

IJzersuppletie in Laagveenplassen

Van veelbelovend naar effectief
Zo lang het duurt.....



wateronet

Radboud Universiteit Nijmegen



Agentschap NL
Ministerie van Infrastructuur en Milieu



HET WATERLABORATORIUM

G.O.W. CULTUURTECHNIEK

watemozaïek

1: Ontwikkeling van het idee

- IJzer in de bodem bindt fosfaat
- Zonder ijzer komt fosfaat vrij
- Fosfaat geeft algenbloei

wateronet

1: Ontwikkeling van het idee

- IJzer hoort van nature in de bodem
- Komt daar via kwelwater in terecht
- Helaas door verdroging ook minder kwel/ijzer
- Maar wel meer fosfaataanvoer
- Toevoegen van ijzer is een mitigerende maatregel

waternet

RAPPORT 1948

DE WATERVOORZIENING VAN AMSTERDAM

- De bodem bestaat uit hard veen en enig slib
- Beide met een hoog ijzergehalte
- IJzerhydroxide bindt fosfaat
- De hoeveelheid ijzer raakt uitgeput

AAN
HEREN BURGEMEESTER EN WETHOUDERS
VAN AMSTERDAM

Het rapport 1948

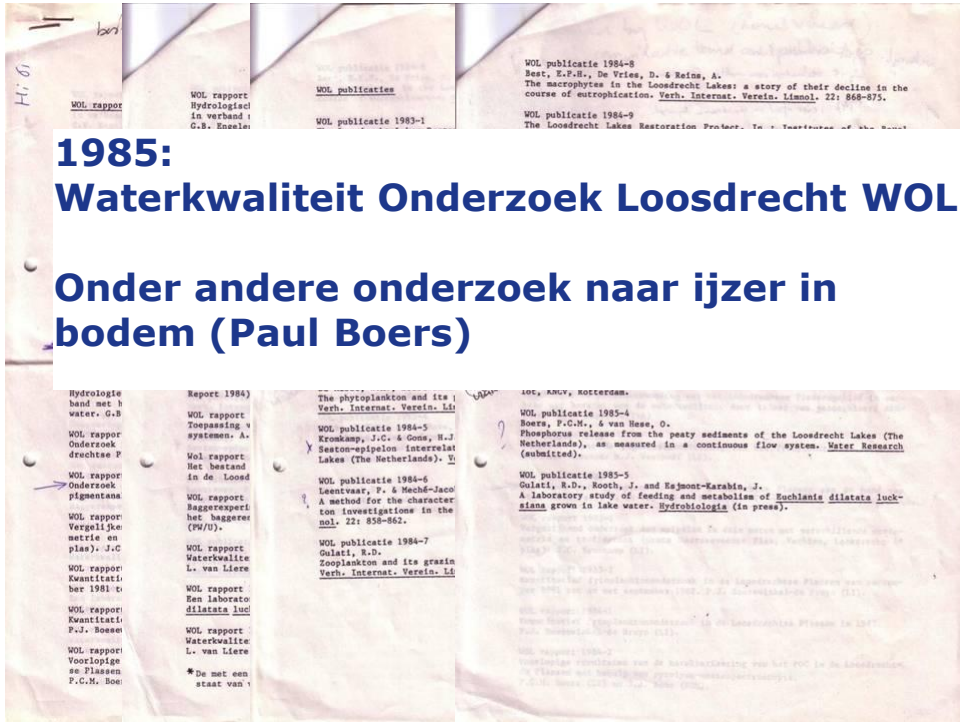
Verder bestaat het voor ongeveer 3/5 uit organisch en voor 2/5 uit anorganisch materiaal. Bij winderig weer woelt de golflaag deze meermolm op en hij bezinkt dan in rustige hoeken. Door het overheersen van de westelijke winden is de laag meermolm vooral in het luwe westelijke deel van elk der plassen zeer dik, terwijl de meermolm in het oostelijke deel meestal geheel ontbreekt. zijn in staat fosfaat te bindende ijzerhydroxyde.

de Loosdrechtsche plassen helder en ziet men van

de onderzoeksmethode waren overtuigd te bevatten, hoewel de resultaten van fosfaat veranderingen, dat alle toegevoerde de veenbodem en vooral de bodem bevat.

en steeds meer wordt toegevoerd, is in een niet ver verwijderde toekomst een verschuiving van het evenwicht te verwachten, waarbij het water wel fosfaat zal bevatten en planktongroei mogelijk wordt. Deze toestand heeft zich in 1947 — toen veel Vechtwater werd ingelaten — tijdelijk reeds voorgedaan.

waternet



1985: Waterkwaliteit Onderzoek Loosdrecht WOL

Onder andere onderzoek naar ijzer in bodem (Paul Boers)

Groot vogelenzang Paul Boers 1989

- IJzerchloride in bodem gebracht
- Geen blijvend resultaat
- Hoge externe belasting
 - Verblijftijd 35 dagen!!!!
- De methode werkt!!!!

Table 3. Phosphorus exchange characteristics at five sampling stations before and after treatment.

Station	P-release rate (mg P m ⁻² d ⁻¹)			biol. available (% of total P)	
	10-89	12-89	6-90	10-89	3-90
A	0.9	0.9	0.1	37.4	25.7
B	11.3	2.1	0.2	31.0	24.4
C	1.5	1.0	0.8	33.5	16.8
D	0.9	0.9	0.4	33.3	21.3
E	4.7	1.3	0.1	30.9	22.0
Average	3.8	1.2	0.3	33.6	23.4*
Reeuwijk**	ND			14	

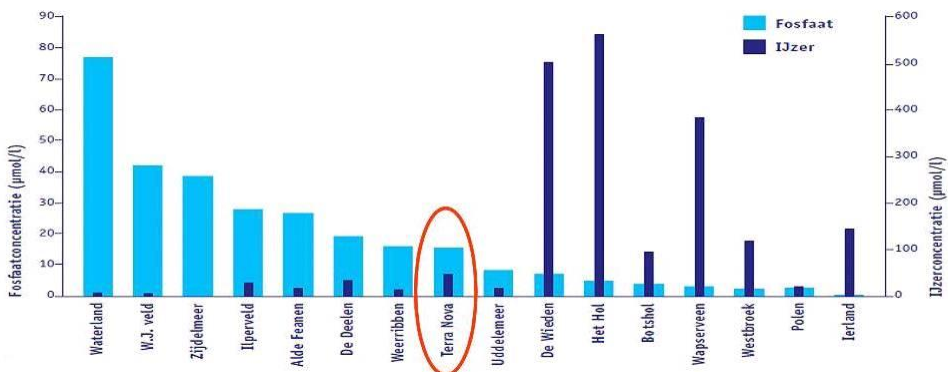
* Data from station C after treatment was not included.

** Source: Klapwijk & Bruning 1986.

VAN HELDER NAAR TROEBEL... EN WEER TERUG

2008
04

Verhouding ijzer/fosfaat in bodemvocht Beneden de 1 gaat het mis.



IJzer in de bodem aanvullen kan dus werken

Randvoorwaarden:

- Externe P-belasting voldoende laag
- Interne P-belasting voldoende hoog
- Te weinig ijzer oorzaak interne P-belasting
- P-belasting onder de kritische grens te dringen (PCLake)
- **SYSTEEMANALYSE!!**

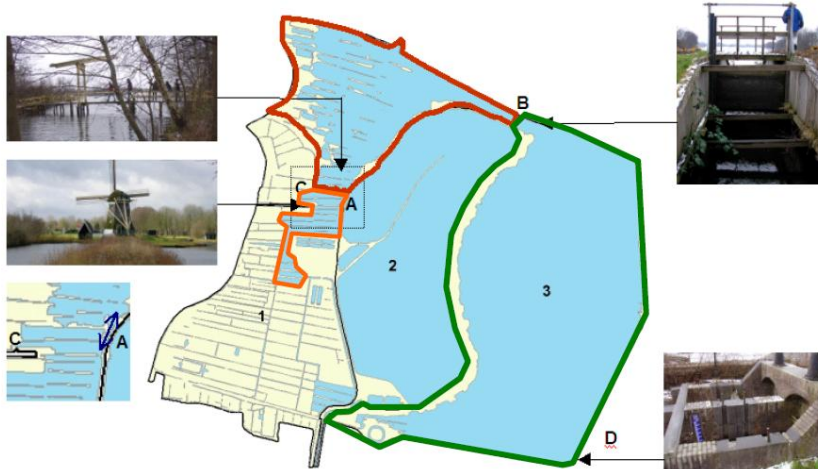
waternet

2: De situatie in Terra Nova

waternet

Water- en fosfaatbalans

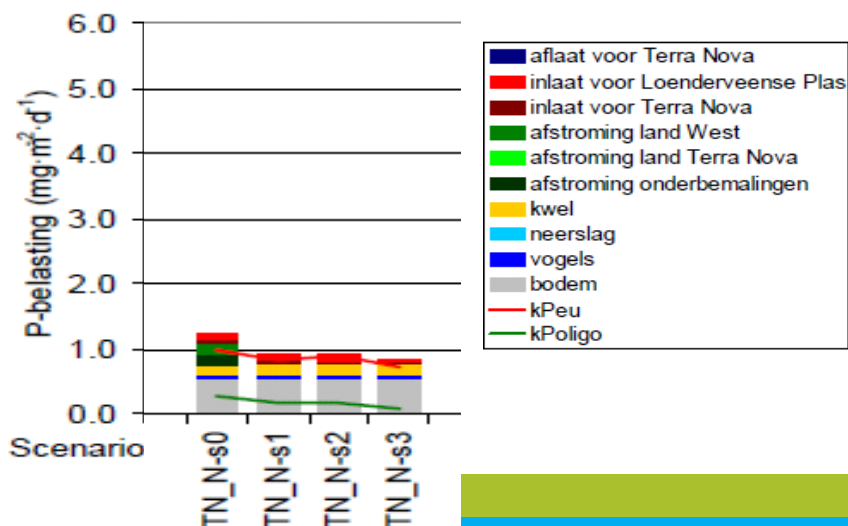
afbeelding 3.2. Ligging Terra Nova Noord (deelgebied 1, rode deel) en Zuid (deelgebied 1, oranje deel), Waterleidingplas (deelgebied 2) en Loenderveense Plas (deelgebied 3)



Nalevering bodem bepaald

waternet

P-belasting in Terra Nova



waternet

Hoeveel voegen we toe?

- Voorraad voor 10 jaar of meer
- 100 gram ijzer / m² (voorlopig)
- 85 ha:
 - 85.000 kg ijzer
 - 435.000 liter ijzerchloride
 - 610.000 kilogram
- Dat moet allemaal vervoerd en in de plas!
 - 5.000 liter per week

- **De risico's zitten in de omvang!**
- **Gaat dat wel goed?**

et

Pilot overbelasting

- 0.5 ha overbelasten: 10 x zo snel als gepland, 85 g/m²
- Vergelijken met referentie
- Wat gaat er dan fout?
- Dosering aanpassen



Pilot overbelasting

Resultaten:

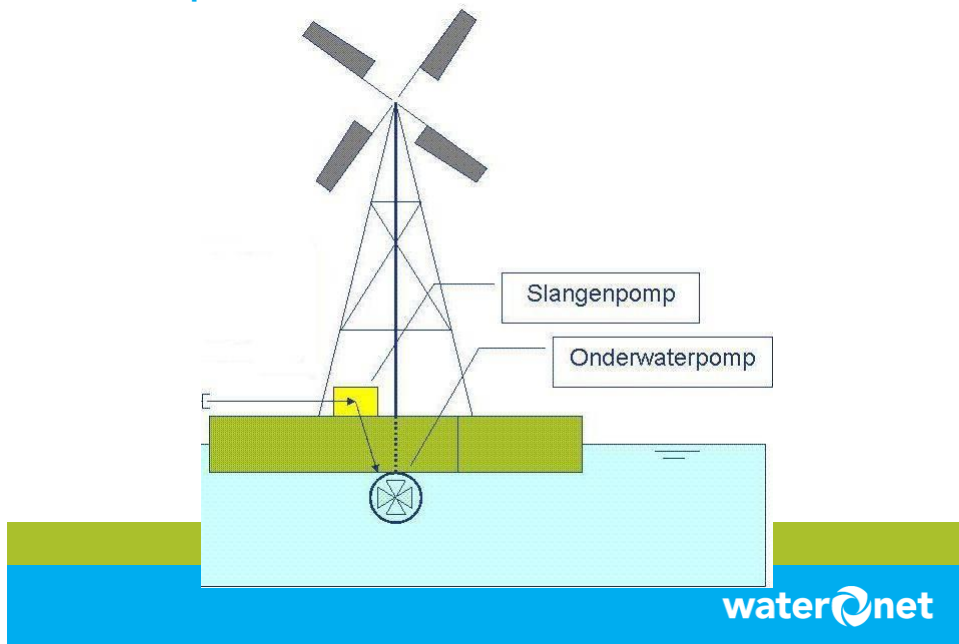
- sterk verhoogde ijzer:fosfaat ratio in bodemvocht (-10 cm)
- tenminste 3 groeiseizoenen helder water zonder fosfaatpieken
- IJzer verspreid zich goed over het hele proefvak
- Niet meer dan 3.6 g Fe/m²/week doseren, anders pH-daling
- Vrijkomen van NH₄ uit bodem
- Witte troebeling door zwevend ijzerhydroxide

Voor 't eggie

- Hoe pakken we het aan?
- 610 ton IJzerchloride-oplossing
- In 1.5 jaar in plas gieten
- Verspreiding door natuurlijke processen
- Duurzaam: met windmolen
- Met bestaande technieken

waternet

IJzersuppletie Terra Nova



IJzersuppletie Terra Nova

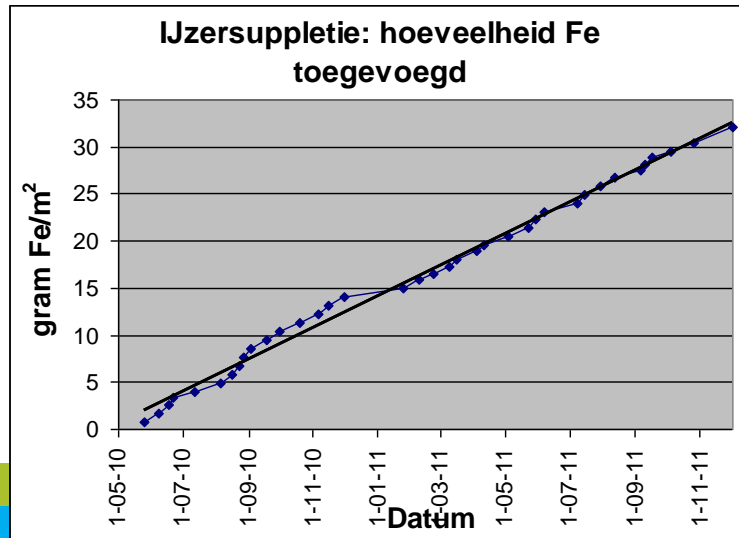


IJzersuppletie Terra Nova





Toegevoegde hoeveelheden

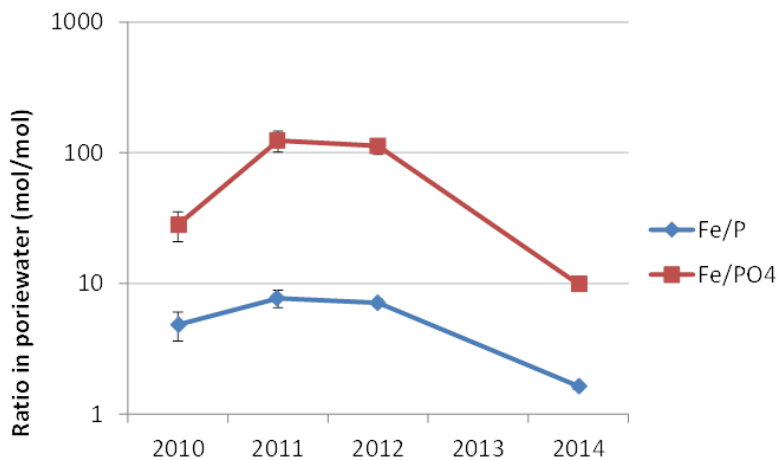


waternet

4: resultaten in grote lijnen

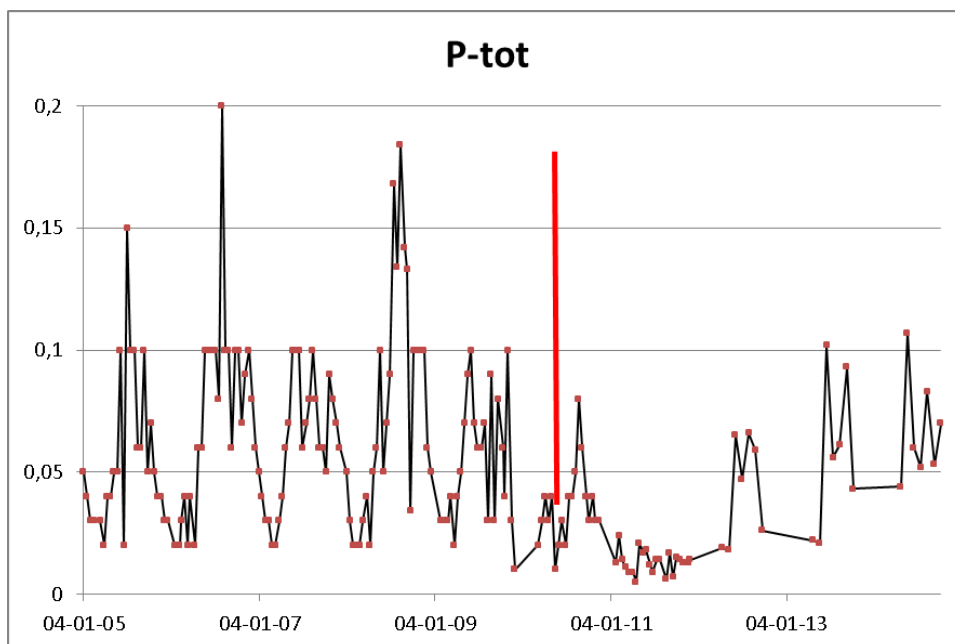
waternet

IJzer/fosfaat ratio (rood)

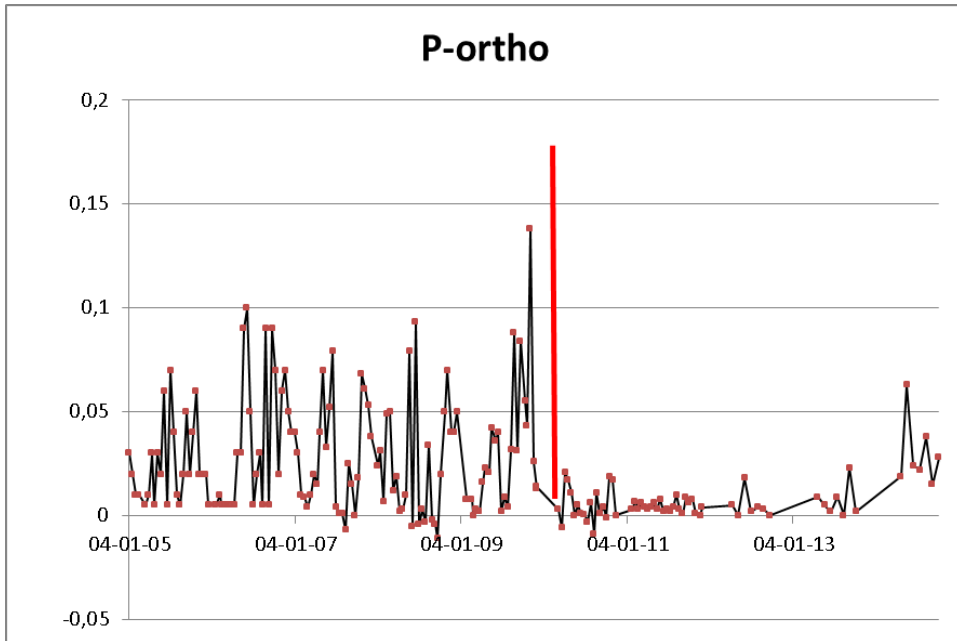


waternet

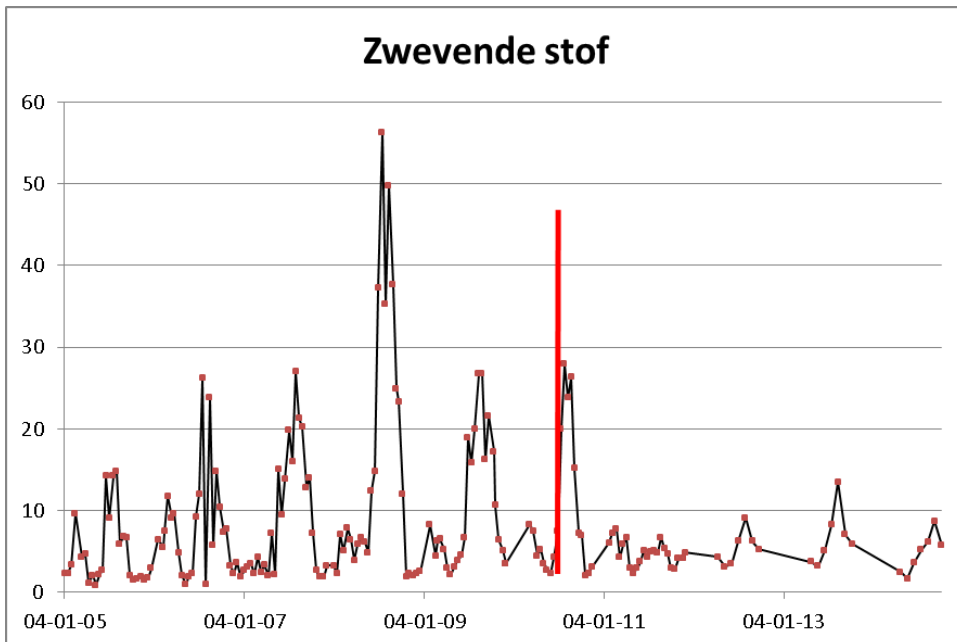
P-totaal daalt



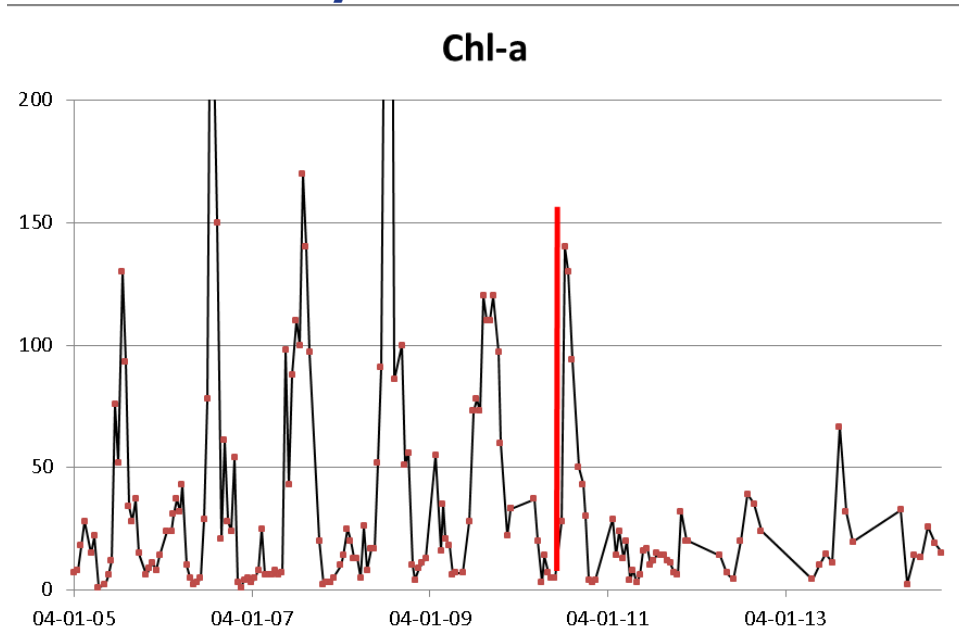
Ortho-fosfaat daalt



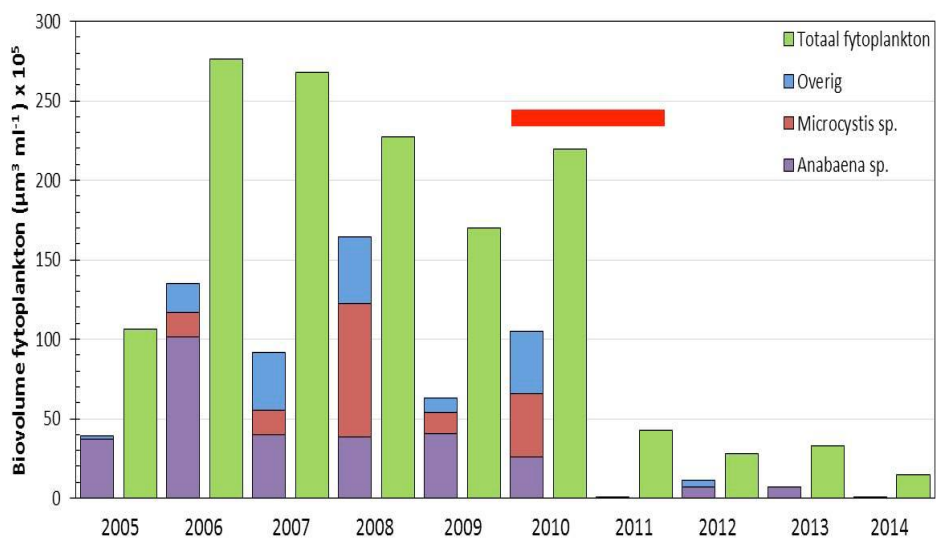
Zwevende stof daalt



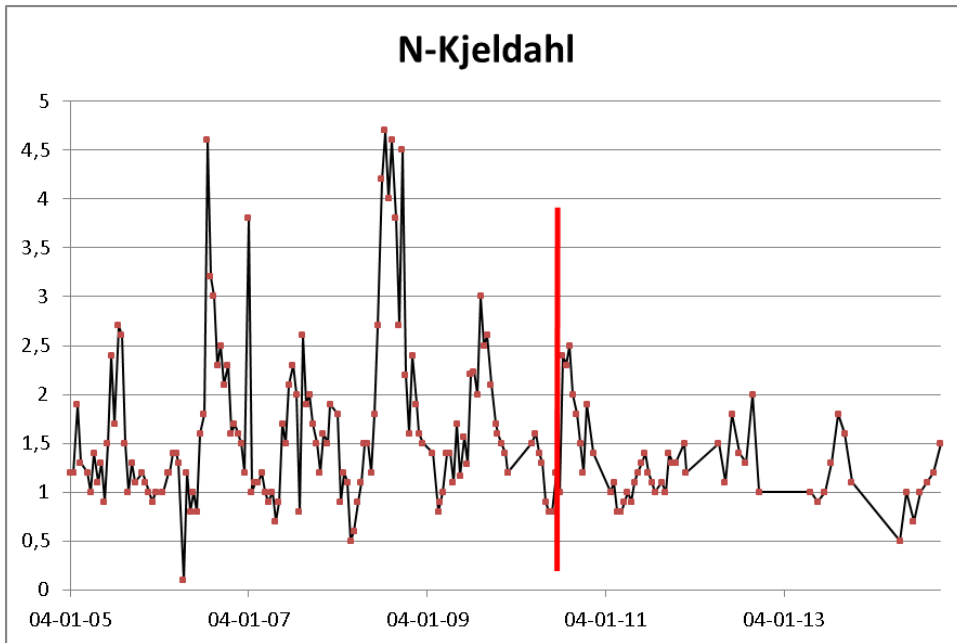
Chlorofyl-a daalt



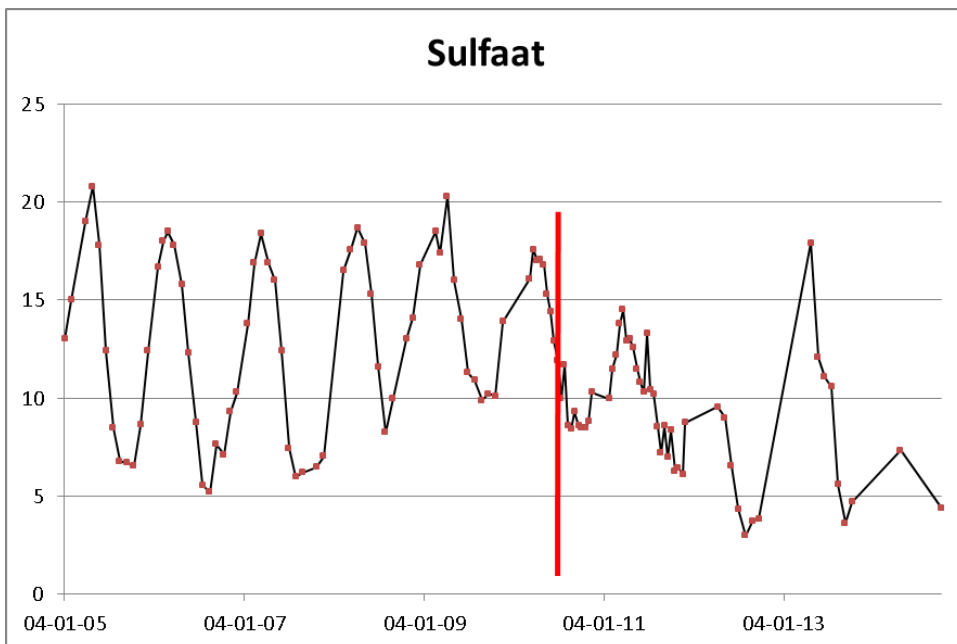
Blauwalgen verdwenen



Stikstof daalt



Sulfaat daalt



Wat kost dat....? Per 100 ha.

Kosten IJzersuppletie per 100 ha.

Kosten installatie	€ 52.692
Beheer	€ 44.651
Monitoring	€ 10.000
<u>Kosten ijzerchloride</u>	<u>€ 122.680</u>
totaal	€ 230.023

waternet

Risico's en vergunningen

waternet



Risico's die we konden bedenken: Voor de mens:

Mensen lossen er in op 😊



Bijtend

- **Inademen:** prikkeling, keelpijn en hoesten.
- **Huid:** prikkeling, roodheid en pijn, brandwonden.
- **Ogen:** *bijtend*, roodheid en pijn, branderig gevoel, slecht zien.
- **Inslikken:** *bijtend*, blaren op de lippen en in de mond, maagkrampen, buikpijn, misselijkheid, braken, diarree, bewusteloosheid.

Risico's die we konden bedenken: Voor de natuur

- De fosfaatbom gaat af
- IJzer kan giftig zijn
- Planten bedolven onder ijzerslib
- IJzerchloride bevat chloride
- IJzerchloride bevat verontreinigingen
- IJzerchloride maakt zuur
- Zuur maakt dat stoffen vrijkomen
- IJzervlokken maken water troebel
- Verstoring vogels

waternet

Hoe minimaliseren we de risico's? Mens:

Mens en ijzerchloride komen NIET in contact met elkaar!

- Zeer veilige ontwerpen
- Strikte procedures
- Bekwame medewerkers
- Bescherming en EHBO
- Toetsing KAM/ARBO/WMB
- Evaluatie en monitoring

waternet

Mens en ijzerchloride gescheiden



Voor bedieners extra beveiliging

FeCl₃

IJZER(III)CHLORIDE¹⁾
(ca. 40% in water)

CAS-nummer: [7705-08-4]
Kaartnummer: D-1003

Brutoformule: FeCl₃
Molmassa: 162,2

FYSISCHE EIGENSCHAPPEN	ETIKETTERING
Kookpunt, °C: > 100 Smeltpunt, °C: n.b. Relatieve dichtheid (water = 1): 1,4 Oplosbaarheid in water, g/100 ml: volledig Log P octanol/water: -4	CLP (EU-GH) volgens Avezonac: Z-het veiligheidsinformatieblad (MS)
	EU-afbeelding volgens Avezonac: P ₂₀₁ -24 Bijzand

pH Neutraal

plum
Oogspoeling

Stap 1.
Flacon uit de houder
nemen

Stap 2.
Oogschaal in pijlrichting
draaien tot verzegeling

Stap 3.
Hoofd achterover en
spelen

Foto's: Michel Colin

Hoe minimaliseren we de risico's?

Natuur:

- Fosfaatbom: aquarium experimenten + pilot + literatuur
 - Geen risico, mits geleidelijk toegediend
- Giftigheid en ijzerslib: aquarium experimenten + literatuur
 - Geen risico, mits geleidelijk toegediend
- Zuurgraad, Chloride, IJzer en troebeling: Pilot experiment
 - Geen risico, mits geleidelijk toegediend

waternet

Hoe minimaliseren we de risico's?

Natuur:

- Chloride en verontreinigingen: literatuur en berekeningen toxicoloog, toetsing WVO
 - Cl maximaal $55 + 132 = 187$
 - Metalen water onder de norm, mits $\text{pH} > 6$
- Verstoring vogels: gedragscode Flora- en Faunawet + strikte regels. Klassieke poldermolen.
 - Geen verstoring verwacht

waternet

Hoe minimaliseren we de risico's? Natuur:

Protocol FF-wet:

- 50 m van de oever blijven
- 100 m van de Zwarte sterns blijven
- Geen werk in donker
- Geen motoren, anders dan boot
- Geen verlichting, behalve bij nood
- Standaard poldermolen

waternet

Minimaliseren risico's

Monitoring:

- pH: twee keer per week
- Visueel: wekelijks
- Hydrochemie: elke twee weken
- Plankton: elke twee weken
- Vegetatie: elke twee weken quick scan plus jaarlijkse kartering
- Zwarte stern: door vogelwerkgroep
- Bodemprocessen: Radboud
- Mens: wekelijkse evaluatie

Noodprocedure: **STOPPEN** bij verdenking

waternet

Vergunning aanvragen is nuttig

- Het helpt om risico's te vermijden
- Levert draagvlak en borging

waternet

Hoe krijg je een vergunning?

- Doe nooit iets wat niet mag of gevaarlijk is
 - Chemicaliën
 - Bouwwerken
 - Activiteiten
 - In natuurgebied
 - Met mensen

waternet

Vergunningen

- Gemeente
 - Bestemmingsplan
 - Bouwvergunning
- Provincie
 - Natuurbeschermingswet
 - FF-wet
 - WM
- Waterschap
 - Keur
 - WVO

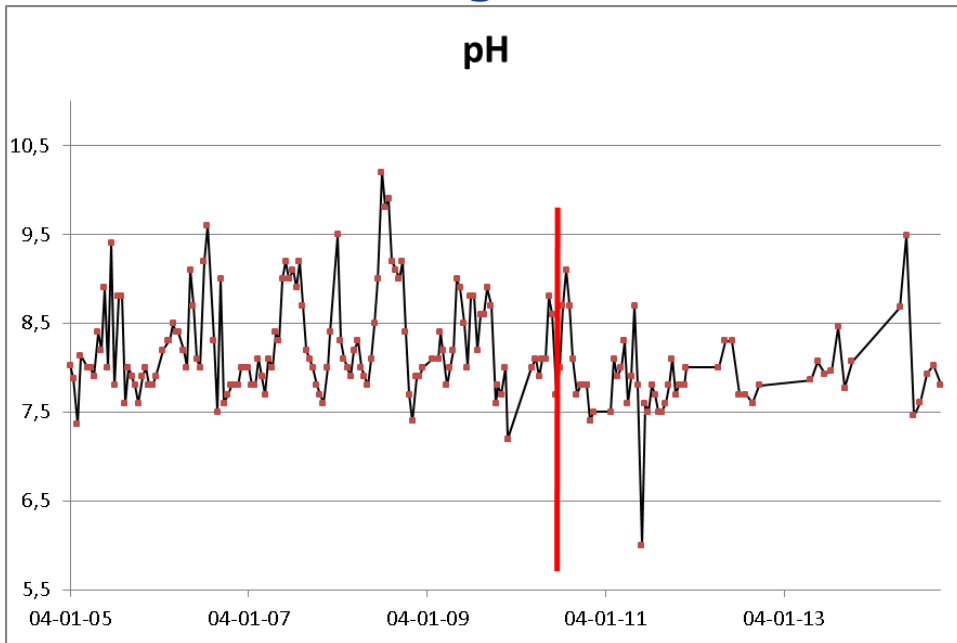
waternet

Geen risico's, geen schade

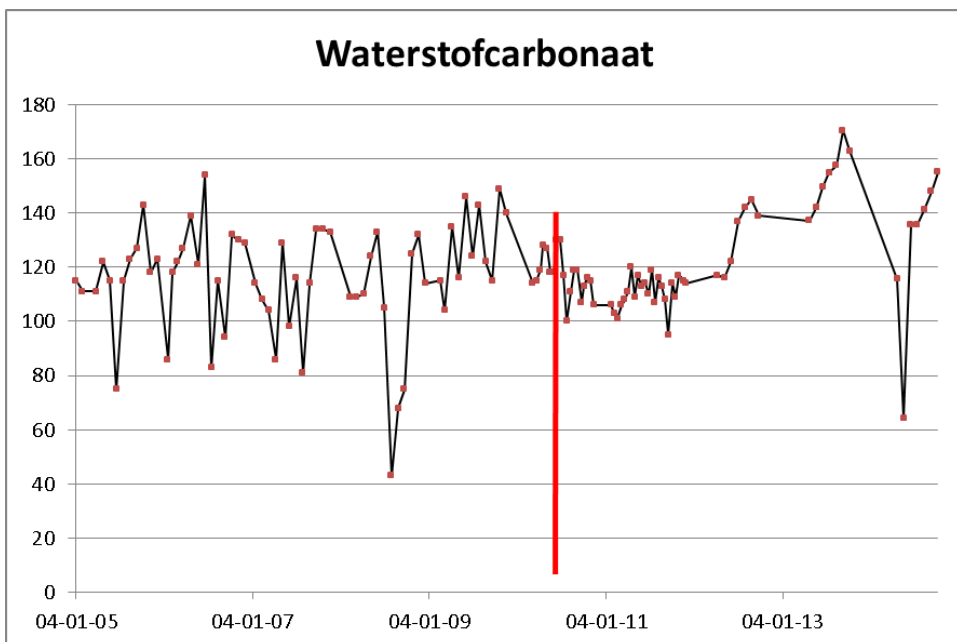
- Blijkt uit de praktijk

waternet

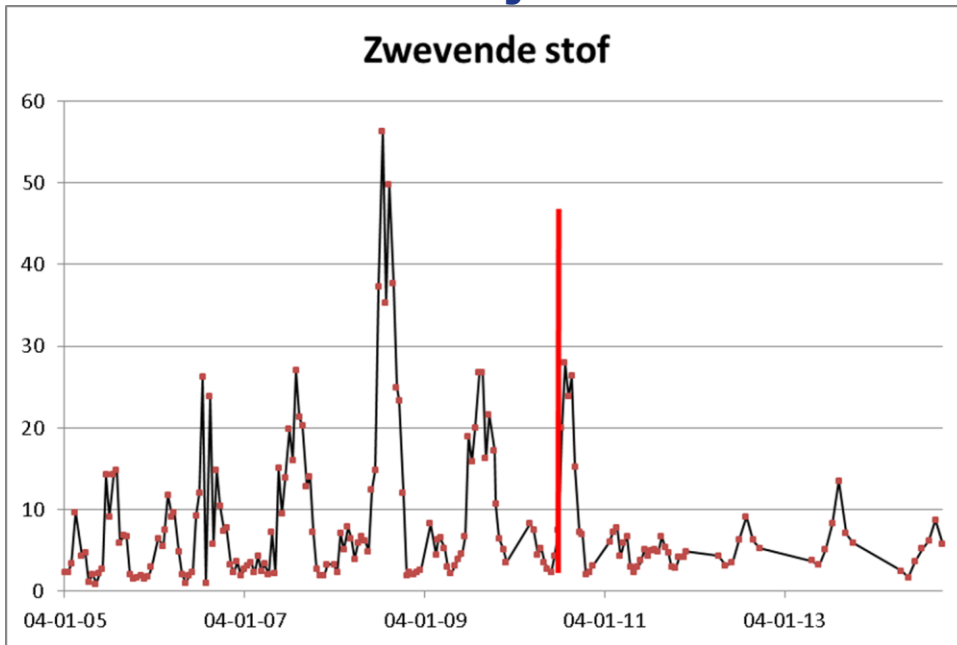
Geen verzuring



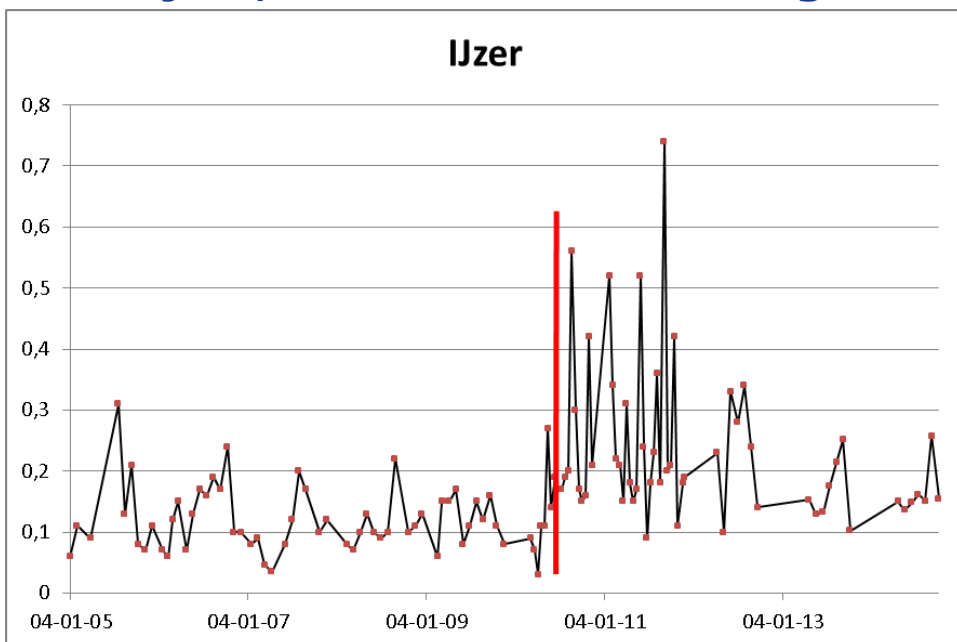
Buffer zeer actief



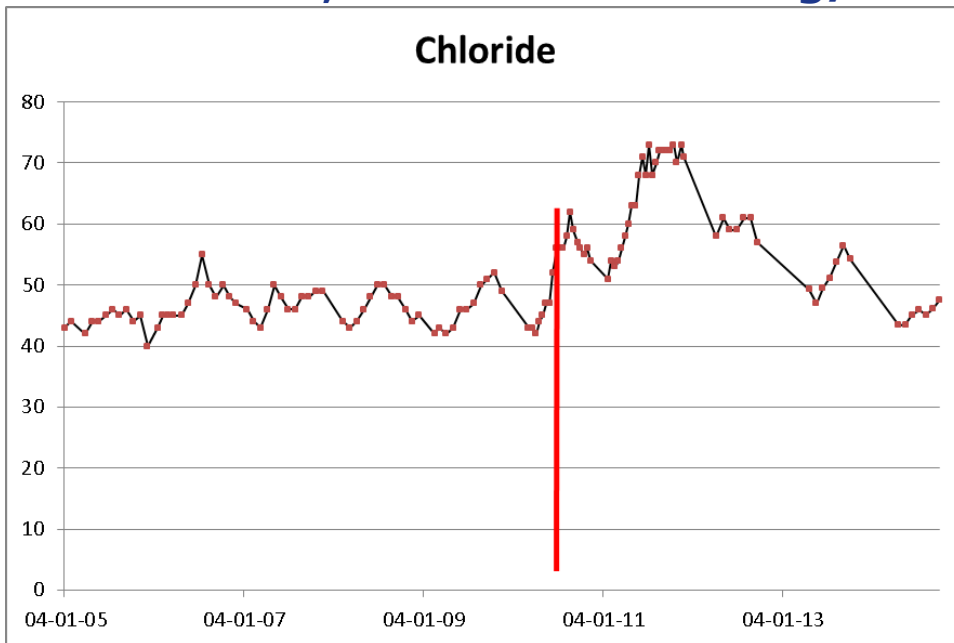
Geen zwevend ijzerslib



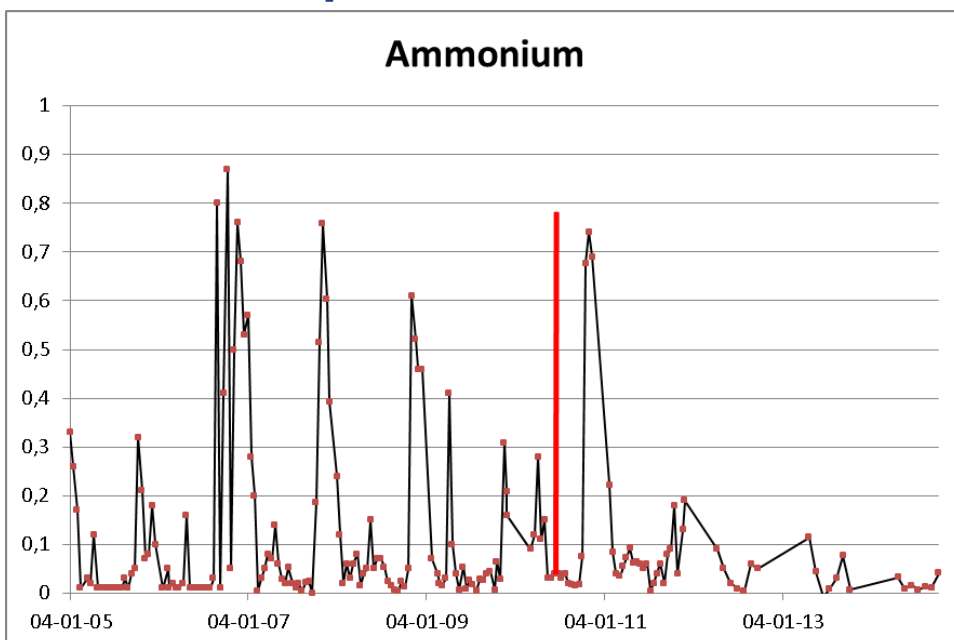
Wel ijzer, maar ruim onder 6 mg/l



Toename Cl, maar onder 200 mg/l



Ammonium pieken verdwenen





Conclusie:

- IJzersuppletie doet wat we er van verwachten
- 10 jaar is de bedoeling
- 4 jaar is zeker
- Hoop op 20 jaar
- Veilig en betaalbaar



Vragen.....