

BIJLAGENRAPPORT

Laan van Westenenk 501
Postbus 342
7300 AH Apeldoorn

www.mep.tno.nl

TNO-rapport

T 055 549 34 93

R 96/506-A

F 055 549 32 01

info@mep.tno.nl

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.

Inhoudsopgave

BIJLAGE A	LITERATUURLIJST/-BESTANDEN
BIJLAGE B	OVERZICHT DESKSTUDIE
BIJLAGE C	OVERZICHT HULPMIDDELEN (MODELLEN)
BIJLAGE D	WORKSHOP
BIJLAGE E	WATERKWALITEITSRICHTLIJNEN
BIJLAGE F	ONDERDELEN AANZET METHODIEK

Bijlage A Literatuurlijst/-bestanden

- Ref. 1
 Artikelnummer: 110:198590 CA
 Titel: Recovery and recycling of liquid effluent at GNFC -
 a step towards effluent
 Auteurs: Karia, V. K.; Joshi, V. S.
 Instantie: Gujarat Narmada Valley Fert. Co. Ltd.,
 Narmadanagar, 392 015, India
 Bron: Water Sci. Technol. (1988), 20(10), 175-82
- Ref. 2
 Artikelnummer: 110:116532 CA
 Titel: The reuse of reactive dye liquors using charged
 ultrafiltration membrane technology
 Auteurs: Erswell, A.; Brouckaert, C. J.; Buckley, C. A.
 Instantie: Dep. Chem. Eng., Univ. Natal, Durban, 4001, S.
 Afr.
 Bron: Desalination (1988), 70(1-3), 157-67
- Ref. 3
 Artikelnummer: 4100518
 Titel: Reduced water consumption and treatment of effluents
 by industry take on a new dimension.
 Auteurs: KOLLATSCH D
 Instantie: Landesamt für Wasser und Abfall, Hildesheim
 Bron: Korrespondenz Abwasser, 1990, 37, No.5, 560-564
- Ref. 4
 Artikelnummer: 3932122
 Titel: Evaluation of industrial cooling systems using
 reclaimed municipal wastewater.
 Auteurs: ASANO T; MUJERIEGO R; PARKER J D
 Instantie: California State Water Resources Control Board,
 Sacramento
 Bron: Water Science and Technology, 1988, 20, No.10, 163-174.
- Ref. 5
 Artikelnummer: 3802503
 Titel: Reuse of wastewater for industrial cooling systems.
 Auteurs: REBHUN M; ENGEL G
 Instantie: Virginia Polytechnic Institute and State
 University, Blacksburg
 Bron: Journal of Water Pollution Control Federation, 1988, 60,
 No.2, 237-241.
- Ref. 6
 Artikelnummer: 3931512
 Titel: Reverse osmosis applications in industrial water
 treatment.
 Auteurs: SINISGALLI P D; McNUTT J L
 Instantie: Camp Dresser & McKee Inc., Boston, Mass.
 Bron: Managing a Priceless Resource, Proceedings American
 Water Works Association Annual Conference, Washington,
 D.C., 1985, 933-945.
- Ref. 7

Artikelnummer: 3504587
Titel: Membrane techniques for renovating industrial effluents.
Auteurs: SQUIRES R C
Instantie: Binnie & Partners, London
Bron: Aqua, 1985, No.3, 160-171.

Ref. 8
Artikelnummer: 4037212
Titel: Experimental study on integrated membrane processes in the treatment of solutions simulating textile effluents. Energy and exergy analysis .
Auteurs: CALABRO V; PANTANO G; KANG M; MOLINARI R; DRIOLE E
Instantie: Calabria University, Arcavacata di Rende
Bron: Desalination, 1990, 78, No.2, 257-277.

Ref. 9
Artikelnummer: 4141386
Titel: Textile effluent treatment in the light of the new wastewater management directive.
Auteurs: SCHMID G
Bron: Melliand Textilberichte, 1991, 72, No.7, 557-562

Ref. 10
Artikelnummer: 4001050
Titel: An algorithmic simulation model of accumulation of impurities in industrial plant recycled water systems.
Auteurs: KOGAN B I; PORYADINA G V; RUDENKO O A
Instantie: Central Scientific Research Institute of the Tin Industry, Novosibirsk
Bron: Soviet Journal of Water Chemistry and Technology, 1989, 11, No.1, 11-13.

Ref. 11
Artikelnummer: 3722382
Titel: Use of wastewater from the production of polyvinyl chloride resin as make-up for recycled cooling water systems.
Auteurs: PUGACH M P; ISAEV N I; GORBACHEV A K; ANDRYUSHCHENKO F K; VINARSKII N S
Instantie: V. I. Lenin Polytechnic Institute, Kharkov
Bron: Soviet Journal of Water Chemistry and Technology, 1985, 7, No.1, 81-84.

Ref. 12
Titel: Cleaner production: an industrial example
Auteurs: Clements and Thompson
Instantie: Commercial Polymers Pty Ltd, Australia
Bron: J. Cleaner Prod. 1993, volume 1 Number 1

Ref. 13
Artikelnummer: 2810936
Titel: Closed up water-supply systems and re-use of treated effluents in the pulp and paper industry of the U.S.S.R.

Auteurs: NIKITIN J W
Instantie: VNPI BOUMPROM
Bron: USA/USSR Symposium on Recycling Water Supply Systems,
NTIS Report PB 289 865, 1978, 54-58 (P09D UNI)

Ref. 14
Artikelnummer: 2810935
Titel: The role of waste-water re-use and process loss
control in paper industry waste-water management.
Auteurs: GELLMAN I
Instantie: NATIONAL COUNCIL OF THE PAPER INDUSTRY FOR AIR
AND STREAM IMPROVEMENT, INC.
Bron: USA/USSR Symposium on Recycling Water Supply Systems,
NTIS Report PB 289 865, 1978, 47-54 (P09D UNI)

Ref. 15
Artikelnummer: 124:154811 HCA
Title: Successful implementation of a zero discharge
program
Auteurs: Klinker, Ronald T.
Instantie: Hennepin Paper Co., Little Falls, MN, 56345, USA
Bron: Tappi J. (1996), 79(1), 97-102 CODEN: TAJODT; ISSN:
0734-1415

Ref. 16
Artikelnummer: 124:154656 HCA
Title: Meadow Lake marks fourth year of zero liquid
effluent pulping
Auteurs: Meadows, Donald G.
Instantie: USA
Bron: Tappi J. (1996), 79(1), 63-8 CODEN: TAJODT; ISSN: 0734-
1415
DT Journal

Ref. 17
Artikelnummer: 123:231713 HCA
Title: Rust-NCASI study evaluates closed deinking mill
feasibility
Auteurs: Badar, Tanwir; Hodge, Glenn; Wiegand, Paul
Instantie: Rust Environment and Infrastructure, Houston,
TX, USA
Bron: Pulp Pap. (1995), 69(5), 109-10, 113-14, 117-18 CODEN:
PUPAA8; ISSN: 0033-4081

Ref. 18
Artikelnummer: 93:53105 HCA
Title: A paper mill water treatment and reuse system for
zero discharge
Auteurs: Schirtzinger, M. M.
Instantie: M. M. Schirtzinger and Assoc., Ltd.,
Chillicothe, OH, 45601, USA
Bron: Proc. Ind. Waste Conf. (1980), Volume Date 1979, 34th,
594-9 CODEN: PIWCAX; ISSN: 0073-7682

Ref. 19

Titel: Wastewater reclamation system ups productivity, cuts
water use
Auteurs: Warnke, Thomas and Creason
Instantie: Beckman Instruments Inc., USA
Bron: Chemical Engineering march 28, 1977

Ref. 20
Artikelnummer: 116:180366 CA
Title: Closed-looped metal finishing processes
Auteurs: Greiner, Timothy J.
Instantie: Off. Safe Waste Manag., Dep. Environ. Manag.
Commonw. Massachusetts, MA, USA
Bron: Proc. AESF Annu. Tech. Conf. (1990), 77th(Vol. 2), 867-
77 CODEN: PATCEY

Ref. 21
Titel: Abwasserfreie Galvaniken, vorgestellt an drei
Beispielen aus der Praxis
Auteurs: Naujoks und Fischer
Instantie: ?
Bron: Galvanotechnik D-7968, 82 (1991), nr. 12

Ref. 22
Artikelnummer: 108:208380 CA
Title: AQUATECH system - a commercial process to recycle
spent pickle liquor
Auteurs: Hutter-Byszewski, Carolyn; Bogeatzes, Andrew S.
Instantie: Aquatech Syst., Allied-Signal Inc., Warren, NJ,
USA
Bron: Iron Steel Eng. (1988), 65(3), 40-4 CODEN: IRSEA5; ISSN:
0021-1559

Ref. 23
Artikelnummer: 3702029
Titel: Complete effluent recycling in the bleach plant with
ultrafiltration and reverse osmosis.
Auteurs: DORICA J; WONG A; GARNER B C
Instantie: Pulp and Paper Research Institute of Canada,
Pointe Claire
Bron: Tappi Journal, 1986, 69, No.5, 122-125.

Ref. 24
Artikelnummer: 3219891
Titel: Technology and effluent quality for water reuse.
Auteurs: ECKENFELDER W W
Instantie: Vanderbilt University, Tenn.
Bron: Water Industry '81, International Conference, Brighton,
June 1981, CEP Consultants, Edinburgh, 1981, 388-395.
(01A NAT).

Ref. 25
Artikelnummer: 118:26922 CA

Title: Meadow Lake's zero - effluent is good news for
Millar Western
Auteurs: Stevenson, Susan
Instantie: Can.
Bron: Pulp Pap. Can. (1992), 93(10), 13, 16, 19 CODEN: PPCAAA;
ISSN: 0316-4004

Ref. 26
Artikelnummer: 115:139072 CA
Title: Aquatech Systems' pickle liquor recovery process -
Washington Steel reduces waste disposal costs and
liability
Auteurs: McArdle, John C.; Piccari, Joseph A.; Thornburg, G.
Gary
Instantie: Allied-Signal Inc., Warren, NJ, USA
Bron: Iron Steel Eng. (1991), 68(5), 39-43 CODEN: IRSEA5;
ISSN: 0021-1559

Ref. 27
Artikelnummer: 4103318
Titel: Wastewater treatment compatible with recycling of
the treated effluents.
Auteurs: BRAUER H
Instantie: Technische Universitat Berlin
Bron: Chemie-Ingenieur-Technik, 1991, 63, No.5, 415-422 and
425-427

Ref. 28
Artikelnummer: 4242457
Titel: Biologically treated waste water used in
recirculation and no-discharge water supply systems at
industrial enterprises in the Ukraine.
Auteurs: KOGANOVSKII A M; GORA L N; ROMANTSOVA V Y; TKACHUK T
M
Instantie: Ukrainian Academy of Sciences, Kiev
Bron: Soviet Journal of Water Chemistry and Technology, 1991,
13, No.3, 93-99.

Ref. 29
Artikelnummer: 3700426
Titel: Wastewater recycling and reuse.
Auteurs: STRAUB C P
Bron: American Journal of Public Health, 1986, 76, No.8,
960-962.

Ref. 30
Artikelnummer: 3932000
Titel: Close-recycling of industrial liquid waste.
Auteurs: JING-WEN X
Instantie: Shanghai Institute of Environment Protection
Sciences
Bron: Desalination, 1987, 67, 299-326.

Ref. 31
Artikelnummer: 4102736
Titel: Closing paper mill whitewater circuits by inserting

an anaerobic stage with subsequent treatment.
Auteurs: HUSTER R; DEMEL I; GELLER A
Instantie: Papiertechnische Stiftung, Munchen
Bron: Water Science and Technology, 1991, 24, No.3/4, 81-90.

Ref. 32
Artikelnummer: 3621520
Titel: The integration and disposal of mechanical pulping effluents in sulphite pulping and recovery facilities.
Auteurs: WEARING J T; OUCHI M D; WONG A
Instantie: PAPRICAN, Pointe Claire, Que.
Bron: Pulp & Paper Canada, 1984, 85, No.9, 40-44.

Ref. 33
Artikelnummer: (2)3803110
Title: High level disinfection of wastewaters for reuse.
Auteurs: FAROOQ S; BARI A
Instantie: King Fahd University of Petroleum and Minerals, Dhahran
Bron: Environmental Technology Letters, 1988, 9, No.5, 379-390.

Ref. 34
Artikelnummer: 121:17572 CA
Title: Process water clarification
Auteurs: Mahony, Lewis H.
Instantie: KROFTA Eng. Corp., USA
Bron: Second. Fiber Recycl. (1993), 239-47. Editor(s): Spangenberg, Richard J. Publisher: TAPPI, Atlanta, Ga.

Ref. 35
Artikelnummer: 112:204171 CA
Title: Treatment of bleaching effluents for chlorine recovery
Authors: Davies, Christopher John; Bohmer, Volkmar Johann; Birkett, Michael David
Instantie: Sappi Ltd., S. Afr.
Bron: Eur. Pat. Appl., 12 pp.

Ref. 36
Artikelnummer: 118:11167 CA
Title: Zero liquid effluent for CTMP mills
Auteurs: Fromson, Douglas A.; Manolescu, Donald R.; Mason, James C.
Instantie: NLK-Celpap Canada Inc., Vancouver, BC, Can.
Bron: Appita J. (1992), 45(3), 160-3 CODEN: APJOES

Ref. 37
Artikelnummer: 3932009
Titel: The treatment of industrial effluents containing sodium hydroxide to enable the reuse of chemicals and water.
Auteurs: SIMPSON A E; BUCKLEY C A
Instantie: Natal University, Durban
Bron: Desalination, 1987, 67, 409-429.

- Ref. 38
 Artikelnummer: 106:223009 CA
 Title: Process and apparatus for recovering metals from dilute solutions
 Authors: Saieva, Carl J.
 Instantie: USA
 Bron: U.S., 11 pp. CODEN: USXXAM
- Ref. 39
 Artikelnummer: 113:237052 CA
 Title: A circuit board manufacturer's treatment system results in semi-closed loop
 Auteurs: Lee, Robert F.
 Instantie: Rogers Corp., Rogers, CT, 06263, USA
 Bron: Plat. Surf. Finish. (1990), 77(5), 98-104
- Ref. 40
 Artikelnummer: 4404569
 Titel: Eliminating effluent using recycling methods in industrial cleaning technology.
 Auteurs: DAIBER T
 Bron: Abwassertechnik, 1994, 45, No.3, 30-32 and 34-35
- Ref. 41
 Artikelnummer: 4304013
 Titel: Future-orientated recycling technologies for process effluents and wastewaters from the metal-plating industry.
 Auteurs: BRANDT B
 Bron: Abwassertechnik, 1993, 44, No.3, 25-26
- Ref. 42
 Artikelnummer: 118:156753 CA
 Title: Wastewater-free electroplating of steel components with copper-nickel-chromium electroplates
 Auteurs: Kuebler, E.
 Instantie: Sindelfingen, W-7032, Germany
 Bron: Galvanotechnik (1993), 84(1), 56-65 CODEN: GVTKAY; ISSN: 0016-4232
- Ref. 43
 Titel: Affluence from effluents
 Auteurs: Spencer and Gerth
 Instantie: ?
 Bron: The Chemical Engineer, 27 June 1996, p.17
- Ref. 44
 Artikelnummer: 3801466
 Titel: Modelling metal plating shops.
 Auteurs: J P M; VAN DER PLAAT J
 Instantie: Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieuhygiene
 Bron: H2O, 1987, 20, No.24, 608-611 (summary p.599).
- Ref. 45

Titel: Recuperation de metaux dans un effluent industriel:
un exemple de valorisation de dechets qui reduit aussi
la pollution

Auteurs: Lortie, Paris, Klvana

Instantie: Dep. de Genie chimique, Ecole Polytechnique de
Montreal, Canada

Bron: Eau du Quebec, vol. 14, No 4, novembre 1981

Ref. 46

Artikelnummer: 3313368

Titel: Desalination and reuse of industrial wastewater by
electrodialysis.

Auteurs: SATO K; KOBAYASHI S; OKADO S

Instantie: Asahi Glass Co. Ltd, Yokohama

Bron: Desalination, 1983, 47, 363-373.

Ref. 47

Artikelnummer: 4405457

Titel: Heavy metal removal and recovery by contained liquid
membrane permeator.

Auteurs: GUHA A K; YUN C H; BASU R; SIRKAR K K

Instantie: Stevens Institute of Technology, Hoboken, N.J.

Bron: AIChE Journal, 1994, 40, No.7, 1223-1237.

Ref. 48

Artikelnummer: 3504344

Titel: The status of electrodialysis technology for
brackish and industrial water treatment.

Auteurs: SCHOEMAN J J

Instantie: National Institute for Water Research, Pretoria

Bron: Water SA, 1985, 11, No.2, 79-86.

Ref. 49

Artikelnummer: 3704399

Titel: Sensitized photooxidation for wastewater
disinfection and detoxification.

Auteurs: EISENBERG T N; MIDDLEBROOKS E J; ADAMS V D

Instantie: Tennessee Technological University, Cookeville

Bron: Water Science and Technology, 1987, 19, No.7, 1255-1258.

Ref. 50

Artikelnummer: 4302725

Titel: Novel application of monovalent-ion-permselective
membranes to the recovery treatment of an industrial
wastewater by electrodialysis.

Auteurs: SARACCO G; ZANETTI M C; ONOFRIO M

Instantie: Politecnico di Torino

Bron: Industrial & Engineering Chemistry Research, 1993, 32,
No.4, 657-662.

Ref. 51

Artikelnummer: 4447367

Titel: Battery manufacturer reduces effluent pollution. Up
to 80 per cent of process effluent is recycled to the
production line.

Bron: Korrespondenz Abwasser, 1993, 40, No.4, 587-588

Ref. 52

Artikelnummer: 3702215

Titel: Treatment of recycled industrial effluent by ultraviolet irradiation.

Auteurs: ANDRIESSEN H

Instantie: Belgonuleaire S.A.

Bron: Eau, Industrie, Nuisances, 1986, No.102, 57-59

Ref. 53

Titel: Case Study of Waste Water Minimization at a Genral Electric Manufacturing Plant

Auteurs: Shapiro, Thornton, Kim

Instantie: General Electric Company, USA

Bron: Environmental Progress, vol. 14, no. 3, August 1995

Ref. 54

Titel: Het sluiten van de kringloop

Auteurs: A. Sikkema

Instantie: Fuji Nederland

Bron: MilieuMarkt februari 1992

Ref. 55

Artikelnummer: 2201194

Titel: Management of waste waters for reclamation and re-use.

Auteurs: MCGAUHEY P H; MIDDLEBROOKS E J

Bron: Wat. Sewage Wks, 1972, 119, No. 3, 76, 78-80, and 82

Ref. 56

Artikelnummer: 2901885

Titel: Closed-loop recycles industrial water.

Bron: Water & Wastes Engineering, 1979, 16, No.1, 48-49.

Ref. 57

Artikelnummer: 4243672

Titel: You don't have to treat your effluent nicely, you just have to treat it well .

Auteurs: JAMIESON S

Bron: Pulp & Paper Canada, 1991, 92, No.5, 21-22 and 26-27.

Ref. 58

Artikelnummer: 2202397

Titel: Waste-water management.

Auteurs: MCGAUHEY P H; MIDDLEBROOKS E J

Bron: Wat. Sewage Wks, 1972, 119, No. 7, 49-53.

Ref. 59

Artikelnummer: 4304530

Titel: Water reclamation and reuse.

Auteurs: SMITH R G

Instantie: Larry Walker Associates, Davis, Calif.

Bron: Water Environment Research, 1993, 65, No.4, 371-374.

- Ref. 60
Artikelnummer: 3400201
Titel: Wastewater reuse: a resource or a nuisance?
Auteurs: DeBOER J G
Instantie: AWWA Research Foundation, Denver, Colo.
Bron: Journal of American Water Works Association, 1983, 75,
No.7, 348-356.
- Ref. 61
Artikelnummer: 3804219
Titel: Wastewater reuse cuts down waste.
Auteurs: ASANO T
Instantie: California State Water Resources Board
Bron: Water Quality International, 1988, No.2, 50-51.
- Ref. 62
Artikelnummer: 3603307
Titel: Refuse, recycling and resource recovery in
industrial applications.
Auteurs: LAW I B
Instantie: Camp Scott Furphy Pty Ltd, Chatswood, N.S.W.
Bron: Water Science and Technology, 1986, 18, No.3, 57-67.
- Ref. 63
Artikelnummer: 4102191
Titel: The role of wastewater reclamation and reuse in the
U.S.A. .
Auteurs: ASANO T; TCHOBANOGLIOUS G
Instantie: California University, Davis
Bron: Water Science and Technology, 1991, 23, No.10/12,
2049-2059.
- Ref. 64
Artikelnummer: 1601017
Titel: From pollution prevention to effluent re-use.
Auteurs: STANBRIDGE H H
Bron: J. Proc. Inst. Sew. Purif., 1965, Pt. 1, 20-35
- Ref. 65
Artikelnummer: 4037682
Titel: Water saving and wastewater reuse and recycle in
China.
Auteurs: ZHONGXIANG Z; YI Q
Instantie: Beijing Municipal Research Institute of
Environmental Protection
Bron: Water Science and Technology, 1991, 23, No.10/12,
2135-2140.
- Ref. 66
Artikelnummer: 3804035
Titel: Wastewater reclamation and reuse.
Auteurs: ASANO T
Instantie: California State Water Resources Control Board,
Sacramento
Bron: Journal of Water Pollution Control Federation, 1988, 60,

No.6, 854-856.

Ref. 67

Artikelnummer: 3700120

Titel: Wastewater reclamation and reuse.

Auteurs: ASANO T

Instantie: California State Water Resources Control Board,
Sacramento

Bron: Journal of Water Pollution Control Federation, 1986, 58,
No.6, 529-532.

Ref. 68

Artikelnummer: 3201832

Titel: Industrial water economy.

Auteurs: TURNER J C R

Instantie: University of Exeter

Bron: Chemical Engineer, 1982, No.377, 67-68 and 63.

Ref. 69

Artikelnummer: 3300049

Titel: Use and reuse of water.

Auteurs: HALES W W

Instantie: Betz Laboratories Inc.

Bron: Chemtech, 1982, 12, No.9, 532-537.

Ref. 70

Artikelnummer: 4404570

Titel: Wastewater minimization and the design of effluent
treatment systems using pinch analysis.

Auteurs: SMITH R; PETELA E

Instantie: UMIST

Bron: Environmental Protection Bulletin, 1994, No.030, 5-10.

Ref. 71

Artikelnummer: 4304530

Titel: Water reclamation and reuse.

Auteurs: SMITH R G

Instantie: Larry Walker Associates, Davis, Calif.

Bron: Water Environment Research, 1993, 65, No.4, 371-374.

Ref. 72

Artikelnummer: 1900658

Titel: Water re-use as a method of water supply and
pollution reduction.

Auteurs: GALLAGHER E

Bron: Wat. Sewage Wks, 1968, 115, 356-360.

Ref. 73

Artikelnummer: 4103556

Titel: The future for effluent reuse.

Auteurs: CHANSLER J M

Bron: Water Engineering & Management, 1991, 138, No.5, 31-34.

Ref. 74

Artikelnummer: 3403877

Titel: Creation of closed water management systems at
industrial enterprises.
Auteurs: BELICHENKO Y P; DOLGOPOLOVA T L
Instantie: Ministry of Reclamation and Water Management
Bron: Water Resources, 1983, 10, No.5, 519-524.

Ref. 75
Artikelnummer: 3311868
Titel: The approach to internalisation .
Auteurs: EALEY M J
Instantie: IDC Ltd, England
Bron: Water Services, 1983, 87, No.1051, 399-401.

Ref. 76
Artikelnummer: 4000707
Titel: Direct and indirect re-use of waste water.
Auteurs: JESTIN J M; DETTORI P; FORASASSI F; MASOTTI L;
MOROSI C; WATANABE Y; FRIES G; PICKARD D; EMERY S;
EIDSNESS F A
Instantie: Compagnie Generale des Eaux, Maisons Laffitte
Bron: Water Supply, 1989, 7, No.2/3, SS15, 1-14

Ref. 77
Artikelnummer: 98:149406 HCA
Title: A case history of zero discharge at Northwest
Alloys, Inc
Auteurs: Swanson, Ned P.; Sittig, F. Mark; Austin, Douglas A.
Instantie: Northwest Alloys, Inc., Addy, WA, USA
Bron: Proc. Int. Water Conf., Eng. Soc. West. Pa. (1982),
43rd, 34-52 CODEN: PWWPAY; ISSN: 0099-409X

Bijlage B Overzicht deskstudie

WATERKRINGLOOPSLUITING IN DE INDUSTRIE

Desk-study gericht op enkele cases in een aantal bedrijfstakken

September 1996

In de afgelopen jaren is TNO-MPT bij verschillende projecten betrokken geweest waar waterkringloopsluiting een rol speelt. De belangrijkste projecten in dit kader van de afgelopen 5 jaar zijn onderstaand weergegeven.

A. Project "Beheersing milieuproblemen in de natte oppervlaktebewerkende industrie". Uitvoering 1991-1992

Het project was gericht op de invoering van milieuzorg in de bedrijven vanuit een technologische invalshoek. De (afval)-waterproblematiek vormde een belangrijk onderdeel. De belangrijkste motivatie voor deelname aan het project was de invoering van een systeem van milieuzorg. Dit was ook de eerste invalshoek van het project. Belangrijke andere argumenten waren:

Problemen met de afvalwaterzuivering, verbetering van de procesvoering en (inspelen op) de nieuwe milieueisen. Met betrekking tot dit laatste zijn de voorgestelde maatregelen in Parcom-kader en de IRC belangrijk. Hierin worden naast preventiemaatregelen onder meer beperking spoelwatergebruik, meervoudige cascades en vergaande deelstroomzuivering genoemd.

Met betrekking tot water is de afvalwaterzuivering het belangrijkste probleem.

Maatregelen met betrekking tot watergebruik/kringloopsluiting worden in het algemeen vanuit dit motief uitgevoerd. Het voldoen aan eisen / optimale werking waterzuivering zijn de belangrijkste argumenten. In veel gevallen wordt dit in relatie gebracht met verbetering van de procesvoering.

De maatregelen die worden voorgesteld zijn veelal primair gericht op preventie. Veel maatregelen kunnen als good-housekeeping worden beschouwd. Vermindering van de hoeveelheid afvalwater is het belangrijkste argument, niet vermindering van het watergebruik. Hergebruik van grondstoffen en vermindering van het slibprobleem zijn andere argumenten.

Cascadegebruik - een vorm van kringloopsluiting - is de meest toegepaste methode voor waterbesparing. Toepassing van spaarbaden komt ook veel voor.

Naast preventie is deelstroombehandeling de volgende belangrijke maatregel. Dit is primair gericht op preventie en hergebruik van grondstoffen, maar kan ook bijdragen aan hergebruik van water.

Bij een beperkt aantal bedrijven is er sprake van vergaande kringloopsluiting. In de meeste gevallen betreft het deelstroombehandeling.

In het algemeen wordt er weinig aandacht besteed aan waterbesparing alleen, meestal gebeurt dit in samenhang met andere aspecten.

Knelpunten en andere aspecten die een negatieve invloed op waterkringloopsluiting hebben, zijn:

- geen inzicht in het watergebruik (geen watermeters);
- lage waterkosten;
- onbekende risico's in de procesvoering bij te weinig spoelen;
- ontbreken van inzicht in de benodigde spoeldebieten;
- te weinig verdunning bij het lozen;
- grote diversiteit aan stromen;
- ontbreken van kleinschalige deelstroomzuiveringstechnieken;
- onbekendheid met technieken;
- ontbreken van voldoende kennis;
- gebrek aan tijd (productie gaat voor);
- na preventie is kringloopsluiting minder aantrekkelijk (kosten, zuivering);
- ruimtegebrek in bestaande situatie.

Aspecten die een positieve invloed hebben op de invoering van maatregelen zijn:

- motivatie bij kader;
- beschikbaarheid van voldoende kennis bij het bedrijf;
- inzicht in debieten, samenstellingen;
- motivatie personeel;
- milieu-eisen;
- functioneren waterzuivering;
- aanschaf nieuwe installatie (waterzuivering, proces);
- hoge kosten van zuivering (en slibafvoer);
- hergebruik grondstoffen bij deelstroomzuivering;
- invoering van maatregelen op juiste tijdstip (investeringsritme);
- aanwezigheid milieuzorgsysteem.

Van een aantal van de 20 beschouwde bedrijven is hierna een korte samenvatting gegeven van de activiteiten.

A.1. Rogal: Galvanisch bedrijf, 2 reeksen. Watergebruik ca. 10 m³ per uur.

Kringloopsluiting reeds op nikkel-reeks, Diverse plaatsen cascadespoelen.

Meerdere mogelijkheden van kringloopsluiting.

Motieven: kosten, slibproblematiek, imago, goede relatie met waterbeheerder.

Technologie: deelstroomzuivering(dsz), cascadespoelen, integraal watermanagement.

Kosten bij ca. 90 % sluiting via. Integraal watermanagement: ca. f 1,50 per m³ water.

Succesfactoren: enthousiasme directeur/eigenaar bedrijf, innovatief, gedeeltelijke nieuwbouw, kringloopsluiting op deelstroom (geen contaminatie), hergebruik concentraat

Knelpunten: beschikbaarheid kleinschalige systemen voor deelstroomzuivering, kosten.

A.2 Oostwoud: Fabrikant ziekenhuismeubilair: ontvetten en fosfateren als voorbehandeling op spuiten. Spoelwater (eidspoeling demi-water, in cascade). Cascadegebruik spoelwater bij puntlassen elders in het bedrijf.

Succesfactoren: behandeling procesbaden maakt aanzienlijke reductie spoelwater mogelijk. Idem m.b.t. beperking oversleep.

Knelpunten: ontbreken inzicht in watergebruik (geen watermeters e.d.)

Motieven: vergunningen, ook verwachte toekomstige eisen uit RAP

A.3 Hooijkaas: Zilverfabriek: diverse galvanische bewerkingen

Watergebruik 3.000 m³ per jaar. (Enkele jaren geleden 5.000 m³.)

Ingevoerde maatregelen in de sfeer van spaarspoeling, cascadespoelen, koelwater als spoelwater

Technologie: integraal watermanagement, kosten f 25.000,- investering voor 3 m³ per uur.

Motieven: kosten, verbeterde procesvoering.

Succesfactoren: Ag en Ni baden meervoudige spaarbaden, terugwinning kostbare grondstoffen

Knelpunten: kosten, afvoer concentraten.

A.4 Stork Veco: electroformereren, foto-etsen

Watergebruik: ca. 100.000 m³ per jaar

Ingevoerde maatregelen: beperking watergebruik door cascadespoelen, good-housekeeping

Alternatieven: warm chrombad, waardoor kringloopsluiting mogelijk is. deelstroomzuivering, o.a. via Omgekeerde osmose.

Motieven: kosten, invoering milieuzorg

Succesfactoren: deelstroombehandeling, hergebruik concentraten

Knelpunten: kosten

A. 5 Ramaer: Printplatenbedrijf

Watergebruik: 40.000 m³ per jaar, diverse reeksen

Motieven: problemen met vergunningen, aanschaf nieuwe waterzuivering

Aanpak: preventie, deelstroomzuivering

Succesfactoren: kosten: beperking capaciteit waterzuivering, hergebruik mono-slib

Knelpunten: kosten, groot aantal stromen, vrij divers, kwaliteitseis.

A.6 Remga: galvanisch bedrijf (verzinken)

Motieven: opzetten nieuwe galvano, milieuzorg, kosten

Aanpak: preventie, deelstroomzuivering

Succesfactoren: motivatie directeur/eigenaar, alleen Zn, maakt hergebruik goed mogelijk, zinkmonoslib.

Faalfactoren: beperking watergebruik heeft nadelig effect op de waterzuivering (verduunning ??)

A.7 Way-out: Printplatenbedrijf

Watergebruik: max. 6 m³ per uur, veel verschillende lijnen

Motivatie: (toekomstige) vergunningen, RAP, EG

Aanpak: Al op diverse plaatsen preventiemaatregelen: oversleepbeperking, cascadespoelen en sproeispoelen

Succesfactoren: invoering milieuzorg/kwaliteitszorg was op dat moment actueel

Faalfactoren: ontbreken watermeters, geen inzicht in debieten en moeilijk te regelen, waterkosten laag

A.8 Jansen Chrom: Galvanisch bedrijf

Waterverbruik: 2300 m³ per jaar, veel kleine verschillende reeksen

Motivatie: invoering milieuzorg, verbetering procesvoering

Aanpak: preventie, deelstroomzuivering

Succesfactoren: motivatie

Faalfactoren: kleine schaal, kosten, diversiteit stromen

A.9 City Print: printplatenbedrijf

Motivatie: afvalstoffenproblematiek

Watergebruik: 300 m³ per dag, veel verschillende reeksen

Motivatie: capaciteit waterzuivering, slibhoeveelheid

Aanpak: preventie (o.a. cascadespoeling), deelstroomzuivering

Succesfactoren:

Faalfactoren: diversiteit stromen, kwaliteitseis (risico)

A.10 Galvame: galvanisch bedrijf

Motivatie: invoering milieuzorg

Watergebruik: ca. 500 m³ per jaar, vergaande kringloopsluiting

Aanpak: recirculatie op diverse reeksen in combinatie met deelstroombehandeling

Succesfactoren: motivatie/opleiding directeur/eigenaar

Faalfactoren: motivatie (ouder) personeel

A.11 t.m. A.20

V.d. Meer: Smit- en Moffelbedrijf: preventie en cascadegebruik (3000 m³ per jaar)

G. Kuiper: geïntegreerde galvano: preventie en deelstroomzuivering

KAMO: moffelbedrijf: overschakelen op natte ontvetting: badzuivering

ICR: chemische reiniging, meestal op locatie: deelstroombehandeling

Holec: galvanisch bedrijf: noodzaak aanpassing waterzuivering, veel verschillende stromen, deelstroomzuivering moeilijk. Past nu gesloten zinkproces toe. (NOVEM-project)

Drentea: kantoormeubelen: beits/ontvetting: behandeling procesbad

Batavus: fietsenfabriek: hergebruik koel- en spoelwater

Riano: anodiseren

Graf Holland: beitsen

Strukton: stralen, beitsen

Met betrekking tot de natte oppervlaktebewerkende industrie zijn er de afgelopen jaren diverse andere onderzoeken uitgevoerd, die mede betrekking hadden op het sluiten van kringlopen. Een tweetal wordt hierna toegelicht:

- Toepassing van membraanprocessen in de natte oppervlaktebewerkende industrie.

Dit onderzoek was sterk technologisch gericht. De belangrijkste knelpunten die aan de orde kwamen hadden betrekking op de technologische problemen met membraanfiltratie, zoals membraanvervuiling, reiniging. Positieve aspecten van membraanprocessen zijn vooral de kwaliteit van het gezuiverde water (hergebruik !!) en de modulaire opbouw, waardoor schaalvergroting goed mogelijk is.

Andere aspecten die zijn genoemd zijn de hoge kosten, het ontbreken van geschikte kleinschalige systemen en het ontbreken van praktijkervaring met deze technieken voor deze toepassingen. Daarbij komt de slechte ervaring van een aantal bedrijven met een membraansysteem van één leverancier, waardoor de mening over membraanprocessen in de branche sterk negatief is beïnvloed.

In een praktijkonderzoek volgend op de haalbaarheidsstudie, zijn de ervaringen van een tiental bedrijven met een bepaald type membraansysteem verkend. Ondanks goede kwaliteit afvalwater wordt nauwelijks hergebruik van het gezuiverde water toegepast.

Mogelijke redenen: lage waterkosten, risico, kleine schaal, noodzaak verdunning, ophoping zouten

- Deelstroomzuivering

In een studie zijn de mogelijkheden van deelstroomzuivering verkend. De studie was primair gericht op terugwinning van waardevolle componenten uit afvalwaterstromen. Vanuit kosten oogpunt (terugwinning van grondstoffen) komen hiervoor in het algemeen alleen de galvanische processen (metaliseren) in aanmerking, niet de voor- en nabehandeling. Deze laatste zijn qua debiet de grootste stromen.

Hergebruik van het gezuiverde water geschiedt bij voorkeur bij de processen zelf of bij een laagwaardiger toepassing. Dit betekent in het algemeen dat het (deelstroom)gezuiverde afvalwater van de hoofdprocessen wel hergebruikt kan worden in de voorbehandeling, maar niet omgekeerd.

Ook voor de laatste spoelstap voor het hoofdproces worden in het algemeen strengere eisen gesteld (samenstelling, pH).

Via een demonstratie is geprobeerd deelstroomzuivering bij verzinkerijen in te voeren. Hiertoe is de mogelijkheid van deelstroombehandeling bij een aantal bedrijven verkend en op pilot-schaal uitgevoerd. Gebleken is dat de kosten van deelstroomzuivering aanzienlijk hoger waren dan de baten tengevolge van slibvermindering en waterhergebruik.

Integraal Industrieel Waterbeheer: case-studies Alumet en Akzo

Een tweetal casestudies is onlangs afgerond en gerapporteerd.

De belangrijkste conclusies ten aanzien van kansen en knelpunten zijn:

- wettelijke beperking grondwatergebruik en kosten een belangrijke drijfveer. Met betrekking tot dit laatste is de koppeling met energiebesparing belangrijk;
- toegepaste methodiek (STEPS) als zeer praktisch en systematisch ervaren;
- inventarisatie van stromen moeizaam;
- inzicht in waterkwaliteitseisen (met het oog op beperking debiet en hergebruik) ontbreekt;
- risico's ten aanzien van procesvoering te groot in relatie tot besparingen;
- watergebruik varieert sterk en is verschillend per processtap, cascadegebruik hierdoor beperkt, tenzij grote buffercapaciteit;
- kennis intern bij MKB ontbreekt, externe kosten voor advisering zijn hoog;
- behoefte aan eenvoudige monitoringtechnieken en modellen;
- motivatie bij personeel met betrekking tot waterbesparing beperkt. Productie is veel belangrijker. Milieu wordt niet in relatie met kostenbesparing gebracht;
- behoefte aan snel inzicht in aangepaste procesvoering (modellen, simulaties) en kosten.

Waterbesparing in de textielveredeling

(1994)

Uitvoering van een drietal casestudies.

Belangrijkste motieven:

- wettelijke eisen/convenanten:
 - * nieuwe CUWVO-richtlijn;
 - * energieconvenant. Energiebesparing gaat veelal samen met waterbesparing/hergebruik;
 - * kosten (wateronttrekking, energie).

Omdat tengevolge van wettelijke eisen op korte termijn verschillende maatregelen moeten worden genomen, is dit het juiste moment ook over andere maatregelen na te denken. Bovendien is afstemming van de verschillende maatregelen wenselijk en voordelig. Een planmatige aanpak vergroot de kansen van kringloopsluiting.

Kansen:

- waterbesparing in combinatie met energiebesparing en te nemen maatregelen ten aanzien van lozing kleurstoffen;
- energie beschikbaar voor indamping tot herbruikbaar water;
- deelstroombehandeling;
- terugwinning chemicalien;
- cascadespoeling;
- deelstroomzuivering;
- gelijktijdige invoering pakket van maatregelen.

Knelpunten:

- alleen hergebruik na vergaande zuivering mogelijk en in aantal gevallen bij voorbehandeling;
- kwaliteitseisen /risico's in relatie tot kosten;
- veel loonbedrijven, dus sterk wisselende productie en chemicalien (honderden verschillende kleurstoffen);
- bij batchprocessen veel buffercapaciteit nodig;
- kosten (f 5 tot f 10,- per m3 behandeld water);
- ophoping vuil/sterkmiddelen/zouten/enz.;
- kleinschaligheid;
- logistiek;
- onbekendheid vereiste vlotverhouding bij spoelen;
- onbekendheid kwaliteitseisen bij spoelen.

IOP-project, sterk gericht op techiekontwikkeling in uitvoering. Wel mogelijke technische knelpunten.

3M

3M is een multinational die in ruim 40 landen meer dan 60.000 produkten produceert, veelal op basis van chemische processen. Reeds in de jaren '70 heeft het bedrijf ingezien dat ontkenning van milieu-aspekten, als resultaat van productieprocessen, een negatieve druk legt op het bedrijf. In 1974 stelde het bedrijf een Milieu Beleids Plan op, in 1975 het 3P-programma (Pollution Prevention Pays). Hierbij wordt verontreiniging aan de bron aangepakt in produkten en processen. In 14 jaar tijd werd de hoeveelheid afval gehalveerd. Het eerste jaar leverde dit al een kosten-redukatie op van 500 miljoen US-dollar. In 1988 werd door 3M zelf, los van welke wetgeving dan ook, als doel gesteld om de hoeveelheid gevaarlijk en niet-gevaarlijk afval wereldwijd te reduceren met 90 procent (jaar 2000, t.o.v. 1987), zowel naar land, water als het luchtcompartiment. De hoeveelheid gevaarlijk afval moet in dezelfde periode worden gereduceerd met 50 procent.

3M heeft om de plannen te realiseren een communicatieplan en strategie opgesteld, zowel intern - gericht op verinnerlijking - als extern. Trefwoorden zijn awareness, pride, commitment, involvement en reward.

Een voorbeeld van toepassing van de strategie op de produkt-ontwikkeling is de Post-It lijn, de gele vierkante kleefpapiertjes. Bij het stoeien in het laboratorium werd een lijmsort ontdekt waarvan de molekulen zich meer aan elkaar hechten dan aan een ander materiaal. Het bedrijf wist in eerste instantie niet wat het aan moest met wat gewoon een slechte lijm leek. Een ingesmeerd prikbord waarvoor geen punaises nodig waren werd geen succes. Pas tien jaar later kwam een medewerker op het idee van de half gelijmde papiertjes, die nu tot de meest verkochte kantoor-artikelen in de Verenigde Staten behoren. Voordeel van het kleefmateriaal is de geringe hoeveelheid kleefstof die benodigd is en de geringe hoeveelheid afval die gegenereerd wordt.

MoDoVanGelder

De papiergroothandel MoDoVanGelder adverteert met het gesloten bleekproces (CLB), dat ze in Zweden hebben ontwikkeld. Het CLB-proces combineert het bestaande ECF-proces (Elementary Chlor Free proces) met zuivering en hergebruik van proceswater. Het ECF-proces werkt weliswaar zonder elementair chloor, maar levert nog veel afvalstoffen en afvalwater op. Het TCF-proces (Total Chlor Free cellulose) is totaal chloorvrij, maar levert afvalwater op met hoge gehalten aan CZV en TKN.

Aan het in bedrijf nemen van het proces is een hele periode van beproevingen vooraf gegaan. Een van de technische knelpunten van het CLB-proces was de verstopping van leidingen. Andere knelpunten bleken de optimalisatie van het gehele proces met betrekking tot de produktkwaliteit, de bedrijfszekerheid en milieu-aspekten.

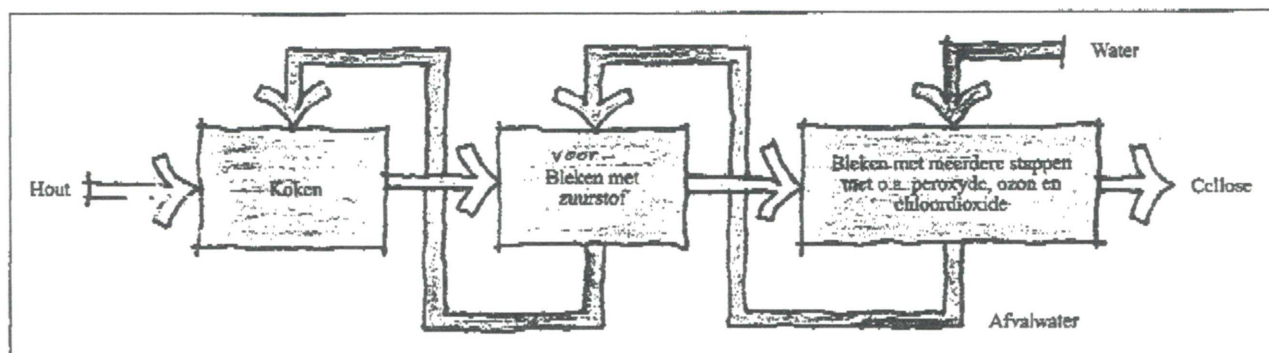
De motieven voor de ontwikkeling van het CLB-proces hebben te maken met interne ambities van MoDoVanGelder. MoDo loopt al jaren voorop door actief aan het bedrijfs-imago te werken. Extern is het een verkoopargument en marketingstrategie. Daarnaast wil het bedrijf graag voldoen aan de huidige, maar ook de toekomstige, regelgeving in het "strengere" Zweden. In dat beeld passen ook trainingen (intern en extern) en presentaties die MoDo geeft over het CLB-proces. MoDo presenteert zich zeer open in tegenstelling tot veel concurrenten in de branche.

Op dit moment (zomer 1996) is MoDo nog niet in staat om de volledige productie volgens het CLB-proces uit te voeren. CLB-produkten zijn MoDo Balans-papier en Global. Balans heeft het Scandinavische Zwaan milieukeurmerk, dat door de Scandinavische autoriteiten wordt uitgegeven op basis van een integrale milieubeschouwing van een produkt. De eisen die daartoe worden gesteld worden jaarlijks herzien. Global heeft de Nederlandse Milieukeur., dat ook eisen stelt aan de verpakking van het produkt.

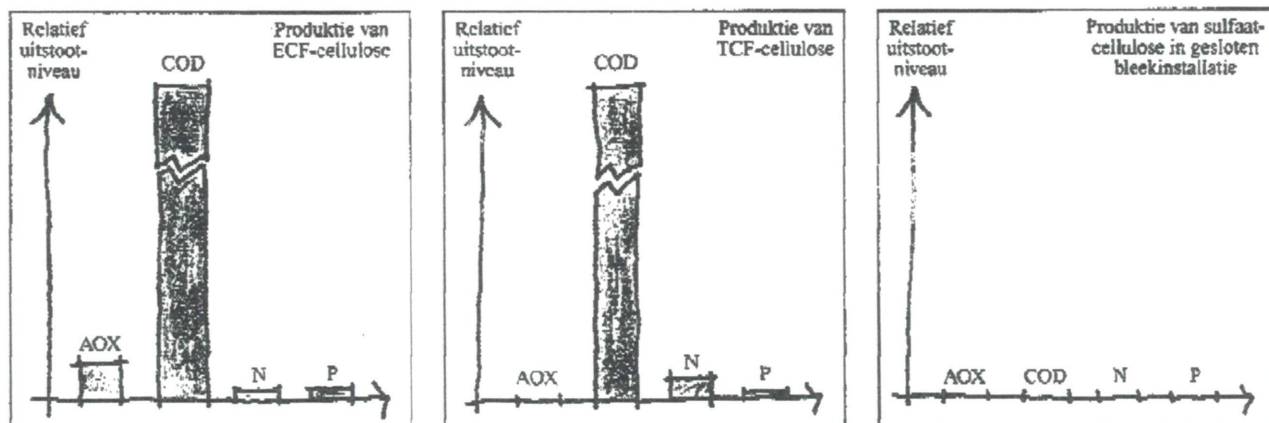
De andere kringloop: het gesloten bleekproces

In de ontwikkeling van milieuverantwoorde productieprocessen loopt MoDo Paper al jaren voorop. Al in 1991 introduceerde MoDo als eerste ter wereld een gesloten bleekinstallatie in de cellulose-

sefabriek te Domsjö, Zweden. In 1994 volgde de geïntegreerde productie-unit te Husum. Onderstaand schema laat de werking van het gesloten bleekproces ofwel Closed Loop Bleaching (CLB) zien:



Het principe van de gesloten bleekinstallatie: na zuivering en terugwinning van de chemicaliën wordt het water weer in het proces teruggevoerd.



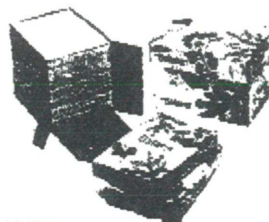
Relatieve uitstootprofielen voor verschillende soorten bleekinstallaties.
AOX = chloor, COD = zuurstof verbruikende verbindingen, N = stikstof en P = fosfor.

Links het profiel van een conventionele bleekinstallatie. In het midden een bleekinstallatie voor chloorvrije cellulose (TCF). Het AOX-niveau is drastisch verminderd, maar de uitstoot van stikstof is toegenomen. Rechts het karakteristieke profiel van een gesloten bleekinstallatie (CLB), waarbij alle afvoeruitstoot nagenoeg nul bedraagt. Door het gesloten bleekproces (CLB) wordt tevens een reductie van 90% op het waterverbruik gerealiseerd!

Het gesloten bleekproces is de enige juiste oplossing als het gaat om zo milieuverantwoord mogelijk produceren van papierpulp.

MoDo Balans is het eerste kantoorpapier in een heel nieuwe milieugeneratie. Voor MoDo Balans wordt alleen cellulose gebruikt die gebleekt is in MoDo's - unieke - gesloten bleeksysteem.

Met andere woorden: de fabricage van MoDo Balans belast het milieu drastisch minder! Terwijl het resultaat perfect is. Op alle kantoormachines. Voor meer informatie kunt u bellen: 020 - 5605215.



PAPIERGROOTHANDEL

MoDoVanGelder

JOAN MUYSKENWEG 32
POSTBUS 49000, 1009 CG AMSTERDAM
TEL 020 5605911, FAX 020 6657151

Overzicht kringloop- en niet chloorgebleekte papersoorten; niet uitputtend, per 25 november 1996

fabrikant	leverancier	handelsnaam	% midden- en ondersoorten, milieukeurmerken	opmerkingen
100 % kringlooppapier (conform motie; Blaue Engel)				
Steinbeis Temming Papier	Mullaart Rhine-Delta Recycling	100 RC ISO 60 classic 100 RC Copy Classic 100 RC Fortuna	70% [Blaue Engel]	klassiek grauw, 80g Milieudefensie is al 20 jaar klant bij Rhine D R goedkoopst; goedkoper dan chloorvrij kopieerpapier Veenman-testrapport raadt deze soort af voor dubbelzijdig kopiëren wegens hoge vochtigheid; beviel matig op Veenman-apparatuur DSZW
	Scaldia Plus NIC	Seagull 100 RC Copy RC 100 Circuit		
	Rijhamij Schiedam BV Printec Papier	Respect kringloop Steinbeis Recycling Copy Copy Classic Zweckform Recyconomics?		
	Lutkie & Smit	Xerografisch Kringloop?		
	Mullaart Rhine-Delta Recycling Printec Papier Scaldia Plus	100 RC ISO 70 Bright 100 RC Bright Copy Bright Seagull 100 RC Bright	70% [Blaue Engel]	lichter, 80g
	Bührmann-Ubbens	Circuit Copy	51%, Blaue Engel	Ontinkt, 80g. [Bright?] Bij DSB snelle vervuiling en slijtage corona in IBM laserprinters. Aanbevolen door Canon, Konica, Minolta, Océ, Rank Xerox, Panasonic, Toshiba, Kodak, Sharp.
	exclusief: Proost en Brandt en Scaldia	Extra White	Blaue Engel	
Neusiedler	Bührmann-Ubbens, Rimex Scaldia Plus	Reviva Laser Nautilus Recycle	51%, Blaue Engel	Licht, ontinkt, 80g. Bij DSB goed op alle apparatuur (Océ, IBM en HP laserprinters). Bij Haagse DSZW goed op Veenman Repro-apparatuur en voor drukwerk. Aanbevolen door Canon, Konica, Minolta, Océ, Rank Xerox. Testrapport Veenman: geen moeilijkheden. Zwitsers rapport claimt 1000 (!?) jaar houdbaarheid.

Overzicht kringloop- en niet chloorgebleekte papiersoorten; niet uitputtend, per 25 november 1996

fabrikant	leverancier	handelsnaam	% midden- en ondersoorten, milieukeurmerken	opmerkingen
Stora Papyrus, Dene-marken	Lutkie & Smit Proost en Brandt	Recyclus copy (natuurwit) Respect Naturel?	Blaue Engel	Lijkt sterk op Reviva Laser
Allbruck en Mockenwan-gen	Scaldia Plus	Ecoplus Recycle	Blaue Engel	
Weir Papier Products LTD, Schotland	CIB MoDoVanGelder Nashuatec?	Repeat laser copier "Repeat"?	Blaue Engel [NAPM-approved!?!]	Witter dan Reviva Laser. Whiteness 81,4; opacity 87-90% . Keuze van FAD/Multimedia voor kopieerwerk in het stadhuis. Beviel DSZW goed bij drukken, iets minder bij kopiëren. Milieuoördinatoren 1/11/96: GBD, FAD centrale Printservice vastlopers; GKB probelemen met dubbelzijdig. (Gemeentemuseum problemen met nieuw papier, brandweer problemen met dubbelzijdig in het algemeen.)
?	CIB	Rank Xerox Recycled +	Blaue Engel gebleekt (100% chloorvrij)	Witheid 95CIE D65 (witter dan Repeat) Xerox Supplies claimt houdbaarheid > 100 jaar (DIN?) en gemiddelde geschiktheid voor kopiëren, printen en offset.
?	Riem & Honig	VIDA	Blaue Engel	gepigmenteerd, niet ontinkt, licht gestreken, vele gewichten, enveloppen, kan via multimedia (rekent 10% meer dan greentop), kleurenbedrukbaar Ook via Multimedia verkrijgbaar: de Milieuthermometer is erop gedrukt
Steinbeis?	Vierhout	Challenger		Gebruikt door Haags Milieucentrum, oogt ongeveer als recycled+ .
100 % klp; echter niet (geheel) conform motie (geen of te weinig midden- en ondersoorten)				
Berghuizer Papierfabriek (onder-deel ENSO)	Rimex?	Berga Harmony Océ Harmony	100% klp, > 50% bovensoorten gebruikt papier (post consumer waste), dus geen Blaue Engel	witheid en opacity ca 91, dus voor klp zeer wit; uit milieuoogpunt beter dan niet-klp maar minder dan Blaue Engel; niet langer dan 100 jaar te bewaren (nen2728); 80 grams; waarschijnlijk wel nordic swan en din637
Olives Groot Brittannië	Rijhamij Schiedam BV	ORKA Copy		gebruikt door GSD Amsterdam, Gemeente Delft, Body Shop. DSZW gaat assortiment etiketten en enveloppen gebruiken

Overzicht kringloop- en niet chloorgebleekte papersoorten; niet uitputtend, per 25 november 1996

fabrikant	leverancier	handelsnaam	% midden- en ondersoorten, milieukeurmerken	opmerkingen
Niet-kringloop, TCF (motie: alleen waar klp beslist niet kan)				
?	CIB NIC MoDo?	Global	Milieukeur;	DIN 19309, houtvrij wit kantoorpapier
MoDo Husum, Zweden	MoDo van Gelder	Balans	Nordic Swan	CIE Witheid SCAN 80 Opaciteit 89
Berghuizer Papierfabriek (Wapenveld)	Rimex?	Berga Green		volgens Grasho (Rimex) vergelijkbaar met Global
Ziegler	Riem & Honig	Greentop	100% afval zagerijen; TCF	creme, via multimedia, kleurenbedrukbaar, houtvrij, claimt ANSI Norm Standaard (> 100 jaar), goed beschrijfbaar, vrij opaque
	o.a. MoDo van Gelder?	DataCopy	Nordic Swan	ISO 9706: 1994 75 grams Wordt door FAD geleverd voor gebruik in printers en typemachines.

Opmerkingen	Adressen
<p>Verreweg de minste milieubelasting bereik je door papierbesparing. Ervaringen zijn sterk afhankelijk van papier/machine-combinaties en vooral vochtigheid; voor de hierdoor ontstane kopieerstoringsen wordt kringlooppapier echter vaak als zondebok aangewezen. Opaciteit geeft mate van doorschijnendheid (dubbelzijdig gebruik).</p>	<p>CIB Centraal Inkoopbureau van de vereniging van nederlandse gemeenten Postbus 330 2700 AH Zoetermeer 079 - 361 7775, fax -5144</p>
<p style="text-align: center;">papierkeurmerken</p> <p>Blaue Engel: hèt keur voor 'echt' kringlooppapier. Nordic Swan: keurmerk van Scandinavische overheden voor kwaliteit en milieubelasting: bij produktie (nieuw papier!) lage uitstoot van S, AOX ... (niet erg streng). Milieukeur : tot nog toe MoDo Global (géén kringlooppapier; TCF, geen opwitters, producent ISO 9001) en 3 tinten Circuit (kringlooppapier van Steinbeis Temming).</p>	<p>NIC Nederlands Inkoop Centrum Postbus 10200 8000 GE Zwolle</p> <p>Mullaart 08880-68400</p>
<p style="text-align: center;">archiefnormen</p> <p>NEN 2728: de norm van houdbaarheid > 100 jaar; uitgangspunt voor toekomstige Europese norm. DIN 6738: soepeler dan NEN 2728. ISO 9706: véél te soepel; afgekeurd door CEN (Comité Européen de Normalisation). De Archiefwet staat nu ook archivering op microfiche en elektronische opslagmiddelen toe. Nog maar zeer weinig stukken zullen naar verwachting 100 jaar</p>	<p>Bührmann-Ubbens zie gele gids</p> <p>Rimex: heer Grashoff; 015-3694615; Rommesingel 53; 2641 VG Pijnacker</p>

Bron:
Dienst Stadsbeheer, afd. Milieu
dhr. J.J. Robanus Maandag
SP F 08.06
postbus 12651
2500 DP Den Haag
Holland

**Waterkringloopsluiting in de
industrie**

Desk-study gericht op enkele
internationale cases

Presentatie verslag

November 1996

Arthur D. Little International Inc.
Boulevard de la Woluwe 2
B - 1150 Brussels
Telephone +32 2 762 02 85
Telefax + 32 2 772 36 66

Reference 51064

Overview

1	Inleiding
2	Resultaten
3	Case Studies

Het Rijksinstituut voor Integraal Zoetwaterbeheer en Afvalwaterbehandeling (RIZA) voert onderzoek uit naar het verminderen van waterverbruik en het minimaliseren van afvalwaterlozingen

- Het waterkwaliteitsbeleid is er op gericht om op lange termijn de emissies naar water tot nul te reduceren
- Door het sluiten van waterkringlopen -onderdeel van deze studie- wordt niet alleen een nul-emissie bereikt en maar ook het waterverbruik gereduceerd
- De studie "Mogelijkheden en knelpunten bij het sluiten van industriële waterkringlopen" sluit aan op andere initiatieven van RIZA:
 - *Case studies kringloopsluiting*, waarin praktijkvoorbeelden worden gegeven voor het realiseren van kringloopsluiting
 - *Schone technologie in de papierindustrie*, waarin nieuwe productieprocessen in de papierindustrie worden bestudeerd
 - *SPA-INDUS*, waarin onderdelen van afvalwaterbehandeling worden behandeld die een rol kunnen spelen in waterkringloopsluiting

Dit rapport beschrijft de resultaten van een desk-study naar de succesfactoren -de drijfveren en de barrières- voor het realiseren van waterkringloopsluiting in verschillende industrieën

- Wat zijn de belangrijkste drijfveren voor het sluiten van industriële waterkringlopen?
- Zijn er barrières die een volledige sluiting belemmeren ?
- Zijn er verschillen te identificeren tussen de succes-cases in de verschillende landen?
- Zijn er verschillen te identificeren tussen initiatieven in verschillende industrieën?

Voor de desk-study is gebruik gemaakt van interne en externe contacten, ArthurD. Little-databases en niet-confidentiële informatie van projecten uitgevoerd bij klanten

- Een aantal bedrijven is benaderd via bestaande contacten en heeft medewerking gegeven aan een telefonisch interview.
- Op basis van de verkregen informatie is een aantal interviews is uitgewerkt tot case studies.

Geografische regio	Industriesector	Aantal interviews	Case Study?
Noordoost USA	Chemie	1	✓
Zuidwest USA	Ijzer en staal	2	-
Zuidwest USA	Metaalbewerking	1	✓
Zuidwest USA	Petrochemie	2	-
Noordoost USA	Papier en karton	1	-
Zuidwest USA	Energie	1	✓
Zuidwest USA	Papier en karton	2	✓
Zuidwest USA	Staalproductie	1	✓
Zuid-Afrika	Papier en karton	1	✓
Zuid-Afrika	Staal (roestvrij)	1	✓
Nederland	Palingrokerij	1	-
Israel	Papier en karton	1	-
Mexico	Voedingsmiddelen	1	✓

Het sluiten van industriële waterkringlopen is een ambitieuze doelstelling die door middel van zorgvuldige analyse, selectie en implementatieplan gerealiseerd kan worden

- Een 100% gesloten industriële waterkringloop is in een aantal gevallen gerealiseerd door een geloof in de mogelijkheid van recycling gecombineerd met de juiste economische en overheidsdruk
- Met name de procesorganisatie en de mentaliteit blijken cruciaal voor het slagen van waterkringloopsluiting
- Belangrijkste knelpunten die successen in de weg hebben gestaan zijn bedrijfseconomische, in combinatie met aantasting van de internationale concurrentiepositie

De belangrijkste succesfactoren voor 100% waterrecycling zijn het geloof in de mogelijkheden van recycling gecombineerd met de juiste economische en overheidsdruk

- Geloof in recycling
 - Mentaliteit en overtuiging van de voordelen van zuinig watergebruik zijn in vier interviews-studies genoemd
 - Een papier- en kartonfabriek in de USA noemde de mentaliteit en bewustwording van werknemers met betrekking tot zuinig watergebruik als belangrijke succesfactor
 - De technische uitdaging voor de ingenieurs van een kleine Zuid-Afrikaanse papierfabriek (functiebedrijf) om de kringloop volledig te sluiten heeft het project doen slagen
 - Technische barrières zijn in veel gevallen overkomelijk
 - Bij een chemische fabriek in de USA vormde de vereiste waterkwaliteit voor het productieproces de uitdaging voor de procesingenieurs om kringloopsluitng te realiseren
 - Aanpassing van een niet-werkend recyclingproces bij een metaalfabriek in Zuid-Afrika heeft uiteindelijk geleid tot een hergebruik van 98% van het water

De belangrijkste succesfactoren voor 100% waterrecycling zijn het geloof in de mogelijkheden van recycling gecombineerd met de juiste economische en overheidsdruk (vervolg)

- De “juiste” omgevingsfactoren
 - Waterschaarste stimuleert zuinig watergebruik
 - in 5 van de 7 cases (Zuidwest USA, Zuid-Afrika) en in verschillende interviews (Israel en Australië) heeft waterschaarste een belangrijke rol gespeeld; ook de mentaliteit van de werknemers is hierdoor gericht op zuinig watergebruik
 - Risico voor verontreiniging van oppervlakte- en drinkwater stimuleert het bewustzijn van de bedrijven
 - Bij een papier- en verpakkingsmaterialenfabriek in Zuid-Afrika was het risico voor verontreiniging van het drinkwater een belangrijke factor

De belangrijkste succesfactoren voor 100% waterrecycling zijn het geloof in de mogelijkheden van recycling gecombineerd met de juiste economische en overheidsdruk (vervolg)

- Economische en overheidsdruk
 - Direkte en indirecte druk van de overheid heeft in 5 van de 7 cases een bepalende rol gespeeld bij het nemen van de beslissing voor waterkringloopsluiting
 - Verscherpte vergunningvoorschriften en beperking van de mogelijkheden voor opslag van zuiveringsslib hebben bij een chemische fabriek in de USA tot de initiatieven geleid voor sluiting van de waterkringloop
 - Het overschrijden van de lozingslimiet maakte bij een papier- en kartonfabriek in de USA nieuwe maatregelen nodig. Hierbij werd de gelegenheid genomen om een 99% waterkringloop te implementeren
 - Druk van de lokale autoriteiten heeft bij een metaalproducent in Zuid-Afrika geleid tot implementatie van een kringloopsysteem en tot eliminatie van de lozingen naar het oppervlaktewater

De belangrijkste succesfactoren voor 100% waterrecycling zijn het geloof in de mogelijkheden van recycling gecombineerd met de juiste economische en overheidsdruk (vervolg)

- Hogere kosten voor het innemen en lozen van water alsook vragen van klanten hebben eveneens bijgedragen tot het realiseren van kringloopsluiting
 - Hogere kosten voor drinkwater dat voor het proces gebruikt werd, waren voor een papier-en kartonfabriek drijfveer om waterkringloopsluiting te realiseren met behoud van de vereiste waterkwaliteit in het proces
- Een sterk bewustzijn van de kosten van afvalverwerking en van de risico's voor aansprakelijkheden waren voor veel bedrijven in de chemiesector drijfveer voor verregaande afval- en lozingreductieprogramma's
 - De chemische industriesector heeft zich gecommitteerd aan een 50% reductie van de afvalstromen in 2005 t.o.v. 1995
 - Bedrijven zoals 3M en Monsanto staan bekend om hun sterke afvalreductie-programma's
 - Het management van bedrijven in deze sector wil de regelgeving een stap voor blijven

De belangrijkste succesfactoren voor 100% waterrecycling zijn het geloof in de mogelijkheden van recycling gecombineerd met de juiste economische en overheidsdruk (vervolg)

- Voorlichting en samenwerking
 - In de meeste interviews en bij 4 van de 7 case-studies is er sprake geweest van enige vorm van samenwerking tussen het bedrijf en de overheid, op technisch en/of financieel vlak
 - Voor veel bedrijven is echter de grens tussen enerzijds samenwerking en ondersteuning en anderzijds druk van de kant van de overheid niet geheel duidelijk

19/11 '96 20:00 FAX 09 772 38 00
A D L BRUSSEL
09/12/96

Het realiseren van de kringloopsluiting heeft, naast verbetering van de milieuprestatie, andere positieve gevolgen gehad, zoals een hogere produktkwaliteit, lagere operationele kosten, en een beter imago

- Een chemisch bedrijf in de USA en een palingbedrijf in Nederland hebben een verbetering van de produktkwaliteit bereikt als gevolg van genomen maatregelen in waterrecycling
 - Het chemische bedrijf heeft een betere en constante waterkwaliteit voor het productieproces verkregen en hierdoor tevens een hogere produktkwaliteit
 - Het palingbedrijf in Nederland heeft een verlaging van de vissterfte bereikt als gevolg van een betere waterkwaliteit van het nieuwe systeem
- In 3 van de 7 cases zijn de operationele kosten verminderd, waardoor de investering binnen redelijk termijn wordt terugverdiend
 - Een papier-en verpakkingsmateriaal-bedrijf in Zuid-Afrika bespaart circa \$50.000 per jaar aan lozingsheffingen voor afvalwater
 - Een chemisch bedrijf bespaart circa \$25.000 per jaar op watergebruik, verwerking van verontreinigd slib en lozingsheffingen voor afvalwater
 - Een metaalproducent (USA) heeft beperkte besparingen bereikt in de energiekosten van grondwater-pompstations

Het realiseren van de kringloopsluiting heeft, naast verbetering van de milieuprestatie, andere positieve gevolgen gehad, zoals een hogere produktkwaliteit, lagere operationele kosten, en een beter imago (vervolg)

- Goede relaties met de overheid en een verbeterd imago naar overheid, klanten en publiek wordt door 4 van de 7 cases (energiebedrijf en papier- en kartonbedrijf in USA, metaalproducent en papier- en verpakkingsmateriaalbedrijf in Zuid-Afrika) als bijkomend voordeel genoemd

Met name de procesorganisatie en de mentaliteit blijken cruciaal voor het slagen van waterkringsluiting

- **Procesorganisatie**
 - De logistieke situatie, vaak het gevolg van een jarenlange stapsgewijze ontwikkeling in het bedrijf, maakt een overzichtelijke en structurele waterkringloop moeilijk. Meerdere successen zijn geïdentificeerd bij het herinrichten van processen of bij verplaatsing naar nieuwe lokaties
 - Implementatie van recyclingsystemen kan nieuwe en hogere eisen stellen aan onderhoud en operationele activiteiten en aan het personeel
 - Een papier- en kartonbedrijf in de USA heeft de procesorganisatie moeten wijzigen om met de afnemende waterkwaliteit rekening te houden. Hierdoor is er nu een vaste volgorde in productie, van een lichte naar een donkere papierkleur, ontwikkeld

Met name de procesorganisatie en de mentaliteit blijken cruciaal voor het slagen van waterkringloopsluiting (vervolg)

- Mentaliteit
 - Zonder commitment van het hoger management kunnen ingrijpende milieumaatregelen moeilijk genomen worden
 - Een metaalproducent in de USA die langere tijd al niet voldeed aan lozingsvoorschriften van afvalwater is pas een recyclingsysteem gaan implementeren na initiatieven van het corporate management
 - Het bewustzijn van de medewerkers blijkt belangrijk. In een aantal interviews en in 1 case-study (metaalproducent in USA) wordt een geringe belangstelling van de medewerkers als grootste belemmering gezien: water wordt nog als goedkope utility beschouwd
 - Uit een studie naar ongeschreven regels (“Unwritten Rules”) is gebleken dat bij meerdere bedrijven het werken voor een milieu-afdeling op een produktielocatie als minderwaardig wordt ervaren; ook de beslissingsbevoegdheden van deze afdelingen zijn soms beperkt

Belangrijkste knelpunten die successen in de weg hebben gestaan zijn bedrijfseconomische, in combinatie met aantasting van de internationale concurrentiepositie

- Economische barrières
 - Bij gebrek aan overheidsdruk is er sprake van een puur economische calculatie, waarbij 100% waterrecycling altijd te duur is
 - Als waterrecycling hogere productiekosten tot gevolg heeft, creëert dit een zwakkere concurrentiepositie die vooral op internationale markten afgestraft wordt (het 'level playing field' wordt aangetast)
 - Bedrijven die in moeilijke markten opereren (raffinaderijen, basis-metaal) hebben minder middelen beschikbaar voor pro-actieve maatregelen
 - In de ijzer en staal industrie zijn economische factoren de belangrijkste criteria bij de overweging om waterrecycling te implementeren. Hierdoor is een 100% kringloop vaak niet haalbaar
 - * Een bedrijf in deze sector heeft meerder methoden overwogen (reversibele osmose voor chloriden), maar economisch was dit niet haalbaar
 - * Er bestaat nog weinig overheidsdruk om vermindering van het watergebruik te realiseren
 - * Vanwege de overwegend economische drijfveer, is op dit moment een kringloop van maximaal circa 90% haalbaar

Belangrijkste knelpunten die successen in de weg hebben gestaan zijn bedrijfseconomische, in combinatie met aantasting van de internationale concurrentiepositie (vervolg)

- In de olie-industrie (raffinaderijen) zijn nog nauwelijks initiatieven genomen voor 100% kringloop van industrieel water
 - * De E.P.A. heeft de mogelijkheden voor raffinaderijen geevalueerd en er vervolgens van afgezien om een programma voor water recycling in deze sector op te starten. De mogelijkheden bleken beperkt.
 - * De financiële middelen voor dergelijke initiatieven in de raffinage-sector zijn beperkt, doordat raffinaderijen in een zeer concurrerende markt opereren waar bovendien sprake is van overcapaciteit.
- Technische barrières
 - onzuiverheden in het water dat gebruikt wordt in het productieproces kunnen de kwaliteit van het produkt aantasten
 - verlaging van het volume van de waterlozing kan aanleiding geven tot hogere concentraties verontreinigingen
 - het sluiten van de waterkringloop kan hogere afval productie (met name van gevaarlijk afval) tot gevolg hebben

Belangrijkste knelpunten die successen in de weg hebben gestaan zijn bedrijfseconomische, in combinatie met aantasting van de internationale concurrentiepositie (vervolg)

- Overheid
 - gebrek aan vertrouwen in de bedrijven door gebrek aan kennis van het productieproces, de industriesector, en de markt
 - een agressief beleid dat aanleiding geeft tot een gebrek aan welwillendheid bij de bedrijven

- Organisatorische barrières binnen de bedrijven
 - gebrek aan communicatie tussen milieu-afdeling en management
 - milieu-afdeling kan management niet overtuigen
 - milieu-afdeling vaak bemand met niet strategisch denkende mensen
 - procestechnologen zijn niet op de hoogte van de technische mogelijkheden

Door middel van een goede samenwerking tussen overheden en bedrijven is waterkringloopsluiting mogelijk mits aan de juiste voorwaarden wordt voldaan

- Een wederzijds begrip tussen bedrijven en lokale overheden over de noodzaak tot vermindering van watergebruik en reductie van lozingen
- Een stimulerende regelgeving die bedrijven de ruimte geeft om maatregelen te nemen op voor hen optimale wijze
- Goede mentaliteit en overtuiging binnen alle niveaus van het bedrijf
- Mogelijkheden om maatregelen te koppelen aan andere geplande vernieuwingen en uitbreidingen binnen de investeringscyclus (geen gedwongen “end-of-pipe” maatregelen)
- Volledige steun van het management
- Wederzijds vertrouwen tussen bedrijven en overheid

Chemie (USA)		
Procesbeschrijving	Processen verantwoordelijk voor afvalwater	
Productie van ionenwisselaar resins en vezel mengsels voor de energie produktiesector	Demineralisatie levert water met fijne deeltjes in suspensie Water bevat ook veel zouten en lage pH	
Water recycling proces		% Recycling: 100%
Belangrijkste technologieën	Belangrijkste 'drivers'	Belangrijkste barrières
<ul style="list-style-type: none"> Tegenstroom membraan ultrafilter waardoor filtreren met chemische coagulatoren niet nodig is Eliminatie van afvoer: 35 m³ per dag 	<ul style="list-style-type: none"> Striktere regelgeving Bepaalde ruimte beschikbaar voor storten van slib Wens om afvalwater beheer volledig te herzien 	<ul style="list-style-type: none"> Handhaven van een goede waterkwaliteit voor het productieproces (verwijdering van deeltjes voor de ionenwisselaar resins)
Kosten van implementatie	Financiële benefits	Terugverdienperiode
Onbekend, in de orde van US \$ 1,000,000	<ul style="list-style-type: none"> Besparingen op verminderd watergebruik, verminderde afval productie (slib) en afvalwater productie levert tot US \$25,000 per jaar Operationele kosten blijven constant 	5 - 6 jaar
Commentaar		
<ul style="list-style-type: none"> Andere voordelen die zijn genoemd zijn betere en constante water kwaliteit voor productie proces en verbeterde produktkwaliteit Filterkoeken (slibs) worden gedroogd en als niet-gevaarlijk afval afgevoerd tegen lagere kosten dan nat slib 		

Papier en Karton (USA)		
Procesbeschrijving	Processen verantwoordelijk voor afvalwater	
Productie van constructie papier in 70 verschillende kleuren van recycled papier en vers papier	De 'white water' systemen produceren het merendeel van het afval water; praktisch het gehele bleeksysteem wordt gerecycled	
Water recycling proces		% Recycling: 99%
Belangrijkste technologieën	Belangrijkste 'drivers'	Belangrijkste barrières
<ul style="list-style-type: none"> • Alle noodzakelijke processen hebben kleinschalige behandelssystemen met actief kool of slib • Geloosd afvalwater (als noodzakelijk) wordt eerst via een zand filter geleid 	<ul style="list-style-type: none"> • Beschikbaarheid van water in een gebied waar water schaars is (door bovenstroomse stuwdam) • Nadering van limiet van lozingen • Hoge prijs van drinkwater 	<ul style="list-style-type: none"> • De mogelijkheid om met veel kleuren te kunnen werken, opgelost door volgorde te optimaliseren • Biologische contaminanten, opgelost door behandelingsstelsysteem te optimaliseren
Kosten van implementatie	Financiële benefits	Terugverdienperiode
Onbekend, minstens US \$ 1,000,000	<ul style="list-style-type: none"> • Geen, wellicht in toekomst als strengere wetgeving regels en kosten oplegt voor water gebruik 	geen, tenzij regels hogere kosten voor gebruik en lozingen tot gevolg hebben
Commentaar		
<ul style="list-style-type: none"> • Geproduceerd afval is niet-gevaarlijk. Verwerking (dumping) van afval kost rond US \$ 25,000 per jaar • Belangrijkste doel, nl. verzekering van het operationeel houden van de plant is gerealiseerd • Ander genoemd voordeel is de verbeterde relaties met de lokale overheden en het imago is verbeterd 		

Metaal Produktie (USA)		
Procesbeschrijving	Processen verantwoordelijk voor afvalwater	
Verwerking ijzerertsen met wolfram voor de productie en zuivering van wolfram carbide kristallen	Primaire bron van het afvalwater is de uitspoeling met behulp van zuren	
Water recycling proces		% Recycling: 95% (rest is verdampt)
Belangrijkste technologieën	belangrijkste 'drivers'	Belangrijkste barrières
<ul style="list-style-type: none"> • Geen specifieke technologieën • pH neutralisatie en deeltjes verwijdering door filtratie • Herinrichting van de processen om optimaal gebruik te maken van verschillende water kwaliteiten 	<ul style="list-style-type: none"> • Corporate initiatief • Niet voldoen aan nationale regelgeving van afvalwater lozingen 	<ul style="list-style-type: none"> • Veranderen van de houding van de werknemers
Kosten van implementatie	Financiële benefits	Terugverdienperiode
US \$ 300,000 (ontwerp, installatie van leidingen, behandelingssysteem, filterpers, grondwater meetpunten, verdampingstanks)	<ul style="list-style-type: none"> • Enige besparingen zijn de energiekosten van het pompstation • Waterkosten bestonden niet vanwege eigen putten en kostenloze lozingen van afvalwater 	geen
Commentaar		
<ul style="list-style-type: none"> • Implementatie is uitgevoerd met een adviesbureau in samenwerking met de lokale overheid • Water gebruik vele malen lager dan voor de ingrepen (1200 liter per minuut reductie) • Afval van filterpersen is niet-gevaarlijk, en kan voor relatief weinig geld afgevoerd worden 		

Energie (USA)		
Procesbeschrijving	Processen verantwoordelijk voor afvalwater	
Electriciteitscentrale (ontworpen voor 100% recycling)	Grootste hoeveelheid water wordt in de koeltoren gebruikt, daarmooft ook in de demineralisatie	
Water recycling proces		% Recycling: 100%
Belangrijkste technologieën	belangrijkste 'drivers'	Belangrijkste barrières
<ul style="list-style-type: none"> Oorspronkelijk 'Electrodialysis Removal' (EDR), daarna een speciaal zout indikkingsysteem 	<ul style="list-style-type: none"> Centrale was voor 100% recycling ontworpen Pro-actieve houding om te voorkomen dat later nieuwe (extra dure) maatregelen genomen moeten worden 	<ul style="list-style-type: none"> Met name technologische omdat EDR niet goed werkte Volgende maatregelen bleken kostbaar te zijn Gebruik van afvalwater equipment
Kosten van implementatie	Financiële benefits	Terugverdienperiode
Onbekend, maar extra investeringen voor het indikkingsysteem liggen rond US \$ 7 miljoen	<ul style="list-style-type: none"> Geen vergelijking mogelijk, maar momenteel kost de recycling voornamelijk geld en is er nog maar zeer weinig sprake van terugverdienen door lagere operationele kosten 	Moeilijk te bepalen omdat centrale voor 100% recycling was ontworpen
Commentaar		
<ul style="list-style-type: none"> Ander genoemd voordeel is een verbeterd imago van de centrale en de energiesector Kosten voor afval en verwerking van de zouten liggen nu op US \$ 300,000; deze kunnen gehalveerd worden als een toepassing in asfalt verwerking mogelijk blijkt Reductie van afval water afvoer: 600 liter per minuut 		

Papier en verpakkingsmateriaal (Zuid Afrika)		
Procesbeschrijving	Processen verantwoordelijk voor afvalwater	
Kleine papierfabriek uit 1970, met reiniging, verdikkers, 'refiner', 3 papier machines, 3 persen Capaciteit: 150 ton per dag	Papier geproduceerd op basis van water, bleken met 7-10 ton water per ton papier	
Water recycling proces		% Recycling: 100%
Belangrijkste technologieën	belangrijkste 'drivers'	Belangrijkste barrières
<ul style="list-style-type: none"> • Geen specifieke technologieën gebruikt • Recycling gerealiseerd door balansen van processen • Verdikkers werden gebruikt om vezels te verwijderen om water te hergebruiken 	<ul style="list-style-type: none"> • Geloof in recycling ('Good Practice' en een ethische verantwoordelijkheid voor milieu) • Technische uitdaging voor de ingenieurs 	<ul style="list-style-type: none"> • Gevaar van lozingen tijdens incidenten (opgevangen door 1000 m³ buffer tank te bouwen)
Kosten van implementatie	Financiële benefits	Pay-back periode
Onbekend, in orde van US \$ 500,000	Besparingen op afvoer van afval water van US \$ 1000 per dag	2 - 3 jaar
Commentaar		
<ul style="list-style-type: none"> • Het realiseren van de 100% recycling gaf een gevoel van voldoening, ook om een van de eerste bedrijven ter wereld te zijn om dit te realiseren • In een land als Zuid-Afrika is water een schaars goed, dit is een 'way-of-living' en daardoor is men zuinig met water 		

Metaal Produktie (Zuid Afrika)		
Procesbeschrijving	Processen verantwoordelijk voor afvalwater	
Produktie van roestvrij staal en chroom door verschillende bedrijven op een lokatie Bedrijven hebben een gezamenlijk water management systeem	Neutralisatie proces (800 m ³ per dag) Proces afvalstromen, licht verontreinigd (350 m ³ per dag) Gas produktie (100 m ³ per dag)	
Water recycling proces		% Recycling: 98%
Belangrijkste technologieën	belangrijkste 'drivers'	Belangrijkste barrières
<ul style="list-style-type: none"> • Reversibele osmose • 'Acid roasting' • Ontharding (kalk) • Ionenuisseling • Filters (actief kool) • Evaporatie • Neutralisatie 	<ul style="list-style-type: none"> • Druk van de lokale autoriteiten om lozingen van verontreinigd afvalwater te reduceren • Handelsproblemen als gevolg van milieuproblemen 	<ul style="list-style-type: none"> • Kosten, overkomen door ingrepen te koppelen aan grote uitbreiding • Ontwerp en praktijk niet compatibel, overkomen door ontwerp stap voor stap aan te passen
Kosten van implementatie	Financiële benefits	Pay-back periode
Onbekend, maar hoog	Besparingen op watergebruik: US\$ 450/dag (Deze staan niet in verhouding tot de investeringen)	Niet bekend
Commentaar		
<ul style="list-style-type: none"> • Andere voordelen zijn extra werkgelegenheid, beter imago, betere milieu bescherming, koppeling van investeringen aan nieuwe processen in de fabriek • Extra kosten door afval produktie zijn 25 m³ per dag filterkoeken, voor US \$ 4000 per dag • Reductie van afvalwaterstroom: 1100 m³ per dag 		

Palingrokerij (Nederland)		
Procesbeschrijving	Processen verantwoordelijk voor afvalwater	
Bewaren van levende paling in bassins	Het voerontreinigde en zoute water uit de bassins dat na gebruik geloosd wordt op het oppervalkete water (circa 10,000 m3 per week)	
Water recycling proces		% Recycling: >90%
Belangrijkste technologieën	belangrijkste 'drivers'	Belangrijkste barrières
Biologische waterzuivering. Deze oplossing is gekozen na een evaluatie van vier verbeteropties	Druk van lokale vergunningverlener (Waterschap)	<ul style="list-style-type: none"> • Kosten (Nfl 150,000 investering zonder opbrengst van de investering) • Risico van kwaliteit van de paling (het wasonbekend hoe de levende palingen zouden gedijen in het gerecyclede water)
Kosten van implementatie	Financiële benefits	Pay-back periode
circa Nfl 150,000	Geen NB: het bedrijf heeft voor installatie van de recirculatie-unit de lozingsheffing met succes aangevochten (vanwege de aanslag voor zowel afvalwaterlozing als palingkweek (Nfl/kg))	Geen (omdat er geen financiële benefits zijn)
Commentaar		
<ul style="list-style-type: none"> • Het bedrijf ziet de investering als een gedwongen investering die de concurrentiepositie nadelig beïnvloedt • Ondersteuning door Zeeuws Innovatie Centrum en het RIVO (Rijksinstituut voor Visserij Onderzoek) was cruciaal voor onderzoek naar en evaluatie van de verbeteropties • Een bijkomend voordeel is dat e een lagere sterfte ratio onder de vissen is 		

Voedingsmiddelen (frisdranken) (Mexico)		
Procesbeschrijving	Processen verantwoordelijk voor afvalwater	
Bedrijf produceert brinwater, natuurlijk en met smaken; Water wordt gebruikt voor vullen van flessen met produkt (dat voor 99% uit water bestaat) en voor 'services', nl. wassen van flessen, koeling, stoom boilers etc.	Afval water wordt geproduceerd door de 'siroop' installatie en de flessenwasser	
Water recycling proces		% Recycling: 30%
Belangrijkste technologieën	belangrijkste 'drivers'	Belangrijkste barrieres
Membraan technologie en verder blanderen van juiste behoeften aan bepaalde waterkwaliteit	Druk van lokale vergunningverlener , echter niet voor recycling, maar meer voor reductie van emissies Beperkingen t.a.v. hoeveelheid water te onttrekken	<ul style="list-style-type: none"> • Onwetendheid over de hoeveelheid water die gebruikt wordt door de verschillende units • Kosten van vervanging van de flessenwasser
Kosten van implementatie	Financiële benefits	Pay-back periode
US \$ 500,000	Besparingen van 30% op behandeling van afvalwater en op watergebruik	2 - 3 jaar
Commentaar		
<ul style="list-style-type: none"> • Deze plant heeft nog geen 100% recycling, maar is wel continu bezig met de reductie van intake en lozingen. Dit wordt voornamelijk door de wetgeving gedreven, alsmede door een corporate initiatief (bedrijf is in handen van UK voedingsmiddelen concern) • Twee belangrijke zaken hebben een rol gespeeld: 1. Installatie van flow meters op verschillende plaatsen in de fabriek om de juiste behoeften van de onderdelen te kwantificeren, en 2. samenwerking met de leverancier van de flessewasser. 		

Staal productie (USA)		
Procesbeschrijving	Processen verantwoordelijk voor afvalwater	
Productie van staal in de vorm van baren ruwstaal, alsook staven, stangen en walsblokken voor toepassing in gereedschappen, boorinstallaties, luchtvaart.	Koelwater afkomstig van de nabehandeling van staven, van de walserij, gieterij en van het smeltproces. Het bestaat uit water dat wel en een waterstroom die niet incontact is geweest met het produkt.	
Water recycling proces		% Recycling: 67%
Belangrijkste technologieën	belangrijkste 'drivers'	Belangrijkste barrières
De twee productie-eenheden leverden in totaal circa 45000 m ³ per dag. De twee recycle systemen werken met coagulatie, flocculatie, en bezinking. Na installatie wordt circa 30000 m ³ per dag gerecycled en 15000 m ³ geloosd.	Milieuregelgeving: toen de fabriek inzag dat het water zou moeten worden gezuiverd tot schoner dan het ingenomen water, is besloten tot recycle van water. Er was geen economische drijfveer.	Er waren geen barrières voor implementatie
Kosten van implementatie	Financiële benefits	Pay-back periode
De totale investering bedroeg circa USD 15 miljoen.	Door recycling van het water wordt het productieproces beter gemonitord. Er zijn echter geen financiële benefits.	Geen (omdat er geen financiële benefits zijn)
Commentaar		
Een belangrijke technische complicatie was het verwijderen van metalen uit het gerecyclede water. Vervuiling van de procesapparatuur als gevolg van de opbouw van de metaalconcentratie in het water was een belangrijk risico.		

Bijlage C Overzicht hulpmiddelen (modellen)

Bijlage C, Beschikbare hulpmiddelen

Hulpmiddelen t.b.v. analyse en ondersteuning

- a - hulpmiddelen die specifieke onderdelen van beslisprocessen ondersteunen zijn
- b - hulpmiddelen bij wiskundige analyse, modelleren en visualisatie

Deze instrumenten zijn er op gericht de kwaliteit en efficiëntie van analyses en oplossingen te verbeteren. Er zijn hulpmiddelen die zich richten op structurering van het gehele proces van probleemanalyse en -oplossing en er zijn hulpmiddelen die specifiek zijn voor een bepaald onderdeel of aspect van het probleemoplosproces.

a - Hulpmiddelen die specifieke onderdelen van beslisprocessen ondersteunen zijn:

* Life-Cycle Analysis (LCA)

Life-Cycle Analysis biedt mogelijkheden om de milieuprestatie van processen en produkten te bepalen, alsmede om de milieuverdienste van verbeteropties te bepalen. Twee kenmerkende aspecten van LCA zijn:

- de van-de-wieg-tot-het-graf benadering (levenscyclus)
- de inventarisatie en classificatie van milieubezwaarlijke ingrepen (verbruiken, emissies). Bij de classificatie wordt gebruik gemaakt van rekenmodellen bij milieuthema's als humane toxiciteit, broeikas effect en vermisting. Het gaat daarbij om de potentiële milieueffecten van het verbruik of de emissie van stoffen. Via een multi-criteria evaluatie kunnen de verschillende milieuthema's eventueel verder geaggregeerd worden.

Software: CALCA, PIA, DESC, SIMAPRO

* Multi-criteria evaluatie (MCE)

Hieronder valt een reeks van technieken die bedoeld zijn om een beoordeling op meerdere aspecten uit te voeren. De algemene aanpak is:

- bepaal de alternatieven
- bepaal de criteria (factoren waar op de alternatieven beoordeeld moeten worden)
- bepaal de scores van de alternatieven op de criteria
- bepaal standaardisatie-functies voor de scores
- pas de standaardisatie-functies toe op de scores
- bepaal het gewicht (relevantie) van de afzonderlijke criteria
- bepaal de eindscore van de alternatieven door combinatie van de gestandaardiseerde scores en de gewichten.

Binnen deze aanpak zijn talrijke variaties mogelijk. Gesteld kan worden, dat de kwaliteit van een beoordeling in belangrijke mate afhangt van de kwaliteit van de criteria. Omdat in de praktijk vaak sprake is van een complexe geheel van (afhankelijke) criteria wordt vaak gesproken over een criteriaboom of -diagram.

Software: DATUM, TOPSYS, Expert Choice, PROMETHEE

* Electronic Boardroom (TNO-STB)

Dit betreft een faciliteit die gebruikt kan worden voor groepsprocessen die zich richten op creatieve genereringsprocessen of op beoordelingsprocessen. Middels hard- en software en begeleiding wordt een navolgbaar en vastgelegd proces bewerkstelligd. Hierbij kan dan gebruik gemaakt worden van creativiteitsbevorderende technieken en multi-criteria evaluatietechnieken.

* Modellen

Er zijn diverse modellen bekend en beschikbaar om onderdelen van een beslisproces te ondersteunen. Voor kosten bijvoorbeeld, bestaan modellen als TASK (TNO), het Environmental Cost Analysis System (RIVM), MKKM (TNO) en het VROM/CPB milieukostenmodel. BEAM en MIOW(+) zijn voorbeelden van modellen die de financiële draagkracht van een bedrijf inschatten, gebaseerd op een bedrijfskundige analyse. Verder zijn te noemen modellen voor het menselijk gedrag, rekenmodellen van technische

processen, verspreidingsmodellen voor stoffen in bodem, water en lucht, ecologische modellen en modellen die de opname en verwerking van (giftige) stoffen in het menselijk lichaam weergeven. Modellen (kwantitatief en kwalitatief) vormen de weerslag van een afgebakend stuk bestaande kennis.

- * Databases
Databases, gegevensbestanden, zijn er in alle soorten en maten, bijvoorbeeld van stoffen en hun eigenschappen, apparaten en installaties met hun leverancier, reinigingstechnieken, wettelijke regelingen, subsidieregelingen, emissies naar bodem, lucht en water, allerlei soorten instanties en van bevolkingsgegevens (CBS).
De gegevens uit databases kunnen (mede) de input vormen voor het trekken van een conclusie en het maken van een beslissing. Soms zijn daartoe nog statistische bewerkingen op de gegevens nodig.
In de USA heeft the Risk Reduction Engineering Laboratory een database (EPA-RR) ontwikkeld over het verwijderen en vernietigen van stoffen in verschillende media (water, afvalwater, bodem, waterbodems, slib, lucht). Het onderhoud van de database is een continue activiteit.
Een bijzonder soort database is de case-database. In zo'n database zijn gestructureerde, textuele beschrijvingen aanwezig van bepaalde gevallen, bijvoorbeeld van waterreiniging/besparingsoperaties of incidenten/rampen.
- * Acquire (TNO-MEP)
Software waarmee kennismodellen (beslistabellen) geïmplementeerd kunnen worden.
- * AKTS (TNO-Bouw)
Software waarmee kennismodellen (beslistabellen) geïmplementeerd kunnen worden.
- * AION-DS
Een rule-based ontwikkelomgeving voor complexe kennistechnologische applicaties (kennismodellen).
- * PROPER (Interduct TU Delft)
Software waarmee op basis van gegevens van een afvalwaterstroom een reinigingstechniek wordt geselecteerd. Het pakket is nog in ontwikkeling en niet te koop.
- * X-SPURT (EA Technology, UK)
Software waarmee mogelijkheden gegenereerd kunnen worden om effluentproblemen op te lossen.
- * GALVANO (RIVM)
Software waarmee technieken kunnen worden geselecteerd voor de vermindering van afval en afvalwater in de galvanische industrie.
- * POLCOL (RIVM)
Software waarmee de relaties tussen vervuiling, reinigingstechnieken en kosten inzichtelijk kunnen worden gemaakt. Het systeem wordt al enkele jaren niet meer onderhouden.
- * Beslissystematiek Sanering Waterbodems BSSW (TNO-MEP, RIZA)
Software waarmee een optimale keuze kan worden gemaakt voor een techniek om een vervuilde waterbodem te saneren. Hoofdcriteria zijn: milieuverdiensite, technische haalbaarheid, economische haalbaarheid en maatschappelijke haalbaarheid.

b - hulpmiddelen bij wiskundige analyse, modelleren en visualisatie

Omschrijving	Naam	Voorbeelden van ontwikkelde modellen
Algemene tools voor optimalisatie, berekeningen, parameterschatting en statistiek		
	SAS	- Warmtepomp - Koffiebranden - Brandstofverbruik vrachtwagens
	EUREKA	
	MATHCAD	
	ACSL Optimization	
	AIMMS	
	Mathematica	
Met sterke (dynamische) mogelijkheden voor data-visualisatie	PV-WAVE	
Met sterke (dynamische) mogelijkheden voor data-visualisatie	VAPS-HMI	
Met sterke (dynamische) mogelijkheden voor data-visualisatie	SL-GMS	
Numerical Libraries, bibliotheken met modules voor allerlei doeleinden, veelal in Fortran	NAG, IMSL, Numerical Recipes	
	Diverse spreadsheet software, o.a. Excel, Lotus, Quattro Pro	
Tools voor het oplossen van allerlei soorten differentiaalvergelijkingen		
	ACSL ACSL Vision (GUI t.b.v. simulatie)	- Afvalverbranding - Houtverbranding - Drogen van bietenpulp
	RT Works Dataviews (GUI t.b.v. simulatie)	
Software voor de ontwikkeling van real-time expert systems voor complexe toepassingen die een continue en intelligente monitoring, diagnose en controle vereisen. Toepasbaar op allerlei gebieden, van procesindustrie en ruimtevaart tot bankwezen	G2 system (incl. GUI t.b.v. simulatie)	- Advanced Risk Management System (ARMS)

	DIFF-EQ	
Reeds oud pakket.	TUTSIM	
	TK Solver Plus	
Flowsheeting software (vnl. bestaande unit operations)		
Modellering en simulatie van statische processen	ASPEN PLUS	- Papierfabriek - Mestdroging
Modellering en simulatie van dynamische processen	SPEED-UP (bij ASPEN PLUS)	
Modellering en simulatie van statische processen	HYSIM	
Modellering en simulatie van dynamische processen	HYSIS	
Modellering en simulatie van statische processen	PRO II	
Modellering en simulatie van dynamische processen	PROTISS	
Software voor het doorrekenen van chemische reactoren en verbrandingsprocessen	CHEMKIN RUN.IDL	
Software t.b.v. ontwerp en optimalisatie van procesregeling		
	MATLAB (diverse toolboxes, o.a. voor fuzzy logic, system identification, robust control, SIMULINK)	
Software voor empirische modellering van processen, black-box modellering op basis van in- en uitgangsvARIABLEN	PRIMAL	
	ACSL MATH	
Software voor de analyse van procesdynamica, het bepalen van de beheersbaarheid van alternatieve procesontwerpen en het opzetten van een regelstrategie	EPIC	
	Intelligent Process Control System (IPCS)	
Software t.b.v. ontwerp en optimalisatie van stromingen in apparaten en installaties		
	FLUENT	
	PHOENICS	
	TASCFLOW	

	SEPRAN	
	Wish3D	
	Flow3D	
Software voor het integratie en optimaliseren van een energiesysteem, het minimaliseren van het energieverbruik in processen.		
	PIPER, Pinch Technology en Exergie-analyse	
Software voor de modellering en optimalisatie van energieconversiesystemen	CYCLE-TEMPO	
Software voor koeltechnische kringloopberekeningen	CYCLE11	
Simulatie van complexe koelsystemen	RADS	
Berekening van thermodynamische grootheden van koelmiddelen	REFPROP	
Software voor simulatie van aircycle koelsystemen	AIRCYCLE	
Software voor analyse van de dynamica van energiesystemen	MMS	
Software voor analyse van de dynamica van energiesystemen	PC-TRAX	
Diversen		
Handleiding om op een gestructureerde wijze tot modellen te komen	Handboek Gestructureerd Modelleren, versie 2	
Modellering m.b.v. een neuraal netwerk	Brainmaker, SNNS, e.a.	
Software voor empirische modellering van processen, black-box modellering op basis van in- en uitgangsvARIABLEN	MATLAB Identification toolbox	
Software om flowcharts te maken	Flowcharting, Easyflow, ABC	
Programmeertalen, tegenwoordig uitgerust met uitgebreide bibliotheken en tools, o.a. voor het bouwen van GUI	Fortran, C++ (Visual C), Pascal (Delphi), Basic (Visual Basic), Clipper (Visual Objects), ALLEGRO CL, etc..	<ul style="list-style-type: none"> - Warmte- en vochtmodellen voor bakprodukten (BERTEM/BAKTIX) - Tunnelovenmodellen (QKILN) - Compressormodellen - Warmtemodellen voor gebouwen - Expert system verbandingsinstallaties (MSWC-FACE) - Verspreidingsmodellen - Modellen van energie-

		en waterinstallaties in gebouwen - Model van warmteoverdracht t.g.v. straling (STRALING)
Computer-Assisted Design (CAD) en Computer-Assisted manufacturing (CAM)	AUTOCAD	
Software om inzicht te krijgen in de optimale verknoping van waterstromen in een systeem	Water-Pinch Technology	
GUI voor databases	GSQL	
Software voor het doorrekenen van chemische evenwichten, pH-Eh, stabiliteit, etc.	HSC Chemistry	
Software voor het doorrekenen van chemische evenwichten in meerfase systemen	Equitherm	

Bijlage D Workshop

Workshop "Mogelijkheden van - en knelpunten bij - het sluiten van industriële waterkringlopen"

Parallele sessie I: bedrijfstakken (petro)chemie en galvano/metaal

Aanwezig:	Richard Boulan	RIZA
	Renze van Houten	TNO-MEP\MPT
	Loren Motamedi	RIZA
	Dave Dijkhuis	ADL
	Willy van Tongeren	TNO-MEP\MPT
	Addie Weenk	TNO-MEP\EPT
Afwezig:	de heer Bos	TNO-I\MI
	Bert Don	TNO-MEP\M&P
Steller:	Addie Weenk	

1. Functies water

Begonnen is met een opsomming van functies van water in de chemie:

- koeling (dominant)
- reactiemedium
- oplosmiddel
- wassen, scheiden, extractie (procesmatig), afvangen zouten en bijprodukten
- reinigen van apparaten en installaties
- transportmedium
- reactant
- produkt
- gaswassing
- utility

In 2015 zouden deze functies in het ideale geval watervrij vervuld kunnen worden. Voor koeling zijn daar goede mogelijkheden toe: luchtkoeling, aircycle-systemen, gesloten koelcircuits, combineren met warmwatersystemen (intern/extern), pinchtechnologie (analyse t.b.v. verknoping van stromen). Binnen de scheidingstechnologie zijn er diverse mogelijkheden en ontwikkelingen, bijvoorbeeld de membraantechnologie. Opschalingsproblemen spelen hier echter een grote rol.

Binnen de groep wordt besloten zich niet te richten op de route van natte naar droge processen. Het gaat meer om recycling en hergebruik. Technologische ontwikkelingen naar droge processen komen in een ander (RIZA-)kader aan de orde. Bovendien willen we ons voornamelijk richten op niet-technologische aspecten van (de overgang naar) een ideaalsituatie.

2. Galvano/metaalindustrie

Voor de **galvanische industrie** is een redelijk eenvoudig en algemeen geldig processchema te geven:

- 1 Voorbehandeling: reinigen, ontvetten
- 2 Spoelen
- 3 Galvaniseren: verzinken, vernikkelen, vergulden
- 4 Spoelen
- 5 Nabehandeling: kleuren, anodiseren, passiveren
- 6 Spoelen/drogen

In 2015 wordt verwacht dat er drie afzonderlijke straten zullen zijn, drie modules:

- 1 en 2
- 3 en 4
- 5 en 6

waarbij er scheiding en hergebruik van water en grond/hulpstoffen plaatsvindt. Ook reinigingsmiddelen zullen hergebruikt worden. Verwacht wordt ook dat de badsamenstelling zal veranderen om de scheidingsstap beter uit te kunnen voeren. Verder zal de galvanisering bij lagere temperaturen plaatsvinden.

Een andere toekomstverwachting is de integratie van de zes stappen. Bij het lakken in de coil coating industrie (Hunter Douglas, Hoogovens, chromatiseren) vinden dergelijke ontwikkelingen plaats/

Problemen die men verwacht zijn:

- ophoping van contaminanten
- scheidingstechnologie niet selectief genoeg, dus lager rendement en contaminatie
- storende werking van restcontaminanten
- opschalingsproblemen bij scheidingstechnologie
- dure installaties

Kenmerken van de nieuwe procesvoering:

- veel ruimtebeslag door toegevoegde technologie. Wellicht valt dit mee wanneer de toegevoegde technologie compact is en leidt vermindering van het aantal benodigde spoelbaden.
- complexere installatie door toegevoegde technologie
- noodzaak tot goede procesbewaking, monitoring
- geautomatiseerde processen i.p.v. handwerk
- specialisatie van bedrijven (vernikkelaars, verzinkers, etc) om efficiënter te kunnen zijn
- minder hele kleine bedrijven omdat ze de investeringen niet kunnen doen en de kennis niet in huis kunnen halen

3. (Petro)chemie

Voor de **chemie** zal de nadruk liggen op concentratie van afvalstromen en cascade-hergebruik. Output van processen is: producten, zuivere bijproducten en hulpstoffen, pure zouten en schoon water.

De zuiverings- en scheidingstechnologie zal een grote rol spelen, net als bij de galvano. Bijvoorbeeld vriesdrogen, cryogeen scheiden, verdamping, membraantechnologie. De selectiviteit en opschaling zijn hierbij weer aandachtspunten. Bovendien kunnen nieuwe benaderingen belangrijk worden, zoals biokatalyse (enzymen), heterogene katalyse (bijv. bij butanol productie), waarbij praktisch watervrij gewerkt kan worden. De water-pinch technologie biedt aantrekkelijke analyse hulpmiddelen.

Opgemerkt wordt, dat binnen de chemie reeds veel gerealiseerd is en gewerkt wordt aan waterkringloopsluiting. Koeling nam ca. 80% van het watergebruik voor zijn rekening, maar veel koelcircuits zijn reeds gesloten. Bij oude raffinaderijen is dat nog niet zo. Er liggen kansen in het expliciet maken en verspreiden van ervaringen die opgedaan zijn bij gerealiseerde besparingen. Binnen de chemie wordt daar weinig aandacht aan geschonken.

4. Actoren

Actoren die een rol spelen bij de bedrijfsvoering binnen de chemie en/of in de galvanische industrie zijn:

- overheden, bevoegd gezag, vergunningverleners
 - * rijk
 - * provincie
 - * gemeente
 - * waterkwaliteitsbeheerders
- aandeelhouders
- toeleveranciers van installaties en apparaten
- toeleveranciers van stoffen
- afnemers
- nutsbedrijven (als toeleveranciers, maar ook adviseurs)
- branche-organisaties
- werknemersorganisaties
- werkgeversorganisatie
- kennisinstututen
- verzekeringen
- banken, financierders
- milieubeweging
- omwonenden
- eigen personeel
- afvalwaterzuiveraars en afvalverwerkers

- media
- consumentenbond

In de galvanische industrie worden de volgende actoren genoemd als mogelijk invloed hebbend op de initiatie van de overgang naar waterkringloopsluiting:

- leveranciers van grondstoffen en apparatuur
- eigen personeel: het gaat om kleine bedrijven waarbij er directe contacten zijn en dus ook invloed van het personeel op de baas/bedrijfsleiding.
- vergunningverlener, vaak de gemeente
- kennisinstituten, waarbij ook de overheid die rol kan spelen
- branche-organisaties
- afnemers
- afvalwaterzuiveraars

In de chemie kunnen de volgende actoren een rol spelen bij initiatie van waterkringloopsluiting:

- aandeelhouders
- overheid op verschillende niveaus
- nutsbedrijven
- milieubeweging
- kennisinstituten

Nutsbedrijven hebben een dubbelrol: toeleverancier en adviseur. Ze hebben belang bij de afname van het grondwatergebruik van bedrijven omdat de nutsbedrijven dan zelf meer kunnen oppompen (en verkopen).

Genoemde factoren die van belang zijn bij de overgang naar waterkringloopsluiting zijn:

- beslisselijkheid, afhankelijk van de beslisstructuur en de gelaagdheid van bedrijven
- bedrijfscultuur, attitude, innovatiebereidheid, innovatiegerichtheid
- bekendheid en status van buitenlandse ontwikkelingen
- concurrentiepositie, invloed hebbend op het bestedingsvermogen en het bedrijfsrisico van investeringen
- heffingen
- harde limitering door bevoegd gezag of natuurlijke omstandigheden, zoals droogte en verdroging (te lage grondwaterstand)
- kosten van overgang naar waterkringloopsluiting
- actuele waterkosten
- belang van bedrijf in de regio (werkgelegenheid)
- imago
- klantenwensen, flexibiliteit t.a.v. de produktkwaliteit
- "license to operate", acceptatie door samenleving
- inpasbaarheid in investerings- en dus vernieuwingsbeleid.

Gemeld wordt nog, dat een termijn van 20 jaar wellicht maar de life-cycle van een of enkele investeringsstappen. Veranderingen met grote en vaak onbekende gevolgen zullen niet in die termijn passen.

Parallele sessie II: bedrijfstakken Textiel, Voeding en Papier & Karton

Aanwezig:	Willem Jan Bosma	ADL
	Arie Hooijmeijer	TNO-I\P&K
	Anton Luiken	TNO-I\Textiel
	Cees Roos	TNO-MEP\MPT (voeding)
	Henk Senhorst	RIZA
	Rob van Veldhuisen	TNO-MEP\MPT
	Jacques van de Worp	TNO-MEP\MPT
Afwezig met kennisgeving:	Klaas van 't Riet	LUW, TNO-Voeding

De deelnemers aan de workshop introduceren zichzelf voor de andere deelnemers. Anton Luiken bijt het spits af voor de bedrijfstak Textiel. Hij is werkzaam bij TNO-Industrie, afdeling Textiel. Hij is de vaste technisch adviseur van de textiel-branche-organisatie KRL in Veenendaal.

1. Textiel

Het textiel productieproces in Nederland behelst veelal alleen de nat-chemische processen (textielveredeling). Het spinnen en weven geschiedt voor het merendeel in het buitenland. Daar wordt het gewoven doek ook voorzien van sterkmiddelen (zetmeel en zetmeelderivaten). Het nat-chemische proces kan uitgesplitst worden in drie hoofd-behandelingen:

1. voorbehandeling

De voorbehandeling bestaat uit ontsterken, afkoken en bleken. De voorbehandeling levert de grootste verontreiniging op: loog, peroxide, sterkmiddelen (zetmeel en zetmeelderivaten), oppervlakte-actieve middelen (non-ionisch). De sterkmiddelen vormen het grootste deel van de CZV. Waterverbruik minimaal 10-15 l/kg.

2. verven (hoofdbehandeling)

Het opbrengen van de verf geschiedt met een rendement van 55 - 95 % bij een minimum waterverbruik van 10-15 l/kg. Niet het verven zelf kost veel water, maar het naspoelen (uitspoelen). De verontreiniging bestaat uit zouten, verdikkers, loog en kleurstoffen (ondermeer azo-verbindingen).

3. finishen (nabehandeling)

Het finishen kost weinig water.

Bij de textielveredeling is het katoenverlies 20 procent: 10% sterkmiddelen en 10% katoenvezels. Recyclen van proceswater levert als grootste probleem de zouten op. Een gemiddeld laag waterverbruik voor de branche is nu 30 m³/ton.

De produktkwaliteit blijft héél belangrijk in de branche. Deze wordt zelfs nog hoger. De waterkwaliteit is erg belangrijk voor het veredelingsproces. Het grondwater dient ontijzerd (katalytische reactie met waterstofperoxyde geeft gaatjes in het doek) en vergaand onthard (Ca en Mg weghalen met ionenwisseling. Ca en Mg geven complexen met de kleurstoffen waardoor de opbrengst daalt. Deze complexen zitten op het doek, en spoelen af i.p.v. hechting diep in het doek).

Item: trend van oplosmiddelen (verleden) --> water (heden) --> ?? (toekomst)

Oplossingen voor het milieuprobleem:

- I. verplaatsen van de nat-chemische activiteiten naar het buitenland;
- II. gares importeren en alternatieve sterkmiddelen opbrengen (PVA, PAC).

Toekomst

Verschuiving van (nat)fysisch-chemische processen naar fysische processen:

- elektrische processen, plasmatechnieken (fysische technieken);
- alternatieve carriers (bijv. transport verfstof op textiel) voor water: superkritisch koolzuur (CO₂) of ammoniaktechnieken voor de watervrije fixatie van kleurstof;
- toepassen enzymtechnologie (bijv. ontsterken; verbeterde kwaliteit afvalwater)
- voorbehandeling: microbiologie (=afbreken), indampen, electro-dialyse;
- finishen: inktjettechnologie;

- verdampingsverliezen via condensor (=voorstel NOVEM) terug naar de fabriek;
- energiewinning uit afvalwater via deelstroomzuivering.

Ombouw

- hybride vorm batch proces / continu processen voor méér en kleinere partijen (inspelen op wensen v.d. klant: marktontwikkeling);
- betere procescontrole en beheersing, bijvoorbeeld tussenopslag van water (buffering) en meer en betere meet- en controle-apparatuur;
- planning/produktielogistiek: bijv. kleuring van licht naar donker. Belemmering: de markt laat zich niet zo makkelijk plannen: just-in-time. Men werkt gemiddeld slechts enkele weken vooruit. De planning/logistiek is de ramp in de textielveredelingsindustrie.

Verwachting

In 2015 zal superkritisch CO₂ verven in ieder geval toegepast worden. Dit geldt ook voor electro beam (EB) met reactieve kleurstoffen (Ciba). Doel: voorkomen van spoelen na het verven. Een idee is het ontsterken met superkritisch CO₂ met nuttig inzetten sterkmiddelen. Bleken via plasma in een sterk oxiderende omgeving. Een waterbesparing van 30 - 40 procent is direct haalbaar.

Economie

De kosten, op de toegevoegde waarde berekend, zijn voor:

water	10 - 15 %
energie	5 - 7 %
arbeid	ca. 50 %

De waterkosten zijn op de product-unit-price laag, maar in absolute zin hoog.

2. Papier & Karton

Knelpunten voor de implementatie / rechtvaardiging van nieuwe maatregelen:

- grondstof v.w. verontreiniging;
- hulpstoffen (strijkmiddelen met name, zoals klei);
- lage kosten van het produkt: 1 ton papier kost < fl. 1.000,=. Papierproductie is een volledig economisch gedreven proces. Honderd procent kringloopsluiting is eigenlijk alleen mogelijk als het economisch loont, en dat is nu net de crux met de huidige prijzen van de grondstoffen en vooral het produkt.

Doel van de waterbehandeling is niet het terugwinnen van water en sluiten van de waterkringloop, maar het terughouden van de vezels (grondstof, is duur). Het waterverbruik is 10 - 40 m³/ton. Het water wordt zo'n 35 maal opnieuw gebruikt voordat het geloosd wordt. Bankbiljetpapier (niche-markt: ca. 4-5 producenten op de aarde) kost nog het meeste water: 150 m³/ton. Veel bedrijven hebben hun waterverbruik gesplitst in 3 - 4 gescheiden loops. Vers water alleen in eind van de ontinkting (=zeef + pers) en aanmaak van chemicaliën en hulpstoffen.

Toekomst

De kapitaallasten van de papierproductie zijn het meest bepalend voor de totale kostprijs van papier: 50 - 60 %. Energie bepaalt slechts 8 procent van de kostprijs, water < 1 procent. Een grote papiermachine vergt een investering van 800 - 1.000 Mfl. Een reductie van de overall investeringskostprijs is dus verreweg het interessantst.

Het vezelverlies is al teruggebracht van 3 procent (1900) naar < 0.1 procent. De voornaamste trend die nu gezien wordt is de verhoging van de proceswatertemperatuur. Conventioneel is 40 °C, nu is men bezig deze temperatuur te verhogen naar 55 - 60 °C. Hierdoor worden de reactiesnelheden verhoogd (viscositeit lager, chemie sneller). Door ontkoppeling van de EOP-AWZI van het proces, waarin vezelsterugwinning-zuiveringsapparatuur, is de temperatuurverhoging mogelijk. Het vereist wel plaatsing van een koeling (warmtewisselaar). Voor de toekomst worden proceswatertemperaturen van 80 °C haalbaar geacht in gesloten processen. Probleem daarbij zijn nog de hulpstoffen. Hogere temperaturen vereisen andere hulpstoffen (chemische/thermische stabiliteit, reactiesnelheid).

Vers water behoefte voor bladvorming en toenemende produktkwaliteit is gebonden aan een "minimum":

- karton 4 m³/ton
- krant 10 m³/ton
- kopieerpapier 20 m³/ton
- bankpapier 150 m³/ton

De hoeveelheid water rondom de zeef bepaalt de papierkwaliteit. Water is nodig voor de vorming van waterstofbruggen in de pulpmatrix (bladmatrix). Daarom is toepassing van een andere matrix (bijv. methanol) moeilijk.

Verwachting / ideeën

- door globalisering van de markt is in vele markten méér behoefte aan verpakkingsmateriaal zoals karton. Dit heeft een lagere kwaliteit dan de meeste papiersoorten. Dit is een gunstig gegeven voor kringloopsluiting;
- de beschikbaarheid van hout is geen probleem in de toekomst door inzameling en hergebruik op grote schaal van oud-papier. Scandinavië verpulpt ca. 70 miljoen m³ hout per jaar, terwijl het 100 miljoen m³ per jaar aanplant.
- grondstofsortering, onvoorspelbaarheid oud papier. Oplossing: betere inzameling/ketenaanpak. Wijziging in grondstofgebruik (hennep, vlas) wordt niet direct verwacht i.v.m. de teeltkosten i.v.m. bomen/recycle-papier;
- deelstroomreiniging
- reinigingstechnologie wijzigen en beperken in aantal;
- waterkwaliteit is knelpunt voor wat betreft onbekendheid in het proces (minimale kwaliteitvereisten);
- vergunningproblemen omzeilen met zero-emissie (gesloten kringloop). AWZI omzeilen door procesgeïntegreerde maatregelen;
- net als in de textielbranche weet men in de papier niet welke minimale eisen aan het proceswater gesteld moeten worden. De waterkwantiteiten worden wel goed gemeten.
- kringloopsluiting (100%) is alleen mogelijk als dat economisch interessant is. Het zou echter ook impliceren dat men geen last meer heeft van de vergunningverlener, en dat is een interessant gegeven in het kader van de continuïteit van de onderneming.

3. Rol overheid P&K en Textiel

- Betrekken overheid in doelgerichte (water)kringloopsluiting;
- afstemmingsprobleem met wetgeving en ontwikkeling technologie;
- carrot / stick gezamenlijk hanteren:
carrot: subsidies en kennisoverdracht (op een geschikt moment);
stick: WVO-vergunning, lozingseisen;
Overigens vindt de papier subsidie korte termijn denken. Voor lange termijn denken krijg je de handen niet op mekaar in de branche;
- P&K geen koploper in Nederland. Textiel wel koploper in Nederland. Knelpunt: verstarring (reduktie flexibiliteit proces) in productieproces in bedrijven voor (water)kringloopsluiting, vgl. warmte-kracht-koppeling;
- Ruimtelijke ordening: bij ontwikkelen van industrieterreinen rekening houden met type bedrijven, water dat ze gebruiken en afvalwater dat bij de processen vrijkomt. Koppelen van de waterstromen, zowel ingaand (B- en E-water naast drinkwater) als uitgaand (extern hergebruik). Nadeel: door afsluiten van contracten verliest een bedrijf een aantal vrijheidsgraden (flexibiliteit).

4. Motivaties

- water is slechts één van de produktiefactoren. Voor de papierbranche is water geen primair proces;
- probleem is de beschikbaarheid van deskundigheid bij de bedrijven. Nutsbedrijven (de NUON bijv.) spelen hierop in en gaan water en electra, warmte leveren op specificatie.
- kostenbesparing staat bij het nemen van maatregelen vaak centraal, zowel in de papier-, de textiel- als de voedingsbranche;
- water en luchtproblematiek worden veelal end-of-pipe aangepakt, i.t.t. energiebesparing bijvoorbeeld, procesoptimalisatie en -modificatie.

Bijlage E Waterkwaliteitsrichtlijnen

*Industrieel waterbeheer
Stand van zaken, behoeften en mogelijke ontwikkelingsrichtingen
– Bijlagenrapport –*

Bijlage Kwaliteitseisen bij waterhergebruik

*Auteur : Anton de Jong
Datum : juni 1995*

1 Overzicht van diverse hergebruiktoepassingen

1.1 Industrieel hergebruik van water

Het gebruik van water binnen de chemische industrie is veelal in het verleden niet als een kostenbepalende factor meegewogen (lage kosten inname water, lage lozingsheffingen). Hierdoor zijn er weinig inspanningen geweest om water te hergebruiken en is veelal niet exact bekend wat de specifieke kwaliteitseisen aan water voor een bepaald proces binnen een bedrijf.

Voor iedere toepassing zullen specifieke eisen moeten worden gedefinieerd. In tabel I.1 is een aantal typische toepassingsmogelijkheden in de chemie genoemd.

Tabel I.1 Diverse toepassingen van water binnen de chemische industrie [1]

Productie en productiehandelingen	- als reactant of intermediair - voor wassen - spoelen en reinigen van ketels en kolommen
Koelen	- direct contact koelen - via warmtewisselaars, condensors en koeltorens
Productie van zeer zuiver water	- voor boilerwater - voor laboratorium doeleinden - voor algemeen gebruik
Normaal proceswater	- onderhoud en schoonmaak - water voor pompafsluitingen - sample condensors
Afvalverwerking	- spoelwater voor asrest verwijdering uit boilers - spoelwater voor gaswassystemen
Drink/sanitaire voorzieningen	
Brandweeraansluitingen	

In paragraaf 2 zullen de kwaliteitseisen een aantal van de in de tabel genoemde toepassingen worden toegelicht.

1.2 Niet industrieel hergebruik van water

Indien men bedrijfsafvalwater wil gaan hergebruiken dan hoeft dit niet per sé binnen de bedrijfsgrenzen te zijn. Vooral in sommige warme landen, waar het water een schaars artikel is, worden meerdere toepassingen van bedrijfsafvalwater nagestreefd. Dit kan zijn als toepassing voor huishoudelijk water, in de agrarische sector, grondwater-terugvoer, recreatieve doeleinden en dergelijke.

In Amerika heeft de U.S. Environmental Protection Agency (EPA) richtlijnen opgesteld voor waterhergebruik (zie korte omschrijving in bijlage). De richtlijnen beslaan alle terreinen die nodig zijn om waterhergebruik te evalueren. In dit geval gaat het ook om een groot aantal toepassingen en is het waterhergebruik dus niet alleen gericht op industrieel hergebruik.

De richtlijnen bevatten informatie over de kwaliteitseisen, de monitorfrequentie voor 11 doeleinden van hergebruik. De richtlijnen zijn in boekvorm verschenen. Vooral voor de niet industriële toepassingen zou dit een goed overzicht kunnen verschaffen.

De vraag kan worden gesteld of hergebruik voor niet-industriële toepassingen ook voor Nederland van belang is. Over het algemeen lijken de omstandigheden in Nederland (lage kosten drink- oppervlaktewater, geen structureel tekort) hiervoor minder aanleiding te geven. Bij sterk toenemende kosten kan het echter op termijn tot de economisch aantrekkelijke mogelijkheden gaan behoren.

2 Kwaliteitseisen bij diverse hergebruikstoepassingen

2.1 Kwaliteitseisen bij produktformulering

Het water dat gebruikt wordt voor de produktformulering kan samenhangen met de specifiek kwaliteitseisen aan het produkt. Het kan ook zijn dat men historisch gekozen heeft voor het meest zuivere water (omdat dat alleen goed genoeg was) zonder dat daar een onderbouwing aan ten grondslag ligt. De diverse achtergronden moeten dus per proces goed worden nagegaan.

Voor de chemische industrie varieert de benodigde kwaliteit van het water sterk afhankelijk van het produkt dat men maakt. Over het algemeen is er water met een neutrale pH (pH = 6,2 - 8,3), een gemiddelde hardheid, een lage turbiditeit, opgeloste stof en silicium benodigd; de opgeloste vaste stof en het chloridegehalte zijn meestal niet zo kritisch.

Voor bepaalde bedrijfstakken onder andere de voeding en farmaceutische industrie zijn specifieke (strengere eisen) gesteld aan te hergebruiken water. Binnen de levensmiddelensector geldt bijvoorbeeld de wettelijke eis dat alle water dat met het produkt in aanraking komt drinkwater dient te zijn.

*Industrieel waterbeheer
Stand van zaken, behoeften en mogelijke ontwikkelingsrichtingen
– Bijlagenrapport –*

In onderstaande tabel I.2 zijn voor de bedrijfstakken papier, chemische industrie, petrochemische industrie, textiel en cement industrie een aantal globale waarden aangegeven voor de kwaliteit van proceswater.

Tabel I.2 Kwaliteitseisen voor proceswater in diverse bedrijfstakken (bron: US EPA [8])

Parameter ¹⁾	Pulp & Paper			Chemical	Petrochem. & coal	Textiles		Cement
	Mechanical pulping	Chemical, unbleached	Pulp & Paper, bleached			Sizing suspension	Scouring, bleach & dye	
Cu					0.05	0.01		
Fe	0.3	1.0	0.1	0.1	1.0	0.3	0.1	2.5
Mn	0.1	0.5	0.05	0.1		0.05	0.01	0.5
Ca		20	20	68	75			
Mg		12	12	19	30			
Cl	1,000	200	200	500	300			250
HCO ₃				128				
NO ₃				5				
SO ₄				100				250
SiO ₂		50	50	50				35
Hardness		100	100	250	350	25	25	
Alkalinity				125				400
TDS				1,000	1,000	100	100	600
TSS		10	10	5	10	5	5	500
Color	30	30	10	20		5	5	
pH	6 - 10	6 - 10	6 - 10	6.2 - 8.3	6 - 9			6.5 - 8.5
CCE								1

¹⁾ All values in mg/L except color and pH.

2.2 Kwaliteitseisen voor koelwatersystemen

Koelwatersystemen zijn over het algemeen een van de grote verbruikers van water. Het totale koelwaterverbruik in Nederland bedraagt circa 4 miljard m³/jaar waarvan circa 95% bestaat uit oppervlaktewater.

Voor het terugdringen van de hoeveelheid koelwater kan vaak een open recirculerend systeem toegepast. In deze koelwatersystemen wordt de opgenomen warmte gedeeltelijk afgevoerd doordat water wordt omgezet in waterdamp. Hierdoor kan bij een relatief beperkt waterverbruik een lage koelwatertemperatuur worden bereikt. Deze vorm van koelen is dan vaak ook uit economisch en milieutechnisch (beperken waterverbruik) oogpunt aantrekkelijk.

Het is over het algemeen goed mogelijk een gebruikt water te hergebruiken als koelwater. Vaak is het niet noodzakelijk zeer zuiver water toe te passen. Het is echter wel

*Industrieel waterbeheer
Stand van zaken, behoeften en mogelijke ontwikkelingsrichtingen
– Bijlagenrapport –*

van belang om de belangrijkste problemen die er kunnen optreden zoals corrosie, anorganische afzettingen en microbiële groei tegen te gaan. Dit stelt eisen aan de kwaliteit van het te hergebruiken water en de conditionering die het water moet ondergaan.

Door een geschikte materiaalkeuze in grote koelsystemen van (bijvoorbeeld in elektriciteitscentrales) kan reeds een goede corrosie-bescherming worden verkregen. In de chemische industrie is de situatie echter veel complexer. De constructie van de warmtewisselaars, de toegepaste materialen en de temperatuur worden vaak opgelegd door het proces. Door de grote verscheidenheid aan materialen en koelwatercondities, kan in de regel een storingvrije bedrijfsvoering slechts worden verkregen met behulp van een uitgebreide en adequaat uitgevoerde koelwaterconditionering.

De koelwaterconditionering is voor de grote koelwaterverbruikers een belangrijke kostenfactor die tot een spaarzaamgebruik van conditioneringsmiddelen dwingt. De ontwikkeling van nieuwe conditioneringsmiddelen vindt daarom plaats in het licht van minder milieubelastend, effectiever en goedkoper.

In het verleden werden producten toegepast die chromaten bevatte omdat deze de corrosie goed remde en door de giftigheid ook de biologische vervuiling en slijmvorming goed tegenging. Wegens de giftigheid is het gebruik van chromaten steeds meer aan banden gelegd en is naar alternatieve conditioneringstechnieken gezocht.

Met de introductie van nieuwe milieuvriendelijk producten bleek echter dat de marges, waarbinnen de corrosie en vervuiling onder controle kunnen worden gehouden, belangrijk zijn verkleind.

Dit geeft aan dat de kwaliteit van het te gebruiken water en de conditionering wat kritischer zijn komen te liggen.

Bij het testen van een (afval)water dat na conditionering wordt hergebruikt duurt het bovendien soms jaren voordat de vereiste kennis en ervaring is opgebouwd en de corrosie en vervuiling onder controle zijn.

Bij de conditionering van afvalwater zijn vaak meerdere problemen die onder controle moeten worden gehouden waarvoor weer verschillende middelen moeten worden toegevoegd. Ofschoon de conditionering voor een probleem met een bepaald middel onder controle kan zijn, kan juist een combinatie van condities in het betreffende koelwatersysteem een volkomen nieuwe situatie opleveren. Zo kan chlorering de bacteriëngroei aanzienlijk verminderen maar juist de corrosie bevorderen.

Bij diverse grote bedrijven in Nederland (Shell, DSM) vindt al een tiental jaar onderzoek plaats om te komen tot een standaardtestmethode waarmee het mogelijk is de werking van conditioneringsmiddelen te meten. Dit geeft aan dat de materie complex is en dat, vooral bij hergebruik van afvalwater als koelwater, men zorgvuldig zal moeten onderzoeken wat de effecten zijn.

In de literatuur worden op een aantal plaatsen specifieke kwaliteitseisen genoemd. Vaak kan door toevoegen van diverse conditioneringschemicaliën de kwaliteitseis aan het water worden verruimd. In tabel I.3 zijn richtlijnen gegeven die aan koelwater van een raffinaderij werden gesteld (volledige lijst zie [2]).

Industrieel waterbeheer
Stand van zaken, behoeften en mogelijke ontwikkelingsrichtingen
 – Bijlagenrapport –

Deze tabel geldt als een zeer globale richtlijn want zoals al eerder gesteld is de uiteindelijke bescherming van de installatie van meerdere factoren afhankelijk en is daarvoor min of meer situatie-specifiek te noemen.

In het onderstaande wordt een korte toelichting gegeven op de optredende problemen.

Scaling

Het koelwater moet niet leiden tot het ontstaan van harde neerslagen (scaling). Dergelijke neerslagen verlagen de efficiëntie van de warmtewisselaar. De meest voorkomende vormen van scaling zijn van calciumzouten (als carbonaat, sulfaat of fosfaat) en magnesium (als carbonaat en fosfaat) neerslagen.

Het voorkomen van scaling kan door toevoeging van chemicaliën en bezinking. Ook kan de vloeistof worden aangezuurd of scaling inhibitors worden toegevoegd. Zuren (zwavelzuur, zoutzuur, citroenzuur of gassen zoals kooldioxyde) en andere chemicaliën (EDTA, polymere fosfaten) worden vaak toegevoegd om de wateroplosbaarheid van scaling vormende bestanddelen te verlagen.

Tabel I.3 Richtlijnen bij hergebruik van water voor koelsystemen in een raffinaderij [3]

Verontreiniging	Normale waarde voor koelsystemen ppm	Maximale niveau	Probleemgebied	Behandeling
Ammonia	0	20 - 40	Microbiologische fouling	Biocide oppervlakte actieve stof
BZV		200	Microbiologische fouling	Biocide oppervlakte actieve stof
Calcium	100 - 1200	1500	Fouling/scaling	Dispergant
Chloride	< 3000	5000	Corrosie	Inhibitor
CZV		200	Microbiologische fouling	Biocide oppervlakte actieve stof
Koper	0	0,5	Corrosie	Inhibitor
Cyanide	0	10	Corrosie	Inhibitor
IJzer	0 - 3	5 - 10	Fouling	Dispergant
Geleidbaarheid (umhos)	< 6000	15000	Corrosie	Inhibitor
Fosfaat	0 - 25	0 - 50	Microbiologische fouling	Dispergant
Gesuspendeerde stof	40 - 200	200	Fouling	Dispergant
Magnesium	50 - 1000	50 - 1000	Fouling/scaling	Dispergant
pH	7 - 9	7 - 9	Corrosie/fouling	pH-controle
Silicium	< 200	300	Fouling	Dispergant
Sulfaat	< 3000	5000	Corrosie/fouling	Inhibitor/dispergant
Zinc	0 - 2	0	Fouling	Dispergant

Industrieel waterbeheer
Stand van zaken, behoeften en mogelijke ontwikkelingsrichtingen
– *Bijlagenrapport* –

Corrosie

Het gerecirculeerde water moet niet leiden tot corrosie van het in het koelsysteem gebruikte metaal. Een hoog gehalte aan opgeloste vaste stoffen verhoogd de corrosie door de verhoogde geleiding van het water. Ook opgeloste gassen en metalen met hoge oxydatiegraad kunnen aanleiding tot extra corrosie.

De corrosie inhibitors zoals chromaten, zinc, polyfosfaten zijn meestal effectief in het tegengaan van corrosie. Deze bestanddelen moeten echter wel worden verwijderd uit dat deel van het koelwater (blow-down) dat wordt geloosd.

Corrosie van metalen kan ook plaatsvinden indien er zure condities ontstaan. In dit soort gevallen kan door een toevoeging van basische chemicaliën de pH weer neutraal worden gemaakt.

Biologische groei

Het water in koelsystemen moet niet te veel nutriënten of organische verbindingen (BOD) bevatten omdat deze biologische groei of slijmvorming bevorderen.

De vermindering van BOD en nutriënten zorgt ervoor dat de kans op groei en slijmvorming verminderd. Hiervoor wordt meestal een chlorering van het water toegepast.

Fouling

Fouling wordt voorkomen door de vorming en bezinking van deeltjes tegen te gaan. Vaak kan een coagulatiestap of filtratiestap het verontreinigingsniveau sterk omlaag brengen. Ook middelen die de stoffen in oplossing houden (dispergeermiddelen) kunnen worden toegepast.

2.3 Kwaliteitseisen voor boilerwater

De eisen die worden gesteld aan water dat in boilers gebruikt wordt kan nogal verschillen. Zo zijn er boilers die een volledige demineralisatie eisen (bijvoorbeeld 1500 psig-boiler) of boilers waar dat niet het geval is (bijvoorbeeld 600-psig). Ook hier zou moeten worden nagegaan welke afhankelijk van de boilerdruk, temperatuur, richtlijnen leverancier en dergelijke zuivering er noodzakelijk is.

Bij de evaluatie van waterkwaliteit moet ook metallurgische aspecten worden meegenomen. De aanwezigheid van chloride kan corrosie veroorzaken in de installatie (ook roestvaststaal) en de aanwezigheid van ammonia kan het koper in warmtewisselaars aantasten.

Industrieel waterbeheer
Stand van zaken, behoeften en mogelijke ontwikkelingsrichtingen
 – Bijlagenrapport –

Tabel I.4 Aanbevolen kwaliteitseisen voor boilerfeed water (bron: US EPA [8])

Parameter ¹⁾	Low Pressure (< 150 psig)	Intermediate Pressure (150 - 700 psig)	High Pressure (> 700 psig)
Silica	30	10	0.7
Aluminum	5	0.1	0.01
Iron	1	0.3	0.05
Manganese	0.3	0.1	0.01
Calcium	2)	0.4	0.01
Magnesium	2)	0.25	0.01
Ammonia	0.1	0.1	0.1
Bicarbonate	170	120	48
Sulfate	2)	2)	2)
Chloride	2)	2)	2)
Dissolved solids	700	500	200
Copper	0.5	0.05	0.05
Zinc ²⁾	0.01	0.01	
Hardness	350	1.0	0.07
Alkalinity	350	100	40
pH, units	7.0 - 10.0	8.2 - 10.0	8.2 - 9.0
Methylene blue active substances	1	1	0.5
Carbon tetrachloride extract	1	1	0.5
Chemical oxygen demand	5	5	1.0
Hydrogen sulfide	2)	2)	2)
Dissolved oxygen	2.5	0.007	0.0007
Temperature, °F	2)	2)	2)
Suspended Solids	10	5	0.5

¹⁾ Recommended limits in mg/L except for pH (units) and temperature (°F).

²⁾ Accepted as received (if meeting other limiting values); has never been a problem at concentrations encountered.

Literatuur bij Bijlage I

- [1] Rosain, R.M.
Reusing water in chemical process industrie (CPI) plants
Chem. Eng. Progress April 1993, p. 28-35.
- [2] Berglund, R.L.
Preventing pollution in the chemical process industries
Chem. Eng. 98(9) sept. 1991, p. 120-127.
- [3] Elbe, K.S.
Water reuse within a refinery
TI Journal, vol 14 no 2 p. 10-18.

Industrieel waterbeheer
Stand van zaken, behoeften en mogelijke ontwikkelingsrichtingen
– Bijlagenrapport –

- [4] Mc Laughlin, L.A.
Develop an effective wastewater treatment strategy
Chem. Eng. Progress 88(9) sept. 1992, p. 34-42.
- [5] Bastian, R.K.
PA Guidelines for Water Reuse.
Proc. Water Environ. Fed. 65th Annu. Conf., Gen. Topics,
New Orleans, La., 9, 59.
- [6] Savelkoul, J.T.
Algemene problematiek binnen open recirculerend koelwatersysteem
OTC, 27, 1993, p. 428-433.
- [7] Scherm, M.
Wastewater to boiler feedwater in the organic chemical industrie
Am. Soc. Mech. Eng., Pap. (1980).
- [8] Guidelines for Water Reuse
U.S. Environmental Protection Agency (EPA).

I	KIWA nr.	Eenheid	Nieuwe WLB Norm	nieuwe VEWIN aanbeveling	Huidige Norm	EG		WHO GL
						GL	MAC	
Gezondheidskundige parameters								
Zware metalen								
Arseen								
* norm	0314	ug/l	10	5	50	-	50	10 (P)
* signaleringswaarde	0314	ug/l			5			
Cadmium								
* norm	0324	ug/l	3	1	5	-	5	3
* signaleringswaarde	0324	ug/l			1			
Chroom (totaal)	0326	ug/l	50	10	50	-	50	50 (P)
Kwik								
* norm	0332	ug/l	1	0.2	1	-	1	1
* signaleringswaarde	0332	ug/l			0.2			
Nikkel	0340	ug/l	20	10	50	-	50	20
Lood								
* norm	0334	ug/l	10	10	50	-	50	10
* signaleringswaarde	0334	ug/l			15			
* plateauwaarde	0334	ug/l			200			
Antimoon	0312	ug/l	5	10	10	-	10	5 (P)
Seleen	0342	ug/l	10	10	10	-	10	10
Barium	0316	ug/l	700	500	500	-	100	700
Zilver	0352	ug/l	10	10	10	-	10	-
Koper								
* norm	0330	ug/l	100		100	100	-	2000 (P) [1000]
* plateauwaarde	0330	ug/l	2000	2000	3000	3000		
Boor	0322	ug/l	300	1000	1000	1000	-	300
Molibdeen		ug/l					-	70
Macroparameters								
Nitriet	0280	mg/l	0.1	0.05	0.1	-	0.1	3 (P)
Nitraat	0282	mg/l	50	25	50	25	50	50
Bacteriologische parameters								
Thermotolerante bact. van Coligroep								
* af pompstation	0624/0626	per 300 ml	< 1	< 1	< 1	-		
* in distributiegebied	0624/0626	per 100 ml	< 1	< 1	< 1		<1 (MF=0)	<1
Faecale streptococci	0630	per 100 ml	< 1	< 1	< 1		<1 (MF=0)	
Bestrijdingsmiddelen e.d.								
Pesticiden								
* individueel		ug/l	0.1	0.1	0.1	-	0.1	b)
* som		ug/l	0.5	0.5	0.5		0.5	-
PAK's								
* individueel		ug/l	0.05	0.05			0.2	benzo(a) pyreen
* som 16 EPA		ug/l	0.2	0.2				0.7
* 6 Borneff		ug/l			0.2			
PCB's								
* individueel		ug/l	0.1	0.1	0.1	-	0.1	-
* som		ug/l	0.5	0.5	0.5		0.5	
Benzeen	1074	ug/l	1	0.1	-	-	-	10
Cyaniden (totaal)	0386	ug/l	50	10	50	-	50	70
Desinfectie/oxydatiemiddelen								
Bromaat		ug/l	0.5			-	-	25 (P) d)
Bromofom		ug/l	5					100
Broomdichloormethaan		ug/l	6			-	-	60 c)
Chloraat (chlorate)		ug/l	-					-
Chlorahydraat		ug/l	200					10 (P)
Chloor (chlorine)		ug/l	10					5000 [600-1000]
Chloriet (chlorite)		ug/l	5000					200 (P)
Chlooramine (monochlooramine)		ug/l	3000					3000
Chloordibroommethaan		ug/l	5					100
Chloordioxide		ug/l	-					-
Chloroform		ug/l	5			-	-	200 c)
Cyanogeen chloride (als CN)		ug/l	70					70
Dibroomacetonitril		ug/l	100					100(P)
Dichlooracetonitril		ug/l	90					90 (P)
Dichloorazijnzuur		ug/l	50					50 (P)
Formaldehyde		ug/l	90					900
Ozon		ug/l	-					-
Trichlooracetonitril		ug/l	1					1 (P)
Trichloorazijnzuur		ug/l	100					100 (P)
Waterstofperoxide		ug/l	-					-
2,4,6-Trichloorfenol (= WHO THM-standaard)		ug/l	-					200
Trihalomethanen								
* individueel	0451	ug/l		10				-
* som	0451	ug/l		30				
Radiologische parameters								
Radioactiviteit totale beta	0160	Bq/l	1	1	-	-	-	1
Radioactiviteit totale alpha		Bq/l	0.1	0.1	-	-	-	0.1
Radioactiviteit tritium	0164	Bq/l	200		-	-	-	-
Radioactiviteit radon		Bq/l	-		-	-	-	-

II	Bedrijfstechnische parameters	KIWA nr.	Eenheid	Nieuwe WLB Norm	nieuwe VEWIN aanbeveling	Huidige Norm	EG		WHO GL
							GL	MAC	
Macro parameters									
	Temperatuur	0120	oC	25	25	25	12	25	-
	Zuurgraad	0180		7.5 << 9.0	7.8 << 8.3	7.0 << 9.5	6.5 << 8.5	-	e)
	Zuurstof	0122	mg/l	> 2	> 4	> 2	Verzadigingsgraad > 75%		-
	Geleidingsvermogen * VEWIN temperatuur 20 oC	0200	mS/m	125	80	125	40	-	-
	Ammonium	0270	ug/l	200	50	200	50	500	1500
	Chloride	0230	mg/l	150	150	150	25	-	[250]
Conditioneringsparameters									
	Calcium	0244	mg/l	20 << 80	150	150	100	-	-
	Totale hardheid * mg/l Ca2+ & 1.66 * mg/l Mg2+ (1.66 = mol.gew Ca2+ / Mg2+)	0250	mg/l	40 << 100		> 60			-
	* Ca2+ & Mg2+	0250	mmol/l		1.0 << 2.5				
	Bicarbonaat	0222	mg/l	> 60	> 60	> 30			
	Si								
	* zonder 5 mg/l agressief CO2	0184		-0.2 << 0.3					
	* met 5 mg/l agressief CO2	0184			-0.2 << 0.3				
	DOC		mg/l	meer verplichting					
Bacteriologische parameters									
Bacterien van de Coligroep									
	* af pompstation	0614	per 300 ml	< 1	< 1	< 1			
	* in distributiegebied	0614	per 100 ml	< 1	< 1	< 1		<1 (MF=0)	<1
	Sporen van sulfiet reducerende Clostridia	0644	per 100 ml	< 1	< 1	< 1		<0.2/20 ml	
Koloniegetal bij 22 oC									
	* geometrische gemiddelde	0600	per ml			100	<100		
	* voortschrijdende mediaan	0600	per ml	100					
	* in voorzieningsgebied	0600	per ml						
Aeromonas									
	* af pompstation (voortschr. mediaan over 1 jaar)	0640	per 100 ml		20				
	* in distributiegebied	0640	per 100 ml	1000					
	* in distributiegebied 90 perc. over 1 jaar)	0640	per 100 ml		200				
Bacteriogenen									
	Virussen			meer verplichting					
	* af pompstation		per 1000 l	meer verplichting	1				
	* in distributiegebied		per 1000 l		1				
	Cryptosporidium			meer verplichting					
	Giardia			meer verplichting					

III	Organolept./estetische parameters								
Macro parameters									
	Sulfaat	0232	mg/l	150	150	150	25	250	[250]
	Natrium	0240	mg/l	120	120	120	20	150/(120)	[200]
Aluminium									
	* signaleringswaarde	0310	ug/l	30		30			
	* norm	0310	ug/l	200	30	200	50	200	[200]
IJzer									
	* signaleringswaarde	0302	ug/l	200	50	200	50	200	[300]
	* norm	0304	ug/l	50	20	50	20	50	500 (P) [100]
Magnesium									
	* signaleringswaarde	0246	mg/l	50	50	50	30	50	-
	* norm								
Organoleptische parameters									
	Kleur	0412	mg/l Pt/Co	15	10	20	1	20	[15] (TCU)
	Troebeling						0.4	4	[5] (NTU)
	* af pompstation	0126	FTE	1	0.8	4			
	* af pompstation (bij desinfectie)	0126	FTE		0.2				
	* af tappunt	0126	FTE	4	0.8				
Geurverduunningfactor									
	* signaleringswaarde	0170		3		3		3	
	* norm	0170		2	0	2	0	2	-
Smaakverduunningfactor									
	* signaleringswaarde	0172		3		3		3	
	* norm	0172		2	0	2	0	2	-
Overige parameters									
Oppervlakt actieve stoffen (in ug/l laurysulfaat)									
	* totaal		ug/l			200		200	
	* anionische	0420	ug/l	200	200	200		200	
	* kationische	0422	ug/l	meer indien nodig					
	* non-ionogene	0424	ug/l	meer indien nodig					

TCU Time Colour Unit

NTU Nephelometric Turbidity Unit (median < 1 NTU; single sample < 5 NTU)

IV	Voorzorg (ethische) parameters	KIWA nr.	Eenheid	Nieuwe WLB Norm	nieuwe VEWIN aanbeveling	Huidige Norm	EG		WHO
							GL	MAC	
Zware metalen									
	Kalium	0242	mg/l	periodieel/ meerderplakting	12	12	10	12	-
	Zink								[3]
	* af pompstation	0354	mg/l		0,1	0,1	0,1		
	* plateau waarde	0354	mg/l		3	5	5		
Macroparameters									
	Fluoride	0382	mg/l		1	1,1	-	1,5 (0,7)	1,5
	Fosfaat	0286	mg/l P	periodieel/ meerderplakting		0,2	2	0,18 2,2 (5 mg/l P2O5)	-
Bacteriologische parameters									
	Cryptosporidium			periodieke meting in overleg					
	Giardia			periodieke meting in overleg					
Overige parameters									
	AOX	0430	umol X/l	periodieel/ meerderplakting	20		-	-	-
	NTA		ug/l	periodieel/ meerderplakting			-	-	200
	EDTA		ug/l	periodieel/ meerderplakting			-	-	200 (P)
Aromatisch of gehalogeneerde parameters									
	Monocyclische koolwaterstoffen (totaal)		ug/l		1		-	-	f)
Aromatische amines									
	* individueel		ug/l			0,1			
	* som		ug/l		1	0,5			
Fenolen									
	* met waterdamp vluchtige fenolen (fenolindex)		ug/l			0,5			
	* chloorfenolen		ug/l		0,1				200 g)
	* fenolen (al of niet gesubsitueerd) per stof		ug/l			0,1			
	* fenolen (al of niet gesubsitueerd) totaal		ug/l			0,5			
Gehalogeneerde monocyclische koolwaterstoffen									
	* individueel		ug/l			0,1			h)
	* som		ug/l		1	0,5			
Gehalogeneerde aifatische koolwaterstoffen									
	* individueel		ug/l			1			i)
	* som		ug/l		1	5	1	1	
V Vervallen parameters in WLB									
Macroparameters									
	Droogresten					1000	-	1500	[1000] (TDS)
	* droogrest 180 oC		mg/l						
	* droogrest 105 oC	0202	mg/l		1000				
	Gesuspendeerde stoffen	0128	mg/l			1	geen	-	-
	Agressiviteit						net agressief	-	-
	Zwavelwaterstof		ug/l				net organoleptisch meetbaar	net organoleptisch meetbaar	net organoleptisch meetbaar
	Organisch gebonden stikstof		mg/l N				1	-	1
	Oxydeerbaarheid met KMnO4	0408	mg/l O2				5	2	5
Bacteriologische parameters									
	Koloniegetal bij 37 oC								
	* geometrische gemiddelde in distributienet	0602	per ml		10	10	< 10		
Overige parameters									
	Minerale olie	0428	ug/l			10	-	10	-
	Waterdamp vluchtige fenolen (fenolindex)		ug/l			0,5	-	0,5	-
	Met chloroform extraheerbare stoffen		mg/l			1	0,1	-	-
	Gehalogeneerde verbindingen, geen pesticiden		ug/l			1	1	-	-
VI Extra VEWIN parameters									
Zware metalen									
	Silicaat	0288	mg/l						
	Kobalt	0328	ug/l						
	Beryllium	0318	ug/l						
	Vanadium	0350	ug/l						
	Antimoon	0312	ug/l						
Overige parameters									
	Cholinesterase remmers		ug/l						
	AOC (als ug/l acetaat)	0690	ug/l		10				
	Kjeldahl stikstof	0274	mg/l N						
	TOC	0400	mg/l C		5				

VII	Extra VEWIN Biologische parameters	KIWA nr.	Eenheid	Pompstation		Distributiegebied		EG	WHO
				90 perc.	max	90 perc.	max	GL	MAC
	Dierlijke organismen								
	V spui = 0.5 m/s, maaswijdte 30 ?m)	7700	per m3	500	2500	1000	5000		
	Draadwormen (Nematoda)	7710	per m3	10	50	20	100		
	Platwormen (Turbellana)	7690	per m3	10	50	20	100		
	Borstelwormen (Oligochaeta)	7620	per m3	50	250	500	2500		
	Watervlooien (Cladocera)	7630							
	Roepootkreeften (Copepoda)	7650/7660	per m3	200	1000	200	1000		
	* Cyclopoida + Calanoida	7670	per m3	200	1000	500	2500		
	* Harpacticoida		per m3	1000	5000	1000	5000		
	* Nauplii + Copepodieten		per m3	10	50	10	50		
	Watermijten (Hydrachnellae)		per m3	10	50	50	250		
	Mijtlarven (Hydrach-larven)		per m3	10	50	20	100		
	Mosselkreeften (Ostracoda)	7530	per m3	100	500	1000	5000		
	Schaalamoeben (Testacea)		per m3	10	50	20	100		
	Gaatjesdrager (Foraminifera)		per m3	10	50	20	100		
	Naaktamoeben (Amoeba)	7550	per m3	5000	25000	5000	25000		
	Radardieren (Rotaria)	7580	per m3	100	500	100	500		
	Wimperdieren (Ciliata)	7540	per m3	50	250	50	250		
	Beerdieren (Tardigrada)	7680	per m3	100	500	100	500		
	Buikharigen (Gasbroticha)		per m3						
	Waterpissebedden (Asellii)		per m3			10	50		
	* maas 100 ?m, v-spui = 1.5 m/s	7760	per m3	0	0	100	500		
	Deien van pissenbedden		per m3						
	Slakken (Gastropoda) incl. huisjes		per m3	0	0	10	50		
	* maas 100 ?m, v-spui = 1.5 m/s	7770	per m3						
	Muggelarven (Chironomidae)		per m3	10	50	10	50		
	Sediment		per m3			50	250		

Legenda

- [] Waarden die aanleiding kunnen geven tot klachten van consumenten
- (P) Voorlopige richtlijn (*provisional guideline) voor stoffen die vermeend/potentieel gevaarlijk zijn maar waarvan informatie betreffende schadelijke gezondheids-effecten beperkt is, hetzij stoffen voor welke de berekende richtlijn-waarde :
- beneden de praktisch kwantificeerbare waarde zou komen;
 - beneden de waarde zou komen die m.b.v. praktisch toepasbare zuiveringsmethoden haalbaar is.
- Daarnaast zijn voorlopige richtlijnen ingesteld voor sommige verbindingen waarvoor de richtlijn zal worden overschreden als gevolg van desinfectie.
- a) For excess risk of 10-5 (standaard : 10-6)
 - b) WHO-richtlijnen voor individuele pesticiden : zie toegevoegde lijst.
 - c) Indien de richtlijn wordt overschreden, dient dit een signaal te zijn om :
 - de oorzaak vast te stellen teneinde actie te kunnen ondernemen;
 - de verantwoordelijke instantie(s) voor de volksgezondheid te consulteren.
 - d) Bij voortdurend zal een maximale inspanning geleverd moeten worden om de waterkwaliteit zo hoog mogelijk te houden.
 - e) Bij voorkeur pH < 8.0 t.b.v. een effectieve Cl₂-desinfectie
 - f) WHO-richtlijnen voor individuele monocyclische koolwaterstoffen : zie toegevoegde lijst
 - g) WHO-richtlijnen voor individuele chloorfenolen : zie toegevoegde lijst
 - h) WHO-richtlijnen voor individuele gehalogeneerde monocyclische koolwaterstoffen : zie toegevoegde lijst
 - i) WHO-richtlijnen voor individuele gehalogeneerde alifatische koolwaterstoffen : zie toegevoegde lijst

Asbest, Ag en Sn

De WHO acht het onnodig op gezondheid gebaseerde richtlijnen op te nemen voor asbest, zilver en tin omdat ze de gezondheid van de mens niet bedreigen met concentratieniveaus zoals deze normaal in drinkwater voorkomen.

Bronnen

- WLB Waterleiding Besluit van 2 april 1984, Stb. 220 ("Huidige Norm" in tabellen); IWACO-biblio 34.023
- KIWA Herziening Normen Waterleiding Besluit, rapport KIWA SWO 92.294 ("Nieuwe WLB Norm" in tabellen); IWACO-biblio 628.11.062
- VEWIN Nieuwe VEWIN Aanbeveling
- EG Drinking Water Directive 80/778/Ec, Europese Gemeenschap (1980)
- WHO Guidelines for Drinking Water Quality, 2nd Edition, Vol. 1 Recommendations (1993); IWACO-biblio 628.1.098A

VIII Aanvullende WHO-parameters		WHO
		GL
ad I	b) pesticiden (ug/l)	
	Alachlor	20 a)
	Aldicarb	10
	Aldrin/dieldrin	0.03
	Atrazine	2
	Bentazon	30
	Carboturan	5
	Chloordaan	0.2
	Chloortoluron	30
	DDT	2
	1,2-Dibroom-3-chloorpropaan	1 a)
	2,4-D	30
	1,2-Dichloorpropaan	20 (P)
	1,3-Dichloorpropaan	
	1,3-Dichloorpropeen	20 a)
	Heptachloor(epoxide)	0.03
	Hexachloorbenzeen	1 a)
	Isoproturon	9
	Lindaan	2
	MCPA	2
	Methoxychloor	20
	Metolachloor	10
	Molinaat	6
	Pendimethaline	20
	Pentachloorfenol (PCP)	9 (P)
	Permethrine	20
	Propanil	20
	Pyridaat	100
	Simazine	2
	Trifluraline	20
	2,4-DB	90
	Dichloorprop (DCP)	100
	Fenoprop	9
	MCPB	NAD
	Mecoprop	10
	2,4,5-T	9
ad IV	f) monocyclische KWS (ug/l)	
	Tolueen	700 [24-170]
	Xylenen	500 [20-1800]
	Ethylbenzeen	300 [2-200]
	Styreen	20 [4-2600]
ad IV	g) chloorfenolen (ug/l)	
	2-Chloorfenol	[0.1-10]
	2,4-Dichloorfenol	[0.3-40]
	2,4,6-Trichloorfenol	[2-300]
ad IV	h) gehalogeneerde monocyclische KWS (ug/l)	
	Monochloorbenzeen	300 [10-120]
	1,2-Dichloorbenzeen	1000 [1-10]
	1,3-Dichloorbenzeen	
	1,4-Dichloorbenzeen	300 [0.3-30]
	Trichloorbenzenen	20 [5-50]
ad IV	i) gehalogeneerde alifatische KWS (ug/l)	
	Tetrachloorkoolstof	2
	Dichloormethaan	20
	1,2-Dichloorethaan	30
	1,1-Dichloorethaan	
	1,1,1-Trichloorethaan	2000 (P)
	Vinylchloride	5
	1,1-Dichlooretheen	30
	1,2-Dichlooretheen	50
	Trichlooretheen	70 (P)
	Tetrachlooretheen	40
ad I	diversen (miscellaneous)	
	Di(2-ethylhexyl)adipaat	80
	Di(2-ethylhexyl)phthalaat	8
	Acrylamide	0.5
	Epichloorhydrine	0.4
	Hexachloorbutadieen	0.6
	Dialkyltins	
	Tributyltinoxide	2

KWS Koolwaterstoffen

IX	Parameter	Klacht
	Kleur en turbiditeit	voor- of overkomen (appearance)
	Aluminium (Al)	ontkleuring, neerslagvorming
	Ammonium (NH ₄)	reuk, smaak
	Chloride (Cl)	smaak, corrosie
	Koper (Cu)	vlekken in/op was en sanitair
	Hardheid	hoog : neerslag (scaling) en slibvorming laag : mogelijk corrosie
	Waterstofsulfide (H ₂ S)	reuk, smaak
	Ijzer (Fe) en mangaan (Mn)	vlekken in/op was en sanitair
	pH	hoog : smaak, zeepgevoel laag : corrosie
	Natrium (Na)	smaak
	Sulfaat (SO ₄)	smaak, corrosie
	TDS	smaak
	Zink (Zn)	smaak, voor- en overkomen (appearance)
	Organische stof (DOC, KMnO ₄), Rest-chloor	reuk, smaak

Manual

Guidelines for Water Reuse

U.S. Environmental Protection Agency

Office of Water
Office of Wastewater Enforcement and Compliance
Washington, DC

Office of Research and Development
Office of Technology Transfer and Regulatory Support
Center for Environmental Research Information
Cincinnati, Ohio

U.S. Agency for International Development
Washington, DC



Table 28. Suggested Guidelines for Water Reuse ¹ (Page 1 of 6)

Types of Reuse	Treatment	Reclaimed Water Quality ²	Reclaimed Water Monitoring	Setback Distances ³	Comments
<p><i>Urban Reuse</i></p> <p>All types of landscape irrigation, (e.g., golf courses, parks, cemeteries) —also vehicle washing, toilet flushing, use in fire protection systems and commercial air conditioners, and other uses with similar access or exposure to the water</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Secondary ⁴ • Filtration ⁵ • Disinfection ⁶ 	<ul style="list-style-type: none"> • pH = 6 - 9 • ≤ 10 mg/l BOD ⁷ • ≤ 2 NTU ⁸ • No detectable fecal coli/100 ml ^{9,10} • 1 mg/l Cl₂ residual (min.) ¹¹ 	<ul style="list-style-type: none"> • pH - weekly • BOD - weekly • Turbidity - continuous • Coliform - daily • Cl₂ residual - continuous 	<ul style="list-style-type: none"> • 50 ft (15 m) to potable water supply wells 	<ul style="list-style-type: none"> • See Table 19 for other recommended limits. • At controlled-access irrigation sites where design and operational measures significantly reduce the potential of public contact with reclaimed water, a lower level of treatment, e.g., secondary treatment and disinfection to achieve ≤ 14 fecal coli/100 ml, may be appropriate. • Chemical (coagulant and/or polymer) addition prior to filtration may be necessary to meet water quality recommendations. • The reclaimed water should not contain measurable levels of pathogens. ¹² • Reclaimed water should be clear, odorless, and contain no substances that are toxic upon ingestion. • A higher chlorine residual and/or a longer contact time may be necessary to assure that viruses and parasites are inactivated or destroyed. • A chlorine residual of 0.5 mg/l or greater in the distribution system is recommended to reduce odors, slime, and bacterial regrowth. • See Section 2.4.3. for recommended treatment reliability.
<p><i>Restricted Access Area Irrigation</i></p> <p>Sod farms, silviculture sites, and other areas where public access is prohibited, restricted, or infrequent</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Secondary ⁴ • Disinfection ⁶ 	<ul style="list-style-type: none"> • pH = 6 - 9 • ≤ 30 mg/l BOD ⁷ • ≤ 30 mg/l SS • ≤ 200 fecal coli/100 ml ^{9,13,14} • 1 mg/l Cl₂ residual (min.) ¹¹ 	<ul style="list-style-type: none"> • pH - weekly • BOD - weekly • SS - daily • Coliform - daily • Cl₂ residual - continuous 	<ul style="list-style-type: none"> • 300 ft (90 m) to potable water supply wells • 100 ft (30 m) to areas accessible to the public (if spray irrigation) 	<ul style="list-style-type: none"> • See Table 19 for other recommended limits. • If spray irrigation, SS less than 30 mg/l may be necessary to avoid clogging of sprinkler heads. • See Section 2.4.3 for recommended treatment reliability.
<p><i>Agricultural Reuse - Food Crops Not Commercially Processed ¹⁵</i></p> <p>Surface or spray irrigation of any food crop, including crops eaten raw.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Secondary ⁴ • Filtration ⁵ • Disinfection ⁶ 	<ul style="list-style-type: none"> • pH = 6 - 9 • ≤ 10 mg/l BOD ⁷ • ≤ 2 NTU ⁸ • No detectable fecal coli/100 ml ^{9,10} • 1 mg/l Cl₂ residual (min.) ¹¹ 	<ul style="list-style-type: none"> • pH - weekly • BOD - weekly • Turbidity - continuous • Coliform - daily • Cl₂ residual - continuous 	<ul style="list-style-type: none"> • 50 ft (15 m) to potable water supply wells 	<ul style="list-style-type: none"> • See Table 19 for other recommended limits. • Chemical (coagulant and/or polymer) addition prior to filtration may be necessary to meet water quality recommendations. • The reclaimed water should not contain measurable levels of pathogens. ¹² • A higher chlorine residual and/or a longer contact time may be necessary to assure that viruses and parasites are inactivated or destroyed. • High nutrient levels may adversely affect some crops during certain growth stages. • See Section 2.4.3 for recommended treatment reliability.

Table 28. Suggested Guidelines for Water Reuse ¹ (Page 2 of 6)

Types of Reuse	Treatment	Reclaimed Water Quality ²	Reclaimed Water Monitoring	Setback Distances ³	Comments
<p><i>Agricultural Reuse - Food Crops Commercially Processed</i>,¹⁵ <i>Surface Irrigation of Orchards and Vineyards</i></p>	<ul style="list-style-type: none"> Secondary ⁴ Disinfection ⁶ 	<ul style="list-style-type: none"> pH = 6 - 9 ≤ 30 mg/l BOD ⁷ ≤ 30 mg/l SS ≤ 200 fecal coli/100 ml ^{9,13,14} 1 mg/l Cl₂ residual (min.)¹¹ 	<ul style="list-style-type: none"> pH - weekly BOD - weekly SS - daily Coliform - daily Cl₂ residual - continuous 	<ul style="list-style-type: none"> 300 ft (90 m) to potable water supply wells 100 ft (30 m) to areas accessible to the public 	<ul style="list-style-type: none"> See Table 19 for other recommended limits. If spray irrigation, SS less than 30 mg/l may be necessary to avoid clogging of sprinkler heads. High nutrient levels may adversely affect some crops during certain growth stages. See Section 2.4.3 for recommended treatment reliability.
<p><i>Agricultural Reuse - Non-Food Crops</i> Pasture for milking animals; fodder, fiber and seed crops</p>	<ul style="list-style-type: none"> Secondary ⁴ Disinfection ⁶ 	<ul style="list-style-type: none"> pH = 6 - 9 ≤ 30 mg/l BOD ⁷ ≤ 30 mg/l SS ≤ 200 fecal coli/100 ml ^{9,13,14} 1 mg/l Cl₂ residual (min.)¹¹ 	<ul style="list-style-type: none"> pH - weekly BOD - weekly SS - daily Coliform - daily Cl₂ residual - continuous 	<ul style="list-style-type: none"> 300 ft (90 m) to potable water supply wells 100 ft (30 m) to areas accessible to the public (if spray irrigation) 	<ul style="list-style-type: none"> See Table 19 for other recommended limits. If spray irrigation, SS less than 30 mg/l may be necessary to avoid clogging of sprinkler heads. High nutrient levels may adversely affect some crops during certain growth periods. Milking animals should be prohibited from grazing for 15 days after irrigation ceases. A higher level of disinfection, e.g., to achieve ≤14 fecal coli/100 ml, should be provided if this waiting period is not adhered to. See Section 2.4.3 for recommended treatment reliability.
<p><i>Recreational Impoundments</i> Incidental contact (e.g., fishing and boating) and full body contact with reclaimed water allowed</p>	<ul style="list-style-type: none"> Secondary ⁴ Filtration ⁵ Disinfection ⁶ 	<ul style="list-style-type: none"> pH = 6 - 9 ≤ 10 mg/l BOD ⁷ ≤ 2 NTU ⁸ No detectable fecal coli/100 ml ^{9,10} 1 mg/l Cl₂ residual (min.)¹¹ 	<ul style="list-style-type: none"> pH - weekly BOD - weekly Turbidity - continuous Coliform - daily Cl₂ residual - continuous 	<ul style="list-style-type: none"> 500 ft (150 m) to potable water supply wells (minimum) if bottom not sealed 	<ul style="list-style-type: none"> Dechlorination may be necessary to protect aquatic species of flora and fauna. Reclaimed water should be non-irritating to skin and eyes. Reclaimed water should be clear, odorless, and contain no substances that are toxic upon ingestion. Nutrient removal may be necessary to avoid algae growth in impoundments. Chemical (coagulant and/or polymer) addition prior to filtration may be necessary to meet water quality recommendations. The reclaimed water should not contain measurable levels of pathogens. ¹² A higher chlorine residual and/or a longer contact time may be necessary to assure that viruses and parasites are inactivated or destroyed. Fish caught in impoundments can be consumed. See Section 2.4.3 for recommended treatment reliability.

Table 28. Suggested Guidelines for Water Reuse¹ (Page 3 of 6)

Types of Reuse	Treatment	Reclaimed Water Quality ²	Reclaimed Water Monitoring	Setback Distances ³	Comments
<p><i>Landscape Impoundments</i></p> <p>Aesthetic impoundment where public contact with reclaimed water is not allowed</p>	<ul style="list-style-type: none"> Secondary⁴ Disinfection⁶ 	<ul style="list-style-type: none"> ≤ 30 mg/l BOD⁷ ≤ 30 mg/l SS ≤ 200 fecal coli/100 ml^{9,13,14} 1 mg/l Cl₂ residual (min.)¹¹ 	<ul style="list-style-type: none"> pH - weekly SS - daily Coliform - daily Cl₂ residual - continuous 	<ul style="list-style-type: none"> 500 ft (150 m) to potable water supply wells (minimum) if bottom not sealed 	<ul style="list-style-type: none"> Nutrient removal processes may be necessary to avoid algae growth in impoundments. Dechlorination may be necessary to protect aquatic species of flora and fauna. See Section 2.4.3 for recommended treatment reliability.
<p><i>Construction Uses</i></p> <p>Soil compaction, dust control, washing aggregate, making concrete</p>	<ul style="list-style-type: none"> Secondary⁴ Disinfection⁶ 	<ul style="list-style-type: none"> ≤ 30 mg/l BOD ≤ 30 mg/l SS ≤ 200 fecal coli/100 ml^{9,13,14} 1 mg/l Cl₂ residual (min.)¹¹ 	<ul style="list-style-type: none"> BOD - weekly SS - daily Coliform - daily Cl₂ residual - continuous 		<ul style="list-style-type: none"> Worker contact with reclaimed water should be minimized. A higher level of disinfection, e.g., to achieve ≤ 14 fecal coli/100 ml, should be provided where frequent worker contact with reclaimed water is likely. See Section 2.4.3 for recommended treatment reliability.
<p><i>Industrial Reuse</i></p> <p>Once-through cooling</p>	<ul style="list-style-type: none"> Secondary⁴ 	<ul style="list-style-type: none"> pH = 6 - 9 ≤ 30 mg/l BOD⁷ ≤ 30 mg/l SS ≤ 200 fecal coli/100 ml^{9,13,14} 1 mg/l Cl₂ residual (min.)¹¹ 	<ul style="list-style-type: none"> pH - daily BOD - weekly SS - weekly Coliform - daily Cl₂ residual - continuous 	<ul style="list-style-type: none"> 300 ft (90 m) to areas accessible to the public 	<ul style="list-style-type: none"> Windblown spray should not reach areas accessible to users or the public.
<p>Recirculating cooling towers</p>	<ul style="list-style-type: none"> Secondary⁴ Disinfection⁶ (chemical coagulation and filtration⁵ may be needed) 	<ul style="list-style-type: none"> Variable, depends on recirculation ratio (see Section 3.3.1) 		<ul style="list-style-type: none"> 300 ft (90 m) to areas accessible to the public. May be reduced if high level of disinfection is provided. 	<ul style="list-style-type: none"> Windblown spray should not reach areas accessible to the public. See Table 13 for additional recommended limits. Additional treatment by user is usually provided to prevent scaling, corrosion, biological growths, fouling and foaming. See Section 2.4.3 for recommended treatment reliability.
<p><i>Other Industrial Uses</i></p>	<p>← Depends on site specific use (See Sections 3.3.2 and 3.3.3) →</p>				
<p><i>Environmental Reuse</i></p> <p>Wetlands, marshes, wildlife habitat, stream augmentation</p>	<ul style="list-style-type: none"> Variable Secondary⁴ and disinfection⁶ (min.) 	<p>Variable, but not to exceed:</p> <ul style="list-style-type: none"> ≤ 30 mg/l BOD⁷ ≤ 30 mg/l SS ≤ 200 fecal coli/100 ml^{9,13,14} 	<ul style="list-style-type: none"> BOD - weekly SS - daily Coliform - daily Cl₂ residual - continuous 		<ul style="list-style-type: none"> Dechlorination may be necessary to protect aquatic species of flora and fauna. Possible effects on groundwater should be evaluated. Receiving water quality requirements may necessitate additional treatment. The temperature of the reclaimed water should not adversely affect ecosystem. See Section 2.4.3 for recommended treatment reliability.

Table 28. Suggested Guidelines for Water Reuse¹ (Page 4 of 6)

Types of Reuse	Treatment	Reclaimed Water Quality ²	Reclaimed Water Monitoring	Distance to Point of Withdrawal	Comments
<p><i>Groundwater Recharge</i></p> <p>By spreading or injection into nonpotable aquifers</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Site specific and use dependent • Primary (min.) for spreading • Secondary⁴(min.) for injection 	<ul style="list-style-type: none"> • Site specific and use dependent 	<ul style="list-style-type: none"> • Depends on treatment and use 	<ul style="list-style-type: none"> • Site specific 	<ul style="list-style-type: none"> • Facility should be designed to ensure that no reclaimed water reaches potable water supply aquifers. • See Section 3.6 for more information. • For injection projects, filtration and disinfection may be needed to prevent clogging. • See Section 2.4.3 for recommended treatment reliability.
<p><i>Indirect Potable Reuse</i></p> <p>Groundwater recharge by spreading into potable aquifers</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Site specific • Secondary⁴ and disinfection⁶ (min.) May also need filtration⁵ and/or advanced wastewater treatment¹⁶ 	<ul style="list-style-type: none"> • Site specific • Meet drinking water standards after percolation through vadose zone 	<p>Includes, but not limited to, the following:</p> <ul style="list-style-type: none"> • pH - daily • Coliform - daily • Cl₂ residual - continuous • Drinking water standards - quarterly • Other¹⁷ - depends on constituent 	<ul style="list-style-type: none"> • 2000 ft (600 m) to extraction wells. May vary depending on treatment provided and site-specific conditions. 	<ul style="list-style-type: none"> • The depth to groundwater (i.e., thickness of the vadose zone) should be at least 6 feet (2m) at the maximum groundwater mounding point. • The reclaimed water should be retained underground for at least 1 year prior to withdrawal. • Recommended treatment is site-specific and depends on factors such as type of soil, percolation rate, thickness of vadose zone, native groundwater quality, and dilution. • Monitoring wells are necessary to detect the influence of the recharge operation on the groundwater. • See Sections 3.6 and 3.7 for more information. • The reclaimed water should not contain measurable levels of pathogens after percolation through the vadose zone.¹² • See Section 2.4.3. for recommended treatment reliability.
<p>Groundwater recharge by injection into potable aquifers</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Secondary⁴ • Filtration⁵ • Disinfection⁶ • Advanced wastewater treatment¹⁶ 	<p>Includes, but not limited to, the following:</p> <ul style="list-style-type: none"> • pH = 6.5 - 8.5 • ≤ 2 NTU⁸ • No detectable fecal coli/100 ml^{9,10} • 1 mg/l Cl₂ residual (min.)¹¹ • Meet drinking water standards 	<p>Includes, but not limited to, the following:</p> <ul style="list-style-type: none"> • pH - daily • Turbidity - continuous • Coliform - daily • Cl₂ residual - continuous • Drinking water standards - quarterly • Other¹⁷ depends on constituent 	<ul style="list-style-type: none"> • 2000 ft (600m) to extraction wells. May vary depending on site-specific conditions. 	<ul style="list-style-type: none"> • The reclaimed water should be retained underground for at least 1 year prior to withdrawal. • Monitoring wells are necessary to detect the influence of the recharge operation on the groundwater. • Recommended quality limits should be met at the point of injection. • The reclaimed water should not contain measurable levels of pathogens at the point of injection.¹² • See Sections 3.6 and 3.7 for more information. • A higher chlorine residual and/or a longer contact time may be necessary to assure virus inactivation. • See Section 2.4.3. for recommended treatment reliability.

Table 28. Suggested Guidelines for Water Reuse¹ (Page 5 of 6)

Types of Reuse	Treatment	Reclaimed Water Quality ²	Reclaimed Water Monitoring	Distance to Point of Withdrawal	Comments
<p><i>Indirect Potable Reuse</i></p> <p>Augmentation of surface supplies</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Secondary⁴ • Filtration⁵ • Disinfection⁶ • Advanced wastewater treatment¹⁶ 	<p>Includes, but not limited to, the following:</p> <ul style="list-style-type: none"> • pH = 6.5 - 8.5 • ≤ 2 NTU⁸ • No detectable fecal coli/100 ml^{9,10} • 1 mg/l Cl₂ residual (min.)¹¹ • Meet drinking water standards 	<p>Includes, but not limited to, the following:</p> <ul style="list-style-type: none"> • pH - daily • Turbidity - continuous • Coliform - daily • Cl₂ residual - continuous • Drinking water standards - quarterly¹⁷ • Other - depends on constituent 	<ul style="list-style-type: none"> • Site specific 	<ul style="list-style-type: none"> • Recommended level of treatment is site-specific and depends on factors such as receiving water quality, time and distance to point of withdrawal, dilution and subsequent treatment prior to distribution for potable uses. • The reclaimed water should not contain measurable levels of pathogens.¹² • See Section 3.7 for more information. • A higher chlorine residual and/or a longer contact time may be necessary to assure virus inactivation. • See Section 2.4.3 for recommended treatment reliability.

Table 28. Suggested Guidelines for Water Reuse¹ (Page 6 of 6)

Footnotes

- ¹ These guidelines are based on water reclamation and reuse practices in the U.S., and they are especially directed at states that have not developed their own regulations or guidelines. While the guidelines should be useful in many areas outside the U.S., local conditions may limit the applicability of the guidelines in some countries (see Chapter 8). It is explicitly stated that the direct application of these suggested guidelines will not be used by AID as strict criteria for funding.
- ² Unless otherwise noted, recommended quality limits apply to the reclaimed water at the point of discharge from the treatment facility.
- ³ Setback distances are recommended to protect potable water supply sources from contamination and to protect humans from unreasonable health risks due to exposure to reclaimed water.
- ⁴ Secondary treatment processes include activated sludge processes, trickling filters, rotating biological contactors, and many stabilization pond systems. Secondary treatment should produce effluent in which both the BOD and SS do not exceed 30 mg/l.
- ⁵ Filtration means the passing of wastewater through natural undisturbed soils or filter media such as sand and/or anthracite.
- ⁶ Disinfection means the destruction, inactivation, or removal of pathogenic microorganisms by chemical, physical, or biological means. Disinfection may be accomplished by chlorination, ozonation, other chemical disinfectants, UV radiation, membrane processes, or other processes.
- ⁷ As determined from the 5-day BOD test.
- ⁸ The recommended turbidity limit should be met prior to disinfection. The average turbidity should be based on a 24-hour time period. The turbidity should not exceed 5 NTU at any time. If SS is used in lieu of turbidity, the average SS should not exceed 5 mg/l.
- ⁹ Unless otherwise noted, recommended coliform limits are median values determined from the bacteriological results of the last 7 days for which analyses have been completed. Either the membrane filter or fermentation tube technique may be used.
- ¹⁰ The number of fecal coliform organisms should not exceed 14/100 ml in any sample.
- ¹¹ Total chlorine residual after a minimum contact time of 30 minutes.
- ¹² It is advisable to fully characterize the microbiological quality of the reclaimed water prior to implementation of a reuse program.
- ¹³ The number of fecal coliform organisms should not exceed 800/100 ml in any sample.
- ¹⁴ Some stabilization pond systems may be able to meet this coliform limit without disinfection.
- ¹⁵ Commercially processed food crops are those that, prior to sale to the public or others, have undergone chemical or physical processing sufficient to destroy pathogens.
- ¹⁶ Advanced wastewater treatment processes include chemical clarification, carbon adsorption, reverse osmosis and other membrane processes, air stripping, ultrafiltration, and ion exchange.
- ¹⁷ Monitoring should include inorganic and organic compounds, or classes of compounds, that are known or suspected to be toxic, carcinogenic, teratogenic, or mutagenic and are not included in the drinking water standards.

Bijlage F Onderdelen aanzet methodiek

Aanzet tot checklisten

Stap 1, Voorbereiding

Criteria voor de signalering van interessante bedrijven

Criteria voor de signalering van interessante sectoren of individuele bedrijven kunnen (o.a.) zijn:

- waterverbruik
- grondwaterverbruik
- omvang van lozing
- kenmerken van stoffen in lozing (bijvoorbeeld toxiciteit, persistentie, vermistingspotentieel)
- aanwezigheid van verouderde processen (met bekende en betere alternatieven)
- complexiteit van bedrijfsvoering
- fase in investeringscyclus: zit een bedrijf net aan nieuwe investeringen te denken?
- life-cycle tijd van technologie
- op stapel staande renovaties en uitbreidingen
- bedrijfseconomische positie, financiële positie
- verwachte of waargenomen innovatiebereidheid en overall kans op succes. Dit speelt een rol indien de slaagkans van een project maximaal moet zijn in het kader van uitstralingseffecten en voorbeeldfunctie.
- regionale, geografische omstandigheden, zoals droogte, nabijheid van natuurgebieden, etc.
- lokale waterafvoer-situatie.

Informatie over de bedrijfscontext

Benodigde informatie over het bedrijf en haar context kan zijn:

- organisatieschema
- belangen, doelstellingen, strategie
- interne sleutelfiguren
- kenmerken bedrijfscultuur
- voorgeschiedenis, reeds overwogen en/of uitgevoerde activiteiten
- producten en diensten
- processen, installaties, apparaten
- type en hoeveelheid van gebruik van grondstoffen, hulpstoffen en energie
- waterverbruik, hoeveelheid, type, bron
- een indicatie van de geslotenheid van de waterhuishouding (index?)
- emissies naar bodem, water en lucht (aard en omvang)
- financiële positie, bedrijfseconomische toestand
- economische betekenis van het bedrijf in de regio
- mogelijkheden voor financiële ondersteuning vanuit andere partijen (bijvoorbeeld Novem, Senter en Innovatiecentra)
- innovatiebereidheid
- marktsituatie, trends
- technische positie
- eventuele problemen met de vergunningverlening
- relevante, invloedrijke actoren (change-agents) en hun rol, aard en omvang van invloed, expertise, kwaliteit van de relatie met het bedrijf

Relevante actoren

Door het in kaart brengen van relevante actoren wordt zicht verkregen op het krachtenveld rond een bedrijf. Relevante actoren

kunnen bijvoorbeeld zijn:

- moederbedrijf
- management
- personeel
- aandeelhouders
- brancheorganisatie
- ondernemingsraad
- vergunningverlener, bevoegd gezag
- externe adviseurs
- subsidie-adviseurs
- andere overheden, lokale overheid
- toeleveranciers van grond- en hulpstoffen, ook energie en water
- ontwerpers van nieuwe installaties
- toeleveranciers en bouwers van (innovatieve) apparaten en installaties
- klanten, afnemers
- collega's/concurrenten
- omwonenden, omgeving
- milieu-organisaties
- accountants
- banken en verzekeraars

Informatiebronnen

Bronnen van informatie kunnen zijn:

- gegevens uit emissieregistratie
- vergunningaanvragen, bevatten procesbeschrijvingen en emissies
- waterkwaliteitsbeheerders
- case-database
- ervaringen van collega's
- uitgevoerde projecten en adviezen
- jaarverslagen
- bedrijfsmilieuplannen
- beleidsverklaringen

Belangrijke aandachtspunten:

- het opbouwen van een relatie, via meerdere bijeenkomsten, communiceren, geloofwaardigheid en vertrouwen opbouwen, afspraken nakomen
- enthousiasmeren, bijvoorbeeld met voordrachten en een zgn. bidbook, met visualisaties van de eindsituatie, de doelsituatie
- voorkomen van en omgaan met weerstand (analyse en ombuiging), argumenteren.

Stap 2, Analyse

Achterhalen, verifiëren en aanvullen van informatie over het bedrijf en haar context, met een gedoseerd en triggerend gebruik van resultaten uit de voorbereiding:

- organisatieschema
- interne sleutelfiguren
- hoe zien (formele en informele) besluitvormingsprocessen er uit?
- kenmerken bedrijfscultuur
- voorgeschiedenis, reeds overwogen en/of uitgevoerde activiteiten
- producten en diensten
- processen, installaties, apparaten
- grondstoffen, hulpstoffen, energiegebruik (Sankey diagram) en waterverbruik (water Sankey diagram)

- emissies naar bodem, water en lucht (aard en omvang)
- financiële positie, bedrijfseconomische situatie
- economische betekenis van het bedrijf in de regio
- marktsituatie, trends
- technische positie
- innovatie-bereidheid, innovativiteit
- relevante, invloedrijke actoren: (rol, aard en omvang van invloed, expertise)

Werkwijze: gesprekken met betrokkenen uit alle lagen van het bedrijf en bestudering van relevante stukken.

Bij de technische analyse van het proces kan gebruik gemaakt worden van procesvisualisatie en procesmodellering. Hiertoe zijn verschillende soorten hulpmiddelen inzetbaar.

Doelmatigheidsoverwegingen moeten hier leiden tot een kritische beschouwing van het nut en de haalbaarheid van de inzet van visualisatie en modelleerhulpmiddelen. Modelleren op een laag detailniveau vergt grote inspanningen. Soms gebruikt een bedrijf zelf procesmodellen en kan daarvan gebruik gemaakt worden.

Uit de informatie:

- wat zijn relevante knelpunten en/of kansen t.a.v. water? Prioritering mede vanuit bedrijfsoptiek.
- wat zijn 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?

Stap 3, Generering en beoordeling van verbeteropties

Het genereren van verbeteropties

Hierbij zijn de volgende aandachtspunten te noemen:

- door wie? Betrekken van alle lagen t.b.v. draagvlak
- op welke manier? Bijvoorbeeld brainstorm sessies met interne en externe experts. Creativiteitsbevorderende technieken kunnen hier een grote rol spelen. Betrokkenheid, motivatie, enthousiasme en dynamiek, zo mogelijk in informele sfeer zijn verdere aandachtspunten
- gebruik van eenvoudige processchema's om uitgangssituatie te beschrijven en aangrijpingspunten voor verbeteringen weer te geven
- iteratief genereren en clusteren, met aandacht voor de clustercriteria
- op basis van analyse resultaten, die moeten de aangrijpingspunten voor verbeteropties leveren
- optimale inbreng van interne en externe expertise, bijvoorbeeld ten aanzien van best-practice, stand der techniek en nieuwe technieken
- gebruik van checklists met verbeteropties
- niet te snel (laten) oordelen, dat gebeurt in de volgende stap.

Beoordelen van verbeteropties

Aandachtspunten hierbij zijn:

- door wie: positie, deskundigheid
- waarop: factoren die een rol spelen bij de beoordeling. Hiervan kunnen checklists gevormd worden. Bijvoorbeeld: effectiviteit,

invloed op waterverbruik, invloed op integrale milieuprestatie van het bedrijf, technische haalbaarheid, bedrijfseconomische haalbaarheid/aantrekkelijkheid, maatschappelijke haalbaarheid, invloed op produktkwaliteit, invloed op arbeidsomstandigheden en veiligheid en bedrijfszekerheid..

De factoren die een grote rol spelen kunnen achterhaald worden door analyse van de formele en informele besluitvormingsprocessen. Dat levert ook zicht op het gewicht, de importantie die aan de verschillende factoren wordt toegekend.

- succes- en slaagfactoren meenemen bij de beoordelingsfactoren
- iteratieve selectie en uitwerking van opties
- uitwerken van opties: kosten-baten analyse, input-output analyse, indirecte en neveneffecten
- beoordelingsmethoden inzetten, voor milieuprestatie bijvoorbeeld Life Cycle Analysis (LCA), multi-criteria technieken, voting-technieken, panelmethoden, etc.
- betrekken van betrokkenen op alle lagen van het bedrijf ten behoeve van draagvlak

Modelleren

Overwegingen die een rol spelen bij de beslissing al dan niet te gaan modelleren kunnen zijn:

- experimenteel onderzoek aan het (nieuwe) proces is niet mogelijk of niet wenselijk;
- er zouden teveel experimenten nodig zijn;
- gewenste flexibiliteit t.a.v. veranderingen, men wil flexibel kunnen "spelen" met het proces;
- er is fundamenteel inzicht gewenst/vereist in het proces;
- het proces is erg complex, het effect van veranderingen is niet eenvoudig te voorspellen;
- men wil een installatie kunnen testen zonder hem eerst te bouwen.

Stap 4, Planning en implementatie

Aandachtspunten zijn:

- vorming van een implementatie- en communicatieplan
- duidelijke taken, verantwoordelijkheden en bevoegdheden, projectaanpak
- evaluatiemomenten, milestones
- begeleiding en ondersteuning, inhoudelijk en procesmatig
- technieken t.b.v. management of change
- opleiding en training
- monitoring (parameters, indicatoren) en terugkoppeling naar betrokkenen
- visualisatie van resultaten
- vieren van resultaten

Stap 5, Borging van verbeterde situatie

Verankering bij management en medewerkers

Uit kwaliteitszorg:

- handboek
- procedures, richtlijnen
- taakbeschrijvingen, verantwoordelijkheden, bevoegdheden

Integratie kwaliteitszorg en milieuzorg, eventueel ook veiligheid

en arbo.

Monitoring en resultaten op verschillende gebieden zichtbaar maken, terugkoppeling naar betrokkenen, bijvoorbeeld met indicatoren, bedrijfsthermometers, etc.

Vieren van successen, terugkoppelen, enthousiasme en betrokkenheid vasthouden