



13 april 2022



Ervaringen met (kunstmatige) infiltratie in Nederland 1940 - 2022

Gijsbert Cirkel (KWR)

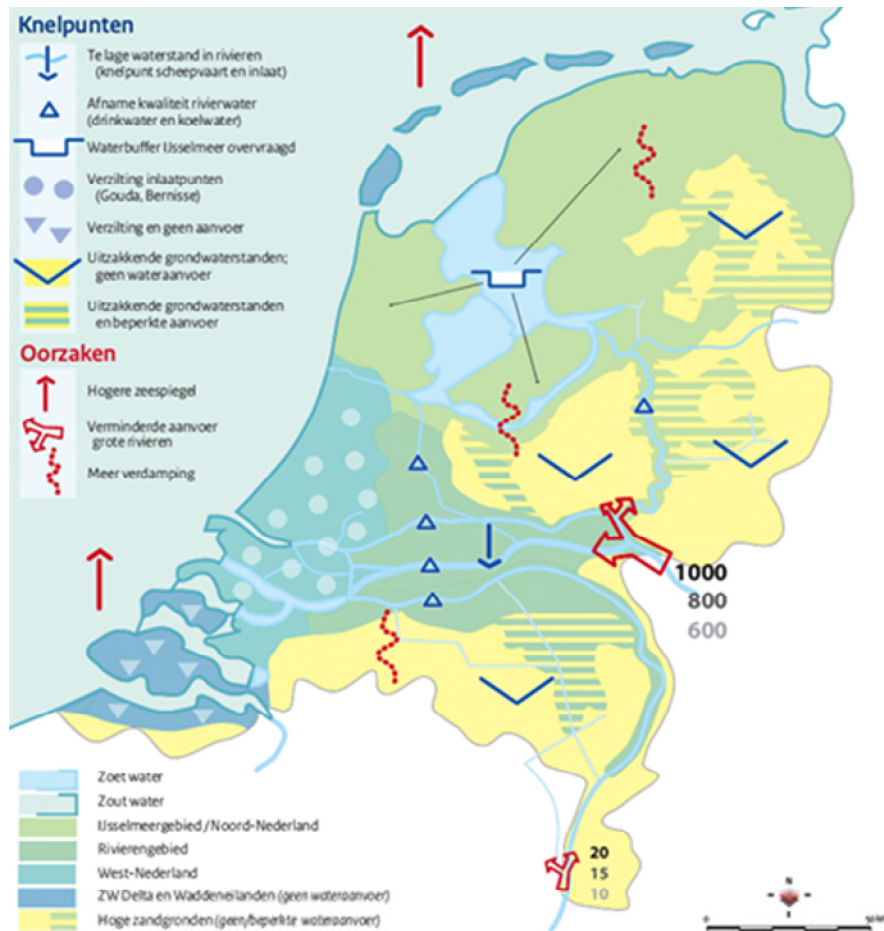
Ruud Bartholomeus (KWR/WUR), Teun van Dooren, Klaasjan Raat, Janine de Wit, Marjolein van Huijgevoort, Esther Brakkee, Niels Hartog (KWR)
Gé van den Eertwegh (KnowH2O)

Bedrijfstakonderzoek

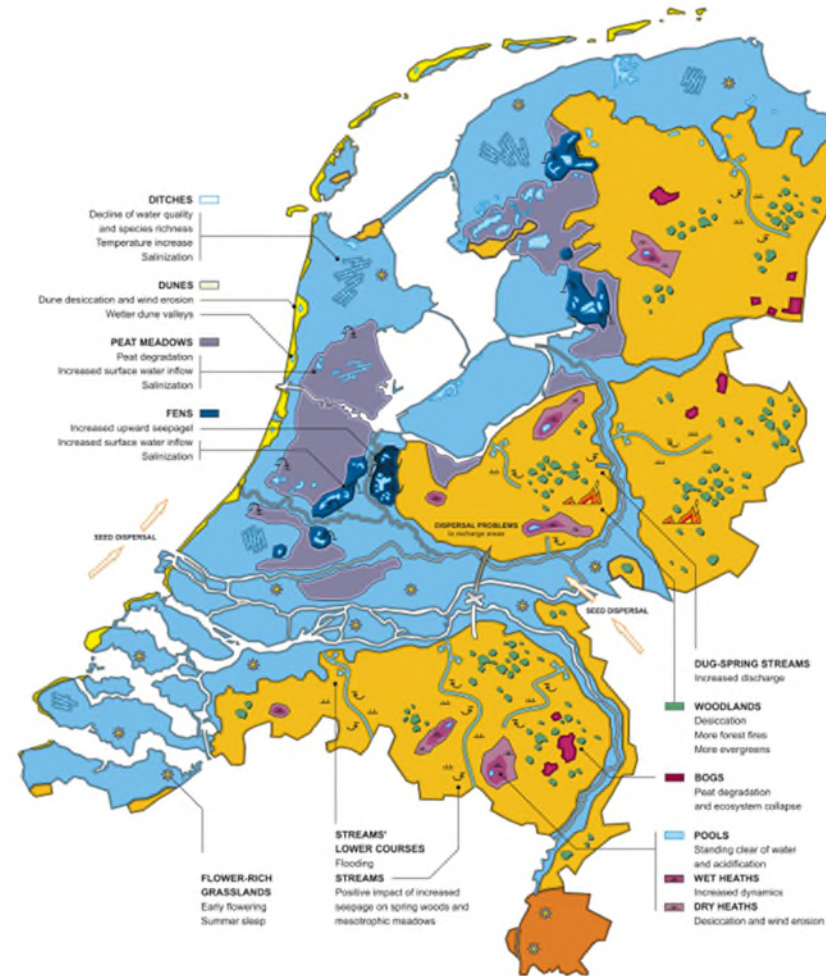
KWR

Bridging Science to Practice

Het Nederlandse watersysteem staat onder druk



Knelpuntenanalyse Deltaprogramma Zoetwater

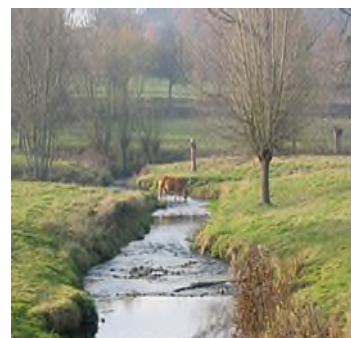
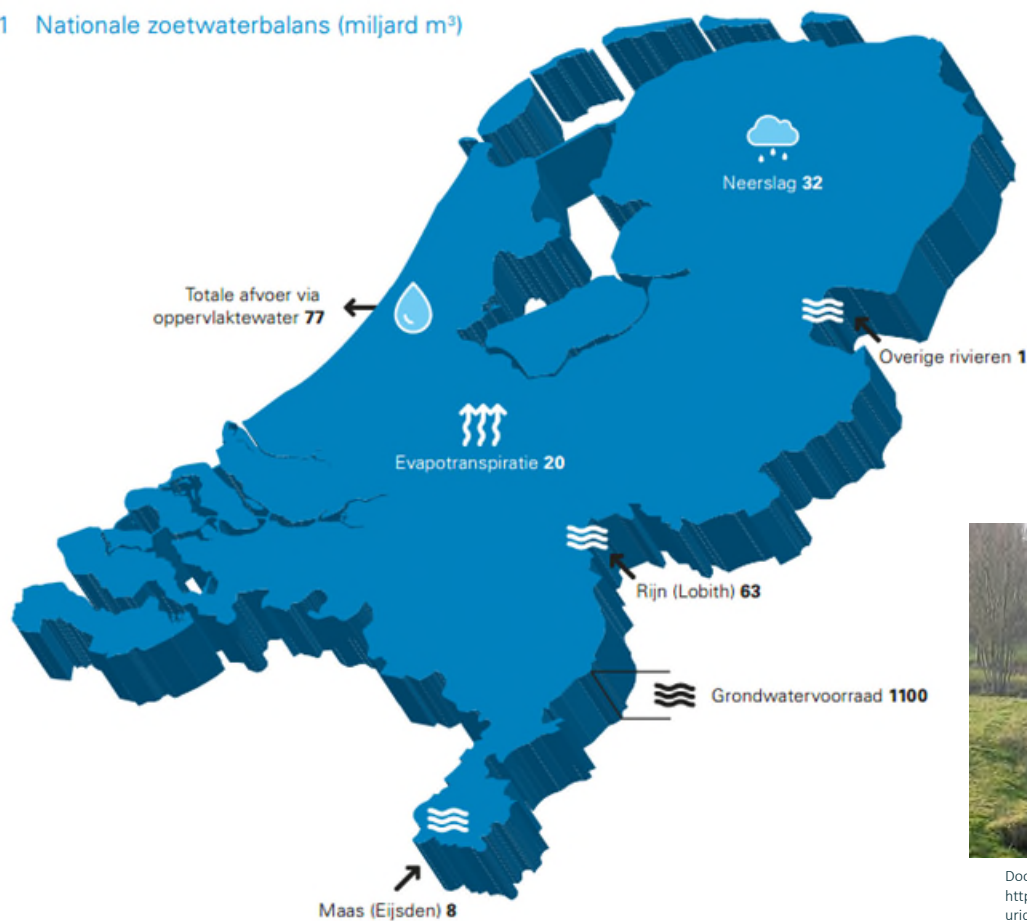


Ecohydrologische effecten van klimaatverandering (Witte et al., 2012)

Maar er is toch water zat?

Veel functies gebruiken een beperkt beschikbare hoeveelheid (zoet)water

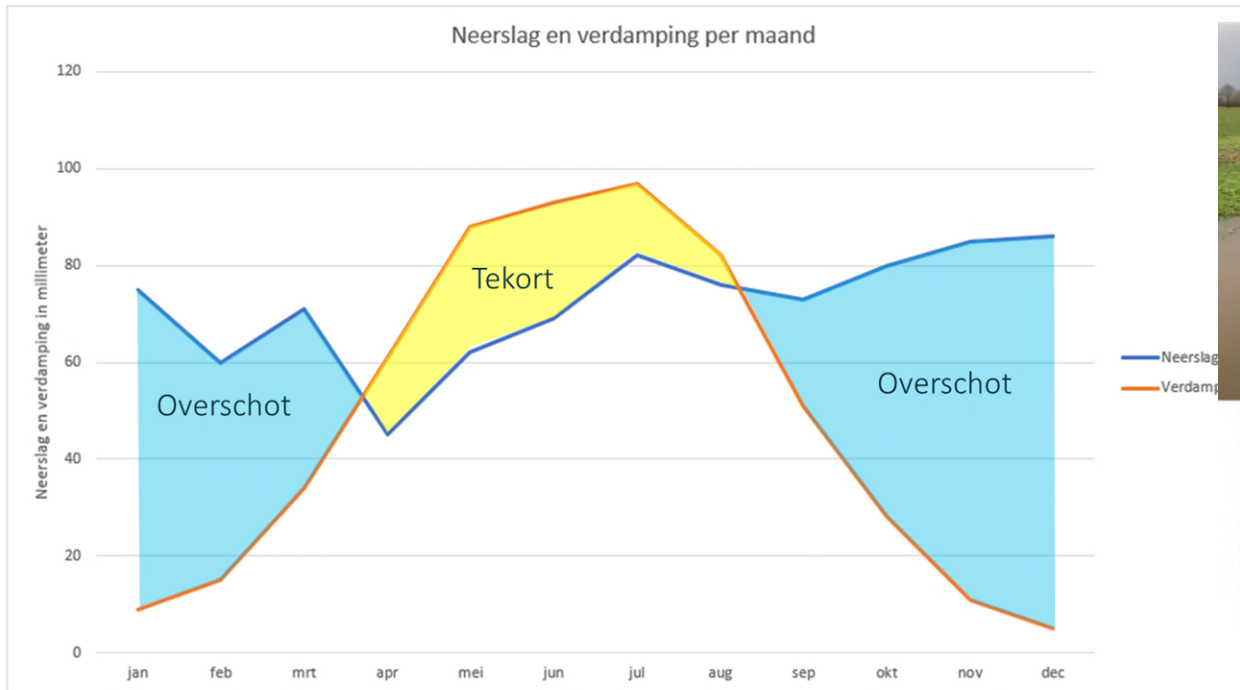
Figuur 4.1 Nationale zoetwaterbalans (miljard m³)



Door Poldi rijke - Eigen werk, CC BY-SA 3.0, <https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=2105801>



En dan is er ook nog een mismatch tussen vraag en aanbod in de tijd



▲ De Baakse Beek bij Ruurlo is overvol. © Waterschap Rijn en IJssel

Wateroverlast in Achterhoek en Liemers

DOETINCHEM - Op verschillende plekken in de Achterhoek en Liemers is er sprake van wateroverlast. Weilanden staan onder water en sloten zijn overvol. De oorzaken zijn de smeltende sneeuw en de regen van de laatste dagen.

Menno Pols 14-12-17, 14:03 Laatste update: 14-12-17, 15:40 Bron: de Gelderlander

Boeren staan kurkdroog in de Achterhoek: 'Dit heb ik in veertig jaar niet meegemaakt'

Sinds gisteren is het in de Achterhoek en in delen van het Vechtdal verboden om oppervlaktewater te gebruiken vanwege de droogte. Op sommige plaatsen is het zo nijpend, dat ook het grondwater niet langer mag worden opgepompt. Een ramp voor de boeren die vorig jaar al kampten met misoogsten „Twee jaar achter elkaar zo droog heb ik in veertig jaar niet meegemaakt“, foertert boer Gerrit Rappard (60) uit Barchem.

Stefan Keukenkamp 19 jul 2019 Laatste update: 19-07-19, 08:13

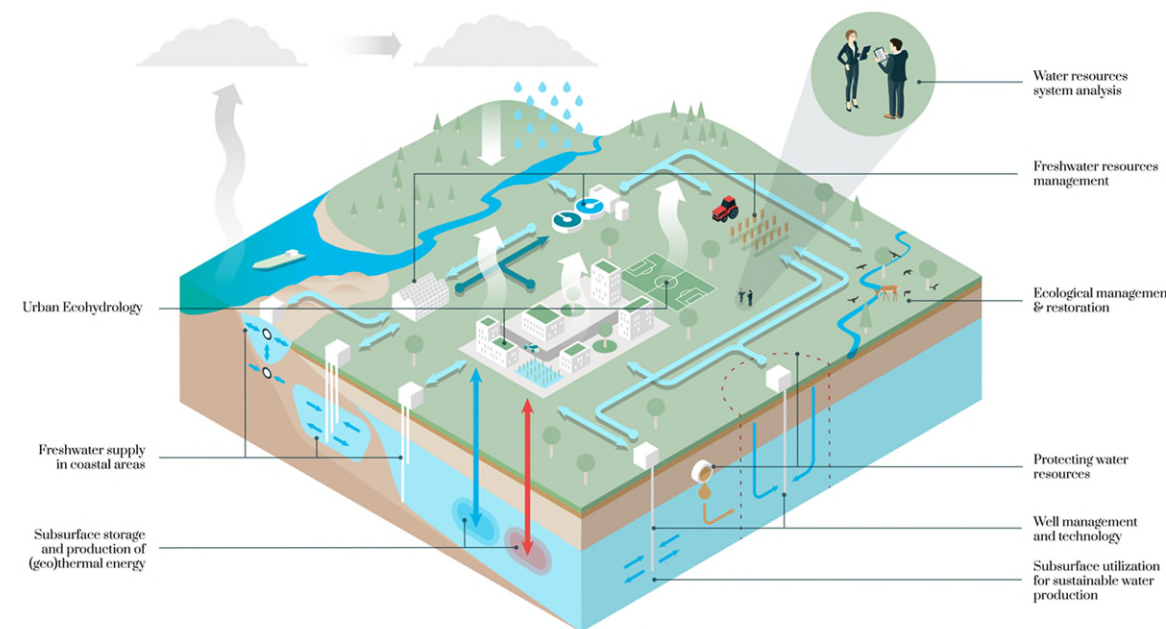
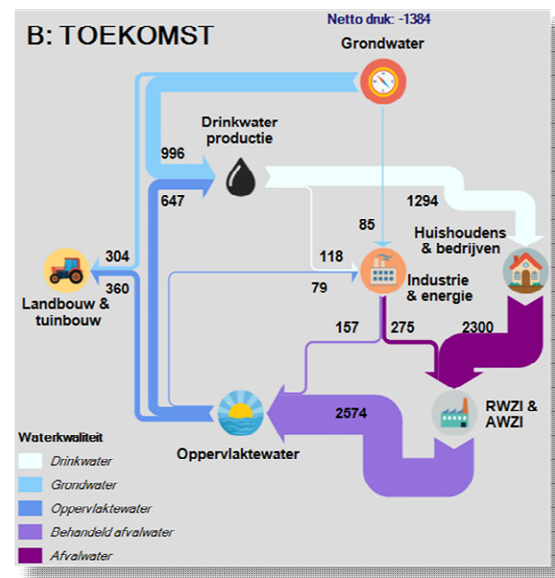
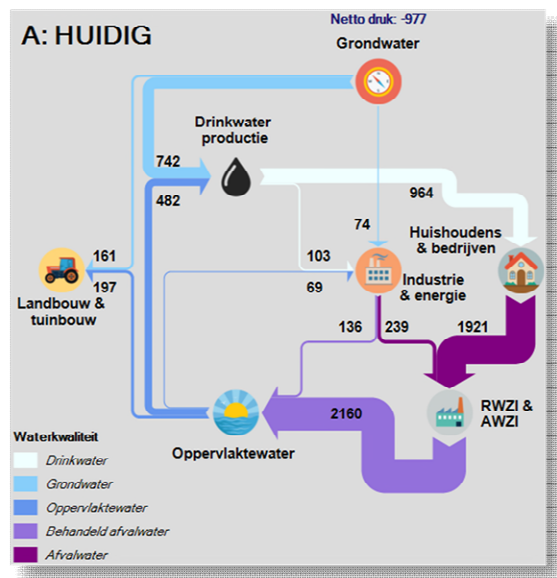


Het is een bedroevend gezicht, het gortdroge weiland van boer Gerrit Rappard uit Barchem, net onder Lochem. De droogte van vorig jaar herhaalt zich. Zijn mais staat opnieuw te verpieteren en van het grasland voor zijn koeien is weer niets over. Voor de Achterhoekse boer is de droogte nog eens extra zuur. „Drie jaar geleden heb ik mijn beregeningsinstallatie verkocht aan de buurman“, lacht Rappard, al is het met klespijn. „Nooit had ik dat ding nodig. Vervolgens krijgen we twee jaar enorme droogte.“



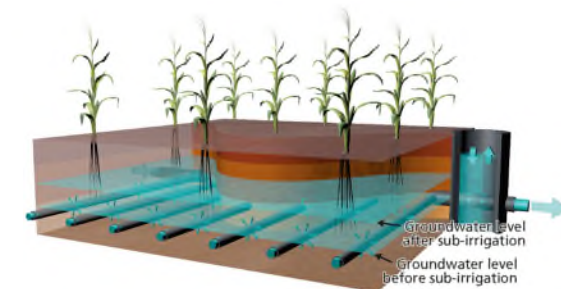
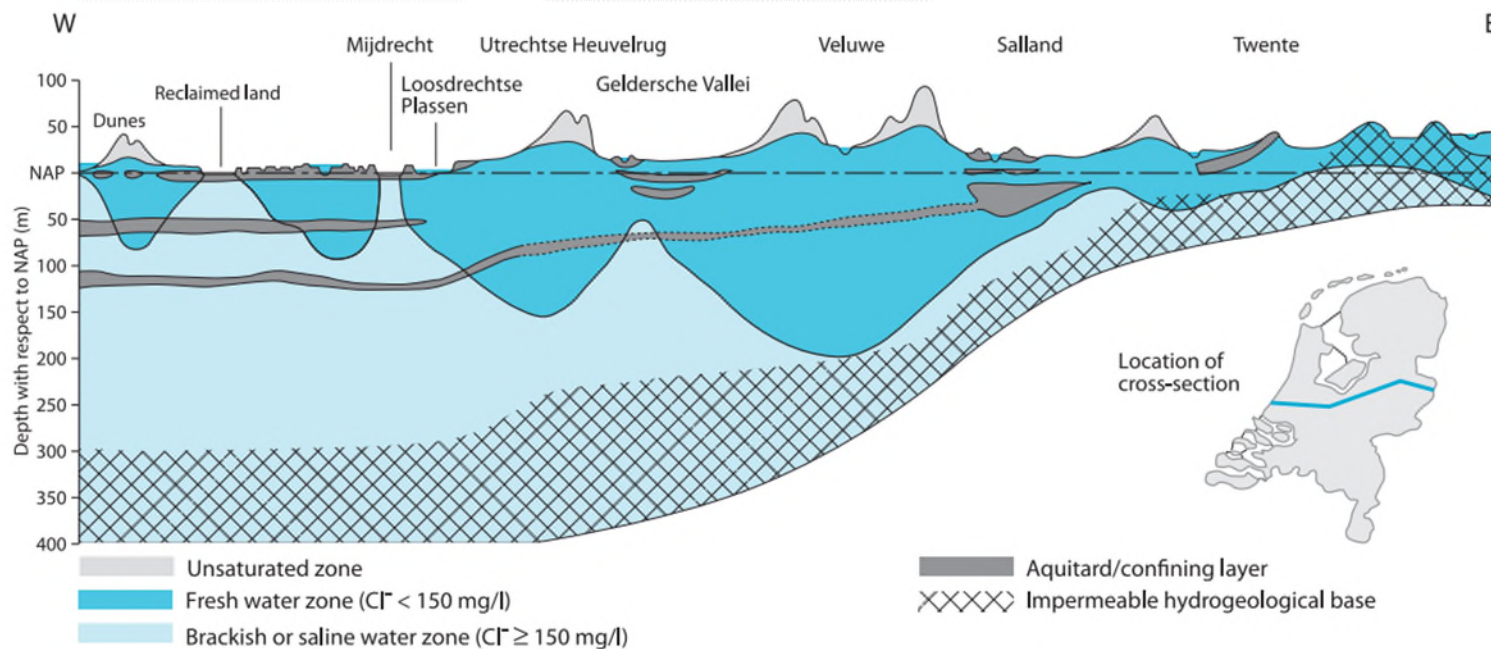
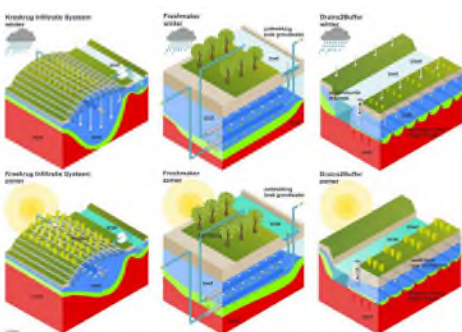
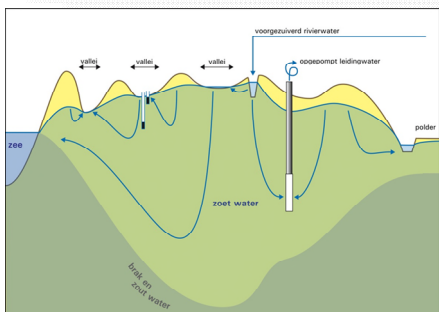
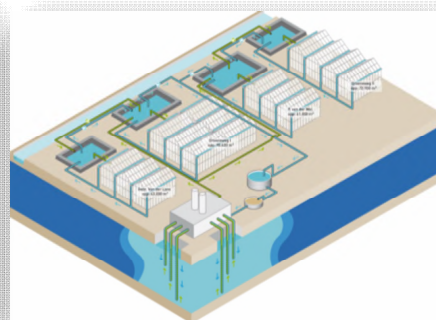
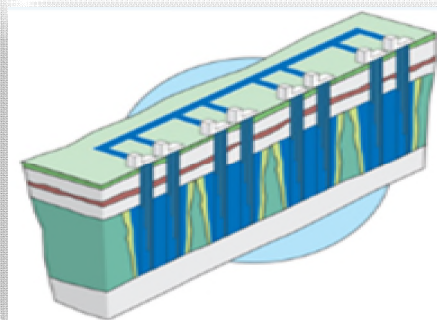
▲ Het land van boer Gerrit Rappard uit Barchem is gortdroog. „Dit heb ik in veertig jaar niet meegemaakt.“ © Anjan Goolik

Voldoende water, van goede kwaliteit, op het goede moment en op de juiste plek: een complexe puzzel

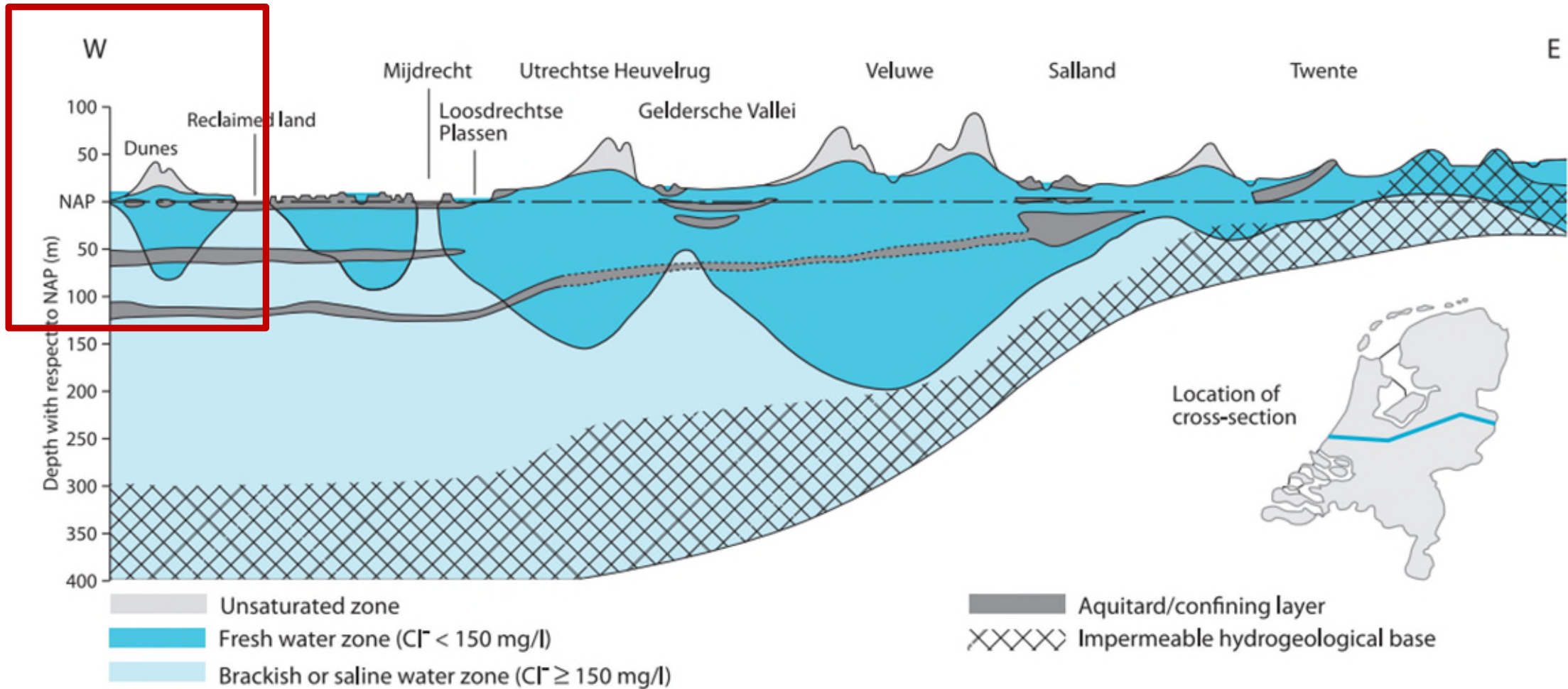


Pronk, G.J., van Dooren, T.C.G.W., Stafberg, S.F., Bartholomeus, R.P., 2020. Waterhergebruik en de zoetwatervoorziening (Managementsamenvatting en dataoverzicht op dia's) BTO 2020.011, KWR, Nieuwegein.

Infiltratie als oplossing? Een reisje door Nederland!



Grootschalige infiltratie (MAR) in de duinen



Duinwater: ideale bron van drinkwater voor West-Nederland



Jacob van Lennep

1855: Oprichting Duinwater-Maatschappij

- Eén cent per emmer, 56 tappunten en later zelfs huisaansluitingen!
- Belangrijk: veel minder Cholera!
- Forse groei onttrekking
- Navolging in o.a. Leiden, Den Haag en Monster



Bronboring in de Amsterdamse waterleidingduinen (ca. 1900)

REYS.
van Arnhem.

NOORP.

en van een veelzijdig 1 jaren, mijn geliefde **BY WENCK.**
T. SNOECK.
Wed. L. Wencke.

4 December 1855, in t. overleden, Vrouwe **HOONS**, Doornvros 7 Heerle Bicker.

hier, in den naderben jubelma **CORNELIA** te Weidse den Heer

dening, met leuning die Zoon, **DANIEL** den, beide in 1848 vertrokken zijn.
EMANS, Foon.

van dedening, bij a precies Bieder en **HOENIA FESSE.** in mijner Inreders te

J. LA FESSE.

in het graven van de der beide Leuvingen. Ide Saus van Austria aan, te berigten, de wterom op Tekom.

in late der Veegind 1, 4092 Ds. 15, 079 55
5, 1174 * 7, 765, 25
7, 1221 * 1, 980.—
6, 95 * 55, 217, 81
98 * 7, 810.—
4, 104 * 75, 160.—
1, 97 * 15, 460.—

goudt inwerkingen op de tijd zijn bekend; zijn spon- gien te geigt in het gevoel op een lip **ZANZEEP**; hij **reigt** zeer gemaklijk en op de pinnen van een groote uitwarming in bevindert; hij geeft een zachtheid en een deersigend blanke, frische, jeugdige kleur.

De prijs is 25 Cents, en de naam **H. KERCKHOFF** staat als waarmerk der echeit door het Koninkr., op het etiket.

DUIN-WATERLEIDING.

COMMISSARISSEN en DIRECTEUREN der DUIN- WATER-MAATSCHAPPIJ berigten bij deze, dat zij, na aanmerking der tijdsomstandigheden, besloten hebben

HET DUINWATER tijdelijk verkragbaar te stellen, dagelijks, te beginnen met **DIENSDAG 12 DECEMBER** e. k., van des morgens acht tot des middags vier ure, aan de Fontein buiten de Wallengracht aftevoeren, tegen betaling van **EEN CENT PER EMMER.**

Niemand zal meer dan Twee Emmers te gelijk kunnen bekomen.

Amsterdam, 9 December 1855.

Commissarissen en Directeurs der Duinwater-Maatschappij:
ARTHUR R. ADAMS, J. VAN LENNEP,
Gouverneur, Voorzitter,
J. G. JÄGER, Secretaris.

NO. De werlt geen Geld gekost.

TWEE WETTEN
VAN HET GOVERNEMENT VAN NEW-SOUTH-WALES IN AUSTRALIE, betreffende de **DESERTIE** van het **SCHIEPVELLEN** en de **LANDVERHUZING.**

Soms vallen van de pen bij **HANSE & VAN BRAM** in **Dordrecht**, en andere Leuvingen bij J. G. DOORLEFFS in Amsterdam, * 25 Cents.

De Directie des **NEDERSCHE BOUTGRAVERSCHOOLO** heeft verzoeken:
GESCHIEDENIS DER BOUWKUNST
bij eenige der merkwaardigste eilanden, van **voorzien en lateren tijd**;
door **P. H. BRUTEL DE LA RIVIERE.**
In machinaal met 83 Platen. 1855.

denen Pallieller en d in het midden van het des **Witvoersweg.**

En **DE RUIJ,** en **ROU HEERENHUIS** van het dorp Ede voor **SAMERS**, waaraan 2 kaloud en van Stokp en versterken kaloud, met en Zolder, waans Te bezorgen bij den de Boekhandelaar M. S. thaan in Amsterdam.

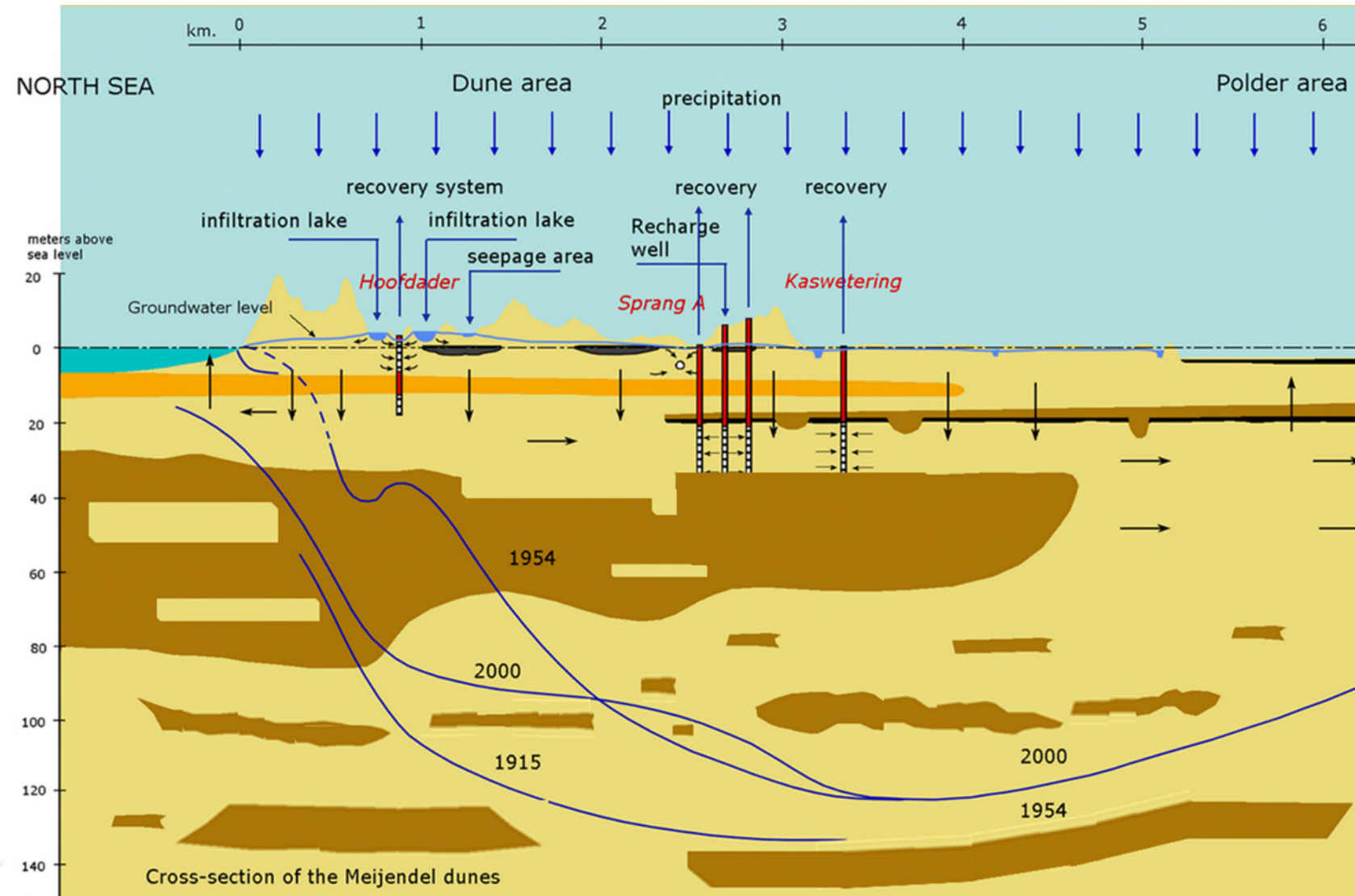
DOOR TOEVALLE wordt **HET DE HAND** steunde **APOTHEEK** der stad Amsterdam, te openen, te welke A goren en nog steunde ne ingebeld. Adres met de N. V. Z., bij den Doek Bevoersweg, L. N. 18 18. Op ongetrekd den gelogen.

EEN GEI van de Prin. Gohd., te **Werkom**, doet door v **den Felsard** e. k. te sag die garen tegen **waande van zijn led** overigen. Te bezragt Boekhandelkar, Konigs

rederi **Itug** **de** **Wet** **van** **den** **Die** **ALLES**, **Koper**, in de E **of** **de** **kon** **wordt**.

Handels, Commie
Kantoor van A.
18 18

Dat ging niet lang goed....



Infiltratie van oppervlaktewater uit nood geboren

1940: LDM start met infiltratie van **boezemwater** bij Katwijk

1951: Oprichting KIWA technische commissie Infiltratie

1955: DWL start met infiltreren **Lekwater** bij Scheveningen

1957: GWA en PWN starten met infiltratie van **Lekwater** bij Leiduin en Castricum

Jaren 60-70: Kwaliteit Rijn sterk achteruit

1976: DWL start met infiltratie **Maaswater** bij Scheveningen

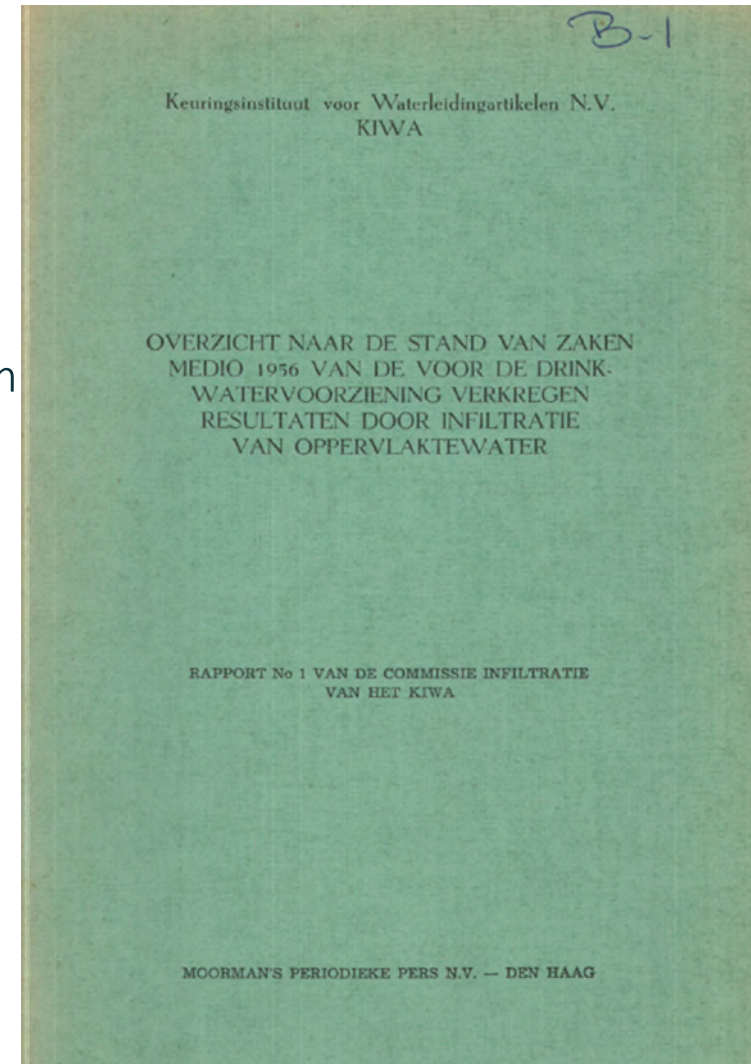
1981: PWN start met aanvullende infiltratie van **IJsselmeerwater** in het duin

1983: WDM start met infiltratie van **Maaswater** bij Monster

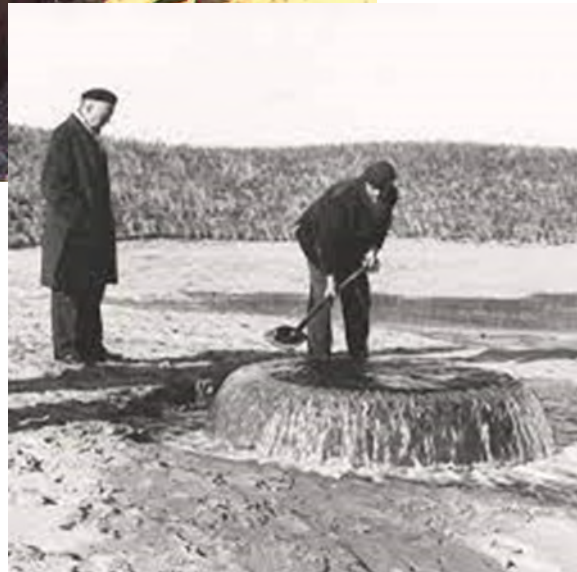
1988: LDM start met infiltratie van **Maaswater** bij Katwijk

1992: Open Infiltratie Nieuwe Stijl: Intensievere infiltratie en natuurherstel

Nu: aanbod Maas onzeker, Dunea maakt inname Lek weer mogelijk. Meerdere bronnen, Combinaties met brakwaterwinning



~
Heftige ingrepen in het landschap



~
En zo ziet het er nu uit: in totaal ca. 185 miljoen m³/jr



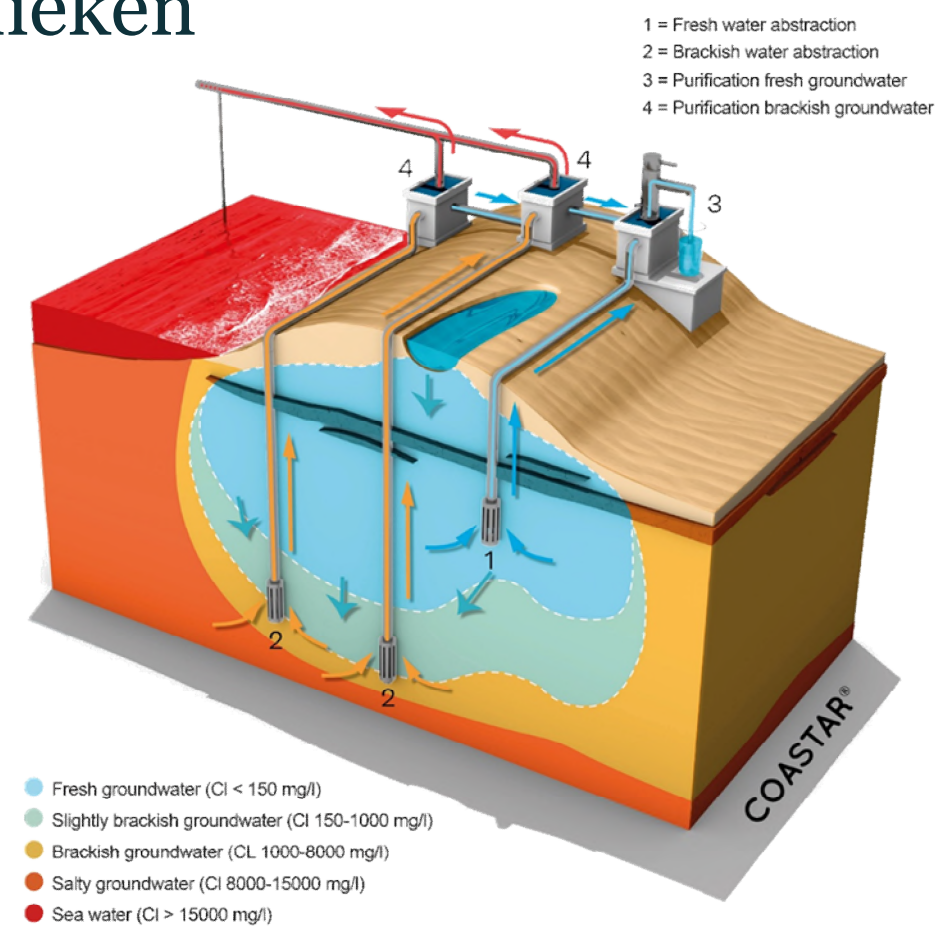
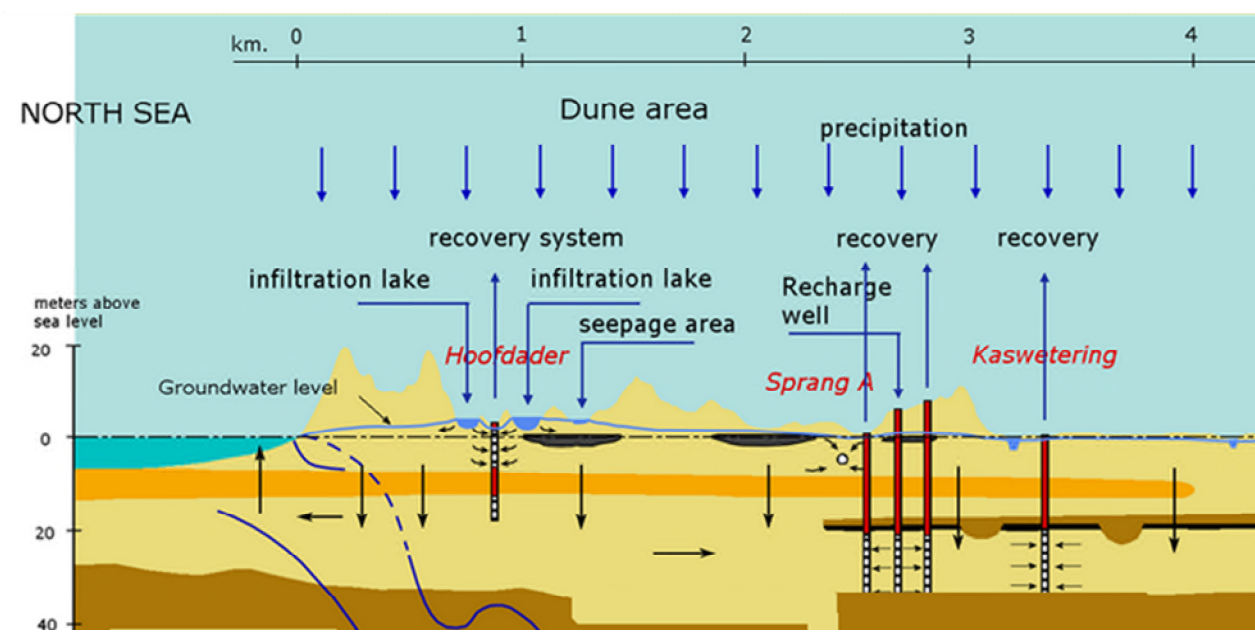
Open terugwinning



Gesloten terugwinning

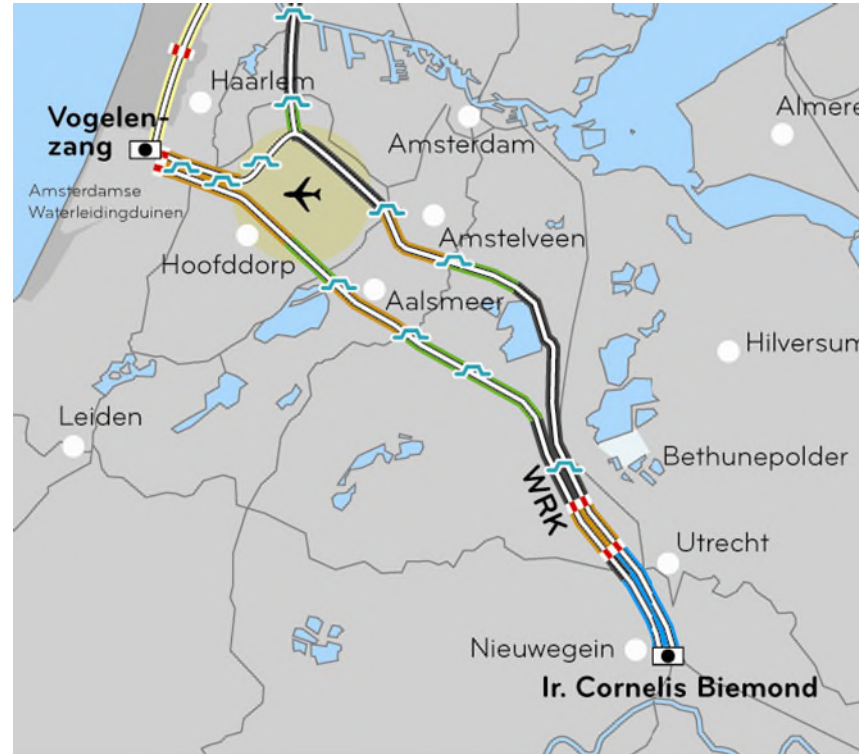
Verschillende infiltratie- en wintechnieken

- Open infiltratie en terugwinning
- Diep infiltratie en terugwinning
- Nieuw: Onderzoek naar combinatie met brakwaterwinning



The Freshman project is supported by the EU LIFE Climate Action Programme under Grant Agreement number LIFE19 CCA/NL/001222.

Grootschalige voorzuivering en transport



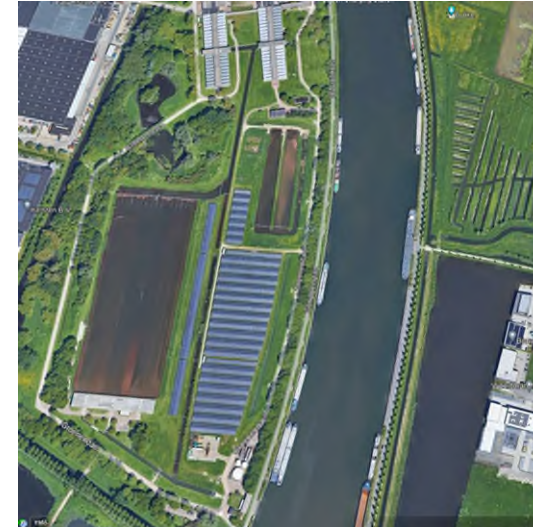
Infiltratie in de duinen >75 jr ervaring

Lessons learned (selectie uit vele)

- Gigantische infrastructurele ingreep, grote transportleidingen
- Goede voorzuivering is belangrijk, zeker bij diepinfiltratie
- Oppervlaktewater is een wispelturige bron: Innamestops
- Voorraadvorming is belangrijk >> 3 maanden kunnen overbruggen
- Microbiologische veiligheid punt van aandacht/zorg
- Natuur en waterwinning goede combinatie,
- Natuur kan afhankelijk worden van productie
- Verspreiding gebiedsvreemd water zoveel mogelijk beperken

Dunea: 'Kwaliteit en kwantiteit van Maaswater onder druk'

De kwaliteit en kwantiteit van drinkwaterbronnen in Nederland staan onder druk. Tegelijkertijd groeit de watervraag door toenemende bevolking en economische activiteiten. Dat geldt ook voor drinkwaterbedrijven die water uit de Maas gebruiken voor de productie van drinkwater. Dunea-Directeur Wim Drossaert: 'We zijn al op zoek naar extra bronnen.'



11 november 2019

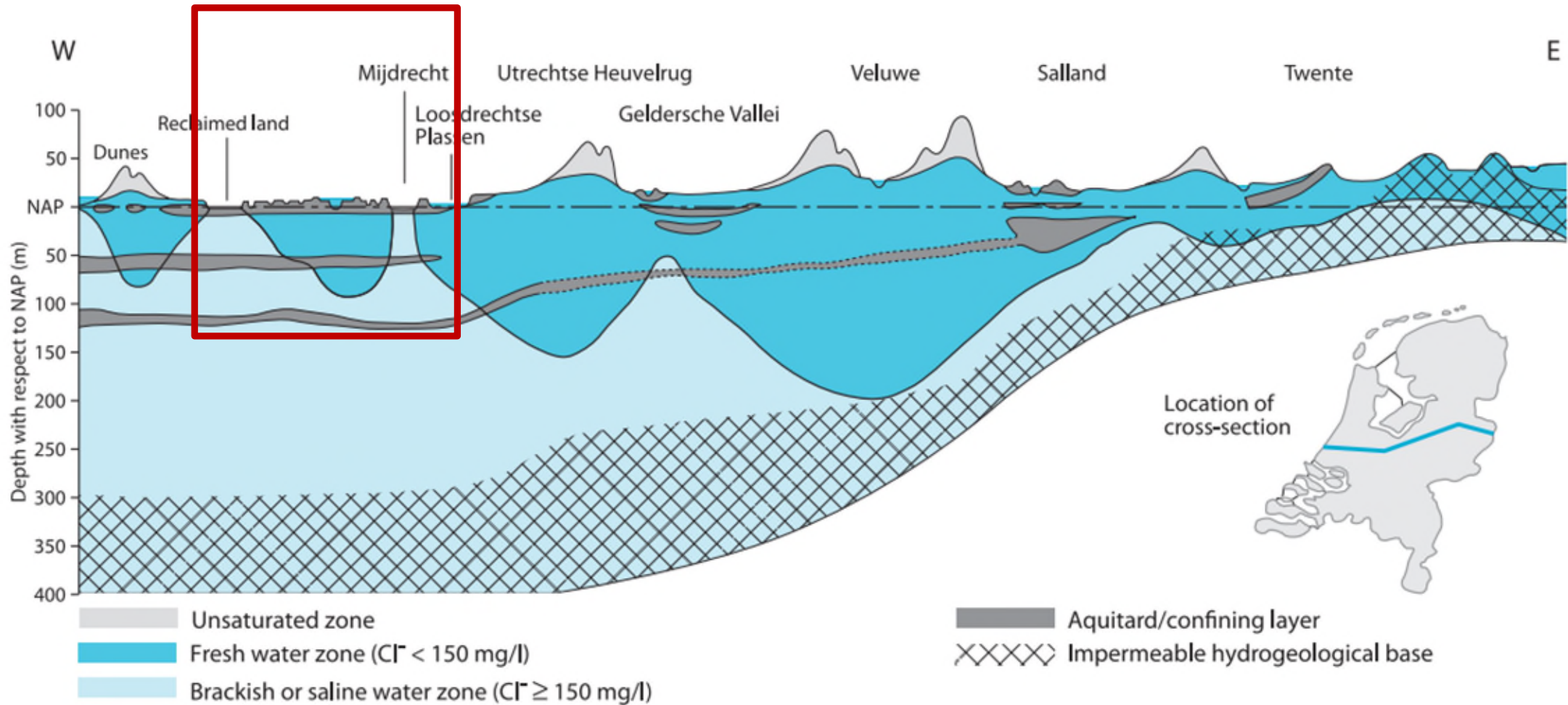
Innamestop Afgedamde Maas

Dunea is tijdelijk gestopt met inname van rivierwater uit de Afgedamde Maas, vanwege een vervuiling op de Maas. Dankzij het 'Maas-alarm', waren we ruim op tijd geïnformeerd en is ons drinkwater geen moment in gevaar geweest. Het was, is en blijft veilig om te drinken.

Dunea gebruikt voor de productie van drinkwater hoofdzakelijk rivierwater uit de Afgedamde Maas. Wisselen naar de Lek was noodzakelijk vanwege de hoge concentratie van het bestrijdingsmiddel Prosulfocarb, dat in België in de Maas raakte. Deze herbicide wordt gebruikt in de aardappelteelt. Rijkswaterstaat is samen met de Belgen op zoek naar de bron van de vervuiling.

De afgelopen jaren hebben we vaker de Lek als bron of als extra bron gebruikt en we houden er rekening mee dat dit de komende jaren vaker nodig is. Om de

ASR Coastal voor landbouwwatervoorziening



ASR voor kassenteelt (ASR Coastal)

Kassen teelt in West Nederland:

- Hoge vraag naar hoge kwaliteit water
- Oppervlakte- en grondwater te brak
- Te weinig regen in het groeiseizoen...

Opslag in bassins?

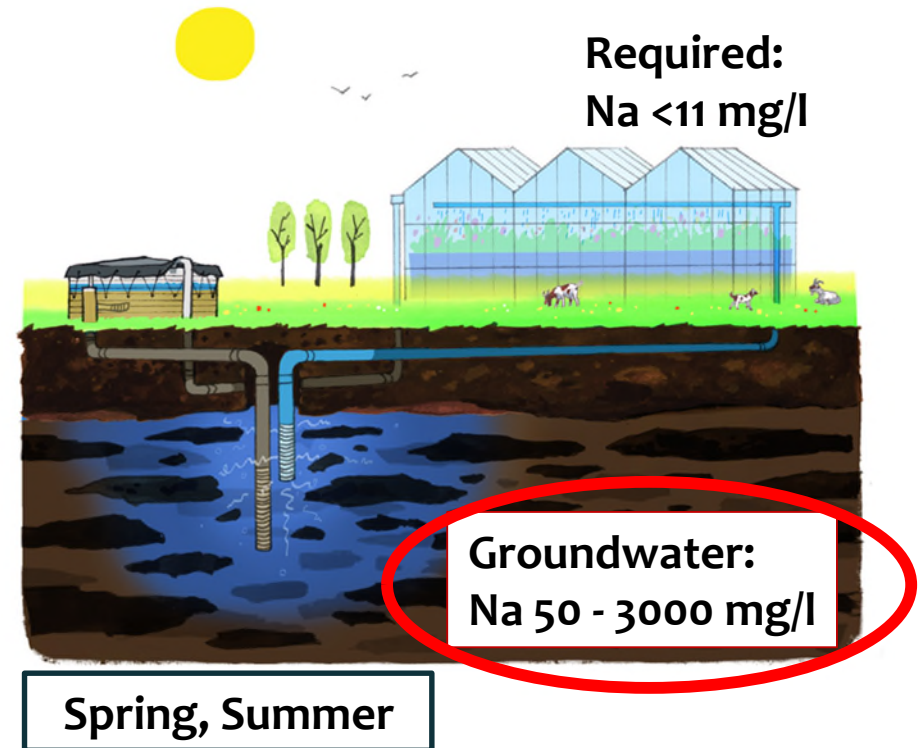
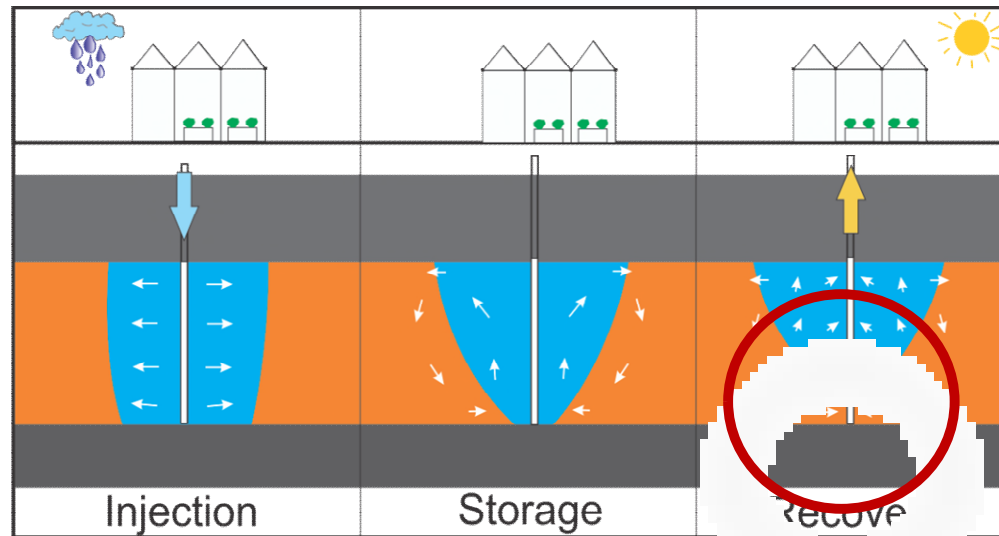
- Beperkte capaciteit en kost ruimte
- Afname waterkwaliteit

→ Aquifer storage and recovery (ASR)



Zoet regenwater opslaan in een brakke aquifer

Beperkende factor: verliezen door dichtheidsstroming

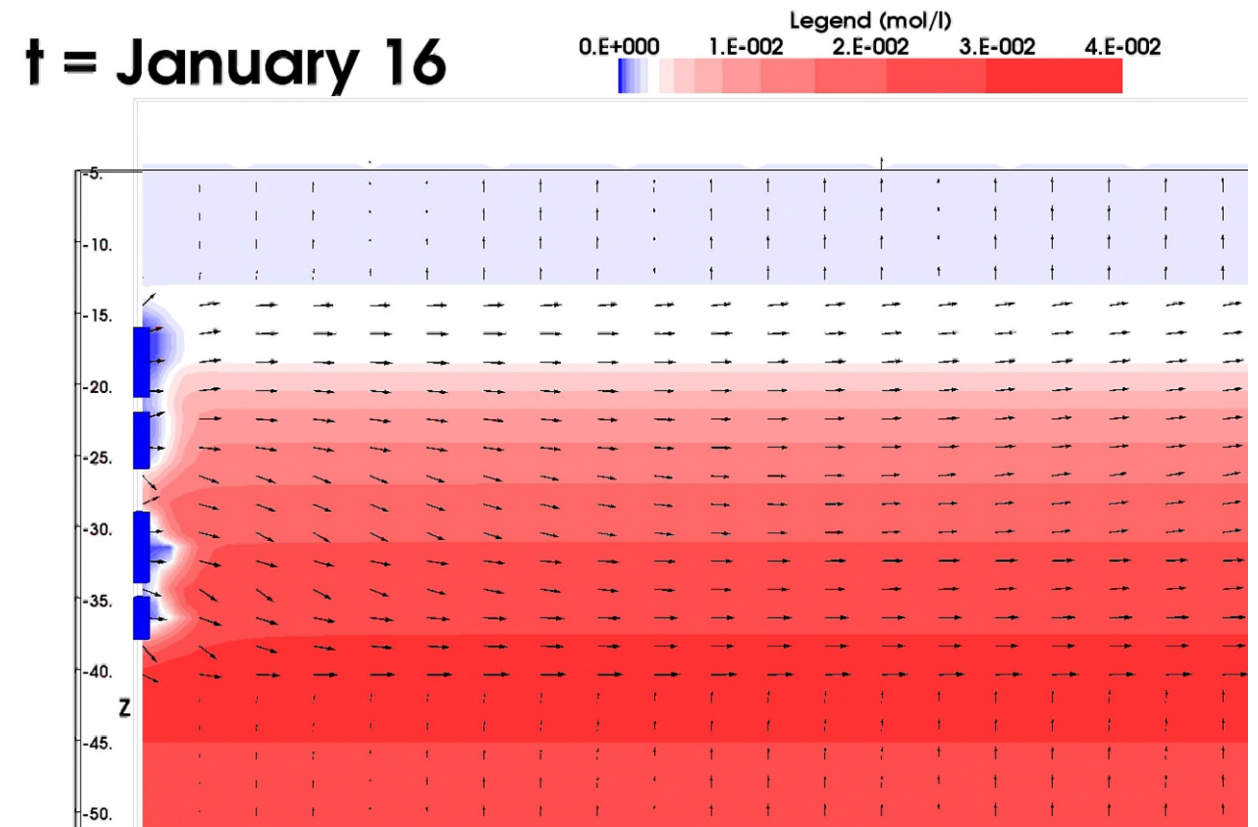


Zoet regenwater opslaan in een brakke aquifer

MPPW als oplossing

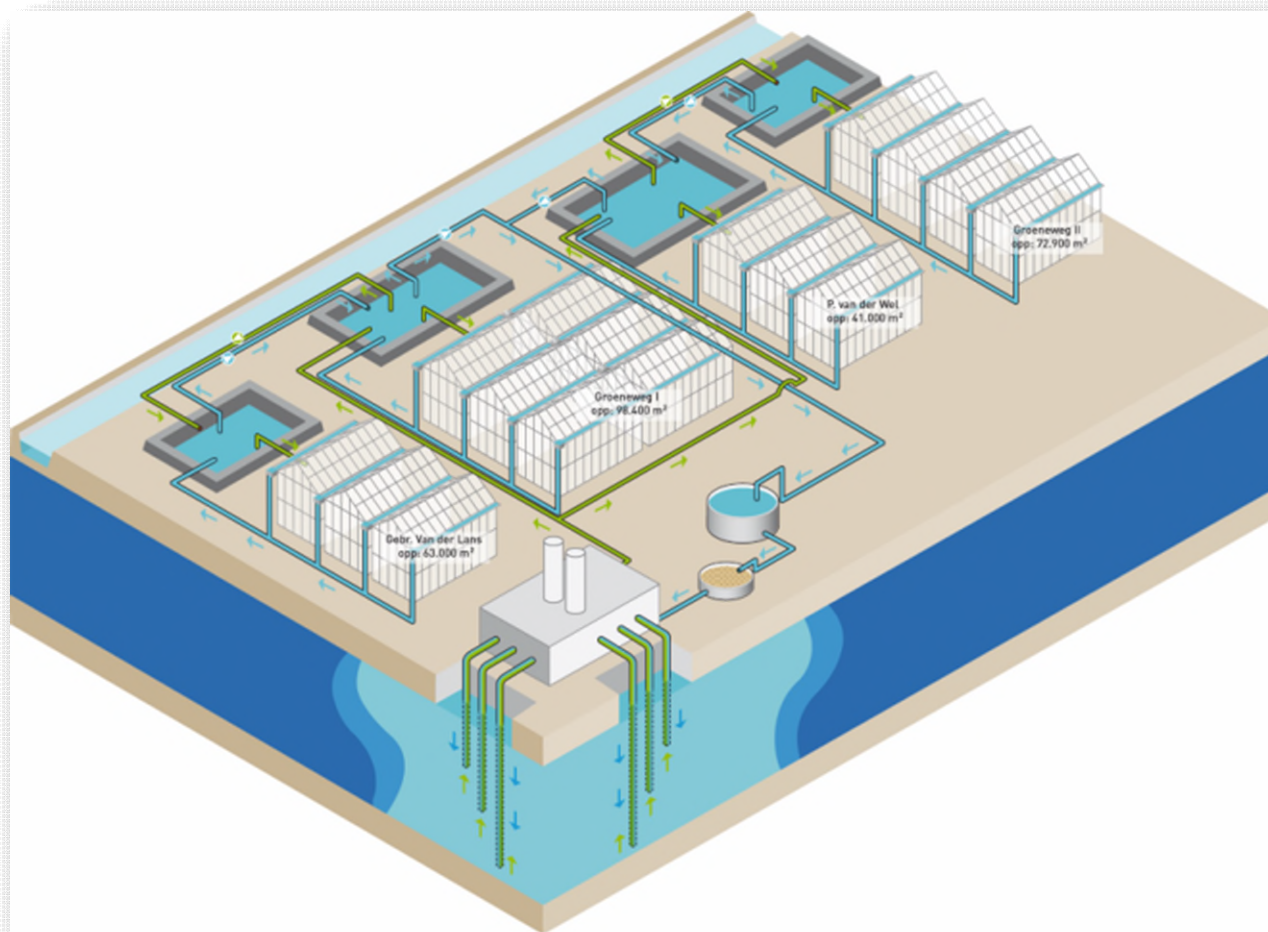


Multiple partially penetrating wells (MPPW)



ASR voor kassenteelt

De nieuwe standaard voor irrigatiewater voorziening in brakke gebieden



Van der Goes Orchids

2 hectare kassen

Prominent Tomatoes

30 hectare kassen

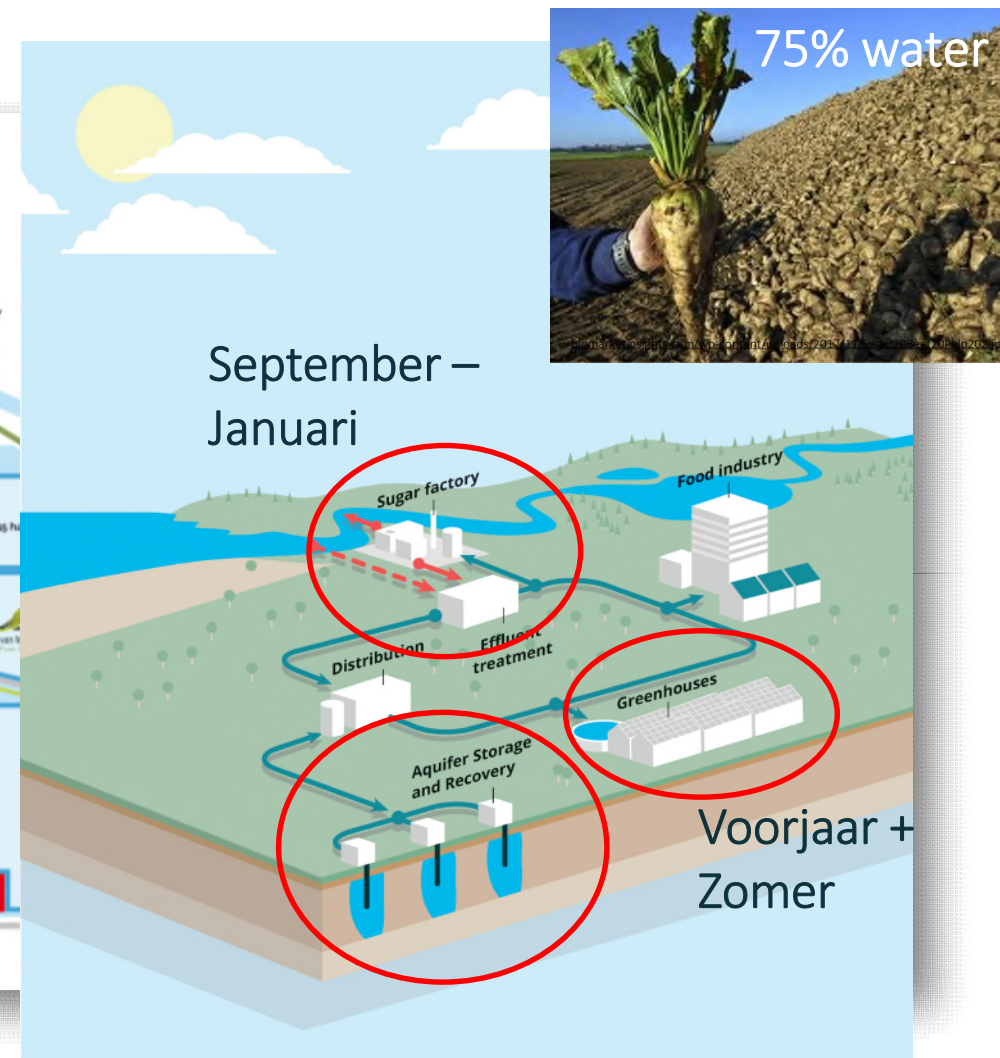
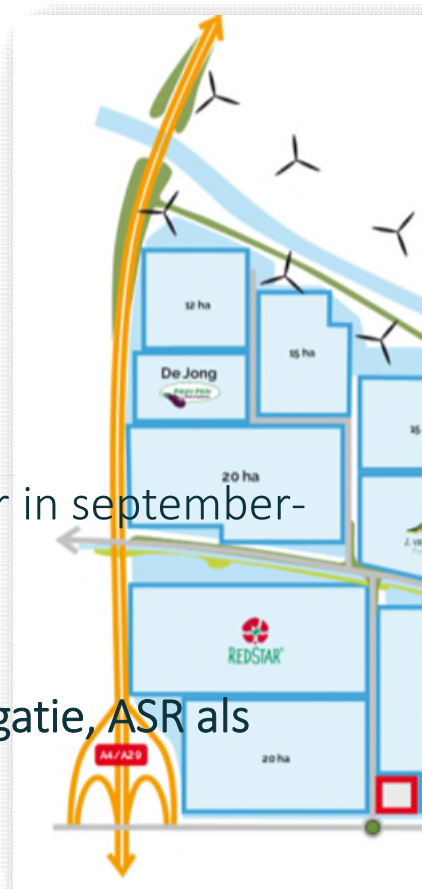
Glasparel+

250 hectare kassen

ASR in combinatie met hergebruik van restwater

Tomaten groeien op restwater suikerbieten

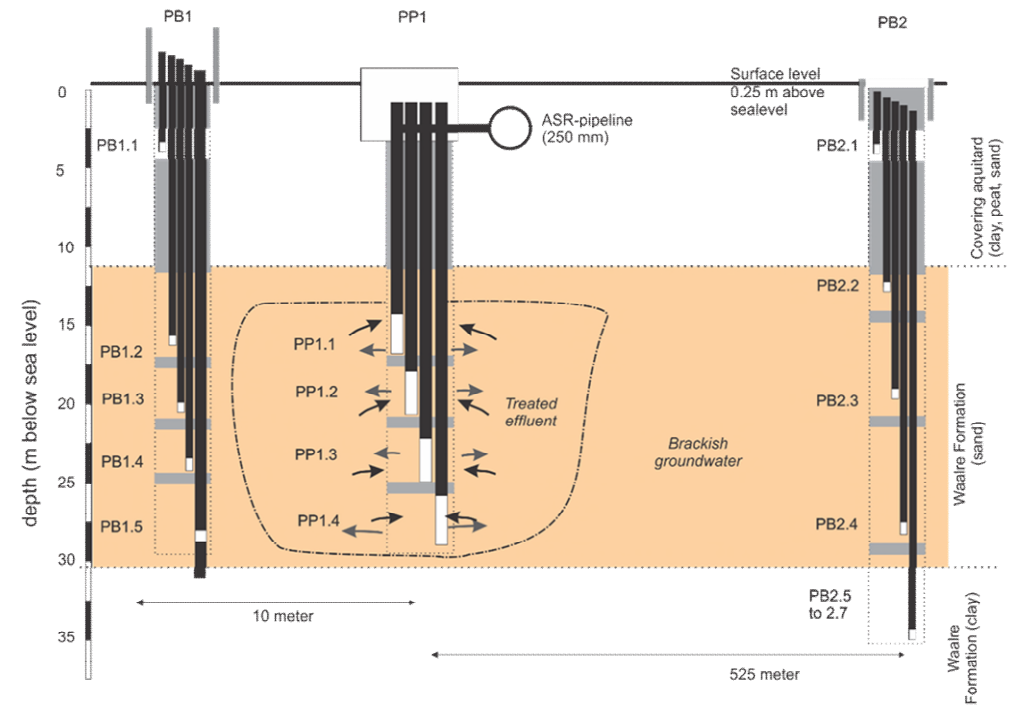
- Nieuw Prinsenland:
260 ha of moderne kassen
 - Brak grond- en oppervlaktewater
 - Vraag naar irrigatiewater >> beschikbaar regenwater
 - Suikerfabriek met restwater beschikbaar in september-januari
- Hergebruik gezuiverd restwater voor irrigatie, ASR als overbrugging tussen aanbod en vraag



ASR in combinatie met hergebruik van restwater

Tomaten groeien op restwater suikerbieten

- 8 ASR-Coastal bronnen
- Infiltratie: 60 m³/uur
- Terugwinning: 200 m³/uur
- Efficiëntie: ~ 90%



Zuivering voorafgaand aan infiltratie:
Omgekeerde osmose + ultrafiltratie

ASR in combinatie met hergebruik van restwater

Tomaten groeien op restwater suikerbieten

- 300,000 m³/jaar geleverd door ASR
- Uitkomst in periodes van droogte
- Economisch aantrekkelijk: 0.51 €/m³ (CAPEX+OPEX)
- Goedkoper dan bovengrondse opslag: 1.06 – 3.09 €/m³
- Vergelijkbaar met drinkwater: 0.43 – 0.90 €/m³
- Kwaliteit sluit beter aan en geen extra druk op de drinkwatervoorziening in de regio
- Staat of valt bij organisatie!

Zomer 2018:

BN DeStem Regio Algemeen Sport Video Koken & Eten [Abonneren](#) [Inloggen](#)

Bergen op Zoom Breda Etten-Leur Moerdijk Oosterhout Roosendaal Brabant Zeeland

Agrariërs blij met water uit ondergrondse berging op Agro en Food Cluster

De ondergrondse waterberging op het Agro en Food Cluster (AFC) Nieuw Prinsenland in Dinteloord is de redding voor de glastuinbouw. Daar zit nog water voor hooguit een maand.

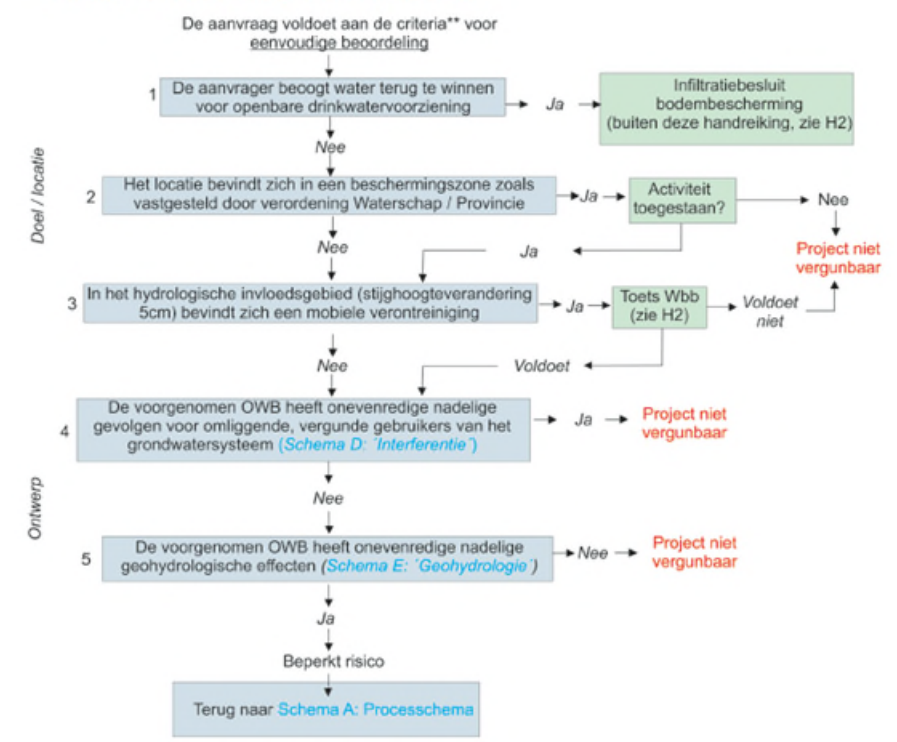
Timo van de Kastelee 08-08-18, 12:23

Handvatten voor regulering ASR

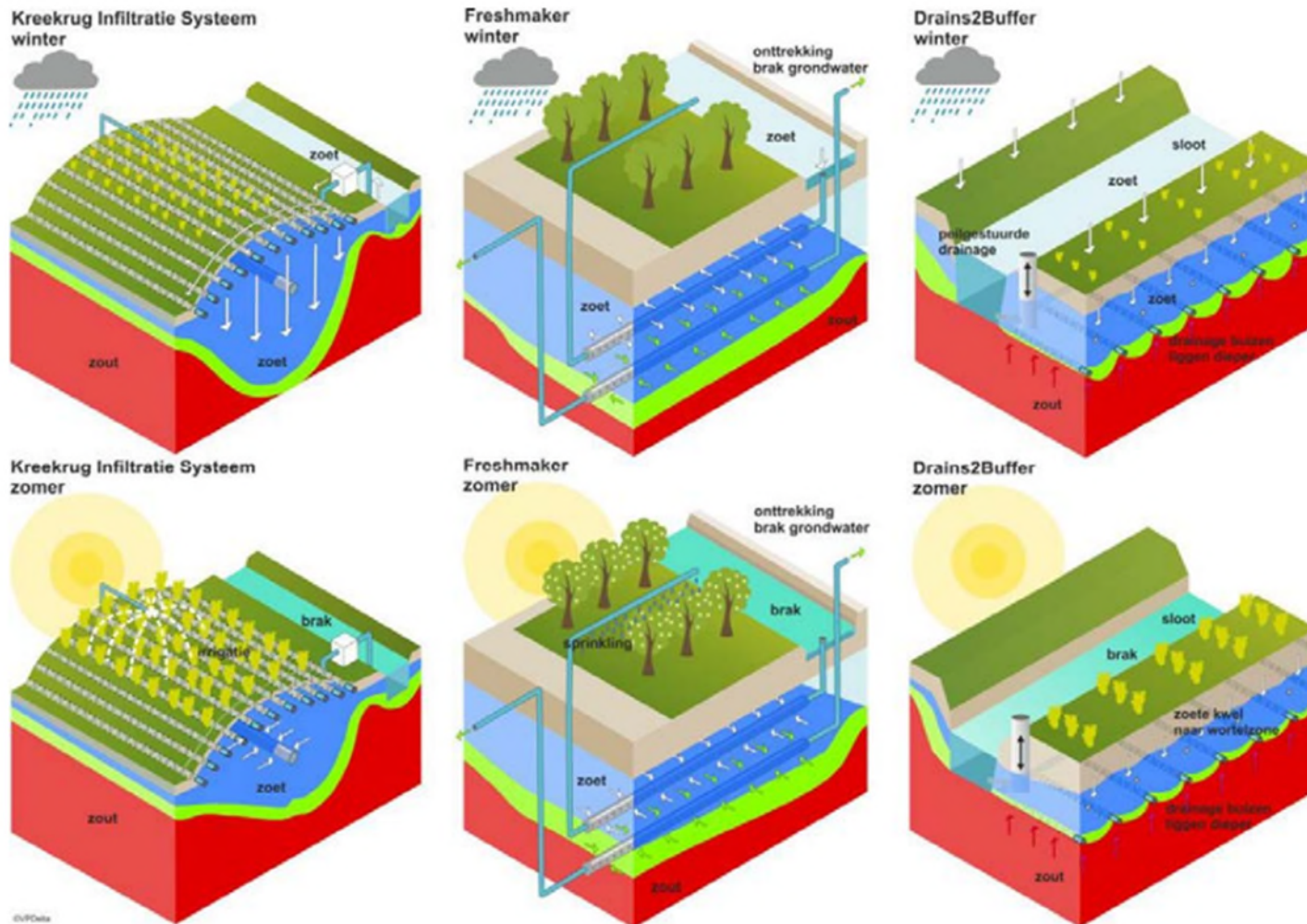


STOWA 2015-35 TECHNISCH-JURIDISCHE HANDREIKING RISICOBEOORDELING 'ONDERGRONDSE WATERBERGING'

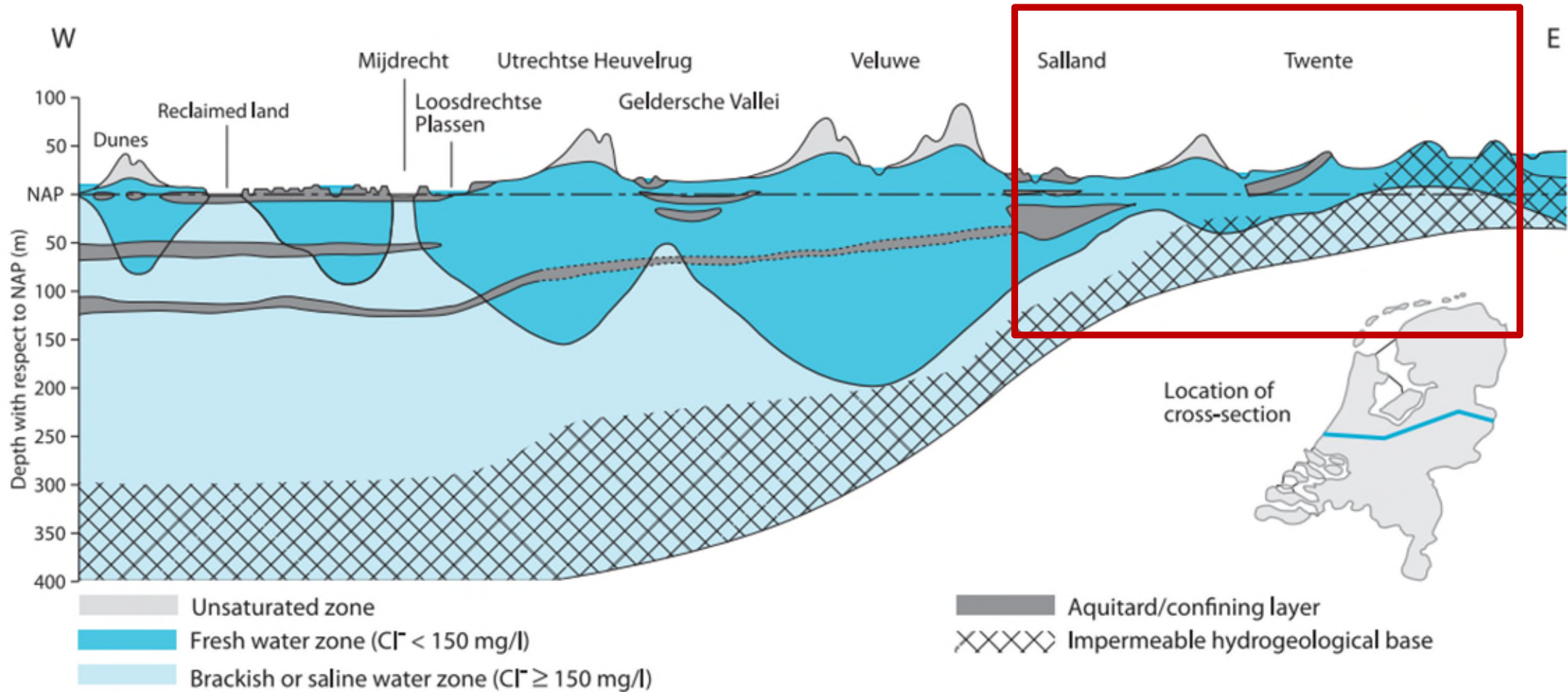
Schema B: Beoordeling 'locatie, effecten'



Ook freatisch in kreekkruggen



Werken aan klimaatrobuuste stroomgebieden

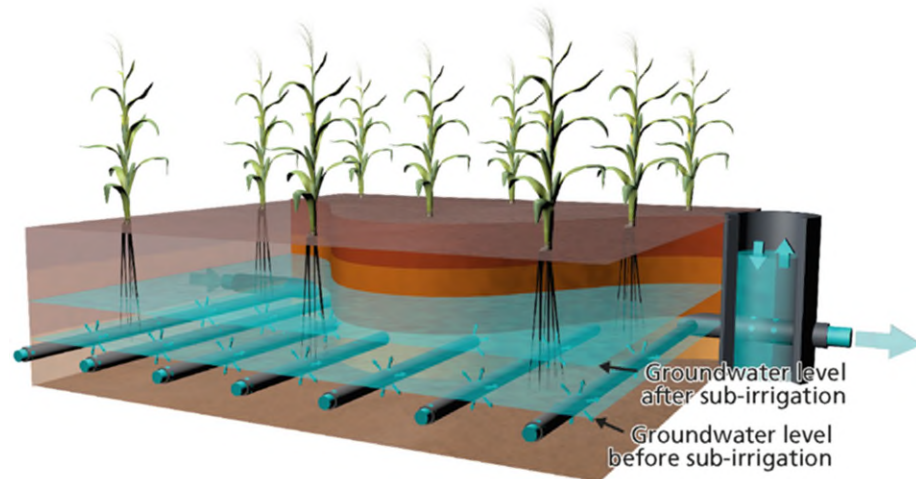


Werken aan klimaatrobuuste stroomgebieden

Regelbare drainage en subirrigatie

Adagium:

- Drainage: alleen als nodig
- Vasthouden en aanvullen waar en wanneer mogelijk



www.stowa.nl/lumbricus

Werken aan klimaatrobuuste stroomgebieden

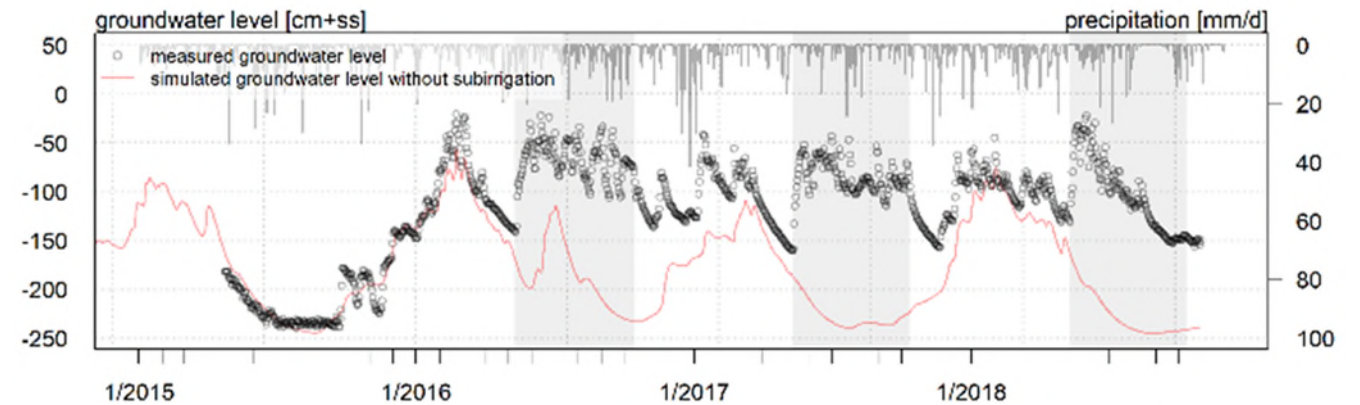
Regelbare drainage en subirrigatie

Doelen:

- Verbeteren vochtvoorziening landbouwgewassen
- Efficiënte manier van watervoorziening
- Verlagen druk op grondwater

Kennisvragen:

- Effecten op waterbalanscomponenten
- Effecten op grondwaterstanden
- Effecten op waterkwaliteit
- Operationele vragen



Effect subirrigatie op grondwaterstand proefveld Van Dijk

Veldproeven sub-irrigatie zandgronden

Stegeren (Ov)



Bron: oppervlaktewater

Lieshout / Bavaria (NB)



Bron: IAZI effluent

Haaksbergen (Ov)



Bron: RWZI effluent

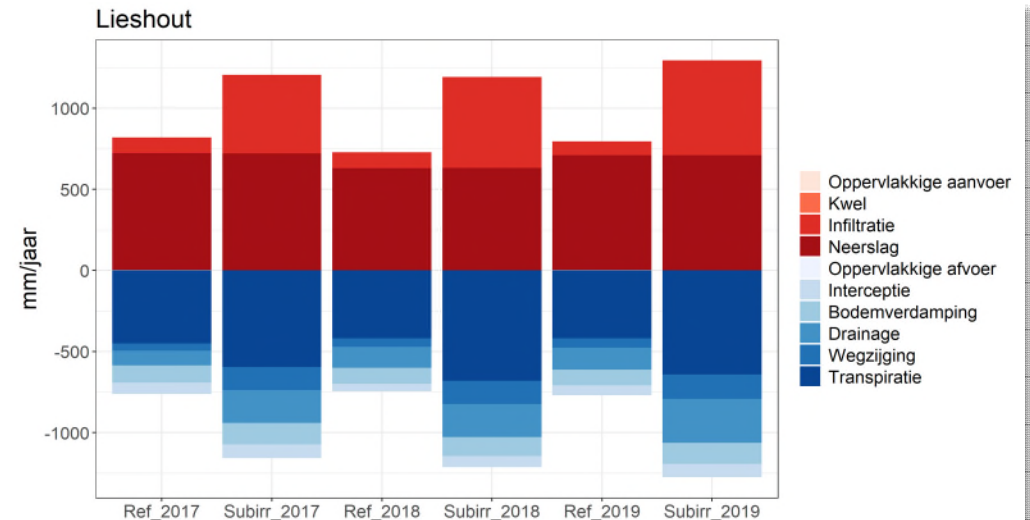
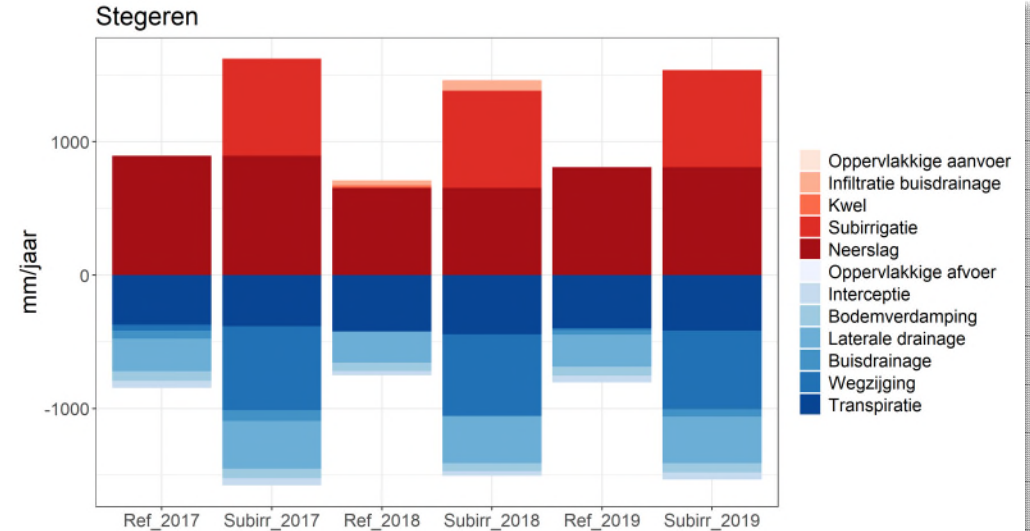
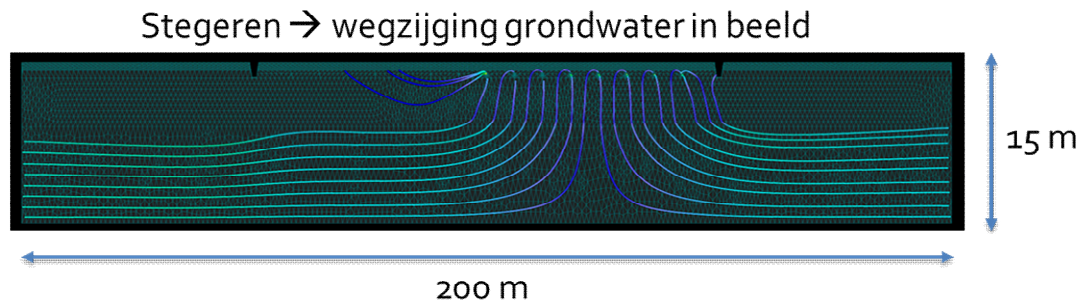
America (L)



Bron: grondwater

Effecten subirrigatie op de waterbalans

- Gemiddelde aanvoer 500 mm/jr
- Variatie tussen droge en natte jaren
- Locatiespecifieke eigenschappen sterk bepalend voor balans



Vochtvoorziening en gewasproductie

Voorbeelden Haaksbergen en America



KAD - Haaksbergen - Sentinel-2 NDVI 6-8-2018

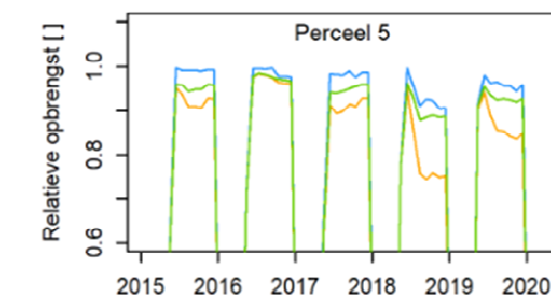
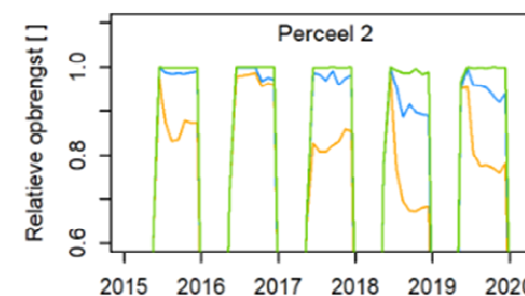
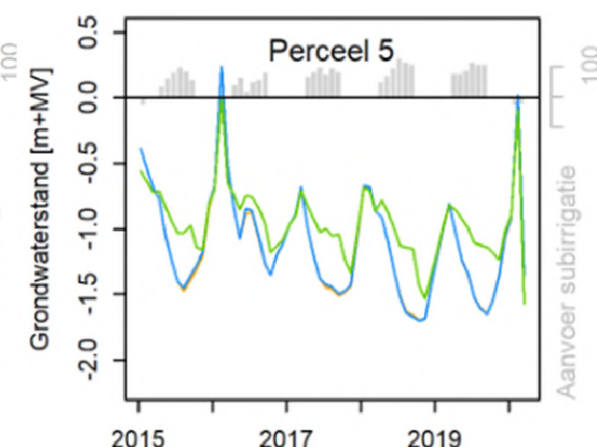
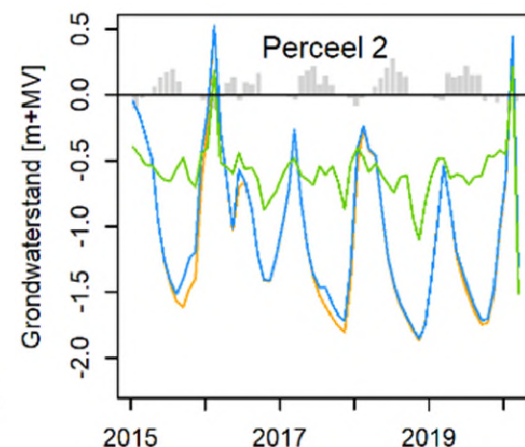
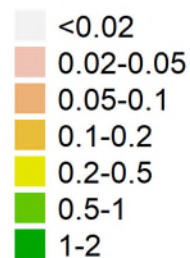
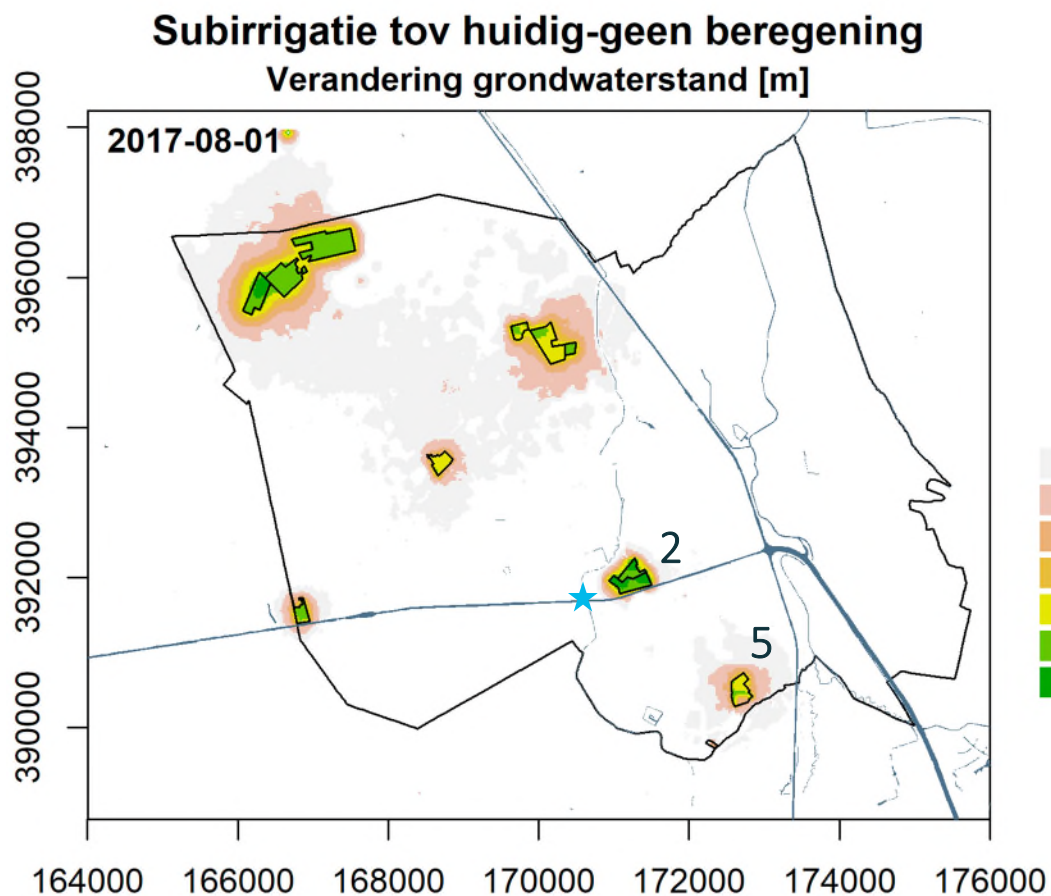
Agrarier René Asbreuk - Haaksbergen: 'altijd de meeste opbrengst in kg d.s./ha'



Graslandperceel America 24-06-2017

Effect op de grondwaterstanden subirrigatie

Grote verschillen per perceel: voorbeeld Bavaria Lieshout

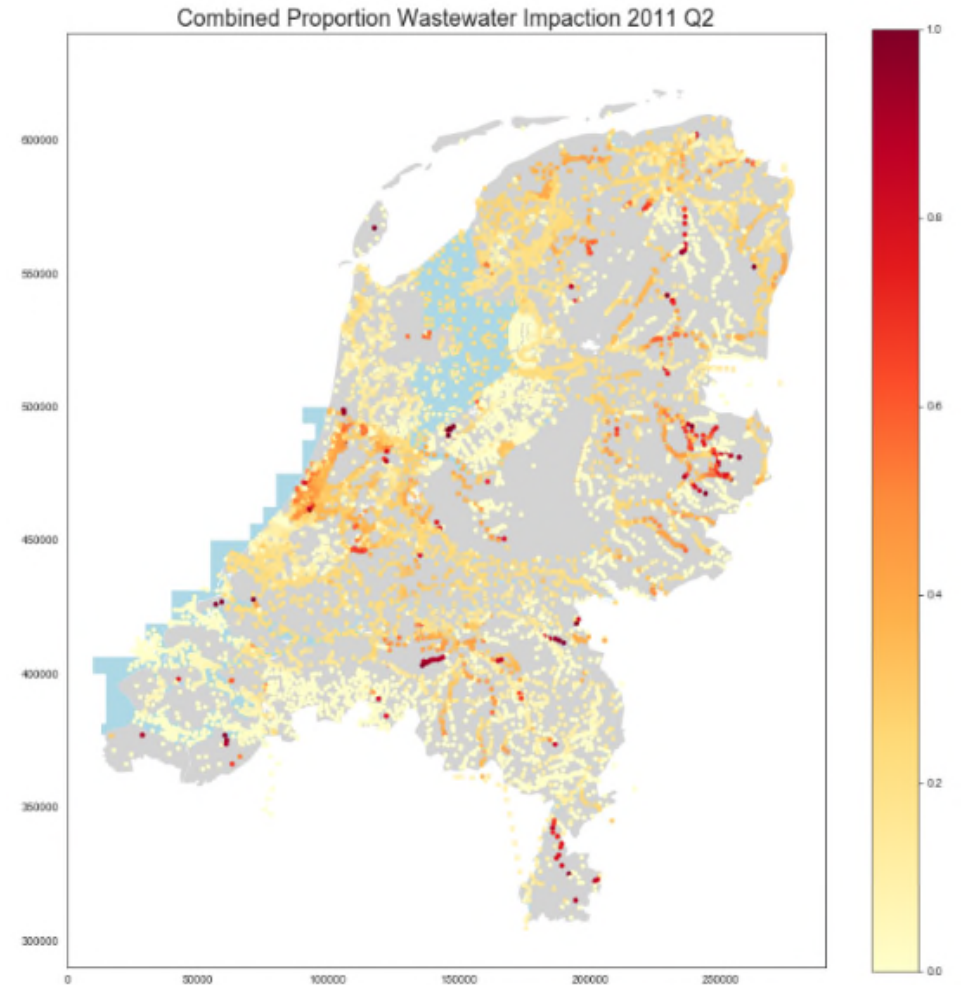


- Geen beregning
- Met beregning
- Subirrigatie

Maar wat infiltreer je eigenlijk?
Waterkwaliteit is van groot belang!



Dingemans, M., Bartholomeus, R., Medema, G., 2018. Evaluation of the proposed EU regulation on minimum requirements for water reuse for irrigation. KWR 2018.075.

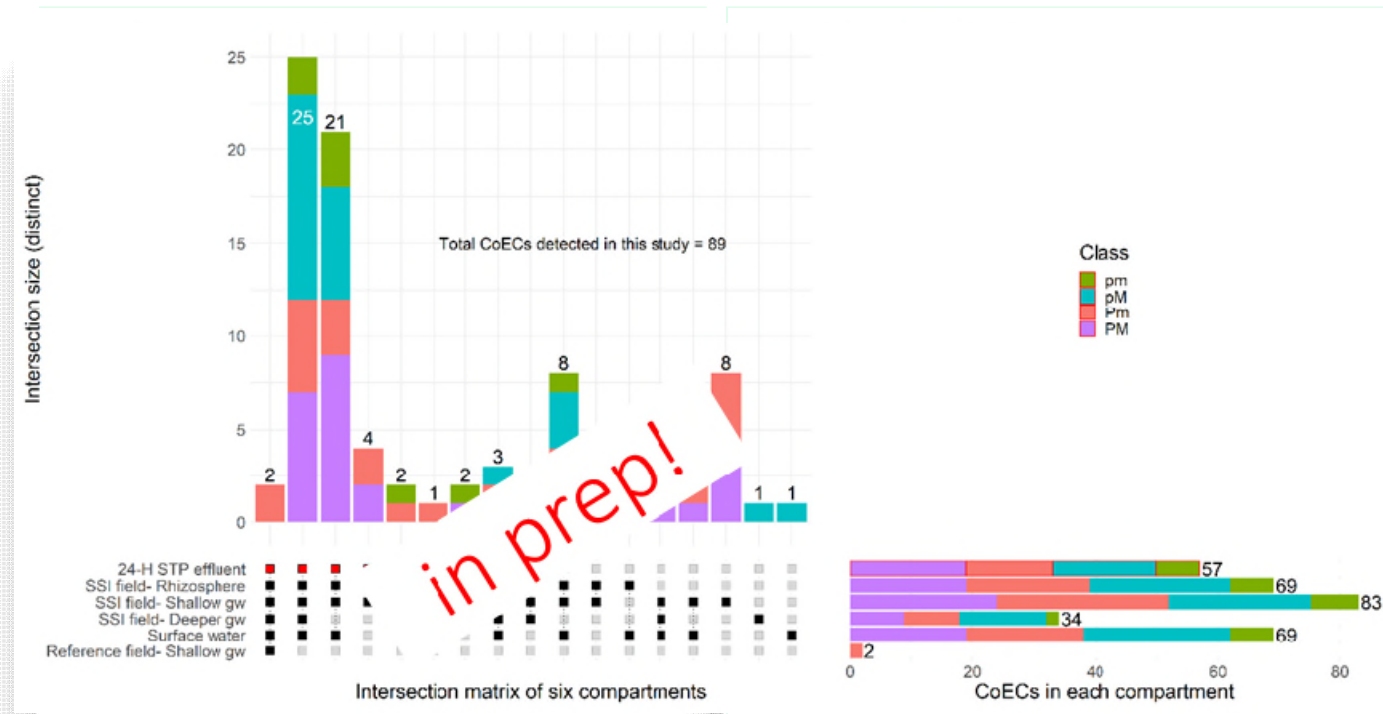


Beard et al., Sustainability, 2019

Waterkwaliteit bij subirrigatie

Casus Haaksbergen: focus op verspreiding microverontreinigingen

library.kwrwater.nl, zoek op “Haaksbergen”



Narain et al. *in prep.*

Bestuurlijk juridisch kader tav kwaliteit grondwater bij infiltratie/aanvulling behoeft verbetering

- Onduidelijkheid over toetsingskader bij bevoegd gezag / vergunningverleners
 - Infiltratiebesluit of bijlage 1 Circulaire bodemsanering 2013 (i.e. achtergrondconcentraties)?
 - Bieden deze verouderde sets normen wel voldoende bescherming?
 - Aanvullende eisen (zoals bronwaarden Vitens?)
 - Of zijn ze juist te streng in sommige gevallen?
- Maatwerk?
 - Ruimtelijk verspreidingsrisico
 - Denk ook om de lange termijn risico's
 - Geen schade aan andere functies (drinkwater/natuur)
 - V.b. Scheldestromen kreekruginfiltratie



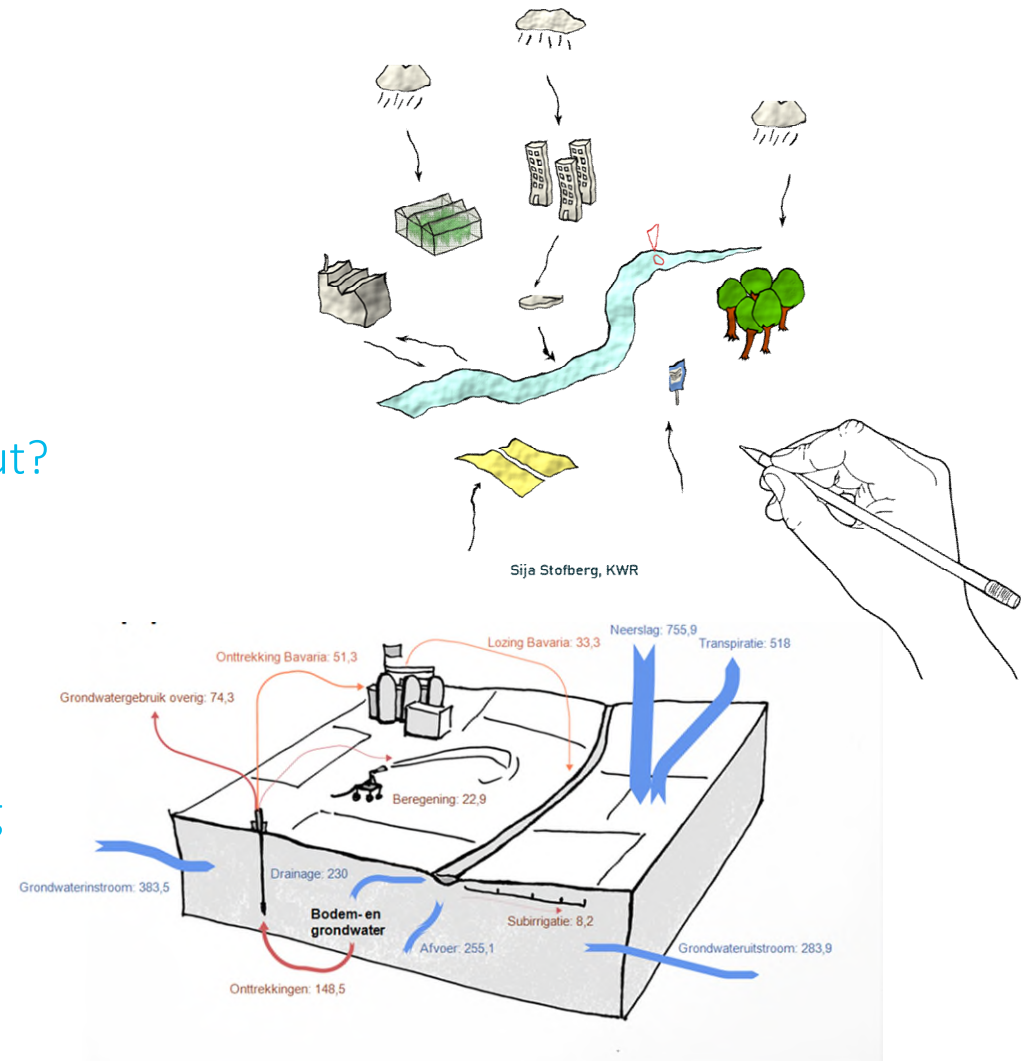
Watersysteendenken en modelleren

Doorwerking, opbrengsten en risico's van maatregelen

- Waterkwantiteit – waterkwaliteit – stakeholders – governance – beleid
- Denk integraal, beschouw het hele watersysteem!

Suggesties voor onderzoek/nadere uitwerking:

- Waar heeft grondwateraanvulling/infiltratie het meeste nut?
- Waar komt restwater beschikbaar en waar/hoe is dat inzetbaar (verminderen druk grondwater/drinkwater)
- Welke minimale infiltratiewaterkwaliteit waar in het landschap? >> welke eisen aan zuivering
- Technisch-juridische handreiking voor infiltratie/aanvulling op de zandgronden





Colofon

KWR | April 2022 | DC 2022.008

Dit onderzoek is onderdeel van het collectieve Bedrijfstakonderzoek van KWR, de waterbedrijven en Vewin.

Opdrachtnummer

402045/226, BTO Kennisdeling

Projectmanager

Jolijn van Engelenburg

Kwaliteitsborgers

Niels Hartog, Ruud Bartholomeus

Auteur(s)

Gijsbert Cirkel, Ruud Bartholomeus, Teun van Dooren, Sija Stofberg, Klaasjan Raat, Janine de Wit, Marjolein van Huijgevoort, Esther Brakkee, Niels Hartog (KWR), Gé van den Eertwegh (KnowH2O)

Trefwoorden

Grondwateraanvulling, ondergrondse waterberging, zoetwatervoorziening, waterhergebruik

Verzonden aan

Dit rapport verspreid onder deelnemers van het collectieve Bedrijfstakonderzoek van KWR, de waterbedrijven en Vewin. Dit rapport is openbaar.



Groningehaven 7
3433 PE Nieuwegein
The Netherlands

T +31 (0)30 60 69 511

E info@kwrwater.nl

I www.kwrwater.nl



@KWR_Water



KWR



KWR_Water



Gijsbert Cirkel

Gijsbert.cirkel@kwrwater.nl

+31 6 20614497



Klaasjan Raat

Klaasjan.raat@kwrwater.nl

+31 6 5319 0810



Ruud Bartholomeus

ruud.bartholomeus@kwrwater.nl

+316-50559337