

# Programma symposium BIS Nederland 2024

## Actuele bodeminformatie voor een leefbaar landschap

12.30 Ontvangst met koffie en thee

---

13.00 Welkom: Hoe staat het met het Bodemkundig Informatiesysteem Nederland?  
(Dorothee van Tol, Wageningen Environmental Research)

---

13.15 Waardevol landschap: aardkundige waarden. 13:15-13:35: Harm Jan Pierik,  
Rijksdienst voor het Cultureel Erfgoed; 13:35-13:55: Tom Harkema,  
Wageningen Environmental Research; 13:55-14:15: Hessel Woolderink,  
Wageningen Environmental Research

---

14.15 Intermezzo: spel 'Welke bodem waar?'

---

Pauze met koffie/thee

14.45 Basiskaarten van het bodem-watersysteem actueel houden: een nieuwe  
aanpak met waterschap Aa en Maas (Kees Teuling en Dennis Walvoort,  
Wageningen Environmental Research en Joachim Hunink, Waterschap Aa en  
Maas)

---

15.30 Monitoren van organische stof en koolstof in de bodem in Nederland en  
Europa (Jan Peter Lesschen, Wageningen Environmental Research)

---

16.00 Afsluiting en borrel

---

# Basiskaarten bodem-watersysteem actueel houden: een nieuwe aanpak i.s.m. Waterschap Aa en Maas

Kees Teuling, Dennis Walvoort & Joachim Hunink- 29 februari 2024



# Samenwerking BRO-modellen

Actualisatie SGM, GMM, WDM en hydrofysische gegevens

Kees Teuling



# Ieder z'n eigen kliekje

- BRO-modellen bestonden al vóór de BRO!
- Bodem en water sturend?
  - Modellen met verschillende kwaliteit en actualiteit
  - Modellen die het niet altijd met elkaar eens zijn
- Meer afgeleide gecombineerde producten



# Niet de eerste poging

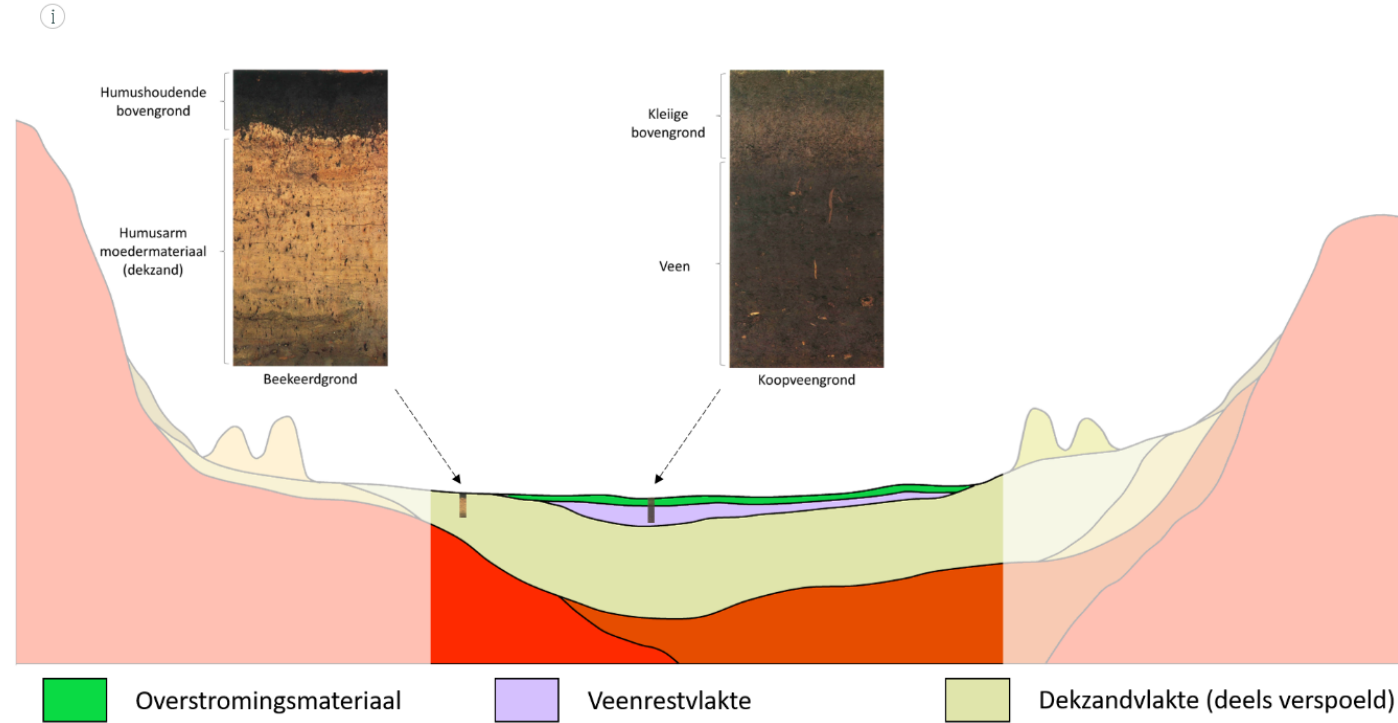
- Vorig BIS-symposium samenwerkingen GMK en BK:

## Gelderse Vallei

De focus van deze storymap en de bijbehorende rapportage ligt op de Gelderse Vallei, delen van de Veluwe en de Utrechtse Heuvelrug. In dit gebied zijn in het afgelopen jaar de Bodemkaart en Geomorfologische Kaart vernieuwd.

Hiernaast is met behulp van het BRO-model GeoTOP een dwarsdoorsnede gegeven van het zuidelijke deel van de Gelderse Vallei. Hierin zien we de geologische formaties van het gebied, waarin de landvormen en bodemtypen zich ontwikkeld hebben.

[Link Storymap](#)



# Efficiëntie én compatibiliteit

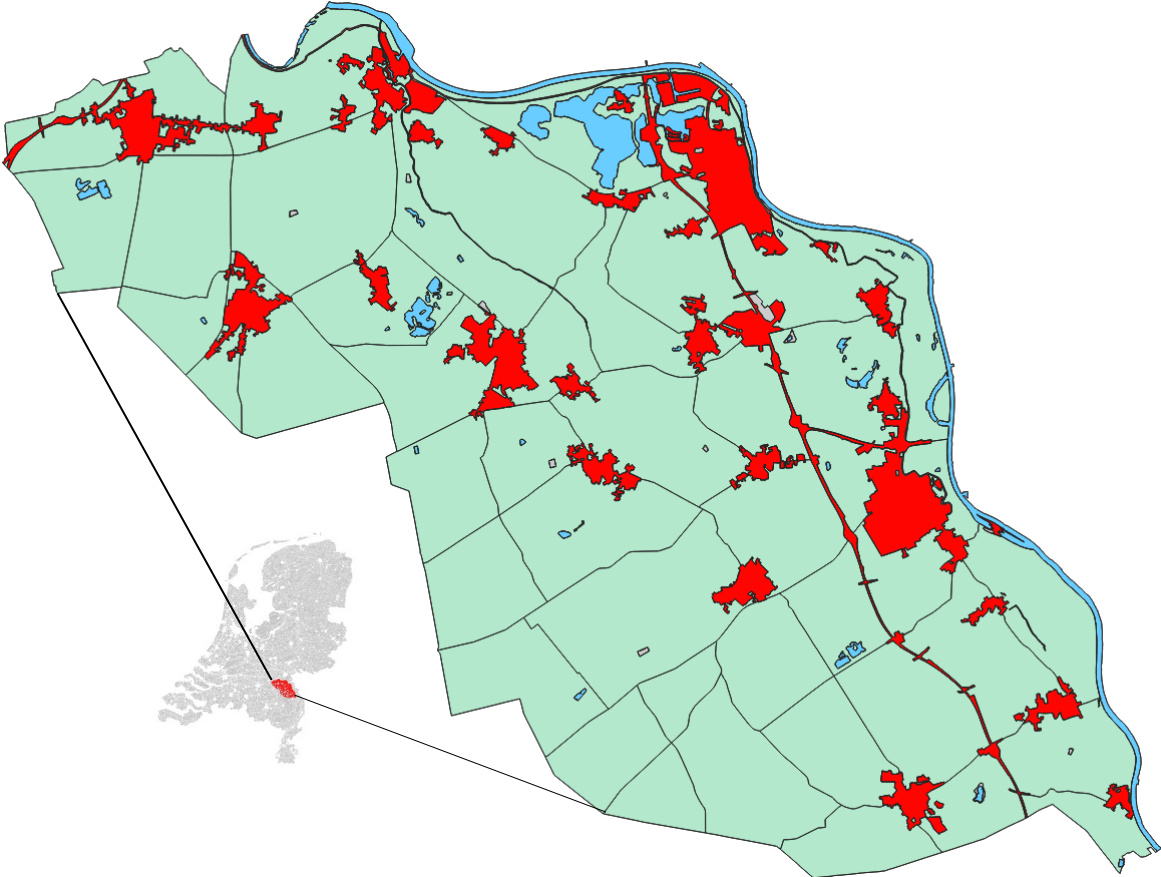
- Niet alleen actualiteit
- Efficiëntie en kwaliteit
  - Gecombineerd veldwerk
  - Meer informatie per boringen/gebied
  - Moet niet ten koste gaan van de kwaliteit!

# Van elkaar leren

Welke informatie is relevant voor wie?

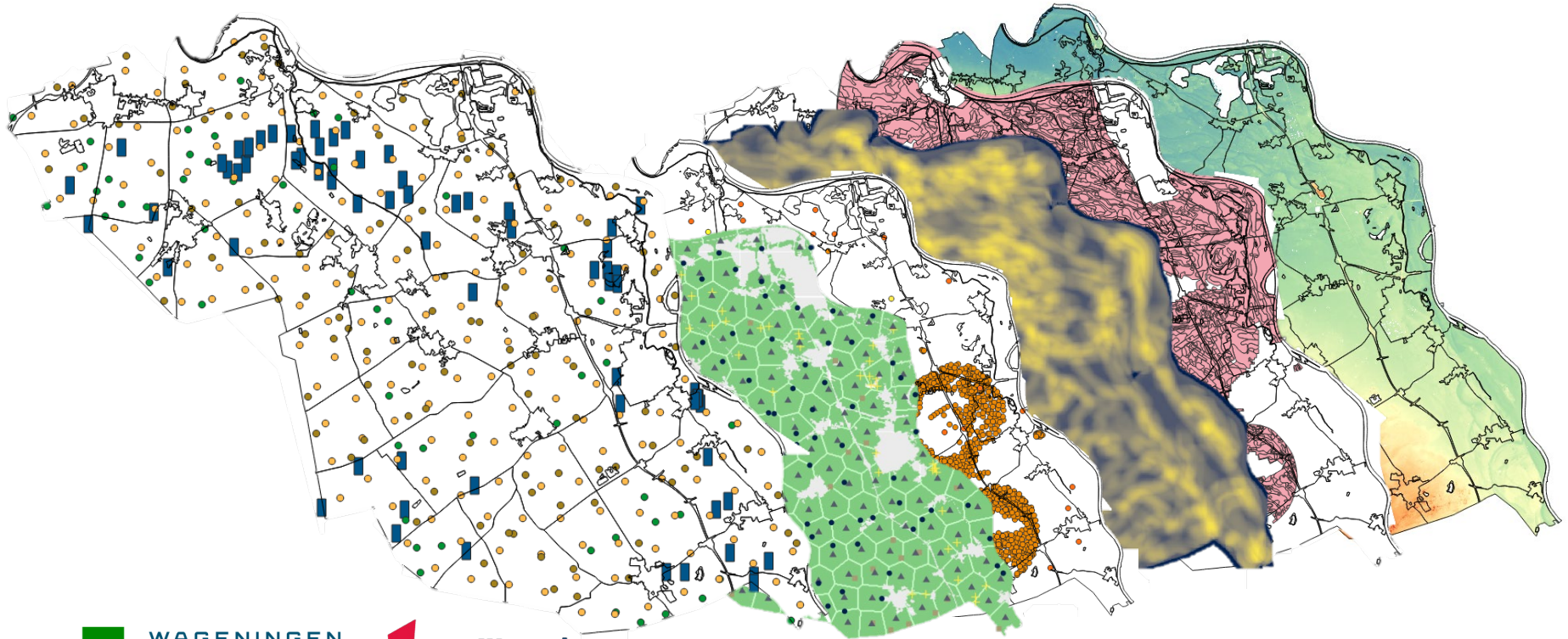


# Het beste van twee werelden





# Optimalisatie van meetplan



# Dan begint het echte werk

- Op elke locatie alle informatie
- Voor elk model een actualisatie





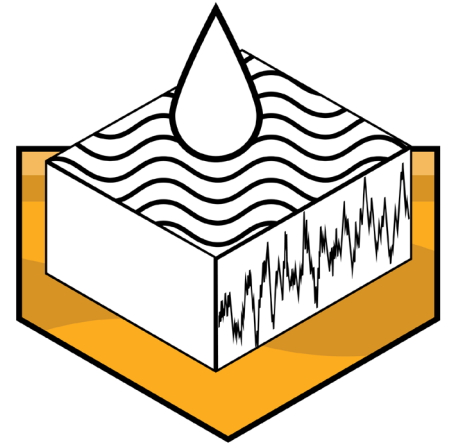
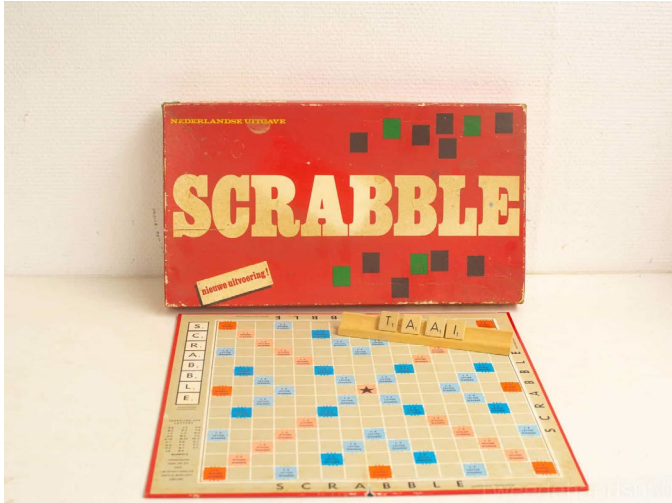
# Model Grondwaterspiegeldiepte

Dennis Walvoort



# Model Grondwaterspiegeldiepte

Waarom een Scrabblewoord?



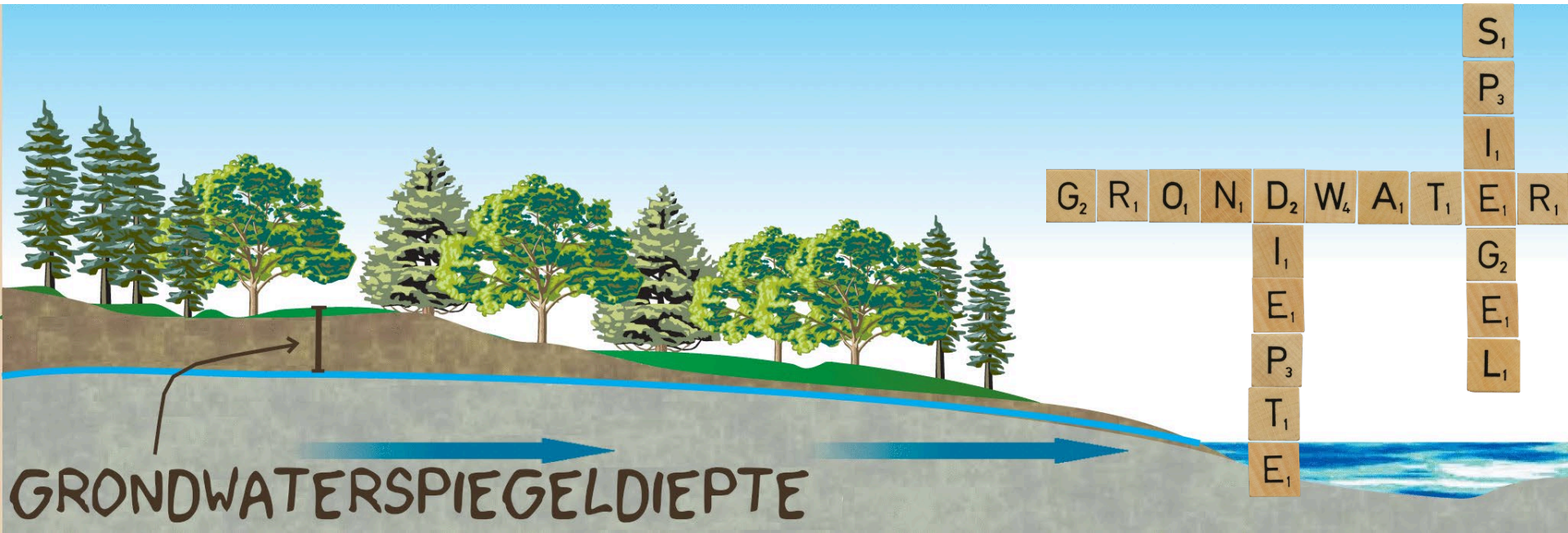


# Model Grondwaterspiegeldiepte





# Model Grondwaterspiegeldiepte



# Model Grondwaterspiegeldiepte

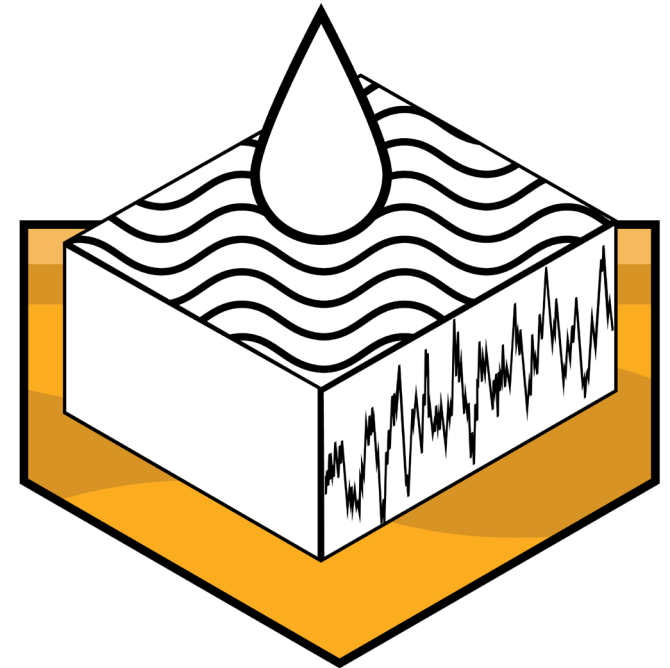




# Waaruit bestaat Model Grondwaterspiegeldiepte?

Langjariggemiddelde statistieken:

- GHG, GLG, GVG
- Gt (grondwatertrap)
- Betrouwbaarheid van deze statistieken!
- Documentatie



# Waar is Model Grondwaterspiegeldiepte op gebaseerd?



**“Data! Data! Data!  
I can’t make bricks  
without clay”**

*SHERLOCK HOLMES  
In The Adventure of The Copper Beeches*

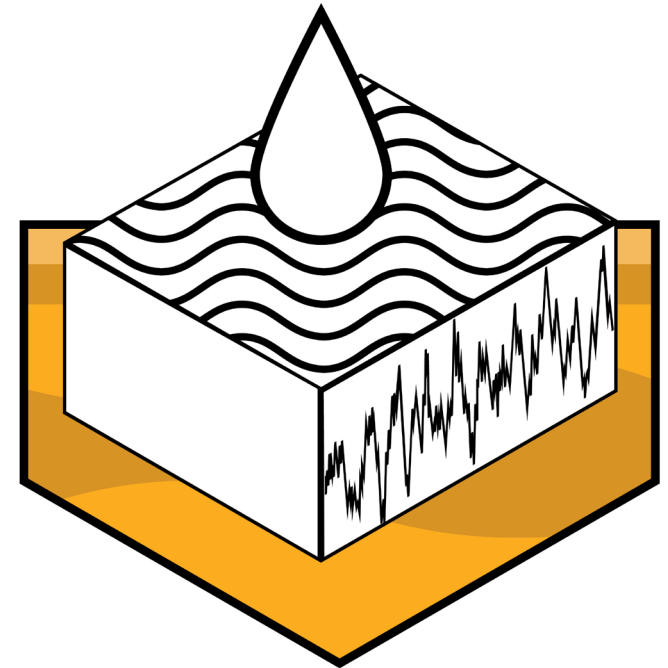
# Waar is Model Grondwaterspiegeldiepte op gebaseerd?



**“Data! Data! Data!  
I can’t make MAPS  
without DATA”**

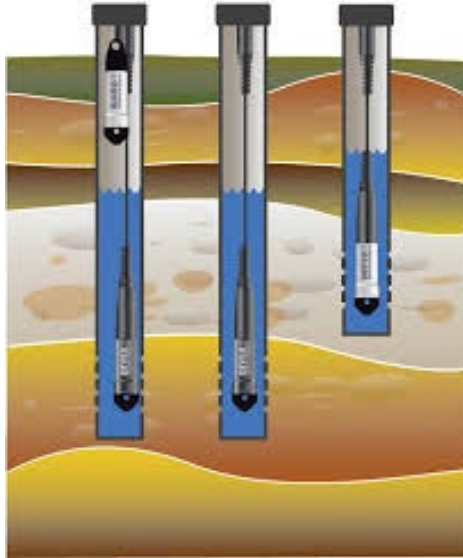
# Waar is Model Grondwaterspiegeldiepte op gebaseerd?

- Metingen in peilbuizen
- Metingen in tijdelijke boorgaten
- Proces- en gebiedskennis:
  - Bodemgesteldheid
  - Hoogteligging
  - Peilgebieden (peilbeheer)
  - ...





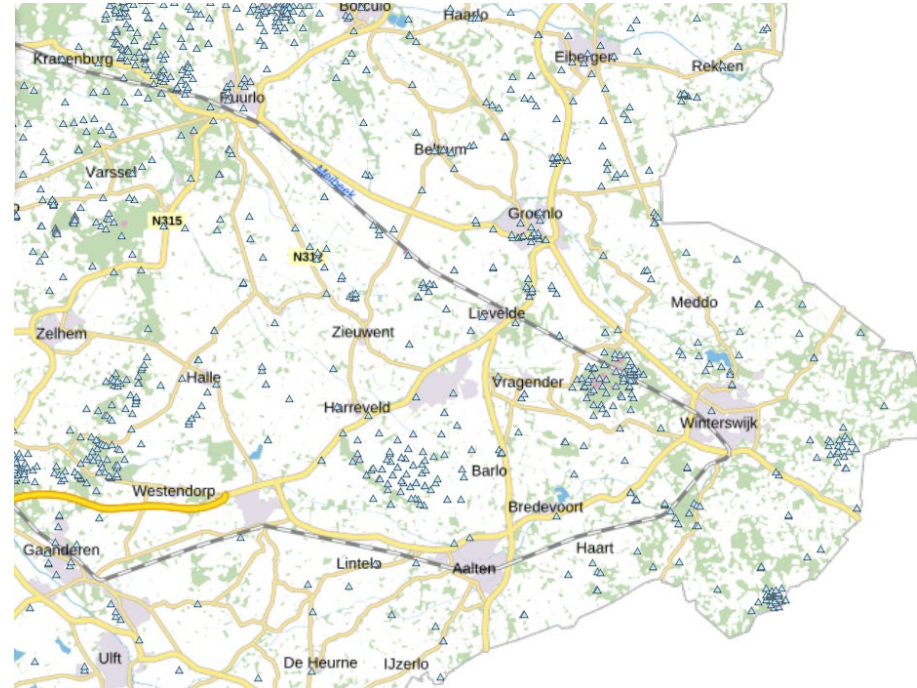
# Waar is Model Grondwaterspiegeldiepte op gebaseerd? *Metingen in peilbuizen*



# Waar is Model Grondwaterspiegeldiepte op gebaseerd?

## *Metingen in peilbuizen*

- Er staan veel peilbuizen op de kaart...
- Klein deel is geschikt voor WDM:
  - juiste diepte
  - operationeel
  - landelijk gebied



# Waar is Model Grondwaterspiegeldiepte op gebaseerd?

## *Metingen in peilbuizen*

- Veelal in bebouwd gebied



# Waar is Model Grondwaterspiegeldiepte op gebaseerd?

## *Metingen in peilbuizen*

- Veelal in bebouwd gebied

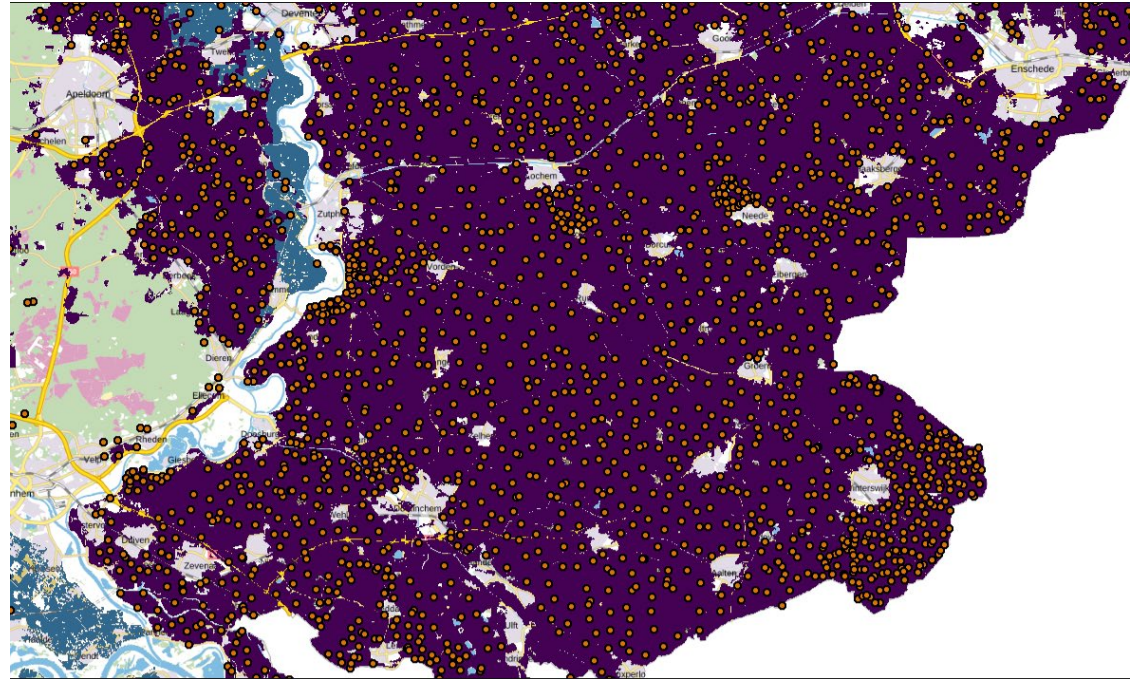




# Waar is Model Grondwaterspiegeldiepte op gebaseerd?

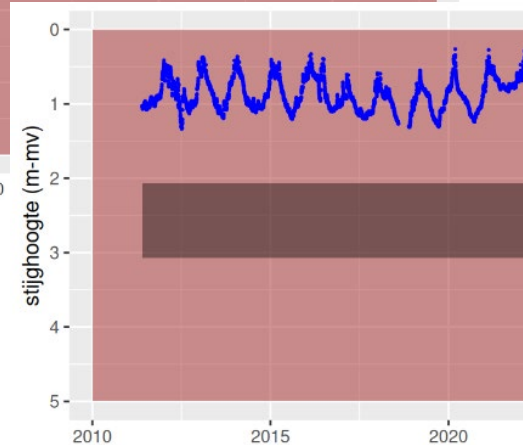
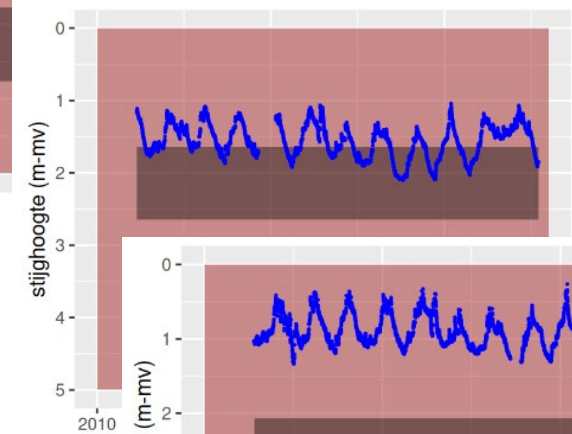
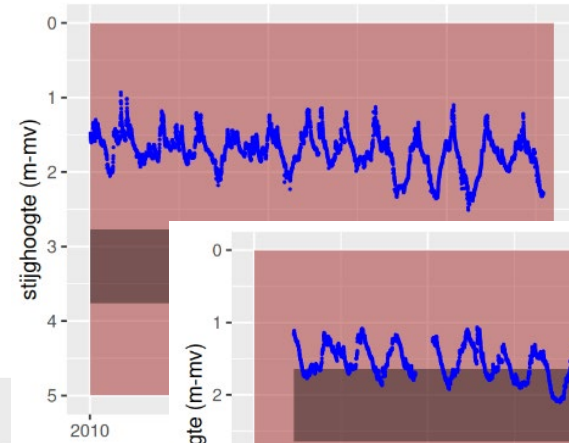
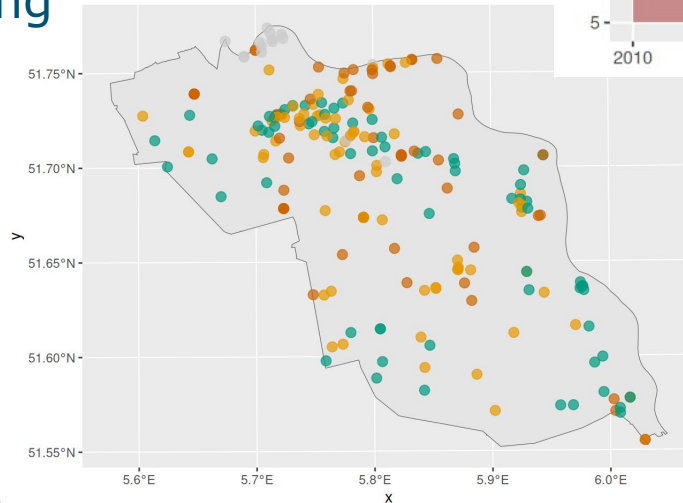
## *Metingen in tijdelijke boorgaten*

- Veel grotere dichtheid dan peilbuizen
- Handmetingen



# Controle van peilbuisgegevens (de Raam)

- Waterschap, Google maps, DINO, veldbezoek
- Bodemprofielinformatie
- Ruimtelijke ligging
- Filterdiepte
- Operationeel
- Uitbijters
- ...



# Methodiek: data, data, data + model -> kaart



## Mapping water table depths in wetlands and polder areas by probability sampling

Martin Knotters<sup>1</sup>, Dennis Walvoort, Paul Gerritsen

<sup>1</sup> Wageningen University and Research, Dronenvaldweg 4, Wageningen 6708 PB, The Netherlands

### ARTICLE INFO

Author's name: Basilia Missey

Keywords: Data-based approach

### ABSTRACT

Information on water table depth (WTD) in polder areas and wetlands is important to, for example, estimating emissions of greenhouse gases, assessing the agricultural and ecological potential, and flood risk management. The seasonal variation of WTDs is estimated with surveys of the yearly highest (drowned) and lowest (drained) water table depths within the fields in local sampling against (1) type and water management being selected in management. Within each station spatial trends. Uncertainty was lower realisation maps (indicated were derived, not for risk analysis).

se variations can be described with a W. A.g. *Lebbe et al.* inputs on the local hydrological normally not available

acteristics can be local approach on the table and unrealistic orating exhaustively related to WTD. (Fleke et al., 2004; V.T. Schuman and with electromagnetic 2012) used a regression levels from thermal and *Geoderma* sources of remote

Artikel

## Kartering van grondwaterspiegeldiepten in de polders en wetlands van Friesland

MARTIN KNOTTERS, DENNIS WALVOORT EN PAUL GERRITSEN

*Informatie over de verticale afstand van het maaiveld tot de grondwaterspiegel is belangrijk, bijvoorbeeld bij het schatten van broeikasgassen, bij beoordeling van de landbouwkundige en ecologische mogelijkheden en bij de beheersing van overstromingsrisico's. In het verleden werd deze afstand 'grondwaterstandsdiepte' of kortweg 'grondwaterstand' genoemd. Beide termen zijn niet correct. Daarom spreken we nu over 'grondwaterspiegeldiepte', dat ook beter aansluit bij het Engelse ('groundwater table depth'). In dit artikel, een bewerking van een artikel in *Geoderma* (Knotters e.a., 2022), beschrijven we hoe we met onder meer directe metingen van de grondwaterspiegeldiepte in boorgaten een kaart maakten. De boorgatlocaties selecteerden we door loting. Dat lijkt ongebruikelijk bij het maken van een kaart, maar we hadden er goede redenen voor.*

### Inleiding

In een groot deel van Nederland bevindt de grondwaterspiegel zich nabij de wortelzone. Wereldwijd is dit onder circa 7-17% van het aardoppervlak het geval (Fan e.a., 2013). Ondiepe grondwaterspiegels zijn belangrijk voor landbouw en ecologie en van invloed op de uitspoeling van nutriënten en pesticiden. Bij moerige en veengronden is de grondwaterspiegeldiepte een belangrijke factor in de uitstoot van CO<sub>2</sub> als gevolg van oxidatie door drainage. Nauwkeurige en actuele informatie over de grondwaterspiegeldiepte is daarom noodzakelijk voor de onderbouwing van klimaat-, landbouw-, natuur- en milieubeleid.

<https://doi.org/10.1016/j.geoderma.2022.115555>

Waterschap  
a en Ma



## Kartering grondwaterspiegeldiepte in de provincie Flevoland

Actualisatie van een deel van het Grondwaterspiegeldieptemodel (WDM) voor de Basisregistratie Ondergrond (BRO)

D.J.J. Walvoort, P. Gerritsen en M. Knotters

WOK-Rapport 153



## Kartering grondwaterspiegeldiepte in laag Friesland

Actualisatie van een deel van het grondwaterspiegeldieptemodel van de Basisregistratie Ondergrond (BRO)

P. Gerritsen, D.J.J. Walvoort & M. Knotters

WOK-rapport 131





# Vele toepassingen

- Ruimtelijke planvorming
- Schadeberekeningen (gewas)
- Natuurherstel- en ontwikkeling
- Bodemdalingsprognoses
- Nutriëntenemissie
- ...
- Zie presentatie Joachim





# Beschikbaarheid: bodemdata.nl, broloket.nl

BODEM  
DATA.NL

Bodemprofielen Basiskaarten Themakaarten Gebruik Documentatie Downloads Contact



Bodem

## GRONDWATER



Geomorfologie



Grondwater



Legenda

### Model Grondwaterspiegeldiepte ⓘ

Gemiddeld kleinste diepte (GHG) ⓘ

Gemiddeld grootste diepte (GLG) ⓘ

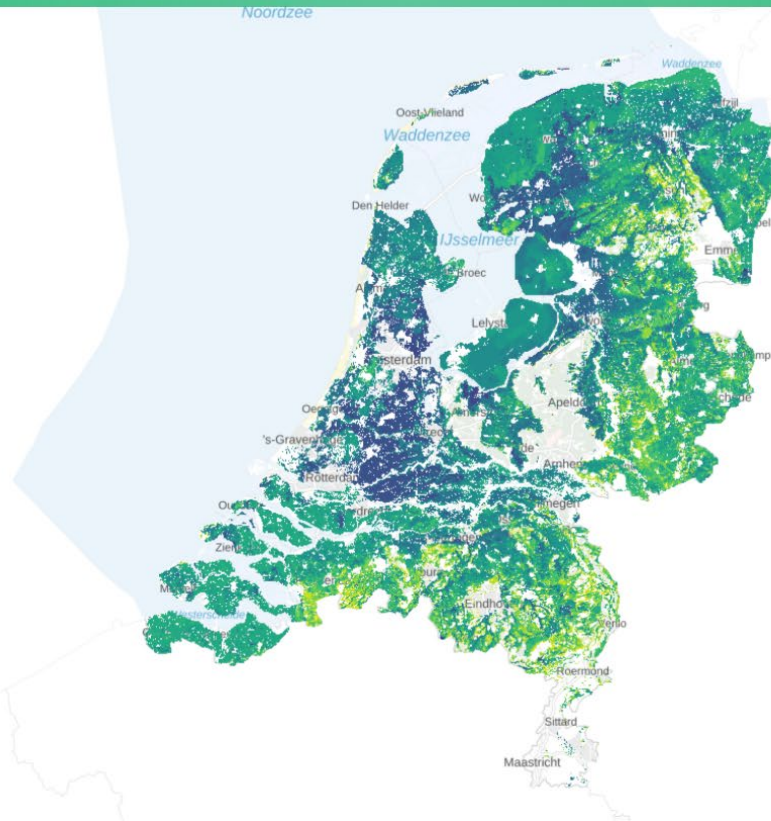


Gemiddelde diepte in voorjaar (GVG) ⓘ

Grondwatertrappen ⓘ

Grondwaterdocumentatie ⓘ

Locaties waarnemingen ⓘ



50 km

# Actuele bodeminformatie voor een waterschap

Joachim Hunink, hydroloog bij Waterschap Aa en Maas



# Waar werkt waterschap Aa en Maas

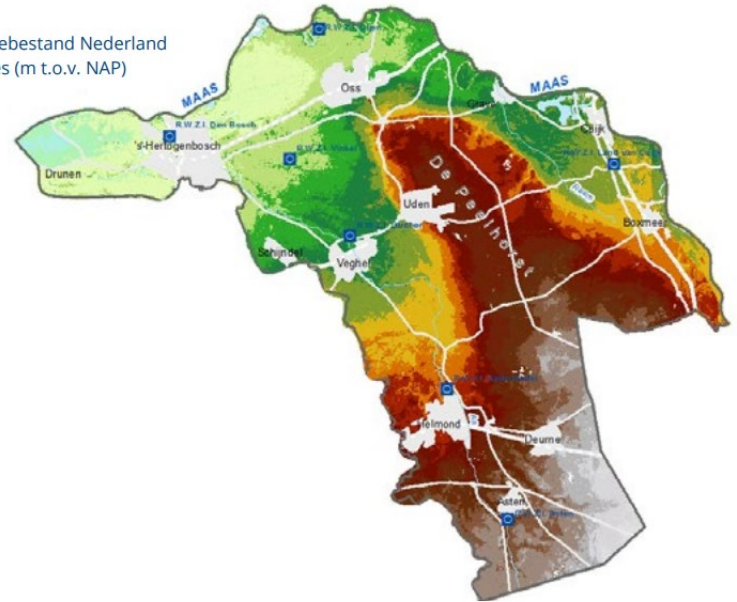
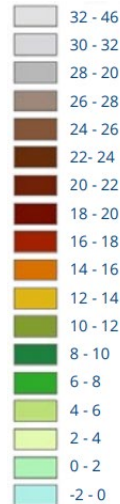


# Gebiedsinformatie

- Grootste deel hellende zandgronden.
- Ten oosten van de Peelhorst stroomt het water via het systeem van de Raam naar de Maas.
- Aan de westkant stroomt het water richting de Aa, die bij 's-Hertogenbosch in de Maas uitmondt.
- Het noordelijke deel van ons werkgebied bestaat uit kleipolders.

## Legenda

Actuele hoogtebestand Nederland  
Terreinhoogtes (m t.o.v. NAP)





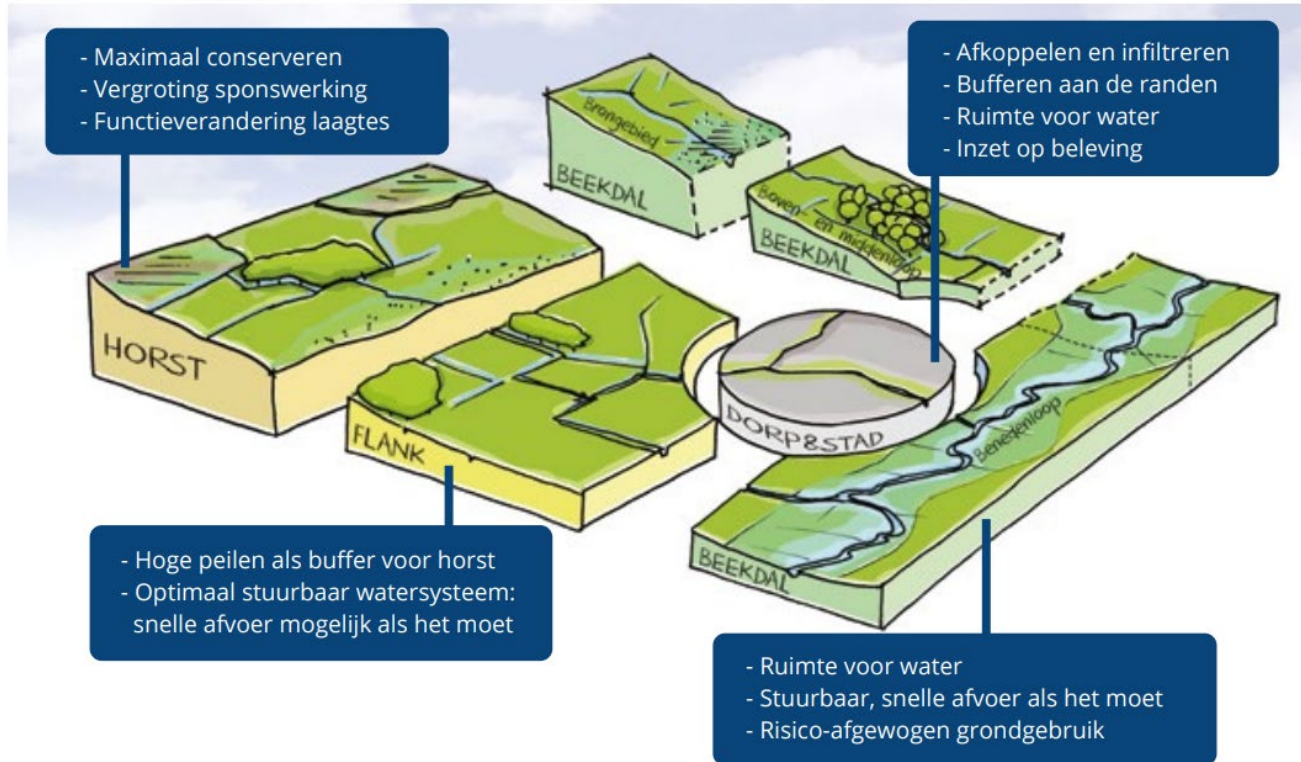


# Uitdagingen in het waterbeheer

- Klimaatverandering: extremen nemen toe
- Toename bevolking
- Toename watervraag landbouw
- Verdroging natuur
- Beperkte ruimte

Grondwaterconvenant tussen Brabantse Partijen voor herstel van het (grond)watersysteem.

# Robuust watersysteem





# Herstel van het grondwatersysteem

Wat:

1. Meer water vasthouden,
2. Minder water onttrekken (drinkwater, landbouw en industrie)
3. Meer infiltreren.

Aanpassingen in het watersysteem hebben gevolgen voor functies als woningbouw en landbouw.

We weten wat we moeten doen, maar **waar, wat en wanneer?**

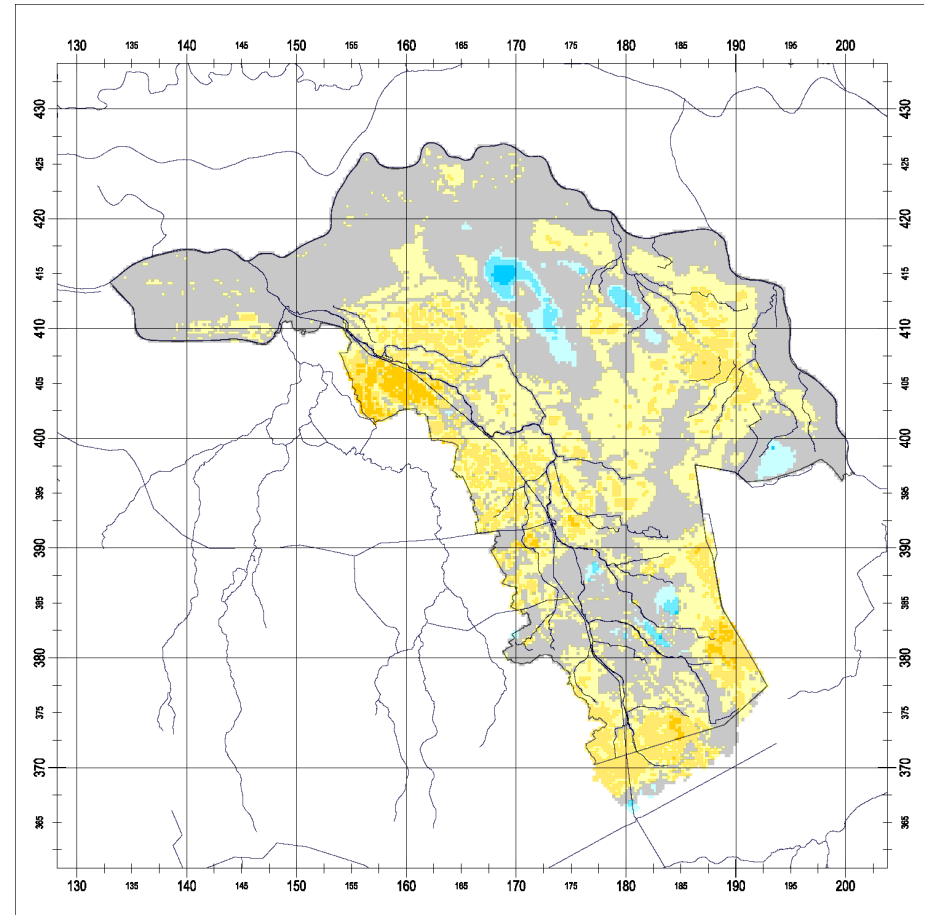
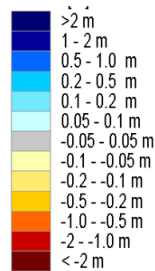
*Kennis van bodem en watersysteem is essentieel*



# Bodem- en grondwaterinformatie

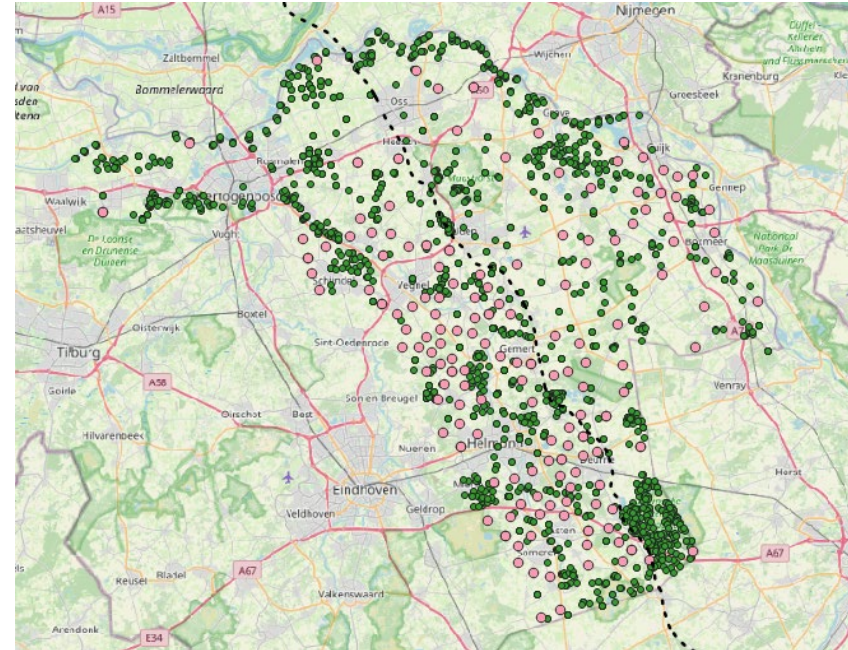
- Investerings vooraf in goede data betaald zich later uit.
- Ondergrondinformatie direct toepasbaar bij:
  - Hydrologische modellen -> effectiviteit van maatregelen.
  - Inrichtingsplannen
  - Kansenskaarten
  - Advies gebiedsontwikkelaars
  - ....

- Verandering gemiddelde grondwaterstand zomer als gevolg van klimaatverandering



# Meetnetten waterschap

- Werken toe naar een meer datagestueurd waterbeheer.
- Inzet op data
  - Uitbreiden meetnetten (neerslag, verdamping, bodemvocht, waterstanden, afvoeren, grondwaterstanden)
  - Data op orde



# Programma symposium BIS Nederland 2024

## Actuele bodeminformatie voor een leefbaar landschap

12.30 Ontvangst met koffie en thee

---

13.00 Welkom: Hoe staat het met het Bodemkundig Informatiesysteem Nederland?  
(Dorothee van Tol, Wageningen Environmental Research)

---

13.15 Waardevol landschap: aardkundige waarden. 13:15-13:35: Harm Jan Pierik,  
Rijksdienst voor het Cultureel Erfgoed; 13:35-13:55: Tom Harkema,  
Wageningen Environmental Research; 13:55-14:15: Hessel Woolderink,  
Wageningen Environmental Research

---

14.15 Intermezzo: spel 'Welke bodem waar?'

---

Pauze met koffie/thee

---

14.45 Basiskaarten van het bodem-watersysteem actueel houden: een nieuwe  
aanpak met waterschap Aa en Maas (Kees Teuling en Dennis Walvoort,  
Wageningen Environmental Research en Joachim Hunink, Waterschap Aa en  
Maas)

---

15.30 Monitoren van organische stof en koolstof in de bodem in Nederland en  
Europa (Jan Peter Lesschen, Wageningen Environmental Research)

---

16.00 Afsluiting en borrel

---



# Monitoren van organische stof en koolstof in de bodem in Nederland en Europa

Jan Peter Lesschen



# Belang bodemkoolstof voor klimaat

- Bodems hebben 2x zoveel C als vegetatie en atmosfeer
- Kleine toename in bodem C voorraad kan potentieel veel CO<sub>2</sub> vastleggen
- Vastlegging nodig om resterende emissies te compenseren
- Nederlands Klimaatakkoord
  - Landbouwbodems: 0,4-0,6 Mton CO<sub>2</sub> extra vastlegging
  - Veenweide: 1,0 Mton CO<sub>2</sub> emissiereductie
- Koolstofcertificaten '*carbon farming*'

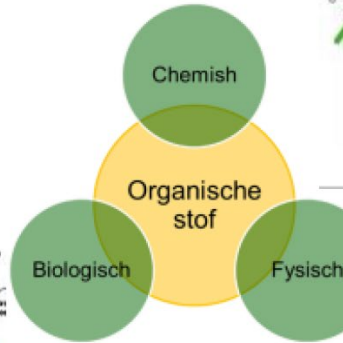
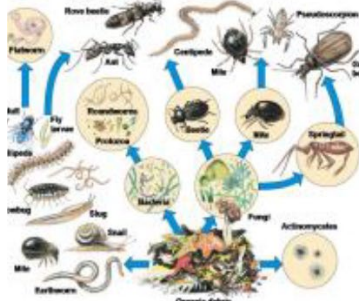
# Belang van organische stof

Chemisch:

- Nutriëntenlevering
- Nutriëntenbuffer (CEC)

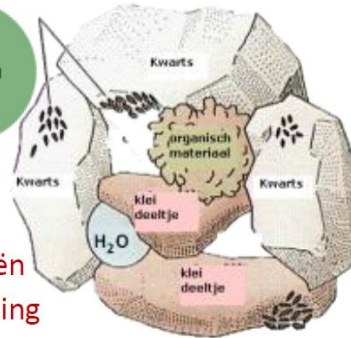
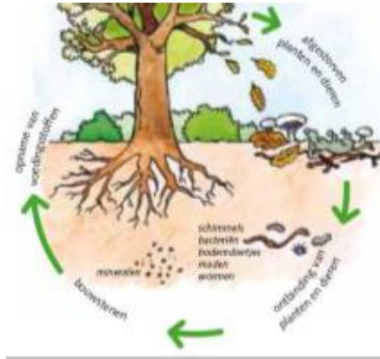
Biologisch:

- Voedsel
- Leefomgeving voor het bodemleven



Fysisch:

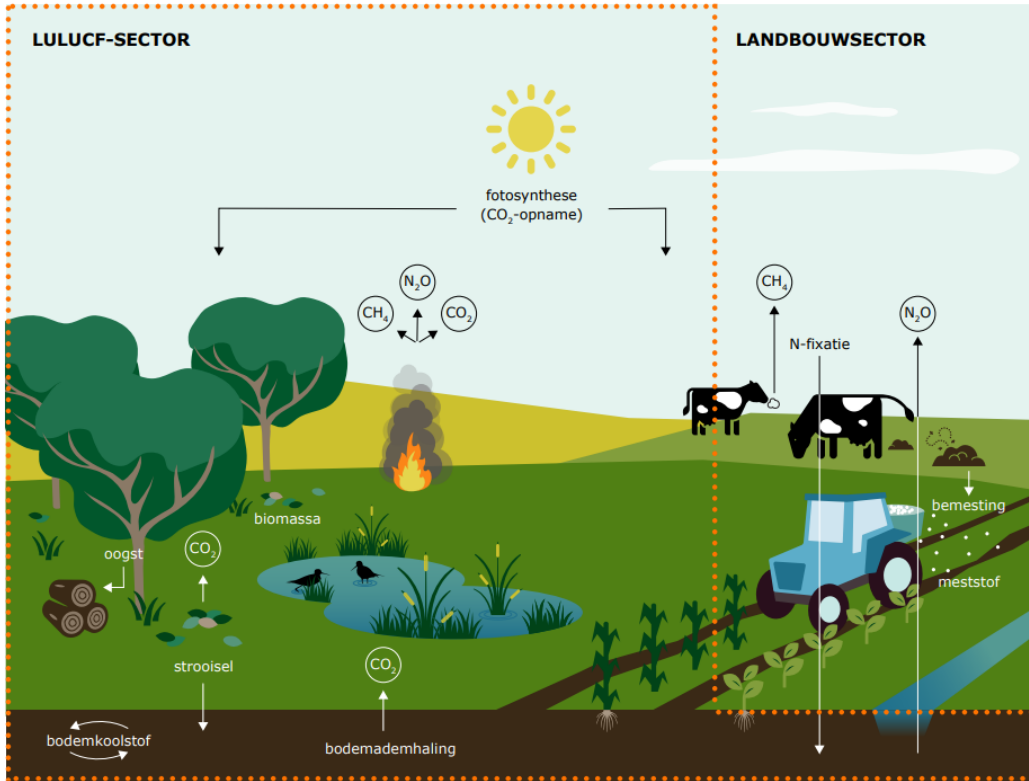
- Structuur, poriën
- Vochthuishouding



Bron: Gera van Os (2018)

- Nationaal Programma Landbouwbodems
- GLB: Goede landbouw- en milieucondities, Eco-regeling, ...
- EC voorstel Richtlijn voor bodemmonitoring en veerkracht

# LULUCF en landbouw sector



## Landbouw

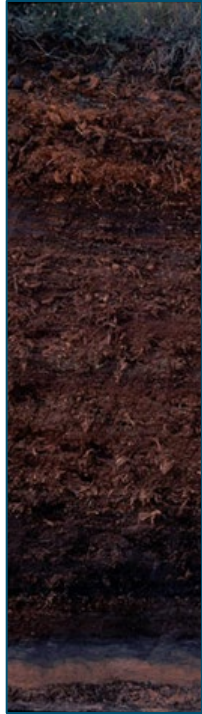
- CH<sub>4</sub> pensfermentatie
- CH<sub>4</sub> en N<sub>2</sub>O mestopslagen
- N<sub>2</sub>O bodememissies

## LULUCF

- Biomassa (met name bos)
- Organische bodems
- Minerale bodems



# Organische versus minerale bodems



## Organische bodem:

- Veenvan of moerige grond
- C voorraad > 150 ton C/ha
- CO<sub>2</sub> emissies
- Oxidatie tegengaan (peilverhoging etc.)



## Minerale bodem:

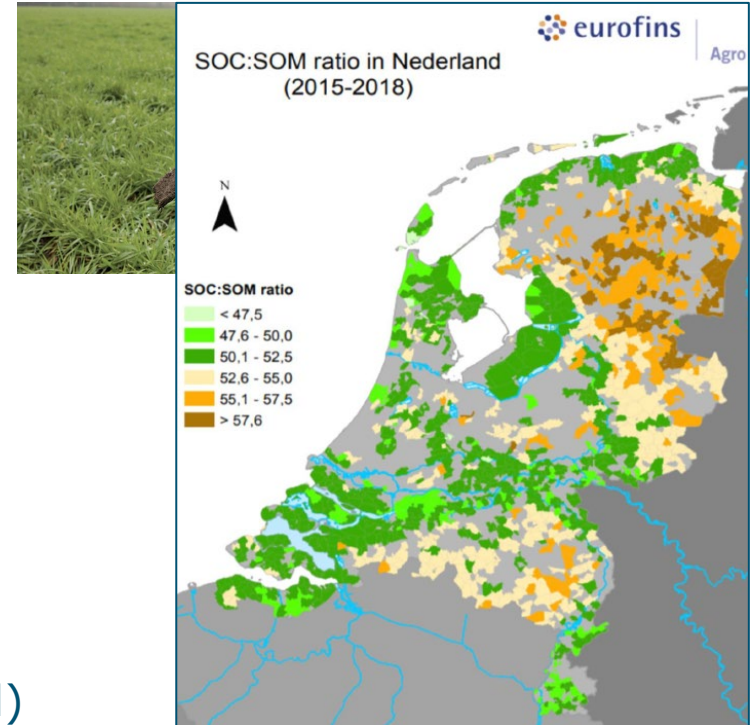
- Zand-, klei- of lössgrond
- C voorraad 50-100 ton C/ha
- Vastlegging mogelijk (vanggewassen, minder ploegen, compost, etc.)

# Meten van koolstofvastlegging

## Verschilmeting over tijd

Complex door:

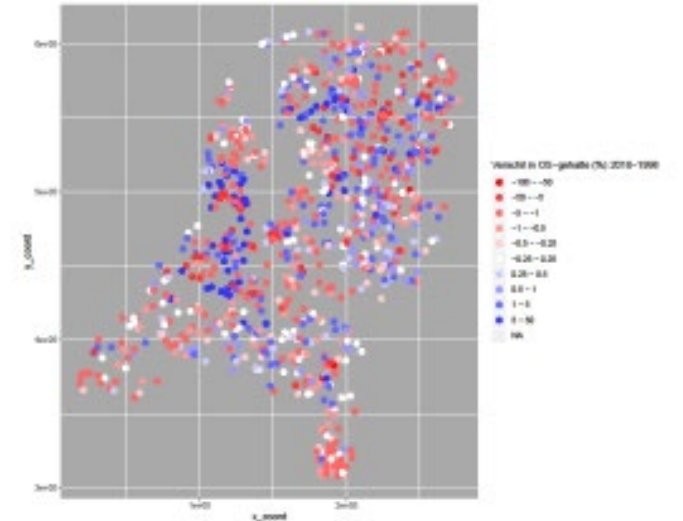
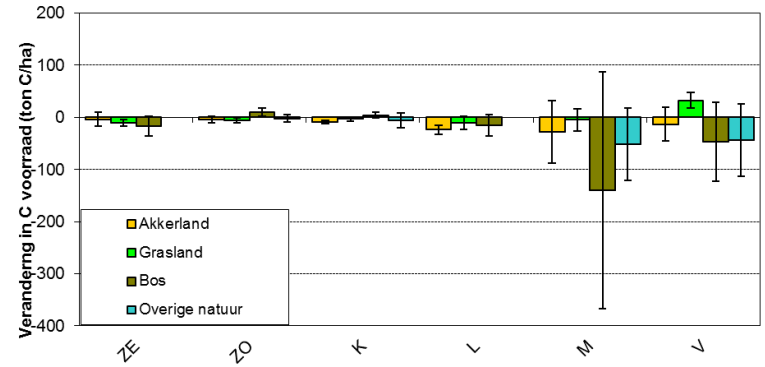
- Klein verschil t.o.v. grote voorraad
- Ruimtelijke variabiliteit
- Temporele variabiliteit
- Welke bodemlaag?
- Verschillende lab-methodes
- OS-gehalte versus C-gehalte
- Gehalte versus voorraad (bulkdichtheid)



Reijneveld et al. (2021)

# Koolstofvoorraad van Nederland – CC-NL

- Herbemonstering in 2018 van LSK locaties uit periode 1995-2002
- 1152 locaties
- Basis voor nulmeting bodemkwaliteit (van den Elsen et al., 2020)
- Afname koolstofvoorraad in veen- en moerige gronden, geen significante verandering voor minerale gronden
- Grote onzekerheid door verschillen in bemonsteringsmethode
- Nieuwe ronde in 2024

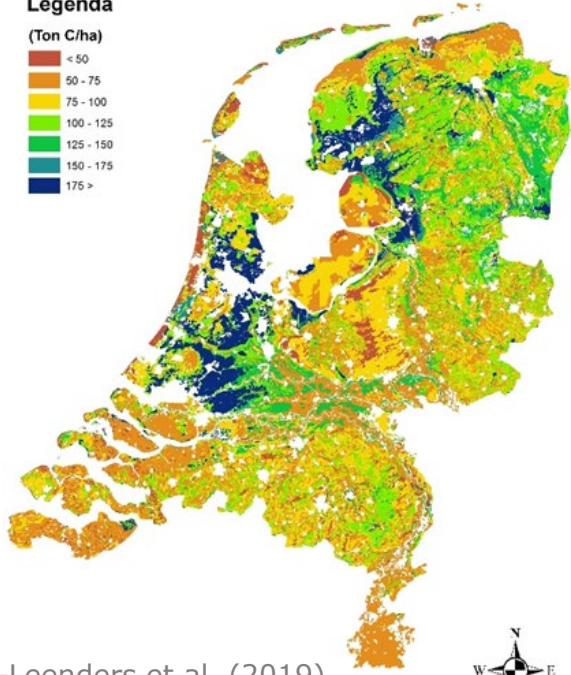


# Bodemkoolstof in Nederland

## Bodem C voorraad

### Legenda

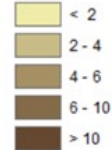
(Ton C/ha)



Tol-Leenders et al. (2019)

## Bodem C gehalte

### SOC content (%)

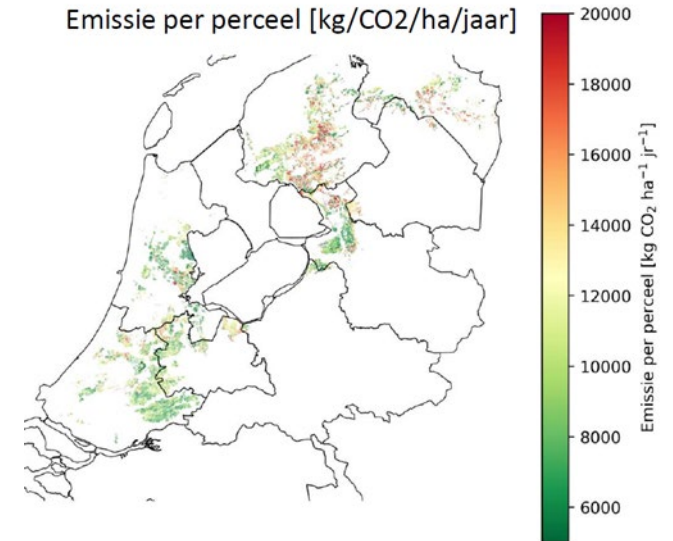


Gebaseerd op CC-NL data volgens Helfenstein et al. (2022)



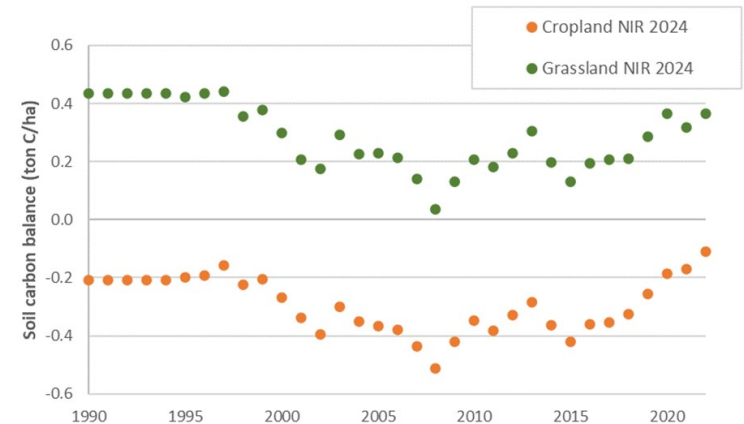
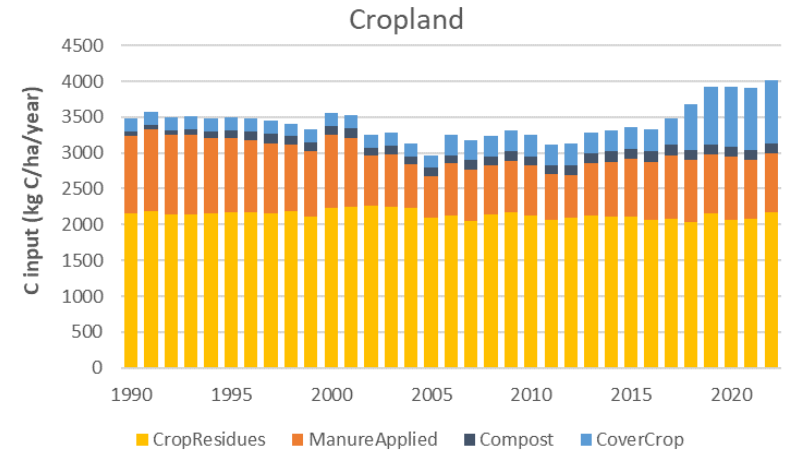
# Emissies uit veen en moerige gronden

- Huidige emissies bijna 6 Mton
- SOMERS model: monitoring per perceel
- Bodem en waterpeil data
- Klimaatmitigatie maatregelen
  - Peilverhoging
  - Waterinfiltratiesystemen
  - Natte teelten
  - Omvorming naar natuur



# Minerale bodems

- Toepassing RothC model op nationale schaal op postcode 4 niveau
- Bodem C data: gedetailleerde voorspellingskaart op basis van CC-NL
- Gebruikte data (1990-2022)
  - Gewasarealen, groenbemesters → BRP
  - Gewasopbrengst → CBS oogstraming
  - Organische meststoffen → INITIATOR
  - Stro gebruik → BIN
  - Maandelijkse weergegevens → KNMI



# Bodem C maatregelen

## Melkveehouderij

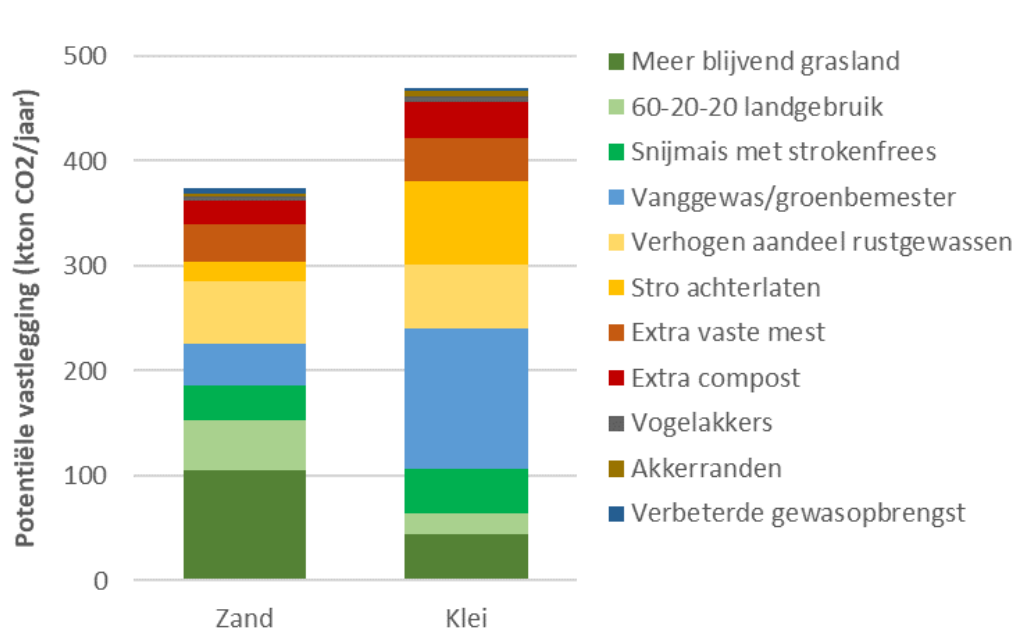
- Leeftijd grasland
- Meer blijvend grassland
- Snijmais met strokenfrees
- Meer vaste mest

## Akkerbouw

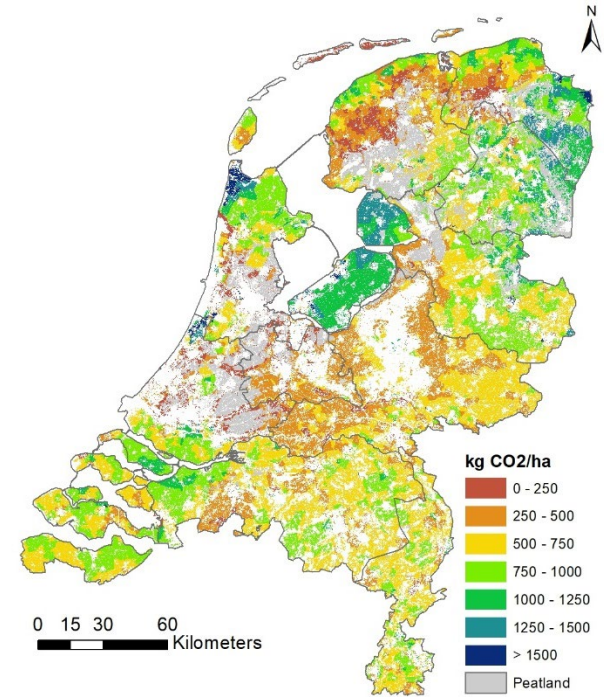
- Vanggewassen/groenbemesters
- Meer graan in bouwplan
- Onderwerken van stro
- Extra compost
- Akkerranden



# Berekende potentiële CO<sub>2</sub> vastlegging



Combinatie van maatregelen:  
0,9 Mton CO<sub>2</sub>/jaar



Lesschen et al. (2021) en Slier et al. (2022)



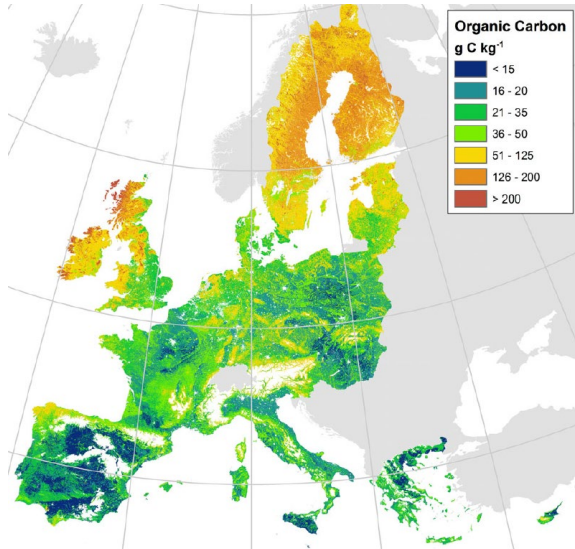
# Koolstofcertificaten voor blijvend grasland



- Methodedocument bij SNK sinds 2021
- Blijvend grasland = het niet scheuren van grasland voor minimaal 10 jaar
- Groep bedrijven start gezamenlijk project en maakt afspraken
- Een bedrijf kan meedoen met minimaal 50% van het totaal bedrijfsareaal
- Modelberekening voor CO<sub>2</sub> vastlegging → certificaten (5% per jaar)
- Bodem C metingen in jaar 0 en jaar 10 → verificatie (50% uitkering)
- Nu 10 projecten formeel gestart
- Methode voor akkerbouw ook beschikbaar

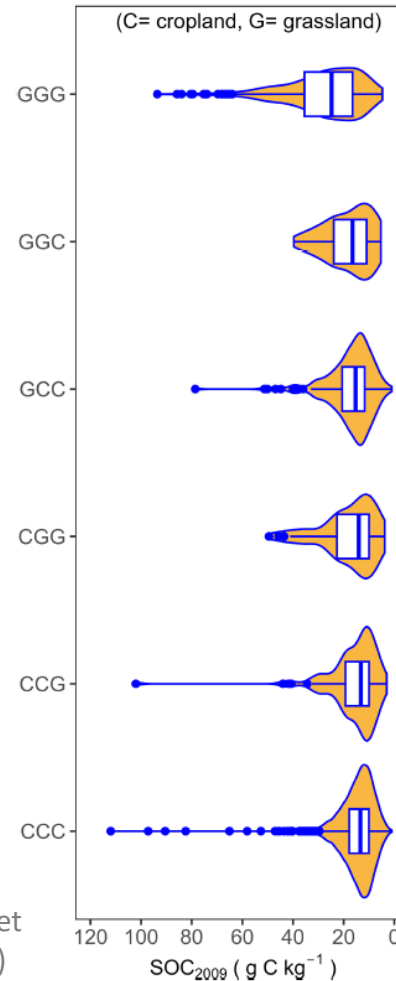
# LUCAS soil survey

- EU brede survey
- ~25000 locations soil samples, maar ~200 in Nederland
- 2009, 2015, 2018 en 2022



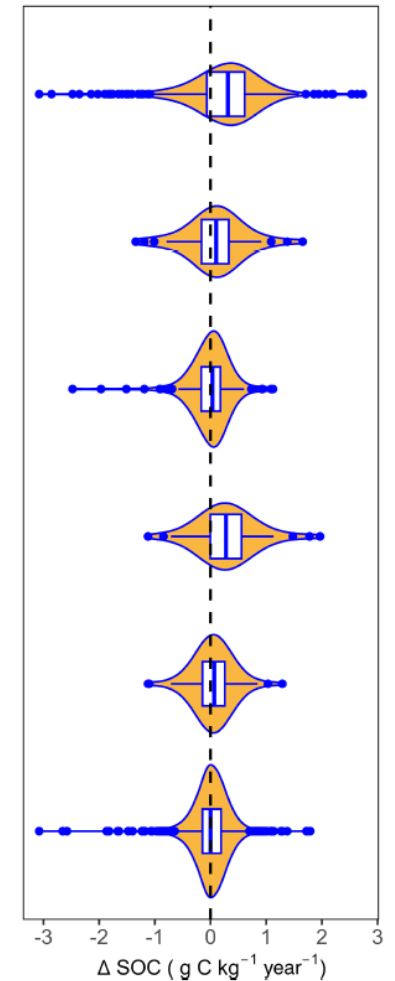
de Brogniez  
et al. (2014)

(a) SOC content 2009



De Rosa et  
al. (2023)

(b)  $\Delta$  SOCc



# Gerelateerde EU wetgeving

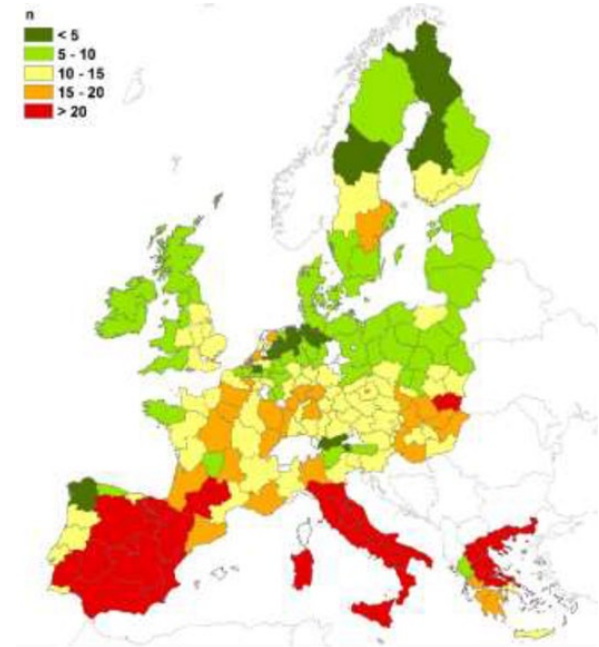
- EU richtlijn hernieuwbare energie
  - Duurzaamheidscriteria voor biomassa - *high carbon stock land*
- EU natuurherstelwet
  - Herstel en vernatting van organische bodems
  - Herstel van agrarische ecosystemen
- Carbon removal certification framework
- LULUCF verplichting om ruimtelijk expliciet te gaan monitoren

→ EU voorstel richtlijn bodemmonitoring en veerkracht

# Voorgestelde indicatoren EU monitoring wet

- Salinization – EC < 4 dS/m
- Soil erosion – Erosion rate < 2 t/ha/yr
- Loss of soil organic carbon
  - Mineral soils: **SOC/Clay ratio >1/13**
  - Organic soils: based on Nature restoration law
- Subsoil compaction – Bulk density
- Excess nutrient content in soil – P-Olsen < 30-50 mg/kg
- Soil contamination – Concentration heavy metals and selection of organic contaminants
- Reduction of soil capacity to retain water – Soil water holding capacity




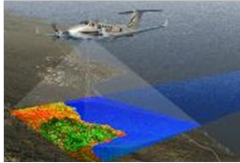

n = Clay / SOC (opposite)





# Nieuwe ontwikkelingen - sensoren

- Sneller en goedkoper
- Voor grotere oppervlaktes en vaker in de tijd
- Indirecte meting
- Alle technieken hebben kalibratie nodig en veel een omrekening

<u>Punt</u>	<u>Veld</u>	<u>Regio</u>	<u>Land</u>	<u>Continent</u>
Proximal + lab	Proximal + drones + airborne + satellites	Airborne + drones + satellites	Satelites + airborne	Satelites + airborne
				
Soil profiles Samples Fieldwork VISNIR/MIR Gamma-ray XRF Temp. Moisture	VISNIR GPR Gamma-ray EM/EC Magnetics	VISNIR Gamma-ray EM Radar Magnetics	VISNIR Gamma-ray EM Radar Magnetics	VISNIR Gamma-ray EM Radar Magnetics

Bron: van Egmond

# Conclusies

- Belang van monitoring van bodem C neemt toe, zowel voor klimaat als bodemgezondheid
- Onzekerheid in veranderingen in C voorraad zijn groot
- Combinatie van metingen, modellen en nieuwe sensoren nodig

# Bedankt voor de aandacht

Contact:

[janpeter.lesschen@wur.nl](mailto:janpeter.lesschen@wur.nl)



# Programma symposium BIS Nederland 2024

## Actuele bodeminformatie voor een leefbaar landschap

12.30 Ontvangst met koffie en thee

---

13.00 Welkom: Hoe staat het met het Bodemkundig Informatiesysteem Nederland?  
(Dorothee van Tol, Wageningen Environmental Research)

---

13.15 Waardevol landschap: aardkundige waarden. 13:15-13:35: Harm Jan Pierik,  
Rijksdienst voor het Cultureel Erfgoed; 13:35-13:55: Tom Harkema,  
Wageningen Environmental Research; 13:55-14:15: Hessel Woolderink,  
Wageningen Environmental Research

---

14.15 Intermezzo: spel 'Welke bodem waar?'

---

Pauze met koffie/thee

---

14.45 Basiskaarten van het bodem-watersysteem actueel houden: een nieuwe  
aanpak met waterschap Aa en Maas (Kees Teuling en Dennis Walvoort,  
Wageningen Environmental Research en Joachim Hunink, Waterschap Aa en  
Maas)

---

15.30 Monitoren van organische stof en koolstof in de bodem in Nederland en  
Europa (Jan Peter Lesschen, Wageningen Environmental Research)

---

16.00 Afsluiting en borrel