



Utrecht University

Waterschaarste wereldwijd en droogte in Nederland

Marc F. P. Bierkens

knag[®] Onderwijsdag 2022

Met bijdragen van Inge de Graaf, Edwin Sutanudjaja, Rens van Beek, Yoshihide Wada, Niko Wanders

Zoals wij ons een rivier voorstellen



Zoals rivieren in vele delen van de wereld werkelijk zijn



Menselijke impact op de hydrologische kringloop



Reservoirs



Irrigatie



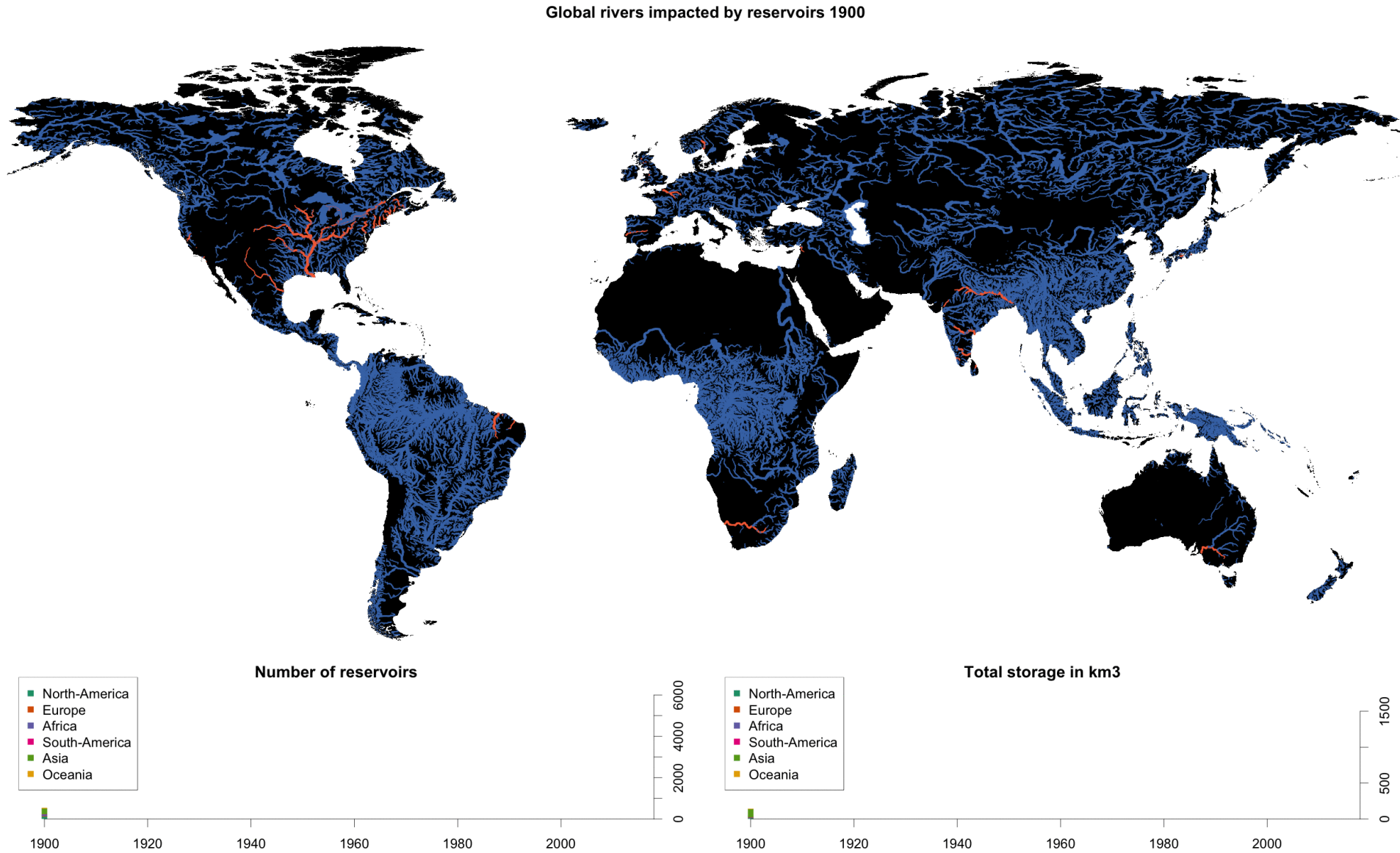
Industrieel watergebruik



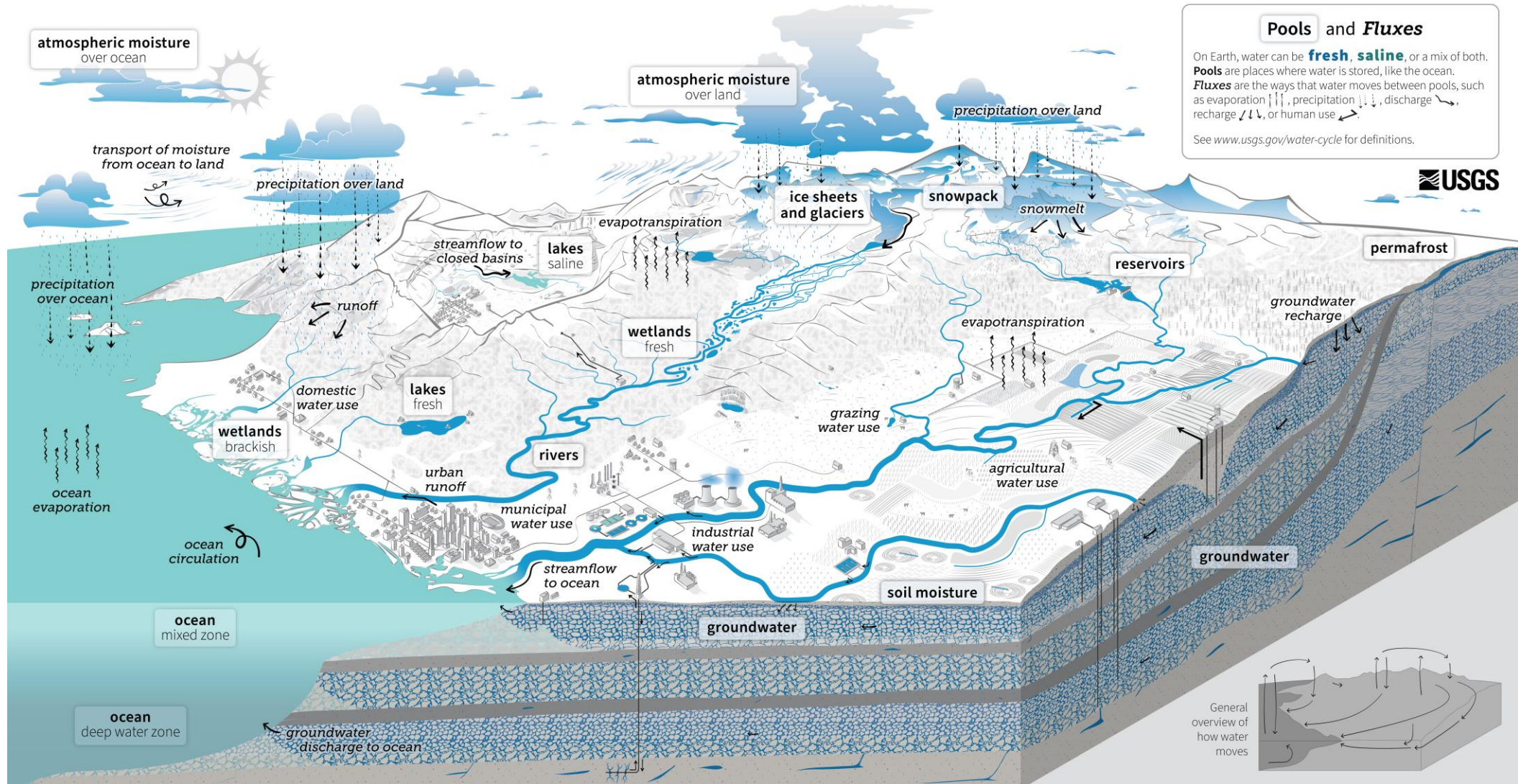
Water voor vee

Huishoudelijk watergebruik

Rivieren waarin stuwdammen zijn gebouwd



Een nieuwe infographic van de hydrologische kringloop

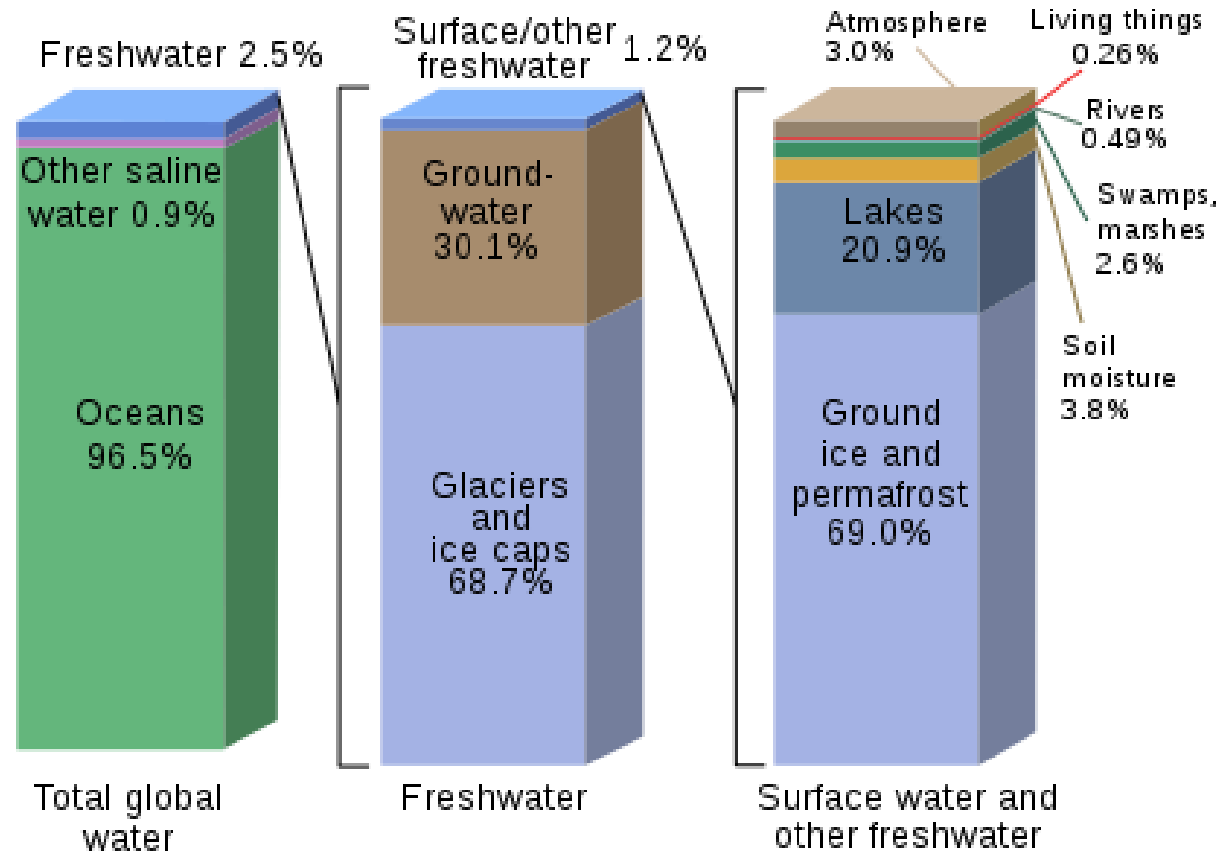


Hoeveel (zoet) water op Aarde?



Er is meer dan genoeg zoetwater op Aarde!

Where is Earth's Water?



Oceanen: 1340 miljoen km³

Gletsjers en ijskappen: 48 miljoen km³

Grondwater: 23 miljoen km³

- Zout: 12,5 miljoen km³

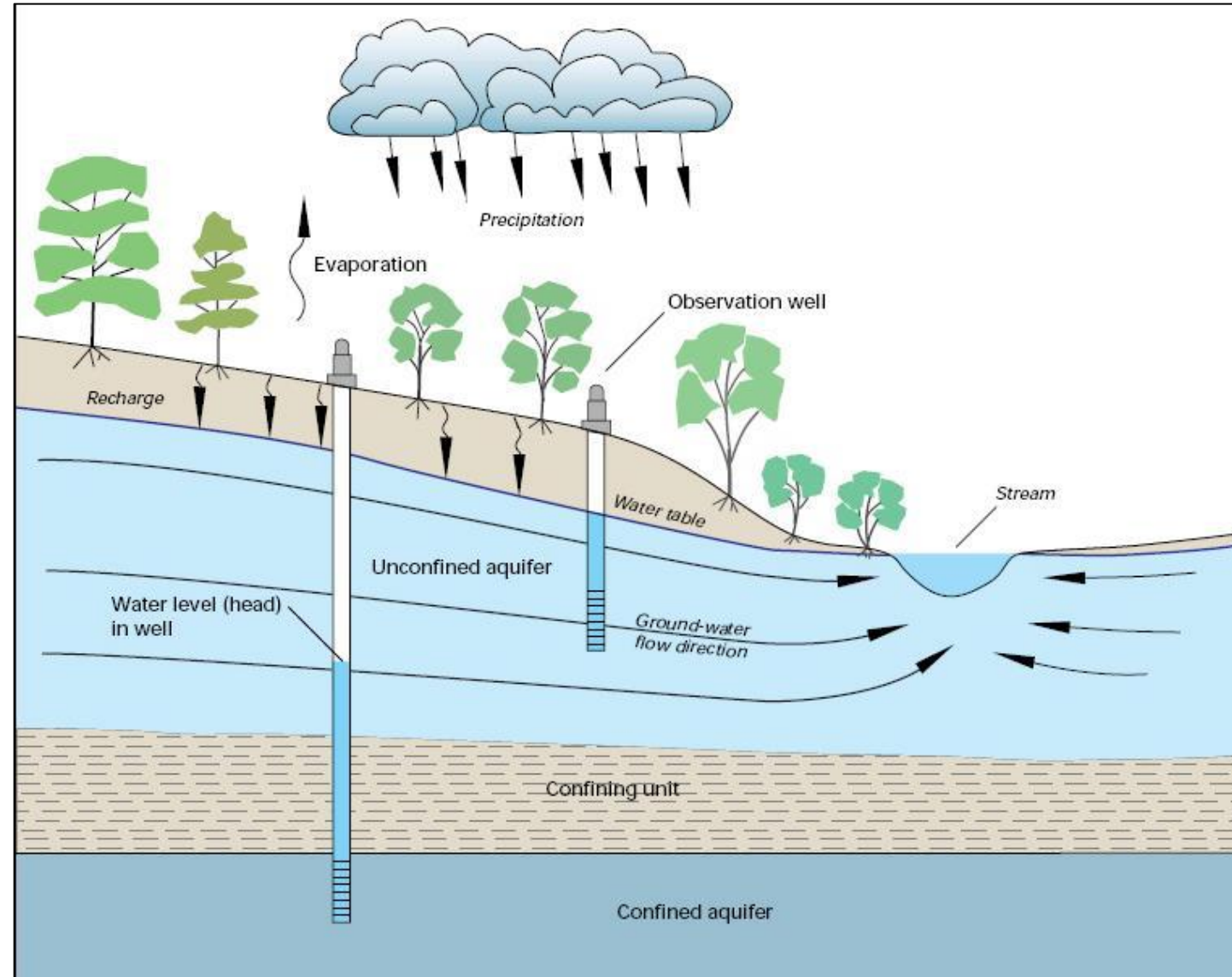
- Zoet: 10,5 miljoen km³

Oppervlaktewater: 0,09 miljoen km³

Schiklomanov (1993)

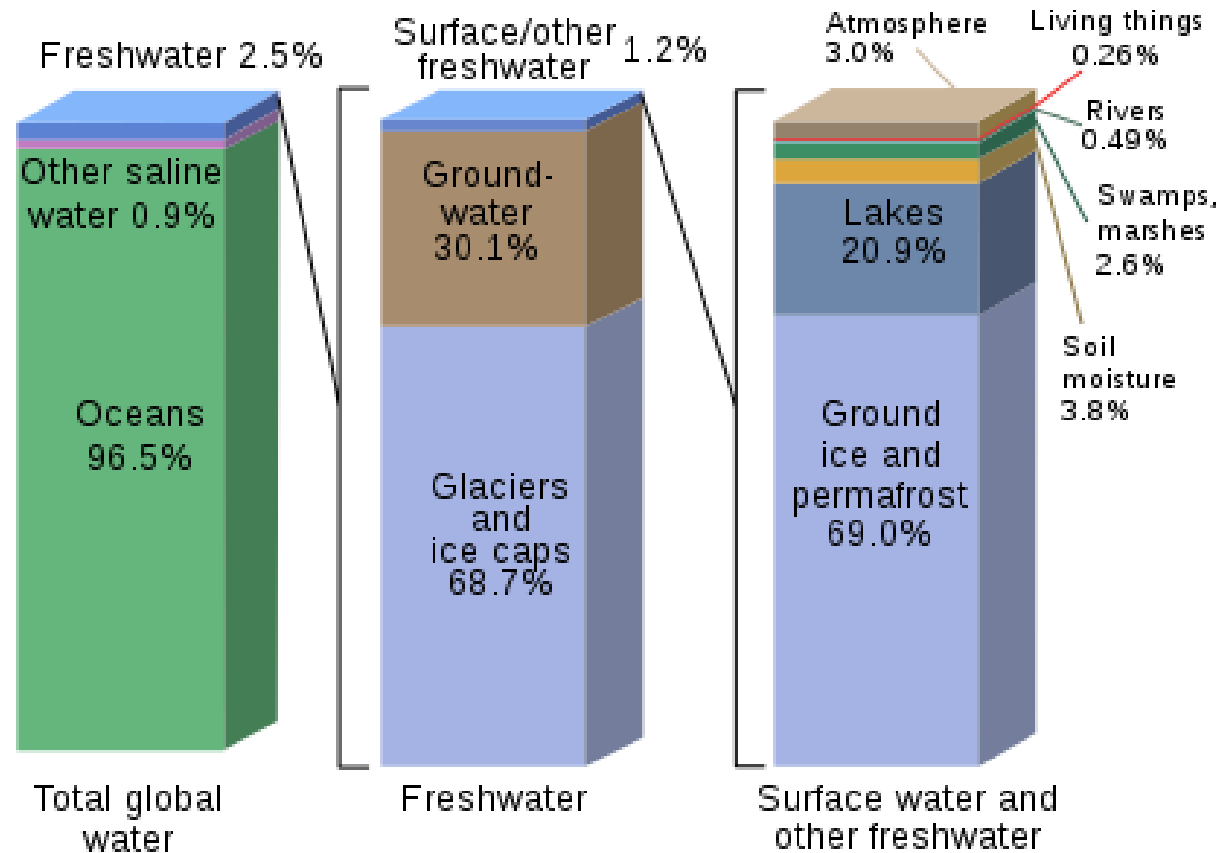
Genoeg om alle mensen op aarde meer dan 5000 jaar van water te voorzien!

Intermezzo: Wat is grondwater?



Er is meer dan genoeg zoetwater op Aarde!

Where is Earth's Water?



Genoeg zoet water om alle mensen op aarde meer dan 5000 jaar van water te voorzien!

Oceanen: 1340 miljoen km³

Gletsjers en ijskappen: 24 miljoen km³

Grondwater: 23 miljoen km³

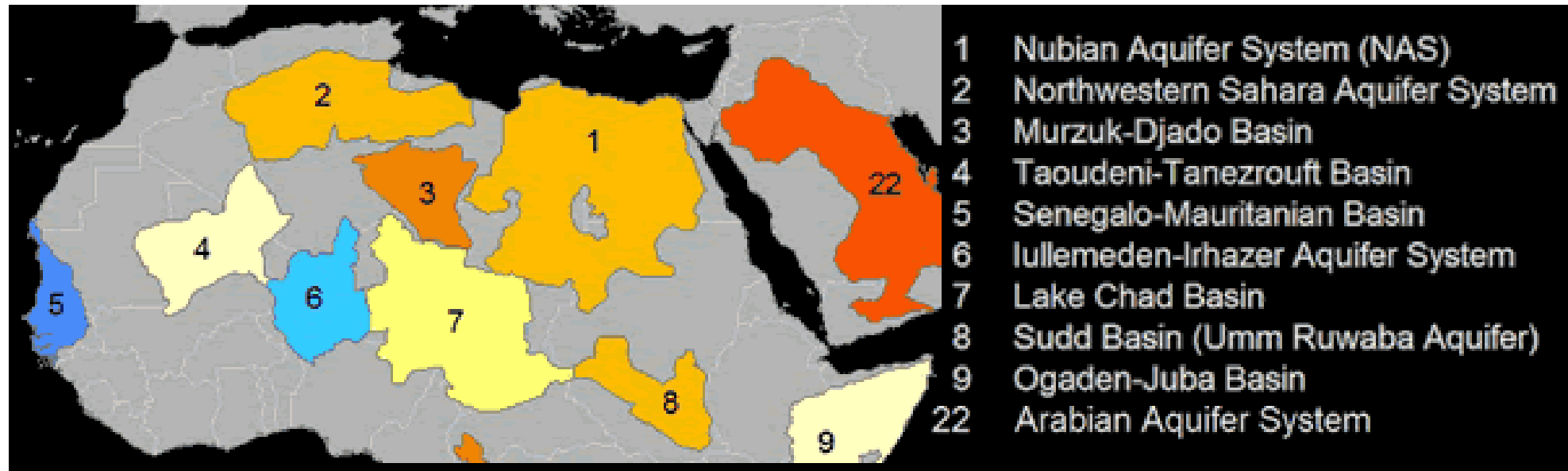
- Zout: 12,5 miljoen km³

- Zoet: 10,5 miljoen km³

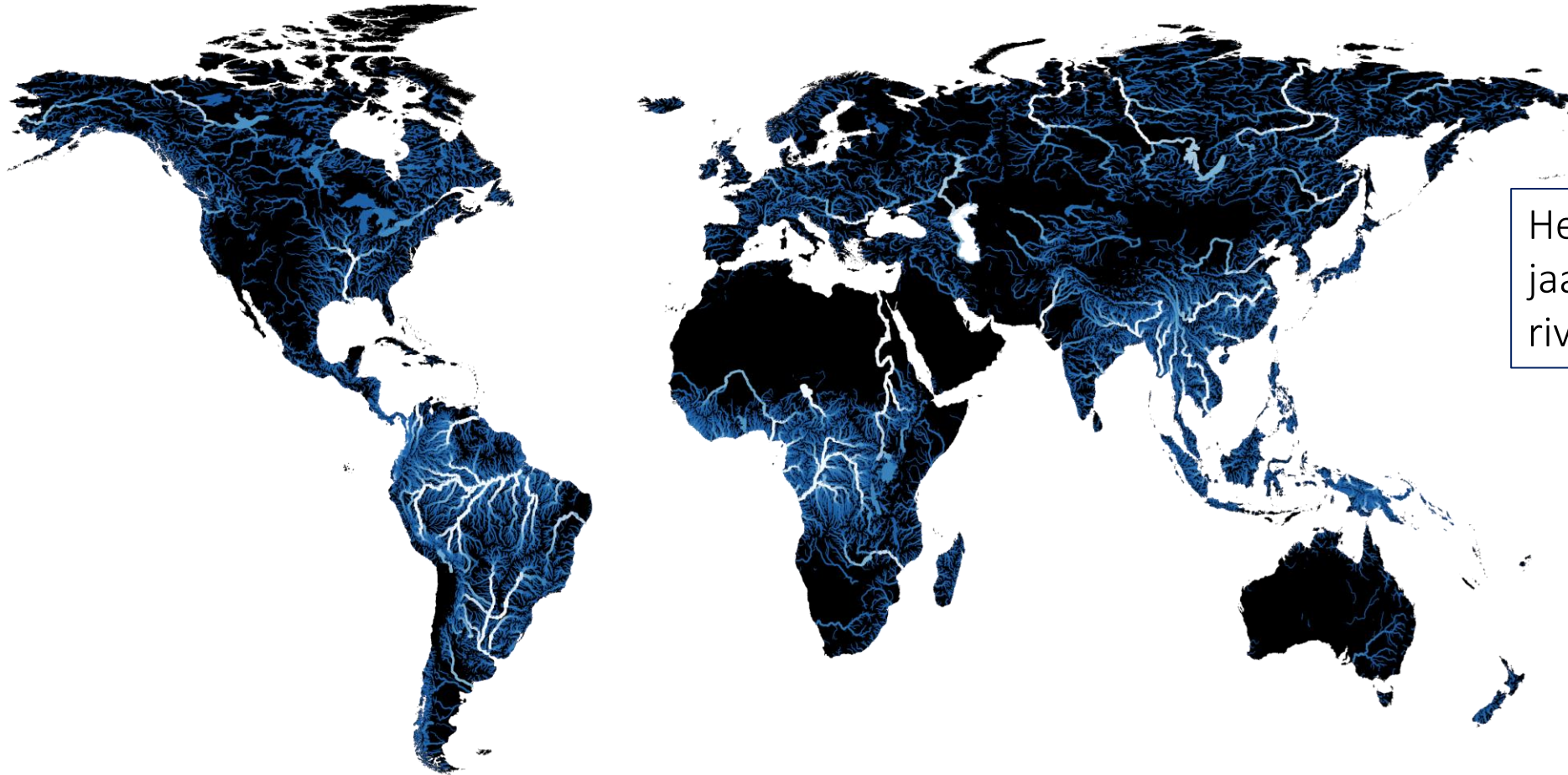
Oppervlaktewater: 0,09 miljoen km³

Dit is water op de bank! Maar deze tegoeden zijn bevroren!

Niet-hernieuwbaar grondwater



Belangrijk is echter *hernieuwbaar* water



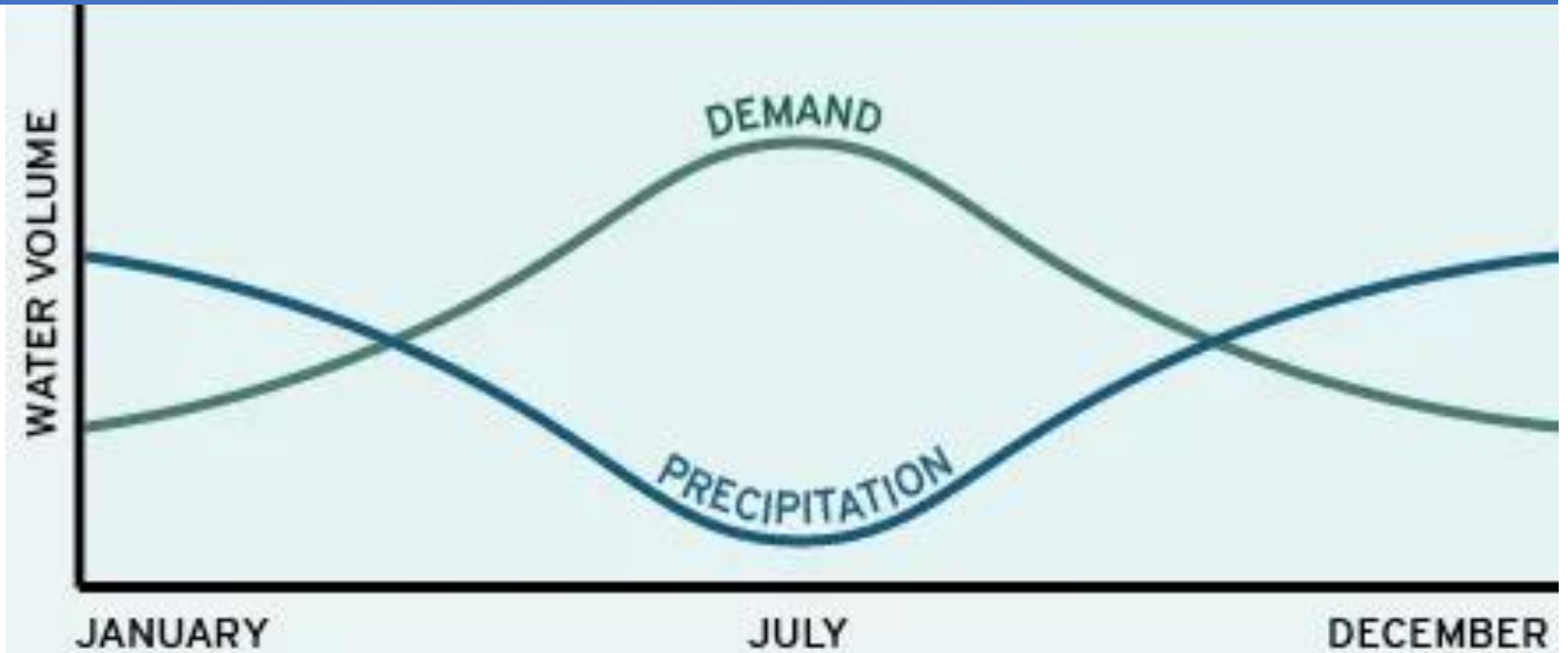
Het water dat
jaarlijks door de
rivieren stroomt

Wat krijgen we er elk jaar bij? Het jaarlijkse inkomen!

45000 km³ per jaar?
20 x de waterbehoefte

Hernieuwbaar water is ongelijk verdeeld over de wereld

Vraag naar en beschikbaarheid van water ongelijk verdeeld over het jaar

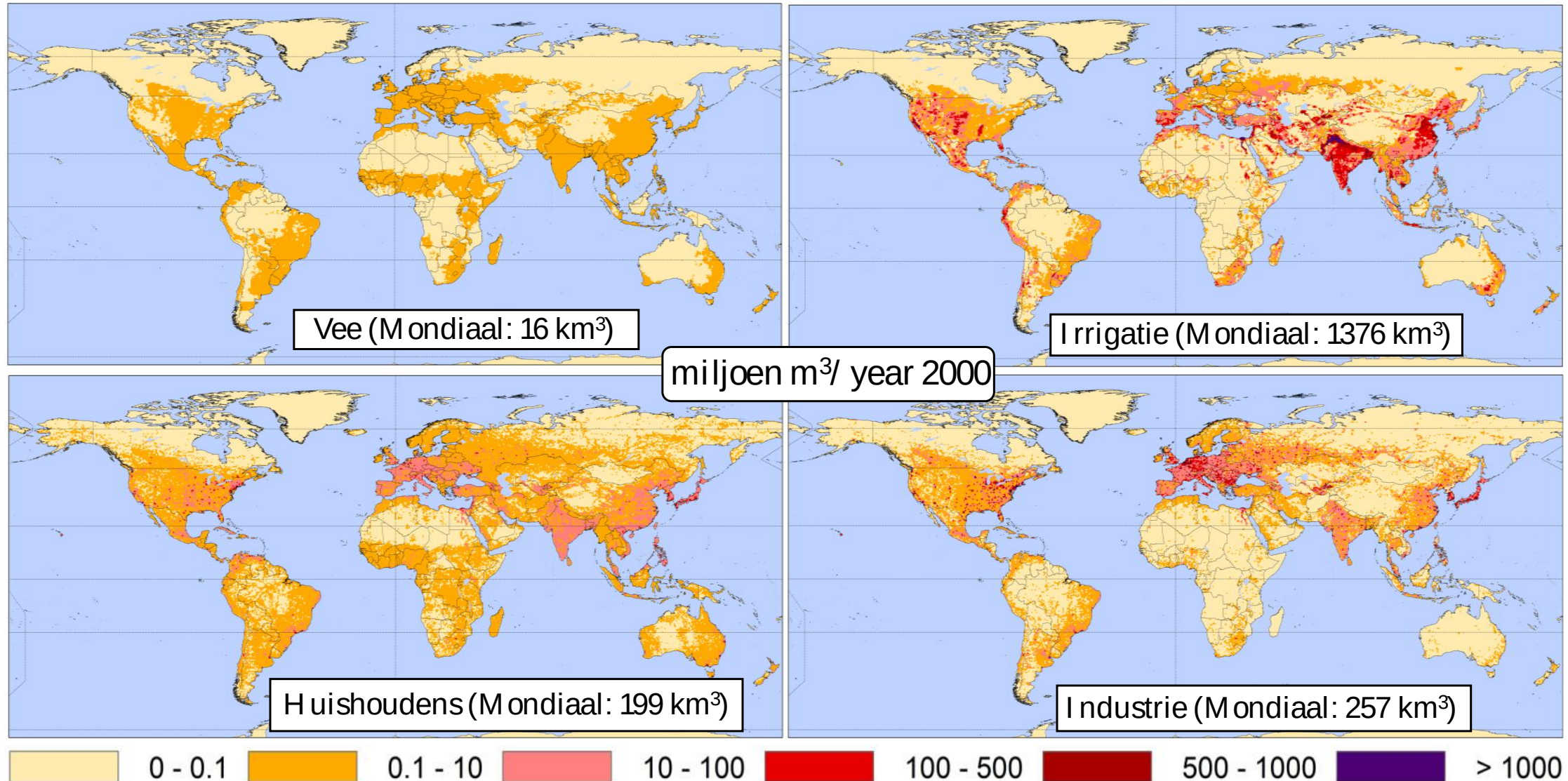


Het mondiale watergebruik (rond jaar 2000)

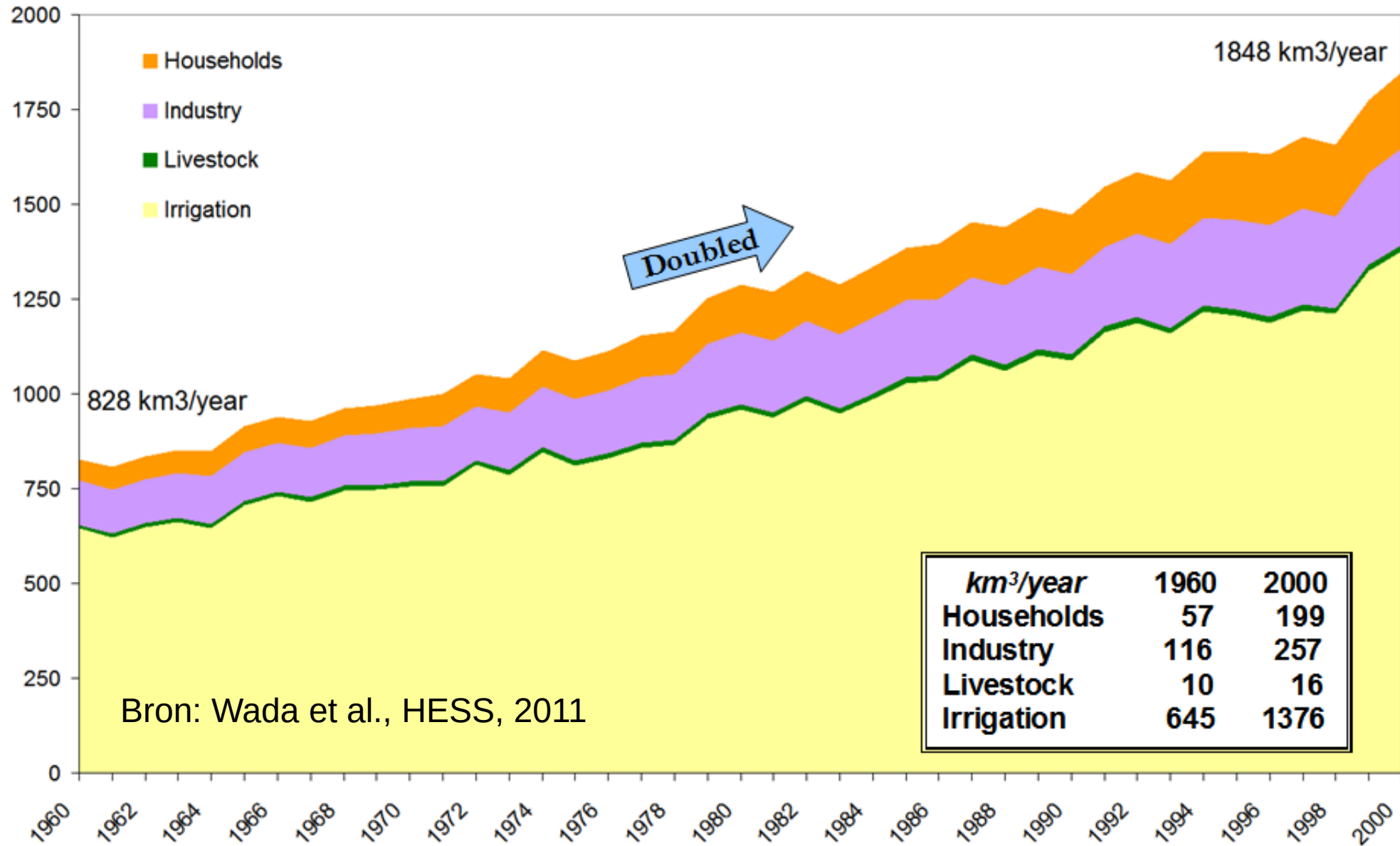
IJsselmeer
= 3.7 km³.



Bron: Wada et al., HESS, 2011



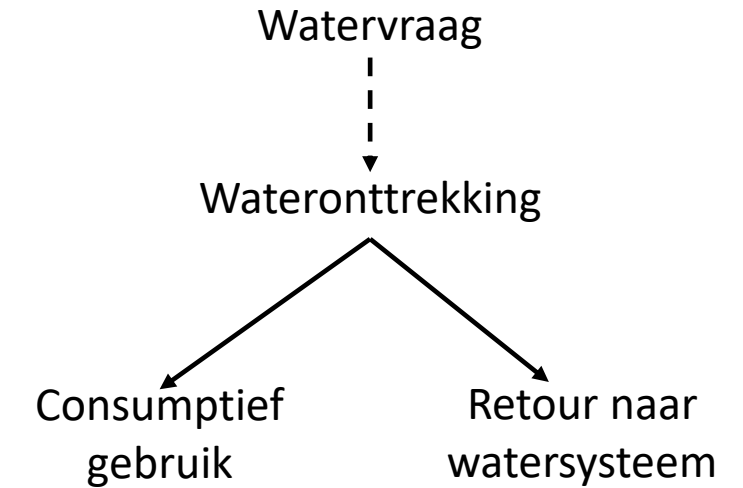
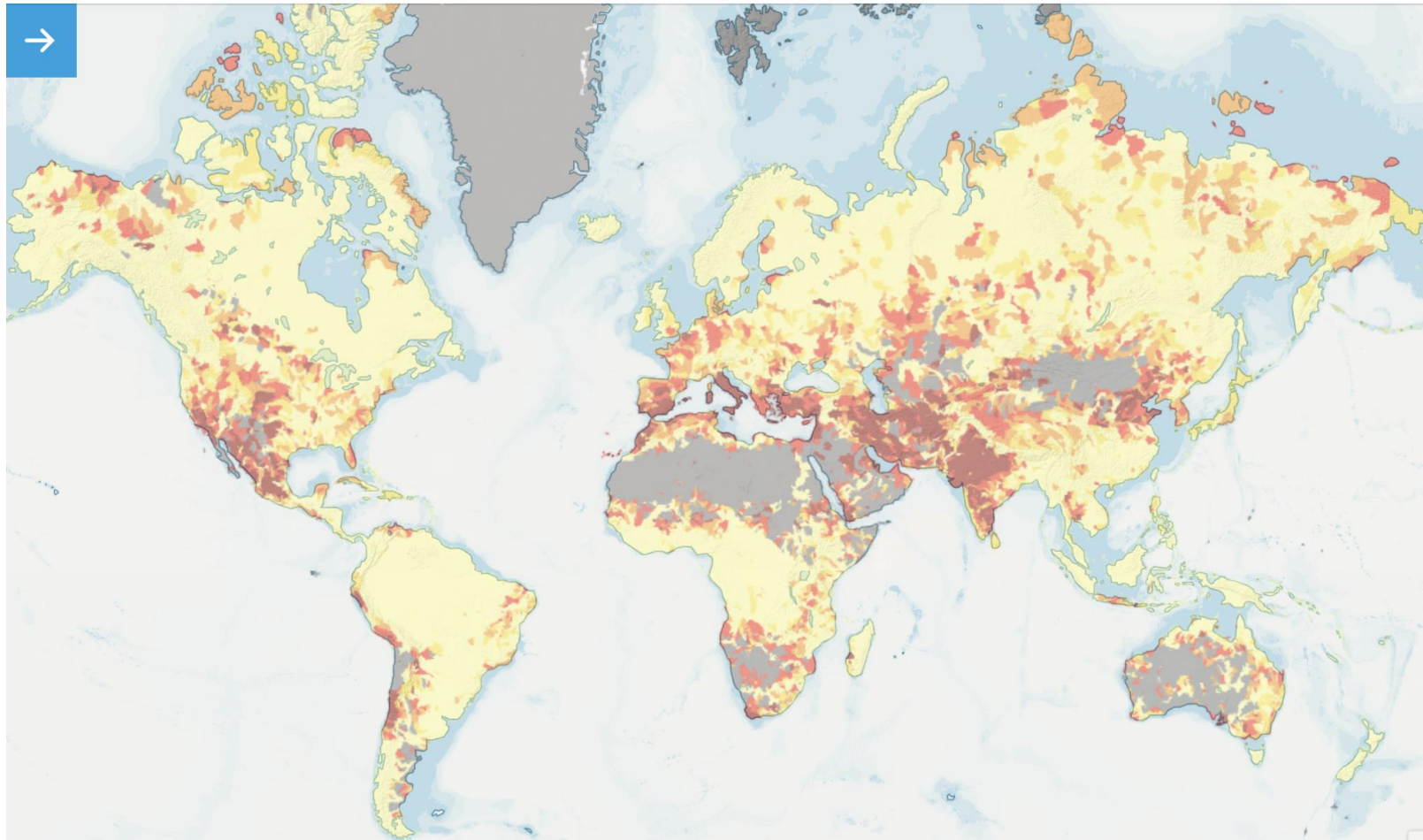
Toename van het mondiale watergebruik



Waterschaarste-index: Watervraag/waterbeschikbaarheid

 **AQUEDUCT** BETA WATER RISK ATLAS

[TOOLS](#) [BLOG](#) [PUBLICATIONS](#)



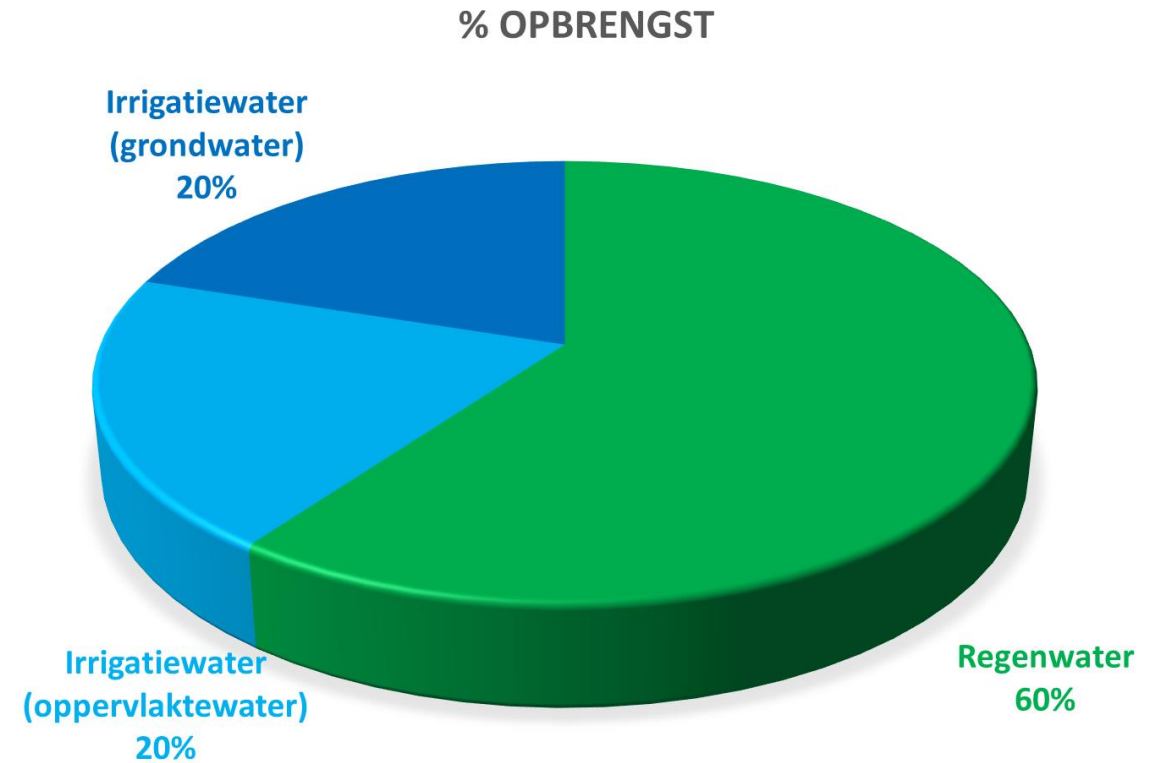
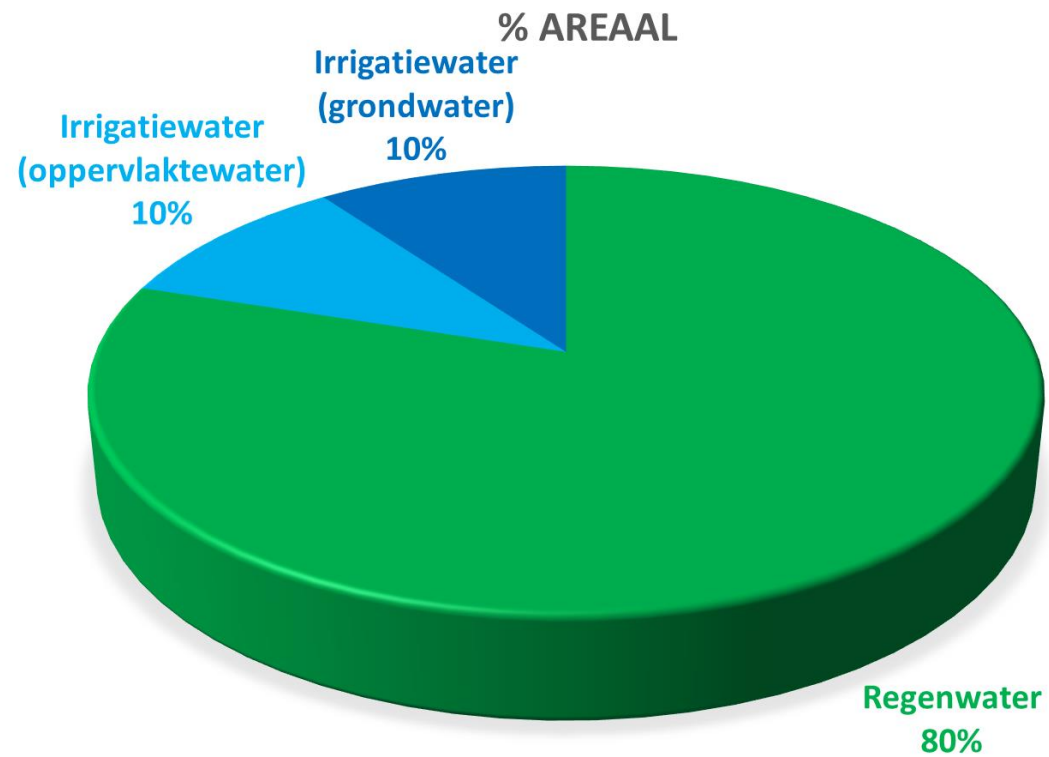
Water Stress

Low	Low-medium	Medium-high	High	Extremely high
(<10%)	(10-20%)	(20-40%)	(40-80%)	(>80%)

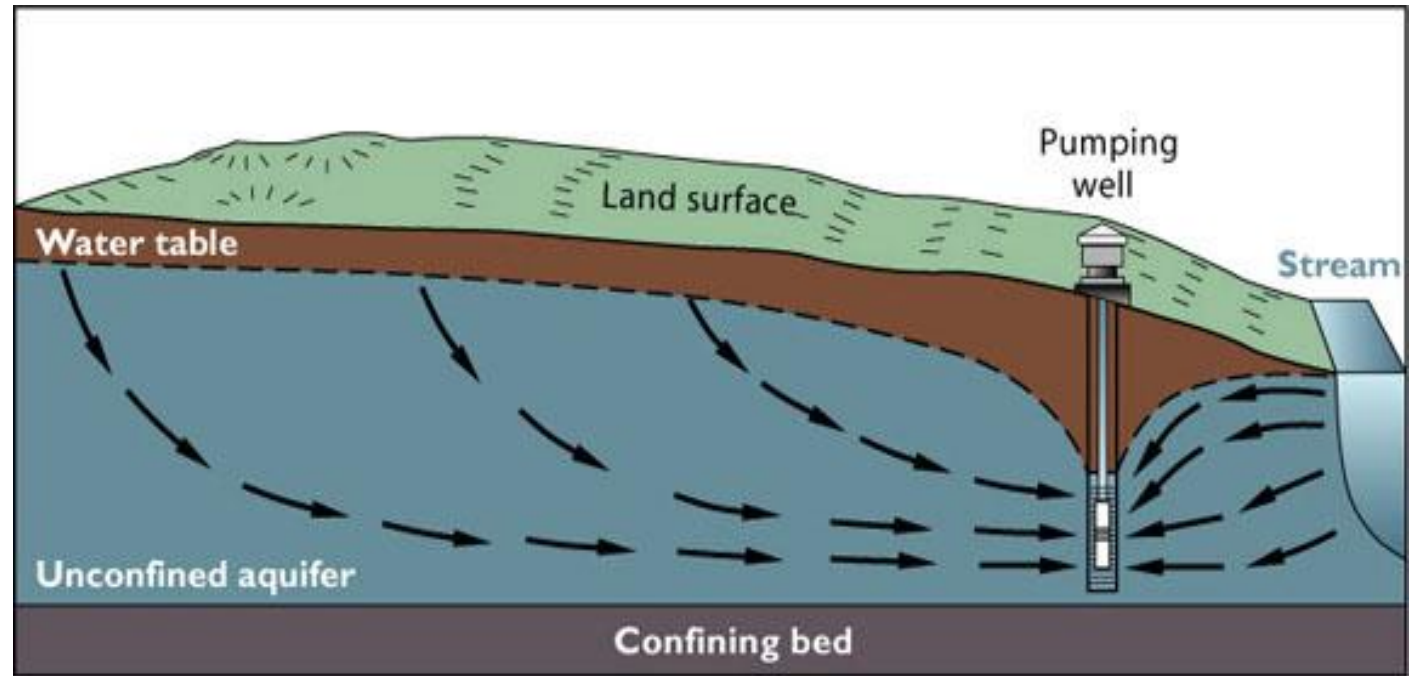
 Arid and low water use

 No data

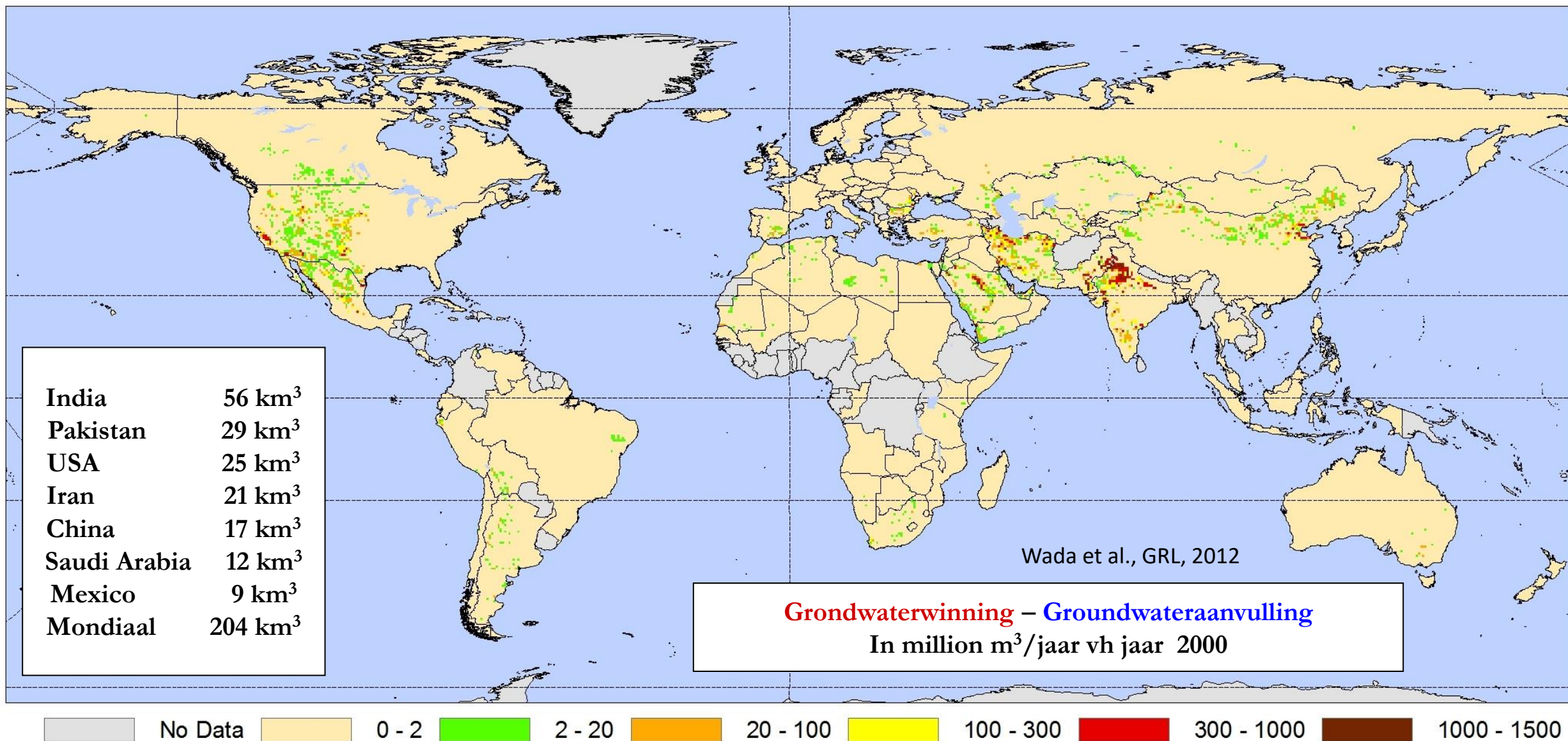
Bronnen van water voor voedsel



Grondwaterwinning

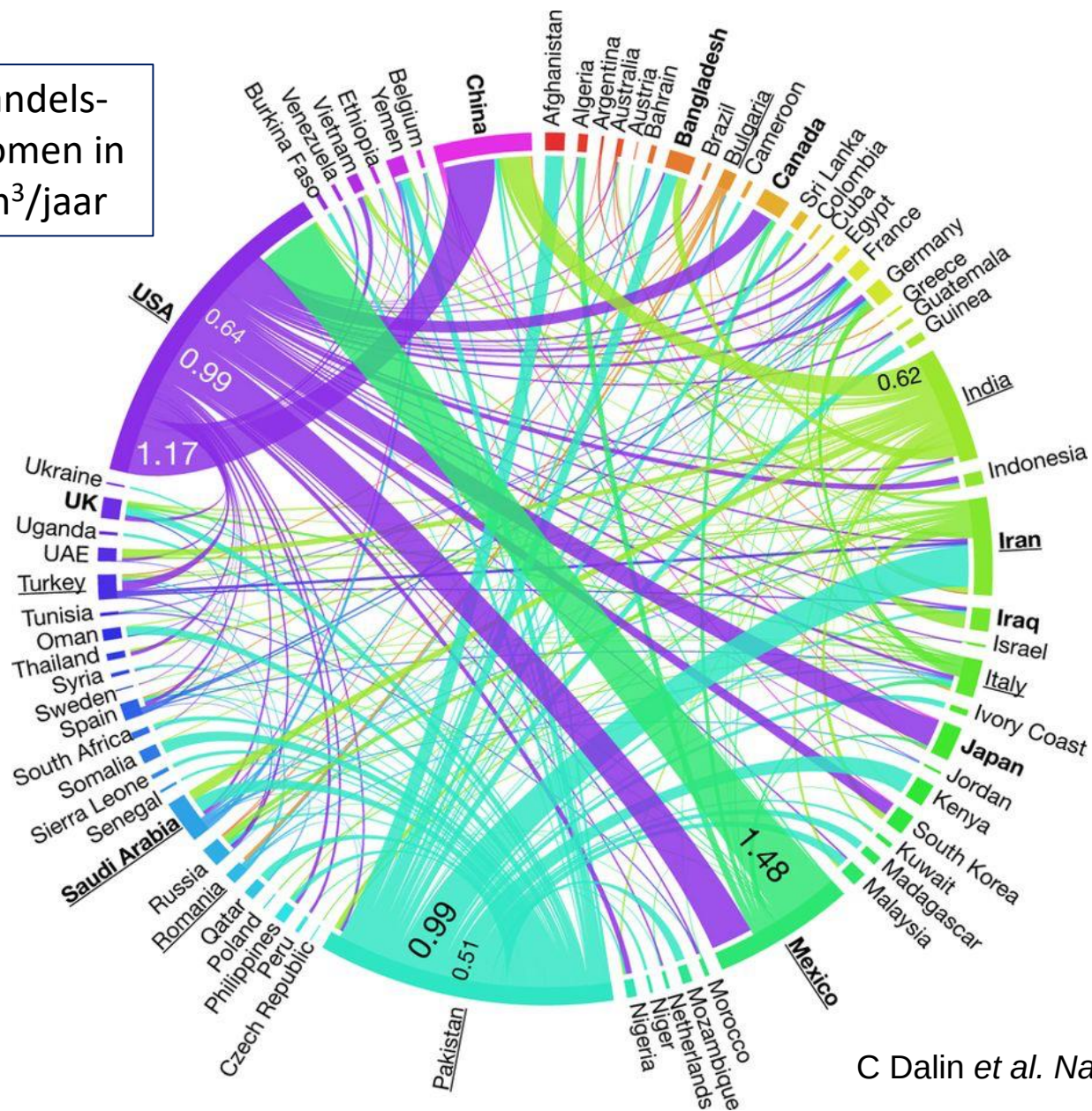


Grondwateruitputting

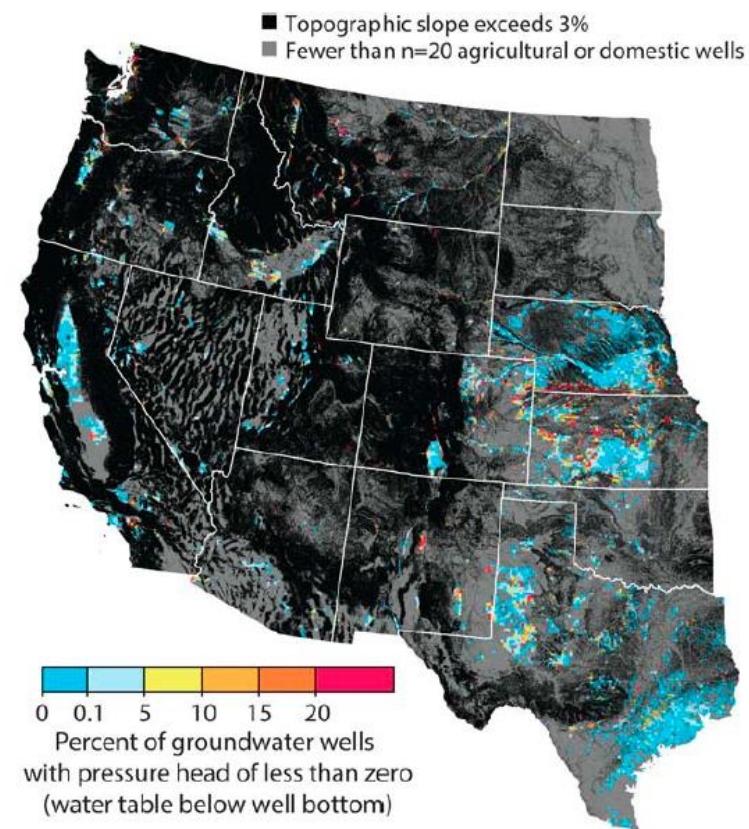


Gevolgen van grondwateruitputting

Handels-
stromen in
 km^3/jaar



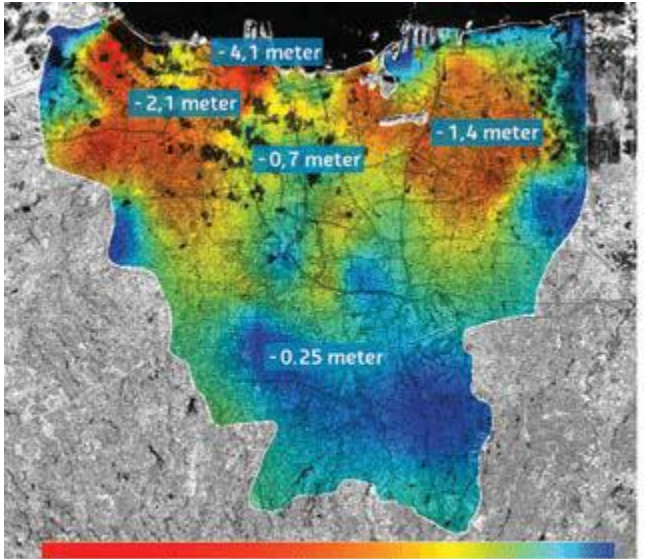
Gevolgen voor
voedselprijzen
via handel!



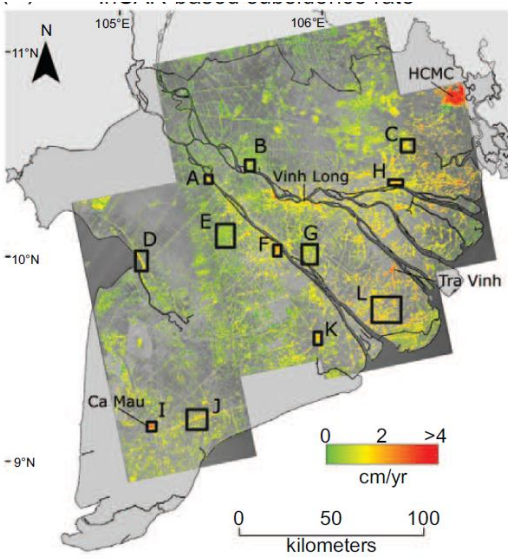
C Dalin et al. *Nature* **543**, 700–704 (2017)

Droge putten in de VS

Gevolgen van grondwateruitputting



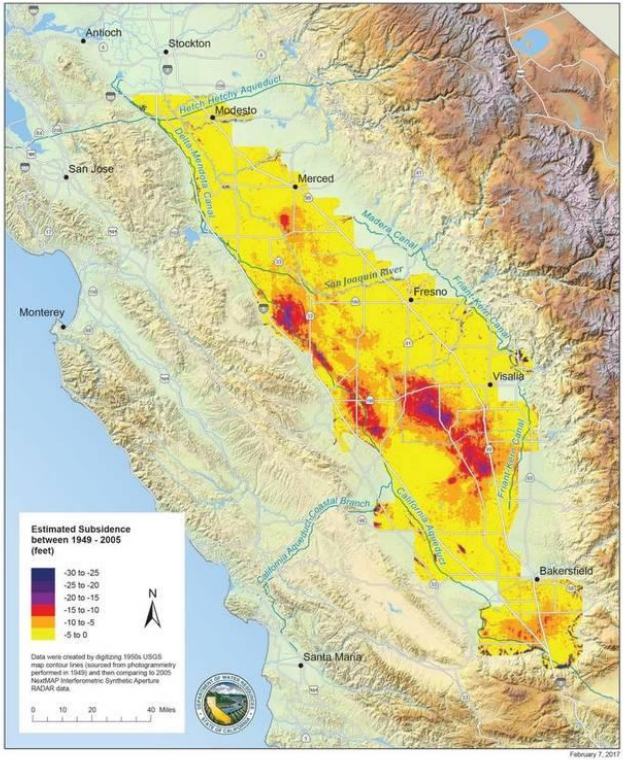
Jakarta



Mekong Delta



Estimated Subsidence in the San Joaquin Valley between 1949 – 2005

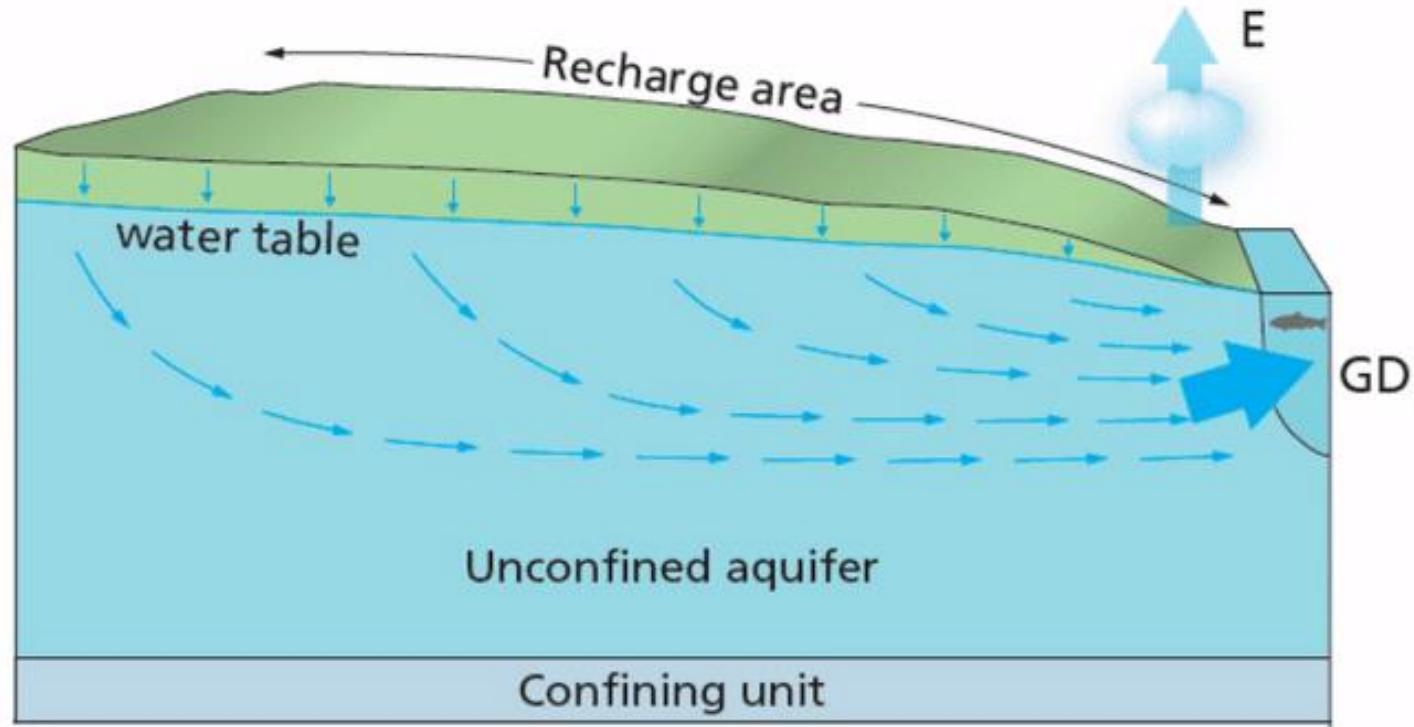


Central valley (CA)



Bodemdaling

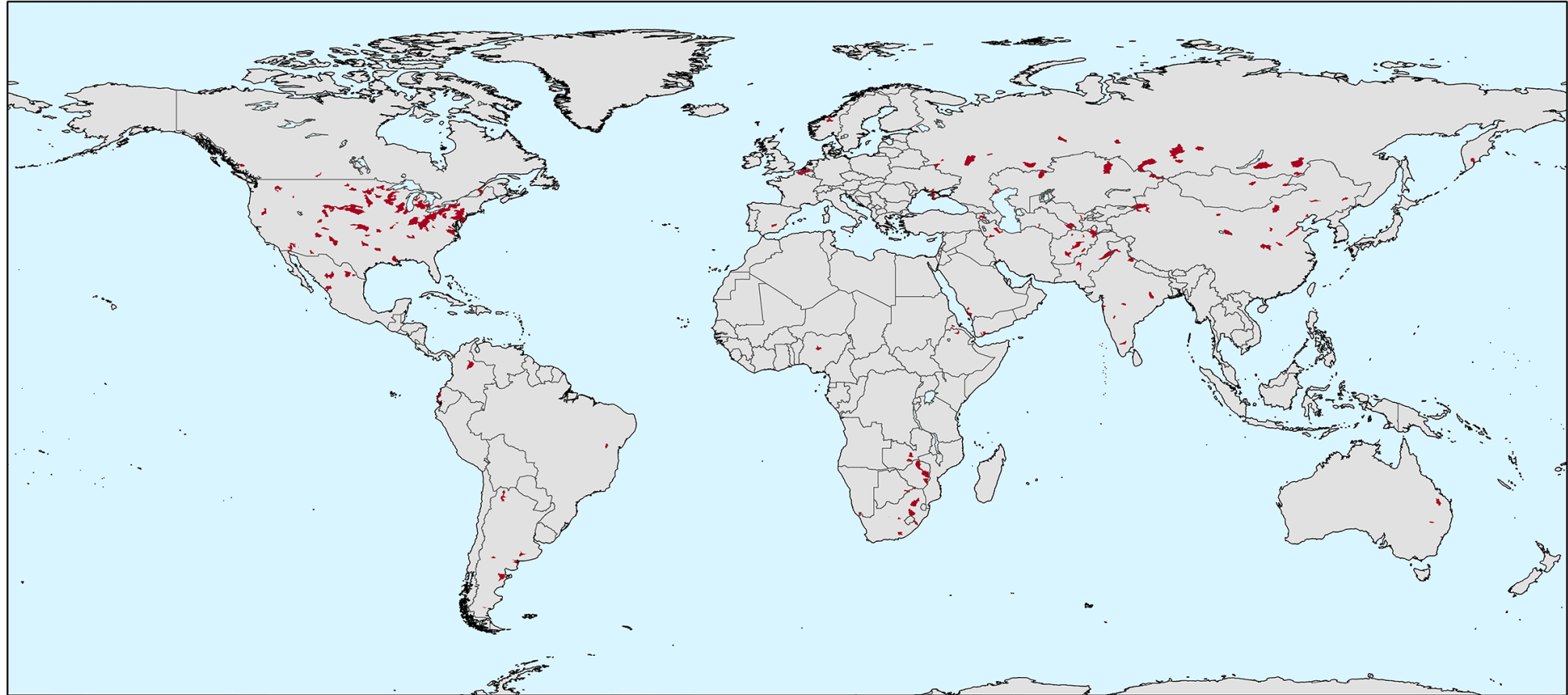
Gevolgen van grondwateruitputting



Negatieve effecten op afvoer en waterstanden rivieren – effect op ecosystemen

Gevolgen van grondwateruitputting

Jaar waarin een kritische grens lage afvoer is/wordt bereikt door grondwateronttrekking

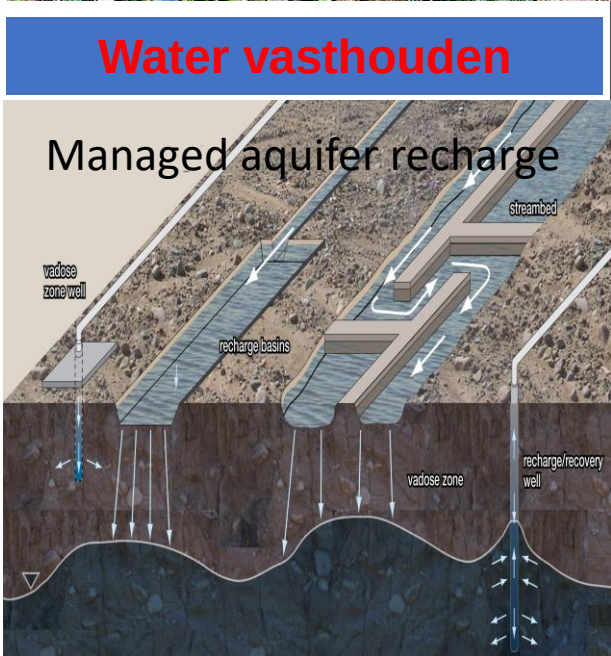
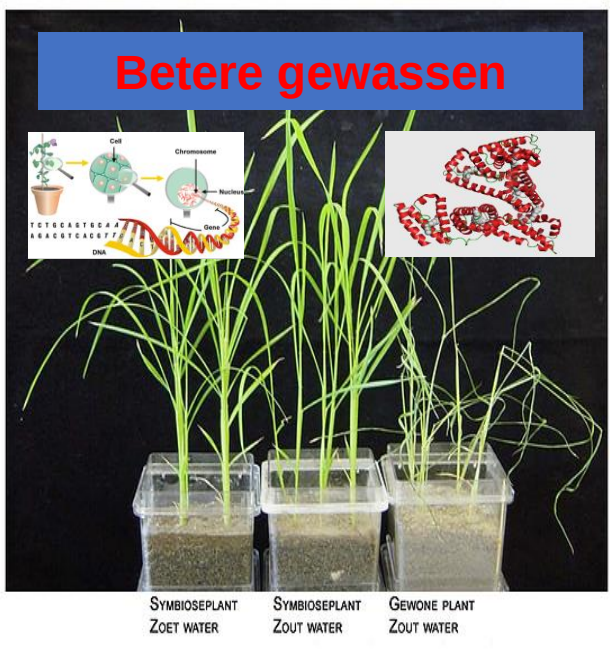
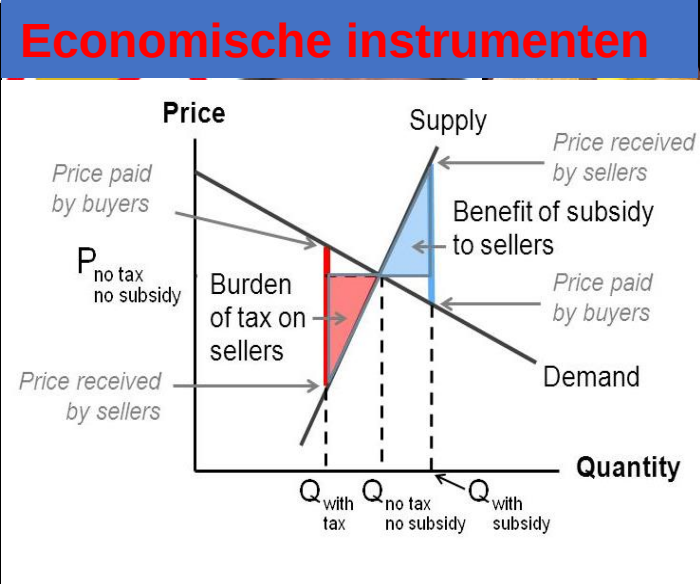


First year environmental limit is reached



1970

Kunnen we er wat aan doen?



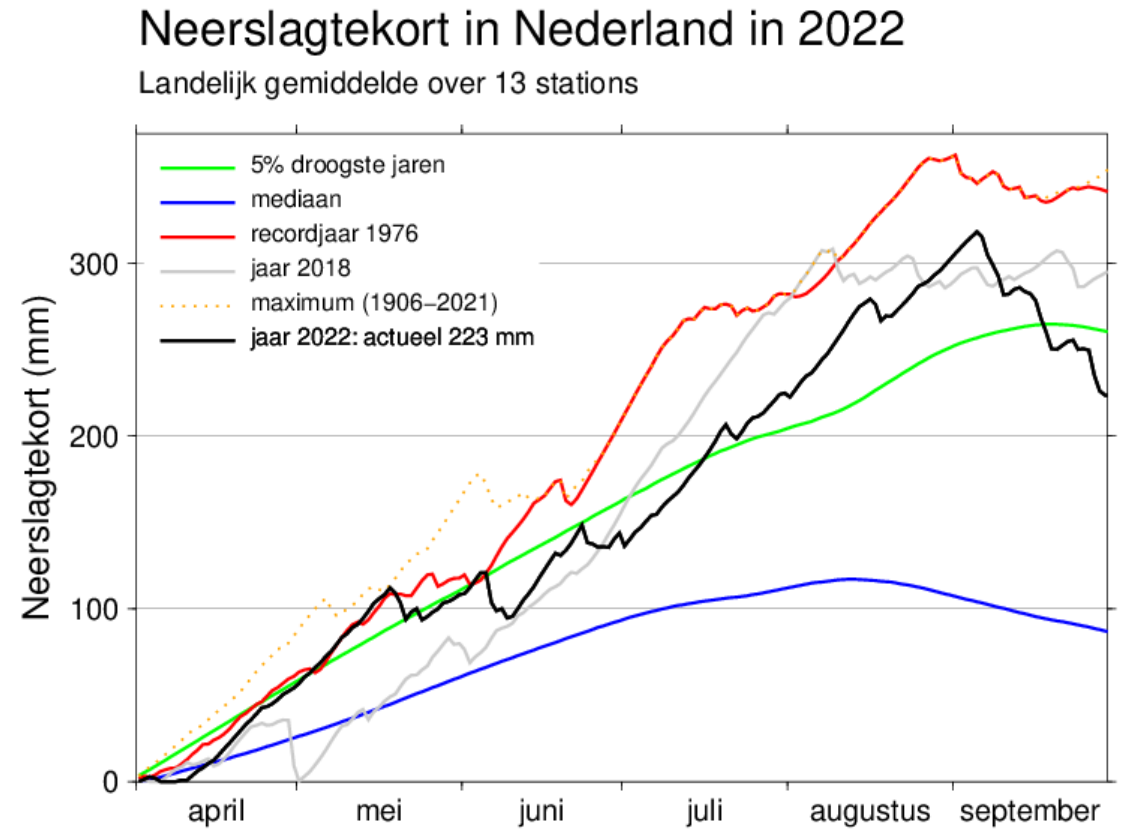
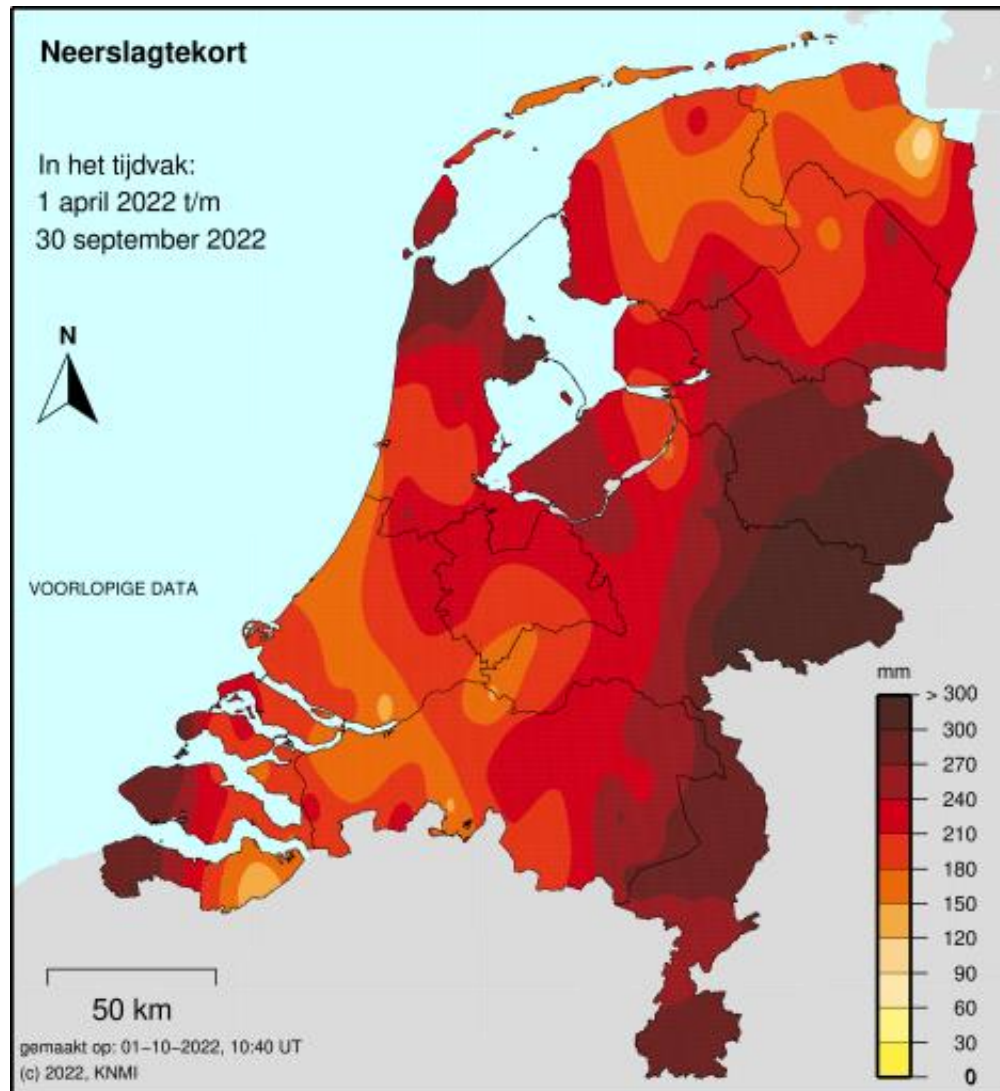
Droogte in Nederland



Droogte: veel minder neerslag dan gemiddeld voor de tijd van het jaar

Waterschaarste: minder water dan gevraagd door een bepaalde sector

Droogtejournaal KNMI: voortschreidend neerslagtekort



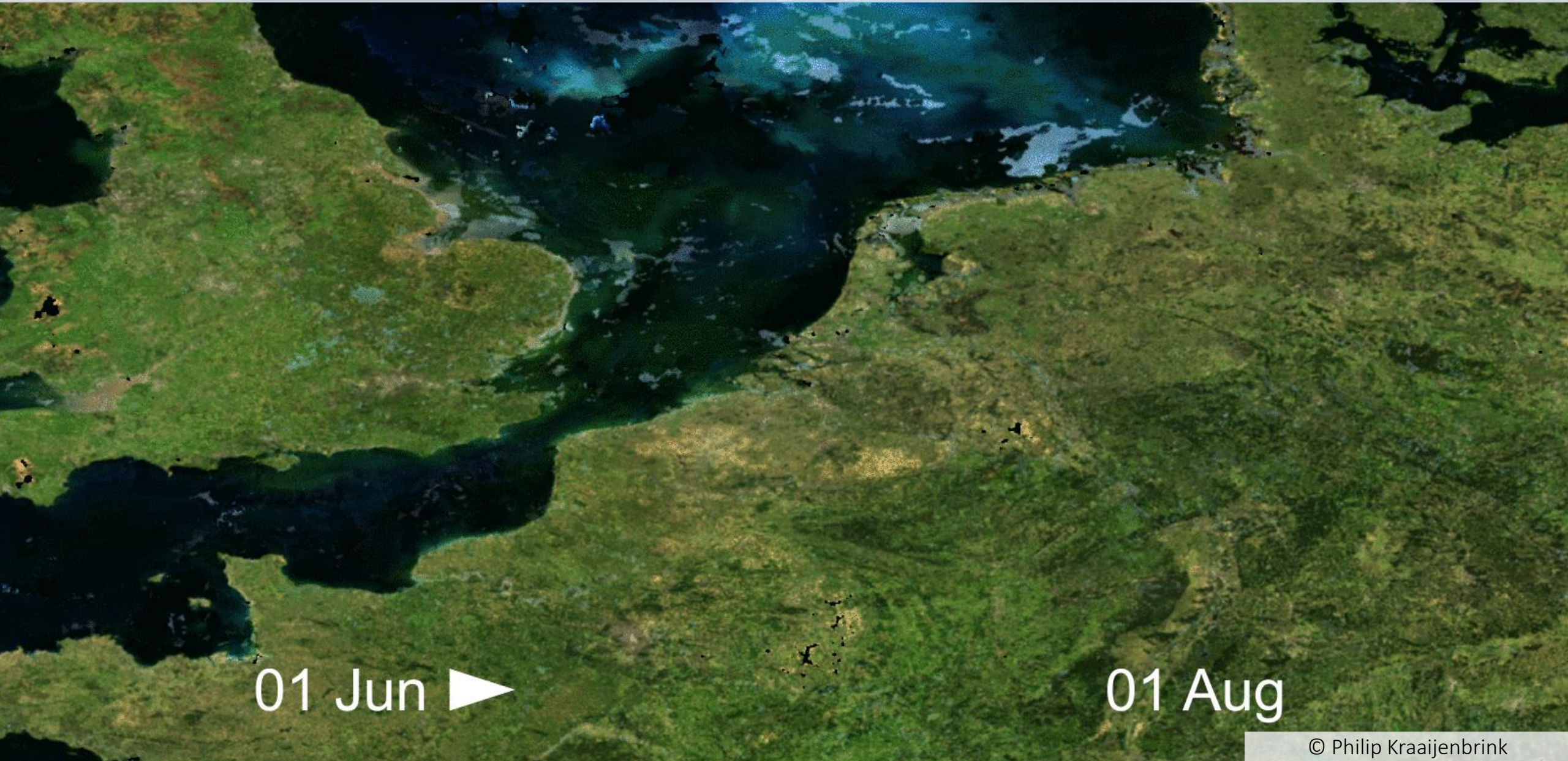
(c) KNMI, bijgewerkt 2022-10-19, 15:35 UT

Droogtetypes

- Neerslagdroogte
- Bodemvochtdroogte
(landbouwkundige droogte)
- Hydrologische droogte
(incl. grondwaterdroogte)



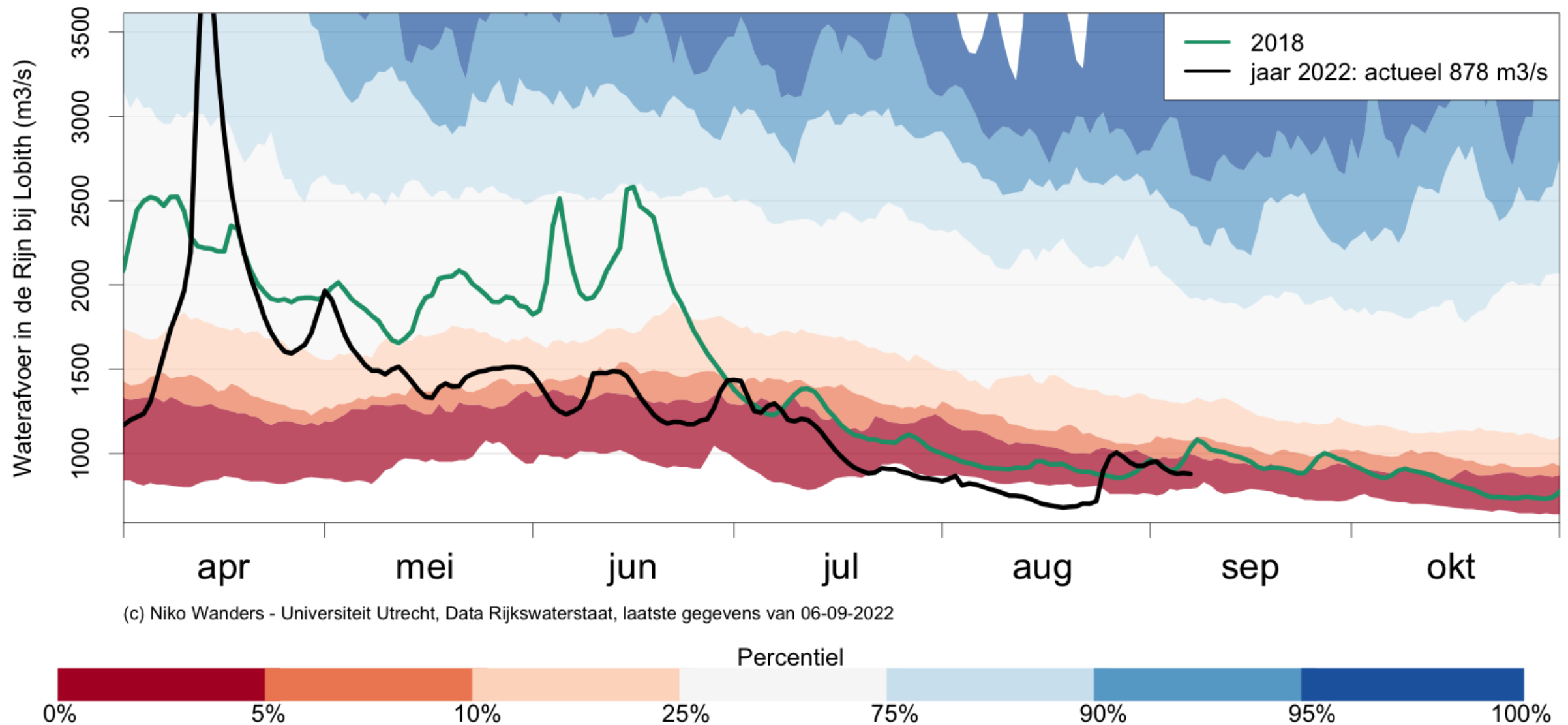
2018 landbouwkundige droogte via satelliet



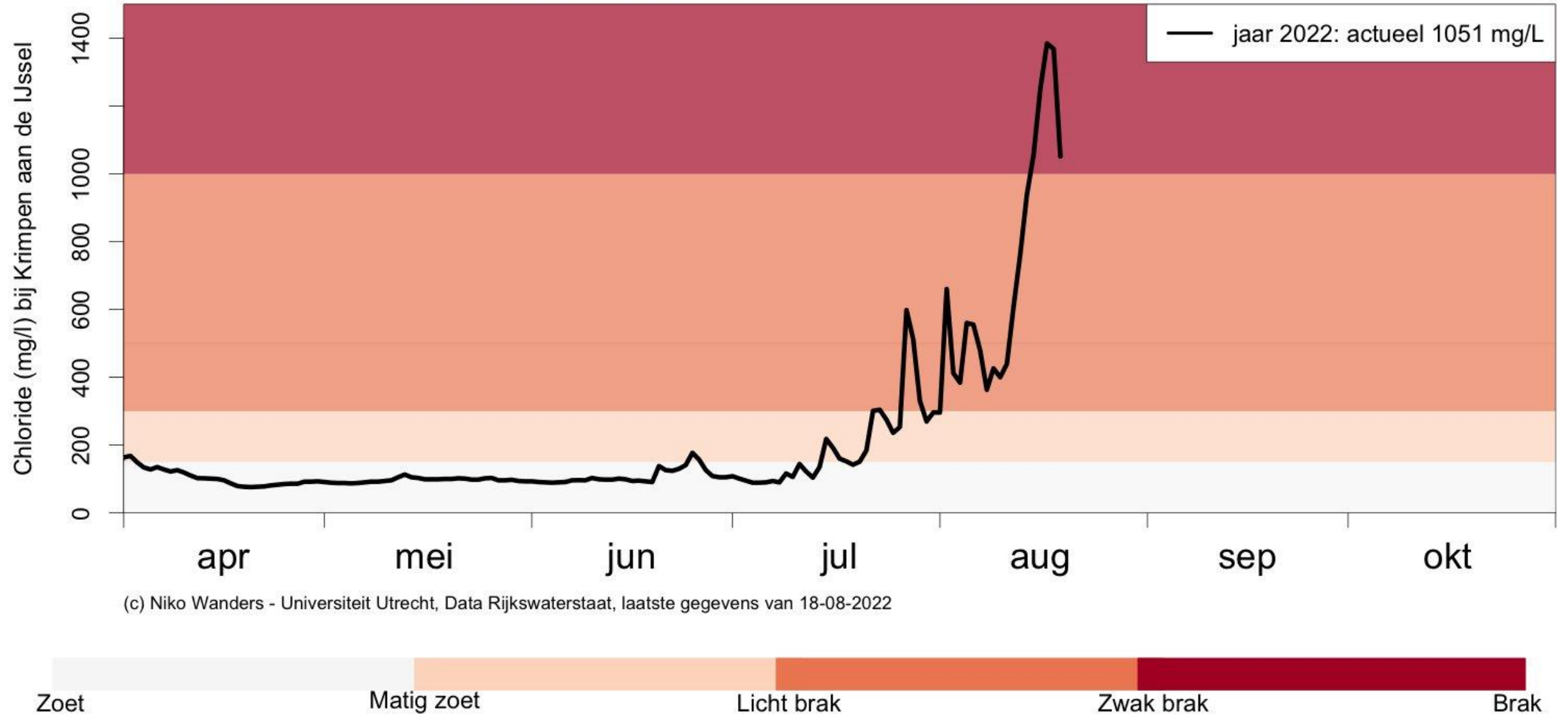
01 Jun ►

01 Aug

Hydrologische droogte 2018 en 2022



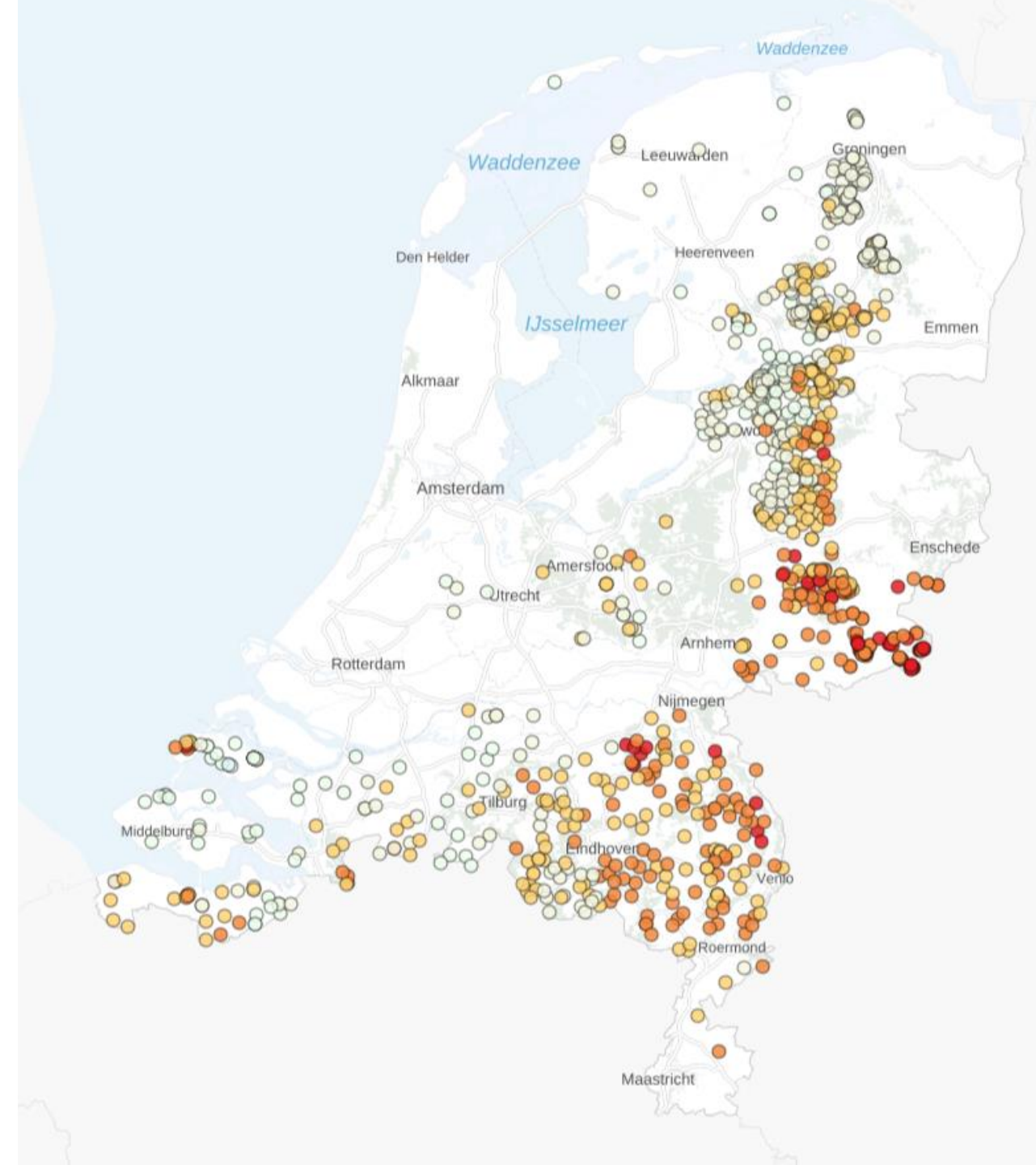
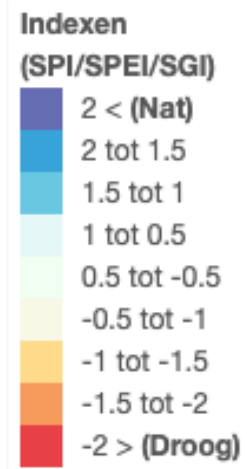
Hydrologische droogte 2022 en zoutindringing



Grondwaterdroogte 2022



Geraadpleegd op 27 November 2022



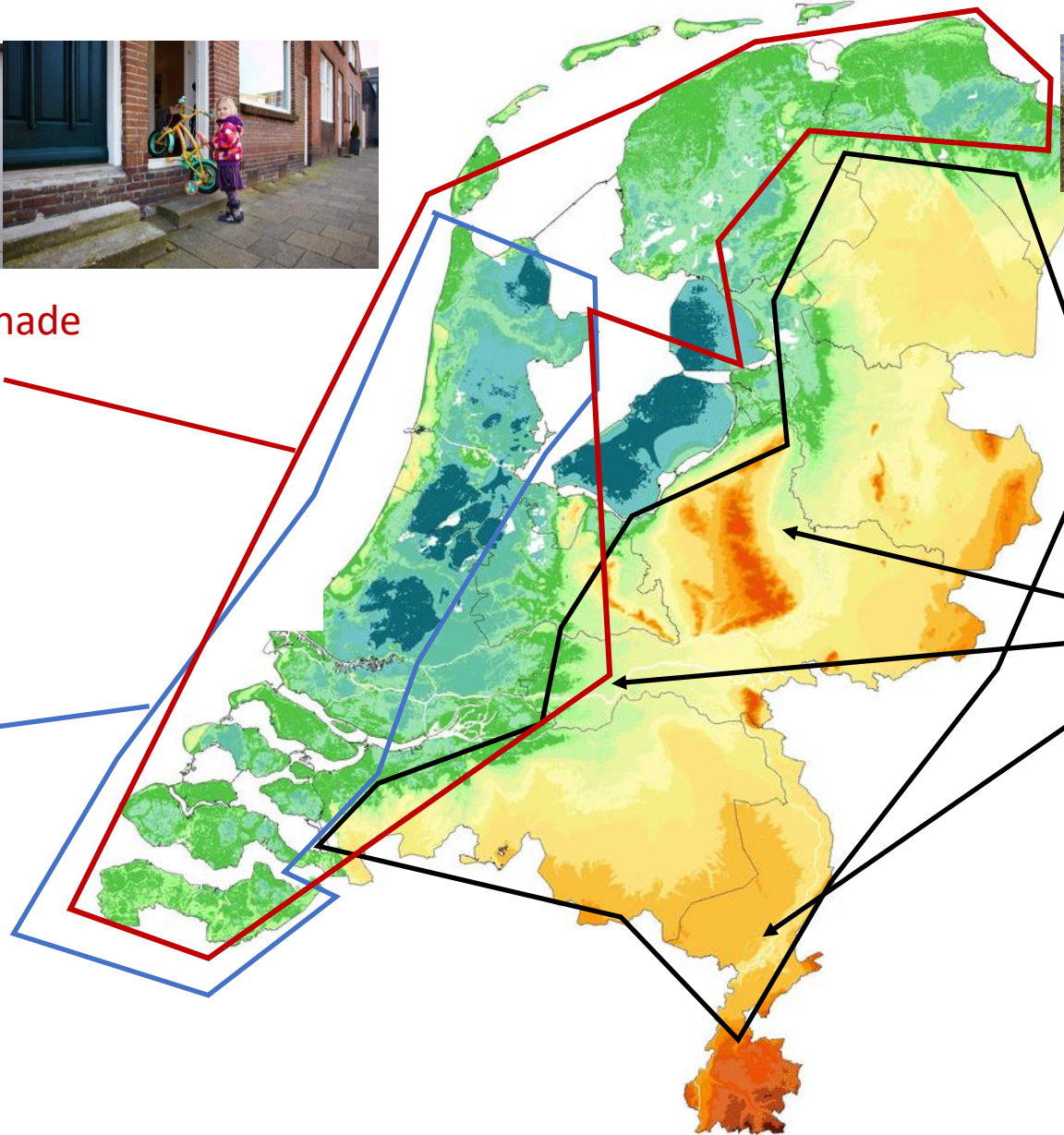
Effecten droogte in Nederland



- Bodemdaling en schade aan gebouwen



- Verzilting grondwater en oppervlaktewater
- Schade aan gewassen



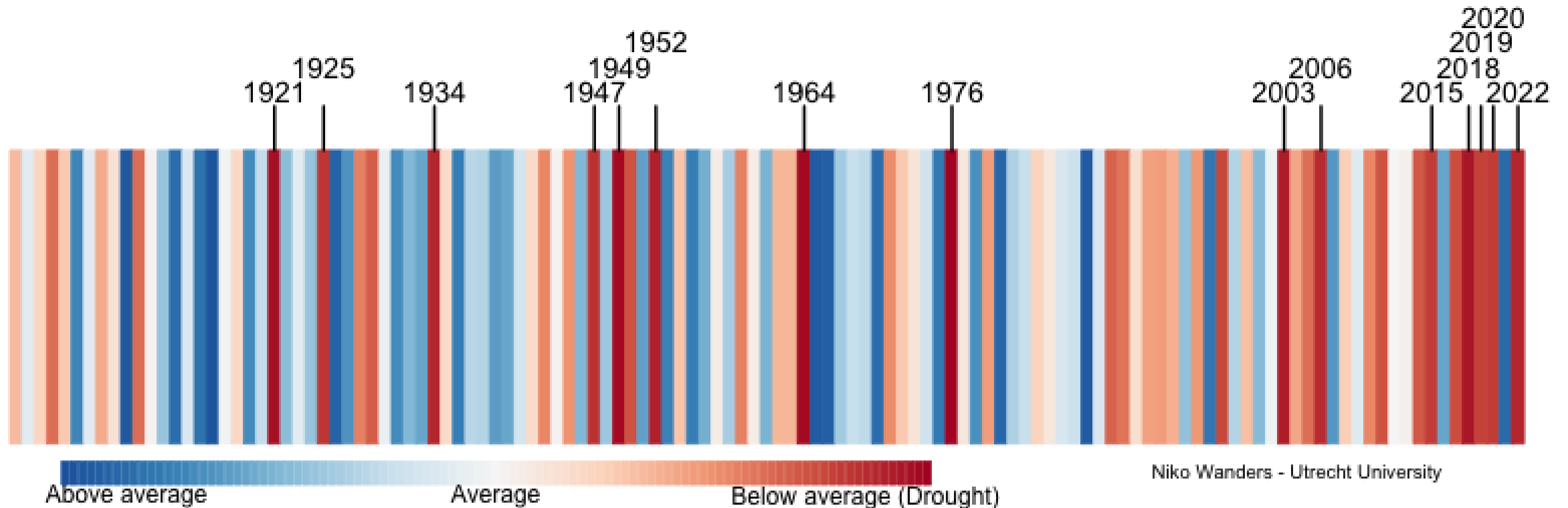
- Verminderde gewasopbrengst
- Schade aan natuur



Bevaarbaarheid rivieren

Komt droogte vaker voor?

Minimum discharge Rhine at Lobith in July
15 driest years on record since 1901 indicated with numbers

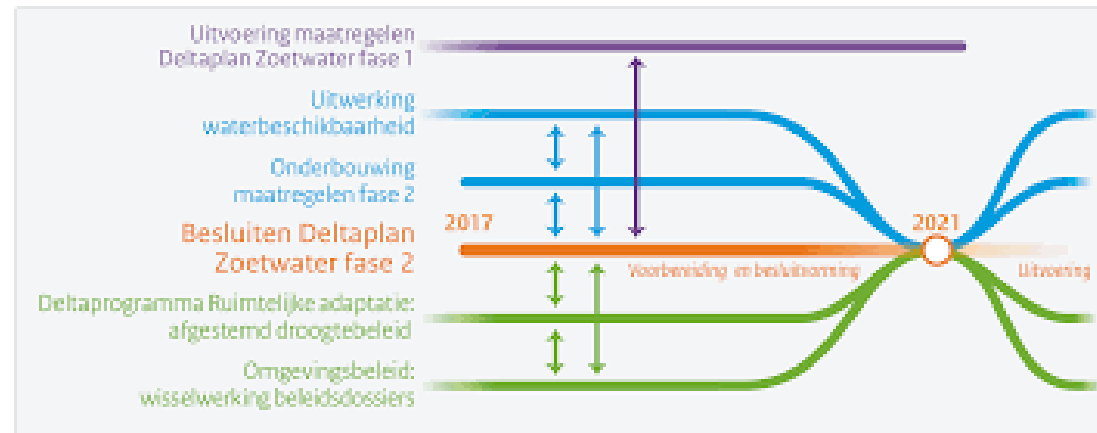


Niko Wanders - Utrecht University

7 van de 15 droogste jaren in de laatste 10 jaar, 5 in de laatste 7 jaar!

Water gebeurt er aan aanpassing?

- Deltaplan zoetwater (Deltacommissaris, Rijkswaterstaat)
- Plannen waterschappen
- Transdisciplinaire onderzoeksprojecten (kennisinstellingen, universiteiten, HBOs, provincies, waterschappen, natuur- en landbouworganisaties):
 - AquaConnect
 - COASTAR
 - Lumbricus
- Kabinet: zie kamerbrief Harbers: Water en Bodem Sturend (stikstof, waterkwaliteit, waterbeschikbaarheid)



Dank u wel!



www.globalhydrology.nl

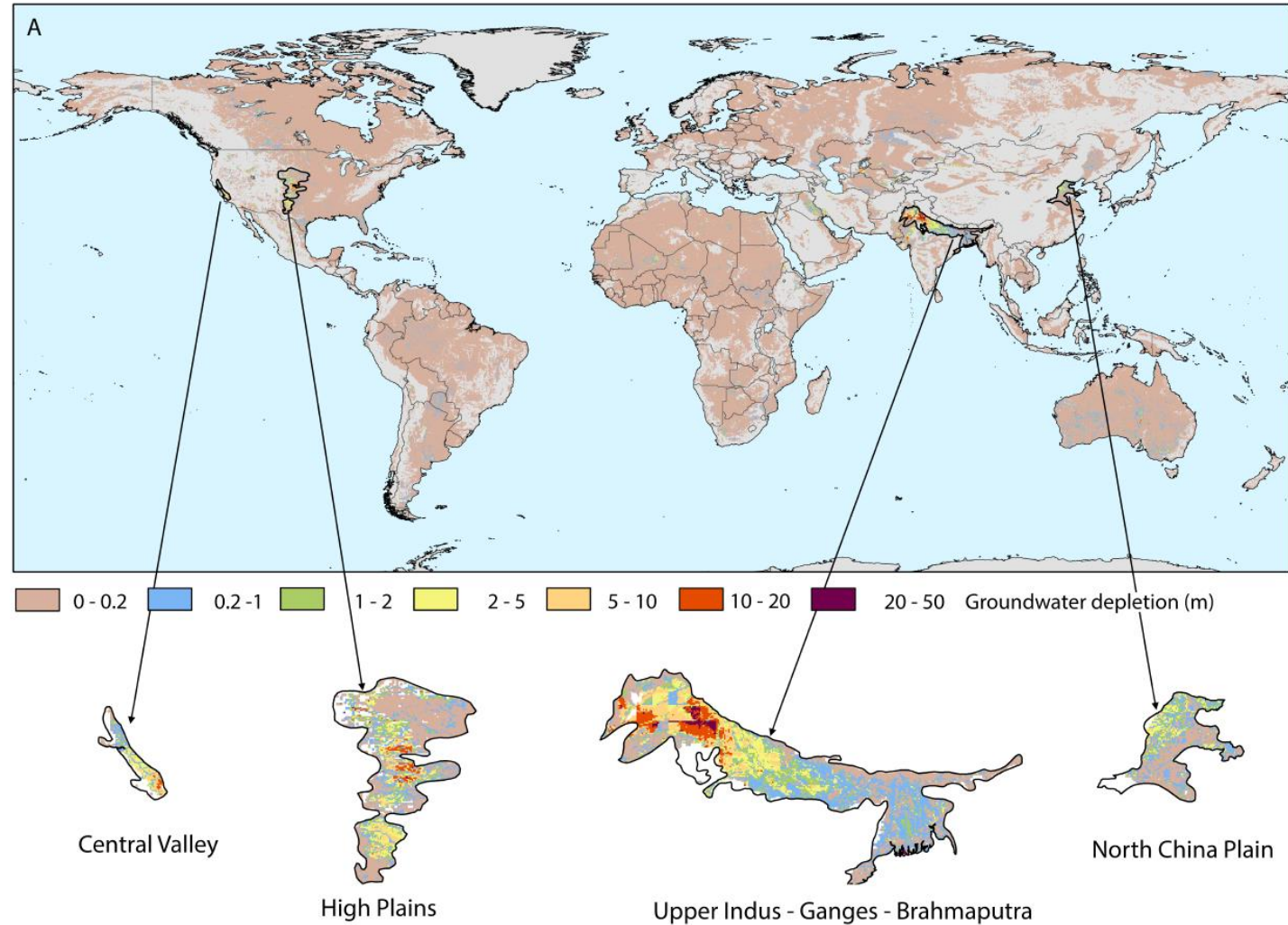


Utrecht University



✉ : m.f.p.bierkens@uu.nl

🐦 : @waterbier

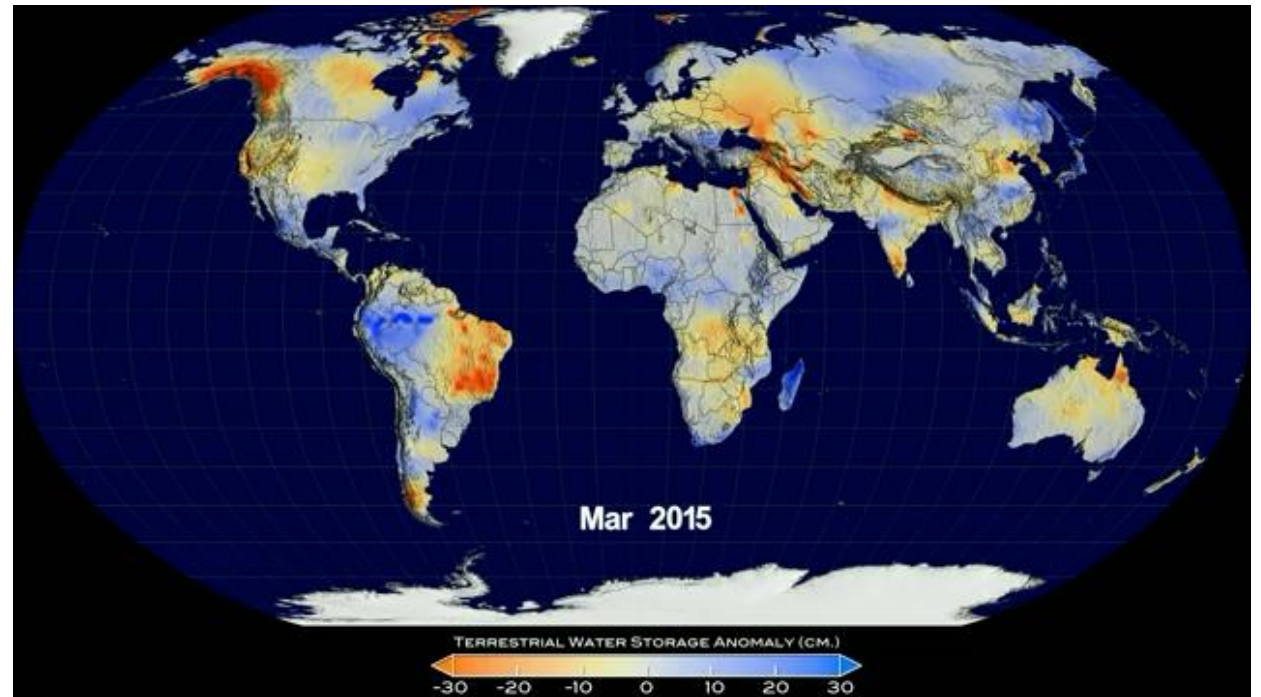
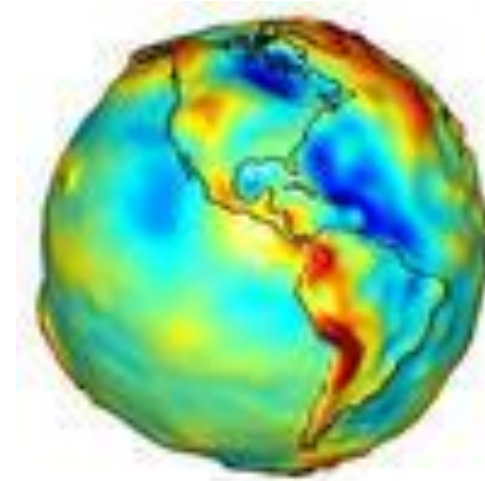


Kunnen we dat ook meten?

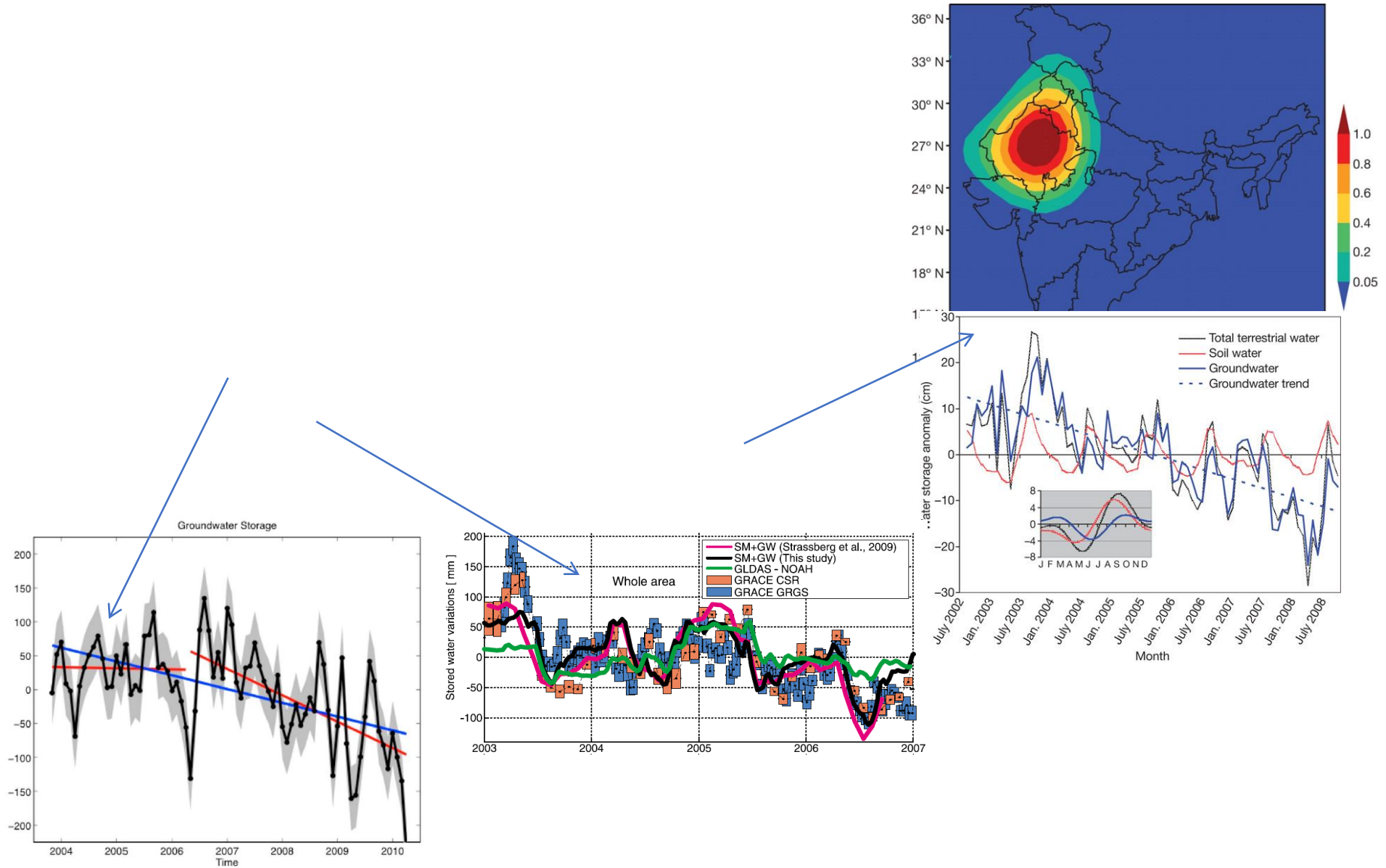


GRACE

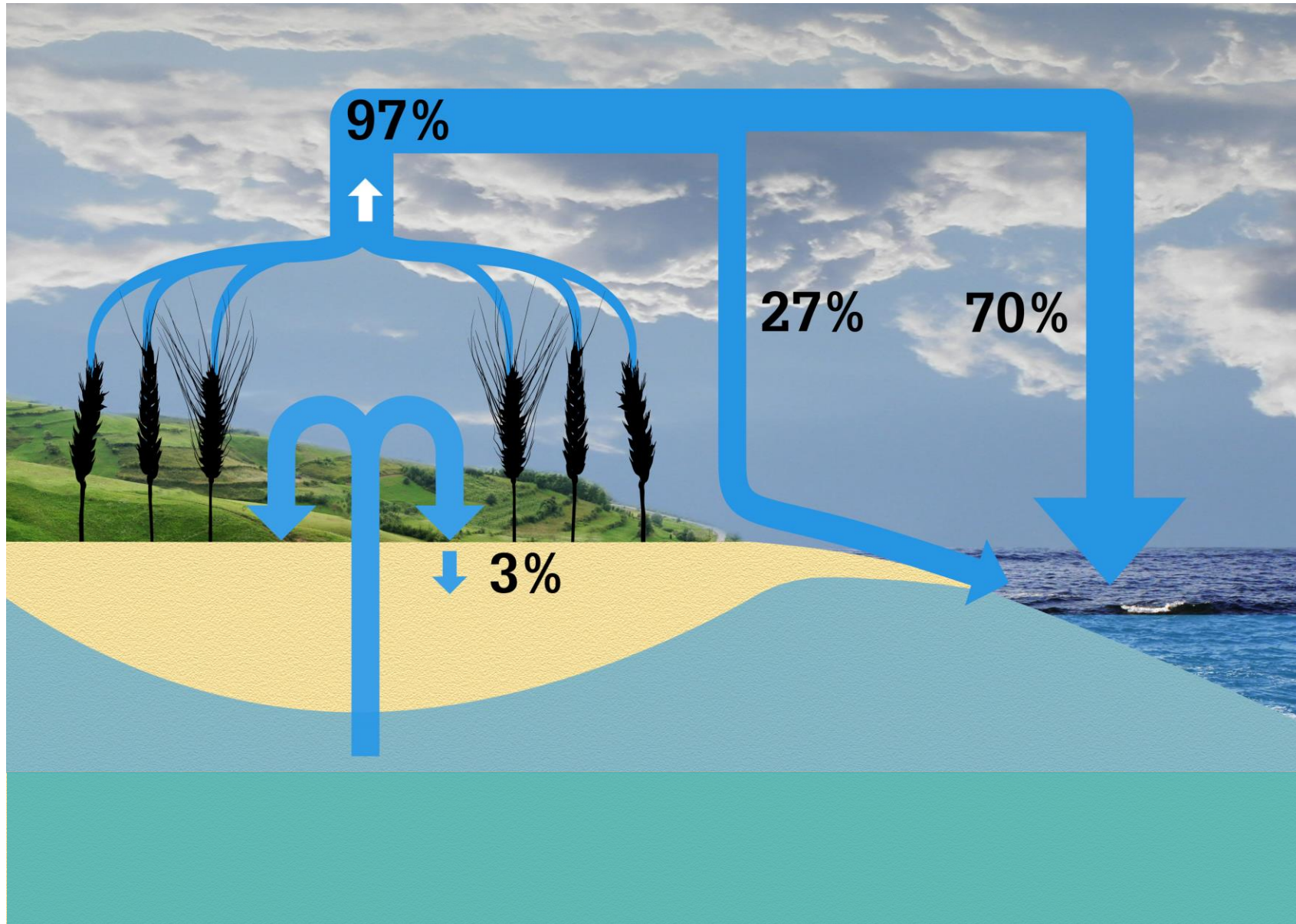
Ja uit de ruimte?



Meten van grondwaterverlies uit de ruimte!



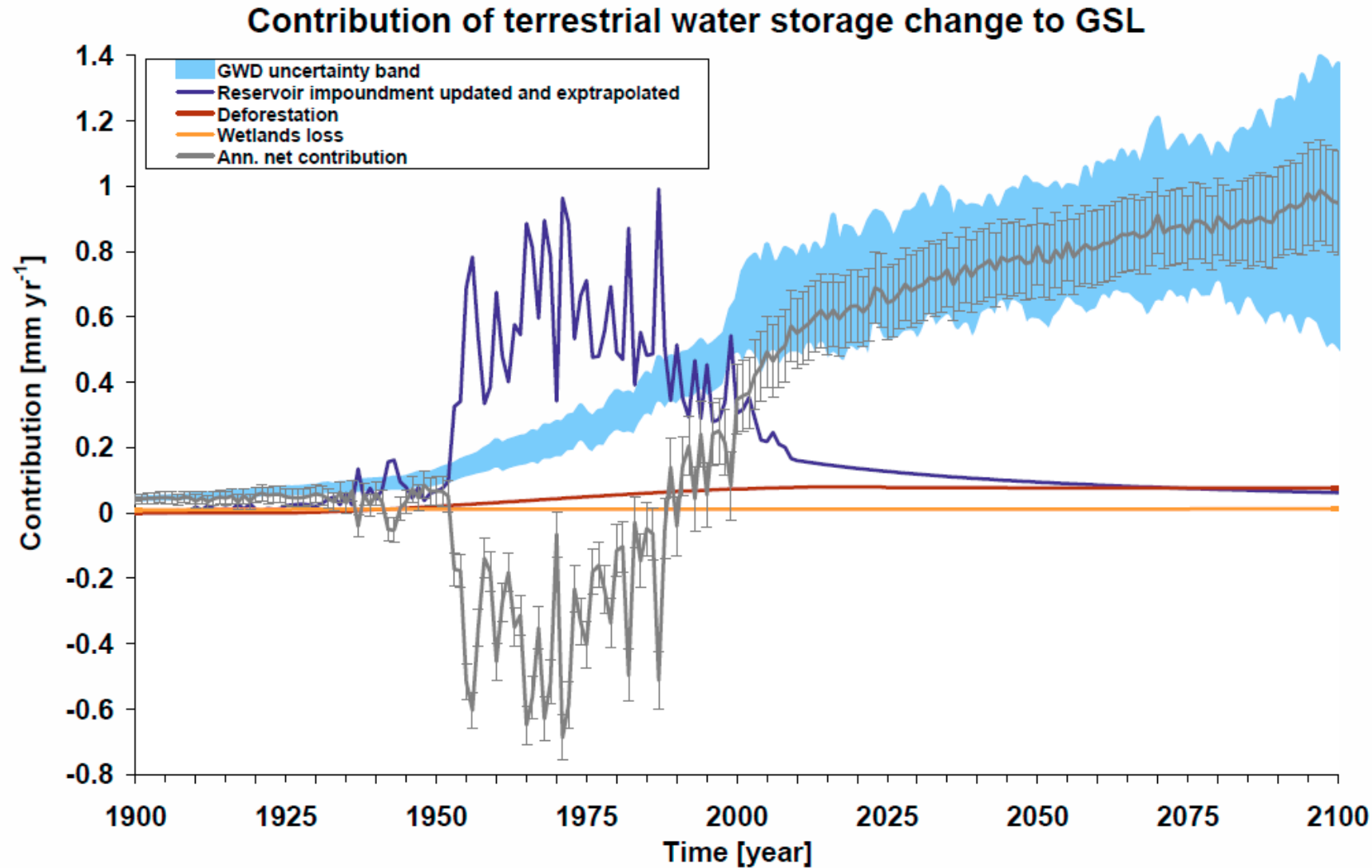
Gevolgen van grondwateruitputting



Zeespiegelstijging

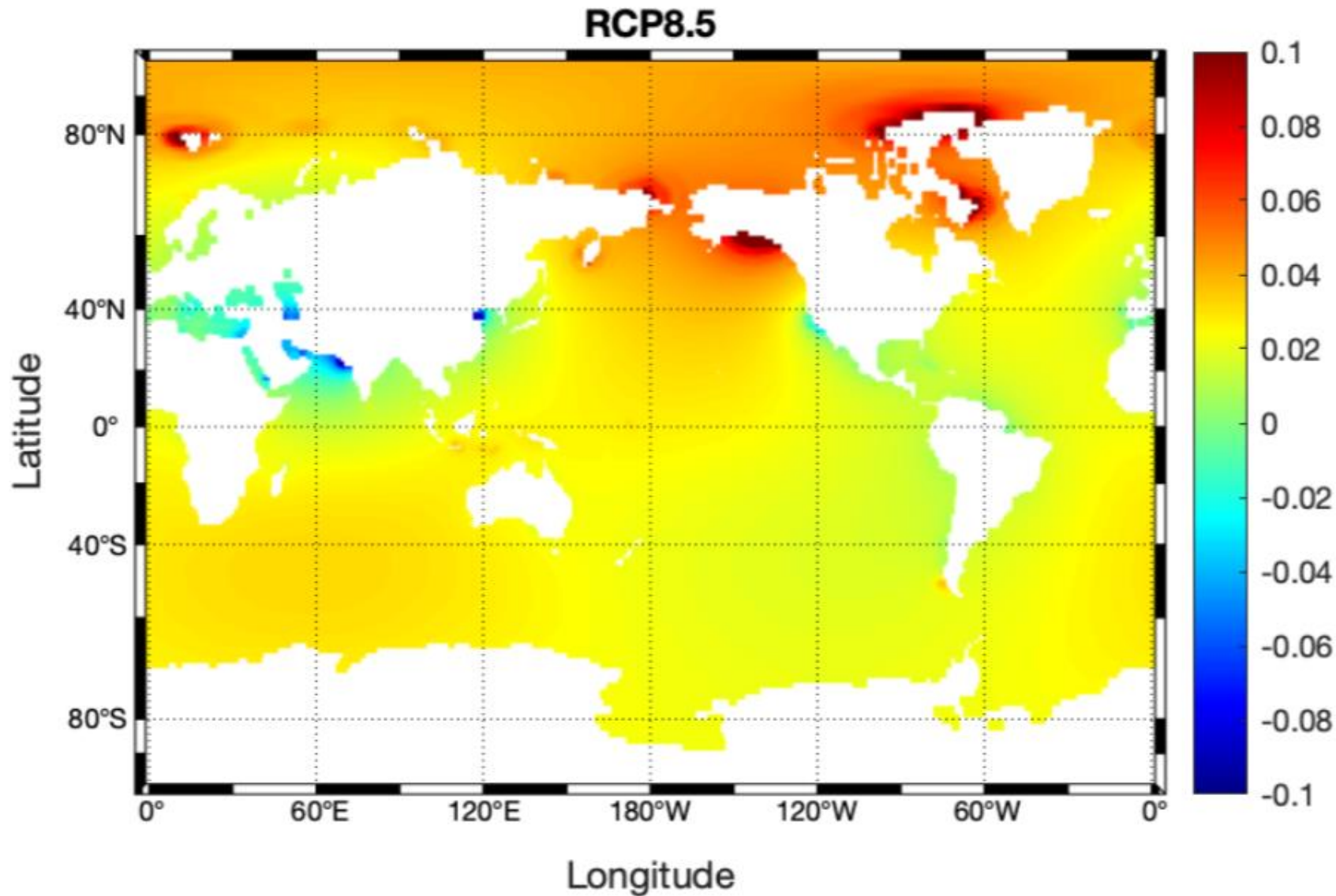
Gevolgen van grondwateruitputting

Zeespiegelstijging



10-20 % van de huidige
zeespiegelstijging!

Gevolgen van grondwateruitputting



Zeespiegelstijging

De zeespiegelstijging stijgt niet overal hetzelfde!

