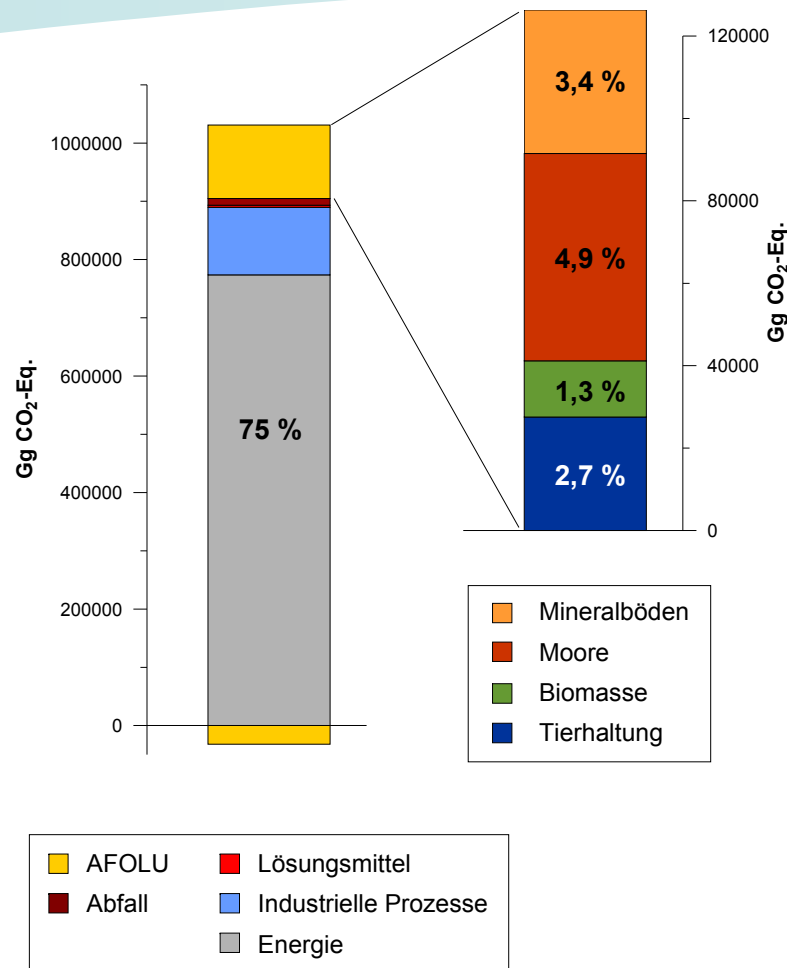


Hydrologische & hydrochemische Charakterisierung von Mooren – von der Feldskala zur Entwicklung von Regionalisierungsansätzen

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



- **Gedrante** 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“**

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

Projektstandorte

TG1 Ahlenmoor (HRO)



TG3 Peenetal (ZALF)

TG8 Dummerstorf (HRO)



TG7 Leegmoor (LBEG)

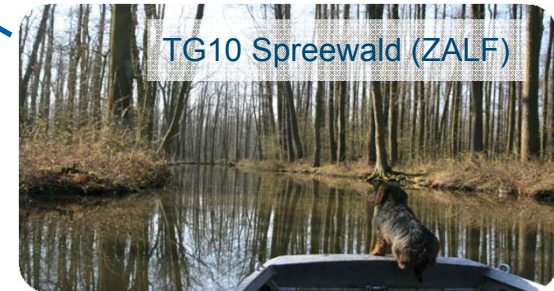
TG2 Dümmer (LBEG)



TG4 Paulinenaue (ZALF)

TG9 Großes Moor (vTI)

TG10 Spreewald (ZALF)



TG5 Freisinger Moos (TUM)

TG6 Mooseurach (TUM)



TG11 Rheintal (UHO)

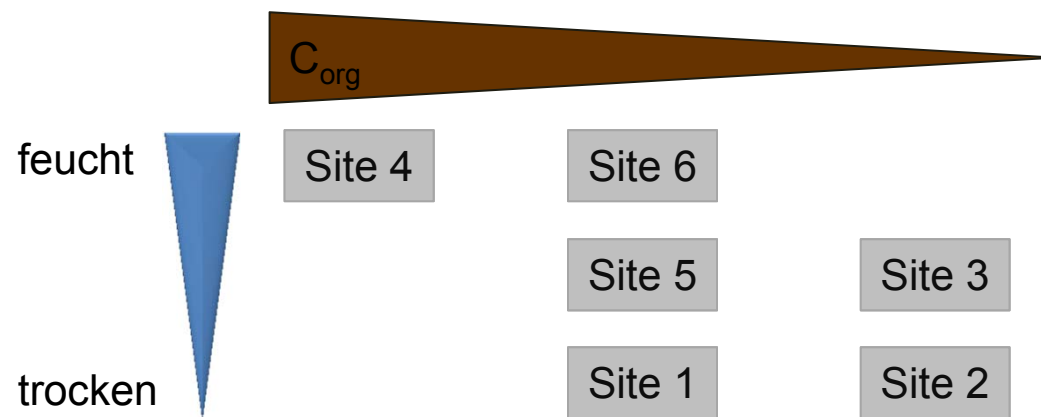
- Hochmoor
- Niedermoor
- Marschböden
- Böden der breiten Flusstäler, Terrassenflächen & Niederungen

Kartengrundlage: BÜK 1000 (BGR)

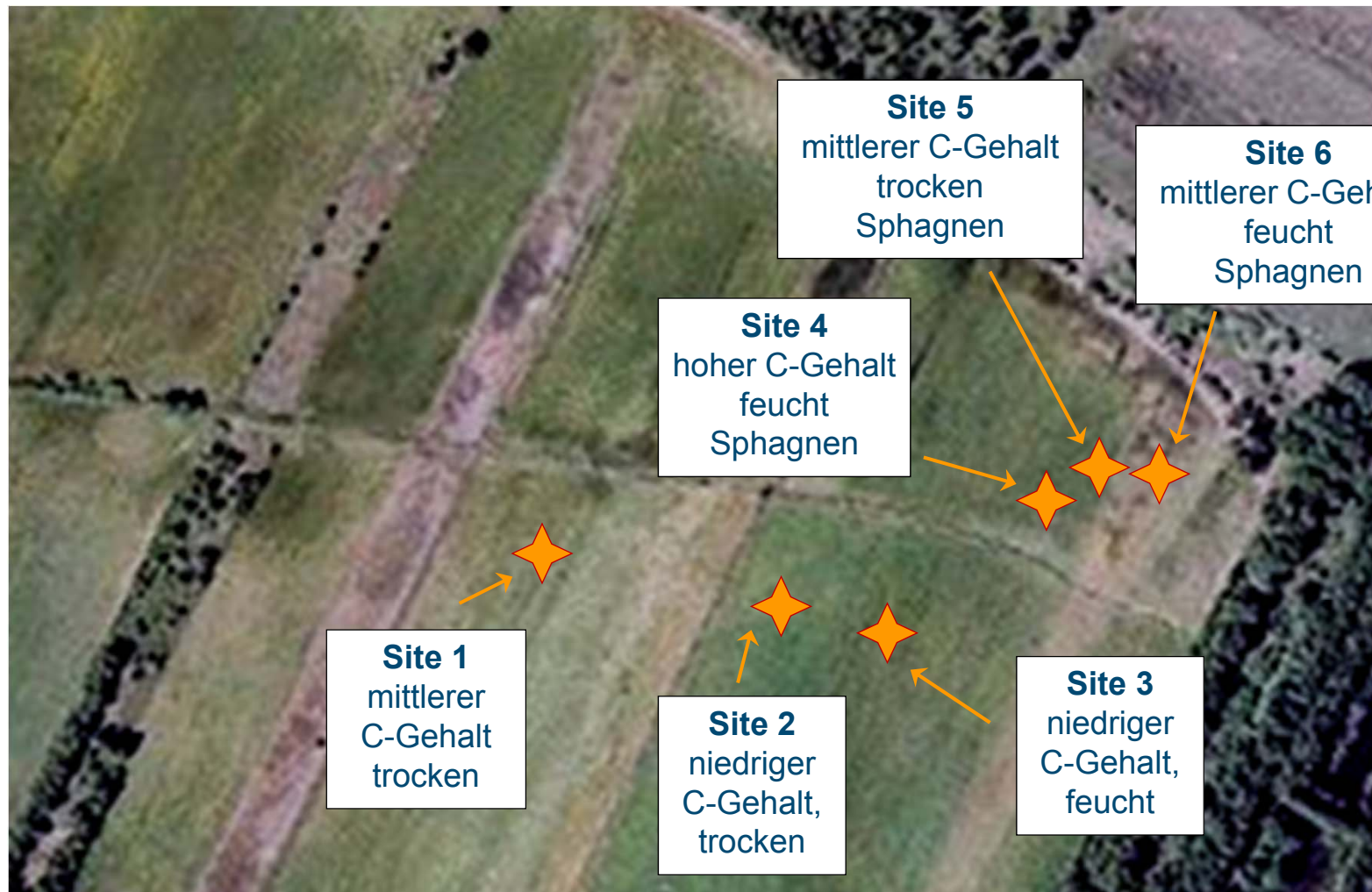
Photos:
B. Tiemeyer

TG 9: Großes Moor

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

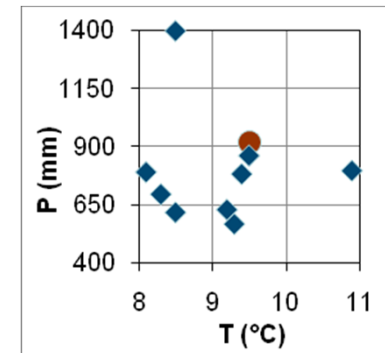


Messvarianten Großes Moor



TG 1: Ahlenmoor

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



P = 919 mm

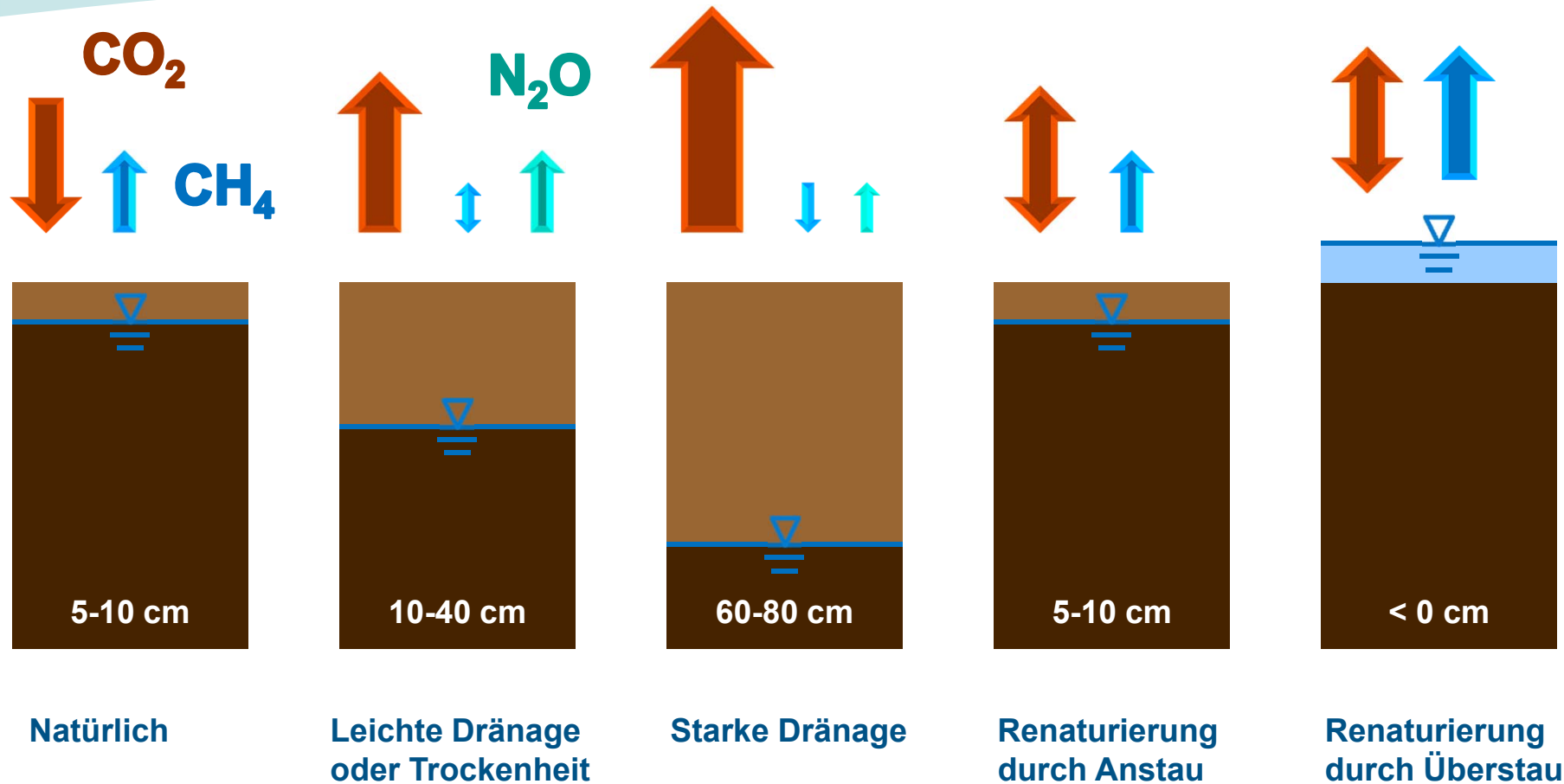
T = 9,5°C



Hintergrund und Ziele

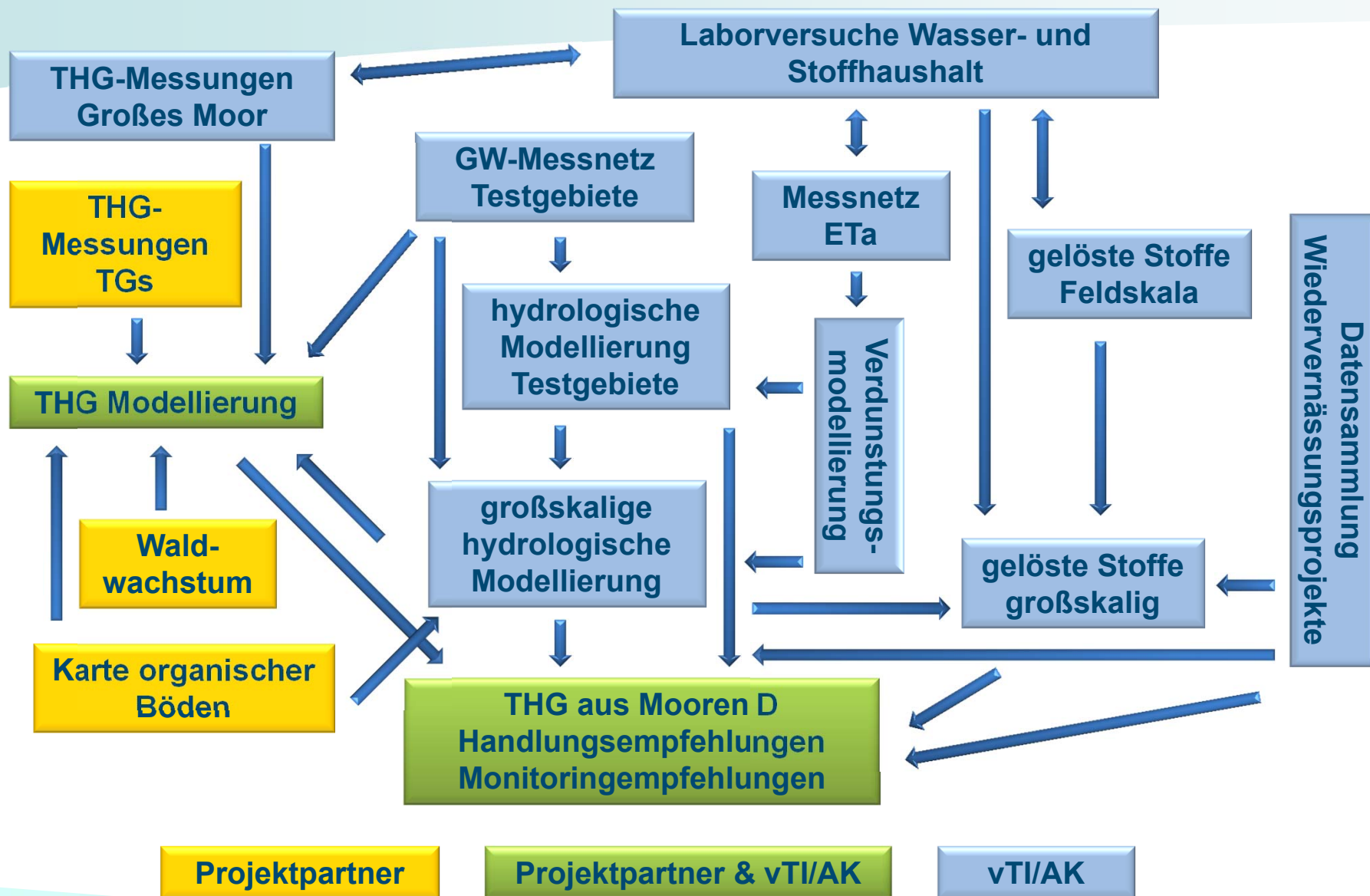
Modul „Hydrologie“

Einfluss des Wasserstands



Drösler et al. (2008)

Einordnung ins Gesamtprojekt

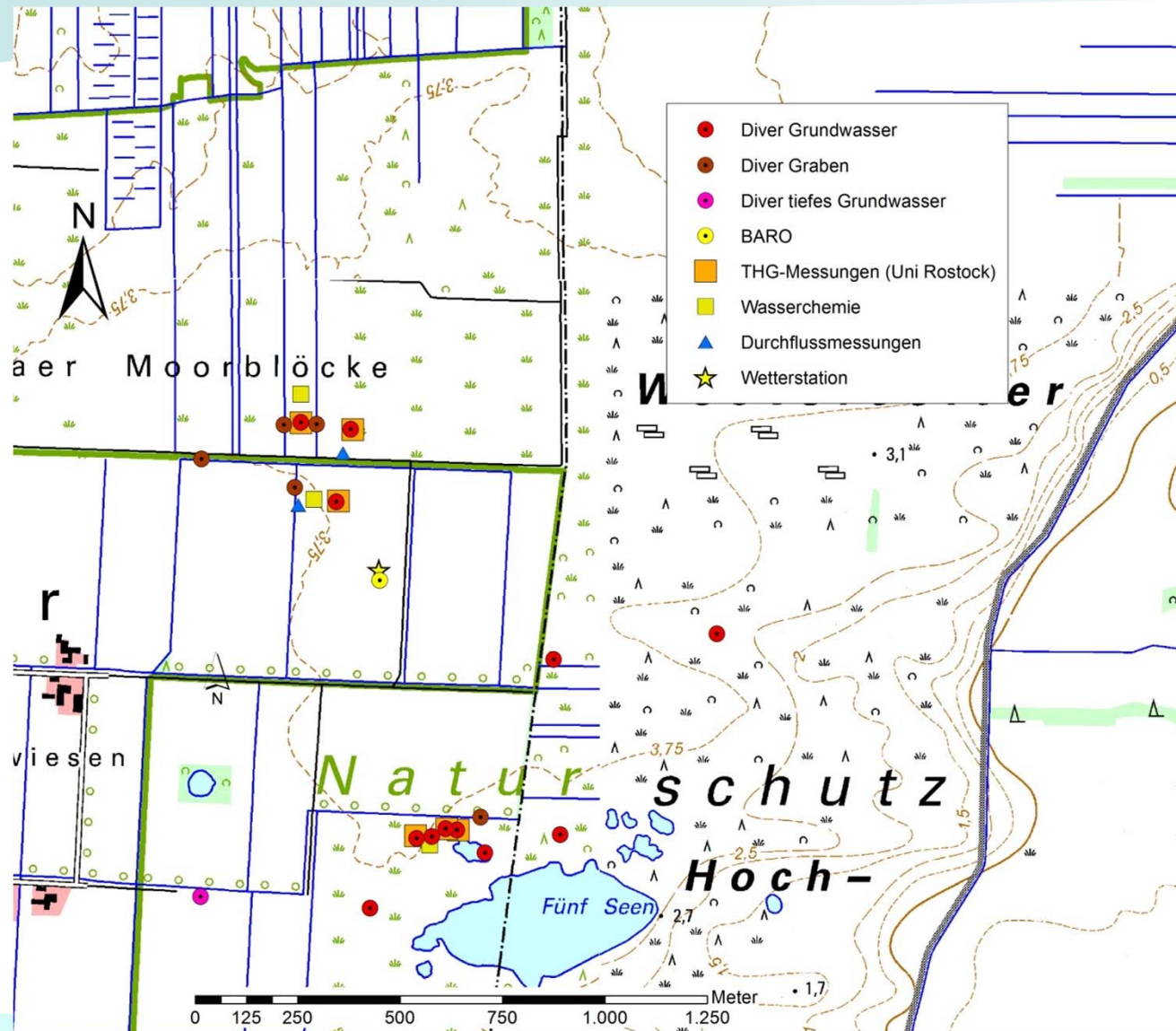


Teil I: Daten

Messnetz(e) Testgebiete

| | TG 1 | TG 2 | TG 3 | TG 4 | TG 5 | TG 6 | TG 7 | TG 8 | TG 9 | TG10 | TG11 | Σ |
|--------------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|-------|
| Niederschlag (mm) | 919 | 782 | 617 | 629 | 790 | 1397 | 861 | 695 | 625 | 567 | 796 | - |
| T _{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



- 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

- 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

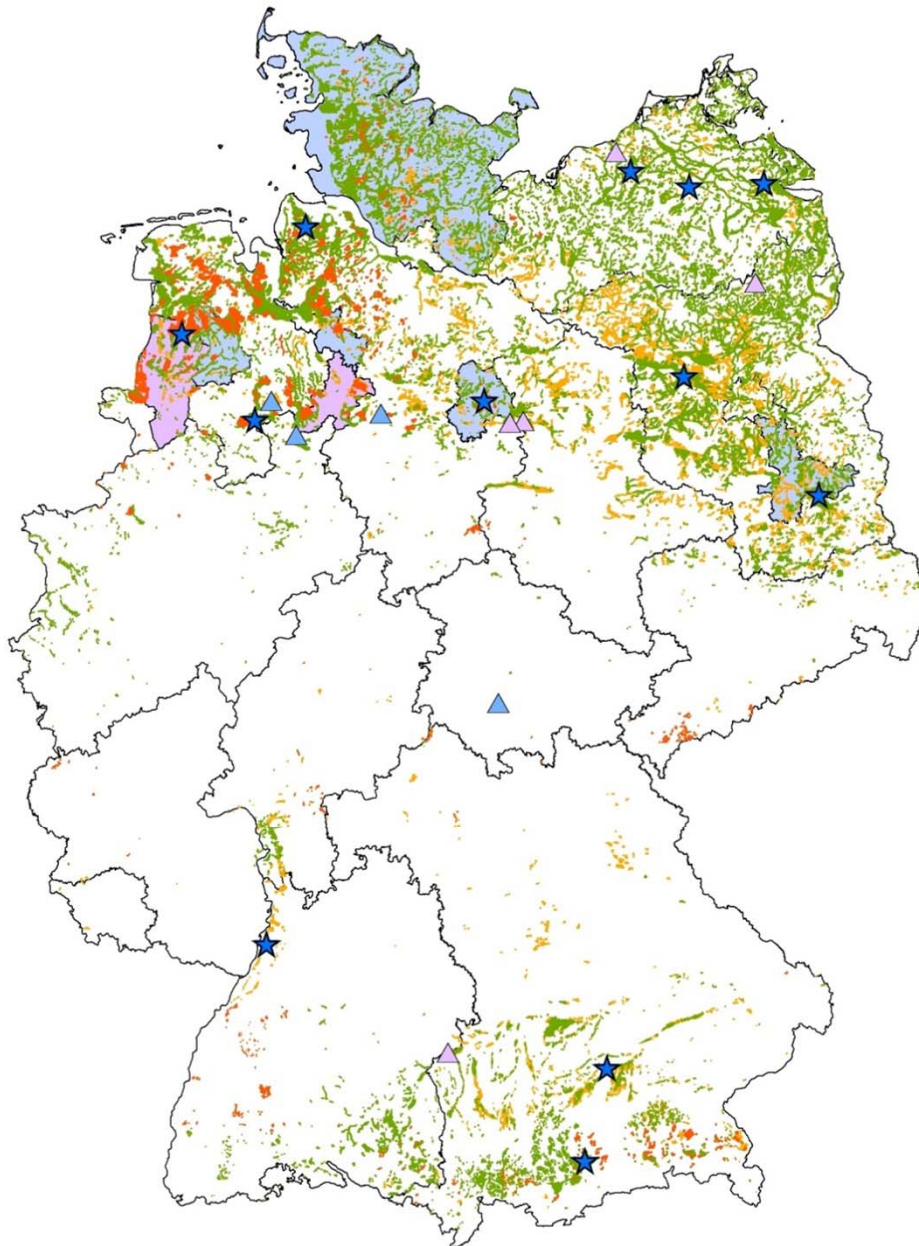
Fragebogen Renaturierungsprojekte



| 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) | <input type="checkbox"/> NSG <input type="checkbox"/> LSG <input type="checkbox"/> FFH-Gebiet <input type="checkbox"/> EU-Vogelschutzgebiet | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 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 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <table border="1"> <thead> <tr> <th>Wie werden die Flächen genutzt?</th> <th>aktuelle Nutzung (Jahr:)</th> <th>vor der Maßnahme (Jahr:)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>naturnahe Fläche</td> <td><input type="checkbox"/> % (Schätzung)</td> <td><input type="checkbox"/> % (Schätzung)</td> </tr> <tr> <td>ungenutzte Fläche (z.B. Brache)</td> <td><input type="checkbox"/> % (Schätzung)</td> <td><input type="checkbox"/> % (Schätzung)</td> </tr> <tr> <td>Extensivgrünland</td> <td><input type="checkbox"/> % (Schätzung)</td> <td><input type="checkbox"/> % (Schätzung)</td> </tr> <tr> <td>Intensivgrünland</td> <td><input type="checkbox"/> % (Schätzung)</td> <td><input type="checkbox"/> % (Schätzung)</td> </tr> <tr> <td>Forst</td> <td><input type="checkbox"/> % (Schätzung)</td> <td><input type="checkbox"/> % (Schätzung)</td> </tr> <tr> <td>Acker</td> <td><input type="checkbox"/> % (Schätzung)</td> <td><input type="checkbox"/> % (Schätzung)</td> </tr> <tr> <td>Abtorfung</td> <td><input type="checkbox"/> % (Schätzung)</td> <td><input type="checkbox"/> % (Schätzung)</td> </tr> <tr> <td>ganzjährig offene Wasserfläche</td> <td><input type="checkbox"/> % (Schätzung)</td> <td><input type="checkbox"/> % (Schätzung)</td> </tr> <tr> <td>Siedlungen und sonstige Flächen</td> <td><input type="checkbox"/> % (Schätzung)</td> <td><input type="checkbox"/> % (Schätzung)</td> </tr> </tbody> </table> | | | 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) |
| 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 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Grundwasserstand | - | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Oberflächenwasserstand | - | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Durchflussmessungen | - | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Wasserqualität | - | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

| | |
|--|--|
| Monitoring | <input type="checkbox"/> nein <input type="checkbox"/> ja <input type="checkbox"/> geplant |
| wenn ja, | Zeitraum (Jahr) Zeitintervall geplant |
| Erfassung der FFH-LRT | - - - <input type="checkbox"/> |
| 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"/> Klimaschutz <input type="checkbox"/> Biodiversität (Fauna) <input type="checkbox"/> Erhalt der Kulturlandschaft <input type="checkbox"/> Wasserhaushalt <input type="checkbox"/> Renaturierung nach Abbau <input type="checkbox"/> Wasserqualität <input type="checkbox"/> sonstige |
| Wiedervernässungsmaßnahmen | <input type="checkbox"/> nein <input type="checkbox"/> ja <input type="checkbox"/> geplant |
| wenn ja, | ha oder % |
| Durchgeführte Wiedervernässungsmaßnahmen | <input type="checkbox"/> Dämme/Verwallung <input type="checkbox"/> Bau regulierbarer Sperrwerke <input type="checkbox"/> Grabenanstau <input type="checkbox"/> Rückbau von Schöpfwerken <input type="checkbox"/> Grabenverfüllung <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)

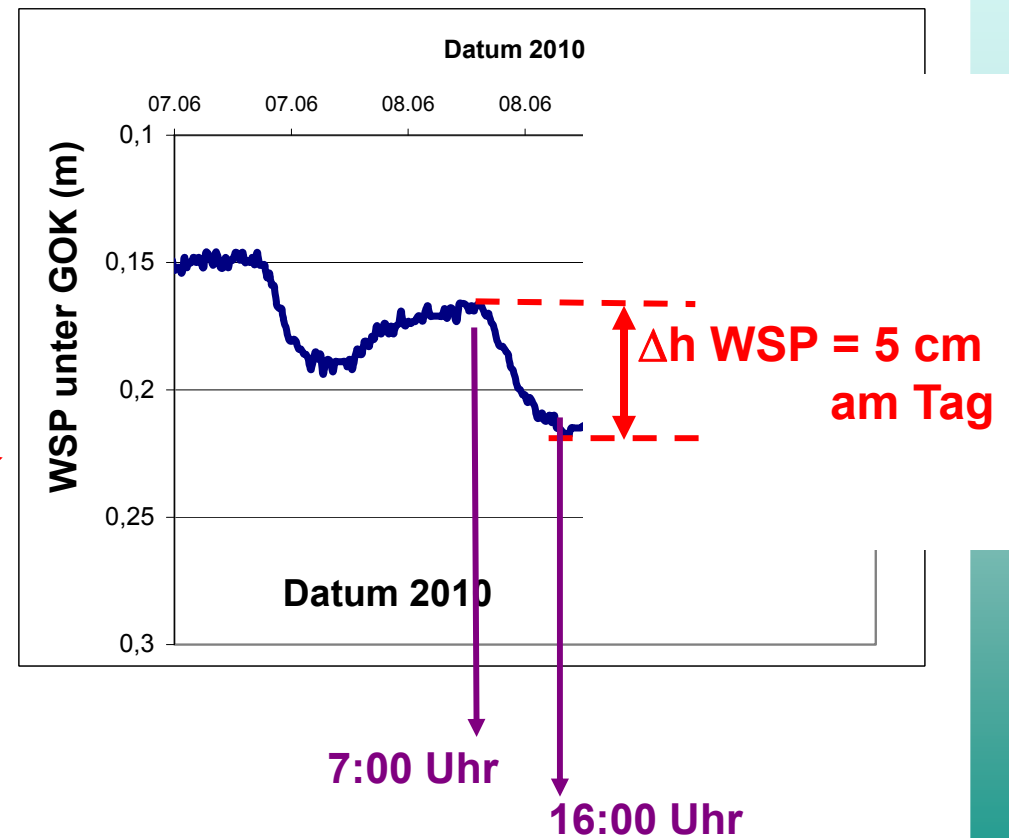
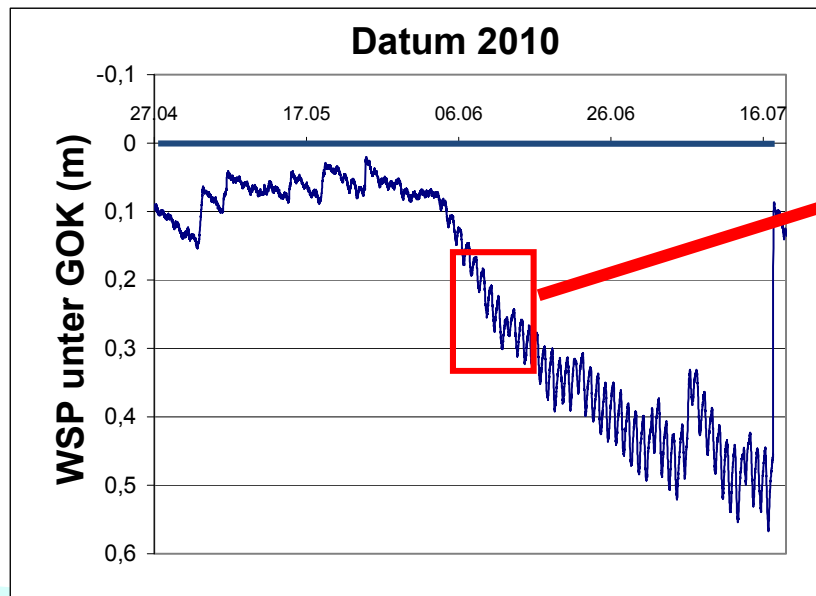
Teil II: Moorverdunstung – die kritische Größe der Wasserbilanz

- 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

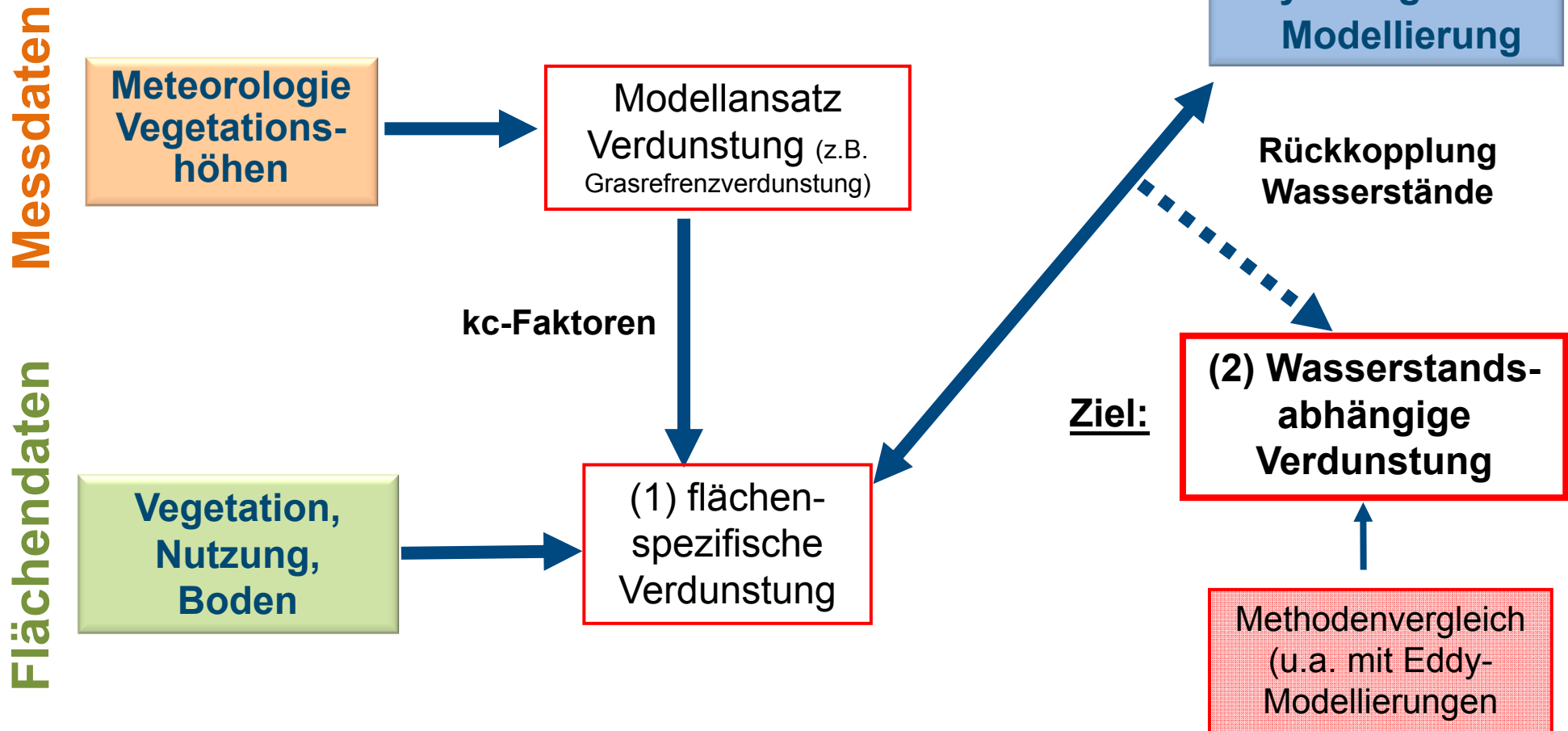
Tägliche Grundwasserstandsschwankungen



Beispiel: TG Spreewald, Niedermoor

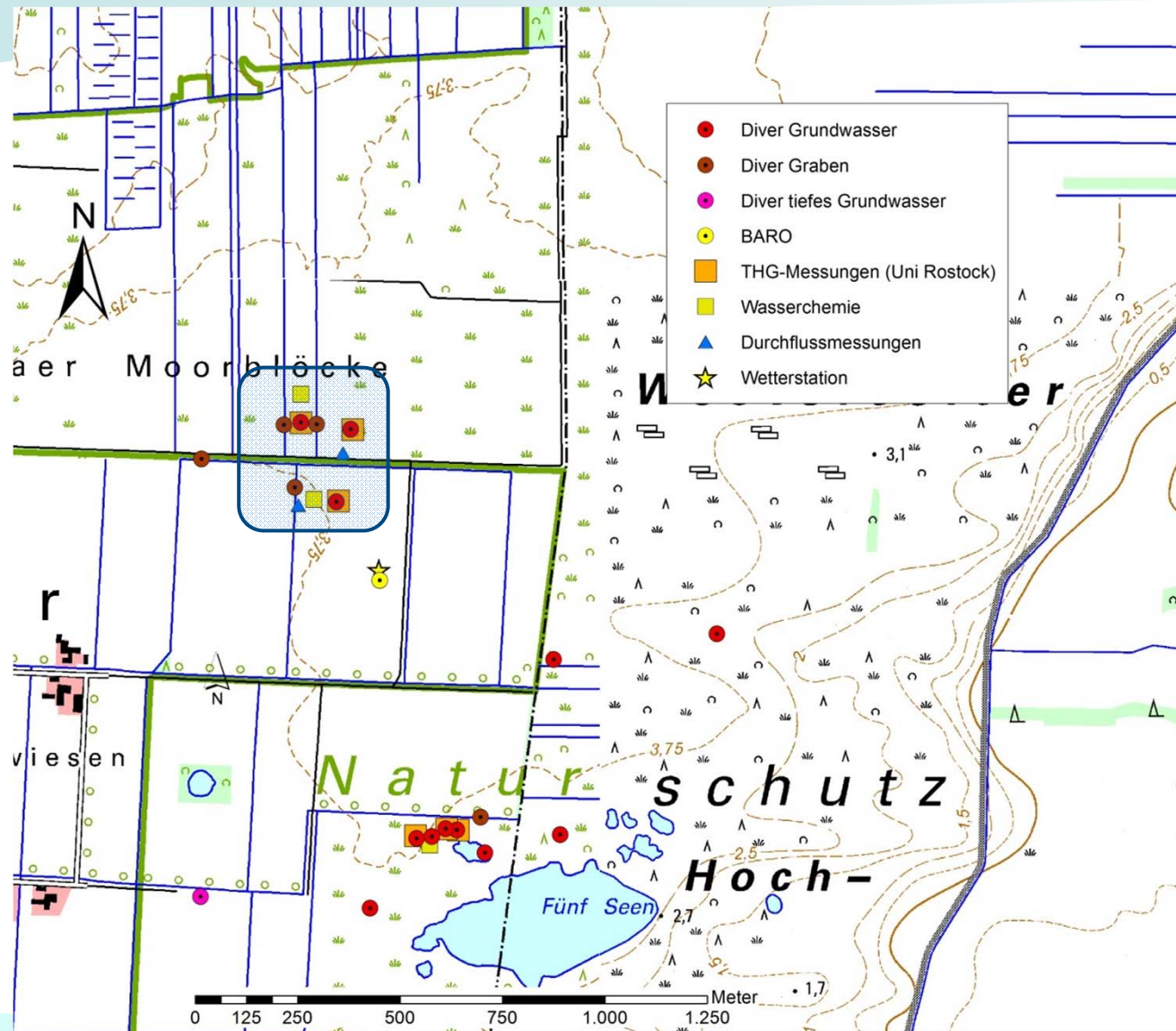


Modellierungsansatz Verdunstung

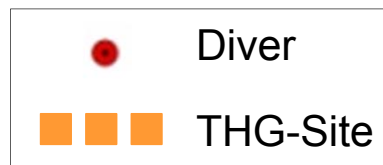
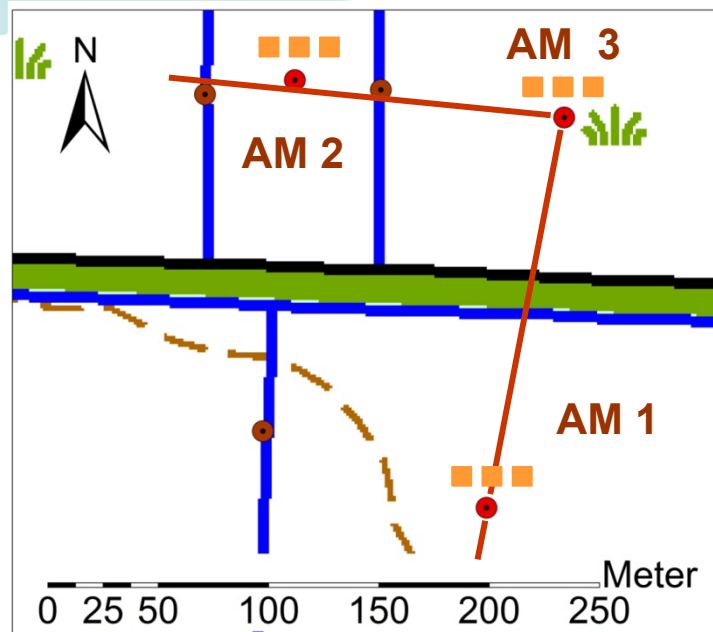


Teil III: Hydrologische Modellierung

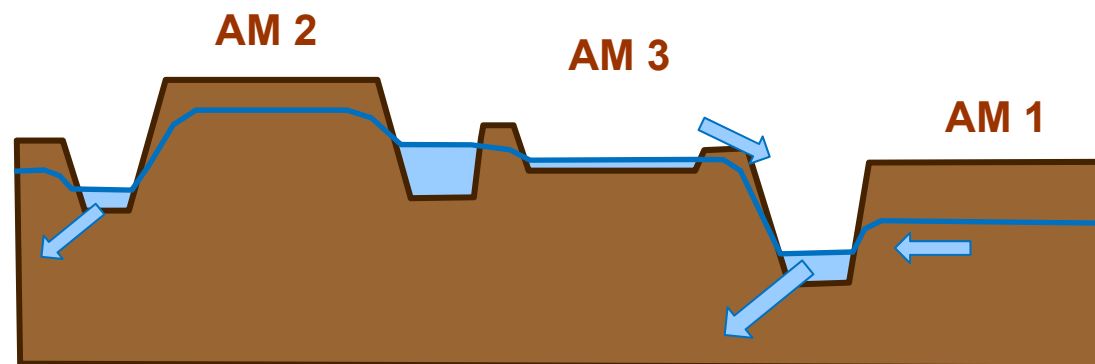
Messnetz Ahlenmoor



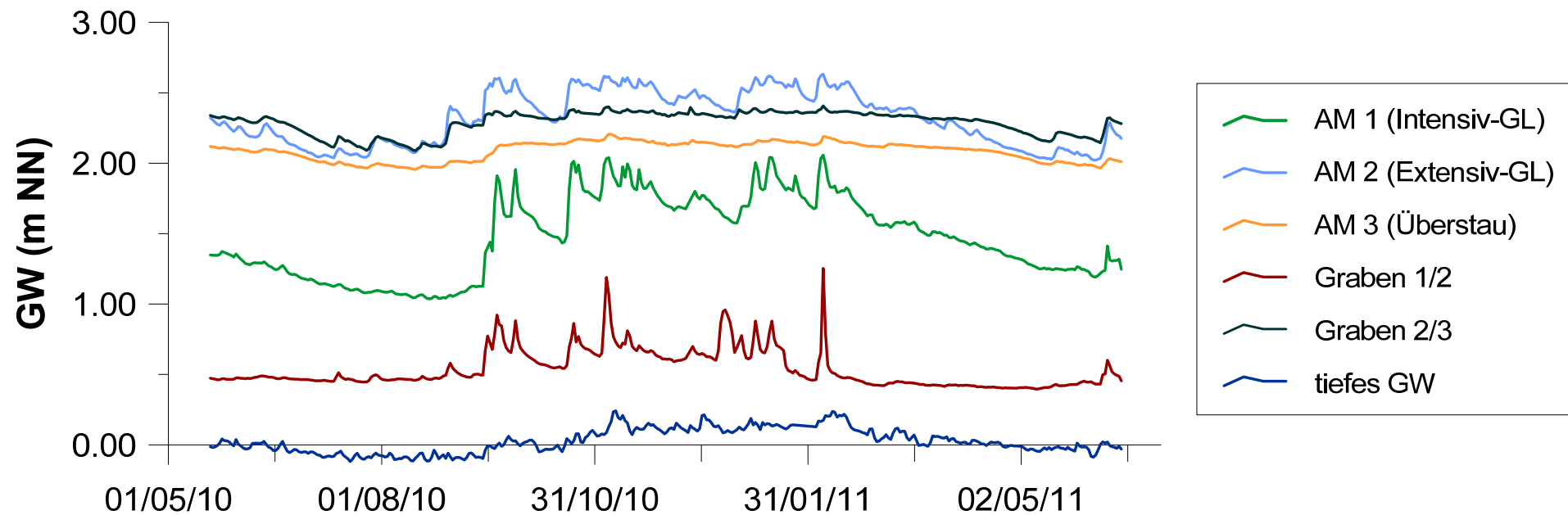
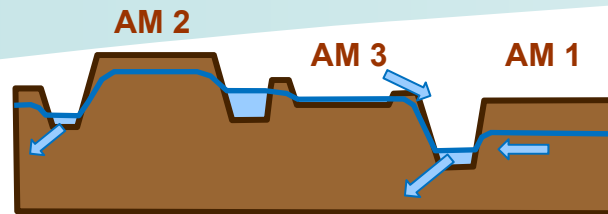
Komplexe Struktur & variable Parameter



„Badewannenstruktur“



Grundwasserstände

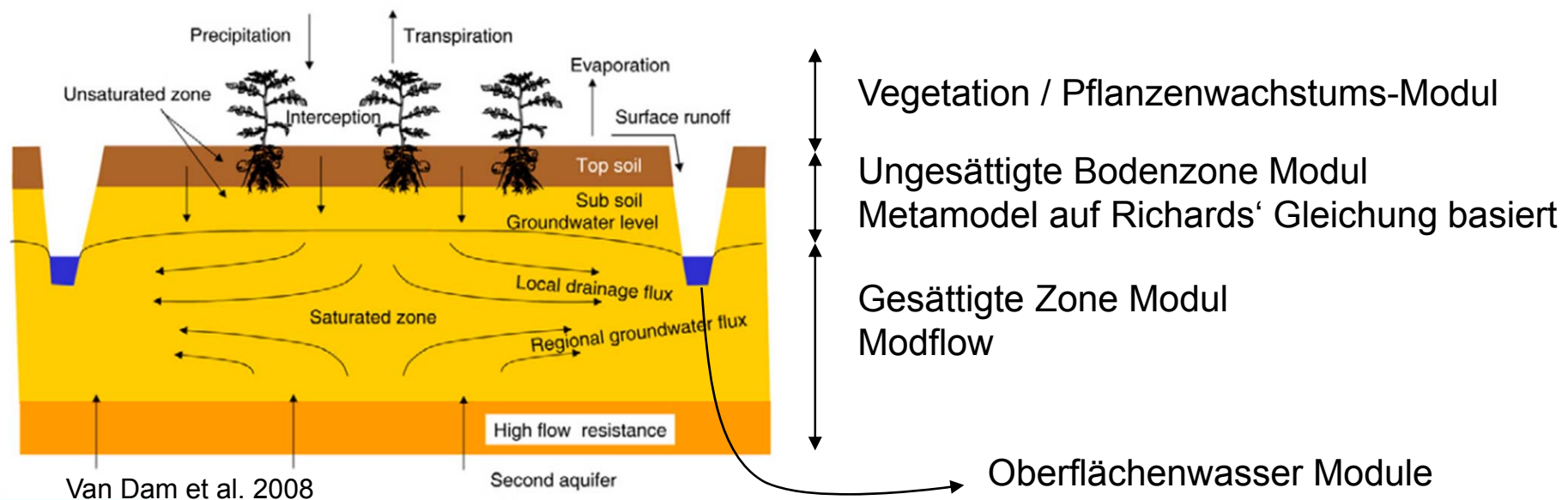


Gekoppelte hydrologische Modellierung

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

- Grundwasserflurabstand \square Evapotranspiration \square Grundwasserneubildung
- Grundwasserflurabstand $\square\square$ Oberflächenwasser-Flüsse (Graben, Dräne, ...)

Open Source Code „SIMGRO“ von Alterra Wageningen



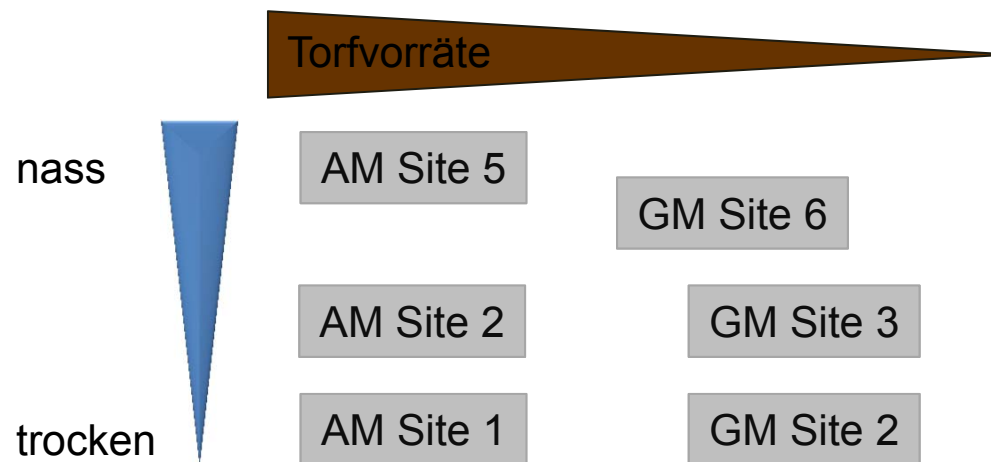
- Wie sensitiv reagiert der Wasserstand auf Faktoren wie Grabendichte, EZG-Größe, Bodenparameter, Management, Stratigraphie,...?
- Wie wirken sich Unsicherheiten in den Eingangsdaten aus?
- Nur 2 Jahre Daten ☐ mittlerer Wasserstand?
 - ☐ temporal scaling
 - ☐ synthetische Datenreihen
- Monitoring: Messnetzoptimierung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

Teil IV: Gelöste Stoffe

- Entwässerung und Wiedervernässung verändert den Austrag gelöster Stoffe aus Mooren
- NO_3 bzw. N_{min} Steuergröße für THG-Emissionen
- DOC Teil der Kohlenstoffbilanz

Gelöste Stoffe Feldskala

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

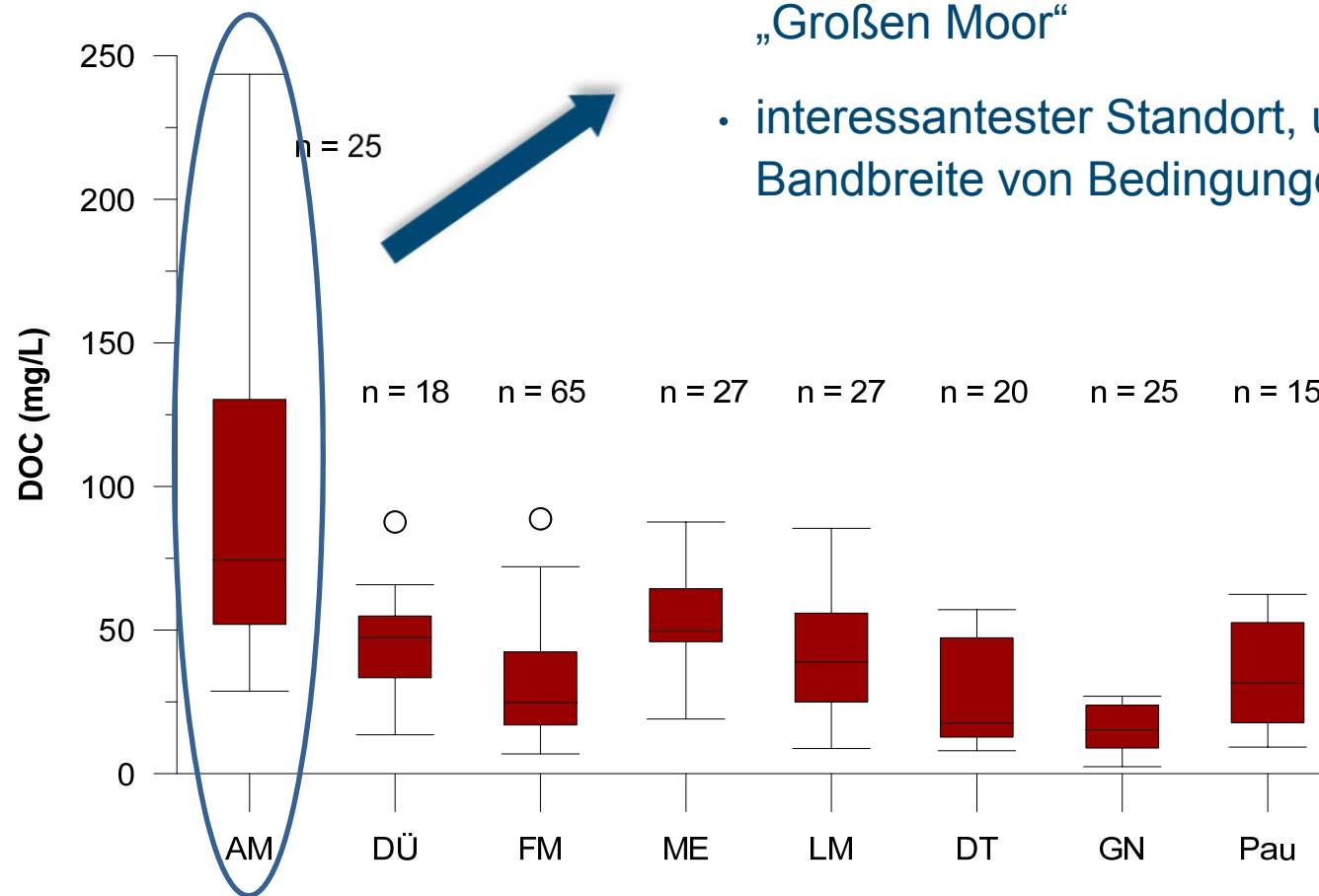


Screening DOC-Konzentrationen im GW

(vorläufige Ergebnisse)

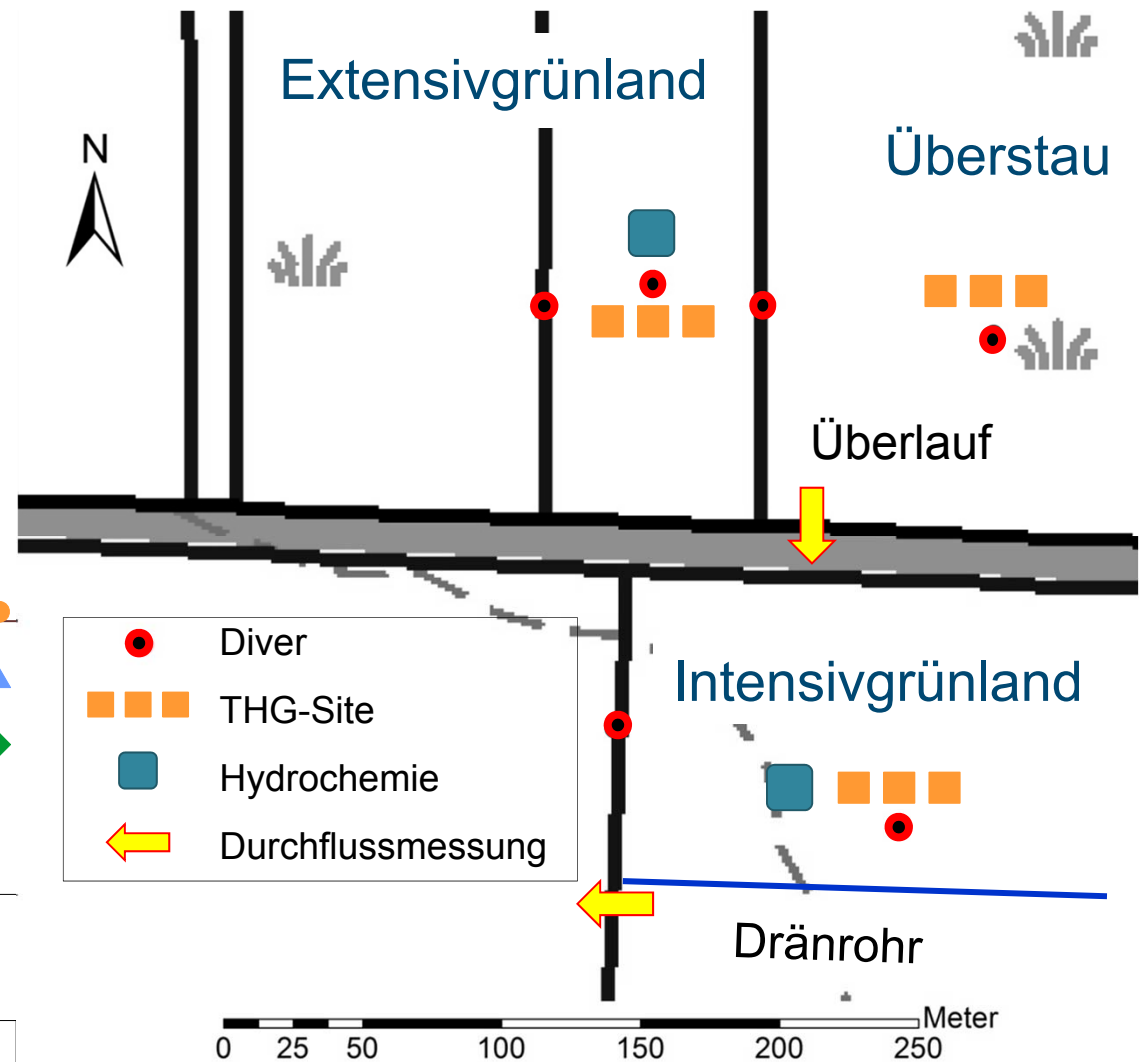
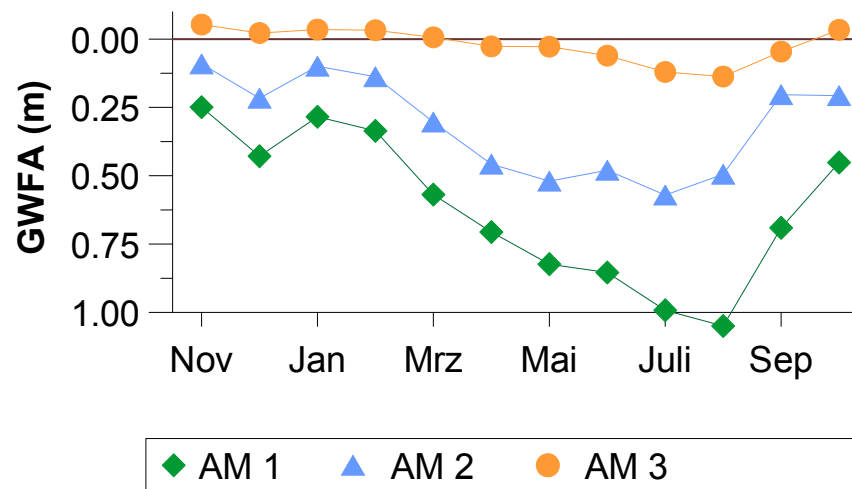
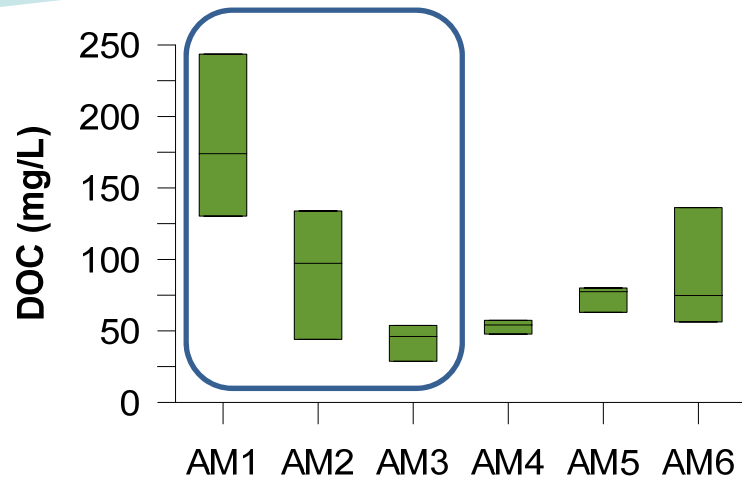


- größere Torfvorräte und andere Nutzungsformen (Intensivgrünland, naturnahe Flächen) als im „Großen Moor“
- interessantester Standort, um eine große Bandbreite von Bedingungen abzudecken

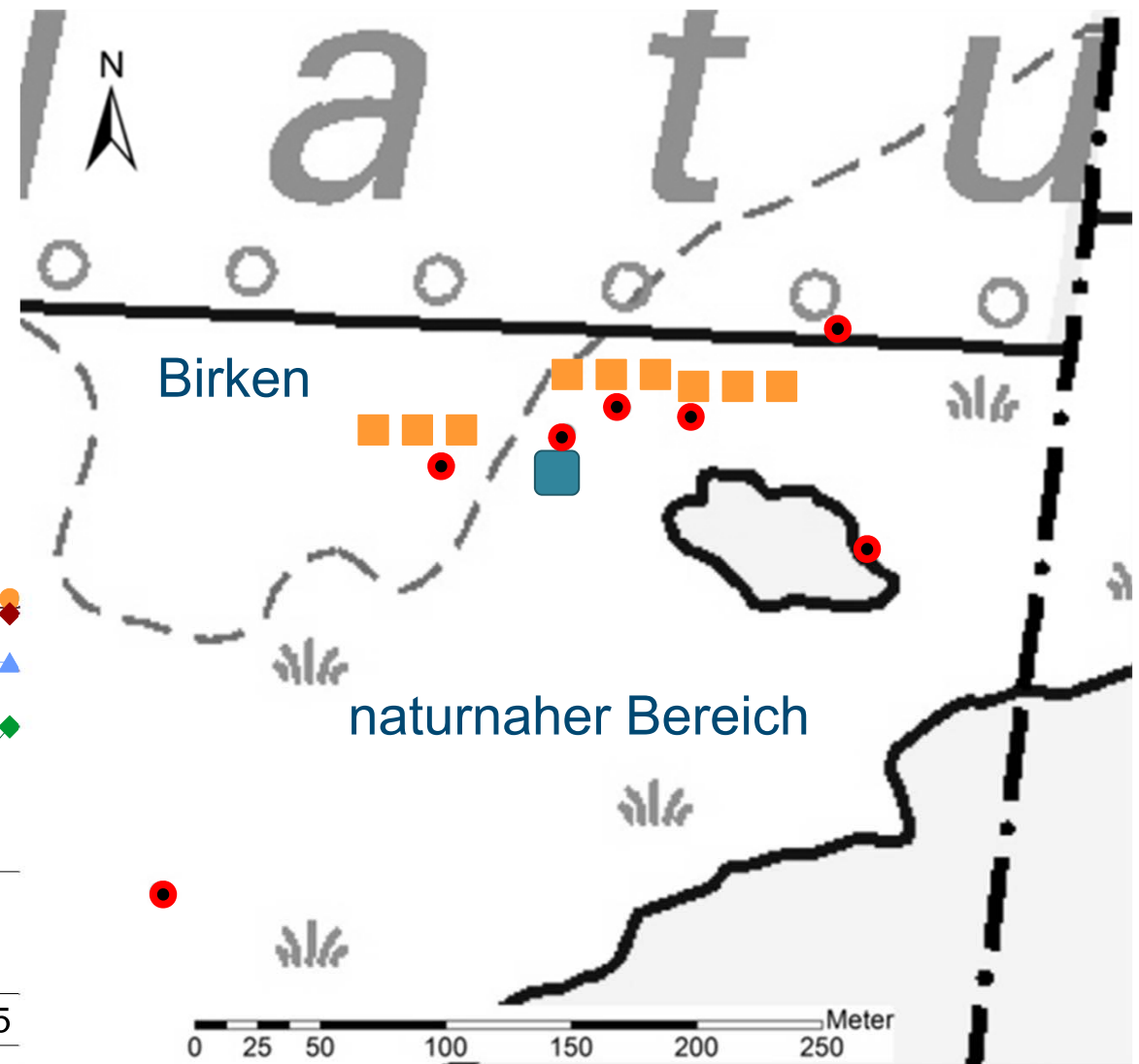
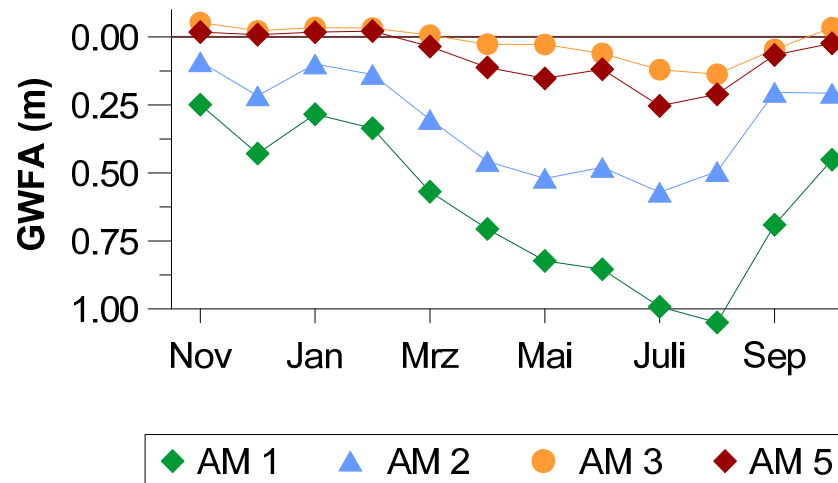
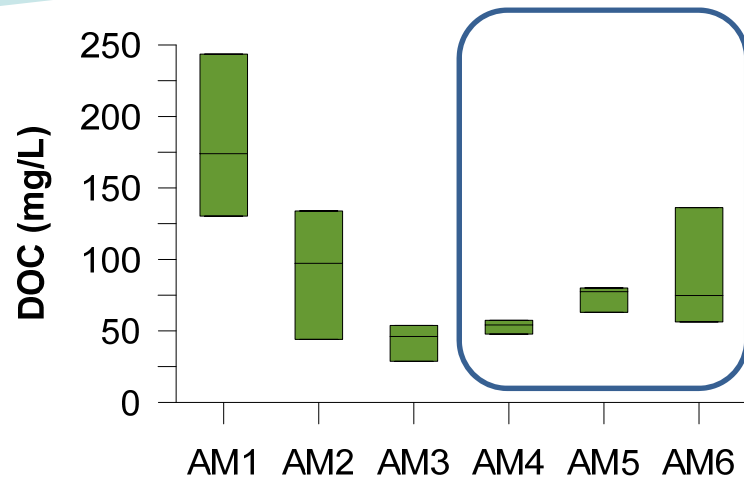


Probenahme:
Messteams „Organische Böden“

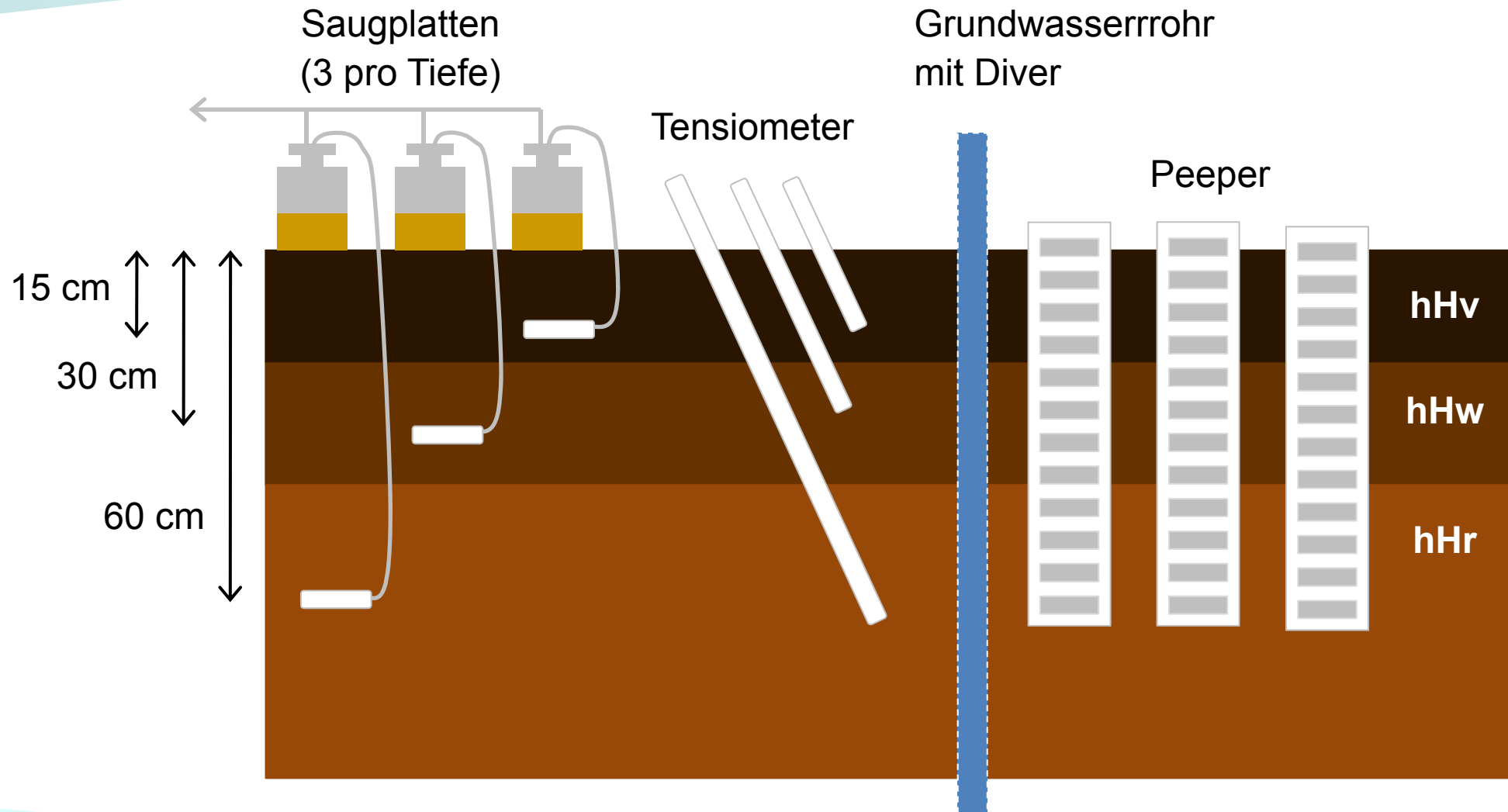
Messaufbau Ahlenmoor



Messaufbau Ahlenmoor



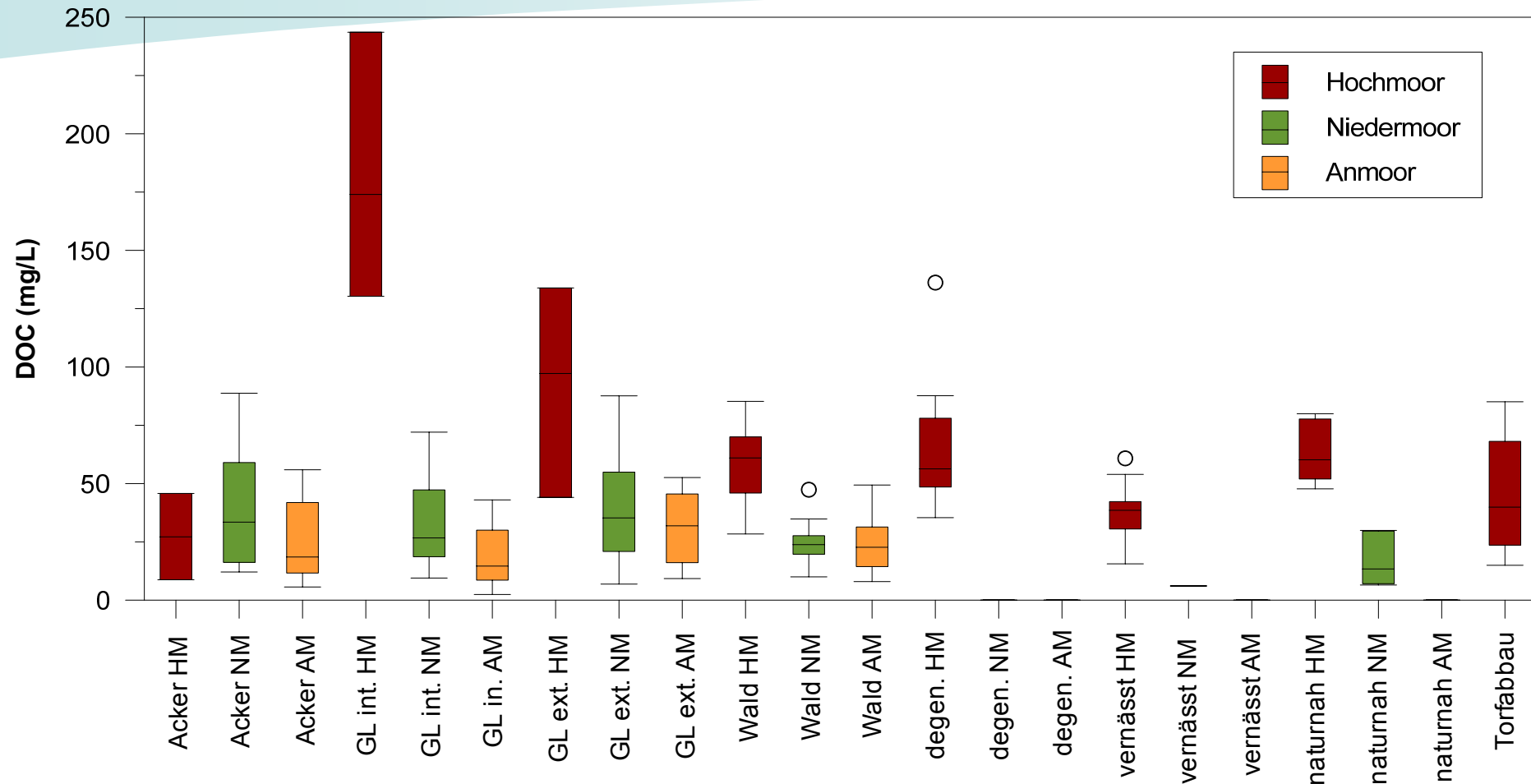
Aufbau Messplot



- 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)



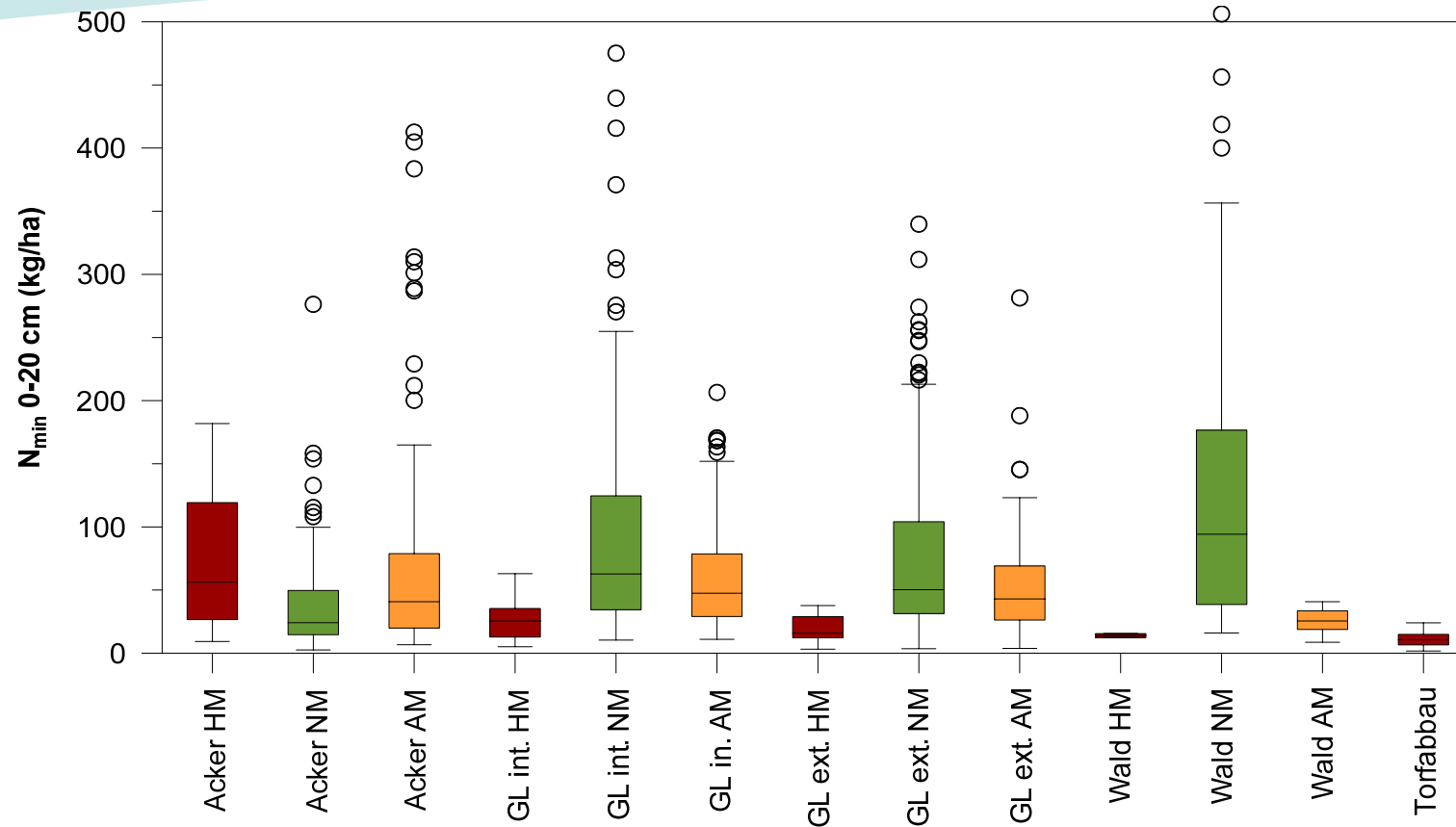
□ unzureichenden Probenanzahl,

aber: Tendenzen erkennbar

Probenahme: Messteams „Organische Böden“

N_{min}: Boden und Landnutzung

(vorläufige Ergebnisse)

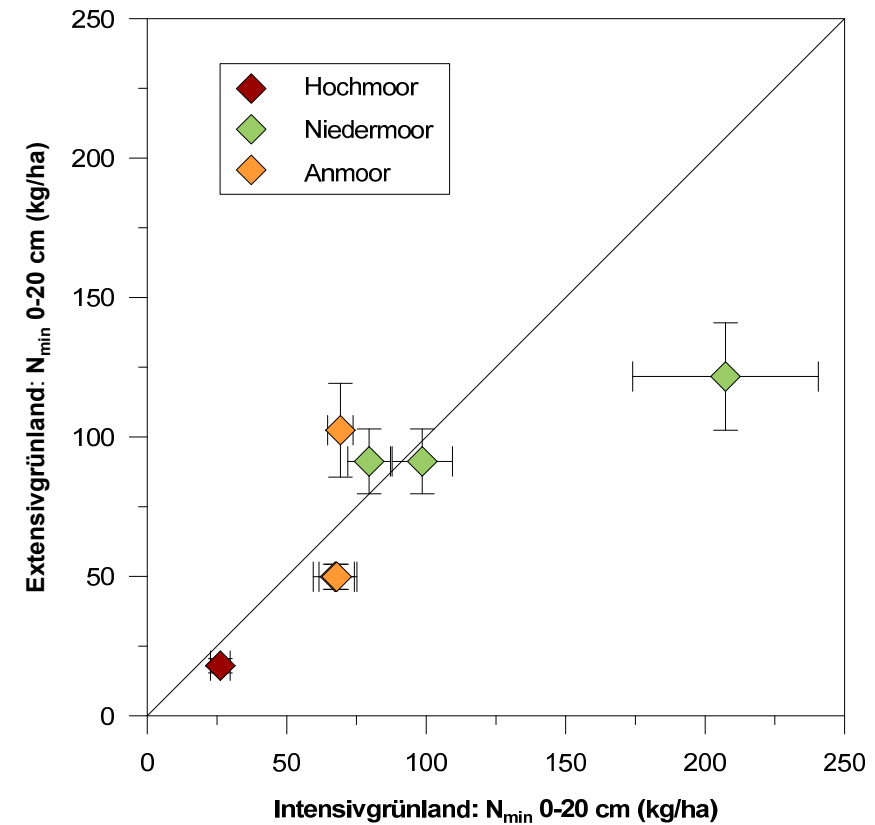
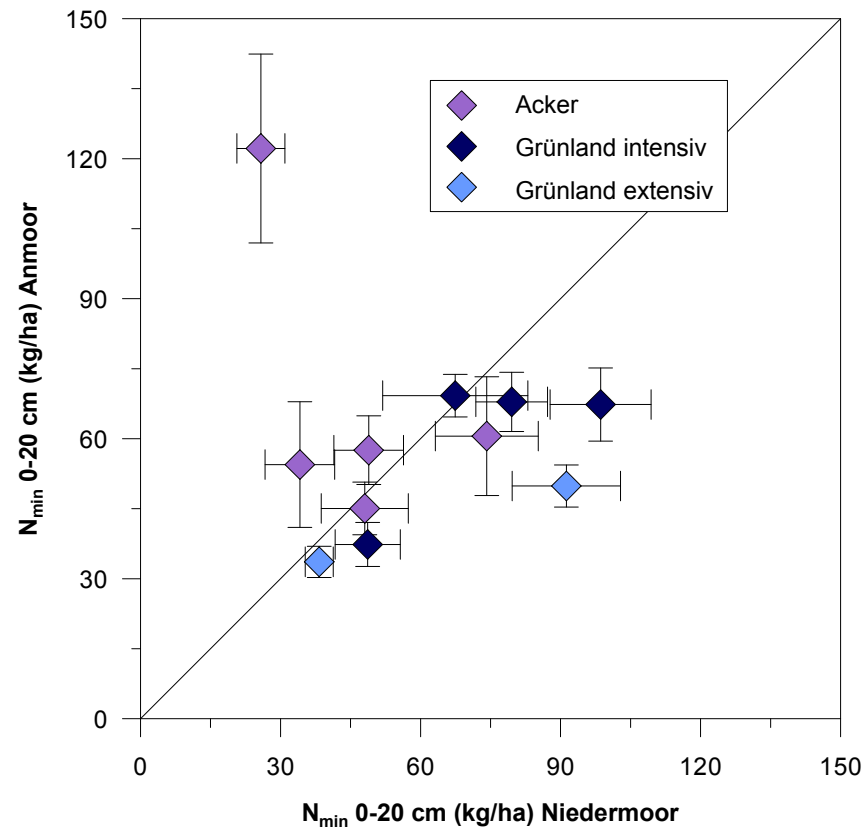


- vorläufige Auswertung, aber auch hier Tendenzen zu erkennen
- Unsicherheitsfaktor Lagerungsdichte

Probenahme: Messteams „Organische Böden“

N_{\min} : Kohlenstoffvorräte und Extensivierung

(vorläufige Ergebnisse)



Probenahme: Messteams „Organische Böden“



Dank an alle Messteams und TAs!

