezelkosten (grondstof) zijn hoger dan de waterkosten. Het vezelverlies is gereduceerd van 3 (1900) tot minder dan 0.1 procent (1995). De motivatie voor verdergaande kringloopsluiting zal dus niet moeten worden gevonden in het terugwinnen van de vezel, maar in besparingen op hulpstoffengebruik, energie, een stijgende productie capaciteit (hogere procestemperaturen leiden tot een hogere runability. Bij kringloopsluiting zal de procestemperatuur bij een gelijkblijvende energie-input stijgen) en toch ook de snel stijgende kosten van water.

Als knelpunt voor volledige kringloopsluiting wordt genoemd de lage prijs van het product: een ton papier kost minder dan Hfl. 1.000,-. Er zal dus moeten worden geprobeerd kringloopsluiting te realiseren op een kosteneffectieve manier.

De hoge investeringskosten voor een nieuwe papiermachine (800-1.000 miljoen Dfl.) spelen een belangrijke rol. De kapitaallasten maken, net als in andere kapitaalsintensieve branches, 50 - 60 procent uit van de product-unit-price. De machines worden eenmaal per 20-30 jaar vernieuwd. Wanneer kringloopsluiting afhankelijk is van de aanschaf van een nieuwe papiermachine zal moeten worden aangesloten bij de investeringscyclus van de papierbedrijven. Het is echter niet gezegd dat een papiermachine volledig moet worden vervangen om waterkringloopsluiting te kunnen realiseren. Het ligt eerder voor de hand dat kringloopsluiting kan worden gerealiseerd door aanpassingen in de waterhuishouding en/of de gebruikte chemicaliën, los van een nieuwe papiermachine.

Vanwege de hoge investeringskosten voor papierproductiemachines wordt onderzoek gedaan naar hogere productiesnelheden bij hogere procestemperaturen (van 40 naar 60 - 80 °C).

Tweede aspect dat van invloed is op mogelijkheden van waterkringloopsluiting is de productkwaliteit. In de papierindustrie in Nederland, met name bij de productie van de betere papierkwaliteiten, zijn de waterkringlopen slechts gedeeltelijk gesloten. In de kartonfabrieken is volledige kringloopsluiting wel realiseerbaar. De productkwaliteitseisen zijn voor karton veel lager dan voor luxe papier. Kartonfabrieken weten hun waterkringloop hierdoor relatief eenvoudig te sluiten. Veel ongerechtigheden / verontreinigingen kunnen in het product (karton) worden verwerkt. Daar staat tegenover dat de toegevoegde waarde van luxe papier hoger is dan van karton, waardoor er in principe meer ruimte is voor het nemen van zuiveringstechnische maatregelen om verontreiniging van de grondstof en de aanwezige hulpstoffen (strijkmiddelen, zoals klei) te verwijderen.

In de Nederlandse papierfabrieken wordt wel gemonitord, maar slechts op een beperkt aantal parameters. Men kent geen goed gedefinieerde waterkwaliteit (minimale eisen). Mogelijk kan men iets leren van de beschreven cases uit Canada en Duitsland.

Met betrekking tot de papierindustrie kan worden gesteld dat het in Duitsland operationele concept van een papierfabriek, opgedeeld in drie essentiële kringlopen (machine-, bedrijfs- en effluentkringloop), een kansrijk concept lijkt voor kringloopsluiting. Scheidingstechnologie, om te voorkomen dat verontreinigingen van de ene naar de andere kringloop overslepen en om hulpstoffen uit de kringlopen af te scheiden voor hergebruik, zal een belangrijke rol spelen bij de realisatie van kringloopsluiting. De winst zal niet zozeer meer moeten worden gevonden in het terugwinnen van vezels (al vergaand geoptimaliseerd), als wel in het terugdringen van een aantal andere kosten (energie, hulpstoffen, stijgende waterkosten, kosten voor heffing en afvalstoffenverwerking) en een mogelijk hogere productie capaciteit (als gevolg van een stijging van de proces temperatuur).

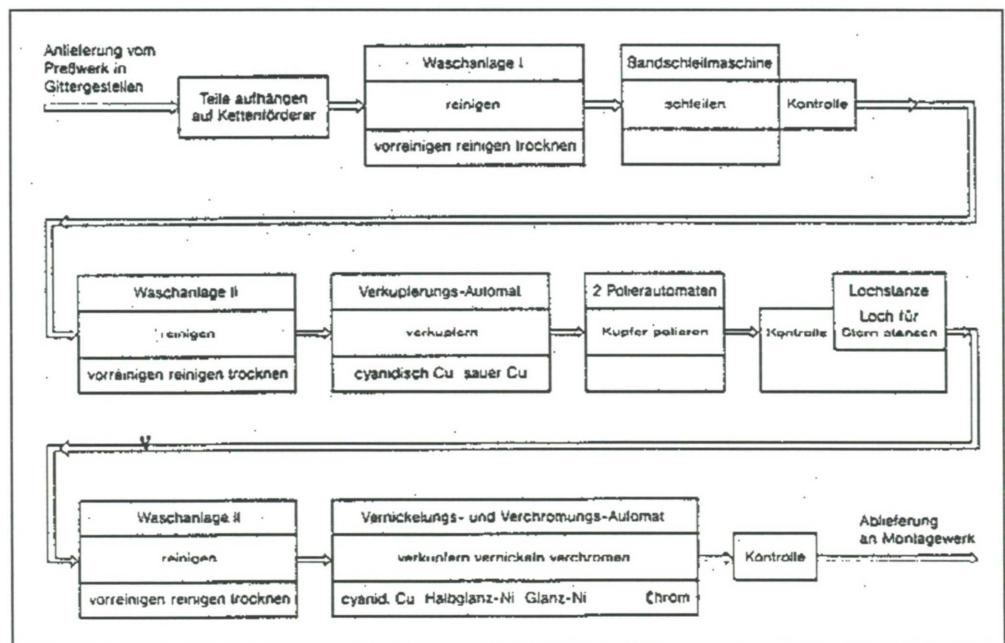
4.3.5 Oppervlaktebewerking

In de literatuur zijn drie waterkringloopsluiting cases beschreven, te weten in de Verenigde Staten (machinefabriek en galvanisch bedrijf) en Duitsland (plaatbewerking automobielen).

Aanleiding voor de Amerikaanse machinefabriek (ref. 56) om haar waterkringloopsluiting te realiseren was het voldoen aan de stringente eisen die door de overheid aan de lozing op oppervlaktewater werden gesteld. Het bedrijf maakt gebruik van grondwater voor koeldoeleinden, airconditioning, spoelprocessen en voeding van de procesbaden. Ook regenwater wordt opgevangen en gebruikt in het produc-

tieproces. Het zuiveringsproces is zeer eenvoudig. Er wordt gebruik gemaakt van biologische zuivering in een conventionele actief slibinstallatie en vijversystemen in combinatie met natuurlijke verdamping. De vijvers bieden ook een buffercapaciteit om in de regenperiode grote waterhoeveelheden op te kunnen vangen. In droge periodes kan grondwater worden gesuppleerd (stand-by). De laatste vijver in het systeem doet dienst als forelkweekvijver. Proceswaterstromen die toxische organische stoffen en zware metalen bevatten worden voorbehandeld door middel van flocculatie (aluminium), sedimentatie en snelle zandfiltratie.

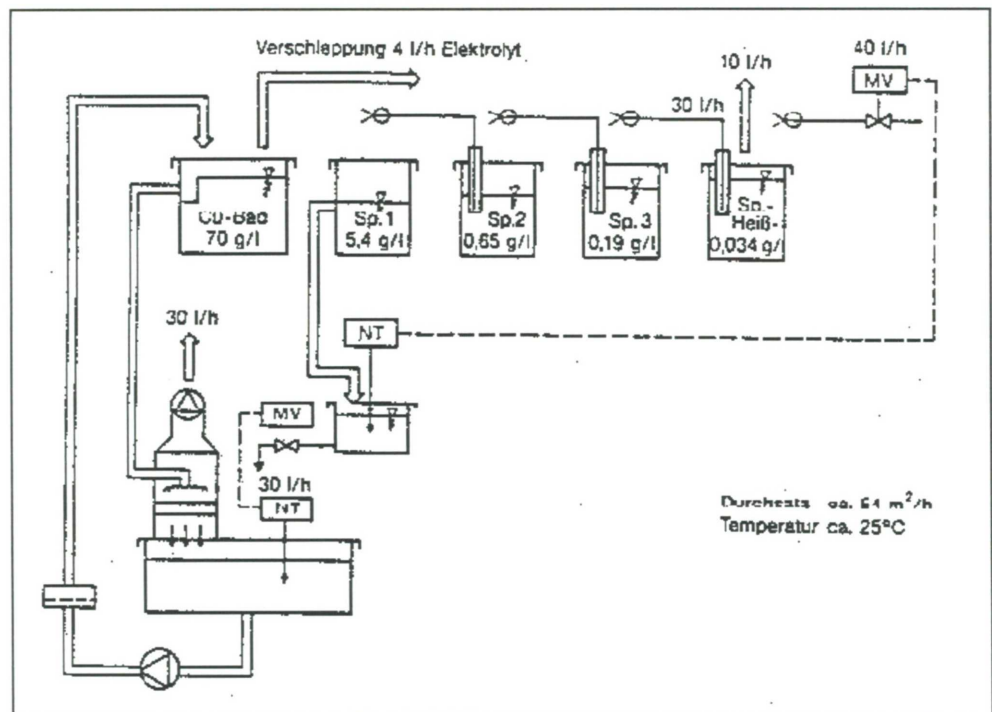
Een gedeeltelijke sanering heeft plaatsgevonden bij een fabriek van General Electric waar galvanische processen plaatsvinden. In de eerste fase werd een reductie van de waterlozing gerealiseerd van 90 procent (van 10 naar 1 m³/uur). In twee volgende nog te realiseren fasen zal worden gestreefd naar een volledig gesloten waterkringloop. Probleem, als ook aangegeven in andere referenties, is opgelost zout. Door sluiting van de waterkringlopen treedt een opzoutingseffect op, dat een negatief effect heeft op het proces en de produktkwaliteit. General Electric zoekt hier nog een - economisch - geschikte oplossing voor. Technisch zijn verschillende mogelijkheden beschikbaar, zoals omgekeerde osmose en electro-dialyse. Electro-dialyse is uitgetest op pekeldaden van een staalfabriek van Washington Steel (ref. 26). De fabriek blijkt er technisch en economisch in te slagen zowel zuur als zware metalen terug te voeren in het productiesysteem.



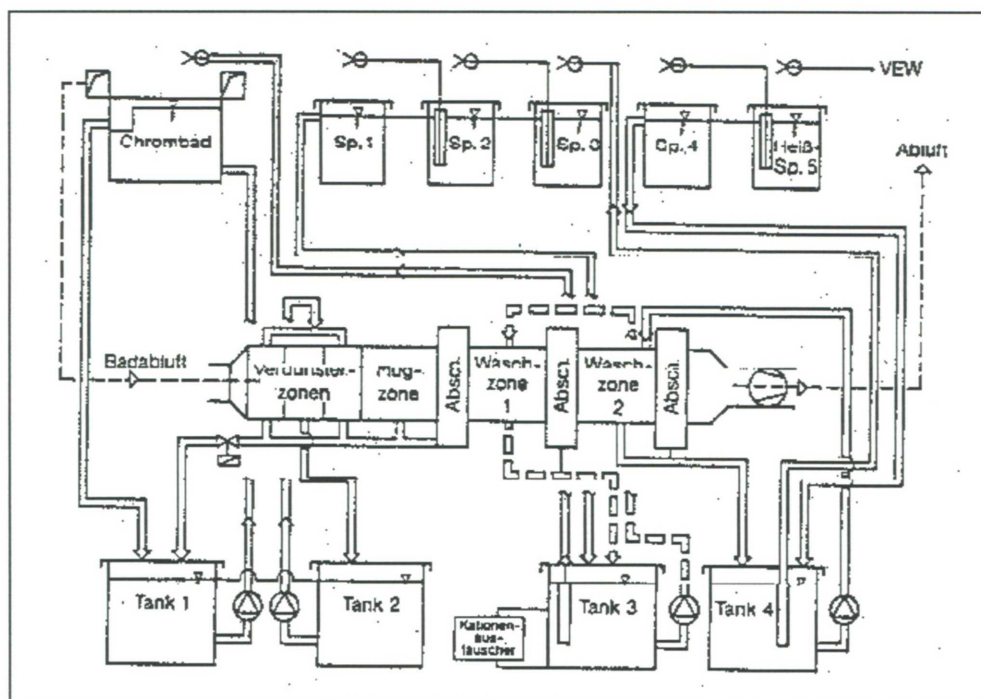
Figuur 6 (ref. 42)

In de Duitse plaatbewerkingsfabriek (ref. 42) worden metalen oppervlakken voorzien van koper-nikkel-chroomlagen of zink (verzinking) (zie figuur 6). In het proces worden sproei-ontvettingsinstallaties toegepast, alsmede cascadespoeling met

terugwinning van waardevolle metalen door middel van ionenwisseling (kationwisselaars) en membraanelectrolyse. Door aanpassing van de productiewijze zijn druij- en sleepverliezen gereduceerd (figuur 7 en 8). Die aanpassing betreft voornamelijk de lengte van de uitdruiptijd en de wijze van materiaalhandling / opstellen van de baden (overslepen). De verwijdering van organische (micro)verontreinigingen geschiedt door toepassing van chemische oxidatie (kaliumpermanganaat en waterstofperoxide) en actief koolfilters. Voor deze technologische oplossing is gekozen vanwege de betrouwbaarheid van het systeem in combinatie met de investerings- en operationele kosten. Op basis van de kosten is niet gekozen voor geforceerde verdamping, ultrafiltratie voor de ontvettingsbaden en dialyse van de beitsbaden.



Figuur 7 (ref. 42)



Figuur 8 (ref. 42)

In Duitsland worden, gestuurd en gesteund door de overheid, onderzoeksprojecten uitgevoerd om volledige waterkringloopsluiting in de galvanische industrie mogelijk te maken op een nog efficiëntere en effectievere manier. Technologieën die onderzocht worden zijn ondermeer vacuumdestillatie (concentrering van spoel- vloeistoffen), plaalectrolyse (regeneratie van zware metalen), adsorptie (verwijdering van organische stoffen uit procesbaden) en membraan- electrolyse (regeneratie van beitszuren, regeling van het metaalgehalte in procesbaden). Daarnaast wordt aandacht besteed aan procesautomatisering en procesintegratie.

Uit de deskstudie is gebleken dat in de branche tegenstroomspoeling en goed hou- sekeeping maatregelen ver doorgevoerd zijn. De mogelijkheden van waterbespa- ring in de anodiseerbranche zijn verkend in een algemene preventie-studie (“groen anodiseerstraat”). De groene anodiseerstraat komt voort uit een Prisma-achtig project, uitgevoerd door de Universiteiten van Amsterdam en Rotterdam en een aantal anodiseerbedrijven. De huidige stand van zaken is dat in ieder geval twee bedrijven (een in Amsterdam en een in Etten) de groene straat in praktijk hebben gebracht. Het watergebruik is hiermee voor 80 procent gereduceerd. Spoel- en sproeitechnieken, cascadegebruik en verbeterde procesregeling bleken belangrijke oplossingsrichtingen:

- het zoveel mogelijk gescheiden houden van afvalwaterstromen waardoor her- gebruik na zuivering mogelijk is;
- continue, interne behandeling van procesbaden zodat een lange standtijd wordt bereikt;
- terughouding van grondstoffen in de procesbaden;

- meervoudig gebruik van spoelwater (tegenstroom, minimaal 3 cascades);
- terugwinning van grondstoffen in procesbaden (intern of extern);
- terugdringing gebruik van EDTA;
- vervanging van gechloreerde koolwaterstoffen (bijv. dichloormethaan) door hogere alcoholen.

Deze aspecten vormen een basis voor een algemeen concept voor kringloopsluiting in de galvanische industrie, en wellicht ook in andere bedrijfstakken.

Tijdens de workshop is voor de toekomst (15 - 20 jaar) de verwachting uitgesproken dat er drie afzonderlijke behandelingen zullen zijn in plaats van de zes nu, waarbij scheiding en hergebruik van water en grond-/hulpstoffen plaatsvindt. Bij het lakken in de zogenaamde coil coating industrie (Hunter Douglas, Hoogovens, chromateren) vinden dergelijke ontwikkelingen al plaats.

Ook reinigingsmiddelen zullen hergebruikt worden.

Verwacht wordt ook dat de badsamenstelling zal veranderen om de scheidingsstap effectiever en vooral efficiënter uit te kunnen voeren. Voorts zal het galvaniseringsproces bij een hogere temperatuur uitgevoerd gaan worden, waardoor de emissies naar de luchtfase toenemen: meer verdamping, eenvoudiger hergebruik. Door toepassing van lagere concentraties vindt minder uitsleep naar het spoelwater plaats.

Op grond van bovenstaand overzicht is het duidelijk dat er kansen liggen om te komen tot verbeteringen: niet alleen het watergebruik kan aanzienlijk worden gereduceerd, maar er treden ook bijkomende voordelen op, zoals een betere procesbeheersing, een hogere en constantere produktkwaliteit, een kortere doorlooptijd en minder grond- en hulpstofverliezen. Technisch gezien lijkt waterkringloopsluiting mogelijk. Met name in Duitsland lopen een aantal onderzoeken om dit aan te tonen. Water is, naast energie, grond- en hulpstoffen en alternatieve procesroutes slechts een van de onderdelen.

De ontwikkelingen in de markt en het implementeren van duurzaamheid zullen een aantal gevolgen hebben voor de procesvoering:

- vervanging natte door droge processen (stralen in plaats van beitsen/ontvetten);
- extra ruimtebeslag door toegevoegde technologie;
- complexere bedrijfsvoering met een behoefte aan extra monitoring en procesbewaking;
- geautomatiseerde processen in plaats van hand-/vakwerk;
- enerzijds specialisatie van bedrijven (vernikkelaars, verzinkers) om efficiënter te kunnen opereren en in te spelen op just-in-time levering;
- anderzijds schaalvergroting bedrijven om efficiënter te kunnen werken, just-in-time te kunnen leveren en investeringen te kunnen dragen;
- schaalverkleining van de afvalwaterbehandeling, onder andere door deelstroomzuivering.

De genoemde ontwikkelingen bieden aanknopingspunten en mogelijkheden voor waterkringloopsluiting in de branche.

4.3.6 Textielveredeling

In de literatuur is geen referentie aangetroffen over waterkringloopsluiting in deze branche. De deskstudie heeft wel een aantal aanknopingspunten opgeleverd.

Het textielproductieproces in Nederland behelst veelal alleen de nat-fysisch-chemische processen (textielveredeling). Het spinnen en weven geschiedt voor het merendeel in het buitenland (lage lonenlanden). Daar wordt het gewoven doek ook voorzien van sterkmiddelen (zetmeel en zetmeelderivaten). Het nat-fysisch-chemische proces kan worden opgesplitst in drie hoofdbehandelingen, te weten:

- voorbehandeling (ontsterken, afkoken, bleken);
- verven (hoofdbehandeling);
- finishen (nabehandeling).

De voorbehandeling levert qua omvang de grootste verontreiniging op: loog, peroxide, sterkmiddelen en detergenten. Watergebruik: 10 - 15 l/kg. Het verven heeft een rendement van 55 - 95 procent bij een minimum watergebruik van 10 - 15 l/kg. Niet het verven kost veel water, maar het naspoelen (uitspoelen verfstoffen). De verontreiniging bestaat uit zouten, verdickers, loog en kleurstoffen. Het finishen kost relatief weinig water. Bij de textielveredeling is het katoenverlies 20 procent.

De meeste bedrijven zijn loonbedrijven die werken volgens “just in time delivery”. Zij moeten zich zeer flexibel (moeten) opstellen t.o.v. (de wensen van) de klant. Produktkwaliteit en kostenniveau spelen een grote rol. Er wordt gewerkt in (kleine) batchpartijen, leidend tot veel productiewisselingen (op dezelfde machine) en het gebruik van veel verschillende kleuren en typen kleurstoffen. In een gemiddeld bedrijf worden ca. 400 verschillende verfsoorten gebruikt (waaronder disperse- en reactieve kleurstoffen).

Globaal kunnen er twee soorten water worden onderscheiden:

1. voorbehandelingswater en,
2. ververij water.

Beide soorten zouden anders moeten worden benaderd dan nu geschiedt:

1. Voorbehandelingswater bevat met name zetmeelachtige verbindingen en kent een relatief stabiele samenstelling. Een biologische behandeling is mogelijk en kan toereikend zijn. Nederlandse textielveredelingsbedrijven onderzoeken de mogelijkheden van biologische behandeling in eigen beheer. Hergebruik van effluent van een biologische zuiveringsinstallatie is onderzocht en gedemonstreerd bij een textielveredelingsbedrijf. Het bleek technisch haalbaar, maar is niet gerealiseerd op grond van de kosten. Mogelijk wordt dit besluit in de na-

bij toekomst herzien vanwege de stijgende kosten voor de lozing van afvalwater en de verwerking van slib en afvalstoffen.

2. Ververij water: de productiewisselingen leiden tot sterke variaties in de samenstelling, hetgeen hergebruik van water én kleurstoffen gecompliceerd maakt. Hergebruik van water alleen is al mogelijk. Er worden mogelijkheden gesignaleerd in de planning van de productielogistiek en trichromi (drie-kleurstoffensysteem, waarbij het risico van cross-contaminatie van verschillende chemicaliën afneemt). Belangrijke verontreinigingen zijn zouten en kleurstoffen. Mogelijke technieken voor verwijdering zijn omgekeerde osmose, verdamping (met integratie water en energie door herinzetten warm proceswater en hergebruik restwarmte). Voorbeeld is een Nederlandse chemische textielwasserij die microfiltratie toepast in combinatie met hyperfiltratie op proceswatertemperatuur. De gebruikte membranen zijn chemisch stabiel bij een temperatuur van 50 - 65 graden.

In een bedrijf in België waar spijkerbroeken worden geleverd blijkt waterkringloopsluiting goed mogelijk omdat de productie continu is en slechts één kleurstof (indigo) wordt gebruikt.

Die uniformiteit in productie en productieproces maakt waterkringloopsluiting een stuk eenvoudiger realiseerbaar, met name in financieel/economische zin.

Bij een veren en donsbedrijf in Duitsland (Brinkhaus), producent van onder meer dekbedden en overtrekken, is de waterkringloop voor 92 procent gesloten door toepassing van vergaande end-of-pipe zuiveringstechnologie (verdamping gecombineerd met energie terugwinning). Bij dit bedrijf is nadrukkelijk sprake van een management dat vooruitkijkt en innovatiegericht is.

In de textielveredeling is voor het verven van doek in Duitsland een alternatief gevonden voor het medium water, namelijk superkritisch kooldioxide. Dit blijkt een zeer efficiënt alternatief, omdat de opbrengst van verfstof op het textiel veel hoger is (96 -98 %). Het procédé wordt al getest op semi-technische schaal, maar praktijkinstallaties zijn nog niet gebouwd. De markt reageert vooralsnog afwachtend.

Door de aard van de branche in Nederland zal het terugwinnen van kleurstoffen moeilijk zijn. Verwijderen en eventueel elders herinzetten (bijvoorbeeld als “zwartmiddel”) is mogelijk een interessante optie. De haalbaarheid wordt dan bepaald door energie-integratie (met name bij verdamping, voordeel van herinzet van warm water en verminderde heffing/afvalstoffenverwerking).

De laatste jaren is veel bereikt door preventie van vervuiling. De branche noemt de mogelijkheden van volledige waterkringloopsluiting echter nog beperkt, met name door voornoemde marktontwikkelingen, waarbij de bedrijfstak economisch onder druk staat.

Tijdens de workshop is de verwachting uitgesproken dat de textielindustrie zal streven naar een verschuiving van nat-fysisch-chemische processen naar fysische

processen. Onderzoek wordt verricht aan elektrische- en plasmatechnieken, superkritische processen in kooldioxide, toepassen van enzymtechnologie (ontsterken) en inkjet-technologie.

Mogelijkheden voor kringloopsluiting lijken te liggen in de scheiding van twee watercircuits. Het voorbehandelingswater, dat na biologische behandeling wordt hergebruikt en het verrijwater waaruit via membraanprocessen of indampen de kleurstoffen kunnen worden verwijderd en het water kan worden hergebruikt, maar de kleurstoffen waarschijnlijk niet. De economische haalbaarheid zal met name worden bepaald door de mogelijkheden voor energie integratie.

4.4 Samenvattend overzicht

4.4.1 Inleiding

In het project is gezocht naar algemene mogelijkheden en knelpunten bij kringloopsluiting. Daarbij is de vooronderstelling geweest, dat er weliswaar nog technologische knelpunten zijn, maar dat die niet (meer) de belangrijkste obstakels vormen om na te gaan denken over en over te gaan tot waterkringloopsluiting. Waterkringloopsluiting heeft in dit kader in eerste instantie betrekking op het tot nul reduceren van emissies naar water. Daarnaast wordt gestreefd naar een minimaal gebruik (inname) van leiding- en grondwater. Randvoorwaarde voor het bereiken van deze milieudoelstellingen is, dat er geen verschuiving optreedt van de milieubelasting naar andere compartimenten (lucht, bodem).

In de literatuurstudie zijn vooral succesverhalen gevonden. Daaruit zijn een aantal motieven en succesfactoren te destilleren. In de deskstudie en de workshop zijn ook demotiverende factoren en faalfactoren naar voren gekomen. Alle factoren zijn terug te voeren tot de twee hoofddoelen van een onderneming: het bereiken van een positief bedrijfsresultaat en het waarborgen van de continuïteit van de onderneming, door het leveren van producten en diensten waar in de markt behoefte aan is.

In de vorige paragraaf is per bedrijfstak ingegaan op de resultaten van de inventarisatie. In deze paragraaf wordt getracht de resultaten op een algemeen niveau weer te geven en een aantal aspecten aan te geven die van invloed zijn op de mogelijkheden van kringloopsluiting.

In het volgende wordt eerst ingegaan op een aantal algemene technologische aspecten. Daarna wordt ingegaan op motieven en demotiverende factoren enerzijds en succes- en faalfactoren anderzijds. Motieven en demotiverende factoren hebben betrekking op de vraag: wat kan een bedrijf aanzetten of verhinderen na te gaan denken over sluiting van haar waterkringlopen? Indien een bedrijf bereid en gemotiveerd is de mogelijkheden voor waterkringloopsluiting nader te gaan bekijken, zullen succes- en slaagfactoren bepalen of waterkringloopsluiting uiteindelijk geïmplementeerd zal worden.

4.4.2 Technologische aspecten

Het valt op, dat ook bij de voorbeelden van volledige kringloopsluiting sprake van is zuivering buiten het primaire productieproces, een soort “end of pipe”-achtige maatregelen. Er wordt over het algemeen gekozen voor robuuste technieken, die zich al bewezen hebben, zoals sedimentatie, flocculatie, flotatie, snelle zand- en actief koolfiltratie, ionenwisseling en biologische afvalwaterzuivering (aëroob en anaëroob). Deze technieken blijken in de beschreven gevallen voldoende te werken. Pas als bewezen technieken die buiten het proces worden toegepast niet werken, wordt naar geavanceerdere en procesgeïntegreerde technieken gekeken, zoals membraantechnologie (micro-filtratie, ultra-filtratie, omgekeerde osmose, electro-dialyse), verdampingsprocessen, destillatie en geavanceerde oxydatie (ozon, peroxide, UV), al dan niet in combinatie met biologische zuiveringstechnieken. Het is niet helemaal duidelijk of deze insteek een verdergaande waterkringloopsluiting in de weg staat.

Uit de literatuur kan worden geconcludeerd, dat er technologisch reeds voldoende mogelijkheden lijken te bestaan om kringloopsluiting te realiseren. De gesignaleerde “technische” bezwaren lijken vaak eerder een kwestie van kosten of schaal-grootte. Wel gaat veel tijd en moeite zitten in het inregelen en optimaliseren van kringloopsystemen. Ten aanzien van de scheidingstechnologie kan worden gesteld, dat een verdere ontwikkeling in de breedte en rijpheid gewenst is, omdat daarmee de technische mogelijkheden van kringloopsluiting alleen nog maar vergroot zullen worden.

Er zijn een paar cases beschreven die wijzen in de richting van een algemeen concept (papier, galvano mogelijk textiel): scheiden van verschillende typen water in separate kringlopen (deelkringlopen), zuivering van het water in de diverse kringlopen en terugwinning van grond- en hulpstoffen. Verder lijkt het zinvol om verontreinigingen zo snel mogelijk na het ontstaan te verwijderen en het zuiveren te combineren met energierugwinning.

Om zinvol te kunnen monitoren en sturen in waterkringloopsystemen is kennis nodig over de bestaande en minimaal gewenste waterkwaliteiten en -kwantiteiten voor specifieke processen. Deze kennis ontbreekt nog vaak bij bedrijven, waardoor er op veilig wordt gespeeld: het gebruik van overmaten water en water van drinkwaterkwaliteit of gedemineraliseerd water. Het is voor waterkringloopsluiting van belang, dat deze kennisleemten worden ingevuld.

4.4.3 Motiverende en demotiverende factoren

Zoals gesteld gaat het op deze plaats om factoren die betrekking hebben op de vraag: wat kan een bedrijf er toe aanzetten of verhinderen om na te gaan denken over sluiting van haar waterkringlopen? Kennis van deze factoren levert aangrijpingspunten om de motivatie van bedrijven ten aanzien van waterkringloopsluiting te verhogen. Hierna worden de in de inventarisatie gesignaleerde motiverende en demotiverende factoren weergegeven.

Gesignaleerde motiverende factoren zijn:

- overheidsinvloed. In vrijwel alle beschreven cases vormt druk vanuit de overheid een belangrijke aanleiding om iets aan waterkringloopsluiting te gaan doen. Vanuit haar maatschappelijke verantwoordelijkheid wendt de overheid haar invloed aan om emissies van verontreinigende en toxische stoffen te reduceren en om het gebruik van (grond)water terug te dringen vanwege schaarste van schoon water en verdroging van gebieden. Ten aanzien van bedrijven worden daartoe instrumenten gebruikt als wet- en regelgeving, vergunningen, subsidies, heffingen, convenanten en voorlichting;
- bij bedrijven ontstaat soms de wens om voor een lange termijn te voldoen aan de (toekomstige) wensen van het bevoegd gezag (“om van het gezeur af te zijn”). Men anticipeert dus op komende eisen ten aanzien van de waterhuishouding door verder te gaan dan de geldende vergunningseisen en de waterkringloop te sluiten;
- kosten, waarbinnen drie deelaspecten kunnen worden onderscheiden:
 - de omvang van de huidige watergerelateerde kosten en de kansen die gezien worden om een aanzienlijke reductie van die watergerelateerde kosten te bereiken. Watergerelateerde kosten betreffen niet alleen de kosten van de inname van water, maar bijvoorbeeld ook de volgende posten:
 - grondwaterheffing;
 - voorbehandeling t.b.v. proces- of koelwater;
 - conditionering van proces- of koelwater;
 - afvalwaterzuivering;
 - transport afvalwater;
 - lozingsheffingen;
 - kwaliteitsmetingen (monitoring);
 - verwerking en afzet van slib en afvalstoffen die ontstaan na afvalwaterzuivering;
 - algemene beheerskosten.
 - de voorziene stijging van de watergerelateerde kosten (wanneer er geen maatregelen worden genomen) in de toekomst;
 - de voorziene reductie in kosten door terugwinning en hergebruik van waardevolle grond- en hulpstoffen en energie. In de papierproductie is het verlies van vezelmateriaal een belangrijke kostenpost. In de textielveredelingsindustrie is dat het verlies aan (reactieve) kleurstoffen en in de galvanische industrie het verlies aan nikkel.
- concurrenten met gesloten waterkringlopen die daardoor betere bedrijfsresultaten halen en/of reclame maken met hun water- en milieuprestaties;
- geografische omstandigheden, bijvoorbeeld waterschaarste of de afwezigheid van mogelijkheden voor de lozing van afvalwater;
- maatschappelijke druk, bijvoorbeeld door actiegroepen of het koopgedrag en eisen van afnemers;
- het maatschappelijk verantwoordelijkheidsgevoel, de milieubewogenheid van management en personeel van bedrijven. Het milieubewustzijn van mensen neemt nog steeds toe en klinkt steeds meer door in bedrijfsvoeringen, getuige

- de vele bedrijfsmilieuplannen (BMP's) en milieuzorgsystemen of geïntegreerde zorgsystemen voor kwaliteit, arbeidsomstandigheden en milieu;
- kansen die men ziet voor profilering en imagoverbetering, de PR-waarde van een bedrijf met een goede milieuprestaties. Een voorbeeld is het bedrijf 3M dat in de jaren tachtig het 3P-principe lanceerde voor al haar vestigingen: Pollution Prevention Pays. Een ander voorbeeld is papierproducent MODO/Van Gelder, die haar milieuvriendelijke processen gebruikt voor marketingdoeleinden.
 - er wordt een win-win situatie voorzien: door het sluiten van waterkringlopen kan het zijn dat ook andere knelpunten worden opgelost of voordelen worden bereikt ten aanzien van onafhankelijkheid, het energieverbruik, de stabiliteit van de bedrijfsvoering en/of de produktkwaliteit;
 - indien men toe is aan een vernieuwingen of vervangingen of men staat aan de start van een nieuwe investeringscyclus, ontstaat er vaak ruimte om wateraspecten mee te nemen in de beschouwing van nieuwe systemen, installaties en apparaten.

Gesignaleerde demotiverende factoren zijn:

- onbewustheid van de integrale watersituatie. Wanneer een bedrijf geen informatie heeft over haar watersituatie (de omvang, gevolgen en kosten van watergebruik of lozingen), zijn er geen initiatieven te verwachten van het bedrijf zelf. Men ziet geen knelpunt en geen kansen.
- men heeft in de huidige situaties reeds een complexe procesvoering waardoor men op ziet tegen wijzigingen;
- men voldoet aan bestaande vergunningen en voelt daardoor weinig aandrang om verder te gaan met reductie van emissies en watergebruik;
- het kan zijn dat men pas geleden heeft geïnvesteerd in procesverbeteringen, -uitbreiding of -vernieuwing;
- het ontbreken van kennis en informatie over de technische mogelijkheden die er zijn ten aanzien van waterkringloopsluiting kan er voor zorgen dat men als een berg op ziet tegen veranderingen in die richting;
- het ontbreken van informatie over inspanningen en resultaten die door collega's en concurrenten reeds gepleegd zijn ten aanzien van waterkringloopsluiting;
- water als enige kostenfactor is in veel situaties niet voldoende motiverend door de marginale bijdrage daarvan aan de kostprijs van een product. Uit de workshop kwam naar voren dat deze bijdrage meestal niet hoger is dan 2 procent:

papierindustrie	< 1 % (energie 8 % !)
groente en fruit	ca. 1 % (range 0.15 - 2.25 %)
polyesterproductie	1 - 2 %
zuivel: kaas	ca. 1 %
zuivel: luxe producten	ca. 2 %
- lange-termijn afspraken die in het verleden zijn gemaakt zijn tussen overheid en bedrijf of bedrijfstak, bijvoorbeeld over de hoeveelheid grondwater die onttrokken mag worden. Een ander voorbeeld is, dat een bedrijf langjarige afspraken heeft met een waterkwaliteitsbeheerder over de omvang en aard van de lozing om de RWZI goed te kunnen laten opereren.

- wettelijk vastgelegde afspraken over de te gebruiken waterkwaliteit, bijvoorbeeld in de voedingsmiddelenindustrie. Hoewel er technische mogelijkheden bestaan om water verantwoord te gaan hergebruiken, worden die niet toegepast omdat voorgeschreven is dat leidingwater gebruikt moet worden;
- paradigma's. Deze hebben te maken met gevestigde (voor)oordelen en principes van mensen. Blokkerende paradigma's zijn:
 - er is een overvloed aan (schoon) water, er is geen schaarste en die zal er ook niet komen;
 - water is goedkoop en wordt op locatie afgeleverd in voldoende hoeveelheden en kwaliteit;
 - "de watervervuiling die ik veroorzaak kan geen kwaad, de rioolwaterzuivering en de natuur zorgen er wel voor dat de vervuilingen worden afgebroken";
 - "vergunningverleners willen teveel te snel. Ze zijn niet praktisch, weten niets van bedrijfsvoering in de praktijk en kunnen de bedrijfseconomische gevolgen van geëiste maatregelen niet overzien";
 - "ik betaal toch voor het afvalwater dat ik loos";
 - "kijk naar het buitenland, daar doen ze niets aan het milieu. De concurrentiepositie wordt geschaad als ik wel wat ga doen";
 - "anderen lozen ook, mijn bijdrage is verwaarloosbaar";
 - "waterkringsluiting kan bij ons niet, is niet haalbaar, is te duur". Deze gedachte is dan vaak gebaseerd op een niet onderbouwde verwachting van de extra inspanningen om waterkringsluiting tot stand te brengen en in stand te houden;
 - milieutechnologie wordt gezien als een toegevoegde techniek en daarom extra kritisch beschouwd.

Het valt op dat de motiverende en demotiverende factoren grotendeels dezelfde factoren betreffen, maar dan als het ware twee zijden van een medaille. Het hangt af van de grondhouding / beeldvorming of een factor motiverend dan wel demotiverend wordt uitgelegd.

De paradigma's representeren negatieve attitudes, die niet snel tot waterkringsluiting-initiatieven zullen leiden. Het waterverbruik en de lozingen van proceswater worden niet als een probleem, en vermindering daarvan niet als een kans gezien. Wanneer dergelijke overtuigingen binnen een bedrijf gemeengoed zijn, zal eerst aandacht moeten worden besteed aan het ombuigen daarvan voor er daadwerkelijk initiatieven om te komen tot kringloopsluiting kunnen worden genomen.

4.4.4 Succes- en faalfactoren

Indien een bedrijf bereid en gemotiveerd is de mogelijkheden voor waterkringsluiting nader te gaan bekijken, zullen succes- en faalfactoren bepalen of waterkringsluiting uiteindelijk geïmplementeerd zal worden. In het volgende

komt een aantal factoren aan de orde die van belang zijn voor het slagen van het traject vanaf commitment tot de implementatie van waterkringloopsluiting.

- draagvlak binnen het bedrijf, bij alle betrokken mensen. Draagvlak houdt in, dat men niet alleen geïnformeerd is, maar ook dat men het nut (en de noodzaak) van waterkringloopsluiting inziet en daar achter staat. Zonder draagvlak zullen veranderingen richting waterkringloopsluiting niet tot stand komen of niet lang stand houden;
- draagvlak bij belangrijke externe instanties, zoals het bevoegd gezag en financierders. Externe instanties kunnen een belangrijke rol spelen door maatregelen richting waterkringloopsluiting te stimuleren en te faciliteren;
- kennis van de eigen huidige bedrijfssituatie met betrekking tot water. Deze kennis is onontbeerlijk om tot goede opties te komen voor waterkringloopsluiting;
- informatie over en kennis van technische mogelijkheden (opties) om waterkringlopen te sluiten. Deze kennis kan in het bezit zijn van het bedrijf zelf, danwel bij adviserende en engineerende instanties, bedrijfstakorganisaties, toeleveranciers, overheden of collega's en concurrenten. In ieder geval moet die kennis toegankelijk zijn en ingezet kunnen worden. Met behulp van die kennis kan een reeks interessante opties voor waterkringloopsluiting gegenereerd en beoordeeld worden;
- de aanwezigheid van opties voor waterkringloopsluiting die na beoordeling leiden tot een positief besluit door het management. In die beoordeling zullen een groot aantal factoren een rol spelen, zoals:
 - de uitkomst van de kosten/baten analyse;
 - de technische haalbaarheid. Zal de techniek doen wat er van verwacht wordt en ontstaan er geen technische problemen als ophoping van verontreinigingen en het ontstaan van stoffen die apparatuur aantasten;
 - de invloed op de produktkwaliteit, productiecapaciteit en bedrijfszekerheid. Kan er bijvoorbeeld een betrouwbaar monitoringsysteem opgezet worden om vroegtijdig storingen te kunnen signaleren en op basis daarvan te kunnen sturen en bijstellen;
 - de bedrijfsinpasbaarheid, zowel in praktische zin als in bedrijfseconomische zin. Kan de implementatie bijvoorbeeld gekoppeld worden aan geplande investeringen voor vernieuwingen en uitbreidingen;
 - de mate van waterkringloopsluiting die bereikt zal worden;
 - de aanwezigheid van de benodigde kennis voor ontwerp, implementatie, bediening, trouble-shooting en onderhoud;
- draagvlak voor en geloof in de gekozen oplossing voor waterkringloopsluiting bij alle betrokkenen;
- de kwaliteit van uitgevoerde pilotstudies;
- de kwaliteit van projectmanagement en implementatiebegeleiding;
- de zichtbaarheid van bereikte resultaten bij betrokkenen.

Ook deze factoren hangen sterk samen met de eerder genoemde (de)motiverende factoren.

4.5 Concluderende opmerkingen

In de gevonden cases van kringloopsluiting vormt druk vanuit de overheid een belangrijk motief. Hoewel de overheid niet expliciet een gesloten waterkringloop eist, is in die gevallen wel besloten om een stap verder te gaan (om er van af te zijn) en te komen tot waterkringloopsluiting. Daarbij wordt dan veelal een oplossing gekozen die zoveel mogelijk is losgekoppeld van het proces (end-of-pipe zuivering, of deelzuiveringen buiten de productstroom) en wordt gebruik gemaakt van conventionele, bewezen technieken.

Op basis van een analyse van motiverende factoren en slaag- en faalfactoren kan gesteld worden, dat het voor het stimuleren van kringloopsluiting van belang is de beeldvorming van de factoren die kringloopsluiting beïnvloeden en die nu veelal negatief is (en dus belemmerend) om te buigen in een positief (stimulerend) beeld. Zo moet bijvoorbeeld het beeld van “te duur” (gefocused op de kosten) worden omgebogen in “wat levert het op” (focus op besparingen, teruggewonnen grondstoffen, enzovoort). Er ligt een veelheid aan aangrijpingspunten om deze factoren te beïnvloeden en te komen tot een bredere realisatie van waterkringloopsluiting.

5. Interpretatie

In hoofdstuk 4 zijn de resultaten van de inventarisatie weergegeven. In dit hoofdstuk wordt ingegaan op de interpretatie die het projectteam aan deze resultaten heeft gegeven.

Wat opvalt aan de gevonden cases van (volledige) kringloopsluiting is, dat de aanleiding in de meeste gevallen overheidsdruk in de vorm van vergunningeisen is. Hoewel er in geen van de gevallen strikt genomen kringloopsluiting wordt geëist gaan bedrijven daartoe over, wellicht om een tijd “van het gezeur af te zijn”. In deze gevallen komt de motivatie voor kringloopsluiting dus voort vanuit externe prikkels, en heeft een negatieve ondertoon (eigenlijk is het doel niet zozeer kringloopsluiting als wel het op langere termijn geen “last” hebben van de overheid). Naar verwachting heeft dat invloed op de houding, het enthousiasme en het doorzettingsvermogen tijdens de implementatie.

In eerste instantie lijkt overheidsdwang dus een veelbelovende manier om te komen tot kringloopsluiting. Daar zijn enkele kanttekeningen bij te plaatsen.

- Allereerst is het opvallend dat er slechts enkele gevallen van volledige kringloopsluiting zijn beschreven. Kringloopsluiting is nog meer uitzondering dan reden. Het zou best zo kunnen zijn, dat een negatief beeld ontstaat rond kringloopsluiting door de manier waarop het nu tot stand komt. Overheidsdwang is het belangrijkste motief voor de betrokken bedrijven in de gevonden cases. Deze opgedrongen motivatie zorgt er voor dat bedrijven er niet “voor gaan” en speelt een demotiverende rol en versterkt het negatieve beeld rond kringloopsluiting bij anderen. Overheidsdwang als belangrijkste motivator versterkt een negatief beeld, dat voeding geeft aan weerstanden en bezwaren.
- De technieken die bij de gesignaleerde gevallen van waterkringloopsluiting worden toegepast zijn eigenlijk buiten het proces geplaatst. Er wordt een soort end of pipe zuivering toegepast om kringloopsluiting te realiseren. Procesgeïntegreerde maatregelen/oplossingen zijn niet gekozen. Het zoeken naar oplossingen vindt dan plaats op dezelfde manier als van oudsher naar milieuproblemen is gekeken. Er wordt een toegevoegde techniek geplaatst die liefst zo min mogelijk met het proces te maken heeft. Het plaatsen van zo’n toegevoegde techniek heeft weer tot gevolg, dat met name de kosten (negatieve aspecten) van de ingreep worden benadrukt. De opbrengsten worden vaak niet gezien, of niet toegerekend aan de milieutechniek. Er zijn dus de nodige vraagtekens te plaatsen bij overheidsdwang als panacee voor het realiseren van kringloopsluiting. Enerzijds lijkt het de enige weg, anderzijds lijkt het ook een belangrijke “sta in de weg”.

Gelet op de opmerkingen die hierboven zijn gemaakt over overheidsdwang en daarbij ook nog in aanmerking genomen de huidige ontwikkelingen op het gebied van het milieubeleid, zoals doelgroepenbeleid, integratie van bedrijfsinterne mili-

euzorg en vergunningverlening en verinnerlijking van het milieubeleid door milieuzorg en bedrijfsmilieuplannen, lijkt overheidsdwang niet de (enige) juiste weg. Als daarbij wordt meegenomen, dat er voor kringloopsluiting de nodige originaliteit, lef, draagvlak en doorzettingsvermogen nodig is, dan ligt het voor de hand om in aanvulling op overheidsdruk ook andere wegen te bewandelen. De uitdaging is om een situatie te creëren waarin bedrijven uit eigen beweging besluiten waterkringloopsluiting te realiseren.

In hoofdstuk vier is een groot aantal factoren genoemd die invloed hebben op de bereidheid van bedrijven om waterkringloopsluiting te overwegen en op de uiteindelijke realisatie van waterkringloopsluiting. Uit de literatuurstudie lijkt te komen, dat na overheidsdwang de uitkomst van de kosten/baten analyse doorslaggevend is. Veel andere factoren zijn direct of indirect terug te voeren op kosten of winstperspectieven. Wanneer waterkringloopsluiting op de een of andere manier bijdraagt aan het bedrijfsresultaat, en dit ook duidelijk zichtbaar wordt gemaakt voor de besluitvormers, kunnen autonome initiatieven verwacht worden. De crux zit hem dus in het ombuigen van de negatief economische waarde van (toegevoegde) milieutechnologie in een positief bedrijfseconomische waarde van waterkringloopsluiting.

In hoofdstuk 4 is naar voren gekomen, dat in de huidige situatie de kosten van maatregelen gericht op waterkringloopsluiting niet snel zullen worden terugverdiend door de besparingen op waterverbruik. De directe kosten van water zijn daarvoor te laag. Ondanks de te verwachten kostenstijging lijkt het onwaarschijnlijk, dat de kosten van water alleen zodanig worden dat ze in beslissingen een duidelijke/doorslaggevende rol gaan spelen. De besparingen waarmee investeringen voor het realiseren van kringloopsluiting verantwoord moeten worden, zijn eerder te vinden op het gebied van besparingen op grond- en hulpstoffen, de verwerking van afvalstoffen, de lozingsheffing en energiegebruik.

Het zichtbaar maken van de besparingen is dus belangrijk. Daarvoor dienen de watergerelateerde kosten in de huidige situatie en de nieuwe situatie goed in kaart te worden gebracht. Ten behoeve van maximale besparingen moeten alternatieven voor kringloopsluiting zodanig worden ingericht, dat daarmee de hergebruiksmogelijkheden optimaal worden benut. Dit kan worden vertaald naar een soort basisconcept voor kringloopsluiting: het scheiden van deelwaterkringlopen, zuivering binnen de deelwaterkringlopen, voorkoming van menging en verdunning van stoffen en het verknopen van energiestromen (pinch-technologie, exergie-analyse). Er zullen dus in-process maatregelen moeten worden getroffen om kringloopsluiting zo optimaal mogelijk te realiseren.

Bij het zichtbaar maken van besparingen en kosten zitten nog twee drempels:

- de huidige watersituatie is niet (helemaal) bekend. Er is vaak niet bekend welke waterstromen van welke kwaliteit er precies zijn;

- de minimale kwaliteitseisen die aan waterstromen gesteld moeten worden zijn niet (voldoende) bekend. Daardoor wordt het moeilijk in te schatten welk zuiveringsrendement noodzakelijk is om hergebruik mogelijk te maken, of wanneer de waterkwaliteit van een waterstroom zo laag is dat er gevaar ontstaat dat de kwaliteit van het product wordt beïnvloed. Door middel van monitoring kan de op dit terrein benodigde kennis / informatie worden verzameld.

Ingrijpen in het productieproces betekent, dat er mogelijk risico's ontstaan voor beïnvloeding van de produktkwaliteit en de productiviteit. Het is niet voldoende om deze risico's alleen in technologische zin te minimaliseren. Een wijziging van het productieproces zal twijfels oproepen binnen een bedrijf. Wil een dergelijke aanpak kans van slagen hebben, dan zal er intern draagvlak moeten worden gecreëerd zodat een positief beeld van kringloopsluiting ontstaat. Sleutelfiguren en "opinion-leaders" kunnen daarbij een grote rol spelen. Om die te kunnen identificeren moet er inzicht zijn in bedrijfsstructuur en -cultuur, alsook in de formele en informele besluitvormingsstructuren binnen een bedrijf. Daartoe zijn bruikbare methoden beschikbaar.

Uit het bovenstaande kan worden afgeleid, dat een aanpak die gericht is op het ontwikkelen van de kansen en mogelijkheden voor kringloopsluiting op twee peilers gestoeld zal moeten worden:

- de analyse van het productieproces en het genereren van nuttige en haalbare oplossingsrichtingen en het zichtbaar maken van de "winst" die daarin zit;
- het creëren van draagvlak.

Op basis van deze twee peilers kan een aanpak worden ontwikkeld die kansen en mogelijkheden voor waterkringloopsluiting op systematische wijze traceert en zichtbaar maakt en de betrokkenen weet te overtuigen van de zin van de oplossingen.

Uit het voorgaande komt het beeld naar voren, dat het realiseren van kringloopsluiting sterke analogie vertoont met andere innovatieprocessen. Er is een belangrijke overeenkomst met b.v procesinnovatie, reorganisaties en beleidsinnovatie. Voor beleidsmatige processen en bedrijfsprocessen zijn al systematische aanpakken ontwikkeld, bijvoorbeeld de beleidscyclus van Winsemius, STEPS en PRISMA. Het lijkt goed om aan te sluiten bij daar al ontwikkelde aanpakken en deze specifiek te gaan toepassen op waterkringloopsluiting. Zo ontstaat de vorm van een stappenplan, waarbij de aanpak er uit zal bestaan om bij elk van de stappen methoden en technieken of expertise aan te reiken die het doorlopen van de stappen kunnen faciliteren. In hoofdstuk 6 zal nader worden ingegaan op de voorgestelde aanpak.

6. Naar een benadering voor industriële waterkringloopsluiting

6.1 Inleiding

Industriële waterkringloopsluiting is een belangrijk aspect van duurzame ontwikkeling. De beschikbaarheid van voldoende water van geschikte kwaliteit is nu al een belangrijk aandachtspunt en wordt naar verwachting steeds belangrijker. In dat kader ontstaat er op overheidsniveau steeds meer aandacht en interesse voor een lange termijn visie en benadering. “Nul-gebruik van water” en vooral “nul-emissie naar water” vormen daarbij strategische doelstellingen.

In hoofdstuk 4 is naar voren gekomen, dat een aantal bedrijven hun waterkringlopen reeds vergaand gesloten hebben of daar hard aan werken. Soms betreffen dat eigen initiatieven, voortkomend uit de (toekomst)visie van bedrijven en kansen die men ziet m.b.t. kostenbesparingen en PR. Vaak echter zijn er andere motieven en stimuli in het spel, zoals vergunningseisen en regelgeving, het gewoonweg niet voorhanden zijn van geschikt water of een geschikte lozingsbestemming.

Uit de literatuur en op basis van ervaringen kan gesteld worden, dat bij industriële waterkringloopsluiting de technologie vaak niet het grootste struikelblok vormt. In veel gevallen van kringloopsluiting wordt zelfs gebruik gemaakt van conventionele, bewezen technieken. Op basis van een aantal evaluerende artikelen en vooral ervaringen in het projectteam wordt gesteld, dat de volgende zaken grootschalige toepassing van industriële waterkringloopsluiting in de weg staan:

- kringloopsluiting wordt om bepaalde redenen niet wenselijk of haalbaar geacht, bijvoorbeeld vanwege (beeldvorming van) de kosten of de (verwachte negatieve) invloed op de produktkwaliteit.
- onbewustheid bij bedrijven over de ecologische en bedrijfseconomische aspecten van watergebruik en emissies naar water;
- de afwezigheid van stimuli die bedrijven nopen tot het nadenken over de watersituatie, bijvoorbeeld lage watergerelateerde kosten, langlopende afspraken over onttrekkingen en lozingen, wettelijke eisen t.a.v. de te gebruiken waterkwaliteit, etc.;
- onvoldoende kennis en informatie bij bedrijven om te kunnen beoordelen of kringloopsluiting aantrekkelijk en haalbaar is;

Deze zaken bieden bruikbare aangrijpingspunten om te komen tot stimulering en het in brede kring als uitgangspunt geaccepteerd krijgen van industriële waterkringloopsluiting, via een samenspel van onder andere bedrijven, kennisorganisaties en overheid. De overheid zou zich, gezien de belangen en mogelijkheden, in dit spel meer de rol van partner en ondersteuner aan kunnen meten, in aanvulling op het gebruik van klassieke overheidsinstrumenten zoals verboden, geboden en vergunningen. De uitdaging ligt in het ombuigen van een negatief beeld (gefocust op de kosten van milieumaatregelen) in een positief beeld (gericht op de kansen en mogelijkheden van hergebruik van water en de daarin aanwezige

grond- en hulpstoffen), en het bewerkstelligen van commitment. Om het genoemde samenspel te faciliteren wordt gestreefd naar de ontwikkeling van een stimulerende benadering, een leidraad voor overheden, kennisorganisaties en vooral bedrijven om de drempels en mogelijkheden om te komen tot industriële waterkringloopsluiting te structureren en in kaart te brengen, methoden en oplossingsrichtingen te genereren en kennis en expertise toegankelijk te maken. De benadering zou er toe moeten aanzetten om tot waterkringloopsluiting te komen of dat te benaderen. In dit hoofdstuk wordt daartoe een aanzet gedaan.

6.2 Veranderingsprocessen

Voor het realiseren van industriële waterkringloopsluiting zullen veranderingen en innovaties in de processen van bedrijven nodig zijn die van invloed kunnen zijn op het productieproces en de productkwaliteit. Dergelijke maatregelen brengen de nodige onzekerheid en weerstand met zich mee. Een louter technologische benadering van dit veranderingsvraagstuk is daarom gedoemd te mislukken. Bovendien is gebleken, dat (het ontbreken van geschikte) technologie niet het belangrijkste knelpunt vormt. Tijdens fase 1 van het project is daarom besloten, dat een te ontwikkelen benadering, een belangrijk product van het totale project, een breder traject zou moeten beslaan dan alleen het genereren en beoordelen van technische verbeteropties voor industriële processen. De benadering dient ook in te gaan op de initiatie van veranderingen (bewustwording, overtuiging, commitment) en de organisatie van veranderingsprocessen. Bij veranderingsprocessen vormen de optimale inzet van bestaande kennis en hulpmiddelen en het omgaan met en ombuigen van weerstanden belangrijke aspecten. Veranderingsprocessen verlopen het best wanneer ze met draagvlak, enthousiasme en vastberadenheid worden uitgevoerd.

6.3 Onzekerheden bij veranderingsprocessen

Wanneer een bedrijf begint met het nadenken over haar watersituatie en het nastreven van waterkringloopsluiting rijzen allerlei onzekerheden:

- hoe staat het eigenlijk met de totale waterhuishouding in mijn bedrijf? (huidige situatie)
- waarom zou ik als bedrijf moeten streven naar een gesloten waterkringloop? (motieven)
- ben ik er als bedrijf klaar voor om na te gaan denken over het sluiten van mijn waterhuishouding? (obstakels)
- welke mogelijkheden zijn er om een gesloten waterhuishouding te realiseren? (opties)
- wat zijn de gevolgen van de diverse mogelijkheden voor mijn bedrijf (organisatorisch, personeel, bedrijfseconomisch, etc.)?
- welke andere partijen dienen betrokken te worden?

- welke risico's kleven er aan de diverse mogelijkheden, zowel tijdens als na de implementatie? (faalfactoren)
- wat is de realiseerbaarheid, de toepasbaarheid van de mogelijkheden voor mijn bedrijf?
- heb ik als bedrijf voldoende kennis in huis om het productieproces met een gesloten waterhuishouding te bedrijven en te onderhouden?
- hoe zet ik het veranderingsproces in gang? Hoe zet ik de eerste stap?
- hoe optimaliseer en beheers ik het veranderingsproces?

Door de vele onzekerheden bestaat de kans, dat een bedrijf door de bomen het bos niet meer ziet. Daardoor kunnen twijfels en weerstanden ontstaan. De beoogde benadering moet hulp bieden door op een systematische wijze in een vroeg stadium (dus voor ze gaan demotiveren) mogelijke knelpunten / problemen te signaleren. Verder moet de benadering een systematische, gestructureerde aanpak representeren en faciliteren, door het aanreiken van informatie, methoden en technieken om tot beantwoording van de vragen te komen. Deze kennis zal bij elkaar moeten worden gebracht uit verschillende vakgebieden, zoals technologie, bedrijfseconomie, milieu, veranderekunde, organisatiekunde en communicatie. Op deze wijze kunnen onzekerheden geminimaliseerd worden en kan de “winst” die door kringloopsluiting kan worden bereikt zichtbaar gemaakt worden.

6.4 Een stappenplan als raamwerk

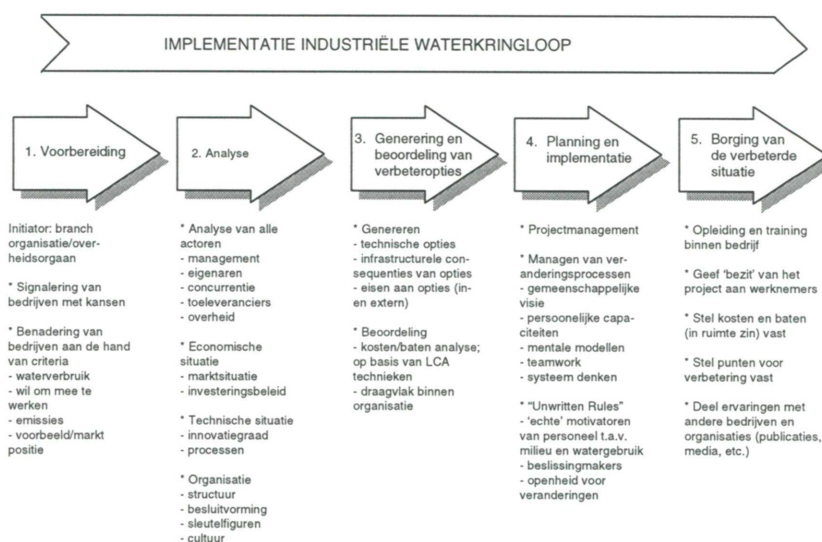
Zoals gesteld in de vorige paragraaf, zal de beoogde benadering kennis uit een groot aantal vakgebieden moeten integreren. Op hoofdlijn zal de benadering een combinatie moeten worden van het gestructureerd oplossen van problemen en veranderingsmanagement. Het introduceren van waterkringloopsluiting betekent namelijk het introduceren van veranderingen. Het vertoont een duidelijke analogie met andere innovatie- en veranderingsprocessen. Binnen verschillende terreinen bestaan er al algemene, geaccepteerde benaderingen voor veranderingsprocessen.

In de bedrijfskunde wordt de volgende algemene systematische aanpak voorgesteld voor bedrijfskundige problemen [14]: diagnose (probleemformulering, modelvorming en analyse), ontwerp (genereren en kiezen van oplossingen) en verandering (invoeren en bewaken).

De milieubeleidscyclus is o.a. uitgewerkt door Winsemius, in zijn boek “Gast in eigen huis” [13]. Winsemius onderscheidt vier fasen in het beleid: probleemverkenning en erkenning, beleidsvorming, uitvoering en handhaving. Deze fasen kunnen ook getypeerd worden als nadenken over problemen, nadenken over oplossingen, implementeren van oplossingen en de evaluatie en borging van de verbeterde situatie.

Binnen het projectteam is geconcludeerd dat, gelet op de analogie een systematische aanpak gebaseerd zou moeten worden op al bekende theorieën en aanpakken.

Deze moet dan vervolgens verder worden uitgewerkt en specifiek toepasbaar worden gemaakt voor de aanpak van kringloopsluiting. Op basis van de bedrijfskundige aanpak, de beleidstheorie en de ervaringen in het projectteam is een eerste aanzet voor een benadering opgezet. De benadering is vooralsnog opgebouwd uit vijf stappen. Het aantal stappen is geen vaststaand gegeven. De stappen zijn opgebouwd conform algemeen geaccepteerde grote lijnen, zoals beschreven in voorgaande alinea's.



Figuur 9

1. Voorbereiding
2. Analyse
3. Generering en beoordeling van verbeteropties
4. Planning en implementatie
5. Borging van de verbeterde situatie

In de volgende paragrafen wordt kort op deze stappen ingegaan (zie ook figuur 9). In bijlage F is voor enkele onderdelen van de aanpak een eerste aanzet tot uitwerking gegeven.

6.4.1 De voorbereiding

Doel van de voorbereiding is om draagvlak en commitment te laten ontstaan voor waterkringloopsluiting, mede op basis van het zo goed mogelijk in kaart te brengen wie er allemaal bij het project moeten worden betrokken, welke kennis beschikbaar is en op welke terreinen expertise aangetrokken moet worden.

De invulling van deze fase is afhankelijk van wie de initiator is. In het geval een bedrijf zelf de initiator is, zullen bedrijfsactoren na moeten denken over de vraag wie ze willen betrekken in de volgende stap, de analyse. Dat zal afhangen van de kennis en vaardigheden die ze zelf in huis hebben en de voorziene benodigde kennis en vaardigheden om de analyse uit te kunnen voeren. Andere motieven om bepaalde actoren te benaderen voor samenwerking kunnen betrekking hebben op het draagvlak en de acceptatie van latere veranderingen. Het kan bijvoorbeeld zinvol zijn de overheidsinstantie die als bevoegd gezag optreedt voor het bedrijf al in een vroeg stadium te betrekken.

In het geval dat de initiator niet een bedrijf zelf is, worden de volgende deelstappen voorgesteld:

- signalering van bedrijven met problemen en/of kansen m.b.t. water
- voorbereiding van de benadering van een bedrijf of bedrijven
- benadering van een bedrijf

Bij de signalering dienen criteria geformuleerd te worden: wat zijn interessante bedrijven uit het oogpunt van industriële waterkringloopsluiting. Naast het waterverbruik en de aard en omvang van emissies kunnen ook andere criteria een rol spelen, bijvoorbeeld de invloed van het bedrijf op andere bedrijven, de voorbeeldwerking en de bereidheid tot medewerking. Voor het selecteren van interessante bedrijven zal een checklist (voor een eerste aanzet zie bijlage F) en eventueel een selectiemethode ontwikkeld worden.

Ten behoeve van het benaderen van een bedrijf of bedrijven is een goede voorbereiding noodzakelijk. Daarbij is informatie over de bedrijfscontext en belangrijke bedrijfsgerelateerde actoren nodig. Deze voorbereiding moet resulteren in een communicatieplan, waarin weergegeven is op welke wijze, met welke actoren, met welke informatie welke persoon of personen benaderd zullen worden. Ook moet nagedacht zijn over effectieve argumenten die een bedrijf zouden kunnen motiveren deel te nemen aan het samenspel om tot waterkringloopsluiting te komen.

Bij de benadering van een bedrijf of bedrijven spelen diverse vaardigheden een rol: communiceren, presenteren, enthousiasmeren, het exploreren van belangen en visies, gezamenlijke visievorming en het formuleren van doelstellingen en randvoorwaarden, argumenteren, omgaan met weerstand, committeren en onderhandelen.

Een belangrijke vraag die op deze plaats nog open wordt gelaten is: wie voert die voorbereidende fase uit wanneer een bedrijf niet de initiator is? Dat zou de overheid kunnen zijn, maar ook een onafhankelijke intermediair. Van belang is in ieder geval, dat deze actor in het bezit is van de benodigde kennis en vaardigheden.

Bij de uitwerking van deze stap zullen diverse hulpmiddelen verzameld en geïntegreerd worden, bijvoorbeeld:

- technieken voor het identificeren en visualiseren van formele maar vooral informele besluitvormingsstructuren. Daarmee kunnen ook aan waterkringloopsluiting gerelateerde sleutelfiguren geïdentificeerd worden;

- methoden voor netwerkanalyse, ten behoeve van de identificatie van externe sleutelfiguren;
- richtlijnen en aandachtspunten voor het opstellen van een communicatieplan;
- een overzicht van presentatietechnieken en overtuigingsmethoden voor personen en groepen.

De voorbereiding dient te resulteren in draagvlak en commitment om de volgende fase in te gaan: een weergave van de bedrijfsomgeving en een benaderingsplan, wie moet op welke wijze met welke argumenten worden benaderd, wie moet er worden betrokken.

6.4.2 De analyse

De analyse heeft tot doel het verzamelen van relevante informatie over de huidige water situatie van het bedrijf en de context (de fysieke en communicatieve omgeving) van het bedrijf.

Informatie over het bedrijf betreft organisatorische, bedrijfseconomische en technische informatie. Relevante organisatorische informatie zal, naast een organisatieschema, bestaan uit schema's van de besluitvormingsprocessen en informatie over interne sleutelfiguren. Ook kenmerken van de bedrijfscultuur zijn van belang. Bedrijfseconomische informatie betreft o.a. de financiële positie, de marktpositie en het investeringsbeleid.

De technische situatie heeft o.a. betrekking op de processen, installaties, apparatuur, grondstoffen, producten, watergebruik, emissies, afval en het energieverbruik.

De context van het bedrijf kan gekarakteriseerd worden door informatie over relevante externe actoren, zoals leveranciers, afnemers, bevoegd gezag, adviseurs en omwonenden. De informatie kan o.a. betrekking hebben op rol, invloedspositie t.o.v. het bedrijf, trends en expertise.

Hulpmiddelen die voor deze stap zullen worden ontwikkeld, zijn bijvoorbeeld:

- checklists voor organisatorische, bedrijfseconomische en technische informatie (voor een eerste aanzet zie bijlage F);
- lijsten met informatiebronnen waar organisatorische, bedrijfseconomische en technische informatie zo snel en efficiënt mogelijk verkregen kan worden;
- methoden voor het schematiseren van productieprocessen met de nadruk op het watermanagement;
- benchmark-gegevens voor bedrijven.

De resultaten van de analyse moeten de voedingsbodem vormen voor het verbetertraject. Op basis van de resultaten moeten de volgende vragen beantwoord kunnen worden:

- wat zijn relevante knelpunten en/of kansen t.a.v. water?
- wat zijn achterliggende redenen/oorzaken van knelpunten/kansen?

- wat zijn belangrijke stimuli voor het bedrijf?
- wat zijn belangrijke actoren voor het bedrijf?
- welke knelpunten en/of kansen gaan de volgende stappen in?

Er worden op deze plaats geen uitspraken gedaan over wie de analyse het beste uit kan voeren. Wel kan gesteld worden dat bedrijfsfactoren een grote rol zullen spelen.

6.4.3 Het genereren en beoordelen van verbeteropties

Zoals de titel al aangeeft is het doel van deze stap het genereren van oplossingsrichtingen en vervolgens het beoordelen van deze oplossingsrichtingen op basis van een aantal criteria. Het genereren en beoordelen van verbeteropties zijn belangrijke oplossingsgerichte stappen in het geheel. Ten behoeve van structurering en een optimaal resultaat is het zinvol onderscheid te maken tussen het genereren enerzijds en het uitwerken en beoordelen anderzijds.

Het *genereren van verbeteropties* is een creatief, kennisintensief proces. De resultaten van de analyse vormen daarvoor de inhoudelijke voedingsbodem. Daarnaast is de inbreng van de juiste mensen met de juiste expertise op relevante vakgebieden (met name technologie, maar ook organisatie en logistiek) en met een geschikte attitude van belang om in eerste instantie een zo breed mogelijke waaier van verbeteropties te creëren in een open proces. Qua vorm kan gedacht worden aan het gebruik van creativiteitsstimulerende technieken/bijeenkomsten, zoals brainstorming, brainwriting, Delphi, synectics, morfologisch-analytische technieken en gaming/simulatie. Deze technieken richten zich op het wegnemen van mentale blokkades door mensen los te maken van hun omgeving en standpunten en van daar uit te stimuleren tot nieuwe gezichtspunten. Er zijn organisaties met mensen die gespecialiseerd zijn in het begeleiden van sessies waarin deze technieken doelgericht worden toegepast. Ook zijn er speciale faciliteiten en hulpmiddelen die (onder begeleiding) gebruikt kunnen worden, zoals een “electronic boardroom” voor groepsprocessen en checklists.

Het *beoordelen van verbeteropties* is een iteratief proces van het uitwerken van voor- en nadelen, het toetsen en (voor)selecteren en het verfijnen, detailleren van opties. Het toetsen vindt plaats aan de hand van een aantal relevante criteria. Het uitwerken vergt de inzet van hoogwaardige expertise. De uiteindelijke selectie is taak voor de betreffende besluitvormers. Een techniek als multi-criteria analyse kan gebruikt worden om tot een zo objectief en naspeelbaar mogelijke toetsing te komen.

Op basis van bestaande ervaringen en literatuur zou een checklist opgesteld kunnen worden met een overzicht van mogelijke beslisriteria. Uit zo’n checklist kunnen dan in een bepaalde specifieke situatie de uiteindelijke beslisriteria geselecteerd worden.

teerd worden. Voorbeelden van criteria zijn: de voorziene reductie van emissies en watergebruik, kosten/baten analyse, bedrijfseconomische haalbaarheid/aantrekkelijkheid en invloed op de bedrijfszekerheid en de produktkwaliteit. De waarde van een checklist is gelegen in het kunnen aflopen van criteria die in andere gevallen relevant bleken. Daarmee wordt de kans dat relevante criteria over het hoofd worden gezien geminimaliseerd.

Voor de vertaalslag van criteria naar een overall oordeel zijn zoals gezegd technieken als multi-criteria analyse beschikbaar. Hiermee is het ook mogelijk om een gevoeligheidsanalyse uit te voeren. Daarmee kan een indruk verkregen worden van de gevoelige factoren en de robuustheid van de voorkeursvolgorde.

Bij het uitwerken van opties kan modellering een rol spelen, bijvoorbeeld om zicht te krijgen op de technische haalbaarheid.

Bij het genereren en beoordelen van verbeteropties is het van groot belang aandacht te schenken aan het verkrijgen van draagvlak en commitment binnen het bedrijf. Ook ten behoeve van een optimale kwaliteit van verbeteropties wordt aanbevolen om zoveel mogelijk betrokkenen mee te laten denken.

Het resultaat van deze stap zou een (enkele) oplossingsrichting moeten zijn die op basis van de gebruikte criteria het meest geschikt is om te komen tot kringloopsluiting.

6.4.4 Planning en implementatie

Doel van deze stap is zicht te krijgen op hoe het optimale implementatietraject er uit ziet (wie, wat, hoe, wanneer). Daarbij is het van belang een goed inzicht te krijgen in hoe opeenvolgende stappen en maatregelen (korte termijn/ lange termijn) kunnen leiden tot de realisatie van kringloopsluiting en hoe deze het best kunnen worden ingepast in de bedrijfsvoering en investeringscyclus. Met het resulterende plan kan de implementatie in gang gezet worden.

Bij planning en implementatie kunnen verschillende soorten kennis en vaardigheden een rol spelen, bijvoorbeeld ten aanzien van interactieve planvorming (ten behoeve van kwaliteit en draagvlak bij betrokkenen), communicatie, projectmanagement, veranderingsmanagement, opleiding en training en het zichtbaar maken van resultaten t.b.v. terugkoppeling naar betrokkenen. Het proces van planning en implementatie dient bij te dragen aan de verankering van de kringloopgedachte binnen het betreffende bedrijf.

Deze stap dient uit te monden in een planning waarin het traject om te komen tot kringloopsluiting is weergegeven. Daarin dienen ook duidelijke mijlpalen aangegeven te worden, waarmee de voortgang van het traject kan worden “gevierd”.

6.4.5 De borging van de verbeterde situatie

Doel van de borging is het in stand houden van de veranderingen, bijvoorbeeld door het vastleggen van nieuwe werkwijzen, taken, verantwoordelijkheden en bevoegdheden in een kwaliteitszorgsysteem. Een trend op dit terrein is de integratie van de systemen voor kwaliteitszorg, milieuzorg, arbeidsomstandigheden en veiligheid tot een zogenaamd Total Quality Control System.

Een belangrijk aspect van borging is het continu zichtbaar maken en terugkoppelen van de resultaten van de veranderde werkwijzen en processen, bijvoorbeeld in de vorm van “bedrijfswatermeters” en een emissie-indicator. Terugkoppeling kan het “waterbewustzijn”, de betrokkenheid en het enthousiasme in stand houden. Hiermee wordt tevens de basis gelegd voor volgende verbeteringen. Er kan een lijst van aspecten worden opgesteld die zich met name lenen voor voortgangsbewaking, waarbij dan ook wordt aangegeven hoe deze voortgang op de meest stimulerende manier kan worden weergegeven en hoe het traject het best kan worden opgenomen in een zorgsysteem. Daarbij kan bijvoorbeeld gebruik worden gemaakt van ervaringen bij verschillende bedrijven.

6.5 Verdere uitwerking van het stappenplan

Verdere uitwerking en specificatie van de basisstappen uit 6.4 zal plaatsvinden in de loop van het project. Daarin zal de aanpak, die nu nog met name is ontleend aan de algemene literatuur specifiek worden gemaakt voor het vraagstuk “hoe kan ik in mijn situatie kringloopsluiting realiseren?”. Dit zal in eerste instantie plaatsvinden aan de hand van specifieke literatuur, kennis en ervaringen bij RIZA, ADL en TNO en cases. Om zo goed mogelijk te garanderen dat de methodiek praktisch hanteerbaar wordt, zal er zoveel mogelijk worden aangesloten bij de praktijk en praktijkgerichte kennis. Het beeld dat nu bestaat is om de methode steeds verder in te vullen door deze, na een eerste aanzet op basis van literatuur en eigen ervaring, een aantal keren te gaan toepassen. Het niveau van toepassing wordt daarbij steeds praktijkgericht en gedetailleerder. Ter verduidelijking: eerst toepassen “op papier” op goed gedocumenteerde cases, vervolgens “naspelen” binnen bedrijven waar al vergaande kringloopsluiting is gerealiseerd en vervolgens enkele malen toepassen in case studies. In elk stadium kan de methode dan verder worden aangescherpt en meer op de praktijk worden toegespitst. Bij de verdere invulling van de methode zullen dan per stap praktische hulpmiddelen ontwikkeld worden door dieper in te gaan op:

- werkwijze, stappen, activiteiten (wat, hoe)
- relevante actoren (wie)
- communicatie (wie, wat en hoe)
- bestaande hulpmiddelen: methoden, technieken, systemen, software, normen, checklists, etc (waarmee).

Door de verdere invulling voornamelijk op de praktijk en praktijkgerichte kennis te baseren, wordt de kans op een product met een maximale praktische bruikbaarheid vergroot. De hulpmiddelen zijn op zich geen antwoorden op het complex van waterkringsluiting-vragen, maar daarmee moet wel het vraagstuk “hoe kom ik tot kringloopsluiting” worden gestructureerd, mogelijke vragen en knelpunten worden gesignaleerd, het genereren van oplossingsrichtingen worden ondersteund en het vinden van de benodigde kennis en expertise worden vereenvoudigd. De aanpak moet verschillende aspecten die meespelen bij kringloopsluiting op een rijtje zetten. Daarbij moet naast de kosten en inspanningen die realisatie vergen, duidelijk zichtbaar worden gemaakt wat de opbrengsten zijn. Uiteindelijk moet de aanpak stimuleren om met kringloopsluiting aan de slag te gaan.

7. Referenties

- [1] Reader InnovatieCentrum Netwerk Nederland over innovatie diffusie, met o.a. bijdragen van Rogers en Blauw, 3 augustus 1990
- [2] Innova: vernieuwen met vertrouwen, nieuw initiatief maakt innovatierisico's beheersbaar, UT Mediair, november 1995
- [3] Stichting Technology Rating, ING e.a.
- [4] MKB: Samenwerken: vechten of vlechten, Innovatiecentra Netwerk Nederland, december 1994
- [5] Technology transfer, Informatie, jaargang36, nr.5
- [6] Technologie transfer, een moeizaam proces, Milieumagazine ½ 1993
- [7] Vertrouwen wekken in het veranderingsproces, Informatiemanagement, juni/juli 1994
- [8] Het innovatieproces: vat krijgen op verborgen klantenwensen, Management en Informatie, maart 1994
- [9] Technologie en milieubeheer, A.P.J. Mol, G.S. Spaargaren en B. Klapwijk (red.), Sdu 1991
- [10] Energy conservation and Investment behaviour of firms, Economic and Social Institute, VU Amsterdam, oktober 1995
- [11] Milieubeleid van onderaf gezien, Een handleiding voor beleidsvoerders, J. Grin en H. van de Graaf, PSCW-UvA, mei 1996
- [12] Industrieel waterbeheer: Stand van zaken, behoeften en mogelijke ontwikkelingsrichtingen, J.W. Assink, P. Bekkers, A.M.C.P. de Jong, D.R. van Veldhuisen en A. Weenk, TNO-rapport R95-242, juli 1995
- [13] Gast in eigen huis, Pieter Winsemius
- [14] PolyBedrijfskundig Zakboekje, PBNA, 1992
- [15] Handboek Gestructureerd Modelleren, versie 2, S.I. Timmerman, A. Weenk, L.B.M. van Kessel en G. Brem, TNO-rapport R95-392, december 1995

8. Conclusies en aanbevelingen

8.1 Conclusies

Industriële waterkringloopsluiting vindt tot op heden nog geen brede toepassing. Wel worden vele initiatieven waargenomen ter reductie van het gebruik van (proces)water en emissies naar (oppervlakte)water, maar deze leiden nog niet vaak tot volledige waterkringloopsluiting. De initiatieven komen vaak voort uit eisen en randvoorwaarden die de overheid aanlegt ten aanzien van de water onttrekking en lozing van afvalwater en daarvan afgeleid de bedrijfsvoering. In eerste instantie lijkt overheidsdwang een veelbelovende en zelfs noodzakelijke manier om te komen tot kringloopsluiting.

Geconstateerd is, dat bedrijven soms verder gaan dan de vergunningseisen en tot volledige waterkringloopsluiting over gaan. In die gevallen is het overwegende motief, dat men dan “onafhankelijk” is van - en geen “last” meer heeft van - de eisen van het bevoegd gezag.

Bij het sluiten van de waterkringlopen wordt veelal gebruik gemaakt van conventionele technieken, die buiten het primaire productieproces plaatsvinden (end-of-pipe). Het plaatsen van een toegevoegde techniek heeft tot gevolg dat met name de kosten (negatieve economische waarde) van de ingreep worden benadrukt en versterkt. De opbrengsten worden vaak niet gezien, of niet toegerekend aan de milieutechniek.

Het projectteam is van mening dat die wijze van oplossingen zoeken de doorbraak naar kringloopsluiting belemmert. Hoewel bijvoorbeeld cascadering uit een oogpunt van waterbesparing zinvol en waardevol kan zijn, moet de doorbraak veeleer gezocht worden in procesgeïntegreerde maatregelen, waarbij niet alleen het water wordt gerecycled maar ook grond- en hulpstoffen teruggewonnen kunnen worden. Dit levert winst vanuit een economisch- en milieuperspectief.

In de studie is de vooronderstelling bevestigd, dat technologische problemen geen dominante rol spelen als belemmering voor industriële waterkringloopsluiting. De al bestaande technische mogelijkheden en procesgeïntegreerde oplossingen worden nog lang niet allemaal benut. Wel van belang is, dat een bedrijf op efficiënte wijze de benodigde kennis en ervaringen kan lokaliseren om de optimale technische oplossing te kunnen selecteren en realiseren.

Bij het beschouwen van de mogelijkheden van waterkringloopsluiting is een belangrijke kennisleemte gesignaleerd. Het is binnen een bedrijf vaak onbekend wat de minimaal benodigde waterkwaliteit en kwantiteit is voor een specifiek proces. Deze kennis is van groot belang, mede om waterkringloopsystemen doelmatig te kunnen monitoren en sturen.

Uit een analyse is een groot aantal, vooral niet-technische factoren naar voren gekomen die invloed hebben op de motivatie tot en het welslagen van waterkringloopsluiting. Deze factoren vormen allemaal aangrijpingspunten om tot bredere implementatie van waterkringloopsluiting te komen. Door kennis van de factoren te integreren in een voor een bedrijf praktisch toepasbare benadering kan het over-

gaan tot waterkringloopsluiting gefaciliteerd worden. Bovendien levert zo'n benadering inzicht in nieuwe mogelijkheden en rollen in het motivatie- en veranderingsproces richting waterkringloopsluiting voor externe belanghebbende actoren, zoals de regulerende, sturende en controlerende overheden.

Het (realiseren van het) kringloopsluitingsproces vertoont een duidelijke analogie met veranderingsprocessen in zijn algemeenheid. Voor een aantal van die processen zijn algemeen toepasbare stramien, theorieën en methoden beschikbaar. Bij de opgezette aanzet voor een methodiek voor kringloopsluiting is, vanwege de genoemde analogie, gebruik gemaakt van deze theorieën en methoden. Deze moeten verder worden uitgewerkt en toepasbaar gemaakt voor de aanpak van kringloopsluiting. Op basis van de bedrijfskundige aanpak, de beleidstheorie en de ervaringen in het projectteam is een eerste aanzet voor een benadering opgezet. De benadering is vooralsnog opgebouwd uit vijf stappen:

1. Voorbereiding
2. Analyse
3. Generering en beoordeling verbeteropties
4. Planning en implementatie
5. Borging van de verbeterde situatie

8.2 Aanbevelingen

- Aanbevolen wordt de methode zoals die in aanzet gegeven is verder te ontwikkelen. Daarbij is de uitdaging om kennis en ervaringen uit allerlei technische en niet-technische disciplines doelgericht te integreren zonder het wiel opnieuw uit te vinden. Dit zou tot een praktisch bruikbaar hulpmiddel moeten leiden voor bedrijven die overwegen over te gaan tot waterkringloopsluiting.
- Op basis van de gesignaleerde factoren die invloed hebben op de motivatie tot en het welslagen van waterkringloopsluiting, zijn ideeën ontstaan over nieuwe rollen en benaderingen voor externe actoren, met name de overheid, ten aanzien van industriële waterkringloopsluiting. Voorbeelden zijn actieve communicatie van kennis en ervaringen, behaalde resultaten en betrokken actoren, het doorlopend inventariseren en toegankelijk maken van artikelen en informatie over gevallen van waterkringloopsluiting (case-database) en een rol als facilitator of makelaar voor kennis, informatie en middelen op het gebied van waterkringloopsluiting. Aanbevolen wordt om de ideeën verder uit te werken en te beoordelen op nut en haalbaarheid.
- Een derde aanbeveling is, om onderzoek te laten plaatsvinden naar de minimaal benodigde waterkwaliteit en -kwantiteit van bepaalde processen. Daarmee ontstaat meer zicht op de mogelijkheden van efficiënte waterkringloopsluiting en de voorwaarden voor een effectieve monitoring van waterkringloopsystemen.

9. Verantwoording

Naam en adres van de opdrachtgever:

RIZA
Lelystad

Namen en functies van de projectmedewerkers:

J.J.M. van de Worp
A. Weenk
W.J.P. Bosma (ADL)
R. Boulan (RIZA)

Namen van instellingen waaraan een deel van het onderzoek is uitbesteed:

Arthur D. Little International Inc.

Datum waarop, of tijdsbestek waarin, het onderzoek heeft plaatsgehad:

juli - december 1996

Ondertekening:



Ir. J.J.M. van de Worp

Goedgekeurd door:



Dr.ir. I.W. Koster