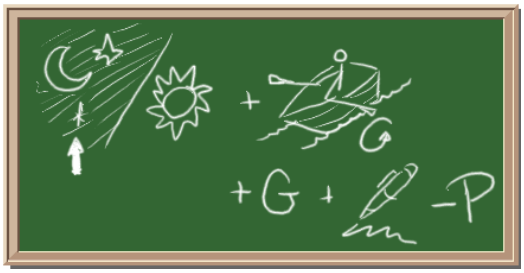



**Stikstof**verwijdering **in natuurlijke systemen en de Waterharmonica**
**Vrijdag 22 april 2005**

Ruud Kampf
Hoogheemraadschap Hollands Noorderkwartier

Stichting Postacademisch Onderwijs



http://www.chem4kids.com/files/elements/007_speak.html

# Inhoud

- Lotgevallen van stikstof
  - Verwijdering of gebruik
- Van effluent tot bruikbaar oppervlaktewater in een moerassysteem: : Everstekoog
- Kort overzicht Kwekelbaarsjesonderzoek
  - Wat is er gedaan?
  - Belangrijkste resultaten
- 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
- De Waterharmonica en/of scheiding aan de bron?



# Stikstof: 7e element in het periodieke systeem

Kleurloos, reukloos gas
smeltpunt -209.86 ºC
kookpunt -195.8 ºC

1772 Daniel Rutherford, England:

Verbrande lucht: *Disseratio inauguralis de aere fixo dicto, aut mephitico*

1790: Jean Antoine Chaptal

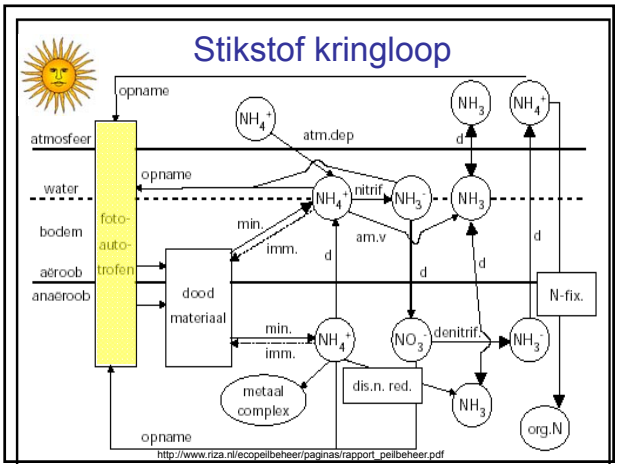
Nitrogen:

*νιτρον (nitron) = salpeter (N uit vogelmest)*

*γεινομαι (geinomai) = salpeter voortbrengen*



# Stikstof kringloop




http://www.riza.nl/ecopeilbeheer/paginas/rapport_peilbeheer.pdf

# N - Facts:

- Stikstof is een onmisbaar bestanddeel van het leven: eiwit, DNA, RNA, chlorofyl
- Stikstof is het meest voorkomende gas op aarde
- Om stikstof te kunnen gebruiken moet het gebonden worden in een bruikbare vorm, $NH_4$, $NO_3$, org.stikstof



http://pages.nyu.edu/%7Epet205/nitrogen.html

# 19e eeuw: het stikstof probleem

- Vroeger: stikstof uit mest, urineren op as, etc.
- Toenemende behoefte aan stikstof:
  - Groeiende wereldbevolking, vraag naar stikstofbemesting
  - Stikstof verbindingen nodig voor explosieven (TNT, dynamiet)
- 19e eeuw: stikstof uit guano, vogelmest uit Chili en Peru
- Oplossing: Haber proces
  - Productie van ammoniak uit methaangas, lucht en water

(Haber: 1868 – 1934)

## 20e – 21e eeuw: N - probleem of kans ?

– Verdubbelen wereld populatie 1960 – 2000
– Productie kunstmest -N bijna vertienvoudigd:
  • 1 naar 90x$10^9$ kg/jaar
– Huidige productie komt overeen met 37 % van de totale N-kringloop op aarde:
  • ca 240x$10^9$kg/jaar.

–Oceanen: 40 – 200
–Depositie: 10 - 100
–Terrestrisch: 90 - 180

Gijzen & Mulder, 2001, http://www.sws.uiuc.edu/nitro/hinfl.asp



## Bemestingsadvies grasland

Meeste gronden: max. 400 kg N/ha.jaar
goed ontwaterd veen en klei-op-veen: max. 250 kg N/ha.j:

• Stikstof leverend vermogen= N-opname uit de lucht
  •100 kg N/ha tot 500 kg N/ha
• Onbemeste situatie (0 kg N/ha.) toch stikstof opname.
  •mineralisatie van organisch gebonden stikstof (o.a. mest- en gewasresten)
  •depositie van stikstof uit de atmosfeer
  •binding van stikstof uit de lucht door bacteriën
  •"stikstofleverend vermogen van veengronden": mineralisatie veen
• Stikstof terugwinning = afvoer met plantmateriaal
• Stikstofopname neemt rechtlijnig toe met de stikstofgift
  • 60 – 80 % van de stikstofgift
• Stikstofverliezen door denitrificatie: vooral bij rijstbouw

http://www.agriton.nl/badvies.html#H



## N in de bodem

| Natuurlijk in bodem | | Stikstofgift | |
|---|---|---|---|
| **Advies:** | Stikstof N in kg. per ha. | | Stikstof N in kg. per ha. |
| stiks | | Kunstmeststikstof | 300 - 400 |
| klave | | | |
| Stiks | | | |
| bode | | | |
| rege | | | |
| **Totaal** | **540 - 1180** | **Totaal** | **300 - 400** |

**1. Gratis stikstof benutten**
**2. Stikstof niet laten vervluchtigen**
  • **Ammoniak ontwijking**
  • **Denitrificatie**
**3. Bodembevruchtbaarheid bevorderen**

## Inhoud

- Lotgevallen van stikstof
  – Verwijdering of gebruik
- Van effluent tot bruikbaar oppervlaktewater in een moerassysteem: Everstekoog
- Kort overzicht Kwekelbaarsjesonderzoek
  – Wat is er gedaan?
  – Belangrijkste resultaten
- 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
- De Waterharmonica en/of scheiding aan de bron?

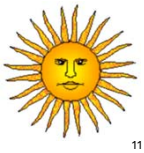


## Moerassysteem

● Aangelegd, geoptimaliseerd watersysteem

– helofyten: riet, lisdodde
– (ondergedoken) waterplanten
– oeverplanten
– waterbodem
– algen, watervlooien, enz.

⇨ werkt op zonne-energie



## Rwzi en moerassysteem Everstekoog

rwzi

voorbezinkvijver

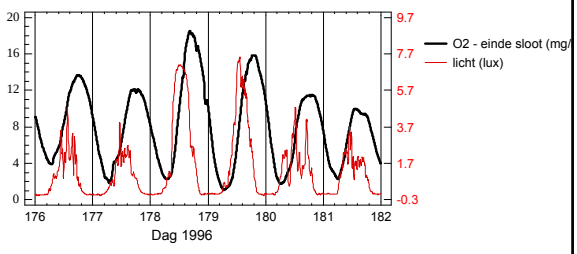
9 parallelle sloten met riet en lisdodode

afvoersloot

Onderzoeks project 1995 - 1999

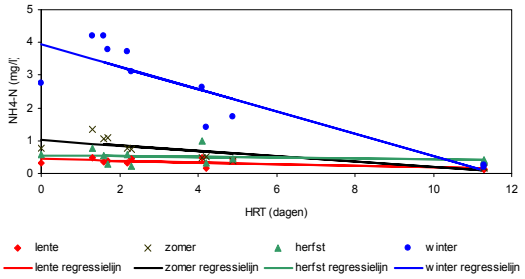
Everstekoog
Texel

## De zon en zuurstofritmiek



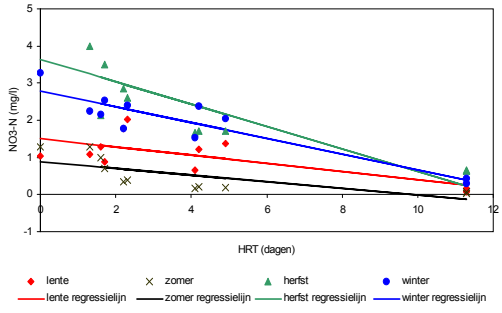



## $NH_4$



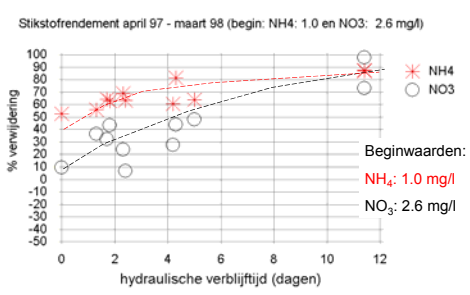



## $NO_3$





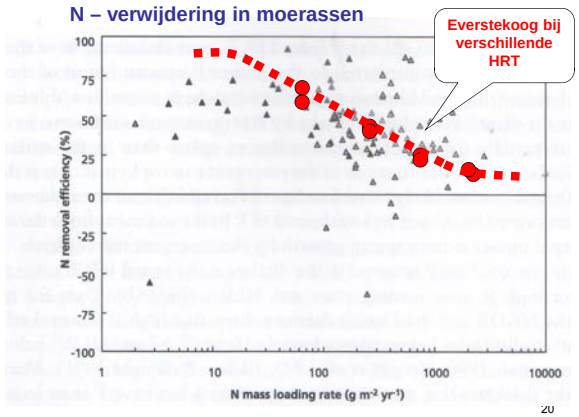

## N-verwijdering april 97 tot maart 1998



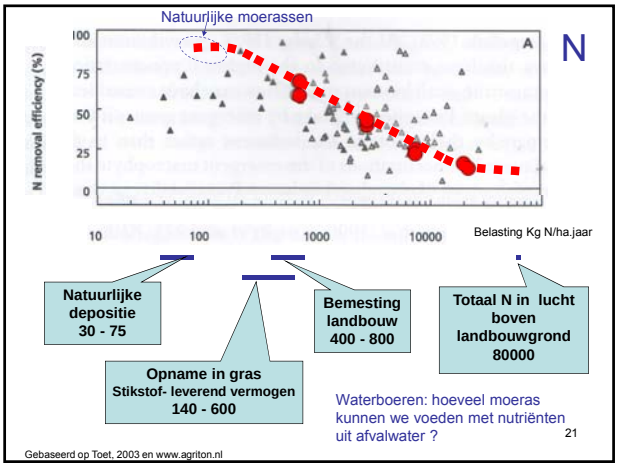
# N - verwijdering

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

19
Everstekoog, Texel

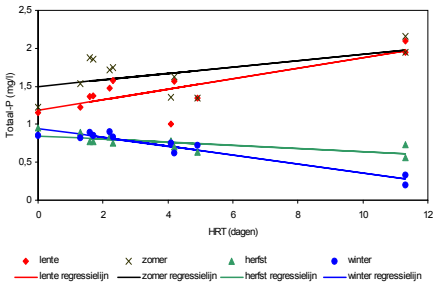



20
Gebaseerd op Toet, 2003

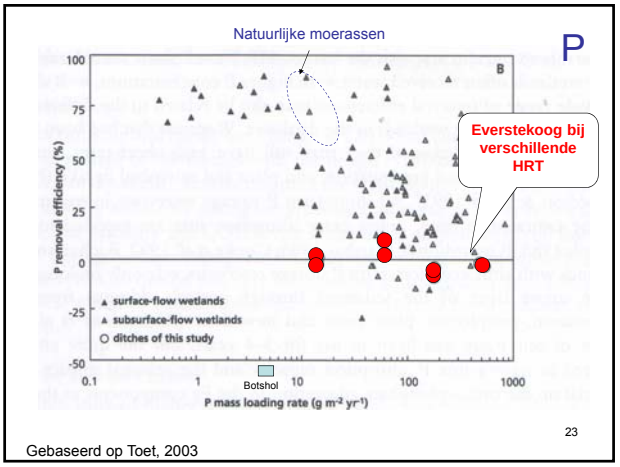



21
Gebaseerd op Toet, 2003 en www.agriton.nl

# P - totaal




Everstekoog, Texel
22




23
Gebaseerd op Toet, 2003

# P - verwijdering

- Vooral opslag in de bodem
- Oogst slechts 0,5% van de aanvoer

➔ P-verwijdering: kan beter in de rwzi !!

24
Everstekoog, Texel

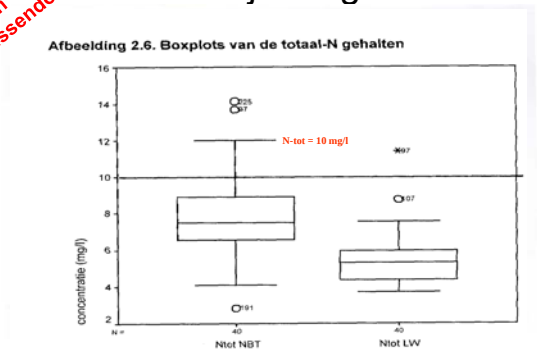
## Nutriënten

- bij korte HRT weinig, maar bij lange HRT beter:
  - nitrificatie/denitrificatie
    - afvoer door maaien
    - effect bodem
  - ➔rapportage:
    - http://www.waterharmonica.nl/publikaties/index.htm
  - ➔proefschrift Sylvia Toet

25
Everstekoog, Texel

## Land van Cuijk - N verwijdering

Even tussendoor




## N en P – vervuiling of voedingstof ?

- Eis N-totaal = 10 mg N/l

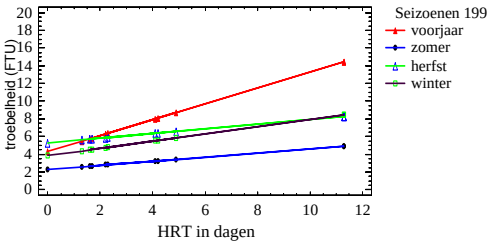
| N-tot | N-org | NH4 | NO3 | O2-vraag |
|---|---|---|---|---|
| mg N/l | mg N/l | mg N/l | mg N/l | mg O2/l |
| 10 | 1 | 1 | 8 | 9 |
| 10 | 1 | 4.5 | 4.5 | 25 |
| 10 | 1 | 8 | 1 | 41 |

- Vrij $NH_3$ is erg toxisch voor vis

$NH_4 + < > NH_3 + H+$

27

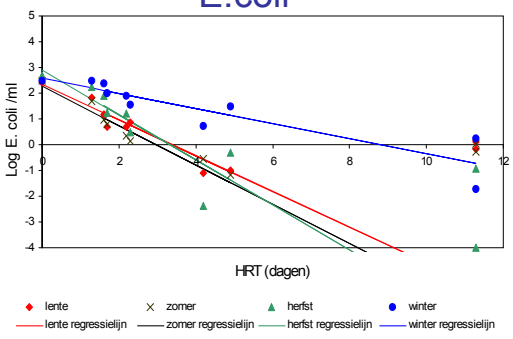
## Troebelheid




Meer maar ander zwevend stof

28
Everstekoog, Texel

## E.coli




29
Everstekoog, Texel

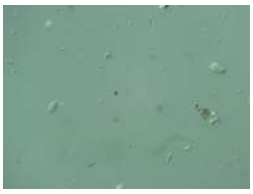
## Resultaten 4-jaar onderzoek

- 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)

30
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.

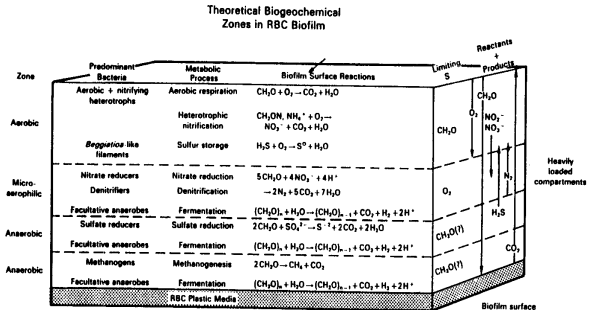
➔ combinatie van (bio)procestechnologie, landbouw, biologie, etc.

[EcoEng-online] International Ecological Engineering Society

➔ ecological engineering: www.IEES.CH

32

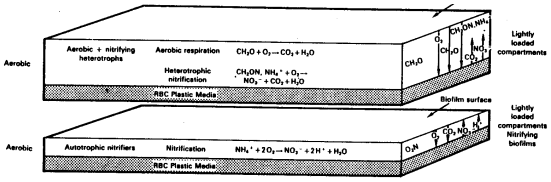
## Hoogbelaste biofilm – C en N




Kinner, 1983 – uit Arvin, Harremoes, 1989

33

## Laag belaste biofilm

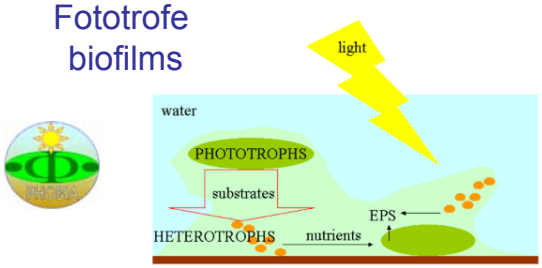



• dunne, actieve biofilms

Kinner, 1983 – uit Arvin, Harremoes, 1989

34

## Fototrofe biofilms

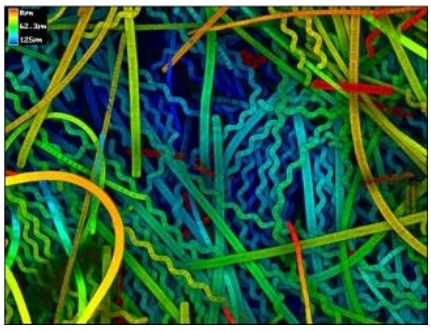



•licht als energiebron (ingevangen protonen)
•reductie van CO2 – heterotrofe biofilms
•fototrofe en heterotrofe microben:
  •extracellulaire matrix van polymere verbindingen (EPS)
•(s)lijmerige matrix voor aanhechting / invanging

35

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

## Bekend, maar onbemind!



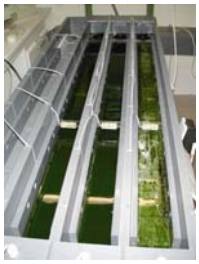
CLSM image of a biofilm dominated by cyanobacteria

36

# Bekend, maar onbemind!

37

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

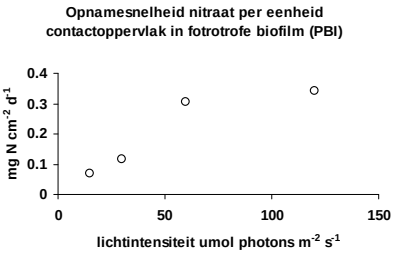


- Horizontal doorstroomde incubator
- 4 kanalen:
  - lichtensiteiten 15, 30, 60 en 120 umol photons m-2 s-1.
- Groei fototrofe biofilm
  - 2 mm dikke waterfilm

38

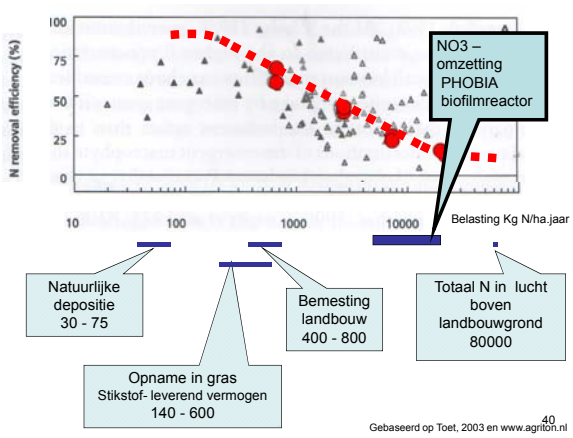
# PHOBIA: fototrofe biofilms

= 14600
Kg N/ha.jaar




Bron: Jan Rijstenbil, NIOO, Yerseke

39




Gebaseerd op Toet, 2003 en www.agriton.nl

40

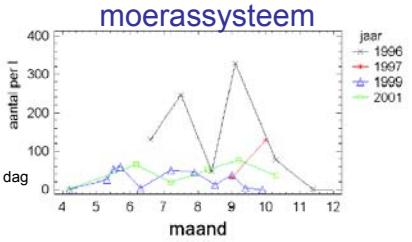
# Inhoud

- Lotgevallen van stikstof
  - Verwijdering of gebruik
- Van effluent tot bruikbaar oppervlaktewater in een moerassysteem: Everstekoog
- Kort overzicht Kwekelbaarsjesonderzoek
  - Wat is er gedaan?
  - Belangrijkste resultaten
- 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
- De Waterharmonica en/of scheiding aan de bron?

41

Everstekoog
Texel

## Voorbezinkvijver Everstekoog moerassysteem




HRT ca 1.3 dag

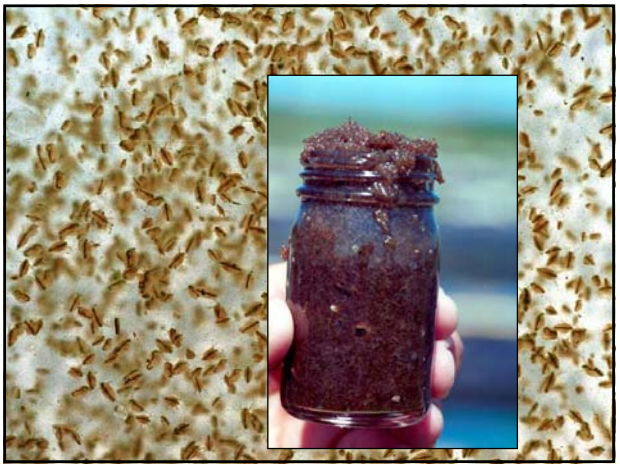
- Vraag: hoe komt het dat er watervlooien zijn zonder algen als voedsel?
- Veronderstelling: Watervlooien gebruiken actief slibdeeltjes als voedselbron

43

## Het Kwekelbaarsjes project

"verkennend/vernieuwend onderzoek"

44



Stekelbaarsjes

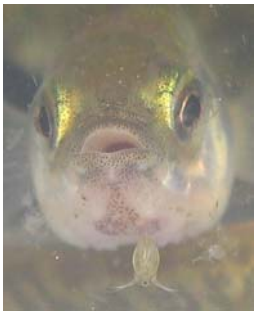
## Vis in Everstekoog moerassysteem

- **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

47

## Voedselketens!



49

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

## Lepelaars

## Lepelaars in Europa

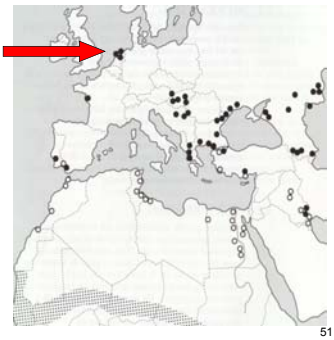
### Nederland

Een van de zeldzaamste vogels in Europa

95 % West-Europese populatie

Annex I European Bird directive

Symbool van goed waterbeheer



51

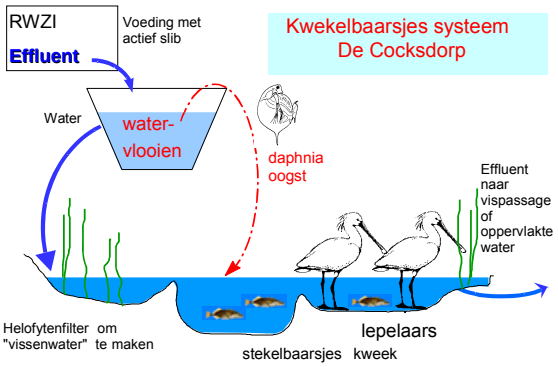
## Het kwekelbaarsjesproject

opkweken van watervlooien op effluent

om stekelbaarsjes op te laten groeien

als voedsel voor lepelaars

52




## 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

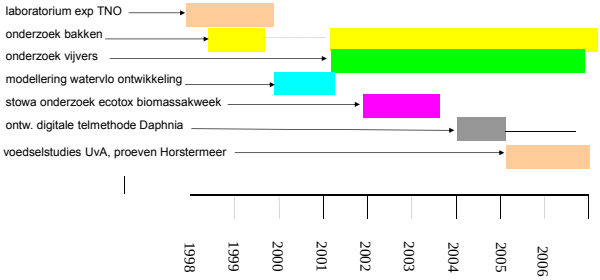
(1000 Daphnia/l filtrates water 4 times per hour)

- 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.




56

# Veldonderzoek Texel

57

# 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

59

# 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

60

Resultaten:
Nu alleen “enkele” high-lights !

61

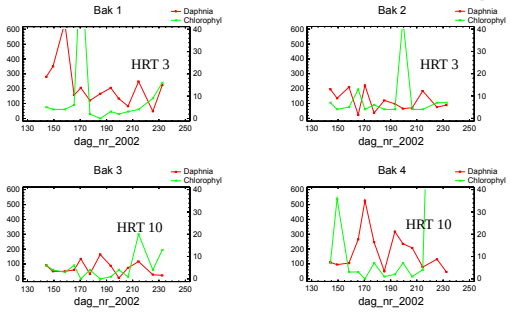
2002:

bakken HRT 3 en 10 dagen

vijvers HRT 3 en 4.5 dag
invloed waterplanten

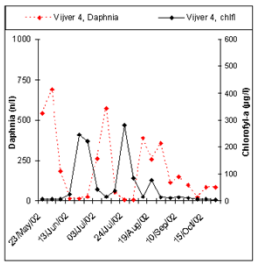
62

## 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.

64

## 2004:
## nieuw proefveld Everstekoog

Bakken - Mesocosms

Vijvers

65

66

69

## Vanaf 2003: in serie lange termijn proeven

- verblijftijd in elke bak en vijver 1 dag
- totaal dus 4 dagen per streng

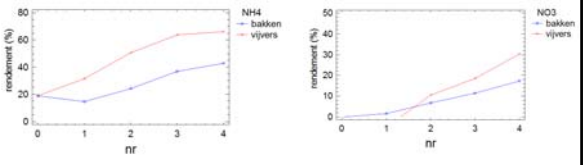
•Bakken zonder waterplanten

•Vijver 1 zonder waterplanten, overige met

Onderhoud: kroos en overvloedige waterplanten worden verwijderd

70

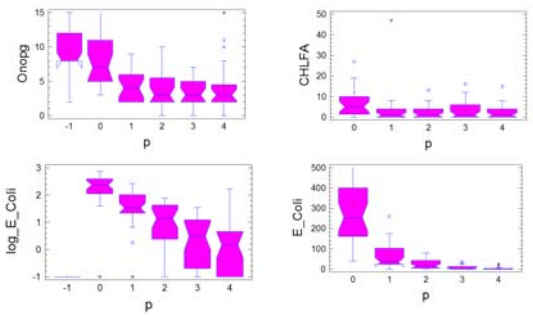
## 2003- 2004: NH4 en NO3: verschil bakken en vijvers




- 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 %

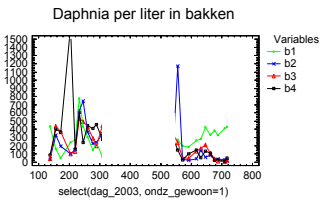
71

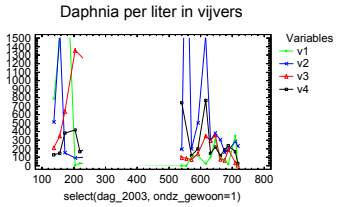
## Bakken 2003 - 2004




Sterke verbetering, goede e.coli verwijdering!

72

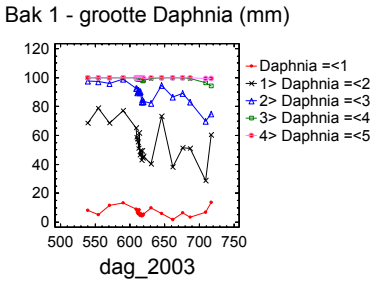



73

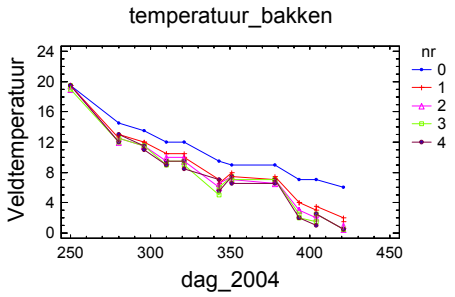
# Daphnia grootteverdeling

voorbeeld

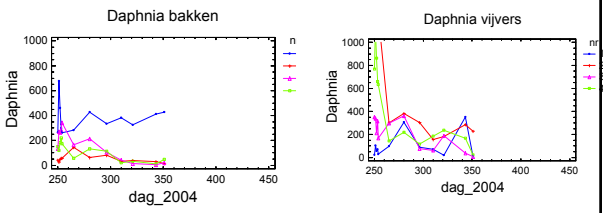



74

# winter 2004 - 2005

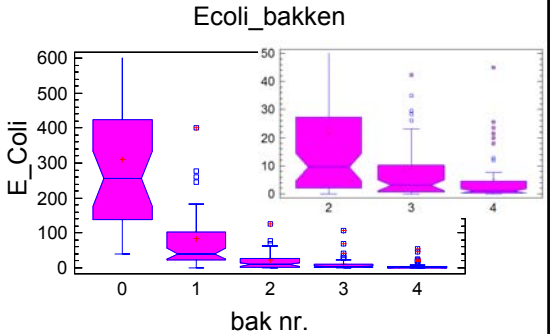



# winter 2004 - 2005




76

# winter 2004 - 2005




# Ecotoxicologische aspecten

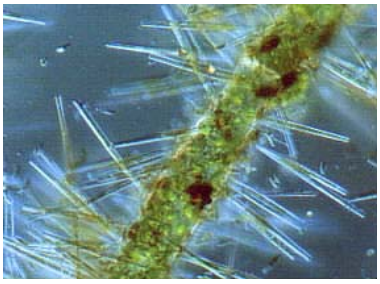
Stowa onderzoek, 2003

79

## 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

81

## Wat zijn kiezelwieren

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

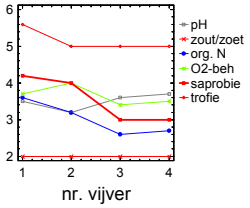
82

## Waarom kiezelwieren ?

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

83

## 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

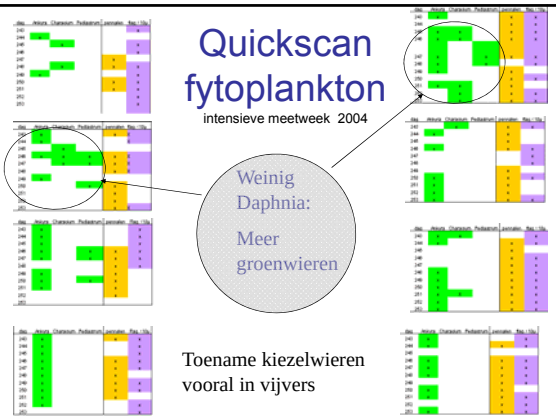
84

## 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



Weinig Daphnia:

Meer groenwieren

Toename kiezelwieren vooral in vijvers

NB: ook Quickscan phytoplankton uit eerdere jaren!

86

## 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……

87

## 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

TU Delft

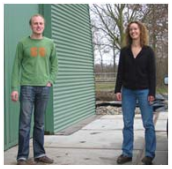
Technische Universiteit Delft

## 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 !?

89

## Horstermeer proefhal 2005 – 2008



TU Delft

dwr

Witteveen Bos

90

## 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!*

91

## 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!

92

“zelfde opstelling als Beverwijk, Utrecht”

rwzi Horstermeer

94

## Effluent wordt naar de Vecht verpompt

effluenkelder

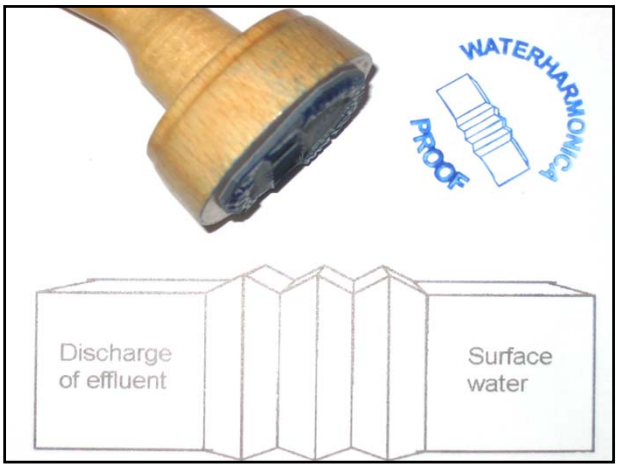
noodoverstort effluent – helder !!

95

## Inhoud

- Lotgevallen van stikstof
  - Verwijdering of gebruik
- Van effluent tot bruikbaar oppervlaktewater in een moerassysteem
- Kort overzicht Kwekelbaarsjesonderzoek
  - Wat is er gedaan?
  - Belangrijkste resultaten
- 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
- De Waterharmonica en/of scheiding aan de bron?

96




## Het Waterharmonica project: geschiedenis en principe

**STOWA workshop**
**23 november 2004 Hapert**
**25 november 2004 Almelo**

98

## De Waterharmonica:

***van effluent tot bruikbaar oppervlaktewater***

**de natuurlijke schakel tussen Waterketen en Watersysteem**

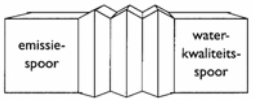
**Theo Claassen**
**Wetterskip Fryslân**

WETTERSKIP FRYSLÂN

**Ruud Kampf**
**Hoogheemraadschap Hollands Noorderkwartier**

99

25 jaar toegepast onderzoek waterbeheer
*jubileumsymposium STOWA 13 september 1996*




100

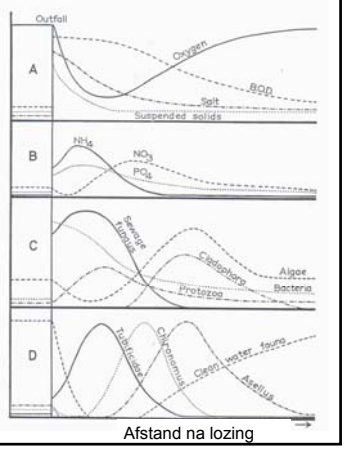
Schema effect organisch effluent op een rivier

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<br>zuurstofbindende stoffen | aquatische ecosystemen |
| best bestaande technieken<br>best uitvoerbare technieken | watersystemen |
| actieprogramma's en regelgeving (AMvB's | algemene maatregelen<br>gebiedsgerichte maatregelen |
| vergunningverlening<br>handhaving | integrale benadering<br>maatregelenpakket<br>belangen<br>partijen |

# Effluenten Rwzi´s

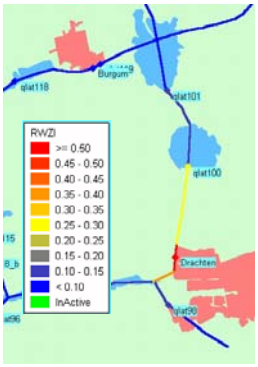
- Grote ontwikkelingen C, N, P
- Regionale rwzi´s - invloed bij lozingspunt
  - Slibdeeltjes, vlokken
  - Veel bacteriën
  - Geur, schuim
  - Laag $O_2$

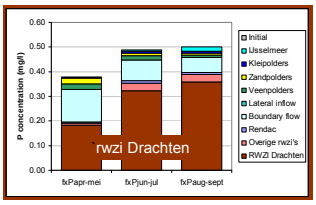
Foto: Annie Kreike, HHNK

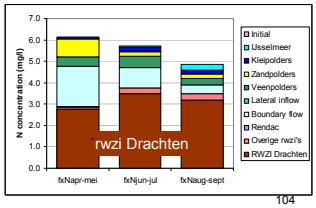
⇨"Dood water", niet tevreden met kwaliteit
Lijkt (nog) niet op oppervlaktewater



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






# 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…..

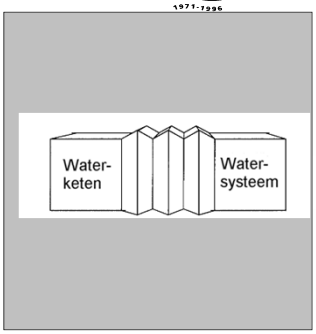


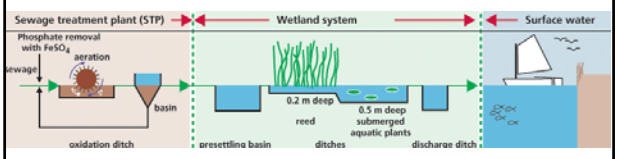
# Emissie .....Waterkwaliteit "Schakelsysteem"

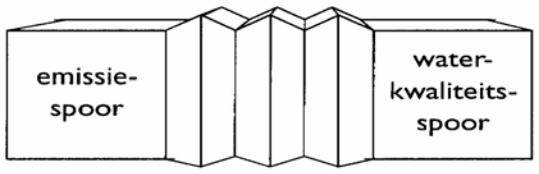
stowa 1971-1996

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

➔**Moerassysteem**




De Waterharmonica



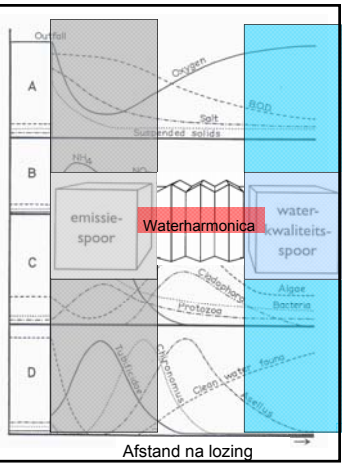
Schema effect organisch effluent op een rivier

A: fysisch-biochemisch

B: chemisch

C: micro-organismen

D: "grotere" dieren



## Wet van de verminderde meeropbrengst

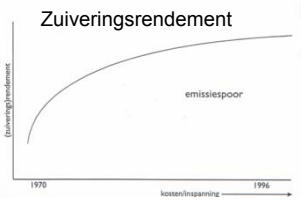
Toename van:

- inspanningen
- kosten

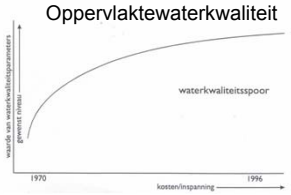
Afname van:

- effecten

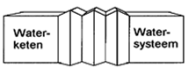
Zuiveringsrendement




Oppervlaktewaterkwaliteit



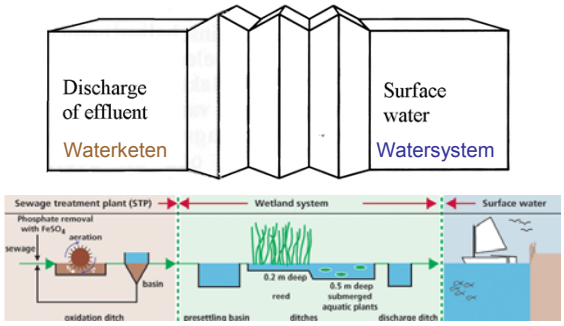

## Stand van zaken




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

110




www.waterharmonica.nl

111

Stowa workshop Waterharmonica, Almelo, 25 november 2004

112

## Het Waterharmonica project

- Lopend STOWA project 2003-2004:
  - onderzoek en toepassing
- project site www.waterharmonica.nl voor rapporten , papers, conferences, etc

stowa WETTERSKIP FRYSLÂN Hollands Noorderkwartier ROYAL HASKONING

113

## 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
- Afstudeeropdracht Chanzi Hamidar uit Tanzania

114

## Bestaand

- Elburg
- Everstekoog
  - proefveld Everstekoog
- Land van Cuijk
- Sint Maartensdijk
- Waterpark Groote Beerze
- Klaterwater Efteling

NB: Elburg niet weer in gebruik
vanwege grote natuurwaarden oud rietveld !!!!

115
Royal Haskoning

## Nieuwe initiatieven

- Uitbreiding Everstekoog
- (+ De Cocksdorp?)
- Wervershoof
- Geestmerambacht (13 ha!)
- Grou
- Ameland
- Ootmarsum
- Gieten
- Apeldoorn
- Arnhem
- Kerkwerve

?

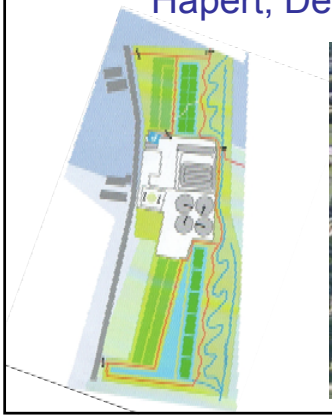
- Onderzoek Horstermeer

116
Royal Haskoning

## Rwzi en moerassysteem Everstekoog

117

## Hapert, De Dommel

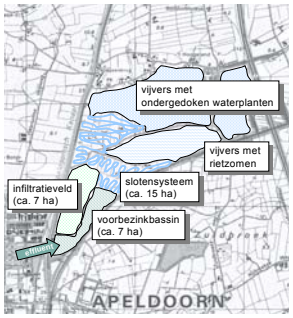


Groote
Beerze

Hapert

## Sint Maartensdijk - Tholen

## 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

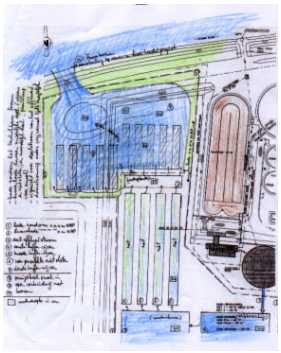
In voorbereiding

123

## 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 !



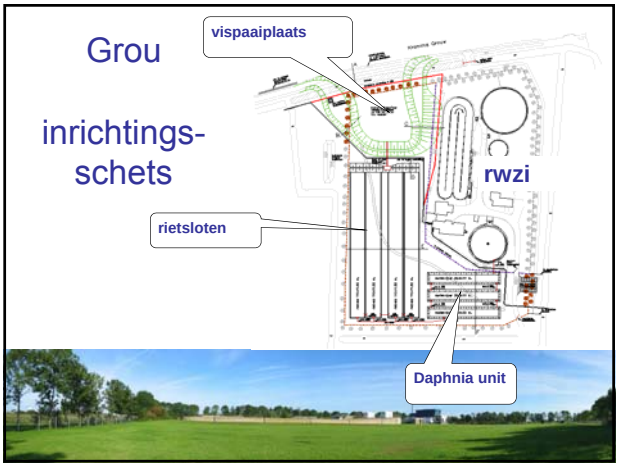
Schetsontwerp

Start project voorjaar 2004
Uitwerking plannen overig 2004
Keuze inrichting begin 2005
Realisatie 2005
Monitoring vanaf 2006

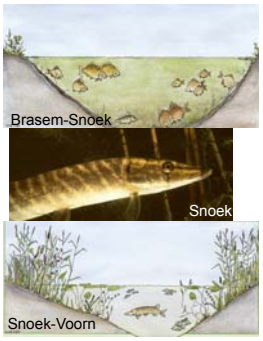
125

## Grou

## inrichtings-schets



## Combinatie met paaiplaats snoek



## Empuriabrava, Costa Brava

From Lluis Sala, Concorsi de la Costa Brava

28

## WATERHARMONICA - PROJECTEN (2)

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 | -- |

## Evaluatie

Samenwerking
Stroomlijnen
Werkgroepen
Coordinatie
Leren

Stowa.....

- de eerste lessen zijn geleerd
- resultaten rechtvaardigen verdere impl
- nog een lange weg te gaan
- verder onderzoek en ontwikkeling ...et 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

130

Royal Haskoning

## Inhoud

- Lotgevallen van stikstof
  - Verwijdering of gebruik
- Van effluent tot bruikbaar oppervlaktewater in een moerassysteem
- Kort overzicht Kwekelbaarsjesonderzoek
  - Wat is er gedaan?
  - Belangrijkste resultaten
- 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
- De Waterharmonica en/of scheiding aan de bron?

131

## Sewage treatment

Waste water from households → Combined collection •sewage systems •sewage treatment → Discharge of treated waste water into receiving water bodies

Disadvantages

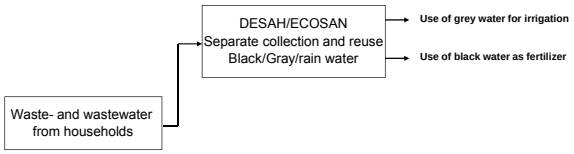
-Expensive
-Extended
-Long lasting?

Advantages

-Relatively cheap
-Large scale experiences
-Proven
-Useable for rain water discharge in urban areas

132

## Source separation?



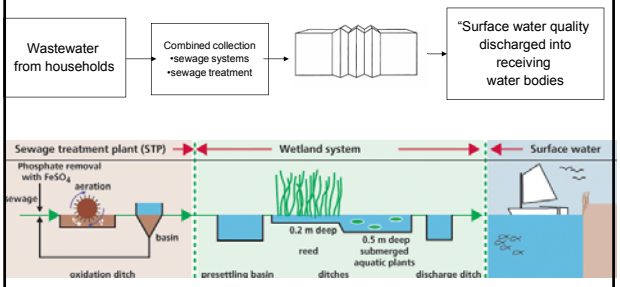

Based on Mels, 2004

133

## Separate drainage is not new

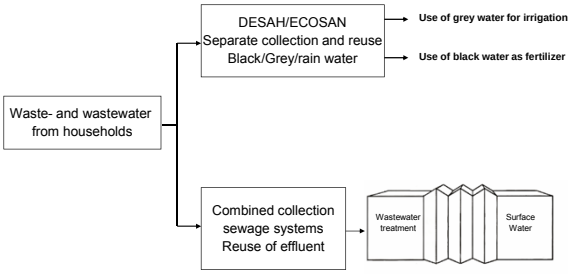
The Boldoot car: Honey buckets in Amsterdam

## Waterharmonica




135

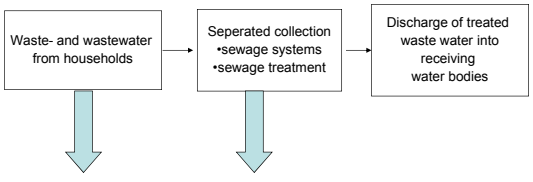
## Waterharmonica as alternative for source separation




Based on Mels, 2004

136

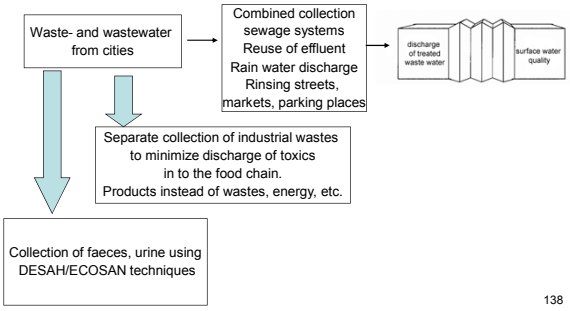
## Rain water policy in the Netherlands



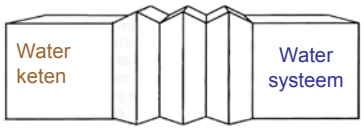

NO Rain Water In Sewers
Less sewage,
Lesser rain water outlets
-ETC
-ETC

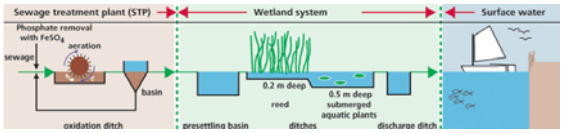
137

## Waterharmonica as extension to NO Rain In Sewers




138




www.waterharmonica.nl

139