

Hydrologische und landwirtschaftliche Auswirkungen der Unterflurbewässerung auf Moorböden: Zusammenfassung von Projekten und Forschungsergebnissen aus den Niederlanden

30.03.2023, Idse Hoving, Johan van Riel, Karel van Houwelingen, Jan van den Akker en Harry Massop

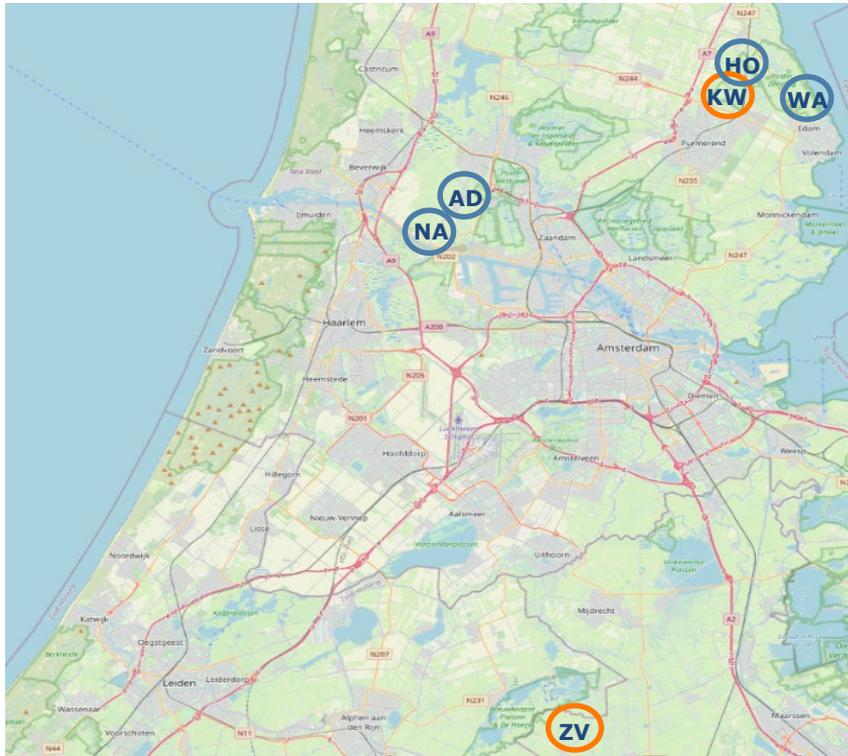


Projekte

- Zielsetzung: Reduktion von Moorsackung und THG-Emissionen
- Neue Techniken werden geprüft:
 1. Unterflurbewässerung
 2. Unterflurbewässerung im Schachtverfahren
 3. Optimierter Betrieb, Monitoring und Wartung
- Erprobung alternativer Produktionssysteme mit geringem Aufwand
z.B. Infiltration über flachen Gräben
- Nationales Forschungsprogramm – Messung der THG-Emissionen (NOBV)



Versuchsflächen

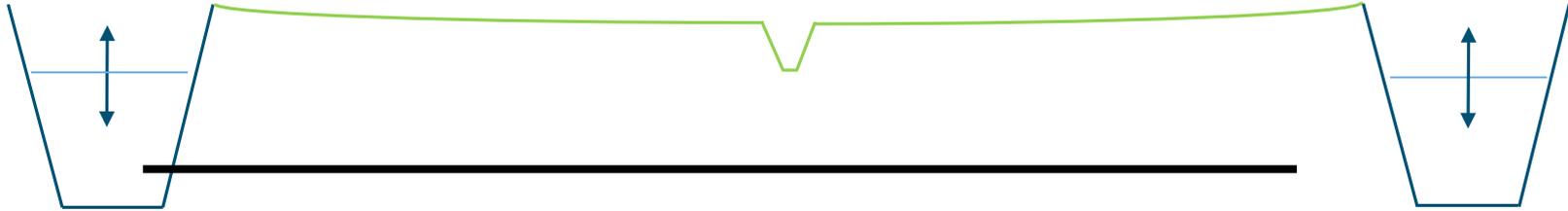


- Moorboden mit tonhaltigem Oberboden
- tonig-erdiger Moorboden

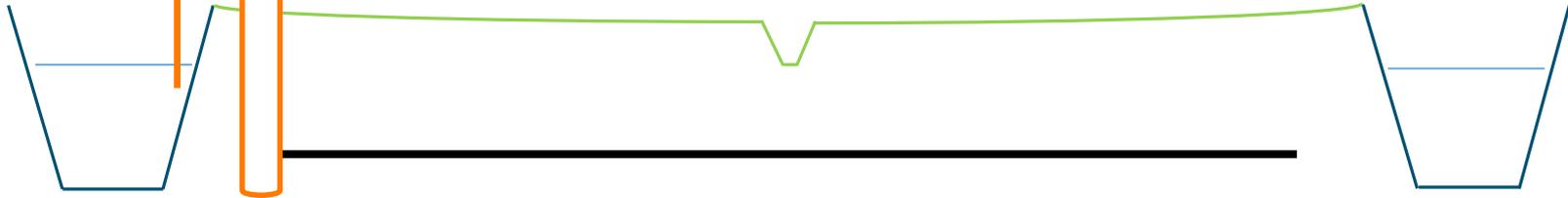
| Standort | Jahr | Grabenwasserstand | Infiltration von Wasser | Abstand der Dränrohre | Ertrag |
|------------|-----------|-------------------------|-------------------------|-----------------------|--------|
| Zegveld 0 | 2004-2007 | 'hoch' | Unterflurbewässerung | 4-8-12 | x |
| Zegveld 0 | 2004-2007 | 'niedrig' | Unterflurbewässerung | 4-8-12 | x |
| Zegveld 1 | 2008-2015 | 'hoch' | Unterflurbewässerung | 4-8 | x |
| Zegveld 1 | 2008-2015 | 'niedrig' | Unterflurbewässerung | 4-8 | x |
| Hobrede | 2007-2010 | 'niedrig' | Unterflurbewässerung | 6 | x |
| Kwadijk | 2007-2010 | 'niedrig' | Unterflurbewässerung | 6 | x |
| Warder | 2012-2014 | 'mittel' | Unterflurbewässerung | 4 | x |
| Warder | 2012-2014 | 'niedrig' | Unterflurbewässerung | 4 | x |
| Warder | 2012-2014 | 'mittel' and 'niedrig' | Unterflurbewässerung | 4 | x |
| Zegveld | 2011-2016 | dynamisch Winterhoch | Unterflurbewässerung | 4-8 | - |
| Zegveld | 2011-2013 | dynamisch Winterniedrig | Unterflurbewässerung | 4-8 | - |
| Zegveld | 2016-2021 | 'hoch' | Unterflurbewässerung | 6 | - |
| Zegveld | 2016-2021 | 'niedrig' | Unterflurbewässerung | 6 | - |
| Zegveld | 2016-2021 | 'hoch' | UFB m. Schacht | 6 | - |
| Zegveld | 2016-2021 | 'niedrig' | UFB m. Schacht | 6 | - |
| Assendelft | 2018-2021 | 'niedrig' und 'mittel' | UFB m. Schacht | 4 | - |
| Naurena | 2018-2021 | 'mittel' | UFB m. Überstau | 4 | - |
| | | 'niedrig' | 10-20 cm | unter GOK | |
| | | 'mittel' | 30-40 cm | unter GOK | |
| | | 'hoch' | 50-60 cm | unter GOK | |

Entwicklung von neuer Technik

Unterflurbewässerung mit festem oder dynamischem Grabenwasserstand



Unterflurbewässerung im Schachtverfahren (sehr aufwändiges System)



Gruppeninfiltration (wenig aufwändiges System)





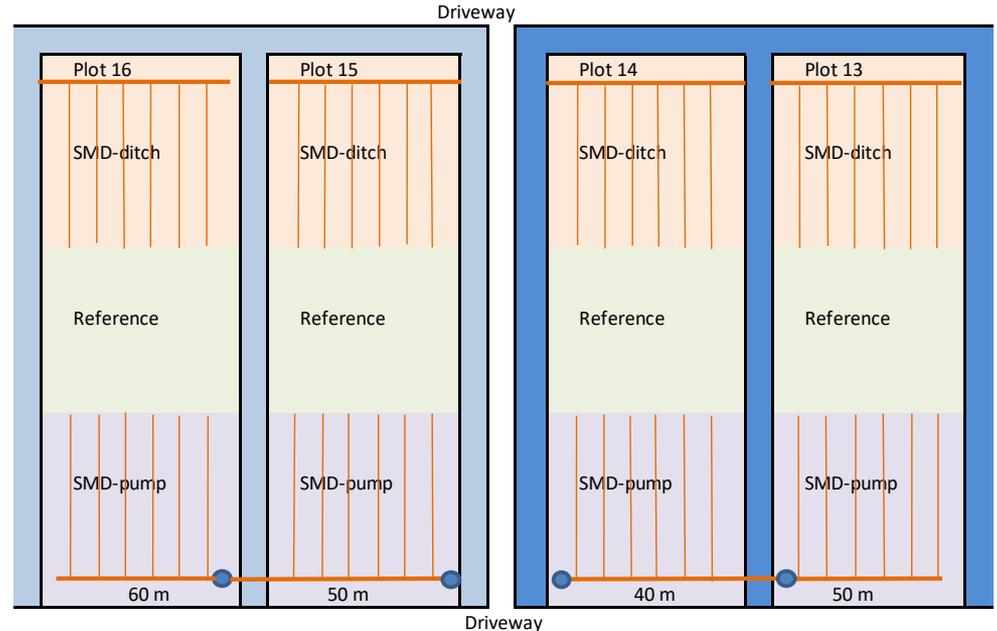
Grundwasserstandsmessungen

- Referenz und Maßnahme in einem Feld wenn möglich
- Messungen zeitlich und räumlich verteilt



- 2-8 Transsekte für Forschungsmaßnahme
- 9-30 Messgeräte pro Behandlung
- wöchentlich

Zegveld (2016-2021)



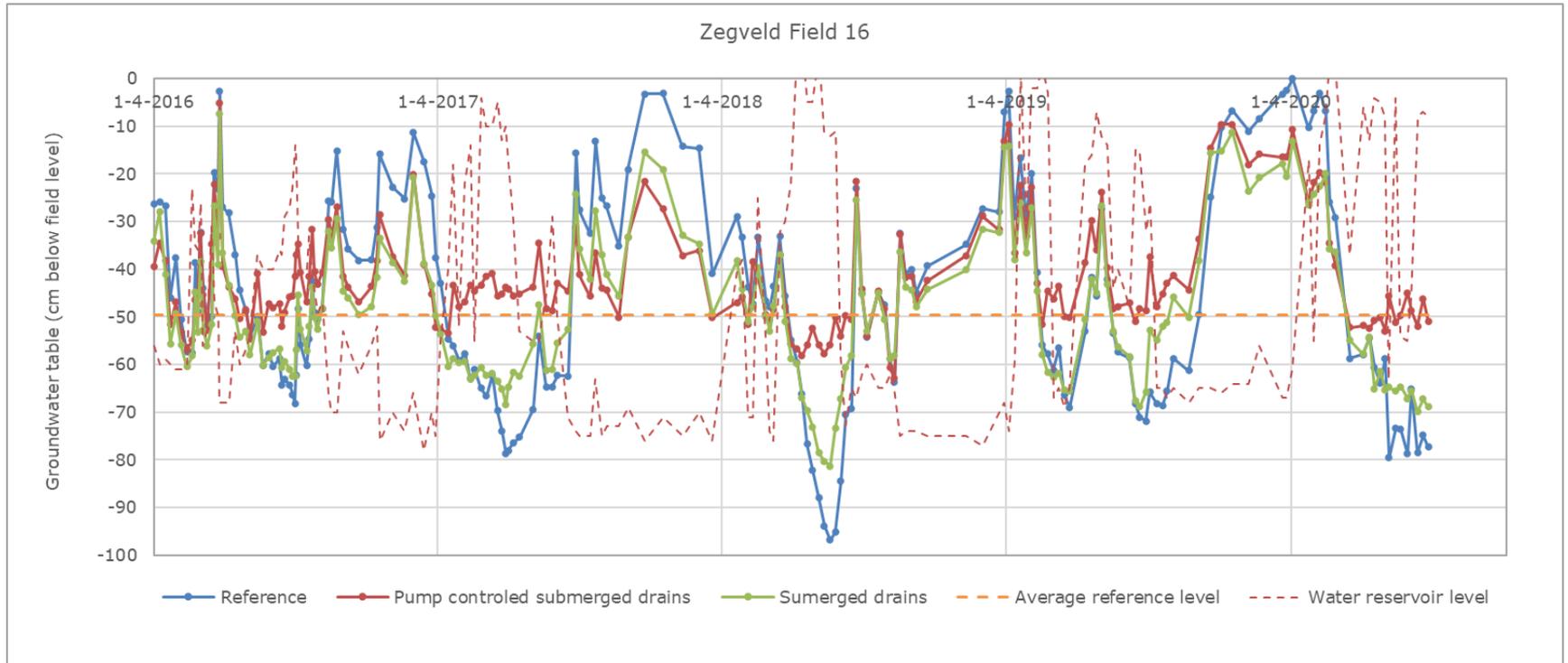
dynamic ditch water level

- Supply control submerged drains
- Collector drain
- Drain tube

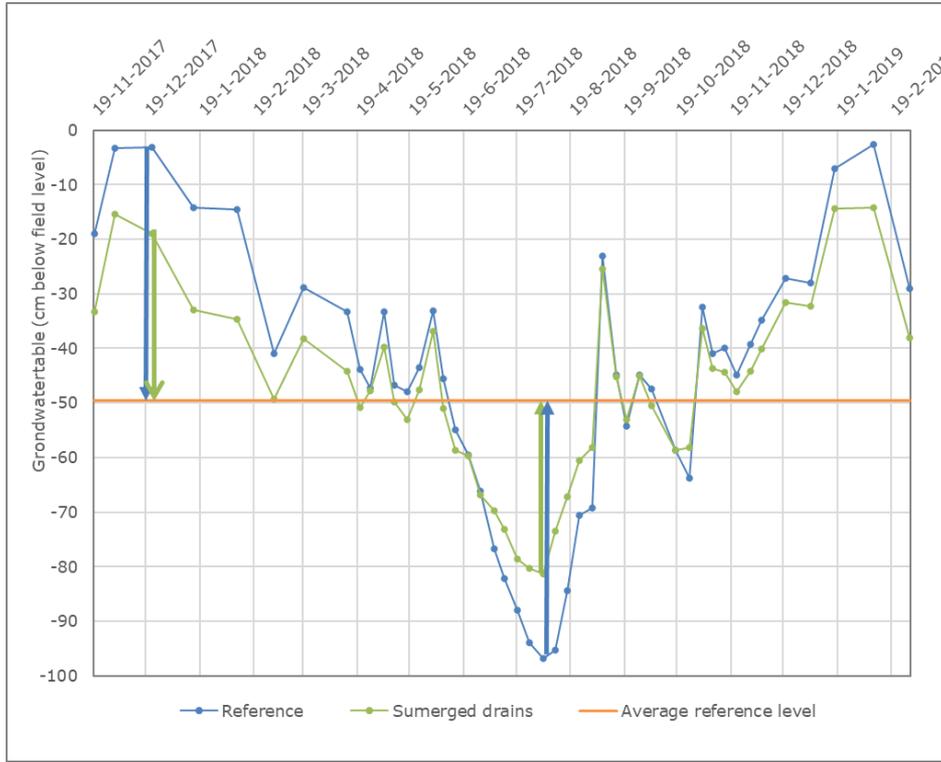
- High ditch water level (20 cm -soil surface)
- Low ditch water level (55 cm -soil surface)

- Submerged drains connected to ditch (SMD-ditch)
- Submerged drains not connected (Reference)
- Pump controlled submerged drains (SMD-pump)

Auswirkung auf den Grundwasserspiegel



Statistische Gesamtauswertungen



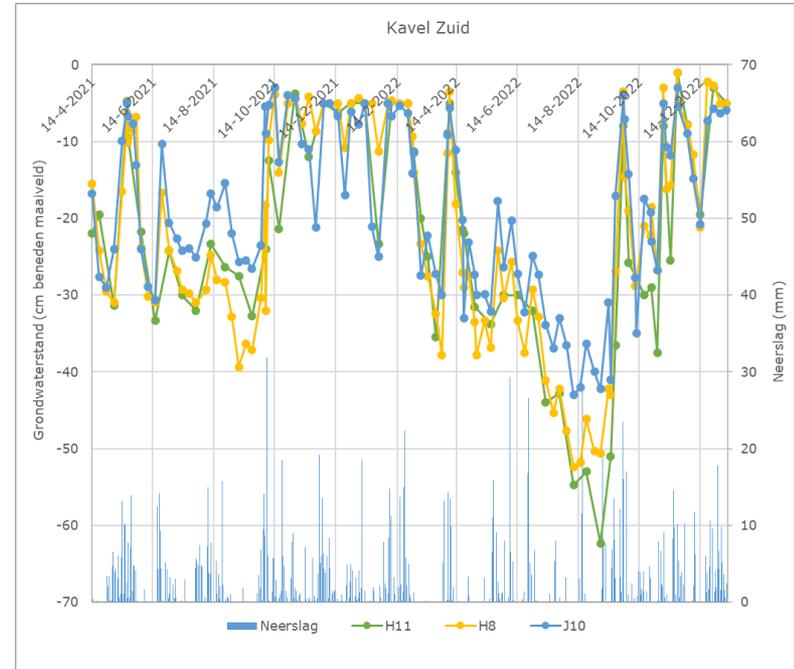
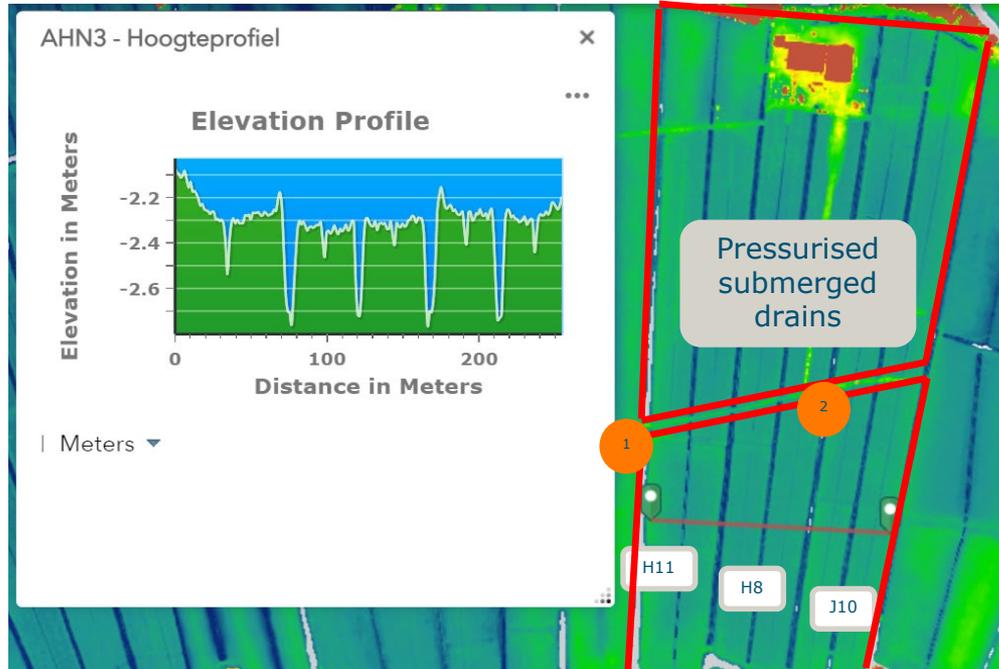
- Durchschnittliche Referenzpegel pro Jahr = **normative Ebene**
- Delta Referenz (**blaue Pfeile**) und Delta Maßnahme (**grüne Pfeile**) werden paarweise verglichen und statistisch analysiert.
- Linearer Faktor < 1 bedeutet – Maßnahme und Referenz sind unterschiedlich (je kleiner die Zahl, desto größer die Wirkung)

Ergebnisanalysen– Vergleich der Feldversuche

| Location | Period | Field | Ditch water level | Drain distance | Linear parameter (the smaller, the greater the effect) Red: significant | Quadratic term (extra infiltration summer) Blue: significant | Explanation |
|--|-----------|---------|-------------------|----------------|--|---|----------------------------------|
| Submerged drains with fixed ditch water levels | | | | | | | |
| Hobrede | 2007-2010 | 9 | 'laag' | 6 m | 0.95 | - | Drain distance to high |
| Kwadijk | 2007-2010 | 3 | 'laag' | 6 m | 0.93 | - | Drain distance to high |
| Warder | 2012-2014 | 2-13 | 'midden' | 4 m | 0.78 | - | Good conditions |
| | | 21-22 | 'laag' | 4 m | 0.75 | - | Good conditions |
| Zegveld 0 | 2004-2007 | 1-13 | 'hoog' | 4-8-12 m | 0.81 | - | Good conditions |
| | | 2-3 | 'laag' | 4-8-12 m | 0.75 | - | Good conditions |
| Zegveld 1 | 2011-2015 | 1-13 | 'hoog' | 4-8 m | 1.00 | - | Polution, blockage? |
| | | 2-3 | 'laag' | 4-8 m | 0.97 | - | Polution, blockage? |
| Zegveld | 2016-2021 | 13-14 | 'hoog' | 6 m | 0.82 | - | Good conditions |
| | | 15-16 | 'laag' | 6 m | 0.86 | - | Good conditions |
| Submerged drains with dynamic ditch water level | | | | | | | |
| Zegveld | 2011-2016 | 7b-8b | Winter hoog | 4 m | 0.75 | - | Good conditions |
| | 2011-2013 | Zw1-Vo2 | Winter laag | 4 m | 0.69 | - | Good conditions |
| Pressurised submerged drains | | | | | | | |
| Assendelft | 2018-2021 | 1 | 'laag' | 4 m | 0.33 | 0.006075 | Direct start and good conditions |
| | | 2 | 'laag' | 4 m | 0.62 | 0.006075 | Pesure loss, polution |
| | | 4-7 | 'laag' | 4 m | 0.66 | 0.006075 | Late start, presure loss |
| Nauerna | 2018-2021 | 7 | 'hoog' | 4 m | 0.78 | 0.006075 | Late start, presure loss |
| Zegveld | 2016-2021 | 13-14 | 'hoog' | 6 m | 0.60 | 0.006075 | Differences in field level hight |
| | | 15-16 | 'laag' | 6 m | 0.57 | 0.006075 | Differences in field level hight |

'Hof mit hohen Wasserständen' Zegveld

Hohe Schwankungen in Grundwasserstand



- Feld H11 ist etwas höher gelegen (20 cm)

- Zusätzliches Wasserreservoir J10 verbessert die Leistung

Aktuelle Herausforderung: Optimierung der Wasserinfiltration

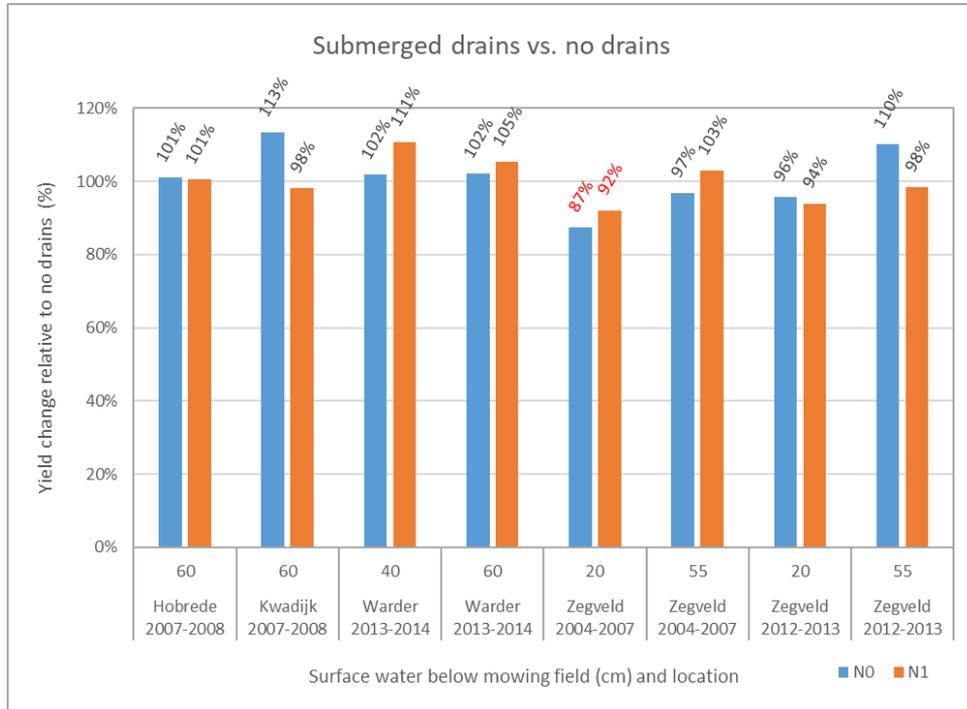
- Verhindern des Zustroms von belastetem Grundwasser
- kleinere Dränabstände (4 m)
- Differenzierung in der Steuerung (mehr Möglichkeiten der Zuflusssteuerung)
- Dränrohre und Verteiler/Sammler sauber halten (spülen)
- Verhindern von Druckverlust (unmittelbare Reaktion mit Wasserversorgung)
- Funktionsprüfung (Monitoring Grundwasserspiegel)





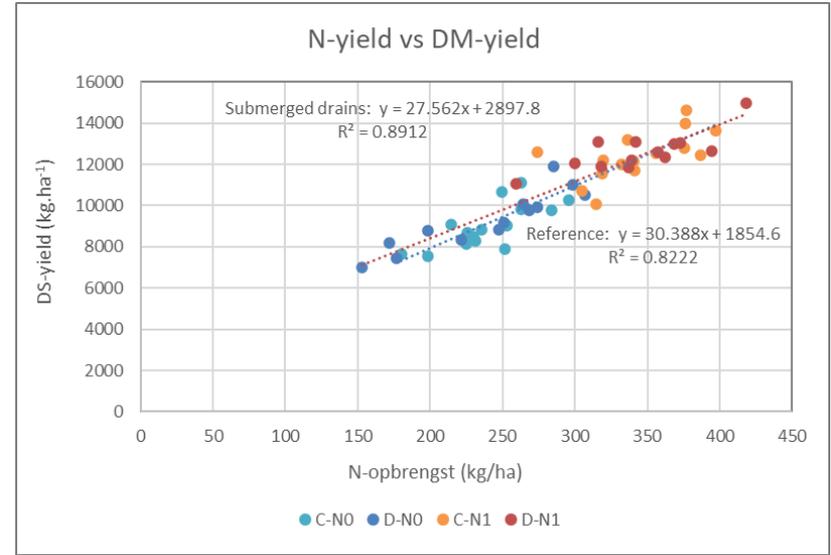
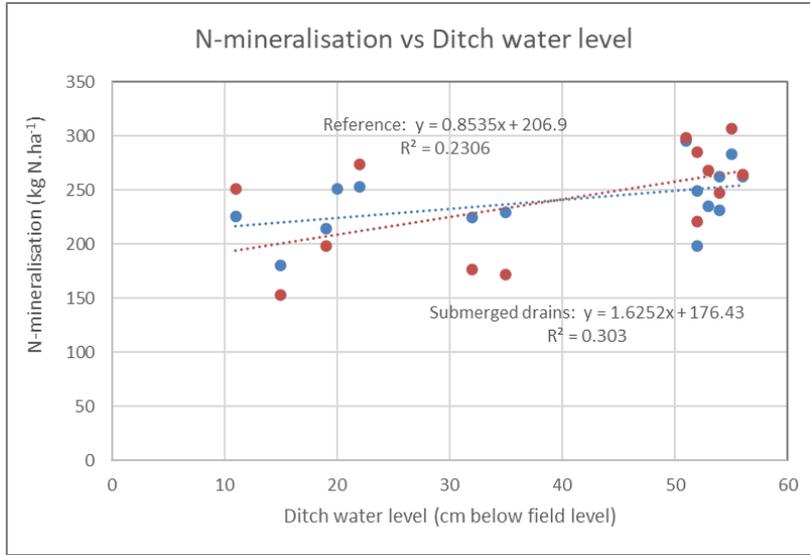
Stickstoffmineralisierung und Grünlanderträge

Forschungsergebnisse zum Ertrag



- Relativ kleine Unterschiede
- Interaktionen zwischen Standort und Maßnahme erschweren die Analyse der Ergebnisse

N Mineralisation und Aufnahme



- **Links:** niedrigere N Mineralisation für UFB bei hohen Grabenwasserständen und höhere N Mineralisation bei niedrigen Grabenwasserständen (R^2 ist niedrig)
- **Rechts:** durch UFB reduzierte N-Mineralisation konnte durch N-Düngung ausgeglichen werden

Nationales Forschungsprogramm: THG - Dynamik auf Mooren und kohlenstoffreichen Böden (NOBV)

stowa

Deltares



Radboud Universiteit Nijmegen

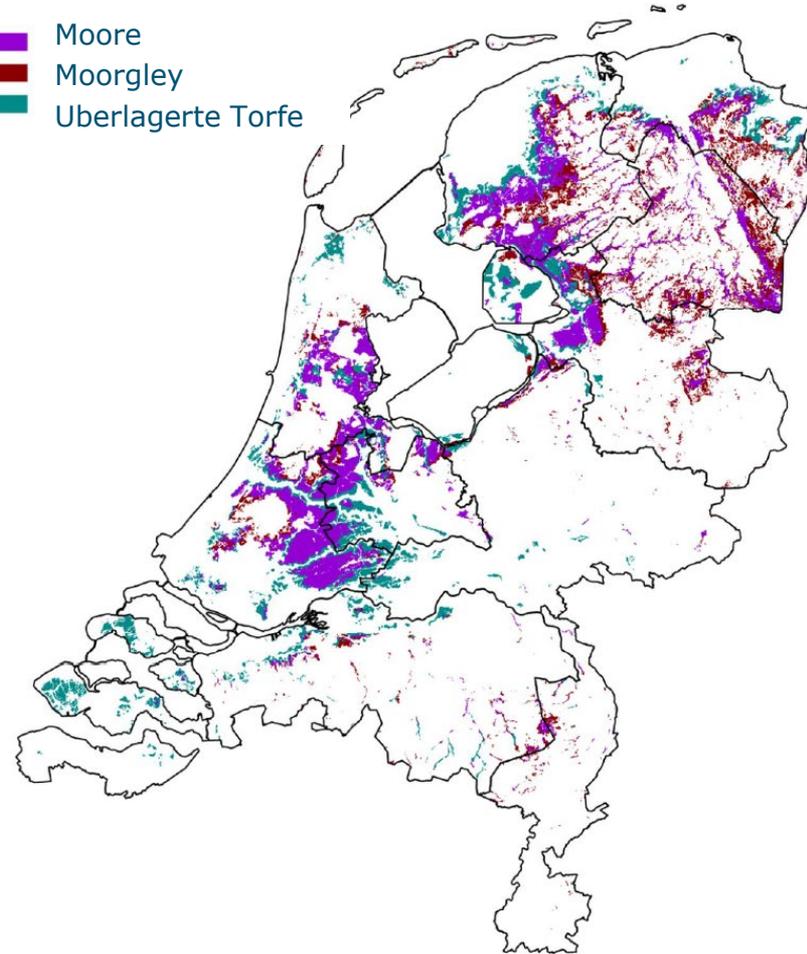


<https://www.nobveenweiden.nl/en/>

Moore in den Niederlanden

- 9% der Niederlande liegt auf kohlenstoffreichen Böden
- Hauptsächlich Grünland und Milchviehwirtschaft
- Moorböden werden durch Gräben entwässert mit einer Tiefe von 0 – 100 cm unter Flur
- Aktuell ~ 5.6 Mton $\text{CO}_2 \text{ yr}^{-1}$ Emissionen (Ruysenaars et al., 2020)
- Nationales Klimaabkommen (Legislation): Verminderung von 1 Mton $\text{CO}_{2\text{eq}} \text{ yr}^{-1}$ bis 2030

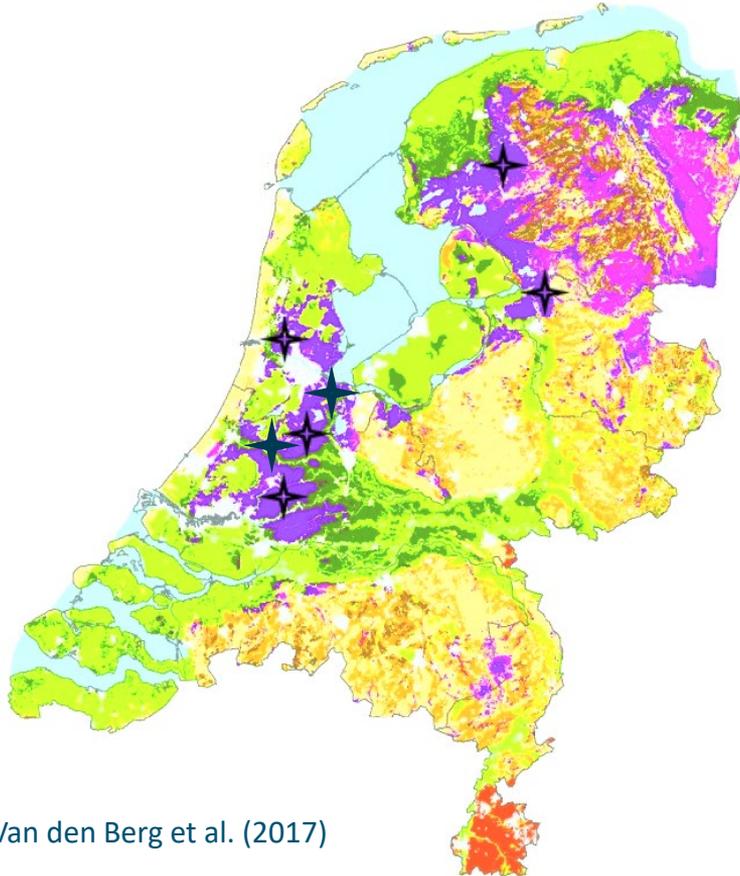
Moore
Moorgley
Überlagerte Torfe



Forschungsziele von NOBV

1. Bestimmung von THG-Emissionen und Sackung in Gebieten mit Moorgrünland und der Auswirkung von Maßnahmen und deren Mechanismus
2. Die Etablierung eines Messprotokolls für THG-Emissionen und Sackung
3. Eine Verbesserung der numerischen Modelle für die Quantifizierung von THG-Emissionen und Sackung
4. Aufbau eines landesweiten Messnetzwerkes für das langfristige Monitoring von THG-Emissionen und Sackung.

Messstandorte



Van den Berg et al. (2017)

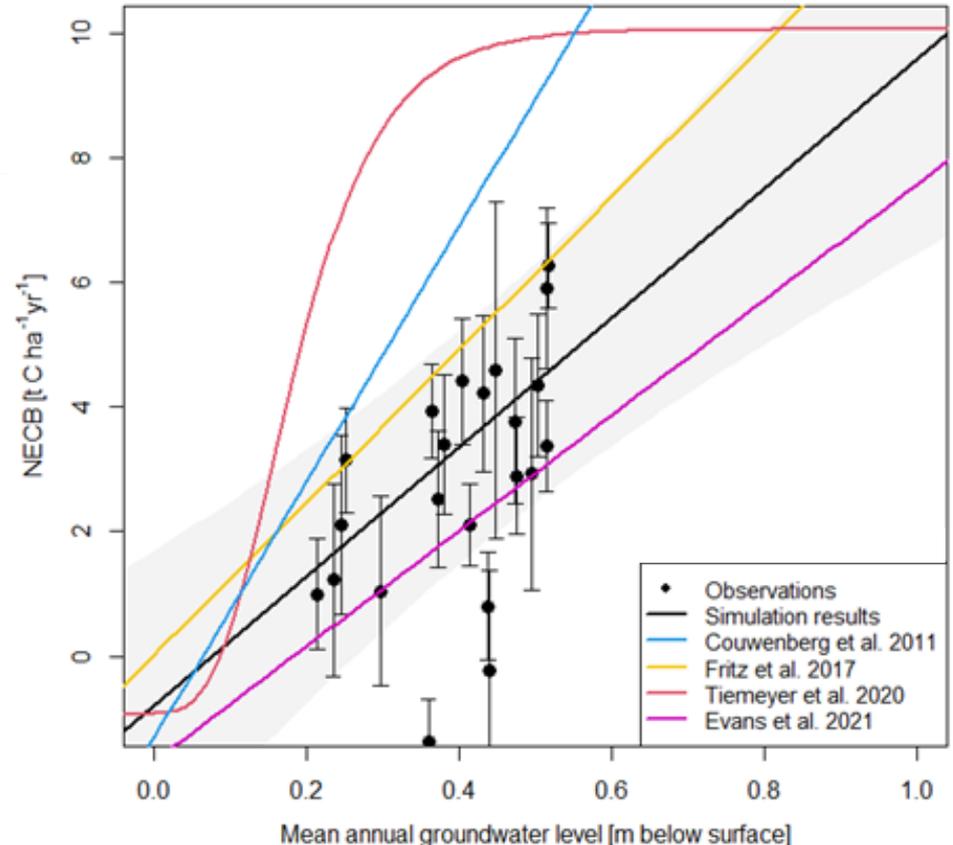
- 5 x Unterflurbewässerung
- 3 x Unterflurbewässerung im Schachtverfahren
- 2 x Paludikultur (*Typha latifolia*), zusätzliche Flächen (*Sphagnum*, Moosbeere, *Miscanthus*)
- 2 x Naturschutzgebiete (*Sphagnum-Phragmites*)
- 1 x Übergang zum Feuchtgebiet (Wiedervernässung)
- 2 x extensive Beweidung
- 1 x Moorgley
- 2 x Zusatz von Tonpartikeln (in Entwicklung)
- 2 x Emissionen aus Gräben

Vorläufige Ergebnisse NOBV

(Aben et al., 2023, paper in review)

Durchgehende
Haubenmessungen in 2020,
2021 und 2022

Plots ohne (Referenz) und
mit Unterflurbewässerung
oder Unterflurbewässerung
im Schachtverfahren.



Fazit aus der Forschung

- Für die Unterflurbewässerung ist ein um 14-31 % stabilerer Grundwasserstand erreichbar (flacher Verlauf)
- Bei der Unterflurbewässerung im Schachtverfahren war der Grundwasserstand 42-72% höher im Sommer und 14-24% niedriger im Winter. Zusätzliche Infiltration im Sommer!
- Voraussetzung ist dass auf die folgenden Punkte besonders geachtet wird:
 - Dränabstand (4 m wird empfohlen)
 - Vermeidung von Verschmutzung (im Zufluss) und Druckverlust (Absinken des Wasserspiegels)
- Um bei der Unterflurbewässerung eine zusätzliche Infiltration im Sommer zu ermöglichen, sollte der Grabenwasserstand nicht tiefer als 35-40 cm unter Flur sein.
- Die zusätzliche Infiltration vermindert die N-Mineralisation, aber dies wurde durch einen höheren Einsatz von Düngemitteln kompensiert. Es gab keine Auswirkung auf den Ertrag unter gedüngten Bedingungen.
- Die THG-Emissionen können erheblich gesenkt werden, indem die tiefsten Grundwasserstände signifikant angehoben werden.

Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit!

Für mehr Information:

Idse Hoving

idse.hoving@wur.nl

06-10778613

This presentation was funded by the WUR internal program KB34 Towards a Circular and Climate Neutral Society (2019-2022), project KB34-KB-34-005-001 1-2A-1 Peatlands in the new circular and climate positive productions systems (GREENDEAL) 2022.

Photos unless otherwise mentioned: VIC Zegveld and Wageningen Livestock Research (The Netherlands)

