Van effluent naar oppervlaktewater
donderdag 10 mei 2005, 13.45 – 14.45

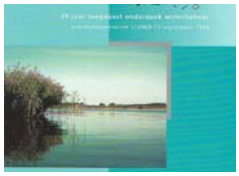
Ruud Kampf
Hoogheemraadschap Hollands Noorderkwartier

Stichting Postacademisch Onderwijs

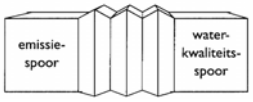
1

stowa

25 jaar toegepast onderzoek waterbeheer
jubileumsymposium STOWA 13 september 1996



Biologisch gezuiverd effluent;
grondstof of eindproduct?
1997
NVA - SYMPOSIUM



2

PAO-cursussen

- 1999: Meer dan effluent
- 2003: Effluent van de toekomst
- 2005: Op weg naar een nieuw effluent

3

Inhoud

- Effluenten en oppervlaktewater
- De Waterharmonica
- Van effluent tot bruikbaar oppervlaktewater in een moerassysteem: Everstekoog in een wijder verband
- Kort overzicht Kwekelbaarsjesonderzoek
- Biodiversiteit, toxiciteit
- Kaderrichtlijn, Techniek of/en Natuur?

4

Inhoud

- Effluenten en oppervlaktewater
- De Waterharmonica
- Van effluent tot bruikbaar oppervlaktewater in een moerassysteem: Everstekoog in een wijder verband
- Kort overzicht Kwekelbaarsjesonderzoek
- Biodiversiteit, toxiciteit
- Kaderrichtlijn, Techniek of/en Natuur?

5

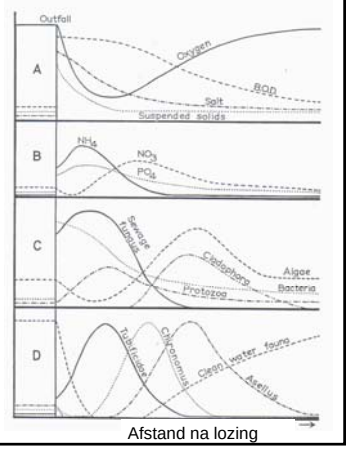
Schema effect organisch effluent op een rivier

A: fysisch-biochemisch

B: chemisch

C: micro-organismen

D: “grotere” dieren



Afstand na lozing

Strategie bij oppervlaktewaterbeheer: tweesporen aanpak (combined approach)

Emissie aanpak	Waterkwaliteitsaanpak
brongericht	oppervlaktewater
zwarte lijststoffen zuurstofbindende stoffen	aquatische ecosystemen
best bestaande technieken best uitvoerbare technieken	watersystemen
actieprogramma's en regelgeving (AMvB's	algemene maatregelen gebiedsgerichte maatregelen
vergunningverlening handhaving	integrale benadering maatregelenpakket belangen partijen

Effluenten Rwzi´s

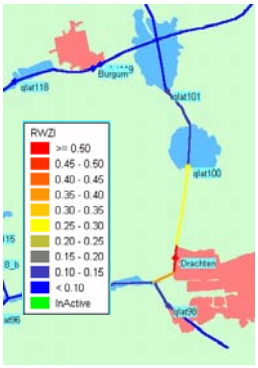
- Grote ontwikkelingen C, N, P
- Regionale rwzi´s - invloed bij lozingspunt
  - Slibdeeltjes, vlokken
  - Veel bacteriën
  - Geur, schuim
  - Laag O_2

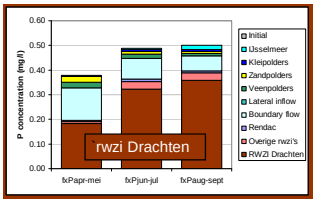
Foto: Annie Kreike, HHNK

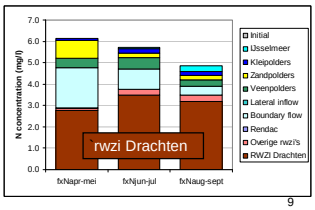
⇨"Dood water", niet tevreden met kwaliteit
Lijkt (nog) niet op oppervlaktewater

8

Maximum effluent percentage van rwzi Drachten en bijdrage aan nutriëntenconcentratie in de Leijen







9

Helder effluent

het was het mooiste water dat we "hadden"
"je maakt het van drinkwater en regenwater"

- regionale rwzi's, dus mooiste water uit een groot gebied gecentraliseerd
- bevat ook nog veel bruikbare nutriënten
- zonde om weg te gooien…..

10

Inhoud

- Effluenten en oppervlaktewater
- De Waterharmonica:
  - *verkorte weergave Stowa workshops november 2004*
    - Korte geschiedenis Waterharmonica (Theo Claassen)
    - Stowa project 2003 – 2004 (Johan Blom)
    - Praktijk (Ruud Kampf)
    - Waterharmonica in the developing world: LeAF, AquaforAll, NOVIB Van effluent tot bruikbaar oppervlaktewater in een moerassysteem: Everstekoog in een wijder verband
- Kort overzicht Kwekelbaarsjesonderzoek
- Biodiversiteit, toxiciteit
- Kaderrichtlijn, Techniek of/en Natuur?

11

De Waterharmonica:

van effluent tot bruikbaar oppervlaktewater

de natuurlijke schakel tussen Waterketen en Watersysteem

Theo Claassen
Wetterskip Fryslân

WETTERSKIP FRYSLÂN

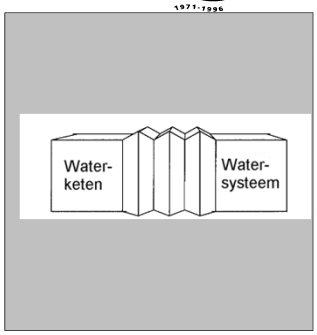
Ruud Kampf
Hoogheemraadschap Hollands Noorderkwartier

12

Emissie .....Waterkwaliteit "Schakelsysteem"

- Rwzi geoptimaliseerd
- Oppervlaktewater optimaliseren?
- Speciaal ingericht oppervlaktewater tussenschakelen

➔**Moerassysteem**



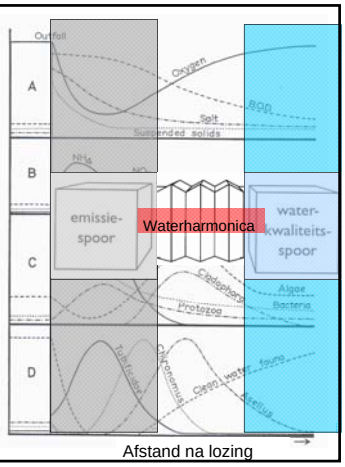
Schema effect organisch effluent op een rivier

A: fysisch-biochemisch

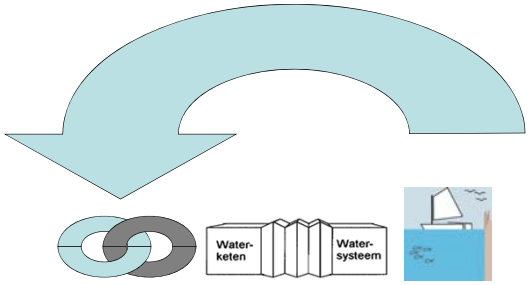
B: chemisch

C: micro-organismen

D: "grotere" dieren



Ontbrekende schakel in Nederlands waterbeheer



15

Het Waterharmonica project

- Lopend STOWA project 2003-2004:
  - onderzoek en toepassing

Zie www.waterharmonica.nl
voor rapporten , papers, conferences, etc

16

Waterharmonica in ontwikkelingslanden

- Uitvoering door Lettinga Associates Foundation LeAF
- i.s.m. AquaforAll en Novib

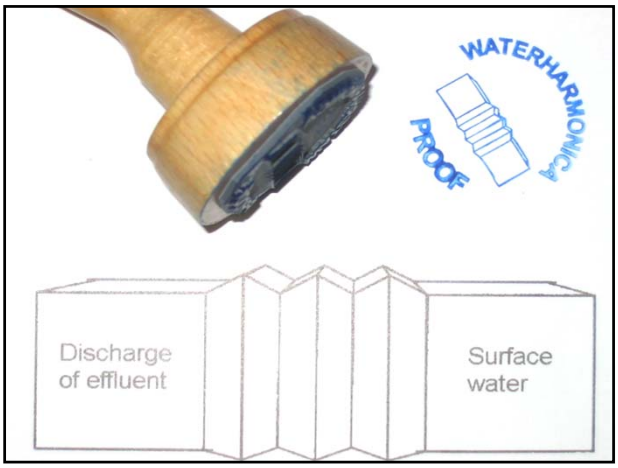
- Overzicht haalbaarheid van de Waterahrmonica
- Voornaamste: milieubeheer in arme landen is onbetaalbaar, behalve als er geld te verdienen is door hergebruik
- Project Matagalpa in Nicaragua
  - Trekker Louis Bijlmakers`, De Dommel
- Afstudeeropdracht Chanzi Hamidar uit Tanzania

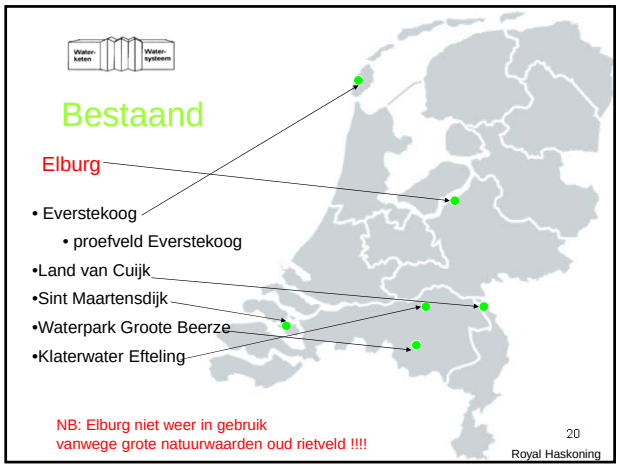
17

STOWA Waterharmonica workshops

23 november 2004 Hapert
25 november 2004 Almelo

18



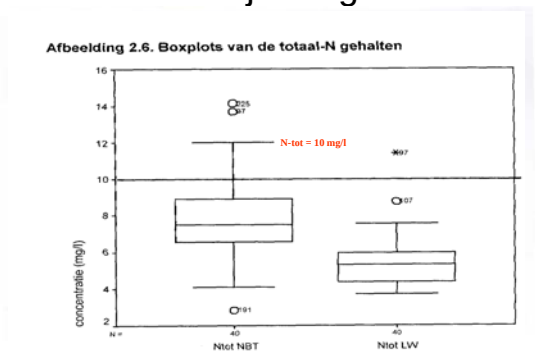


Rwzi en moerassysteem Everstekoog

21

23

Land van Cuijk - N verwijdering



Kosten moerassystemen

	Everstekoog	Land van Cuijk
debiet (m³/jaar)	1.250.000	3.150.000
Investering (Euro)	200.000	600.000
Kosten in (€cent/m³)		
kapitaal	1,6	1,9
onderhoud	0,9	0,6
begeleiding/toezicht/monitoring	0,9	2,1
totaal kosten (€cent/m³)	**3,3**	**4,6**

http://www.waterharmonica.nl/publikaties/index.htm en Stowa-rapport 2004/45

25

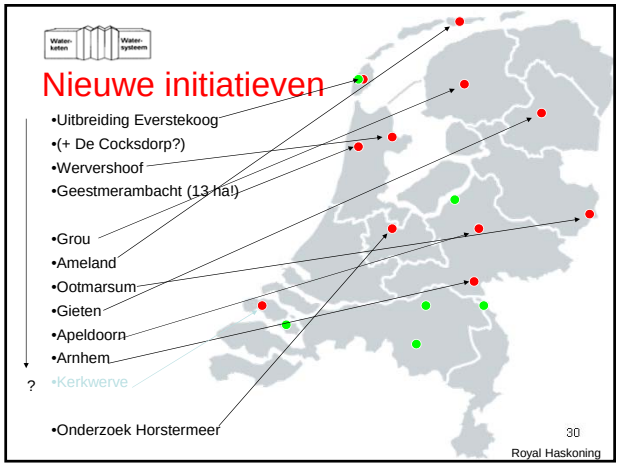
Hapert, De Dommel

Groote Beerze

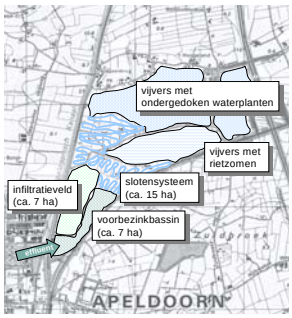
Hapert

Sint Maartensdijk - Tholen

28



rwzi Apeldoorn, Waterpark Schoonbroek ?



•Capaciteit 340,000 i.e.
•DWA 3000 m³/h; max. 12,000 m³/h
•Overstort water

Totaal zoekgebied 200 ha

- Polishing effluent
- Natuur
- Recreatie
- Groene wig in stadplanning
- Schoon water Veluwe massief naar rivier de Grift

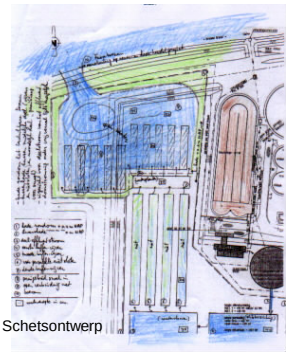
In voorbereiding

31

Moerassysteem Grou???

- "harmonica" tussen boezemwater, polderwater en rwzi
  - paaiplaats vis
  - natuurlijke inrichting boezem
  - nazuivering effluent
  - gebruik effluent in de polder
  - vistrap boezem ⇔ polderwater
  - natuurlijke inrichting rond rwzi

Aqualân te Grou !



Schetsontwerp

urbanwatercycle

Voorbereiding 2004

Keuze inrichting begin 2005
Realisatie 2005
Monitoring vanaf 2006

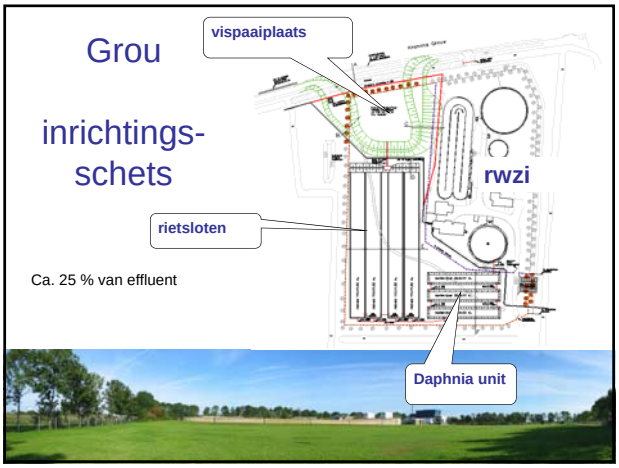
Bestuursbeslissing?

http://www.interregnorthsea.org/project-details.asp?id=1-16-31-7-37-04

33

Grou

inrichtings-schets



Ca. 25 % van effluent

Grou: Combinatie met paaiplaats snoek

Brasem-Snoek

Beheerde oevers voor paaiplaats

Snoek

Snoek-Voorn

Empuriabrava, Costa Brava

From Lluis Sala, Concorsi de la Costa Brava

36

WATERHARMONICA - PROJECTEN

Belasting 0.1 tot 1.7 m/dag

	System	HVT (dagen)	Hydr. belasting ($m^3/m^2.d$)	Opp. (ha)
Everstekoog	VS	2,2	0,24	1,3
Elburg	VS	6,0	0,13	15
Land van Cuijk	VS	6,0	0,17	3,85
Groote Beerze	VS	0,23	1,70	1,4
Efteling	VDS	2,3	0,14	0,825
Sint Maartensdijk	HDS/VS	2,0	0,24	1
Kwekelbaarsjes	GVS	1,5	0,37	--

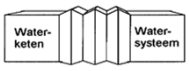
Dimensioneringsrichtlijnen

Waterharmonica

	Belasting	Diepte (gemiddeld)	Verblijftijd	Opper-vlakte	Ecoli
	m/dag		(dagen)	(m^2/i.e)	(aantal/ml)
Vijvers	0.75	1.5	2	0,3	< 100
	0.30	1.5	5	0,6	< 10
Moeras-`systeem	0.25	0.5	2		< 100
	0.10	0.5	5	0,5	< 10
	0.05	0.5	10	1 - 2	< 1

38

Stand van zaken



De Waterharmonica:

- brengt lozer en oppervlaktewaterbeheerder bij elkaar
- verbindt de *Waterketen* en het *Watersysteem*: gericht op sluiten van de waterkringloop
- combineert processen, belangen, inpassing in het landschap, etc: aantrekkelijk, ook economisch

39

Evaluatie

Samenwerking
Stroomlijnen
Werkgroepen
Coordinatie
Leren

Stowa.....

- de eerste lessen zijn geleerd
- resultaten rechtvaardigen verdere implementatie
- nog een lange weg te gaan
- verder onderzoek en ontwikkeling met de nadruk op:
  - monitoring van chemische en (micro)biologische parameters
  - onderzoek naar hydraulische, hydromorfologische en ecologische aspecten
  - optimalisatie van beheer en onderhoud
  - introductie van het concept als dé duurzame, integrale oplossing om RWZI-effluent KRW-proof te maken

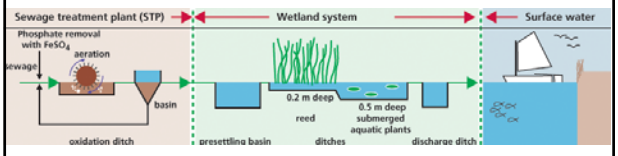
40

Royal Haskoning

Inhoud

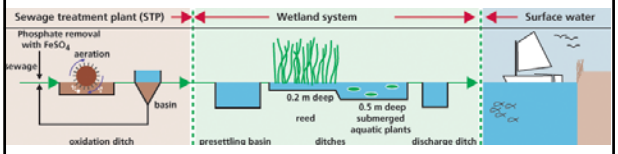
- Effluenten en oppervlaktewater
- De Waterharmonica
- Van effluent tot bruikbaar oppervlaktewater in een moerassysteem: Everstekoog in een wijder verband
- Kort overzicht Kwekelbaarsjesonderzoek
- Biodiversiteit, Kaderrichtlijn, Techniek of/en Natuur?

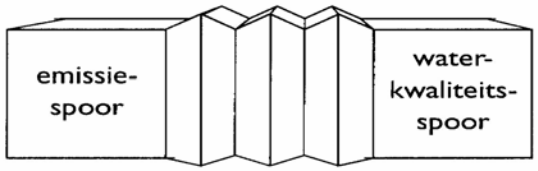
41



- Oxidatiesloot
- Helofytenfilter / moerassysteem:
  - voorbezinkvijver
  - 9 paralelle sloten met riet/lisdodde en waterplanten
  - afvoersloot

42





De Waterharmonica

43

Rwzi en moerassysteem Everstekoog

rwzi

voorbezinkvijver

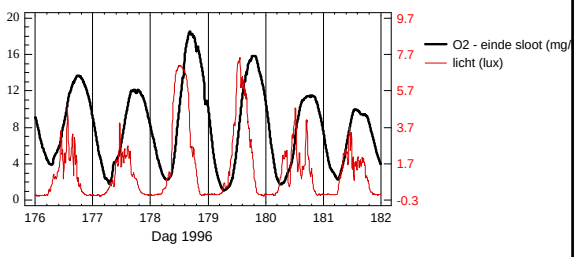
9 parallelle sloten met riet en lisdodde

afvoersloot

Onderzoeks project 1995 - 1999

Everstekoog
Texel

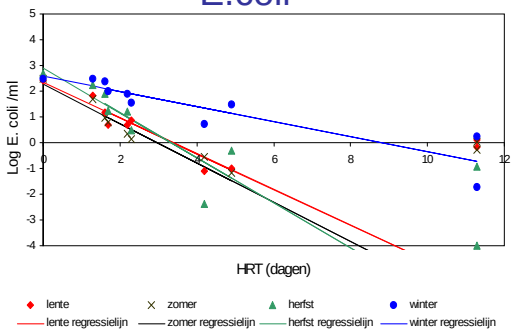
De zon en zuurstofritmiek



Everstekoog, Texel

47

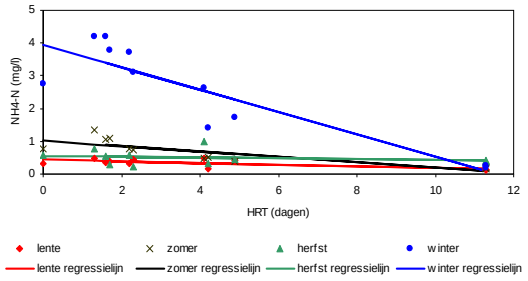
E.coli



48

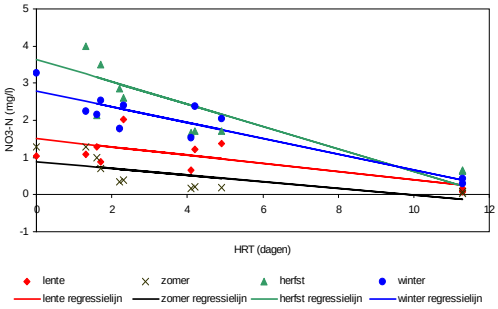
Everstekoog, Texel

NH_4



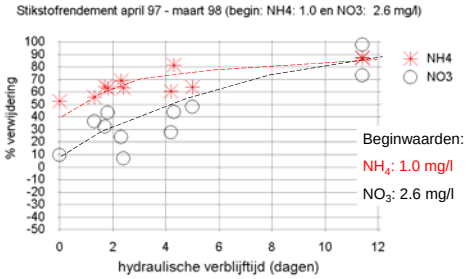
Everstekoog, Texel 49

NO_3



Everstekoog, Texel 50

N-verwijdering april 97 tot maart 1998



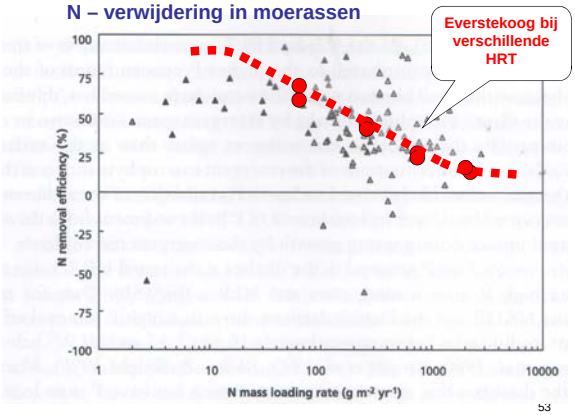
Everstekoog, Texel

N - verwijdering

- Vooral denitrificatie
- Processen vooral in “biofilms” op bodem en aan planten
- N - afvoer in biomassa is “onbelangrijk”

52
Everstekoog, Texel

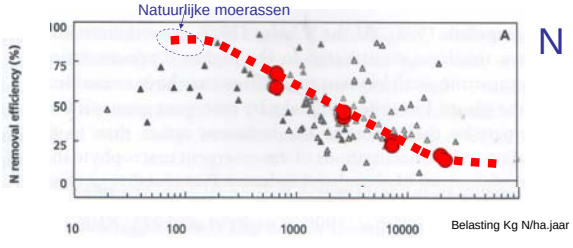
N – verwijdering in moerassen



53
Gebaseerd op Toet, 2003

Natuurlijke moerassen

N



Natuurlijke depositie 30 - 75

Opname in gras Stikstof- leverend vermogen 140 - 600

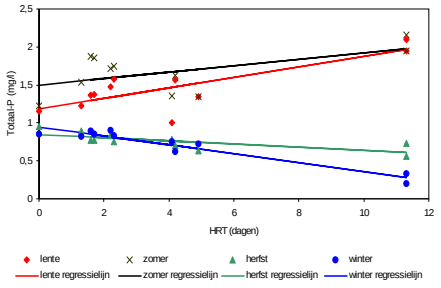
Bemesting landbouw 400 - 800

Totaal N in lucht boven landbouwgrond 80000

Waterboeren: hoeveel moeras kunnen we voeden met nutriënten uit afvalwater ?

54
Gebaseerd op Toet, 2003 en www.agriton.nl

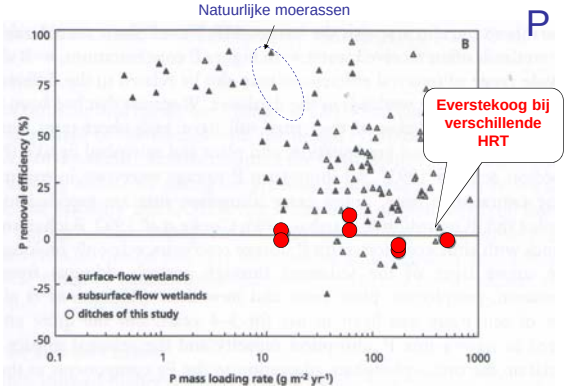
P - totaal



Everstekoog, Texel

Natuurlijke moerassen

P



Gebaseerd op Toet, 2003

Resultaten 4-jaar onderzoek

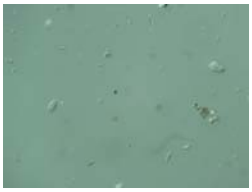
- Dag patroon O2
  - O2 inbreng afhankelijk van licht
  - genoeg om 2 - 3 mg O2/l te nitrificeren
- Een duidelijk effect van HRT en seizoen
  - N-verwijdering beter bij lange HRT, zelfs in de winter
  - P-verwijdering is onduidelijk, chemisch?
  - Toename turbiditeit door biologische processen
- E.coli: HRT of 4 dagen < 1/ml (in de winter c. 10/ml)

rapportage:
http://www.waterharmonica.nl/publikaties/index.htm

Everstekoog, Texel

Na moerassysteem ander water

- verbetering zuurstofhuishouding
- geurt niet meer
- minder slibdeeltjes (= desinfectie)
- maar meer, ander zwevend stof
- levend water:
  - algen, watervlooien
  - 'torren"
  - vis
  - vogels



Procestechnologie moerassystemen

- Oxidatiesloot:
  - nabootsing van vervuild oppervlaktewater
- Moerassysteem:
  - nabootsing van schoner oppervlaktewater
- Processen zijn vergelijkbaar
  - bezinking, adsorptie, biofilmprocessen, diffusie, groei, afsterving, etc.

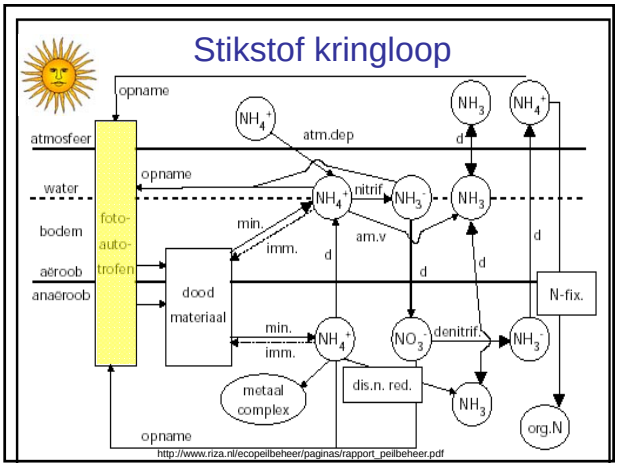
Fototrofe biofilms!

➔ combinatie van (bio)procestechnologie, landbouw, biologie, etc.

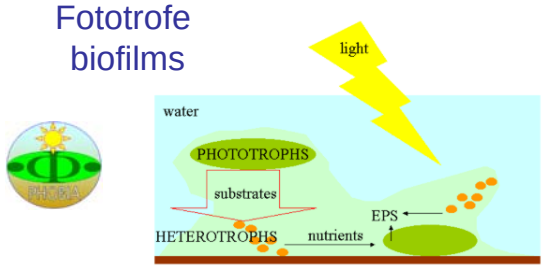
[EcoEng-online] International Ecological Engineering Society

➔ ecological engineering: www.IEES.CH

Stikstof kringloop



Fototrofe biofilms

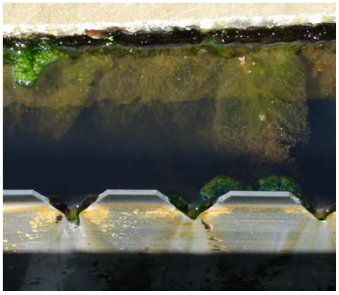


- licht als energiebron (ingevangen protonen)
- reductie van CO2 – heterotrofe biofilms
- fototrofe en heterotrofe microben:
  - extracellulaire matrix van polymere verbindingen (EPS)
- (s)lijmerige matrix voor aanhechting / invanging

61

http://www.itqb.unl.pt:1141/~webpages/mainpage/

Bekend, maar onbemind!



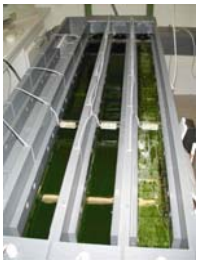
62

Bekend, maar onbemind!

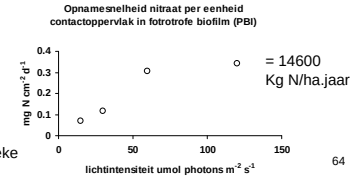
63

San Servolo, 1 May 2005

PHOBIA:
biofilm rwzi voor studie van de groei van fototrofe biofilms



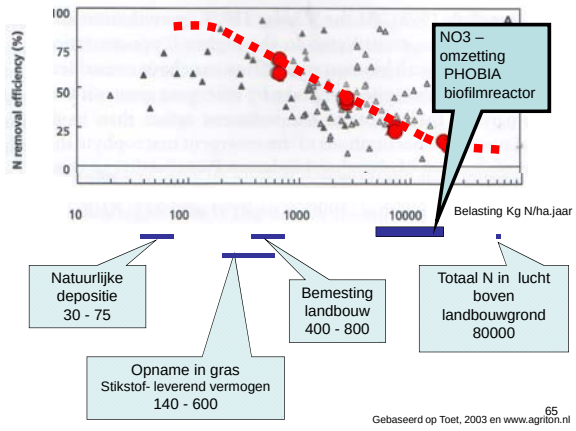
- Horizontal doorstroomde incubator
- 4 kanalen:
  - lichtensiteiten 15, 30, 60 en 120 umol photons m-2 s-1.
- Groei fototrofe biofilm
  - 2 mm dikke waterfilm



= 14600 Kg N/ha.jaar

Bron: Jan Rijstenbil, NIOO, Yerseke

64



65

Gebaseerd op Toet, 2003 en www.agriton.nl

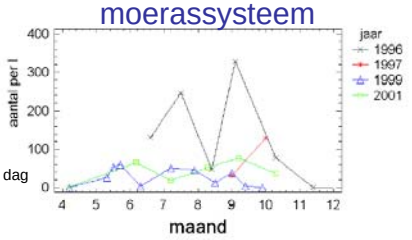
Inhoud

- Effluenten en oppervlaktewater
- De Waterharmonica
- Van effluent tot bruikbaar oppervlaktewater in een moerassysteem: Everstekoog in een wijder verband
- Kort overzicht Kwekelbaarsjesonderzoek
  - Wat is er gedaan?
  - Belangrijkste resultaten
- Biodiversiteit, toxiciteit
- Kaderrichtlijn, Techniek of/en Natuur?

66

Everstekoog
Texel

Voorbezinkvijver Everstekoog moerassysteem



HRT ca 1.3 dag

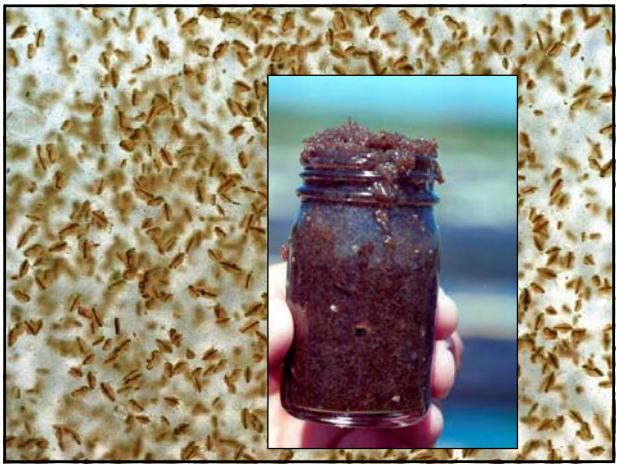
- Vraag: hoe komt het dat er watervlooien zijn zonder algen als voedsel?
- Veronderstelling: Watervlooien gebruiken actief slibdeeltjes als voedselbron

68

Het Kwekelbaarsjes project

"verkennend/vernieuwend onderzoek"

69



Stekelbaarsjes

Vis in Everstekoog moerassysteem

- **Vis houdt niet van effluent rwzi**
  - in grote vijver geen vis
- **in moerassysteem wel vis**:
  - pas na 3 dagen verblijftijd
  - na 10 dagen veel vis (tot 15 stekelbaars per m^2)

NB Biodiversiteit Everstekoog: er zijn nog veel onuitgewerkte data

72

Voedselketens!

74

http://www.intarttiles.com/robertekennedy.htm

Lepelaars

Lepelaars in Europa

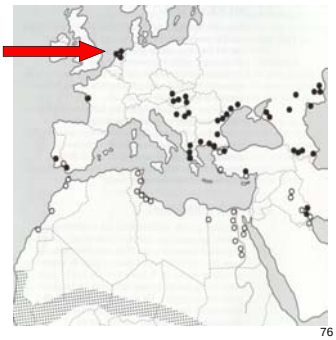
Nederland

Een van de zeldzaamste vogels in Europa

95 % West-Europese populatie

Annex I European Bird directive

Symbool van goed waterbeheer



76

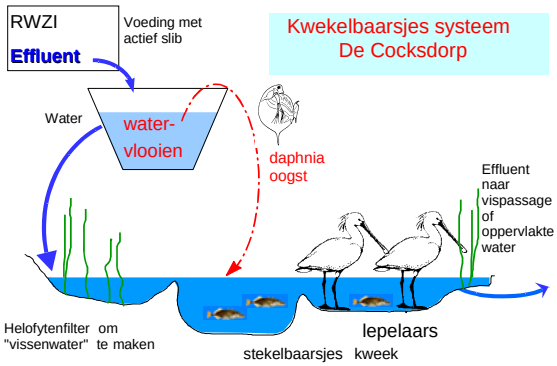
Het kwekelbaarsjesproject

opkweken van watervlooien op effluent

om stekelbaarsjes op te laten groeien

als voedsel voor lepelaars

77



Doel van het praktisch onderzoek

Ontwikkeling van de Daphnia kweek in het kwekelbaarsjes proces

Daphnia - trivia

- Length: 0.3 - 5 mm
- Wet weight: 0.5 - 2 mg
- Filtration capacitity: 4 ml/ind.hour

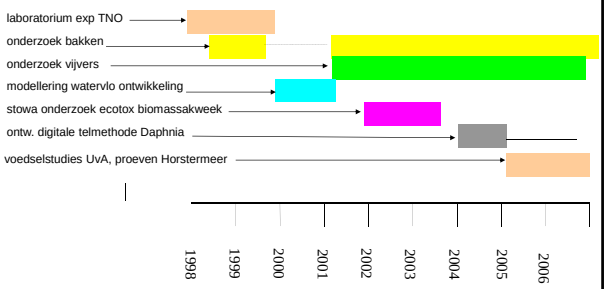
(1000 Daphnia/l filtrates water 4 times per hour)

- Size of food particles between 1 - 40 µm

Protein: 60 %
Fat 10 %
Carbohydrates 6 %

C = 44 %
N = 8 %
P = 1.4 %

Onderzoek 1998-2004 – e.v.



81

Veldonderzoek Texel

82

2004: nieuw proefveld Everstekoog

Bakken - Mesocosms

Vijvers

83

84

87

Onderzoek in “bakken”

- diverse kortlopende onderzoeken in de bakken (HRT = 0.5; 1.5; 1.5, 3 en 10 dagen):
  - 1998: *verkennend onderzoek*
    - Twee bakken in serie, “zakkenproef”
  - 2001: *veel; korte experimenten, veel mislukkingen*
    - Invloed beluchting
    - Invloed oogsten
    - Invloed verduisteren
    - Invloed extra slib toevoer
- ontwikkeling watervlooien in bakken:
  - *lange termijn proeven*
  - 2002: parallel, verblijftijden (3 en 10 dagen).
  - 2003, 2004, 2005: in serie vier maal 1 dag

88

Onderzoek in vijvers

“handen op de rug onderzoek, beperkt ingrijpen”

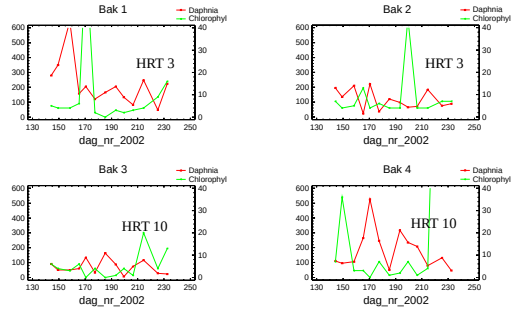
- 2001 - 2002: *vier parallele vijvers*
  - 2001: HRT elk 1.5 dag
  - 2002: HRT: 3 en 4,5 dag
    - Invloed waterplanten (2 met, 2 zonder)
- Vanaf 2003: *lange termijn proeven, in serie vier maal 1 dag*
  - Vijver 1 zonder waterplanten, overige met !
  - Onderhoud: kroos en overvloedige waterplanten worden verwijderd

89

Resultaten:
Nu alleen “enkele” high-lights !

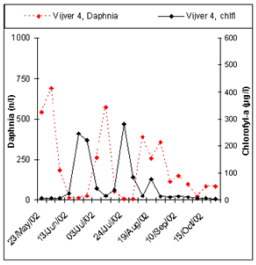
90

2002: bakken HRT 3 en 10 dagen



- Bij deze langere verblijftijden algenbloei
- Oorzaak: periodiek te weinig Daphnia (voedselgebrek?)

2002: algen vs watervlooien

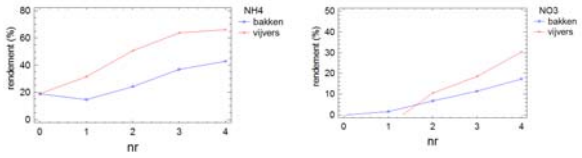


Vijver 4
Verblijftijd
4.5 dagen

- Algen hebben duidelijk een relatie met watervlooien
- Algen worden door vlooien gegeten, ze ontwikkelen zich bij aanwezigheid van weinig vlooien.

92

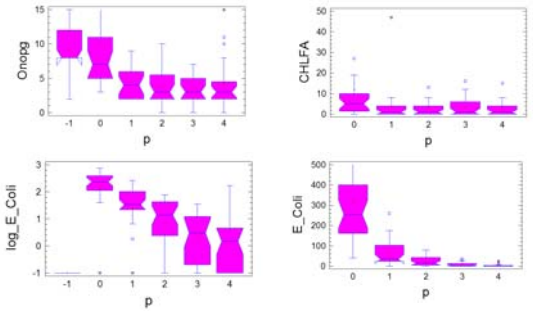
2003- 2004:
NH4 en NO3: verschil bakken en vijvers



- N-verw. beter in vijvers dan in bakken:
  - Invloed waterplanten in de vijvers 2, 3 en 4
- NH4-verwijdering: tot 60 %
- NO3-verwijdering tot 30 %

93

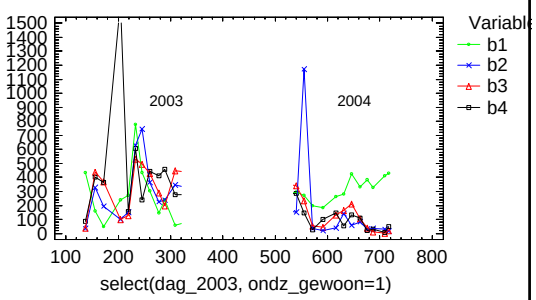
Bakken 2003 - 2004



Sterke verbetering, goede e.coli verwijdering!

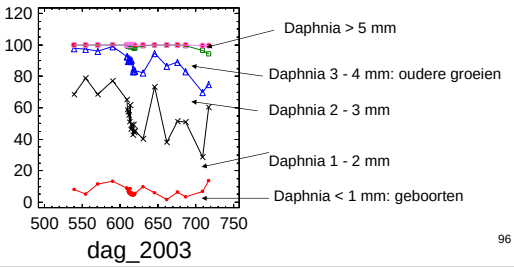
94

Daphnia per liter in bakken



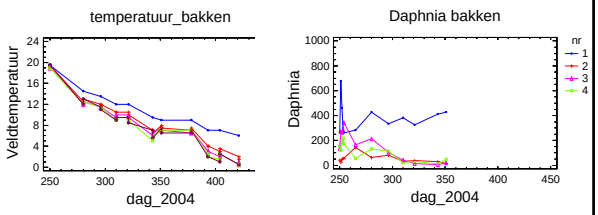
Daphnia grootteverdeling voorbeeld

Bak 1 - grootte Daphnia (mm)



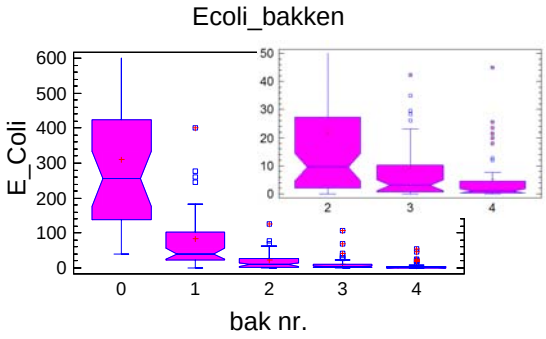
96

winter 2004 - 2005



97

winter 2004 - 2005



Algemene conclusies "Daphnia unit"

- Watervlooien groeien goed op effluent, extra slib is niet nodig voor "laag belast, ecologisch bedreven systeem"
- Helderheid effluent belangrijk: goede lichtintreding: energiebron
  - Pas opmengen met oppervlaktewater als het "bruikbaar oppervlaktewater is"
- Voedselketen benadering is bruikbaar, vergroten stabiliteit door beheer (o.a. oogsten)
- Werking bij lage temperaturen veel beter dan verwacht
- Algen vormen additionele voedselbron, vooral bij langere verblijftijden
- Eco-toxiciteit geen reden tot angst, wel zorg!: Daphnia unit is goede bewaker van eco-tox

Verhoging biodiversiteit

Kader Richtlijn Water……

99

Inhoud

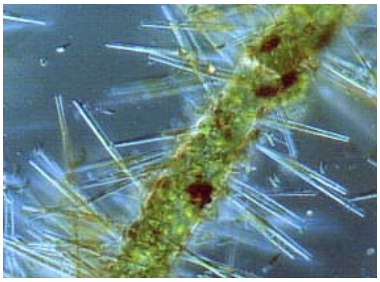
- Effluenten en oppervlaktewater
- De Waterharmonica
- Van effluent tot bruikbaar oppervlaktewater in een moerassysteem: Everstekoog in een wijder verband
- Kort overzicht Kwekelbaarsjesonderzoek
- Biodiversiteit, toxiciteit
- Kaderrichtlijn, Techniek of/en Natuur?

100

Biologische beoordeling kwaliteit oppervlaktewater

- HHNK: 10-tallen jaren ervaring
  - Niet met blote oog te zien:
    - Kiezelwieren (van Dam index)
    - Quickscan fytoplankton
  - Bewegend, met blote oog te zien:
    - Zoöplankton
  - Inrichting, waterplanten, etc

Kiezelwieren



Kiezelwieren gehecht op draadwier

102

Wat zijn kiezelwieren

- eencelligen plantaardige organismen
- skelet van kiezelzuur
- grootte 0,005 tot 0,5 mm

103

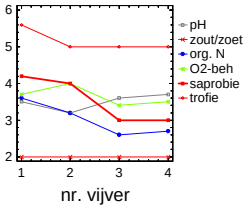
Waarom kiezelwieren ?

- Altijd aanwezig
- Goedkope analyse: microscopie
- Snelle reactie op veranderingen

104

Vijvers 2004: van Dam-index

Vijvers:



- Saprobie ("vervuilingsgraad")
- org. N
- de zuurstofbehoefte
  - aanzienlijke verbetering van de biologische waterkwaliteit
- Trofie (voedselrijkdom) vermindert minder, vooral P ??.
- Lage score voor zout/zoet duidt, zoals verwacht op zoet water.

• Eenmalig, intensieve meetperiode 2004
• Bakken weinig verandering, vijvers duidelijke verandering

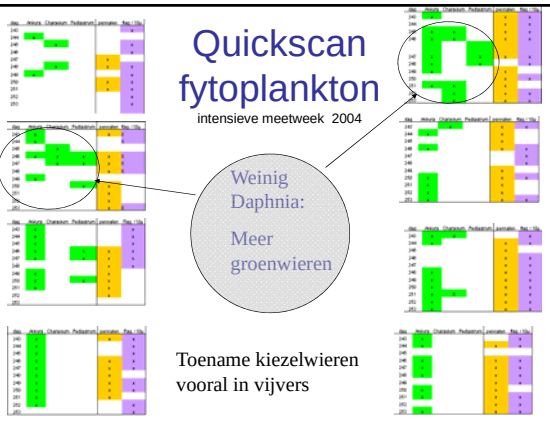
105

Fytoplankton

- Eencellige plantaardige organismen
- Zweven vrij in het water
  - geven beeld van "waterkwaliteit
  - veel verschillende groepen organismen
  - grote variatie in levensvormen:
    - kiezelwieren
    - groenwieren
    - blauwwieren
    - "overige"

Quickscan fytoplankton

intensieve meetweek 2004

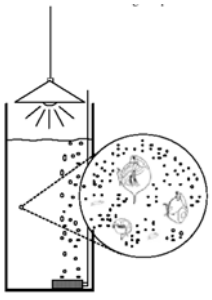


Toename kiezelwieren vooral in vijvers

NB: ook Quickscan phytoplankton uit eerdere jaren!

107

Ecotoxicologische aspecten



Stowa onderzoek, 2003

Rwzi Den Helder

effecten effluent op kanaalwater in mesocosmos bakken

2003 – 2004
Concept-rapport

109

Den Helder: Belangrijkste resultaten

- Toxiciteit effluent beperkt:
  - Net als bij Stowa onderzoek
  - Vooral – incidenteel – op algen
- Invloed troebelheid kanaalwater overtreft effecten effluent:
  - Bevestiging “kwekelbaarsjes“
  - Meng effluent pas op met “troebel” oppervlaktewater als het al “oppervlaktewater” geworden is

110

Inhoud

- Effluenten en oppervlaktewater
- De Waterharmonica
- Van effluent tot bruikbaar oppervlaktewater in een moerassysteem: Everstekoog in een wijder verband
- Kort overzicht Kwekelbaarsjesonderzoek
- Biodiversiteit, toxiciteit
- Kaderrichtlijn, Techniek of/en Natuur?
  - Onderzoek 2005 e.v.

111

Water Frame Work Directive

Zeer strenge nieuwe effluenteisen!!

Oplossing: “dure” zand- en membraanfiltratie ???

Engineering **vs** natuurlijke processen ?????

Of

Engineering **plus** natuurlijke processen ?????

112

rwzi Horstermeer

113

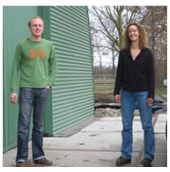
Effluent wordt naar de Vecht verpompt

effluenkelder

noodoverstort effluent – helder !!

114

Horstermeer proefhal
2005 – 2008



115

Pilotonderzoek MTR kwaliteit

Aanvullende verwijdering van nutriënten, zware metalen en andere prioritair (gevaarlijke) stoffen door multimediafiltratie

Horstermeer/Projectbespreking
Viviane Miska
24 februari 2005

Sectie Gezondheidstechniek
Technische Universiteit Delft, Faculteit Civiele Techniek en Geowetenschappen

Uitgangspunten Horstermeer

- Doel: mogelijkheid van P_tot, N_tot, zwevende stof, zware metalen en prioritaire stoffen verwijdering uit RWZI-effluent onderzoeken
- MTR voor P_tot, N_tot, zwevende stof, en zware metalen in 4e nota waterhuishouding en kaderrichtlijn water
- Nastreven MTR is een inspanningsverplichting voor RWZI Horstermeer !?

117

"zelfde opstelling als Beverwijk, Utrecht"

Gezamenlijk onderzoeksproject polishing effluent rwzi Horstermeer
2005 – 2008 ???

- a. Ruw effluent
- b. na zandfiltratie: bevat nog bacteriën
- c. na membraan filtratie: alleen nog kleine deeltjes
- d. na ultrafiltratie: zonder deeltjes
- e. na een biologische actieve koolfiltratie
  - (om diverse redenen voor dit onderzoek niet interessant)

kleine deeltjes, steekwoorden: EPS. poly-sachariden, proteïnen

- maar: Daphnia zijn ook goed in filtratie van kleine deeltjes !
  - combinatie van techniek en natuur
  - *Ecological engineering als aantrekkelijke optie!*

119

In voorbereiding op rwzi Horstermeer:

Hoe kunnen we de "Texel kennis" gebruiken als aanvulling of als alternatief voor vergaande technieken om te voldoen aan de Water Frame Work directive ??

- Partners wanted!

120

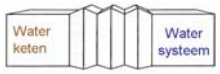
Conclusies

- Nieuw effluent is van nu en niet meer van de toekomst:
  - volgende PAO wordt terugkijken
- Gooi uw effluent niet weg:
  - het was drink- en regenwater
- Beheers de kwaliteit
- Meng effluent pas met oppervlaktewater als het er op lijkt
- Combinatie van techniek en natuur is aantrekkelijk voor Kader Richtlijn Water

121

3.3 TUSSEN WATERKETEN EN WATERSYSTEEM

Ook uit dit onderzoek is gebleken dat een moerassysteem een betere overgang vormt tussen RWZI en watersysteem. Ecologisch gezien is het moerassysteem Land van Cuijk misschien niet een locatie om lyrisch van te worden: er zijn nauwelijks waterplanten (laat staan bijzondere soorten) en de macrofaunasamenstelling indiceert overduidelijk een zeer eutroof systeem. Maar niettemin is het ook zeker geen effluent meer: de aard van het zwevend materiaal is ingrijpend veranderd en er is een natuurlijke zuurstofdynamiek. Het moerassysteem Land van Cuijk past dan ook uitstekend binnen het concept van de Waterharmonica (zie afbeelding 3.1 en lit. 6). Omdat het geen effluent meer is, is het ecologisch beter inpasbaar en komt daarmee beter tegemoet aart de eisen vanuit de Kaderrichtlijn Water.



www.waterharmonica.nl

122