

# Treibhausgasemissionen aus Mooren und Möglichkeiten zur Verringerung – Schwerpunkt Hochmoore

*Dr. Heinrich Höper*  
*Landesamt für Bergbau, Energie und  
Geologie, Hannover*



8. CampusKonferenz Hochschule Osnabrück - Natürlicher Klimaschutz - Rolle der (Moor-)Böden und deren Nutzung, 01. April 2022

# Treibhausgasemissionen aus Mooren und Möglichkeiten zur Verringerung – Schwerpunkt Hochmoore

## Inhalt

1. Hintergrund
2. Treibhausgasemissionen
3. Modellprojekte
4. Maßnahmen
5. Ausblick

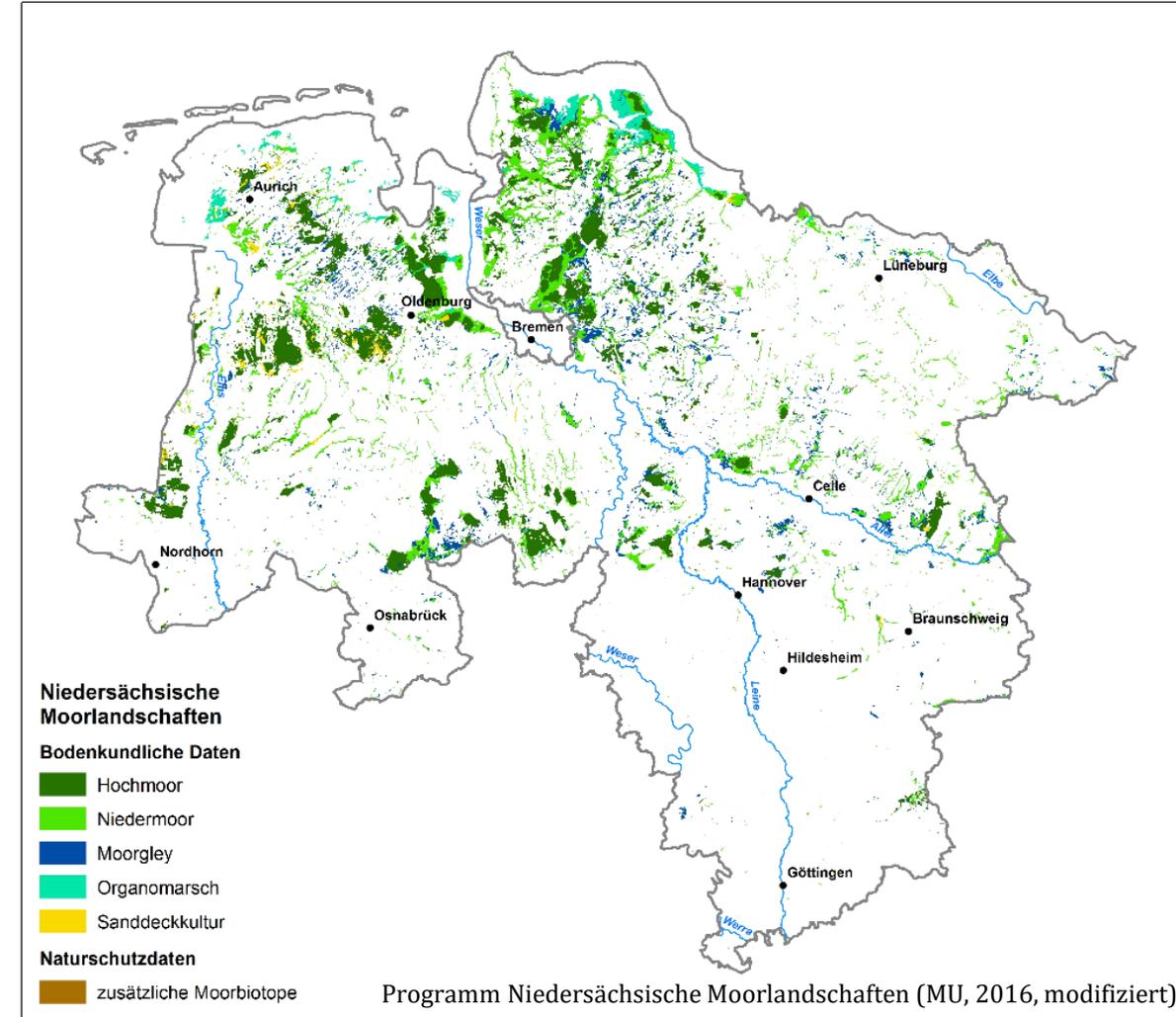


# Niedersachsen ist ein „moor“reiches Bundesland

## Fläche und Nutzung organischer Böden

- 208.000 ha Hochmoore (66% Deutschlands)
- 168.000 ha Niedermoore (19% Deutschlands)
- 123.000 ha weitere kohlenstoffreiche Böden
- 124.000 ha kultivierte Moore
- 64 % unter landwirtschaftlicher Nutzung

Neukartierung der Moore und weiteren kohlenstoffreichen Böden bis 2023/2024 (LBEG)



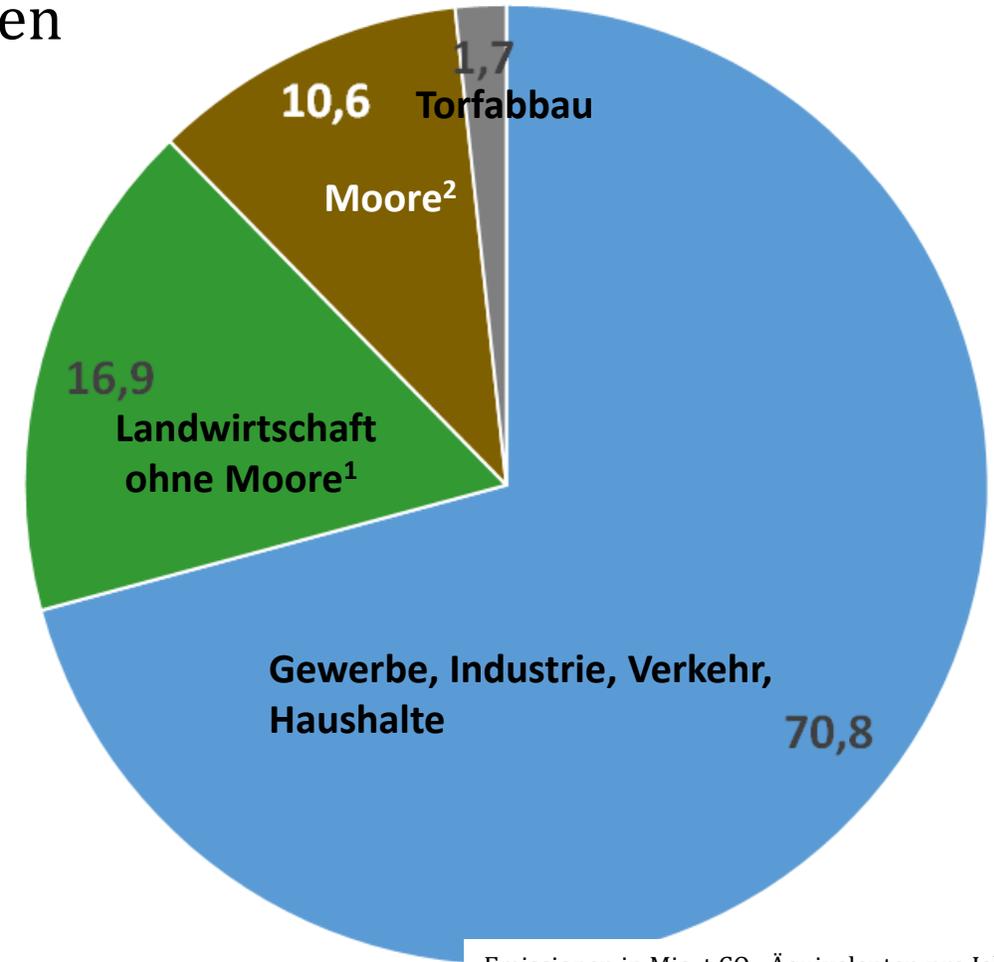
## Treibhausgasfreisetzung aus niedersächsischen Mooren

### Treibhausgasemissionen (MU, 2016)

- 10,6 Mio. t CO<sub>2</sub>-Äquivalente/Jahr
- 90% aus landwirtschaftlich genutzten Mooren

### Treibhausgasemissionen (Thünen, 2021)

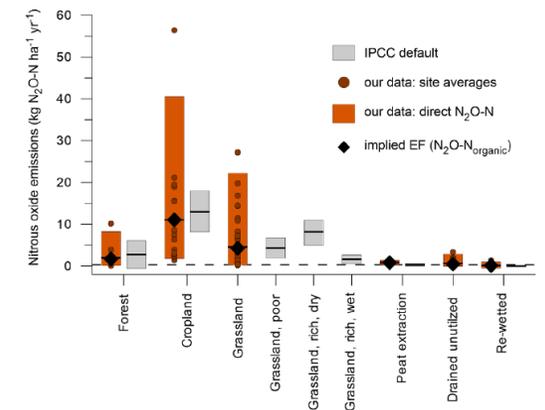
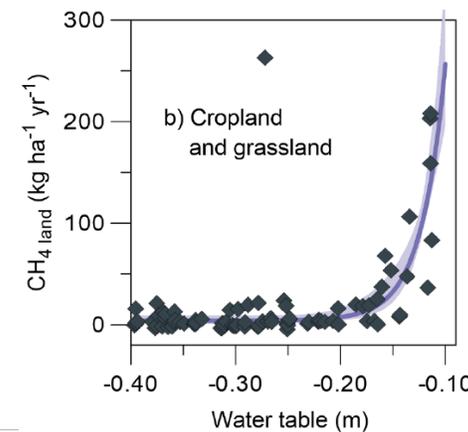
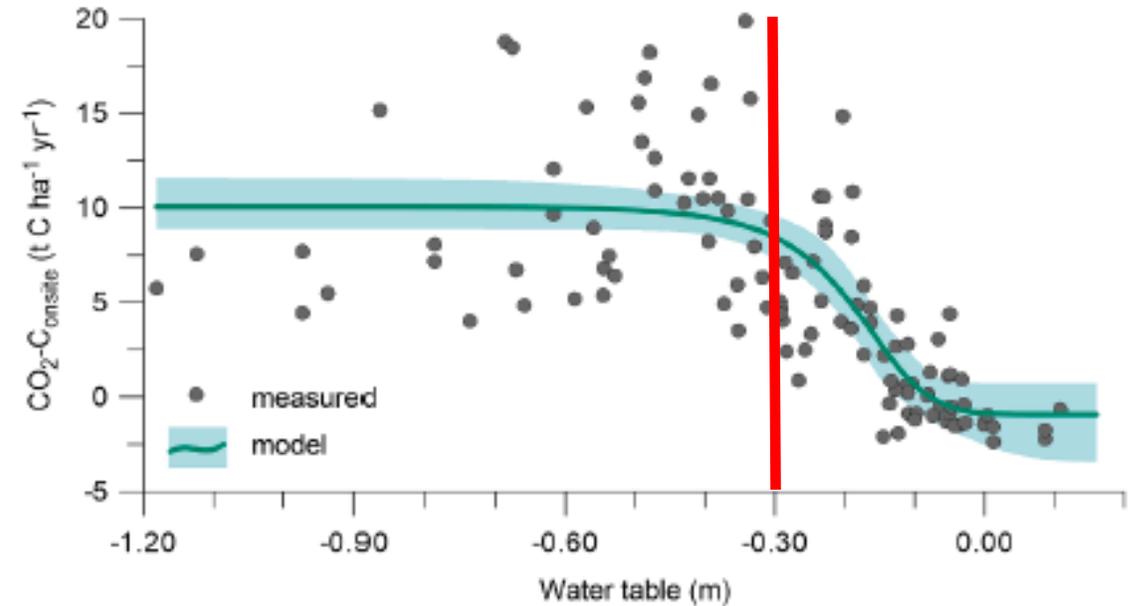
- 16,5 Mio. t CO<sub>2</sub>-Äquivalente/Jahr aus Moorböden  
(Jahr 2019, Thünen-Institut, 2021, National Emission Inventory)



Emissionen in Mio. t CO<sub>2</sub>-Äquivalenten pro Jahr nach Sektoren in Niedersachsen (MU, 2016)

# Moorwasserstände steuern Freisetzung von CO<sub>2</sub> und CH<sub>4</sub>

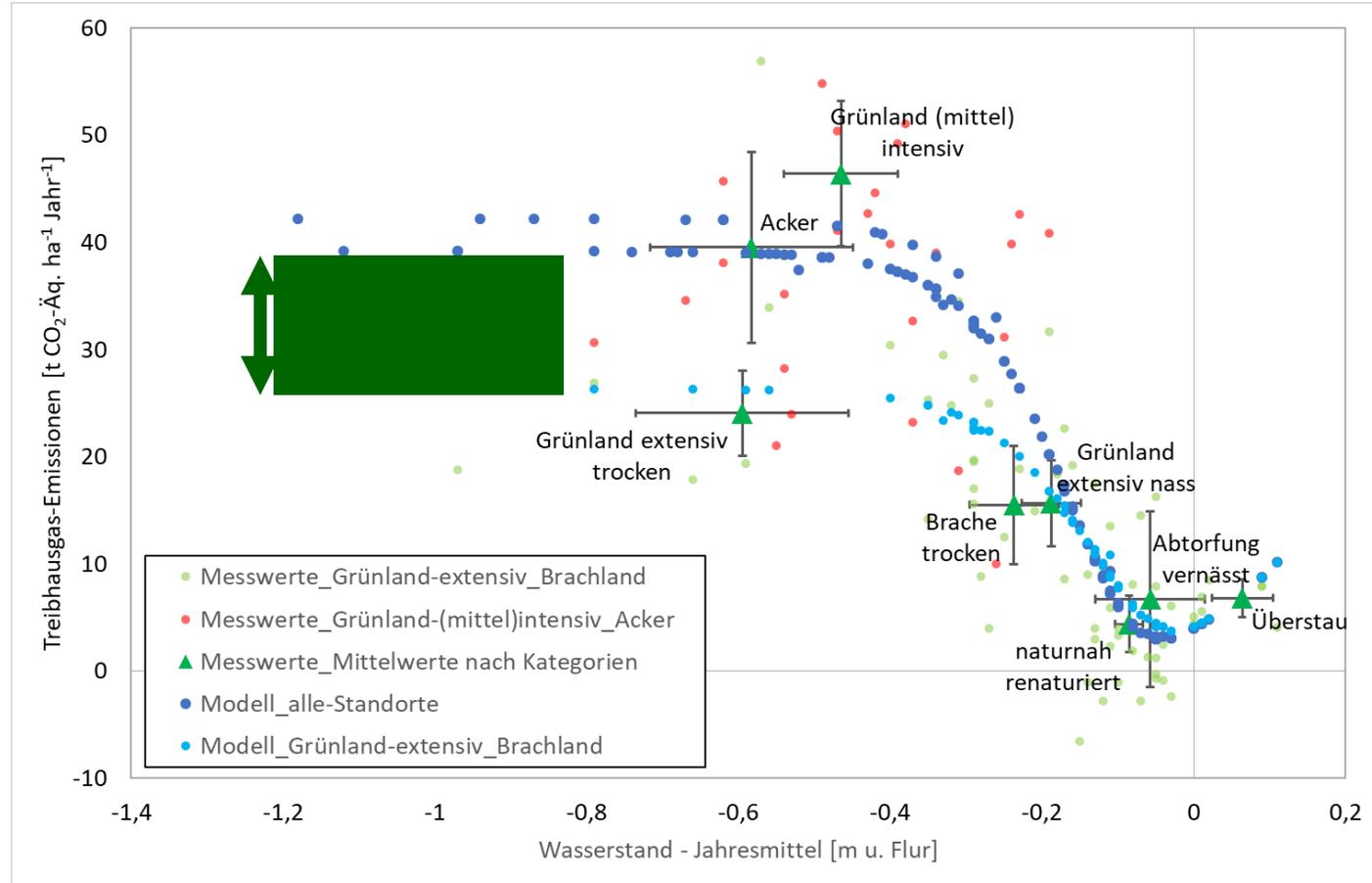
Jahreswasserstände ~ 0,3 m unter  
Flur könnten CO<sub>2</sub> Emissionen  
verringern



Tiemeyer et al. 2020: A new methodology for organic soils in national greenhouse gas inventories: Data synthesis, derivation and application. Ecological Indicators, 109, 105830.



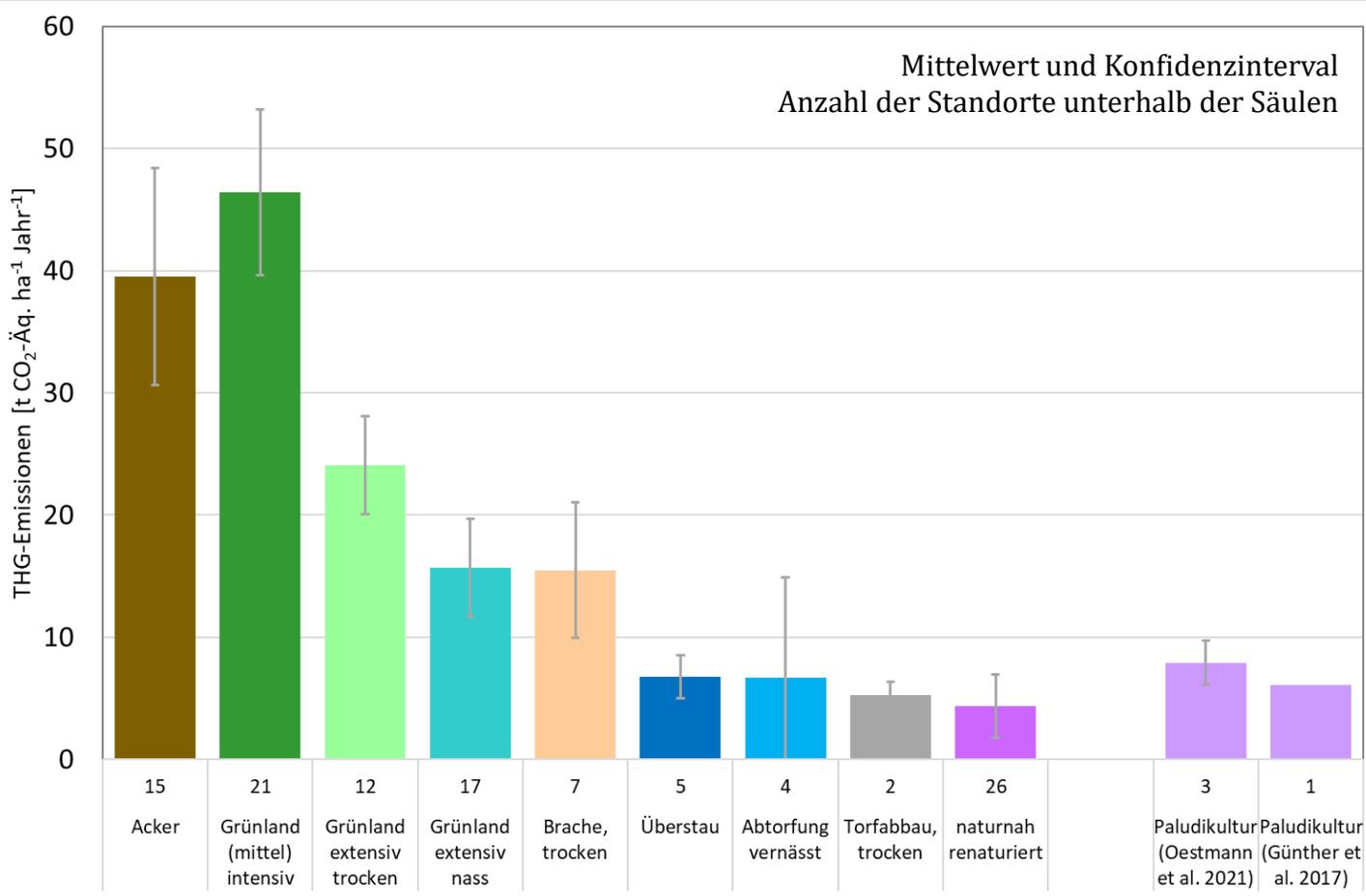
# Es gibt eine Intensitäts“komponente“



Tiemeyer et al. 2020: A new methodology for organic soils in national greenhouse gas inventories: Data synthesis, derivation and application. Ecological Indicators, 109, 105830. modifiziert von Höper (2022)



# Treibhausgasemissionen (CO<sub>2</sub>+CH<sub>4</sub>+N<sub>2</sub>O) nach Landnutzungskategorie

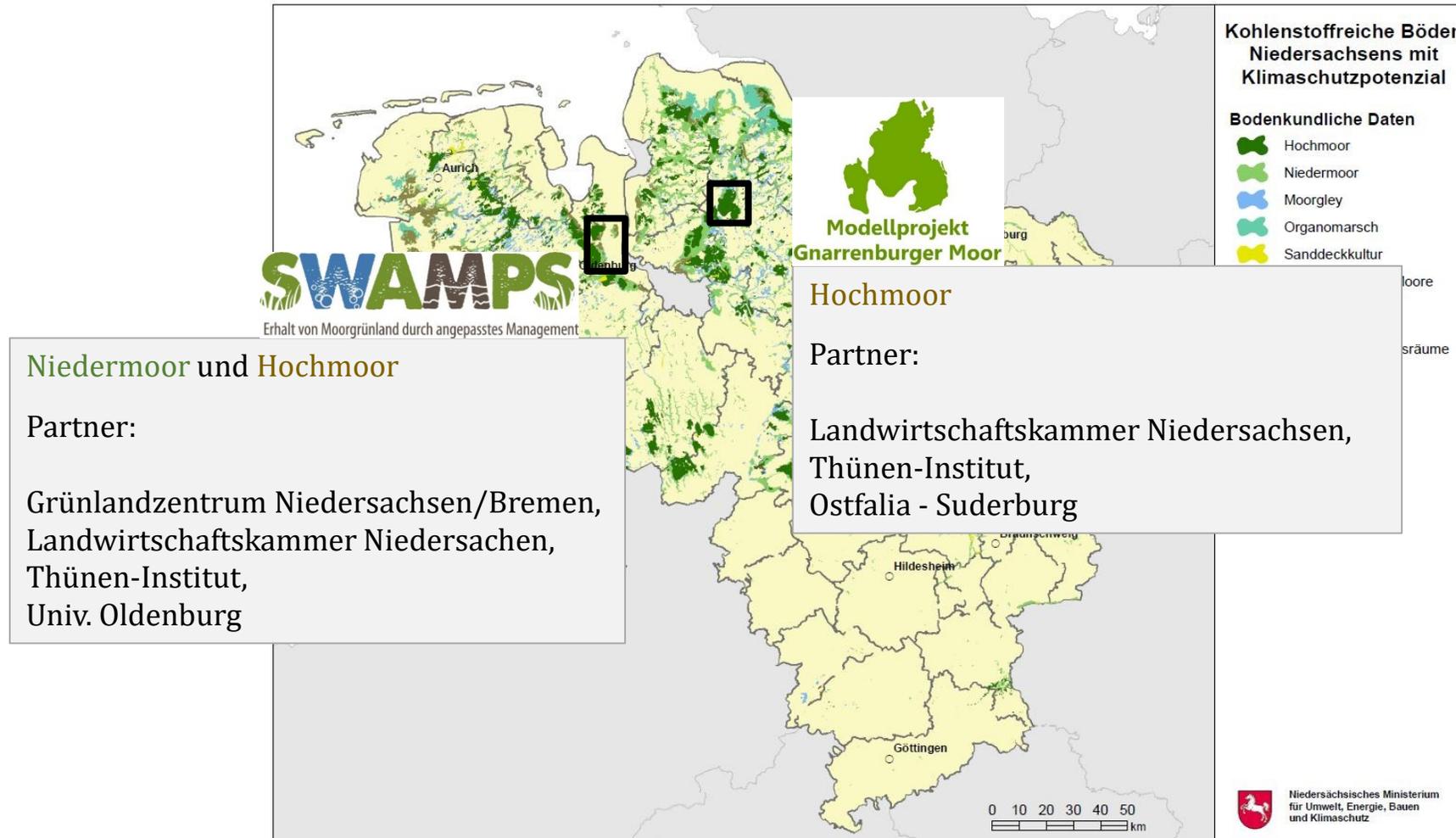


- Unterschied zwischen Hoch- und Niedermoor durch Einfluss von Wasserstand und Nutzung überlagert
- keine höhere Emissionen bei Ackernutzung als bei Intensivgrünland
- teilweise Minderung durch Extensivierung möglich
- starke Minderung erfordert Wasserstandsanhhebung
- Im Mittel sind naturnahe Moore keine THG-Senken (CO<sub>2</sub>-Festlegung wird durch CH<sub>4</sub>-Freisetzung min. neutralisiert)

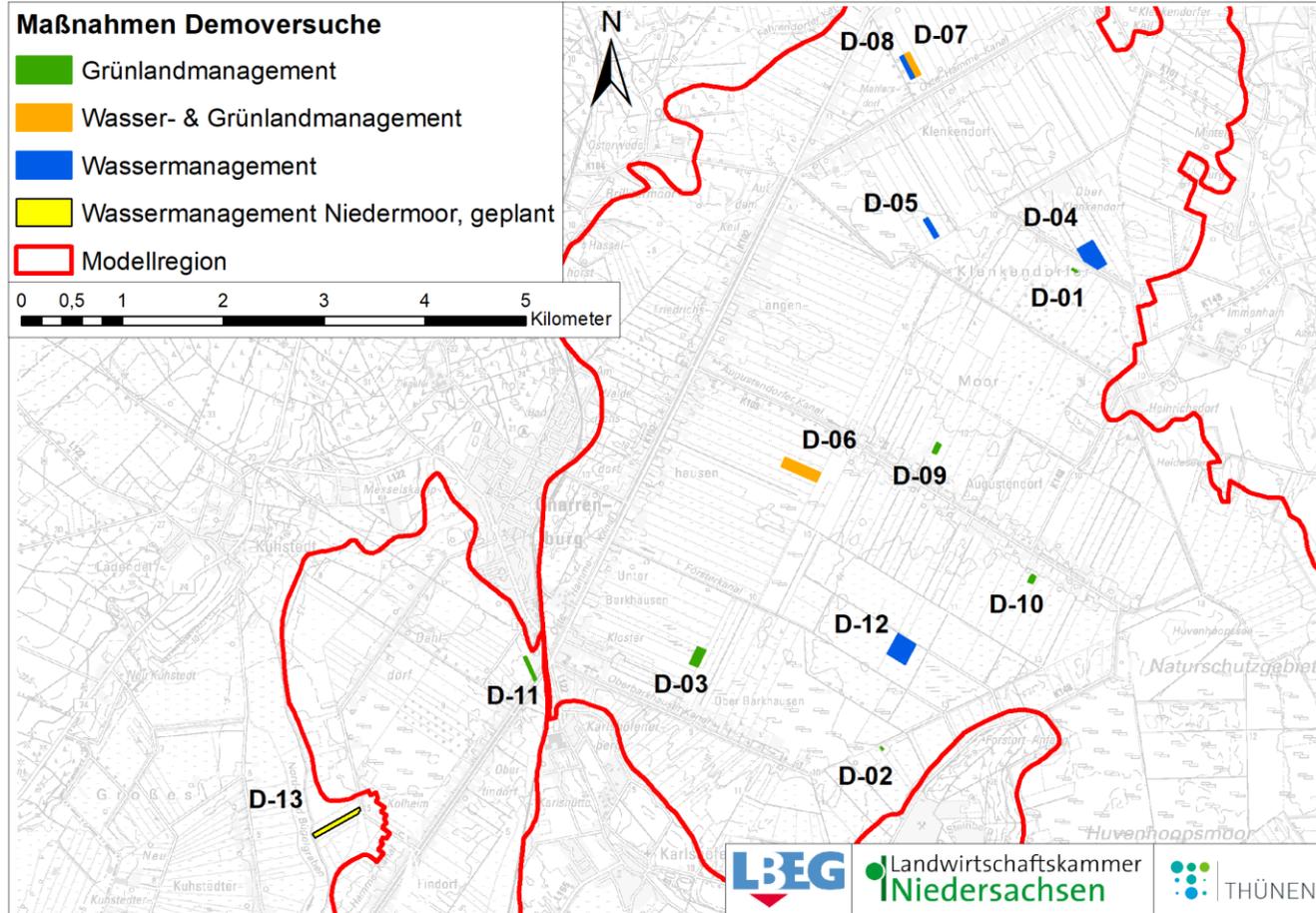
nach Tiemeyer et al. (2020)  
Paludikultur nach Günther et al. (2017), Oestmann et al. (2020)  
(Torfmooskultur mit Ernte, Produktions- und Begleitflächen)  
eigene Auswertung



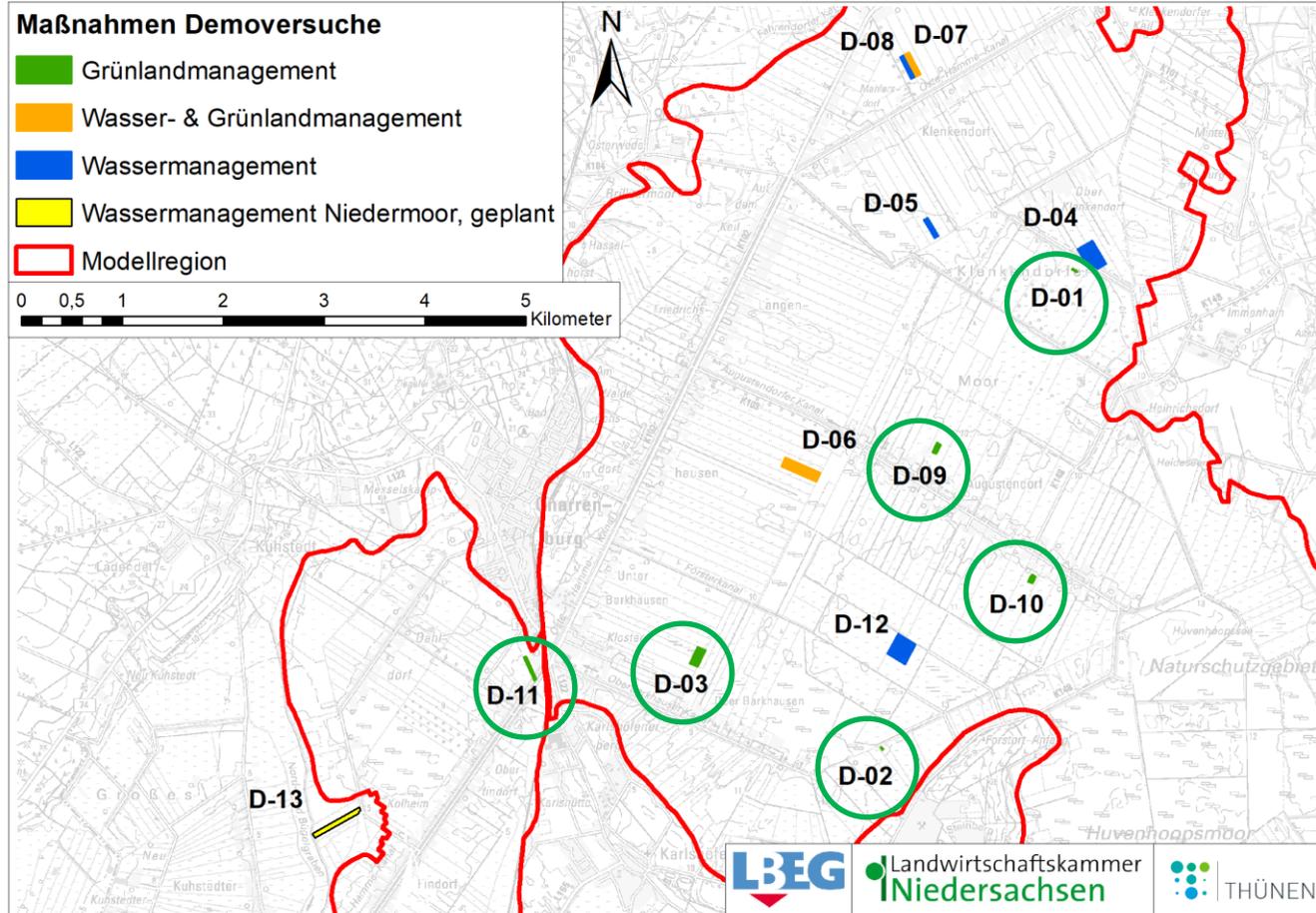
# Modellprojekte „Gnarrenburger Moor“ und „SWAMPS“



# Übersicht Demonstrationsversuche

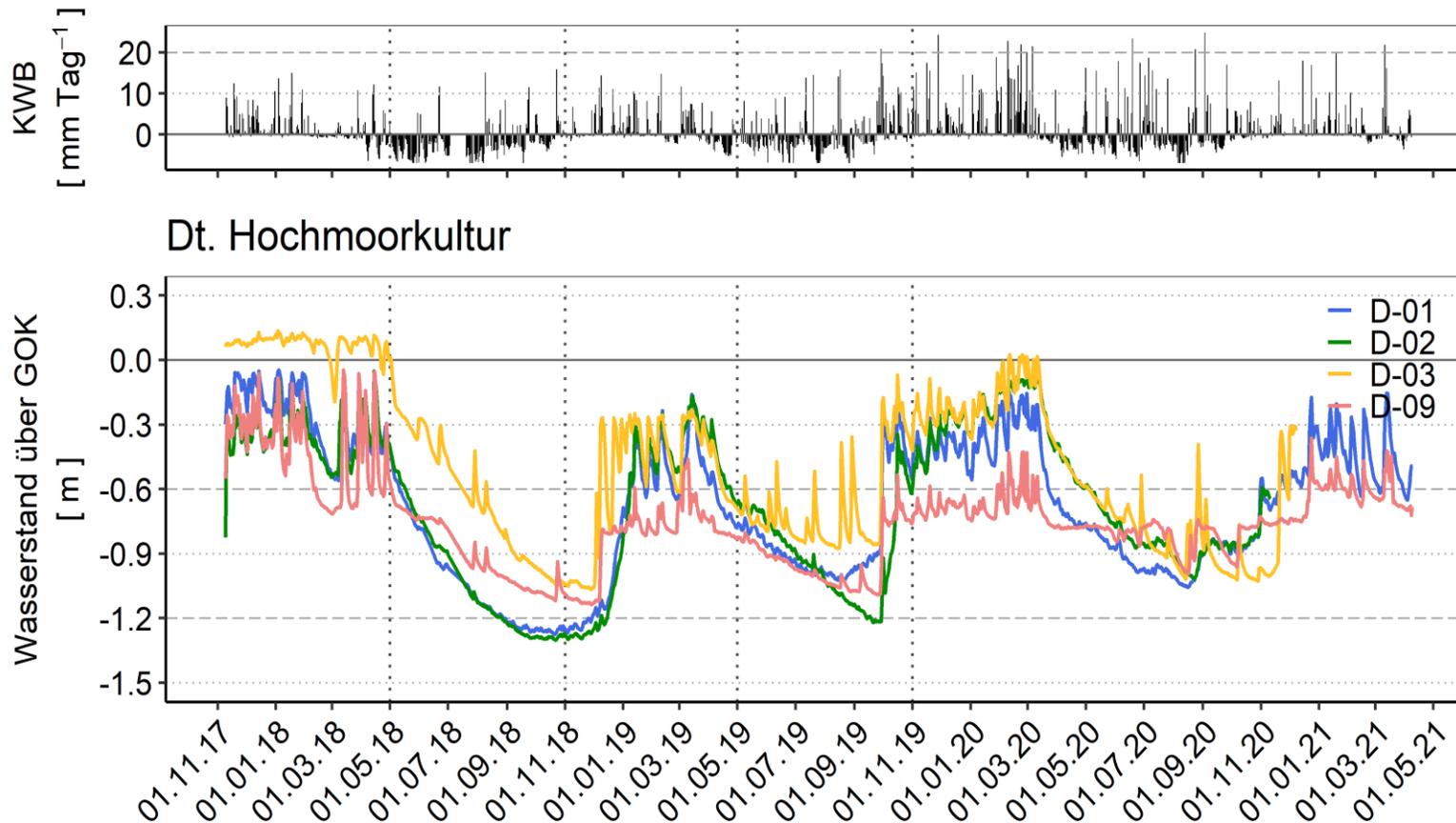


# Übersicht Demonstrationsversuche – Grünlandmanagement ohne Wasserregulierung



Versuch	Maßnahme Grünlandmanagement
D-01	Gräsermischung mit Rohrschwengel auf Grünland mit geringer Intensität
D-02	Gräsermischung mit Rohrschwengel auf Intensivgrünland
D-03	Reduzierte organische und mineralische <b>Düngung</b> auf Intensivgrünland (Düngefenster)
D-09	Neuansaat ausgewählter <b>Gräsermischungen</b>
D-10	Neuansaat ausgewählter <b>Gräsermischungen</b>
D-11	Neuansaat ausgewählter <b>Gräsermischungen</b>

## Wasserstände – Demonstrationsversuche Grünlandmanagement

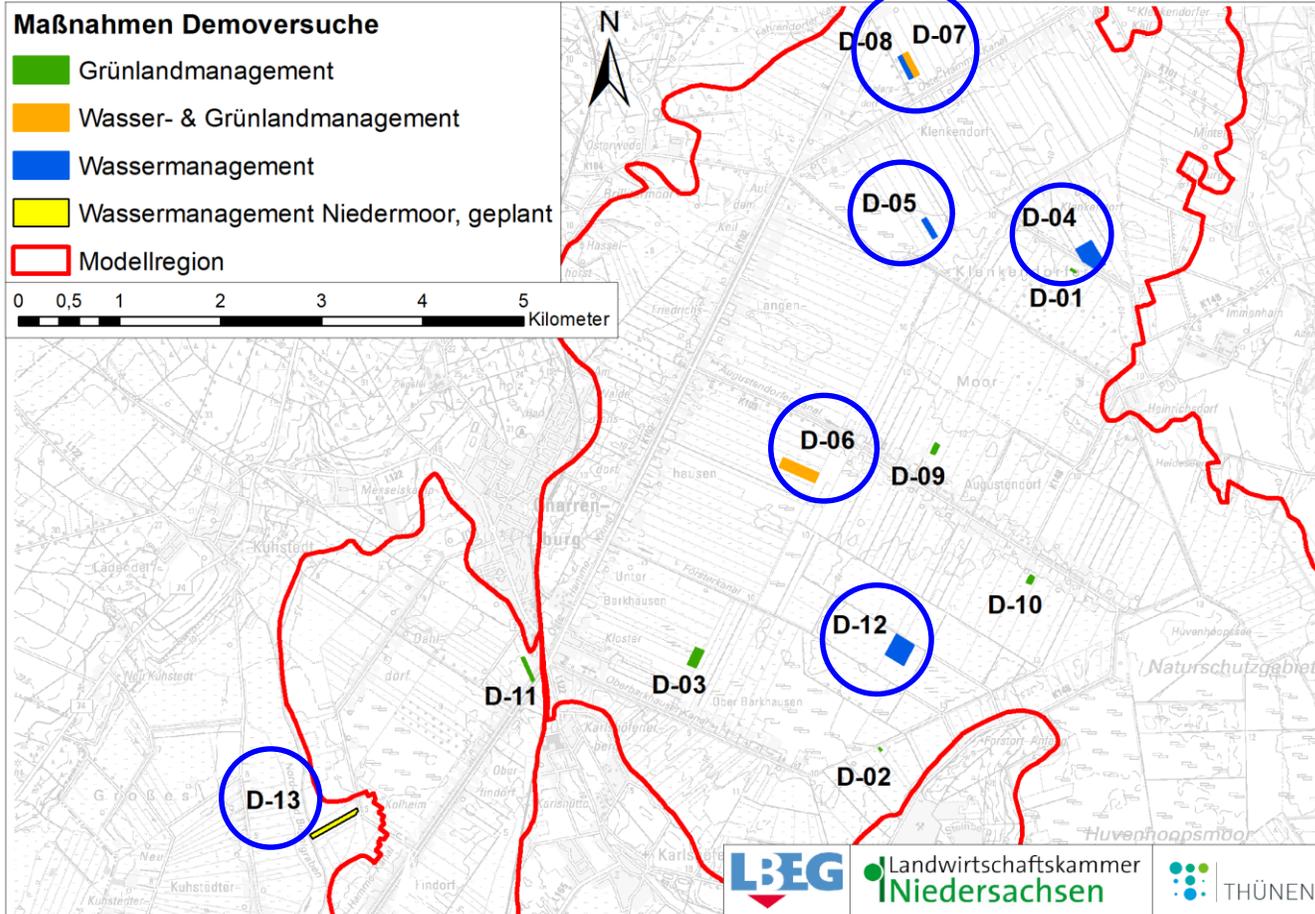


Referenzsituation (Hochmoor)  
Mittelwerte (4 Standorte x 3 Jahre)

- Jahr: 0,72 m u. GOK ( $\pm 0,13$ )
- Sommer: 0,88 m u. GOK ( $\pm 0,12$ )

Tägliche klimatische Wasserbilanz (Wetterstation Bremervörde, DWD) und Moorwasserstände (über 2017er GOK der GW-Messtellen) auf D01, D02, D03, D09.

# Übersicht Demoversuche – Wasserregulierende Maßnahmen



Versuch	Wasserregulierende Maßnahme
D-04	Grabenanstau auf Extensivgrünland
D-05	Unterflurbewässerung auf Intensivgrünland
D-06	Grabenanstau auf Grünland mittlerer Intensität
D-07 (D-08)	Unterflurbewässerung auf Intensivgrünland
D-12	Unterflurbewässerung auf Intensivgrünland
D-13	Grabenanstau auf Grünland mittlerer Intensität auf Niedermoor

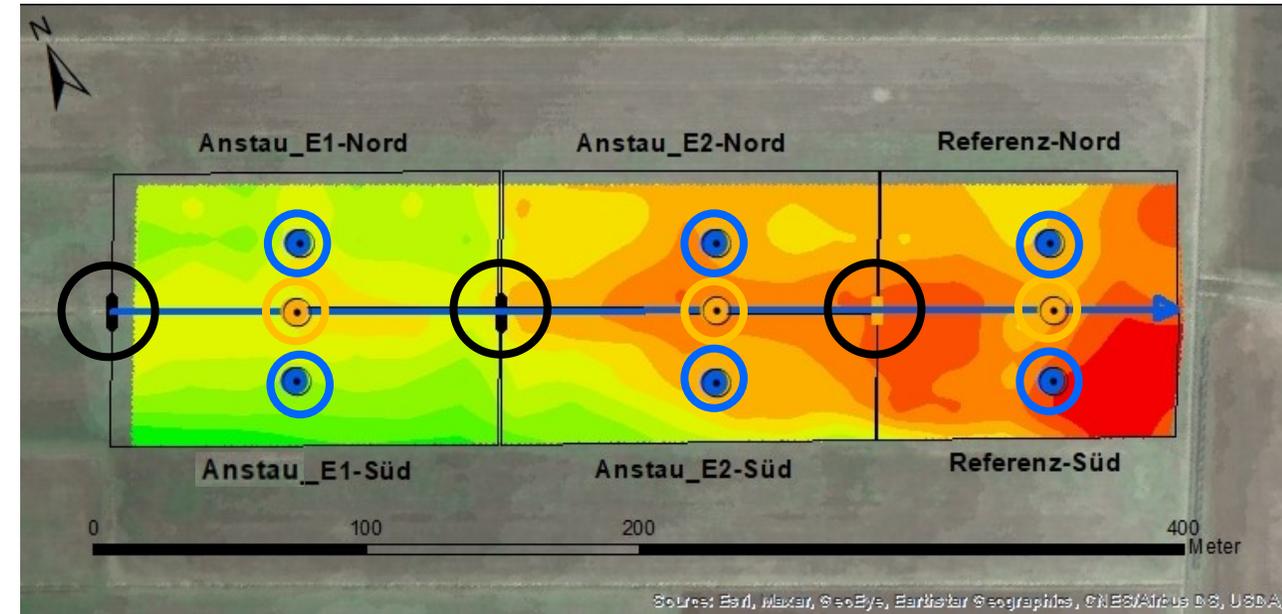
## Grabenanstau – Oberflächenwasser zurückhalten

### Prinzip:

- steuerbare Staueinrichtungen
- (passiver) Rückhalt des winterlichen Wasserüberschusses oder von Niederschlagswasser im Sommerhalbjahr



### Demoversuch D-06

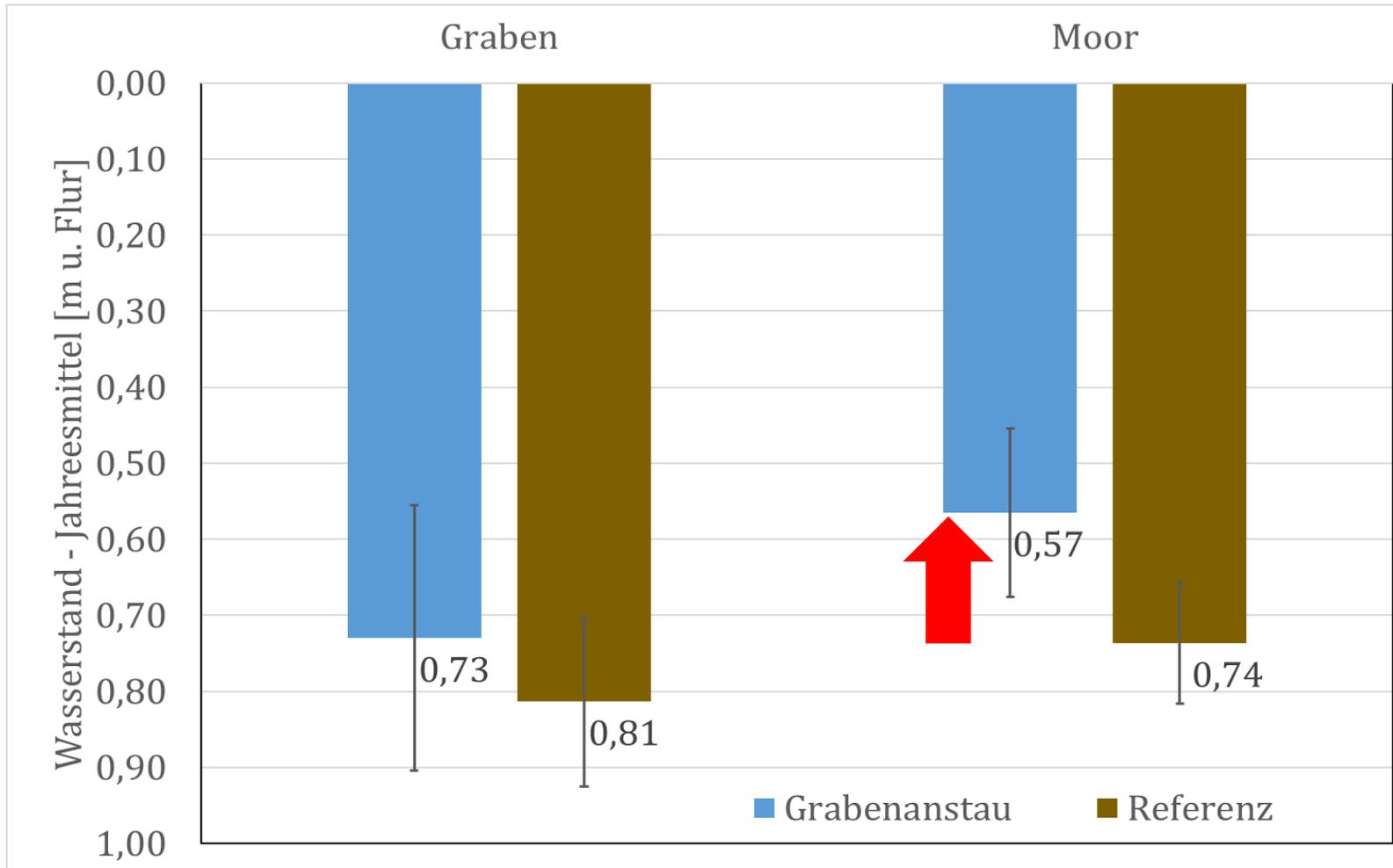


Stauwehre

Grabenpegel

Grundwasserstand - Moor

## Demonstrationsversuch D-06 – Wasserstände Graben und Moor



- Anhebung der Grabenwasserstände

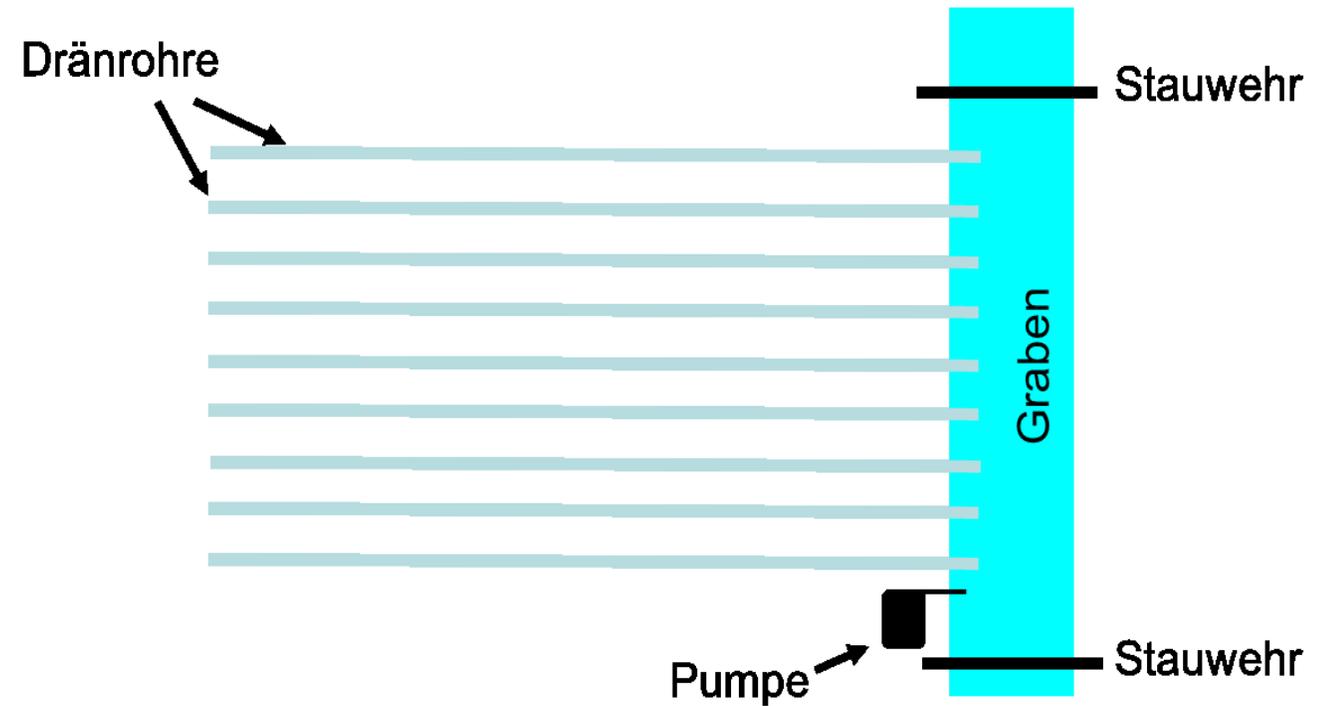
- Moorwasserstände kaum angehoben
- fallen im Sommer stark ab

- Wasserrückhalt möglich
- Klimawirkung vermutlich gering

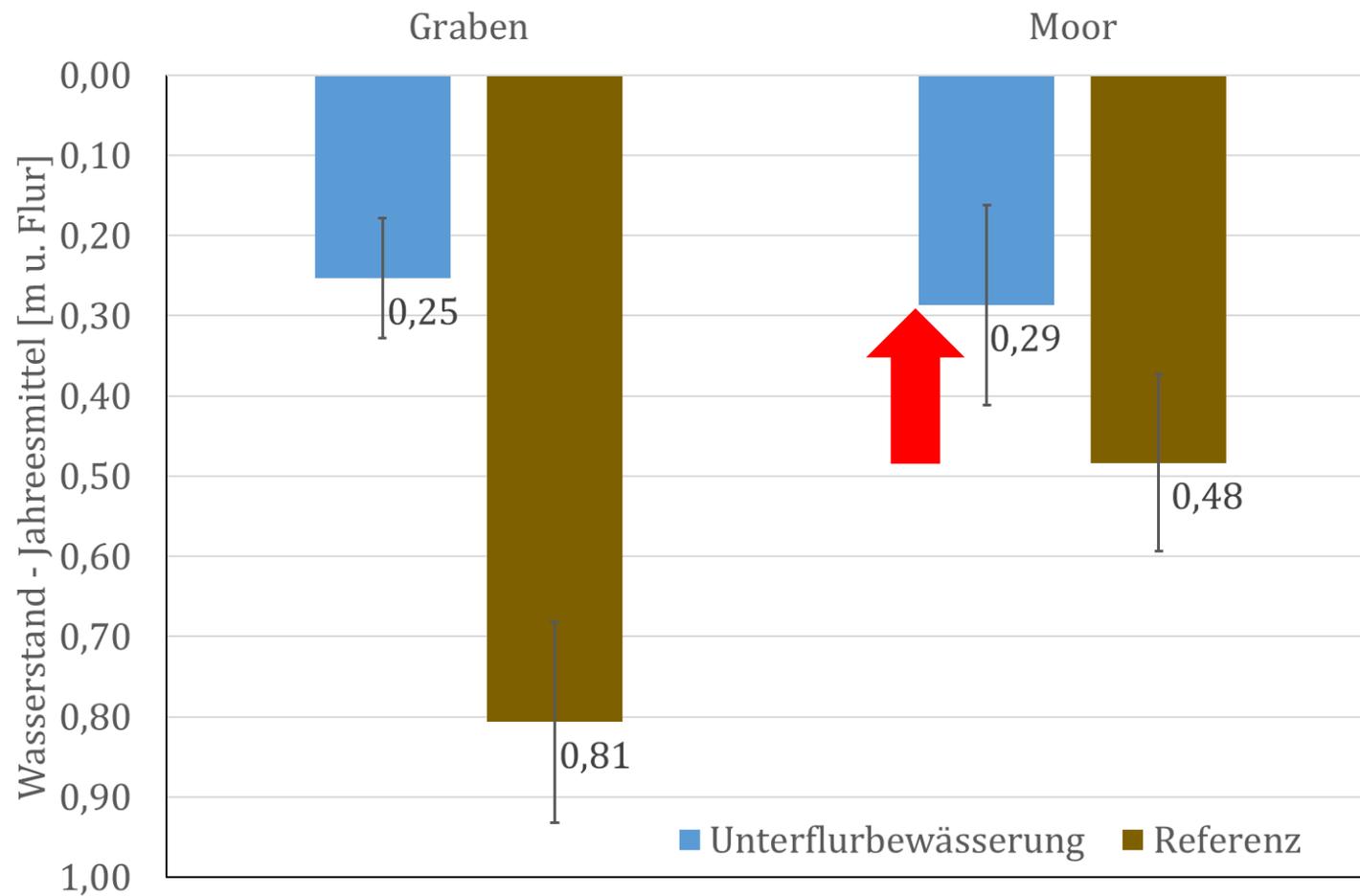
## Unterflurbewässerung – Wasser zuführen und in die Fläche leiten

Prinzip der Unterflurbewässerung:

- Steuerbare Staueinrichtungen
- eng liegende Dräne (ca. 4-5 m Dränabstand)
- Wasserzufuhr im Sommerhalbjahr  
(ganzjährige hohe Grabenwasserstände)



## Demonstrationsversuch D-07 – Wasserstände Graben und Moor

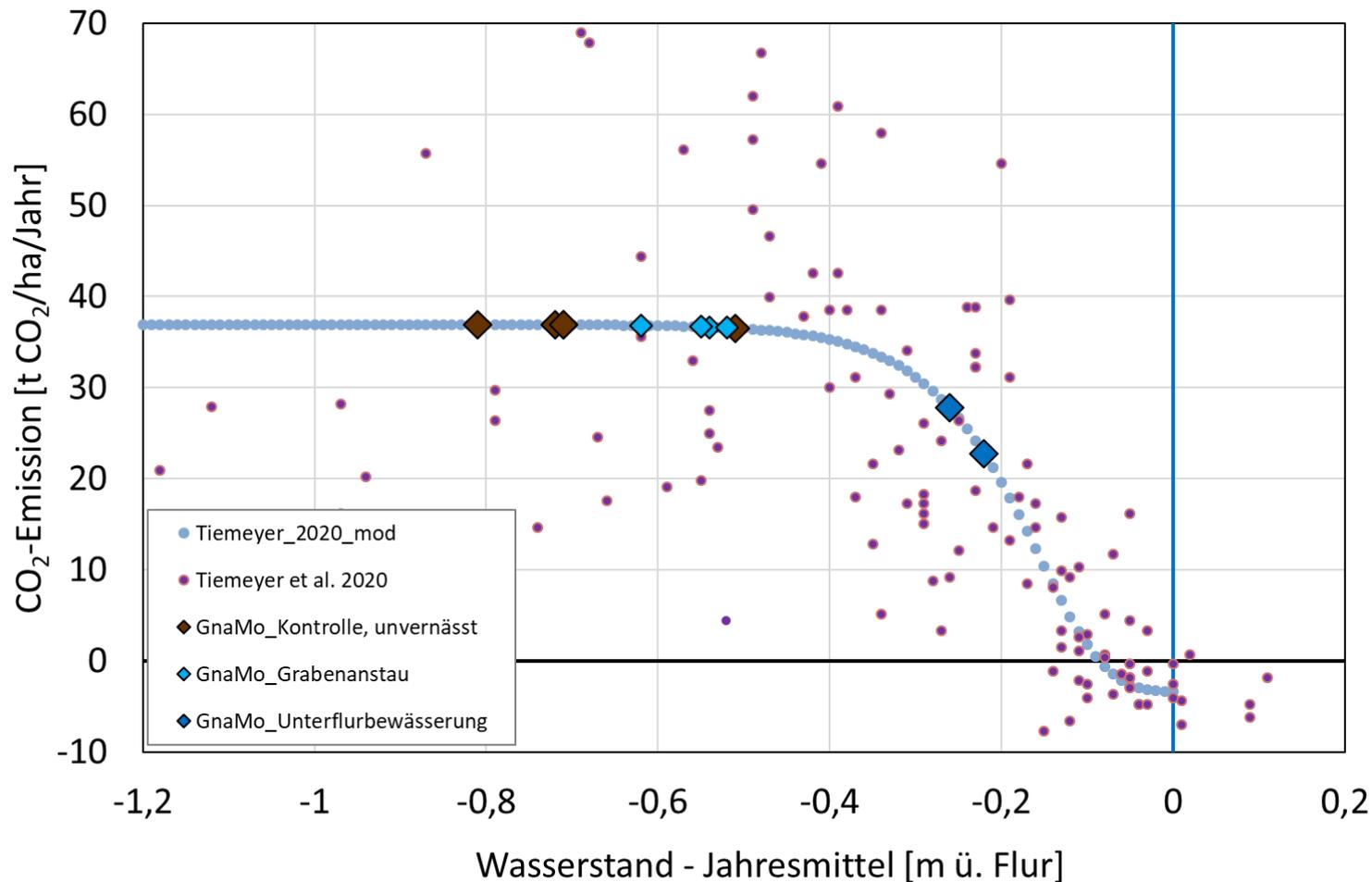


- **Deutliche** Wasserstandsanhhebung auf der Fläche
- Ganzjährig hohe Wasserstände, bei Befahrbarkeit im Sommer

- Wasserverbrauch ca. 310 bis 340 mm

Tägliche klimatische Wasserbilanz (Wetterstation Bremervörde, DWD), Förderraten, sowie Graben- und Moorwasserstände (über mittlerer GOK) auf D-07.

## Mögliche Wirkung auf die Treibhausgasemissionen (CO<sub>2</sub>)



### Grabenanstau:

keine Emissionsminderung zu erwarten

### Unterflurbewässerung:

deutliche Emissionsminderung zu erwarten

- **im Vergleich zu trockenen Varianten**  
- 25 - 40 %

jedoch:

keine Emissionsmessung,  
Ableitung anhand der Wasserstände

# Das Projekt SWAMPS – Ziel: Erhalt von Moorgrünland durch angepasstes Management

## Modul A: Projektmanagement & Koordination



### Modul B:

Daten-  
integration  
& GIS



### Modul C:

Hydro-  
logische  
Modellierung



### Modul D:

Treibhaus-  
gas-  
emissionen



### Modul E:

Anpassungs-  
strategien  
Grünland-  
Bewirtschaf-  
tung



### Modul F:

Biodiversität  
& Stoffflüsse



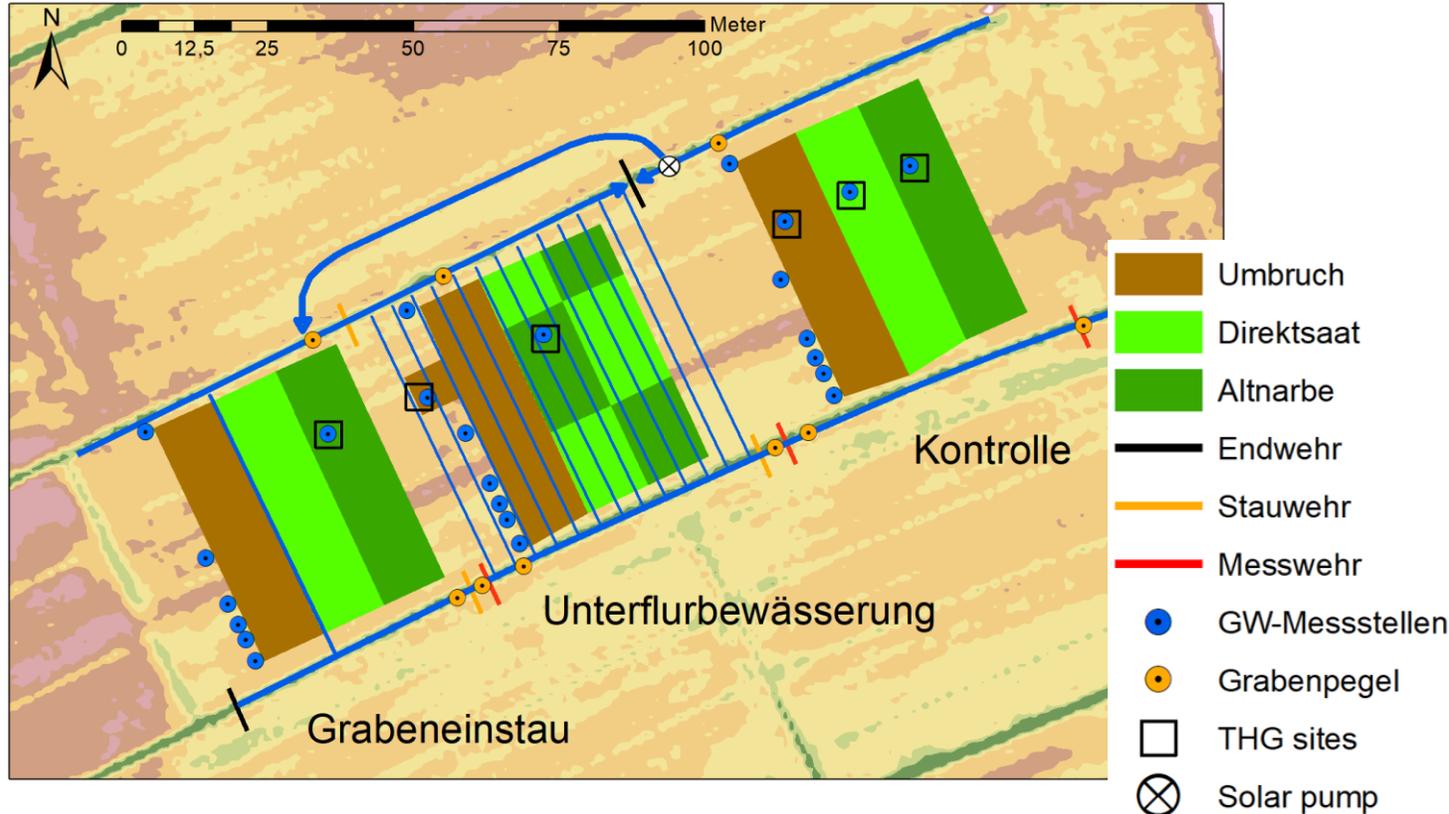
### Feld- versuche

Landwirte  
Sielachten

## Handlungsempfehlungen & Beratungskonzepte



## Hammelwarder Moor (Niedermoor) - Versuchsstandort



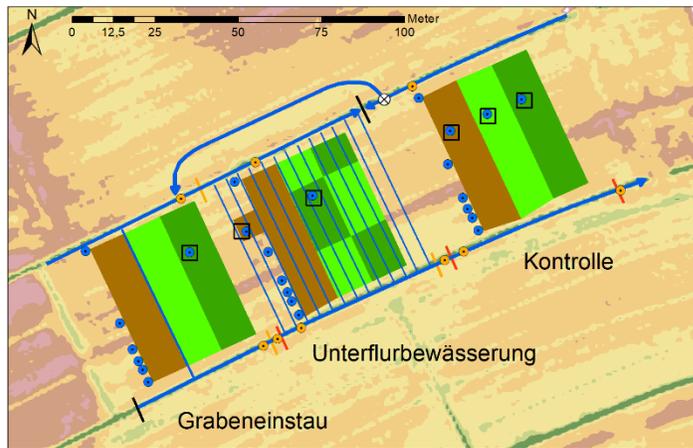
### Grabeneinstau

- Einbau von Stauwehren in die Gräben
- Wasserzufuhr aus Nachbargraben im Sommerhalbjahr mit Solarpumpen

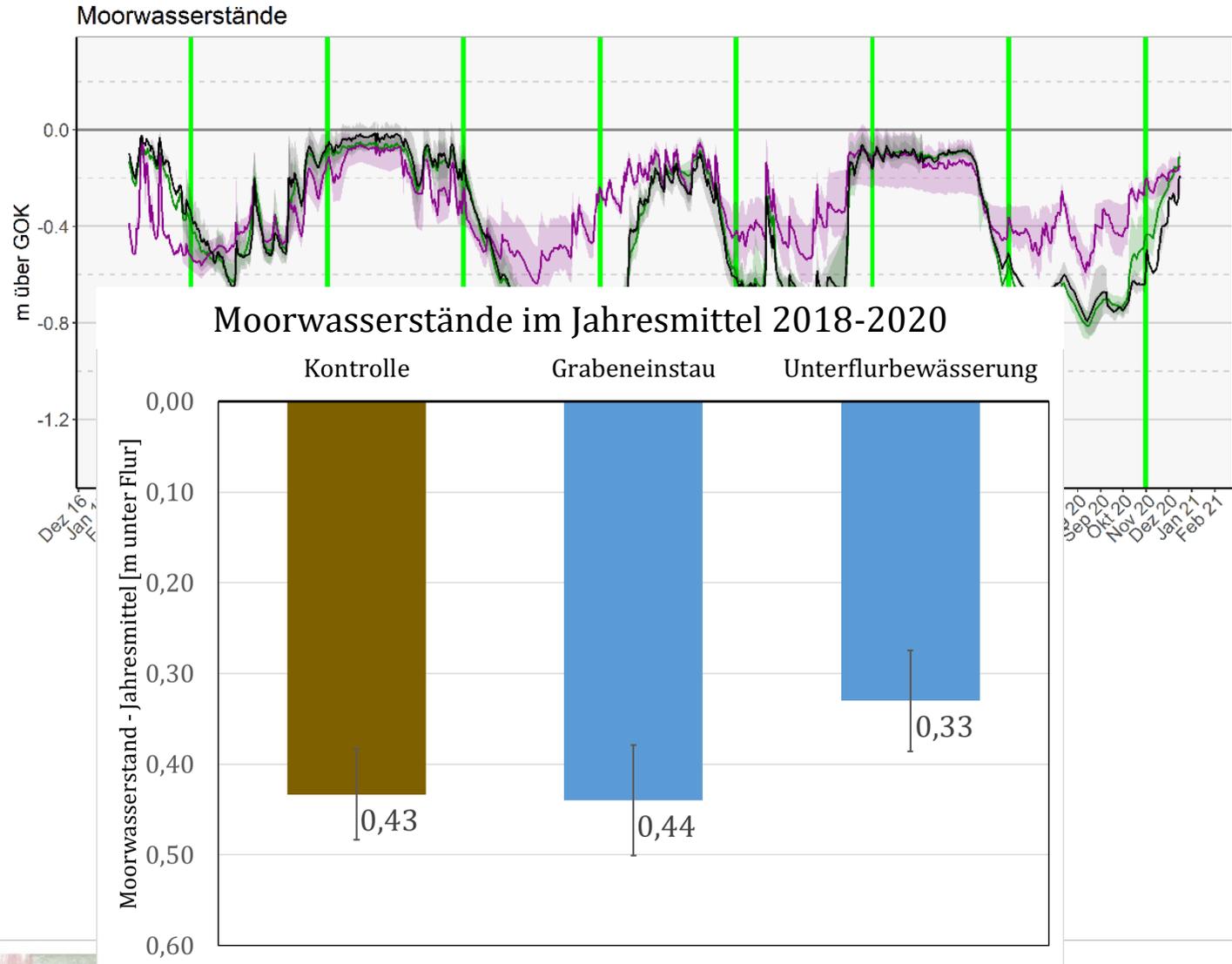
### Unterflurbewässerung

- wie Grabeneinstau
- zusätzlich **Dränrohre DN80** 5 m Abstand, 0.5 m tief

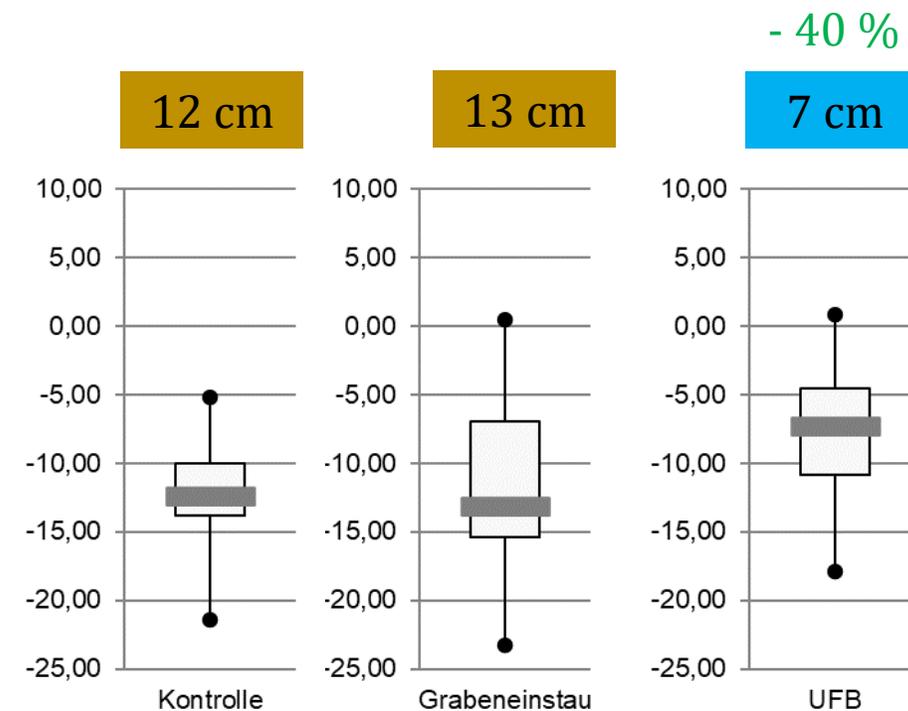
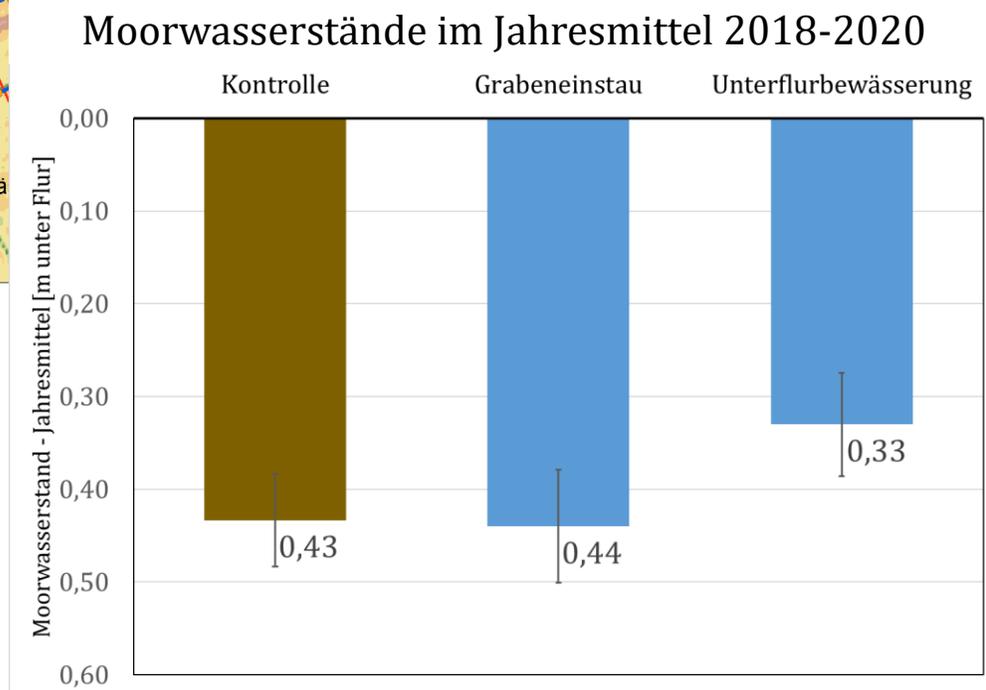
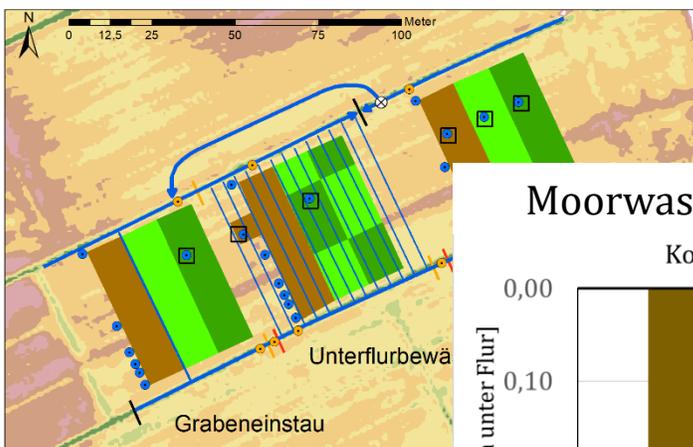
# Hammelwarder Moor (Niedermoor) - Moorwasserstände



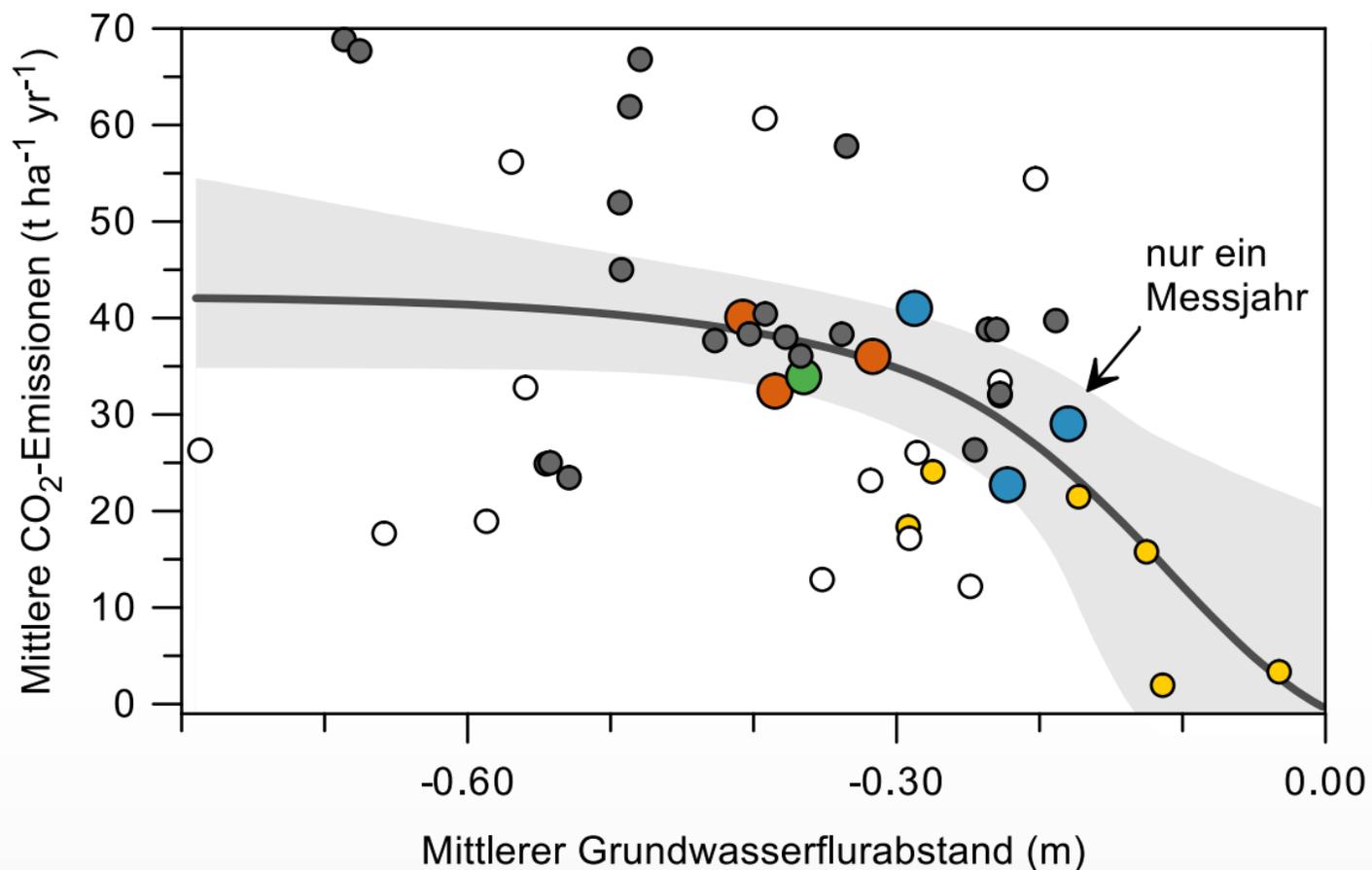
- Umbruch
- Direktsaat
- Altnarbe
- Endwehr
- Stauwehr
- Messwehr
- GW-Messstellen
- Grabenpegel
- THG sites
- Solar pump



# Hammelwarder Moor (Niedermoor) - Höhenverluste



## Hammelwarder Moor (Niedermoor) – Treibhausgas-Emissionen (CO<sub>2</sub>)



CO<sub>2</sub>-Emissionen entsprechen Erwartungen  
Grabeneinstau:

- keine Reduktion der CO<sub>2</sub>-Emissionen,
- Wasserstand nicht verändert

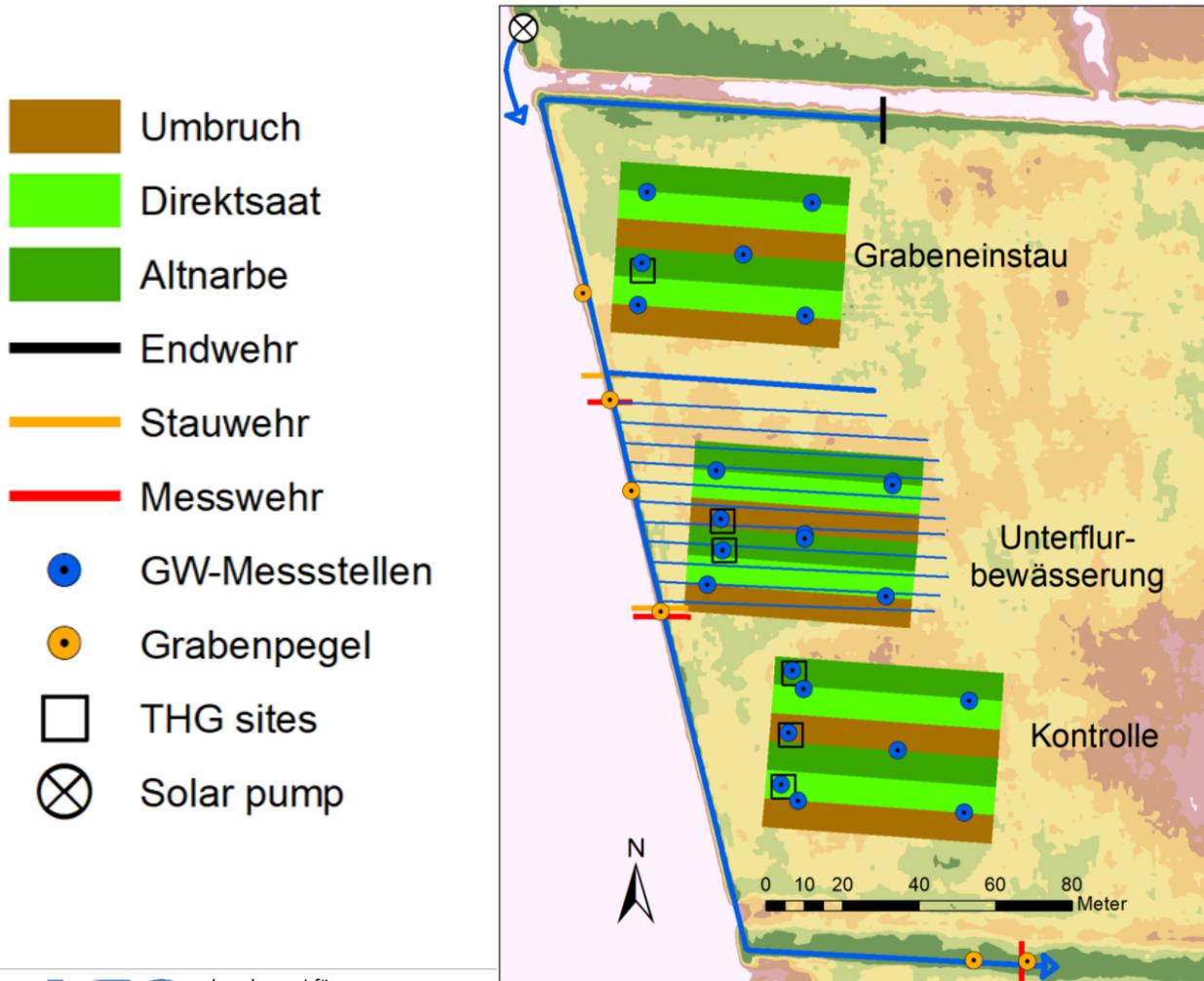
Unterflurbewässerung

- leichte Reduktion der CO<sub>2</sub>-Emissionen
- jedoch Erhöhung der N<sub>2</sub>O-Emissionen



Tiemeyer et al. (2021)

## Ipweger Moor (Hochmoor) - Versuchsstandort



### Grabeneinstau

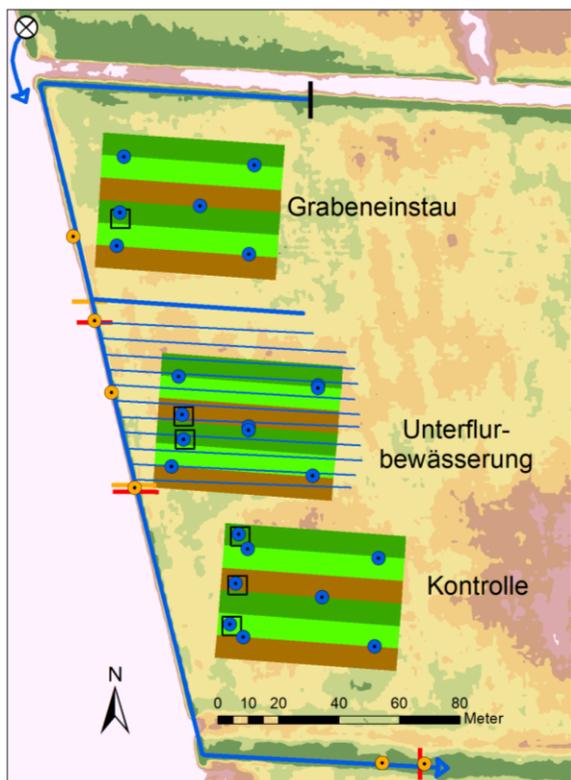
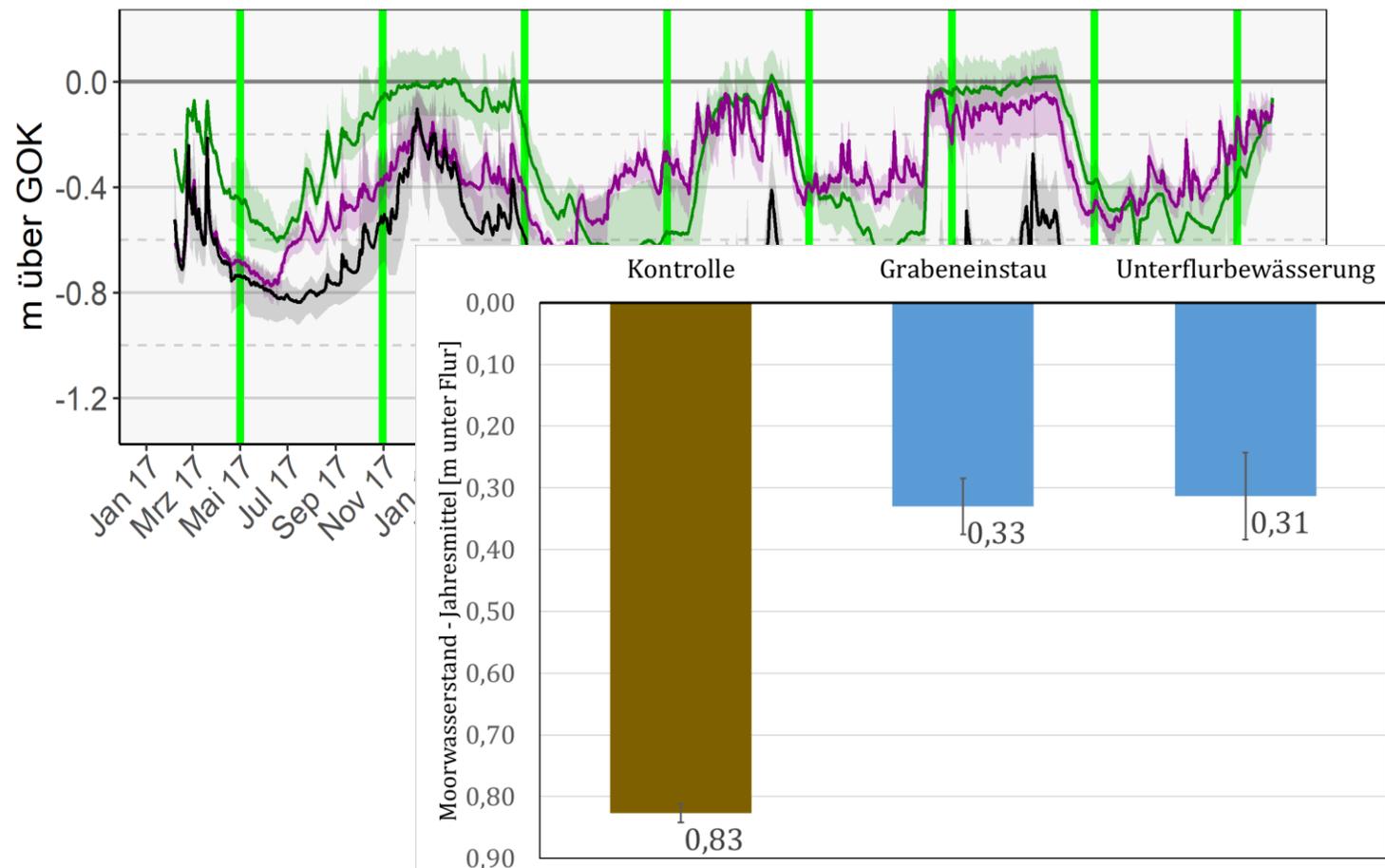
- Einbau von Stauwehren in die Gräben
- **Wasserzufuhr aus Nachbargraben** im Sommerhalbjahr mit Solarpumpen

### Unterflurbewässerung

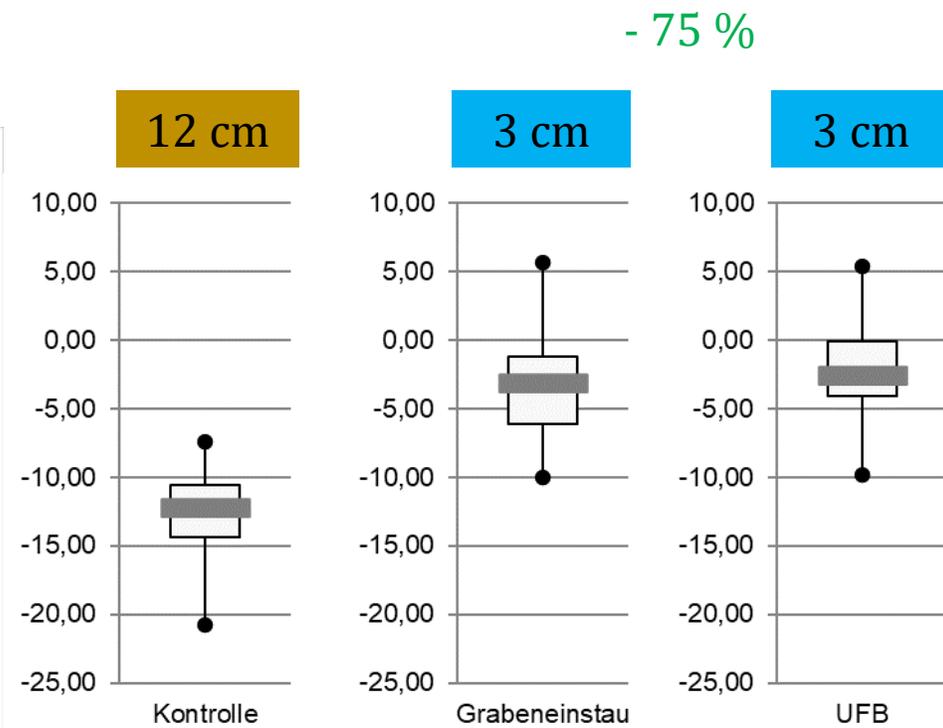
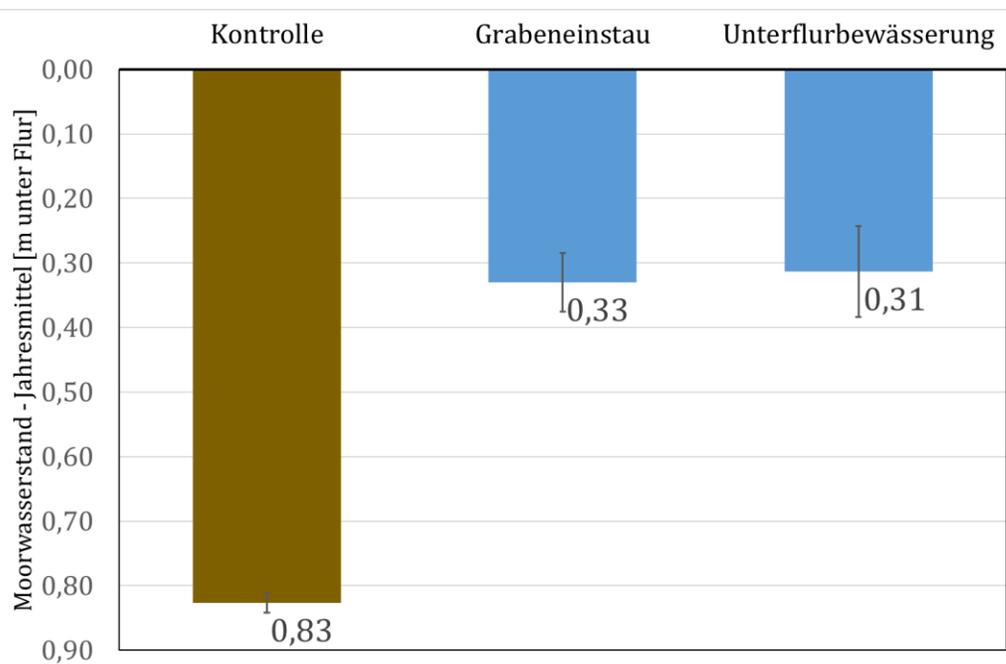
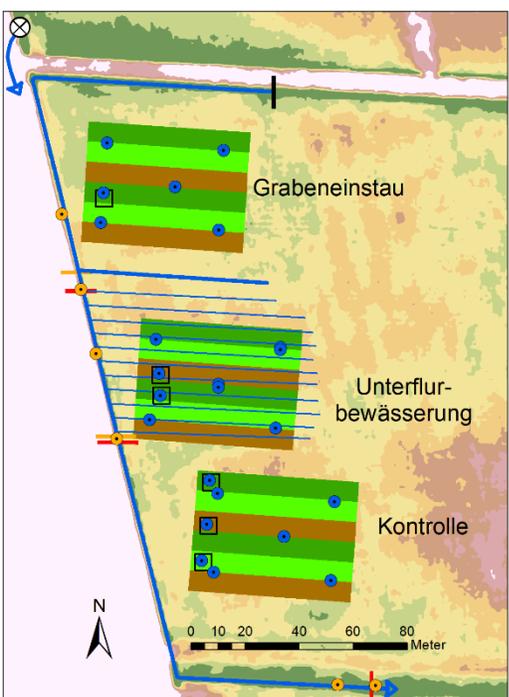
- wie Grabeneinstau
- zusätzlich **Dränrohre DN65** 5 m Abstand, 0.66 m tief

# Ipweger Moor (Hochmoor) - Moorwasserstände

Moorwasserstände

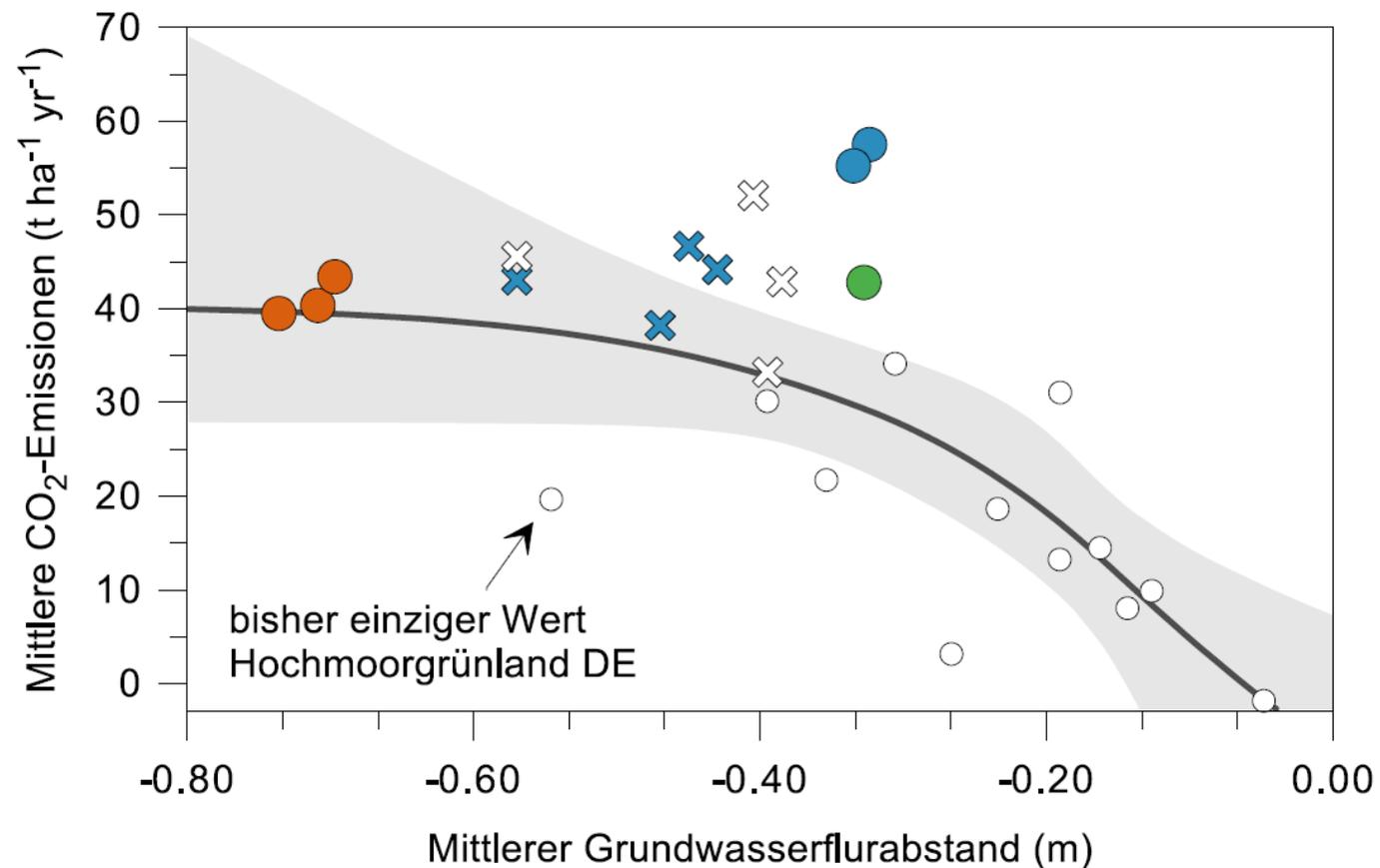


# Ipweger Moor (Hochmoor) - Geländehöhe



Veränderung der mittleren Geländehöhe (cm) von Juli 2016-Juli 2020

# Ipweger Moor (Hochmoor) – Treibhausgas-Emissionen (CO<sub>2</sub>)



Tiemeyer et al. (2021)

**CO<sub>2</sub>-Emissionen hoch**  
**Grabeneinstau:**

- keine Reduktion der CO<sub>2</sub>-Emissionen,
- Wasserstand deutlich erhöht

**Unterflurbewässerung**

- Erhöhung der CO<sub>2</sub>-Emissionen

- |                        |   |
|------------------------|---|
| <b>SWAMPS</b>          | <b>Bisherige Studien</b>                                |
| ● Kontrolle            | ○ Hochmoorgrünland DE (Tiemeyer et al., 2016)           |
| ● Unterflurbewässerung | ⊗ Hochmoorgrünland (Kontrolle) (Weideveld et al., 2021) |
| ● Grabeneinstau        | ⊗ Unterflurbewässerung (Weideveld et al., 2021)         |
|                        | — Gompertz-Modell                                       |

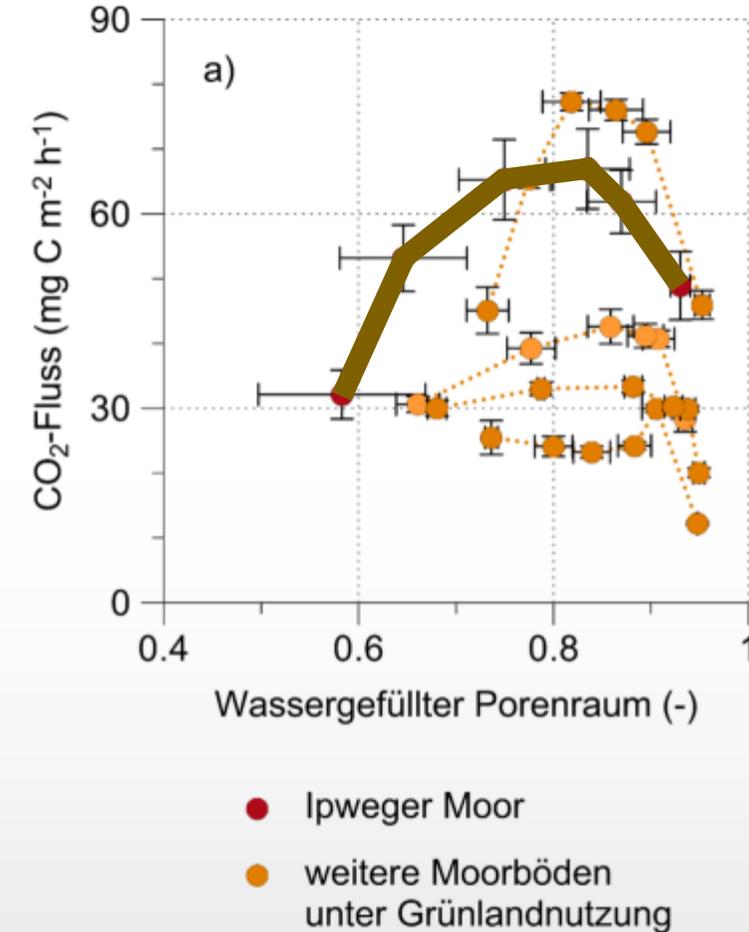


## Schlussfolgerungen zur Unterflurbewässerung und zum Grabeneinstau

- Die Unterflurbewässerung hat hydrologisch gut funktioniert (Wasserstände > -0,3 m u. Flur)
- Treibhausgasemissionen bei hohen Wasserstände nicht reduziert (Unterflurbewässerung und Grabenanstau)

mögliche Ursachen:

- **Optimale Bodenfeuchte** im ungesättigten Oberboden für Mineralisation (Trockenheit als hemmender Faktor aufgehoben)
- **Nährstoffgehalte** im Oberböden (Düngung) (und Vererdung) begünstigen Torfoxidation.
- **Anaerober Stoffumsatz** im Unterboden und Methanoxidation im Oberboden
- **Faktor „Zeit“** (z.B. „Verbrauch“ leicht umsetzbarer Stoffgruppen)



Säurich et al. (2019)

# Maßnahmen zur Wasserstandsanhhebung bzw. Vernässung im **Hochmoor**

## Passives Wassermanagement

(Wasserrückhalt auf der Fläche)

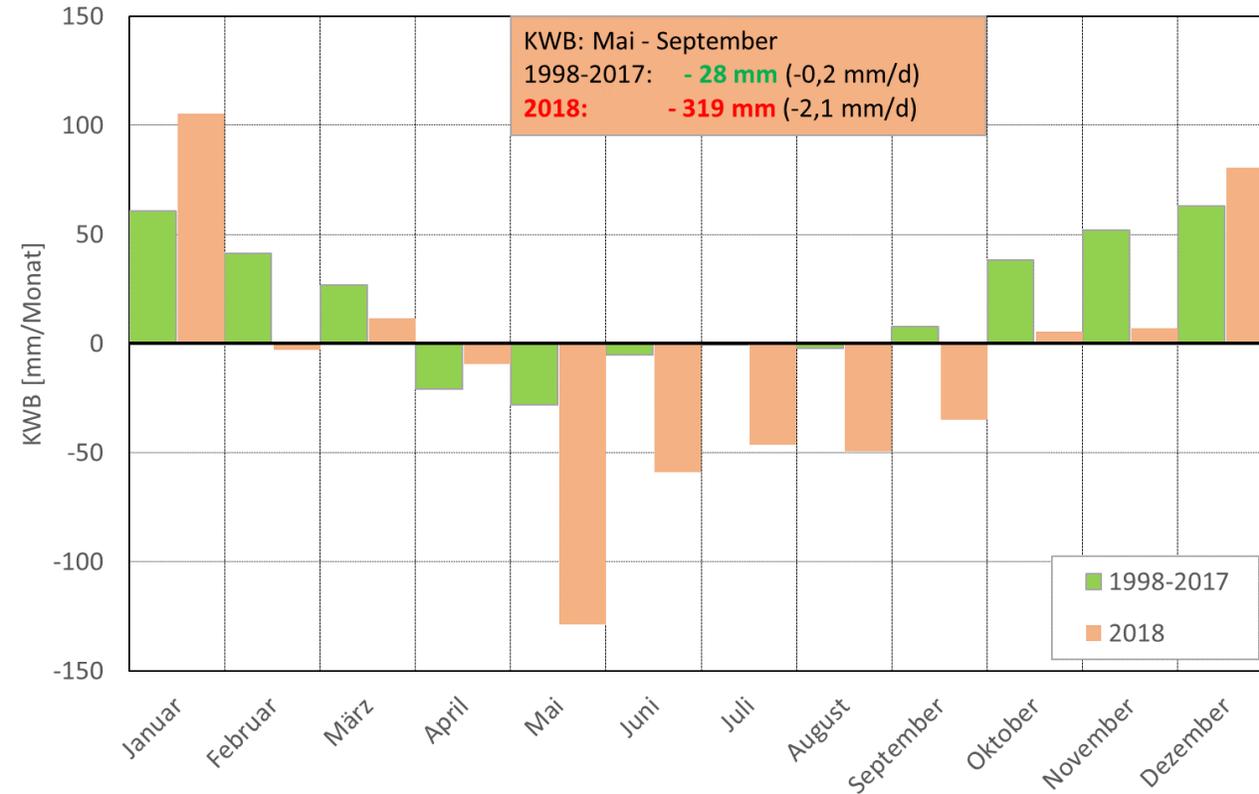
- Grabenanstau (Wasserrückhalt im Graben)
- (Grabenverschluss: Wasserrückhalt auf der Fläche)
- Überstau im Winter (Wasserrückhalt auf der Fläche)

## Aktives Wassermanagement

(Speicher und Wasserverteilung)

- Grabeneinstau (Zuwässerung im Sommerhalbjahr) (ggf. mit Dränrohren zur Unterflurbewässerung)
- Überrieselung bei Paludikulturen (Zuwässerung im Sommerhalbjahr)

Klimatische Wasserbilanz (KWB), Bremervörde



DWD Climate Data Center (2019)



# Maßnahmen - Transformationspfade

## Grünland, Milch



©NMELV (2021)

aktives Wassermanagement, Wasserspeicherung



## Paludikultur



©ASEA aerial, Wichmann

# Heute

## Extensivgrünland



©Cyganka-deb.lento.pl



passives Wassermanagement,



passives Wassermanagement, Wasserrückhalt

## Photovoltaik



©topagraf, IBC

## Naturschutz



©Höper, LBEG



## Aufgaben im Bereich der Regionalplanung und Landschaftsentwicklung

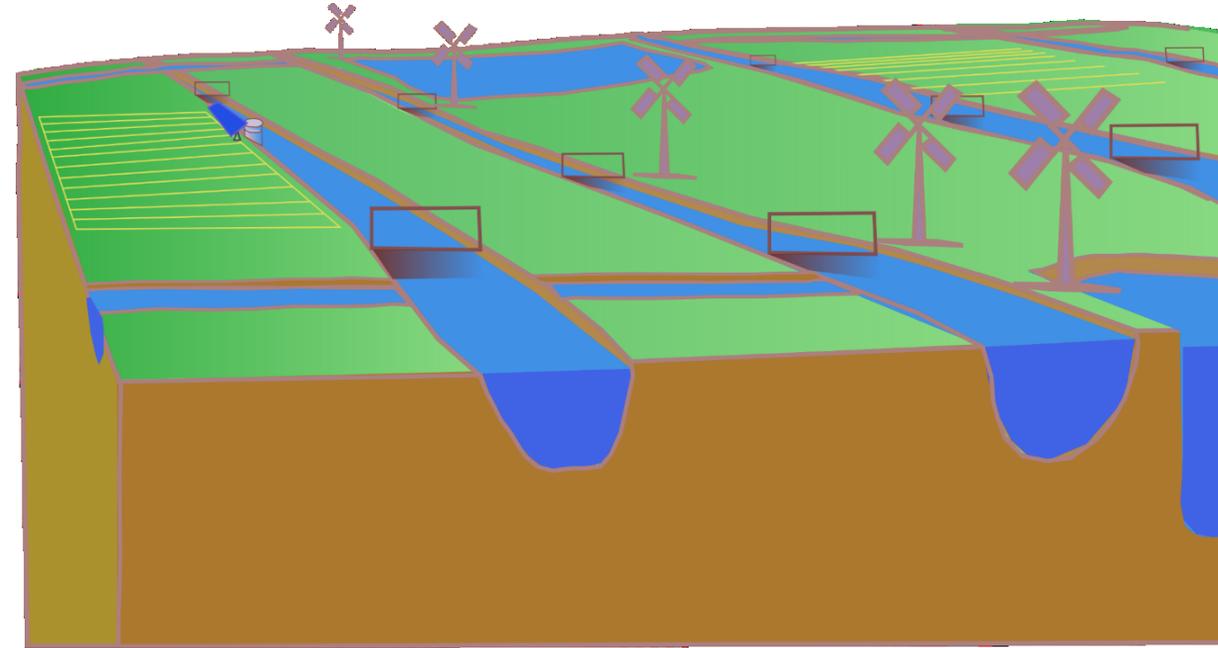
Moor- und Klimaschutz als (neues) Planungsziel

Planung rund ums Wasser!

Wasserrückhalt als No-Regret-Maßnahme

zunehmende Bedeutung der Wasserspeicherung

Wassermanagement als Gemeinschaftsaufgabe mit  
synergistischer Zielsetzung:  
Moorschutz, Naturschutz, Landwirtschaft,  
Hochwasserschutz, Klimafolgenmanagement





Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit