

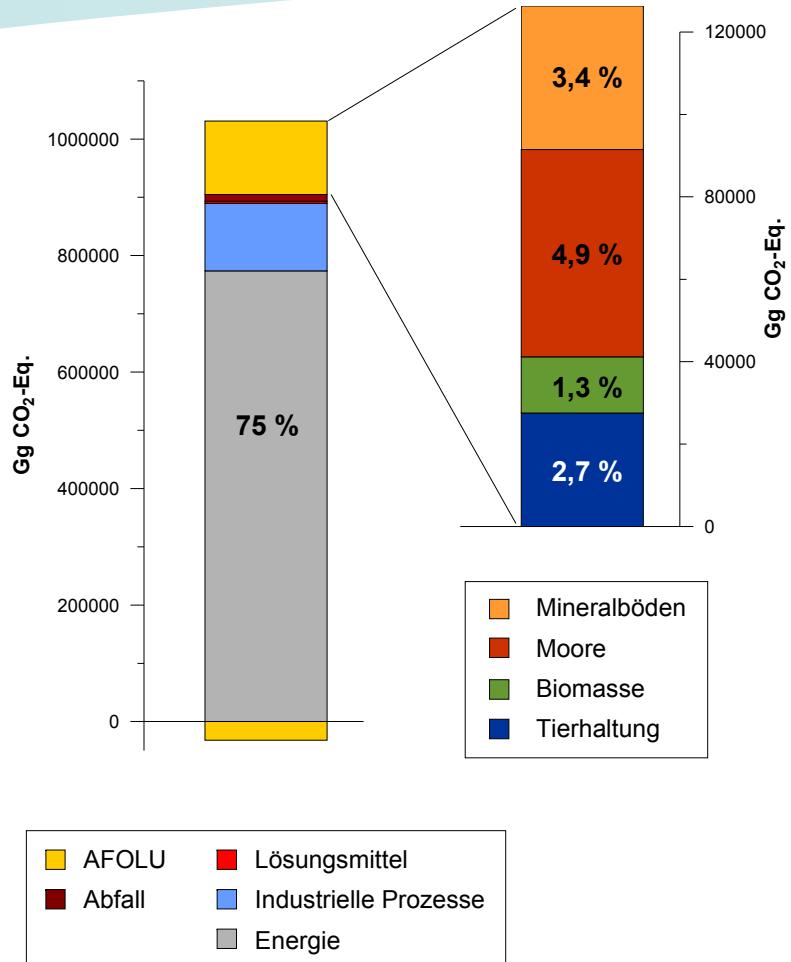
# Hydrologische & hydrochemische Charakterisierung von Mooren – von der Feldskala zur Entwicklung von Regionalisierungsansätzen



## AK-Moorteam

Michel Bechtold, Susanne Belting, Rene Dechow,  
Enrico Frahm, Stefan Frank, Annette Freibauer,  
Sören Gebbert, Maik Hunziger, Andreas Laggner,  
Dirk Lempio, Katharina Leiber, Bärbel Tiemeyer,  
Carolina Voigt

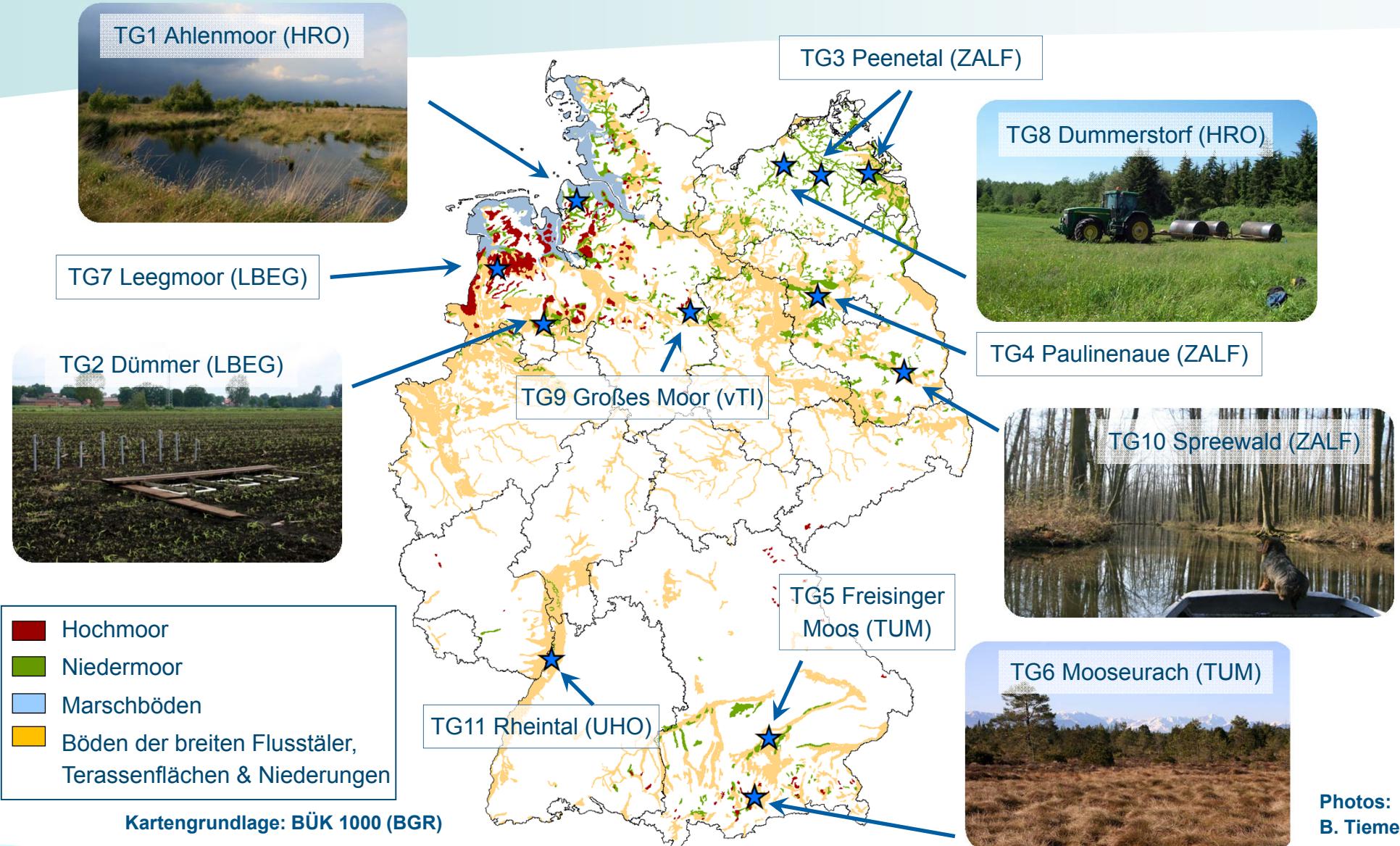
# Hintergrund & Ziele



Quelle: vTI/AK im NIR 2009 (UBA, 2009)

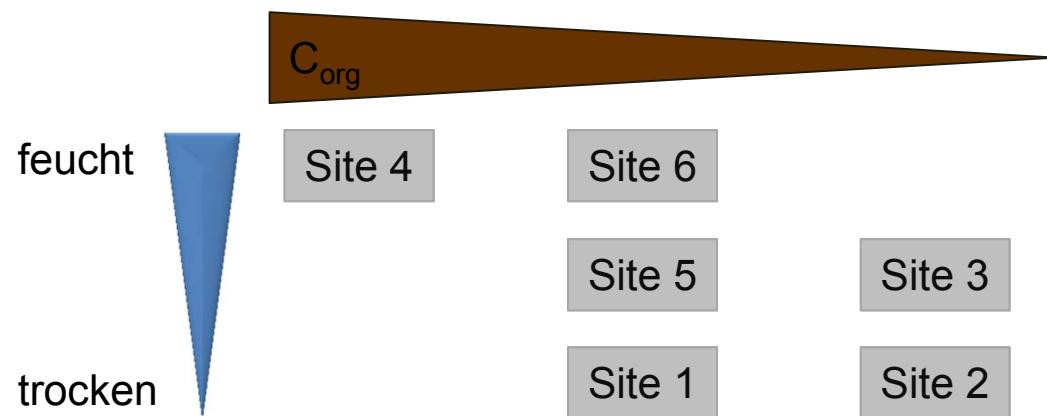
- **Gedränge** Moore: Hauptquelle von THG in der deutschen Emissionsberichterstattung
- 40 % der Emissionen aus Landwirtschaft und Landnutzung auf ca. 8 % der Fläche!
- D ist angehalten, die Berichterstattung im Bereich organischer Böden zu verbessern:
  - Emissionsfaktoren
  - Aktivitätsdaten
  - Regionalisierungsverfahren
- Projekt „Organische Böden“**

# Projektstandorte

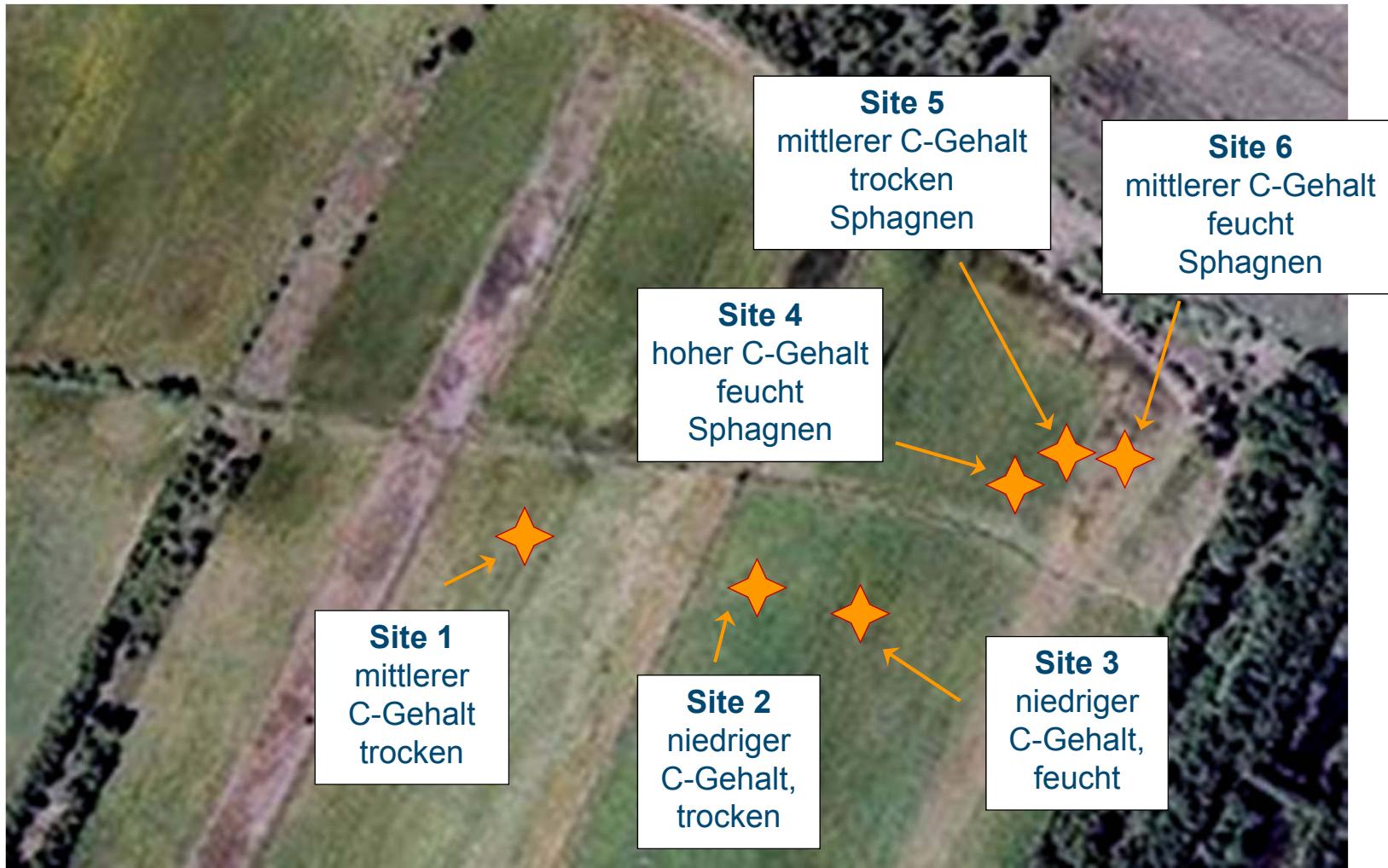


# TG 9: Großes Moor

- durch Torfabbau und Bodenbearbeitung stark anthropogen überprägtes ehemaliges Hochmoor
- aktuelle Nutzung: extensive Grünland
- Quantifizierung der Auswirkungen kleinräumiger  $C_{org}$ - und Grundwasserstandsgradienten auf THG und DOC-Flüsse
- Test Automatikhauben

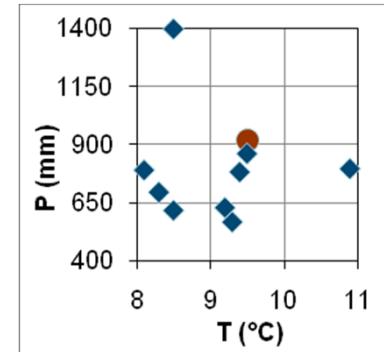


# Messvarianten Großes Moor



# TG 1: Ahlenmoor

- wurzelechtes Hochmoor
- Torfmächtigkeiten > 3 m
- teilweise abgetorft & wiedervernässt
- Naturnahe Flächen
- Intensives und extensives Grünland



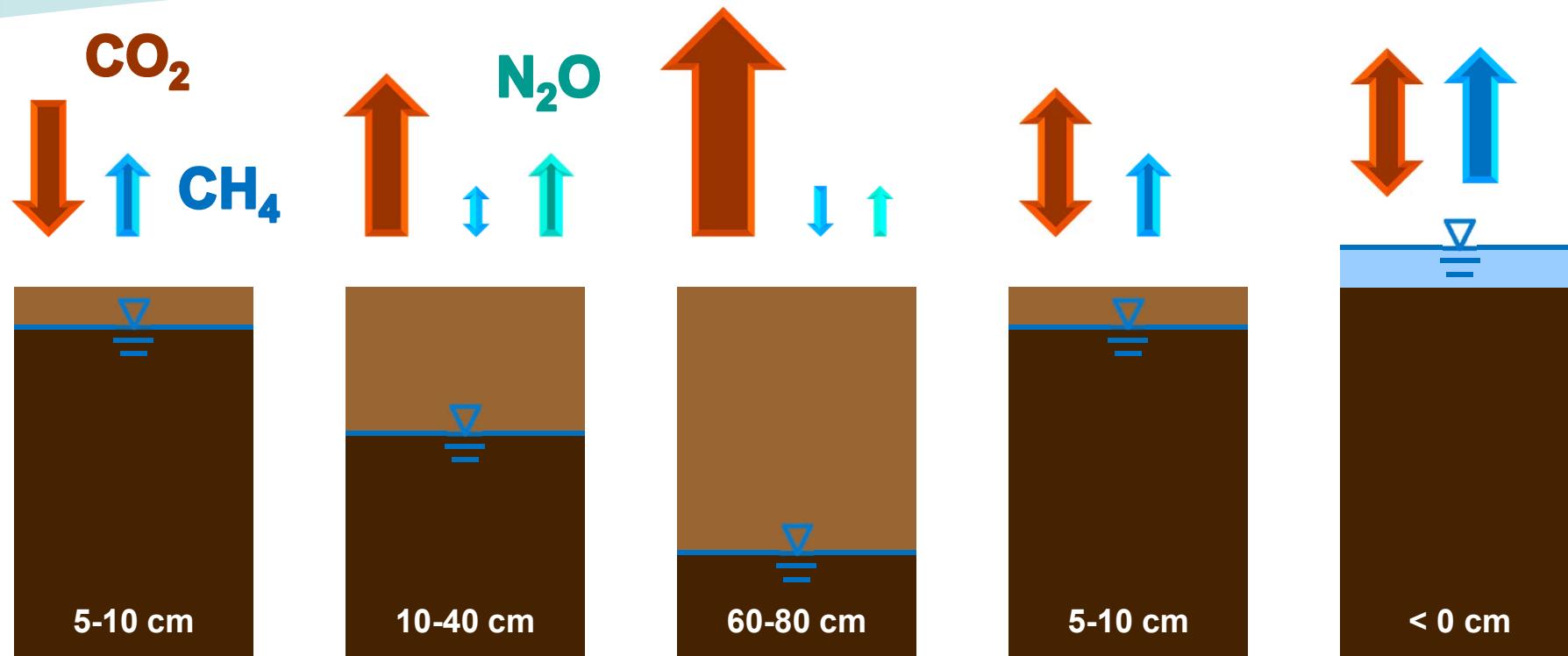
**P = 919 mm**  
**T = 9,5°C**



# **Hintergrund und Ziele**

# **Modul „Hydrologie“**

# Einfluss des Wasserstands



Natürlich

Leichte Dränage  
oder Trockenheit

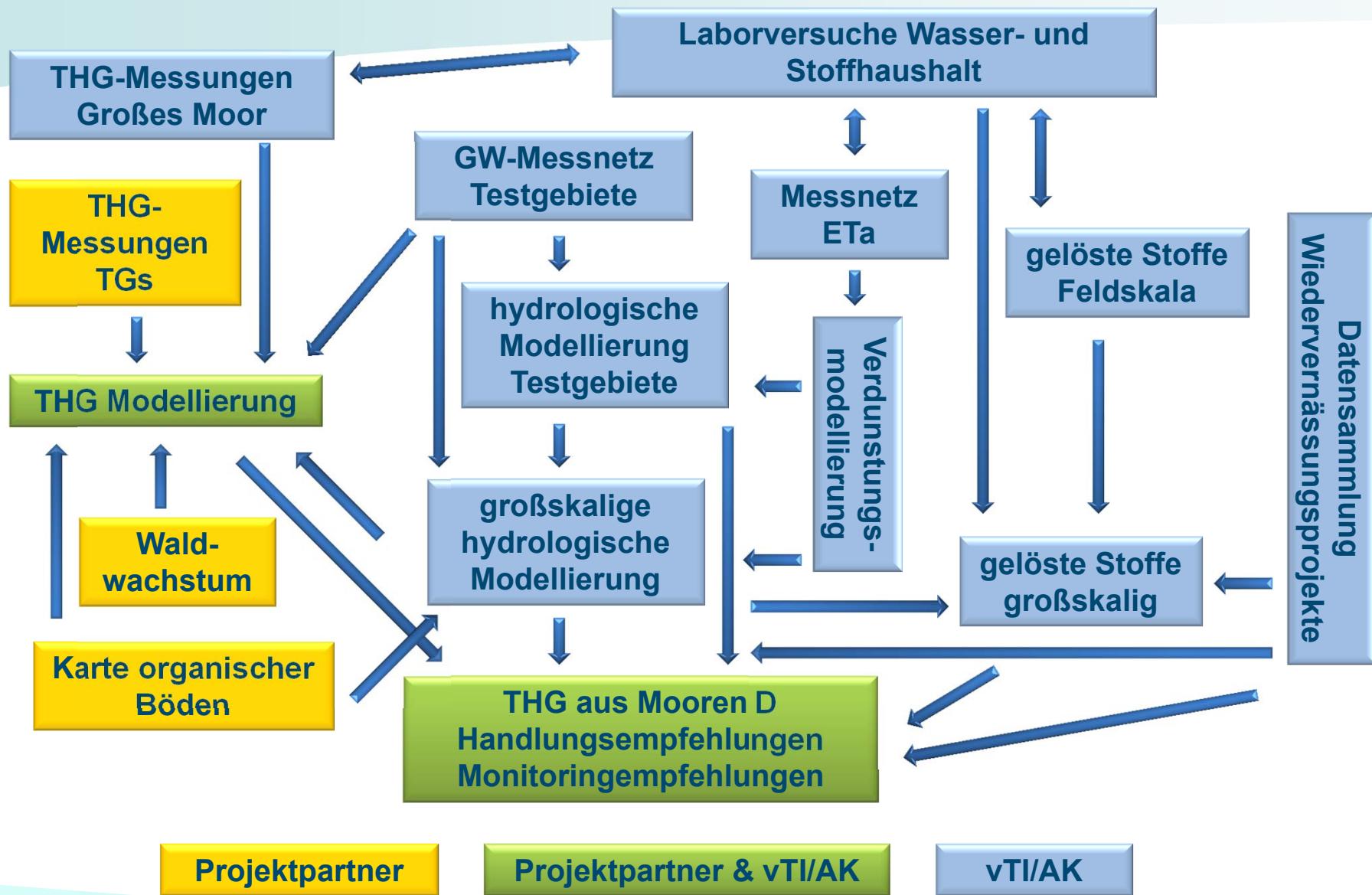
Starke Dränage

Renaturierung  
durch Anstau

Renaturierung  
durch Überstau

Drösler et al. (2008)

# Einordnung ins Gesamtprojekt

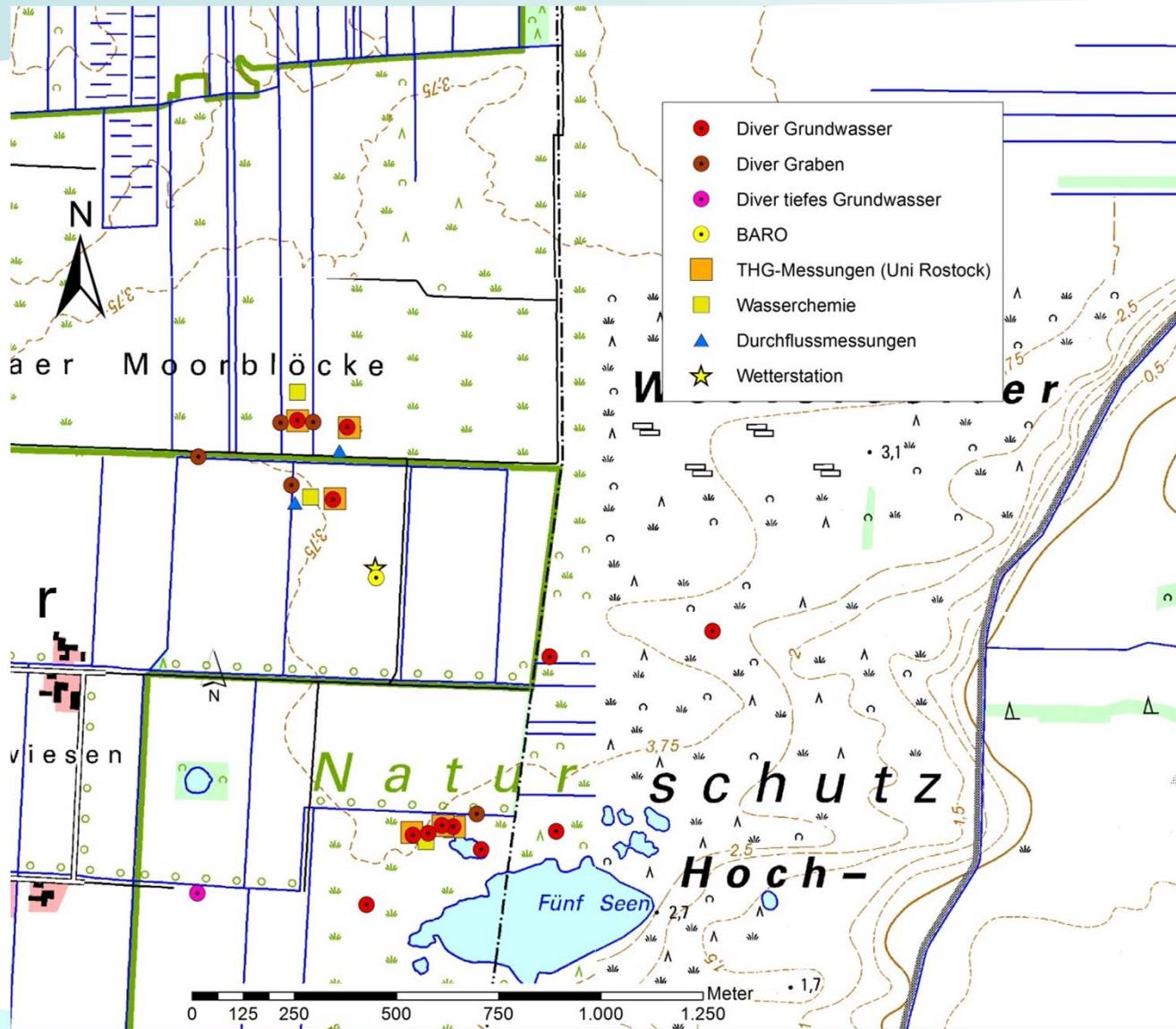


# Teil I: Daten

# Messnetz(e) Testgebiete

	TG 1	TG 2	TG 3	TG 4	TG 5	TG 6	TG 7	TG 8	TG 9	TG10	TG11	$\Sigma$
Niederschlag (mm)	919	782	617	629	790	1397	861	695	625	567	796	-
$T_{\text{mittel}}$ (°C)	9,5	9,4	8,5	9,2	8,1	8,5	9,5	8,3	8,5	9,3	10,9	-
GHG-Sites	6	4	5	9	19	9	8	5	6	4	5	80
Moorpegel	13	5	15	5	17	17	6	4	7	12	3	104
OF-Gewässer	5	10	6	11	3	9	6	6	3	1	1	61
tiefe(re)s GW	1	1	-	1	4	-	1	-	1	-	4	13
Pegel anderer Messnetze	-	ja	-	ja	ja	ja	ja	ja	ja	nein	nein	> 100
Verdunstung	nein	nein	ja	nein	nein	ja	nein	nein	(ja)	ja	nein	4 TG
DOC	ja	nein	nein	(ja)	nein	nein	nein	nein	ja	nein	nein	2 TG

# Beispiel: Messnetz Ahlenmoor



# Datenbank zu Renaturierungsprojekten



- Deutschlandweite Sammlung von Daten zu Moorrenaturierungsprojekten
  - Lokalisierung von Projekten
  - Daten zur Kalibrierung und Plausibilitätsprüfung von Skalierungsansätzen
- Aufbau und Auswertung einer Datenbank zu Renaturierungsprojekten
- Entwicklung eines Leitfadens zum Monitoring von Moorrenaturierungsprojekten zum Klimaschutz

# Vorgehensweise

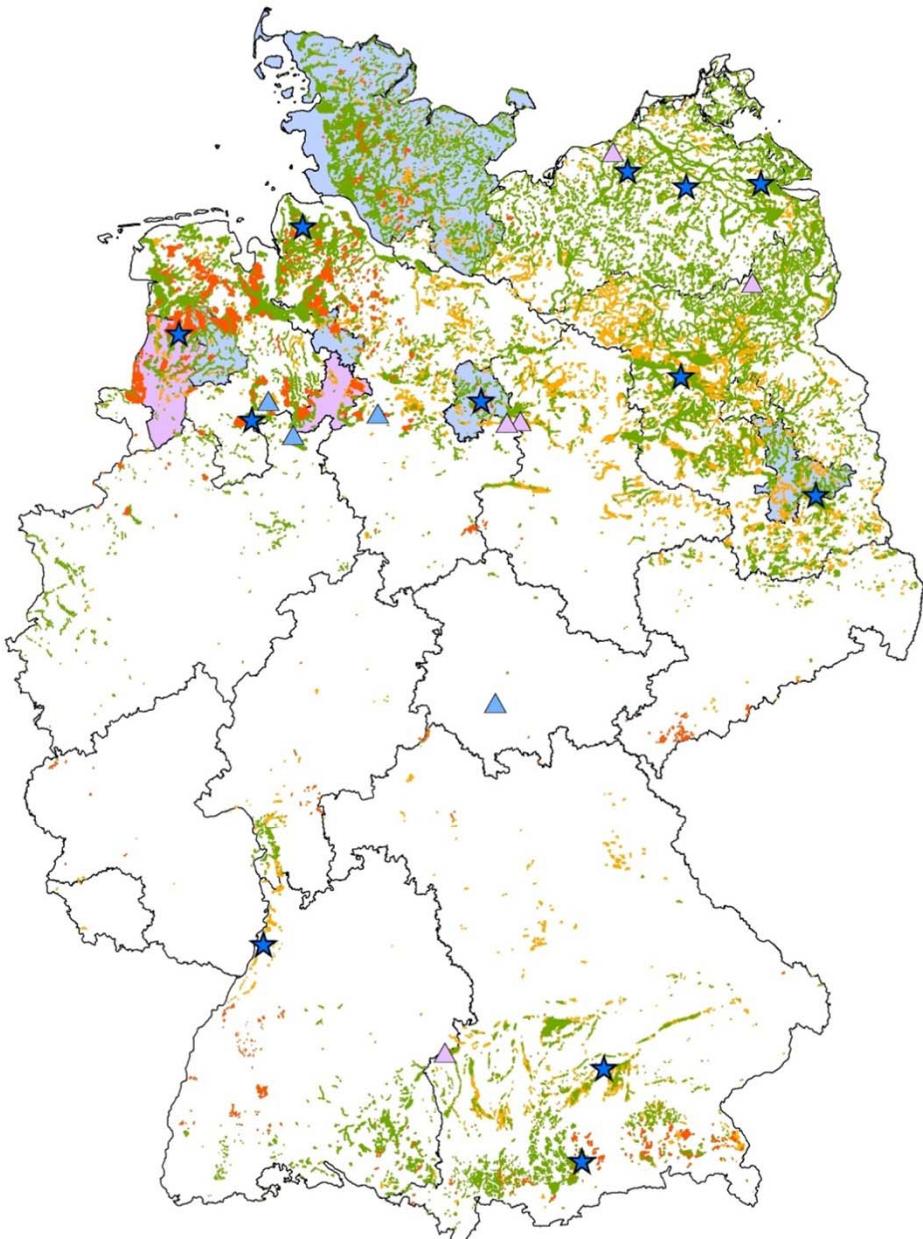
- Internet- und Literaturrecherche
- Verschneidung GÜK200 und Schutzgebiete
  - Identifizierung von Landkreisen, in denen Projekte wahrscheinlich sind
- 395 Adressaten für Fragebögen (Ministerien, Bezirksregierungen, Landkreise, Naturparke, Biosphärenreservate...)
- Ausnahmen:
  - Baden-Württemberg: eigenes Moorkataster: Doppelungen vermeiden
  - Bayern: wird vergeben

# Fragebogen Renaturierungsprojekte

Name Moor	Größe	ha	TK25	(oder bitte Karte schicken)
Bundesland (BB, BW, ...)	BB	Landkreis		
Behörde, Institut, Ansprechpartner				
email-Adresse				
Renaturierungsprojekt/-maßnahmen	<input type="checkbox"/> nein <input type="checkbox"/> geplant <input type="checkbox"/> in Durchführung <input type="checkbox"/> durchgeführt			
Wurden mehrere Renaturierungsprojekte bzw. Maßnahmen durchgeführt?	<input type="checkbox"/> nein <input type="checkbox"/> ja			
Projektname(n)				
Größe Projekt-/Maßnahmengebiet	ha	Projektzeitraum (Jahr) von _____ bis _____		
Schutzstatus (Mehrfachnennung möglich)				
Moortyp (Mehrfachnennung möglich)	<input type="checkbox"/> Niedermoor <input type="checkbox"/> Hochmoor <input type="checkbox"/> Anmoor	<input type="checkbox"/> Überflutungs-/Auenmoor <input type="checkbox"/> Versumpfungsmoor <input type="checkbox"/> Durchströmungsmoor <input type="checkbox"/> Verlandungsmoor <input type="checkbox"/> Kesselmoor <input type="checkbox"/> sonstige _____		
Wie werden die Flächen genutzt?				
aktuelle Nutzung (Jahr: _____)			vor der Maßnahme (Jahr: _____)	
naturnahe Fläche	<input type="checkbox"/> % (Schätzung)		<input type="checkbox"/> % (Schätzung)	
ungenutzte Fläche (z.B. Brache)	<input type="checkbox"/> % (Schätzung)		<input type="checkbox"/> % (Schätzung)	
Extensivgrünland	<input type="checkbox"/> % (Schätzung)		<input type="checkbox"/> % (Schätzung)	
Intensivgrünland	<input type="checkbox"/> % (Schätzung)		<input type="checkbox"/> % (Schätzung)	
Forst	<input type="checkbox"/> % (Schätzung)		<input type="checkbox"/> % (Schätzung)	
Acker	<input type="checkbox"/> % (Schätzung)		<input type="checkbox"/> % (Schätzung)	
Abtorfung	<input type="checkbox"/> % (Schätzung)		<input type="checkbox"/> % (Schätzung)	
ganzjährig offene Wasserfläche	<input type="checkbox"/> % (Schätzung)		<input type="checkbox"/> % (Schätzung)	
Siedlungen und sonstige Flächen	<input type="checkbox"/> % (Schätzung)		<input type="checkbox"/> % (Schätzung)	
Liegen Höhenvermessungen vor?	<input type="checkbox"/> nein <input type="checkbox"/> ja <input type="checkbox"/> geplant			
Liegen Daten zu Bodeneigenschaften vor?	<input type="checkbox"/> nein <input type="checkbox"/> ja <input type="checkbox"/> geplant			
Liegen hydrologische Daten vor?				
<input type="checkbox"/> nein <input type="checkbox"/> ja <input type="checkbox"/> geplant				
wenn ja,	Zeitraum (Jahr)	Zeitintervall	Anzahl Messpegel	geplant
Grundwasserstand	_____ - _____	_____	_____	<input type="checkbox"/>
Oberflächenwasserstand	_____ - _____	_____	_____	<input type="checkbox"/>
Durchflussmessungen	_____ - _____	_____	_____	<input type="checkbox"/>
Wasserqualität	_____ - _____	_____	_____	<input type="checkbox"/>

Monitoring	<input type="checkbox"/> nein <input type="checkbox"/> ja <input type="checkbox"/> geplant		
wenn ja,			
Erfassung der FFH-LRT	Zeitraum (Jahr)	Zeitintervall	geplant
Erfassung der Biotoptypen	_____ - _____	_____	<input type="checkbox"/>
Erfassung der Pflanzengesellschaften	_____ - _____	_____	<input type="checkbox"/>
Vegetationskdl. Dauerbeobachtungsflächen	_____ - _____	_____	<input type="checkbox"/>
Erfassung der Fauna	_____ - _____	_____	<input type="checkbox"/>
sonstiges Monitoring	_____ - _____	_____	<input type="checkbox"/>
Wurden Pflege- und Entwicklungsmaßnahmen durchgeführt?	<input type="checkbox"/> nein <input type="checkbox"/> ja <input type="checkbox"/> geplant		
Ziel der Maßnahmen?	<input type="checkbox"/> Biodiversität (Flora) <input type="checkbox"/> Biodiversität (Fauna) <input type="checkbox"/> Wasserhaushalt <input type="checkbox"/> Wasserqualität	<input type="checkbox"/> Klimaschutz <input type="checkbox"/> Erhalt der Kulturlandschaft <input type="checkbox"/> Renaturierung nach Abbau <input type="checkbox"/> sonstige _____	
Wiedervernässungsmaßnahmen	<input type="checkbox"/> nein <input type="checkbox"/> ja <input type="checkbox"/> geplant		
wenn ja,			
Größe der Wiedervernässungsfläche	_____ ha	oder	_____ %
Durchgeführte Wiedervernässungsmaßnahmen	<input type="checkbox"/> Dämme/Verwallung <input type="checkbox"/> Grabenanstau <input type="checkbox"/> Grabenverfüllung	<input type="checkbox"/> Bau regulierbarer Sperrwerke <input type="checkbox"/> Rückbau von Schöpfwerken <input type="checkbox"/> sonstiges _____	
Wasserstandsregulierung	<input type="checkbox"/> nein <input type="checkbox"/> ja		
Überstauung	<input type="checkbox"/> nein <input type="checkbox"/> ja <input type="checkbox"/> teilweise		
Sind weitere Vernässungsmaßnahmen geplant?	<input type="checkbox"/> nein <input type="checkbox"/> ja		
Entfernen von Gehölzen	<input type="checkbox"/> nein <input type="checkbox"/> ja _____ ha (Schätzung) <input type="checkbox"/> geplant		
Ansaat	<input type="checkbox"/> nein <input type="checkbox"/> ja _____ ha (Schätzung) <input type="checkbox"/> geplant		
Oberbodenabtrag	<input type="checkbox"/> nein <input type="checkbox"/> ja _____ ha (Schätzung) <input type="checkbox"/> geplant		
Wiederkehrende Pflege (z.B. Entkusseln)	<input type="checkbox"/> nein <input type="checkbox"/> ja _____ ha (Schätzung) <input type="checkbox"/> geplant		
Mahd	<input type="checkbox"/> nein <input type="checkbox"/> ja _____ ha (Schätzung) <input type="checkbox"/> geplant		
Beweidung	<input type="checkbox"/> nein <input type="checkbox"/> ja _____ ha (Schätzung) <input type="checkbox"/> geplant		
	<input type="checkbox"/> Rinder <input type="checkbox"/> Pferde <input type="checkbox"/> Schafe <input type="checkbox"/> Ziegen <input type="checkbox"/> sonstige		
Bemerkung zum Management (z.B. sonstige Maßnahmen, Maschineneinsatz, Innovation, Probleme)			
Dokumentation, Projektbericht	<input type="checkbox"/> nein <input type="checkbox"/> ja <input type="checkbox"/> geplant		
Internetseite	www._____		
Bemerkung			

# Zwischenstand



- Rücklauf von bisher ca. 100 Fragebögen
- Datenbereitstellung sehr heterogen
- weiteres Vorgehen: LK einzeln abarbeiten (Prioritäten nach Moorflächen)



Kartengrundlage: GÜK 200 (BGR)

# **Teil II: Moorverdunstung – die kritische Größe der Wasserbilanz**

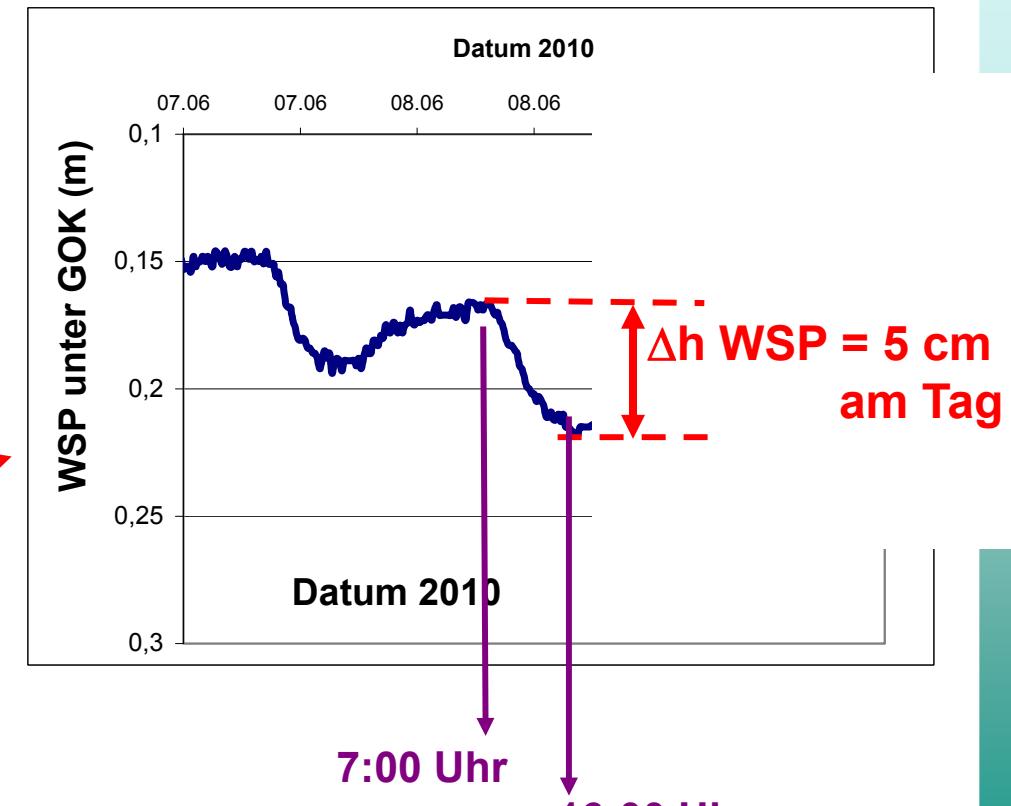
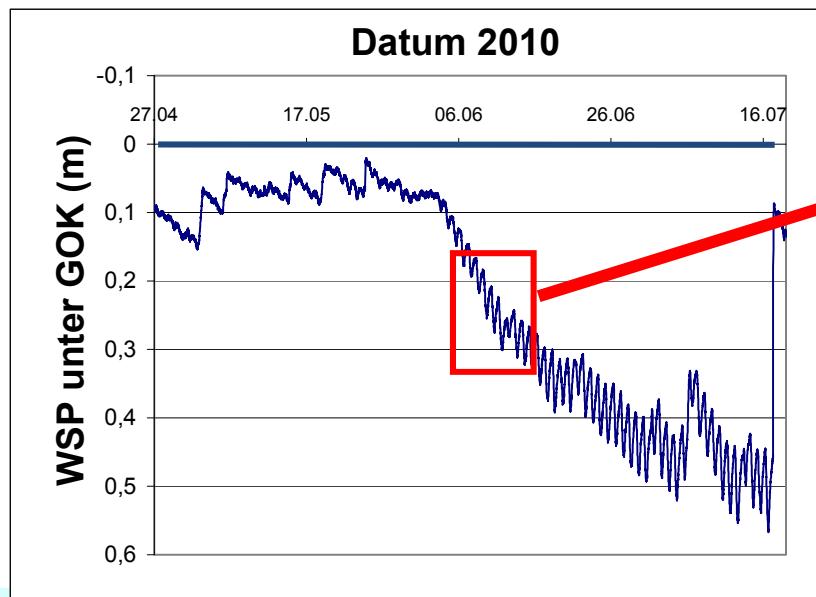
# Moorverdunstung

- flurnahe Grundwasserstände
  - enge Kopplung der Systeme Boden – Pflanze - Atmosphäre
- direkte Abhängigkeit der Verdunstung vom Grundwasserflurabstand
- sehr sensitiv gegenüber Advektionseffekten
- heterogene und schwierige Standortbedingungen: lokale Variabilität und Methodenwahl

# Tägliche Grundwasserstandsschwankungen



Beispiel: TG Spreewald, Niedermoor



# Modellierungsansatz Verdunstung

Messdaten

Meteorologie  
Vegetations-  
höhen

Flächendaten

Vegetation,  
Nutzung,  
Boden

Modellansatz  
Verdunstung (z.B.  
Grasrefenzverdunstung)

kc-Faktoren

(1) flächen-  
spezifische  
Verdunstung

Ziel:

Hydrologische  
Modellierung

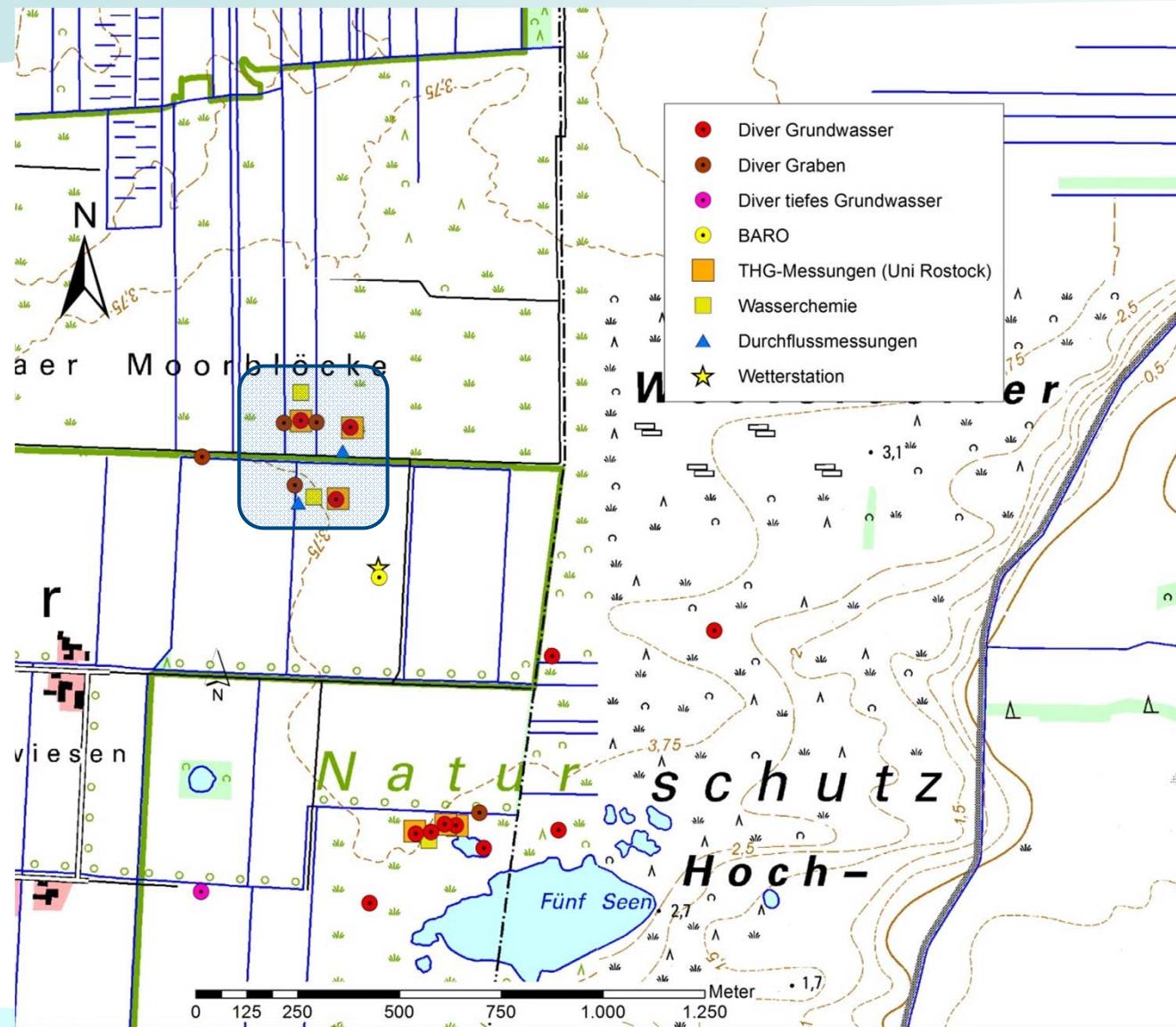
Rückkopplung  
Wasserstände

(2) Wasserstands-  
abhängige  
Verdunstung

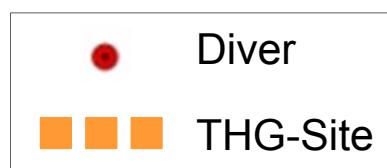
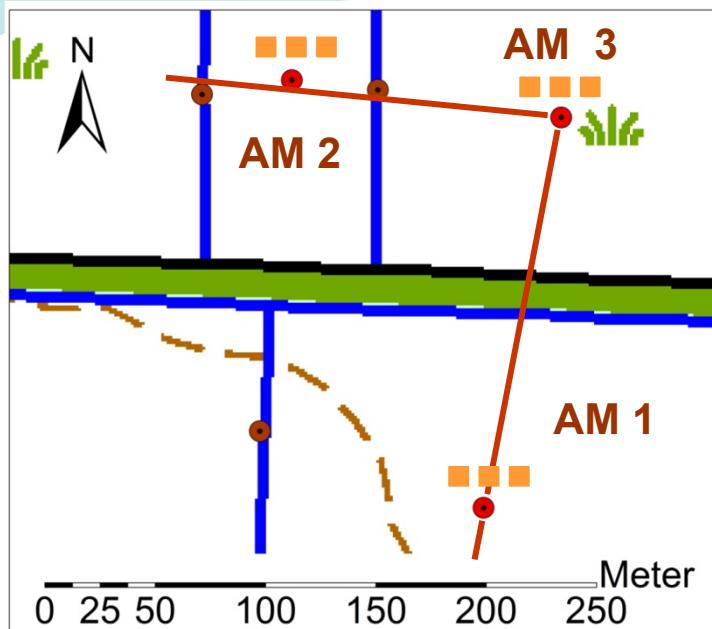
Methodenvergleich  
(u.a. mit Eddy-  
Modellierungen)

# Teil III: Hydrologische Modellierung

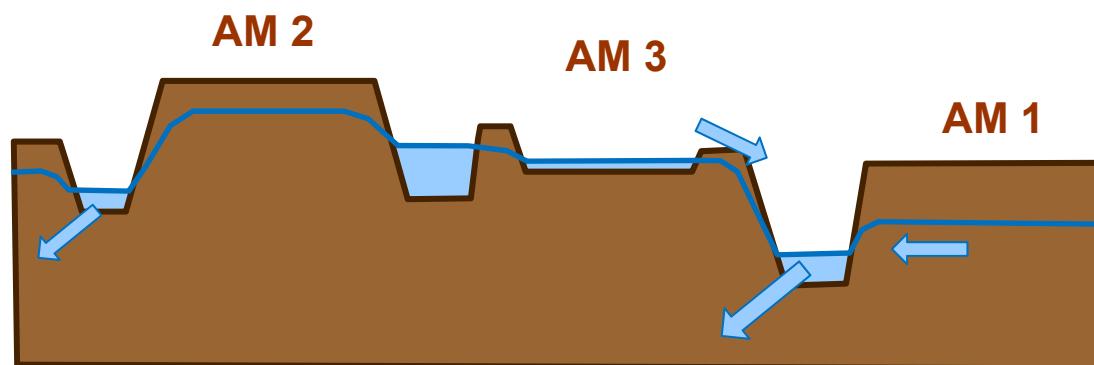
# Messnetz Ahlenmoor



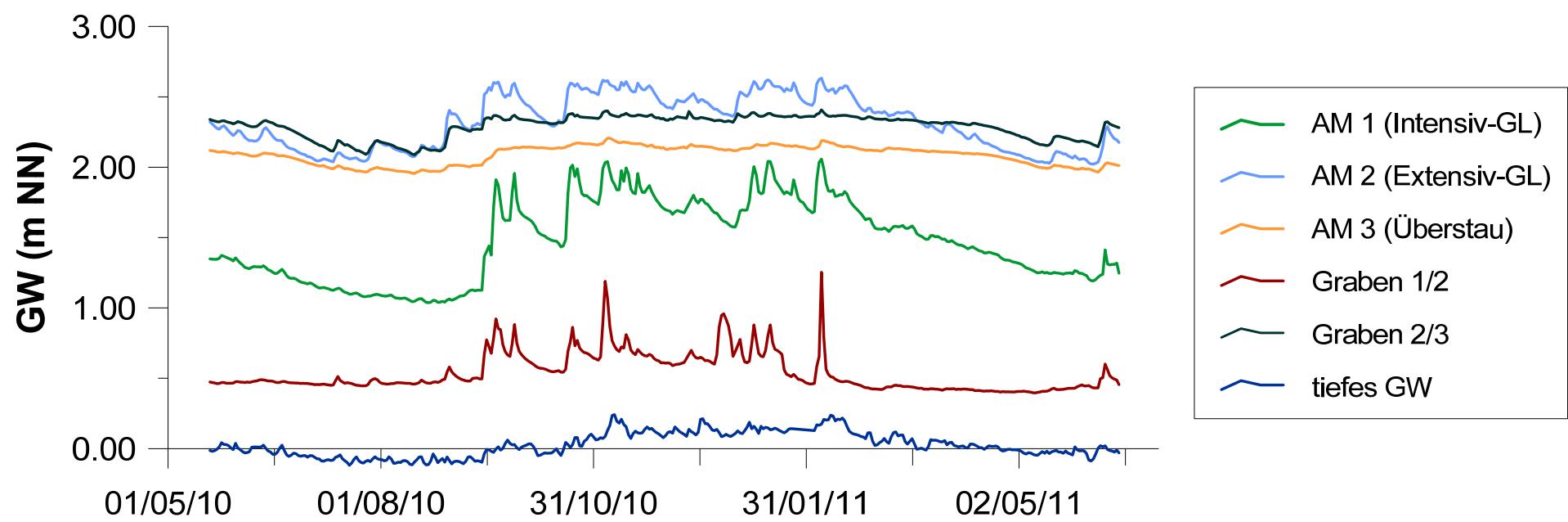
# Komplexe Struktur & variable Parameter



„Badewannenstruktur“



# Grundwasserstände

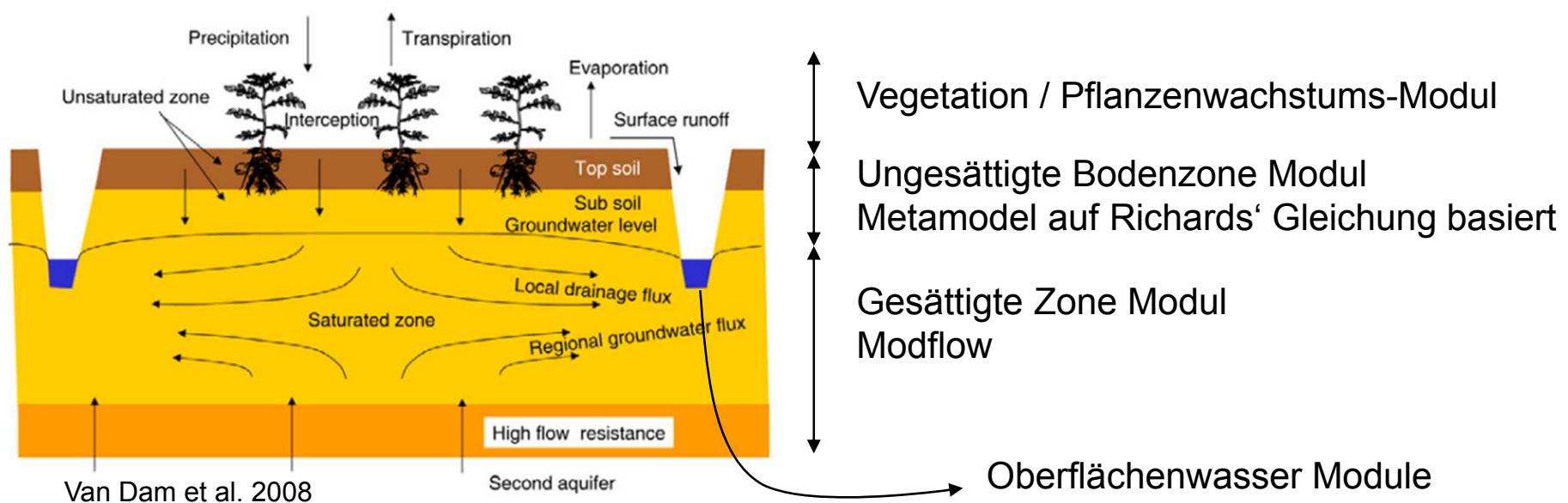


# Gekoppelte hydrologische Modellierung

Gekoppelte hydrologische Modellierung bestens geeignet wegen flachem GW-Flurabstand und starken Rückkopplungs-Mechanismen:

- Grundwasserflurabstand □ Evapotranspiration □ Grundwasserneubildung
- Grundwasserflurabstand □□ Oberflächenwasser-Flüsse (Graben, Dräne, ...)

Open Source Code „SIMGRO“ von Alterra Wageningen



- Wie sensitiv reagiert der Wasserstand auf Faktoren wie Grabendichte, EZG-Größe, Bodenparameter, Management, Stratigraphie,...?
- Wie wirken sich Unsicherheiten in den Eingangsdaten aus?
- Nur 2 Jahre Daten  mittlerer Wasserstand?
  - temporal scaling
  - synthetische Datenreihen
- Monitoring: Messnetzoptimierung
- Wiedervernässungsszenarien (Vernässbarkeit)
- Klimaszenarien

# Teil IV: Gelöste Stoffe

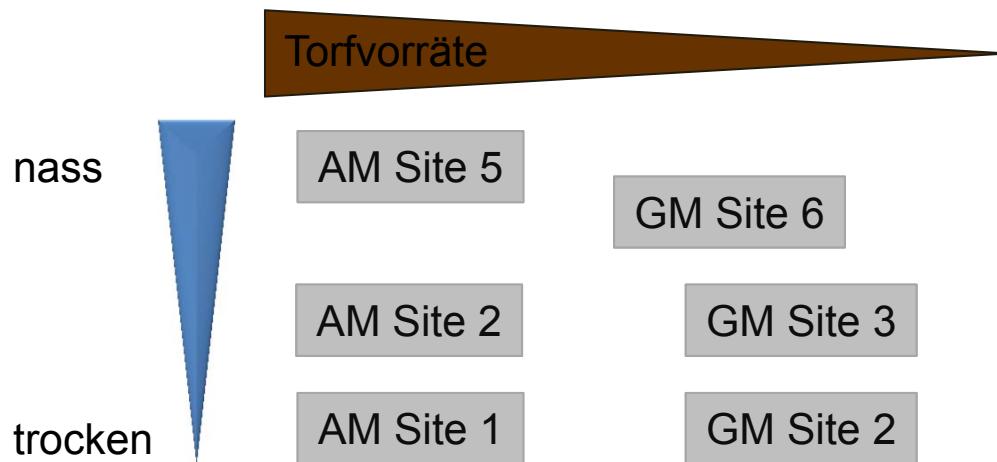
# Gelöste Stoffe



- Entwässerung und Wiedervernässung verändert den Austrag gelöster Stoffe aus Mooren
- $\text{NO}_3$  bzw.  $\text{N}_{\text{min}}$  Steuergröße für THG-Emissionen
- DOC Teil der Kohlenstoffbilanz

# Gelöste Stoffe Feldskala

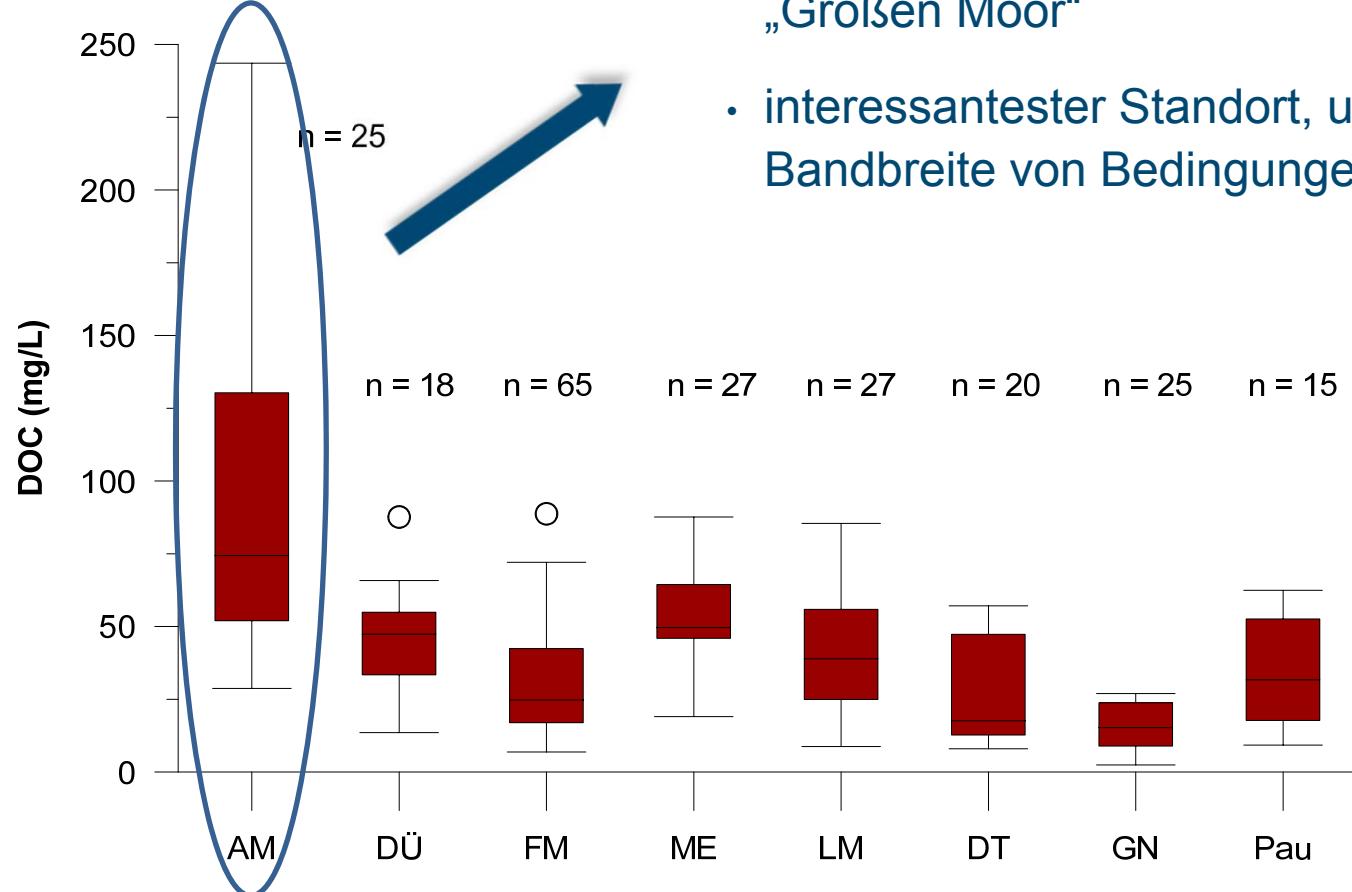
- Fokus auf Hochmoorgrünland: Ahlenmoor und Großes Moor
- Faktoren: Torfvorräte & Wasserstand
- Methodenvergleich Beprobung



# Screening DOC-Konzentrationen im GW

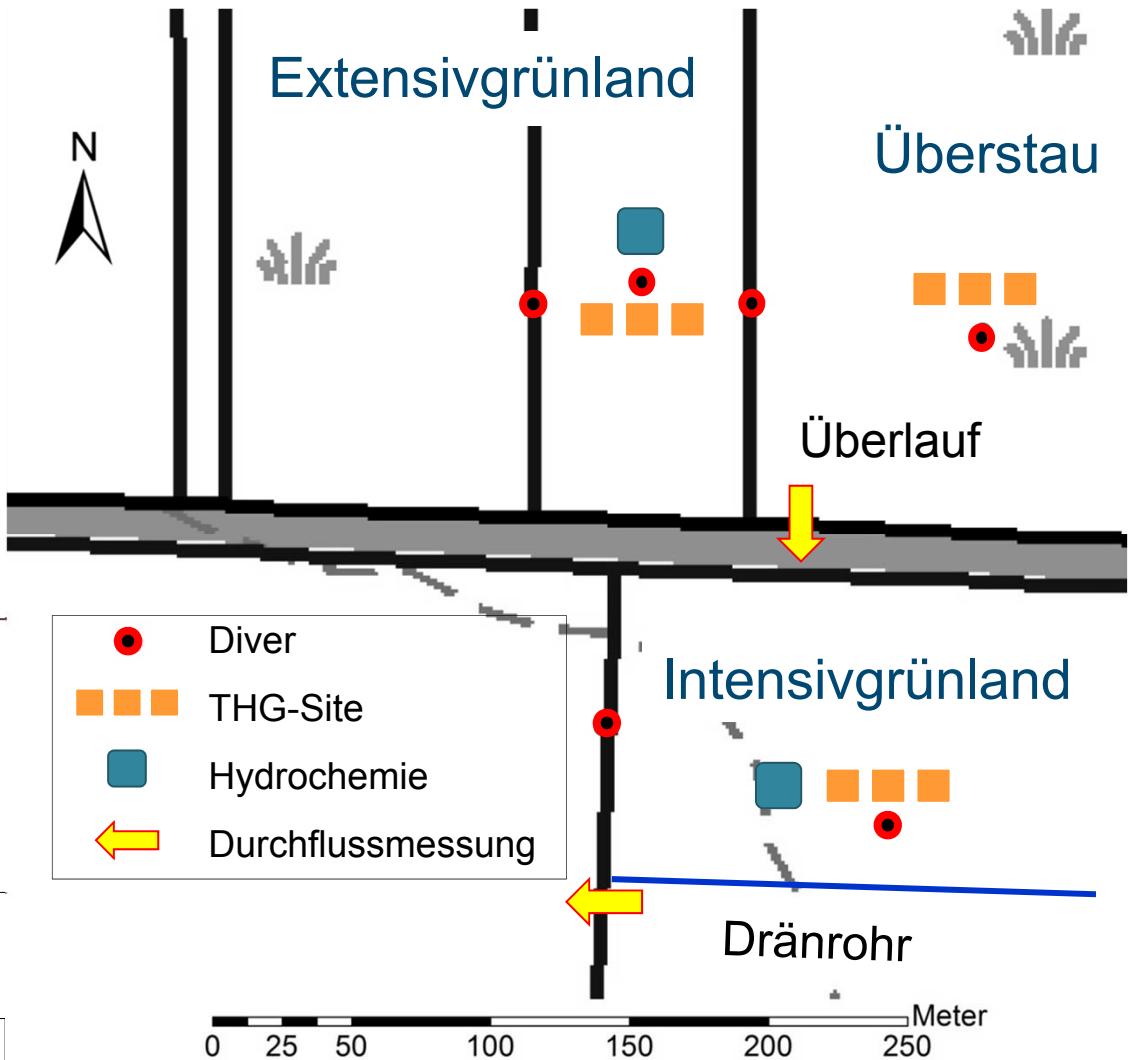
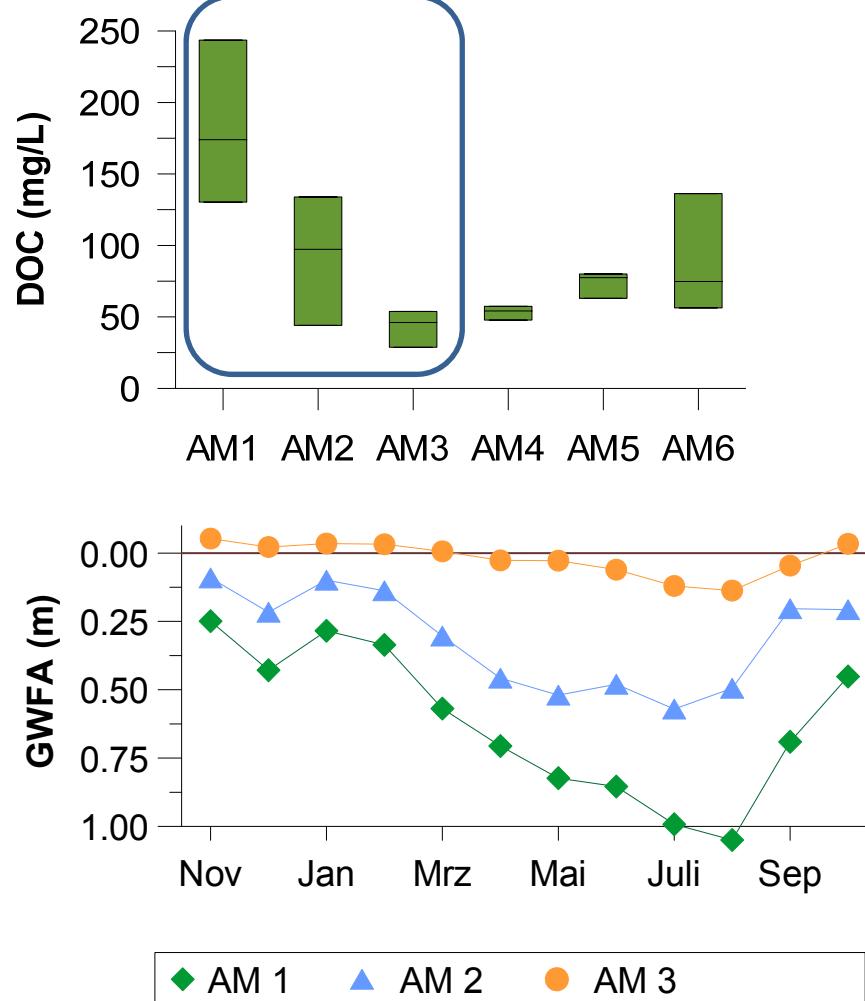
(vorläufige Ergebnisse)

- größere Torfvorräte und andere Nutzungsformen (Intensivgrünland, naturnahe Flächen) als im „Großen Moor“
- interessanter Standort, um eine große Bandbreite von Bedingungen abzudecken

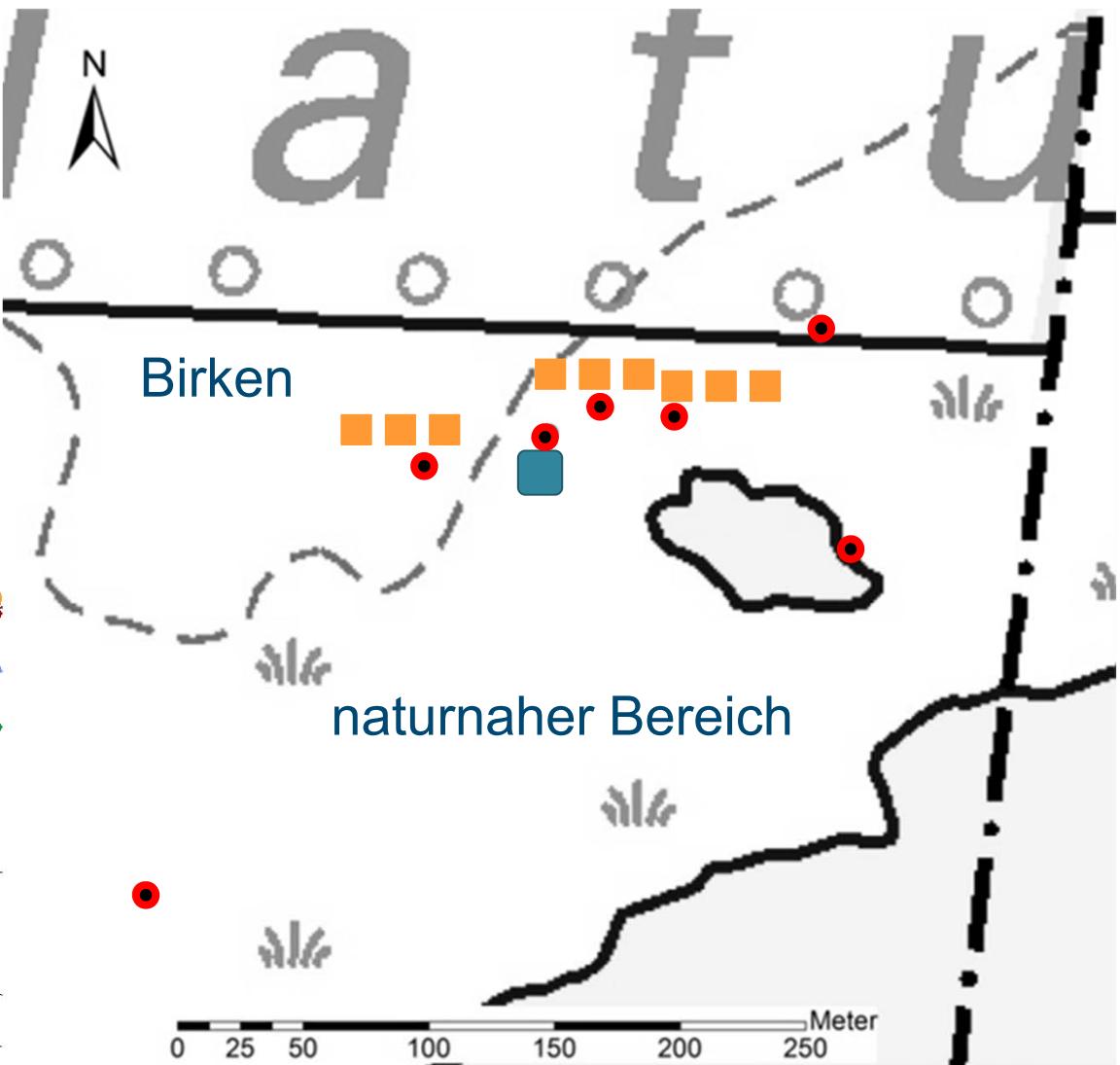
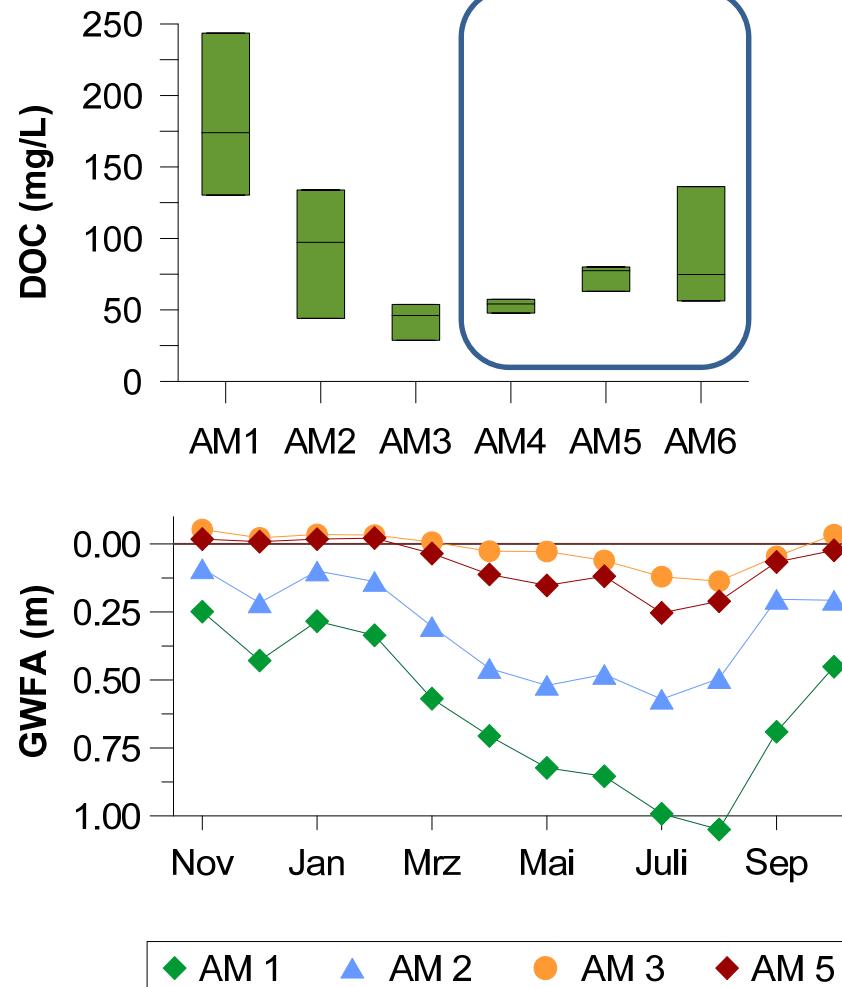


Probenahme:  
Messteams „Organische Böden“

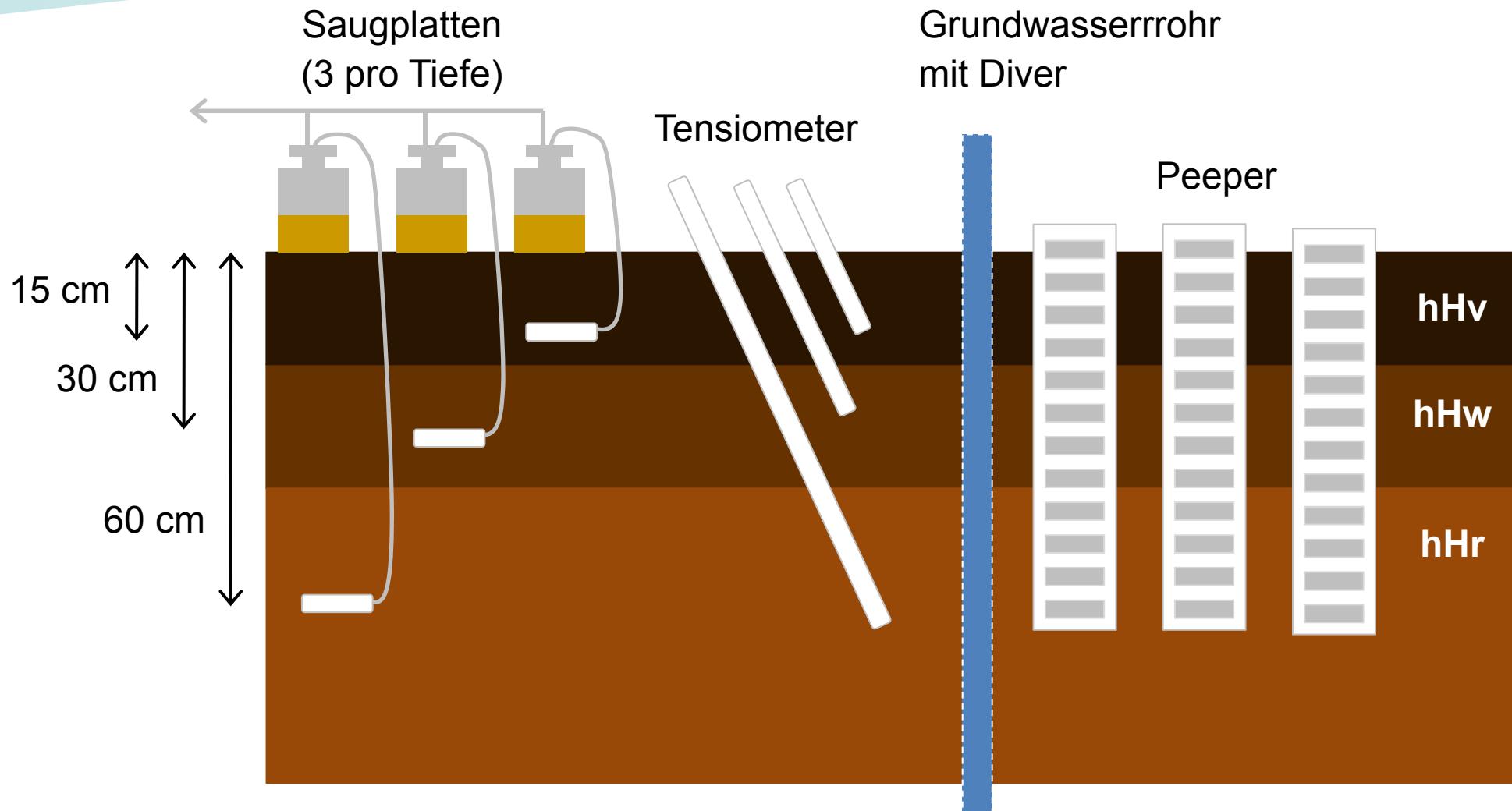
# Messaufbau Ahlenmoor



# Messaufbau Ahlenmoor



# Aufbau Messplot

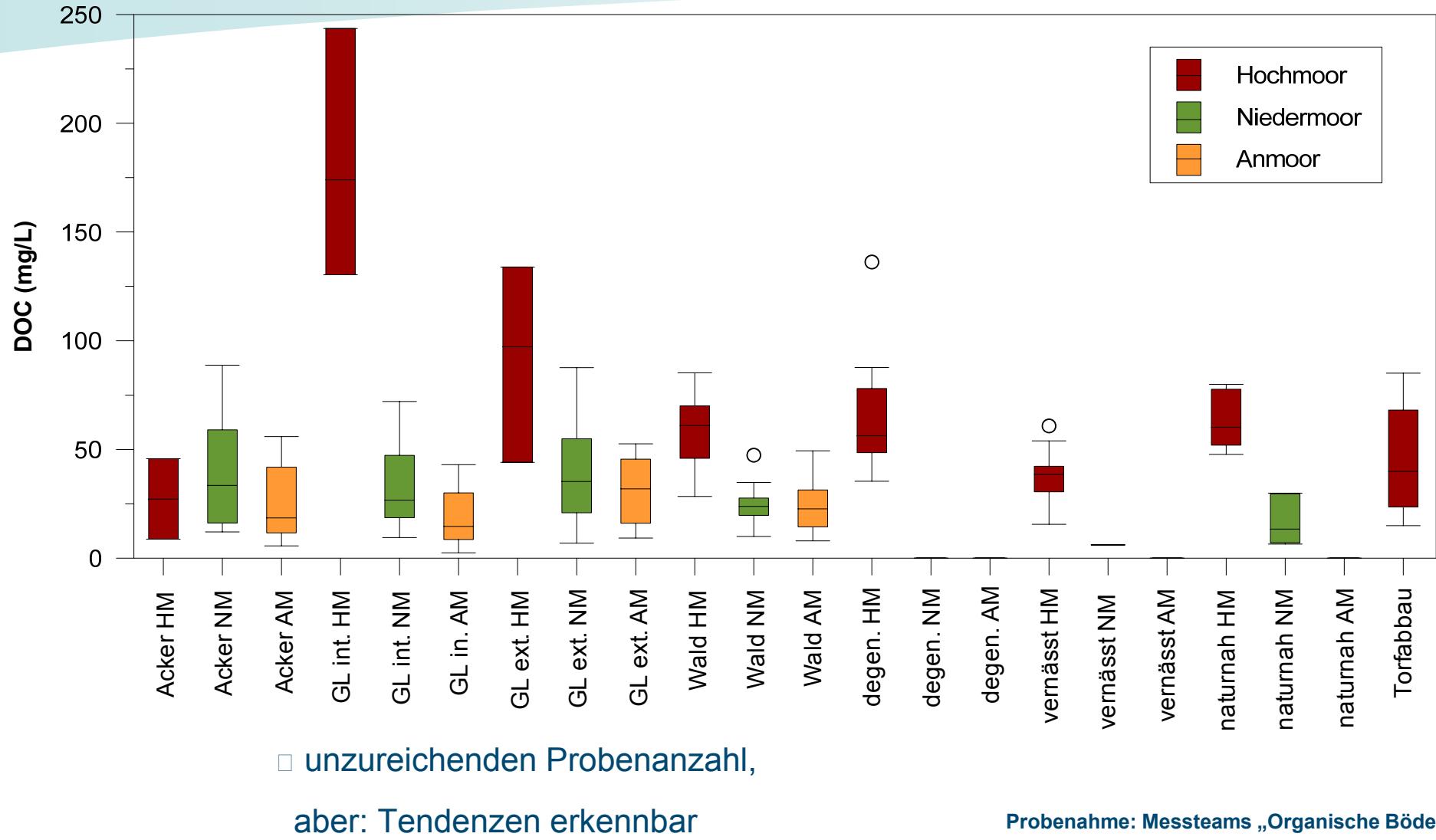


# Stoffausträge großskalig

- Auswertung  $N_{min}$ -und GW-Daten Testgebiete  Beispiel
- Statistische Auswertung zusammen mit den anderen Parametern der großskaligen Modellierung
- Schätzung Austragspotenziale (Skalierung Hydrologie und Bodeneigenschaften + Literatur- und TG-Daten)

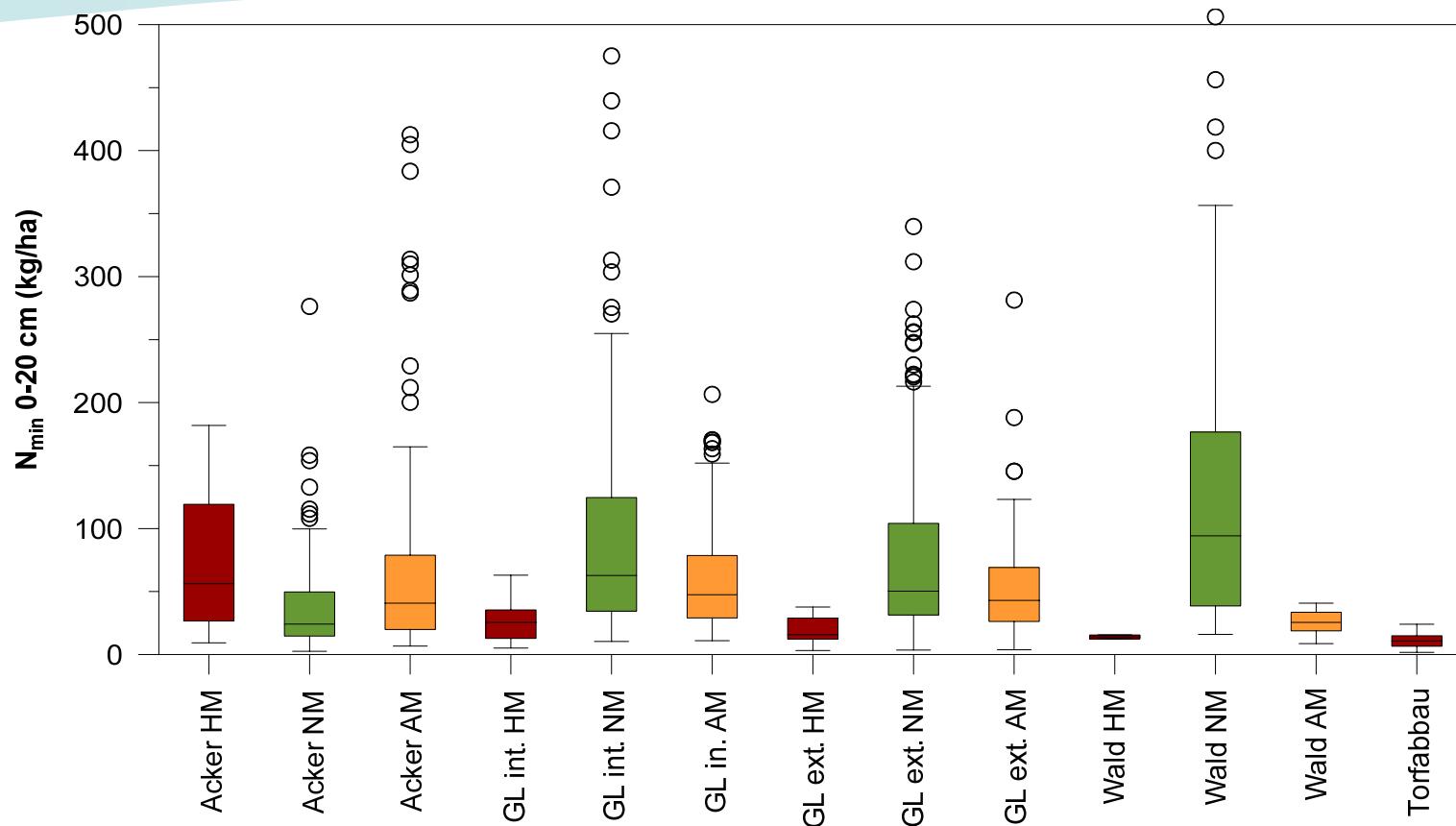
# DOC Testgebiete (GW)

(vorläufige Ergebnisse)



# $N_{min}$ : Boden und Landnutzung

(vorläufige Ergebnisse)



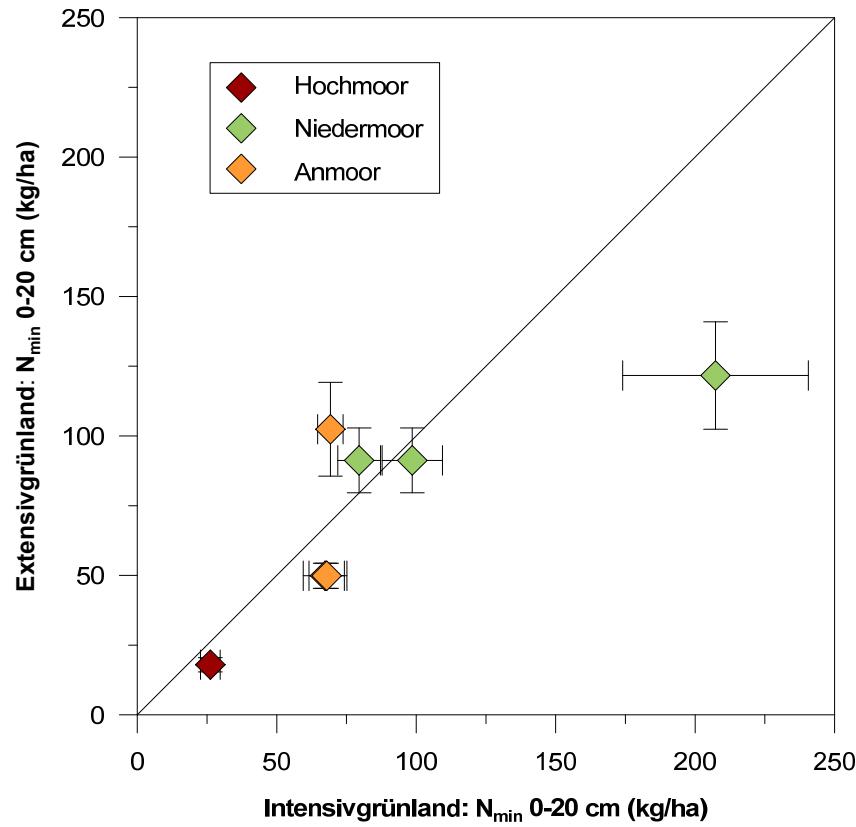
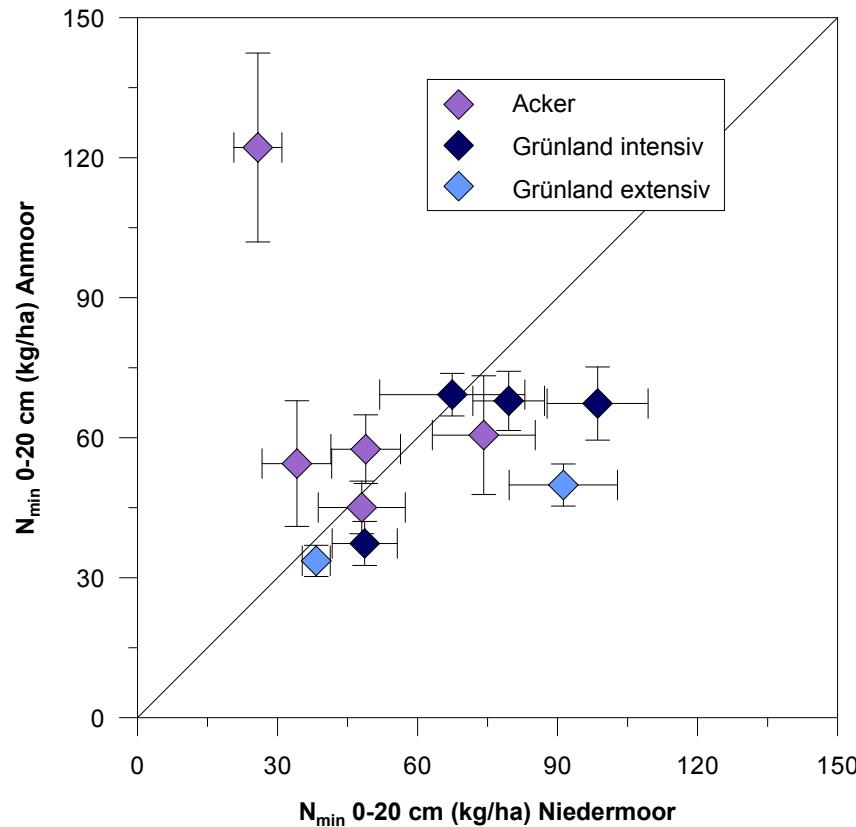
□ vorläufige Auswertung, aber auch hier Tendenzen zu erkennen

□ Unsicherheitsfaktor Lagerungsdichte

Probenahme: Messteams „Organische Böden“

# $N_{min}$ : Kohlenstoffvorräte und Extensivierung

(vorläufige Ergebnisse)



Probenahme: Messteams „Organische Böden“



Dank an alle Messteams und TAs!