



TECHNISCHE UNIVERSITÄT
BERGAKADEMIE FREIBERG

Die Ressourcenuniversität. Seit 1765.



DOC Freisetzungs- und Transportmuster in vernässten Hanglagen

Unterstützende Untersuchungen zum
DOC Quellstärke Projekt Phase 1

Erste Hypothesen

Oberlauf Neudecker Bach

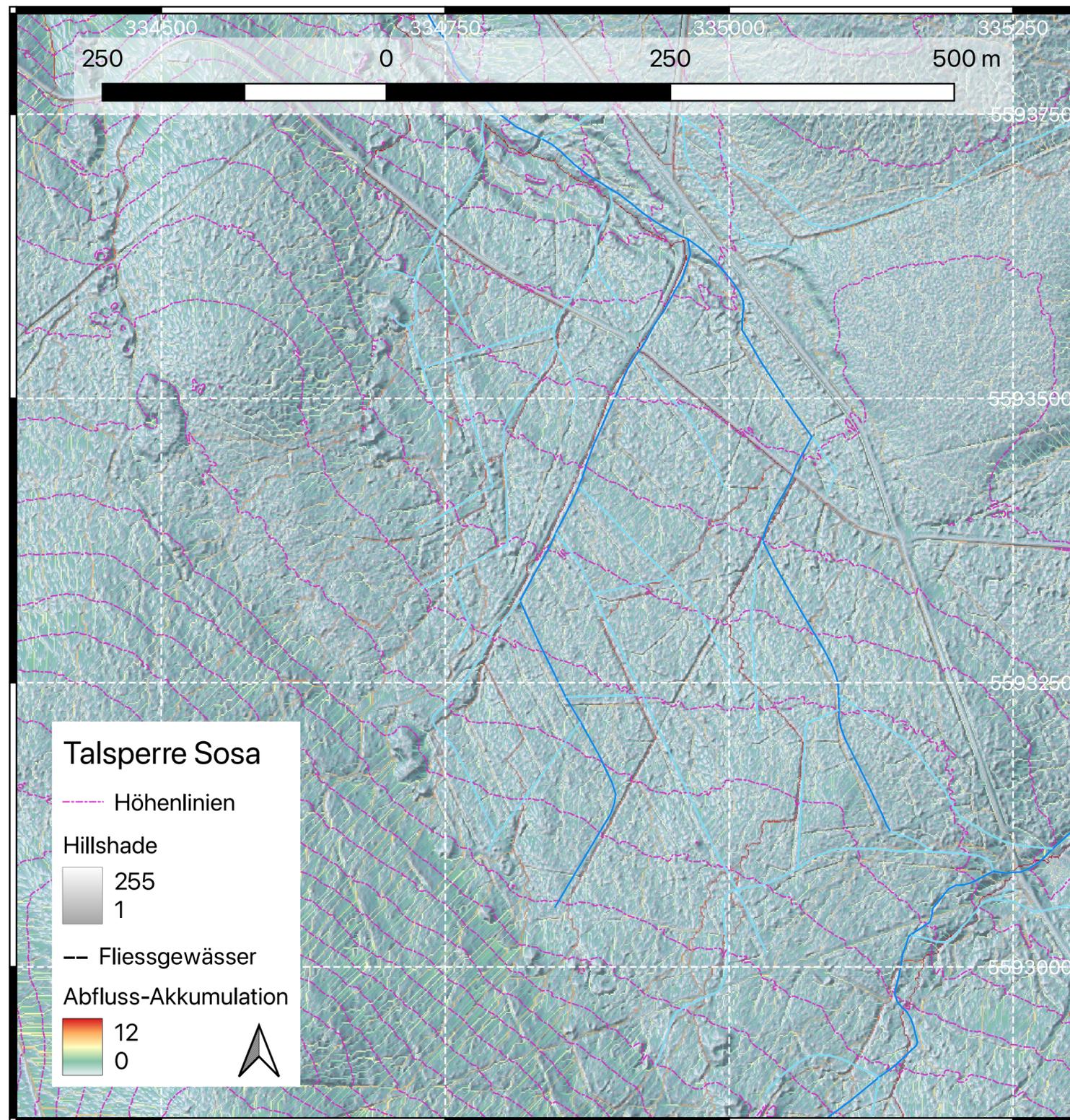


Anknüpfen an vorhandenes Monitoring und ähnliche Studien:

- Bereich nahe Friedrichsheider Hochmoor
- engmaschig durchzogen mit Drainagegräben
- ursprüngliche Hypothese auf Schichtenwasser mit präferenziellen Fließpfaden

Erste Hypothesen

Oberlauf Neudecker Bach

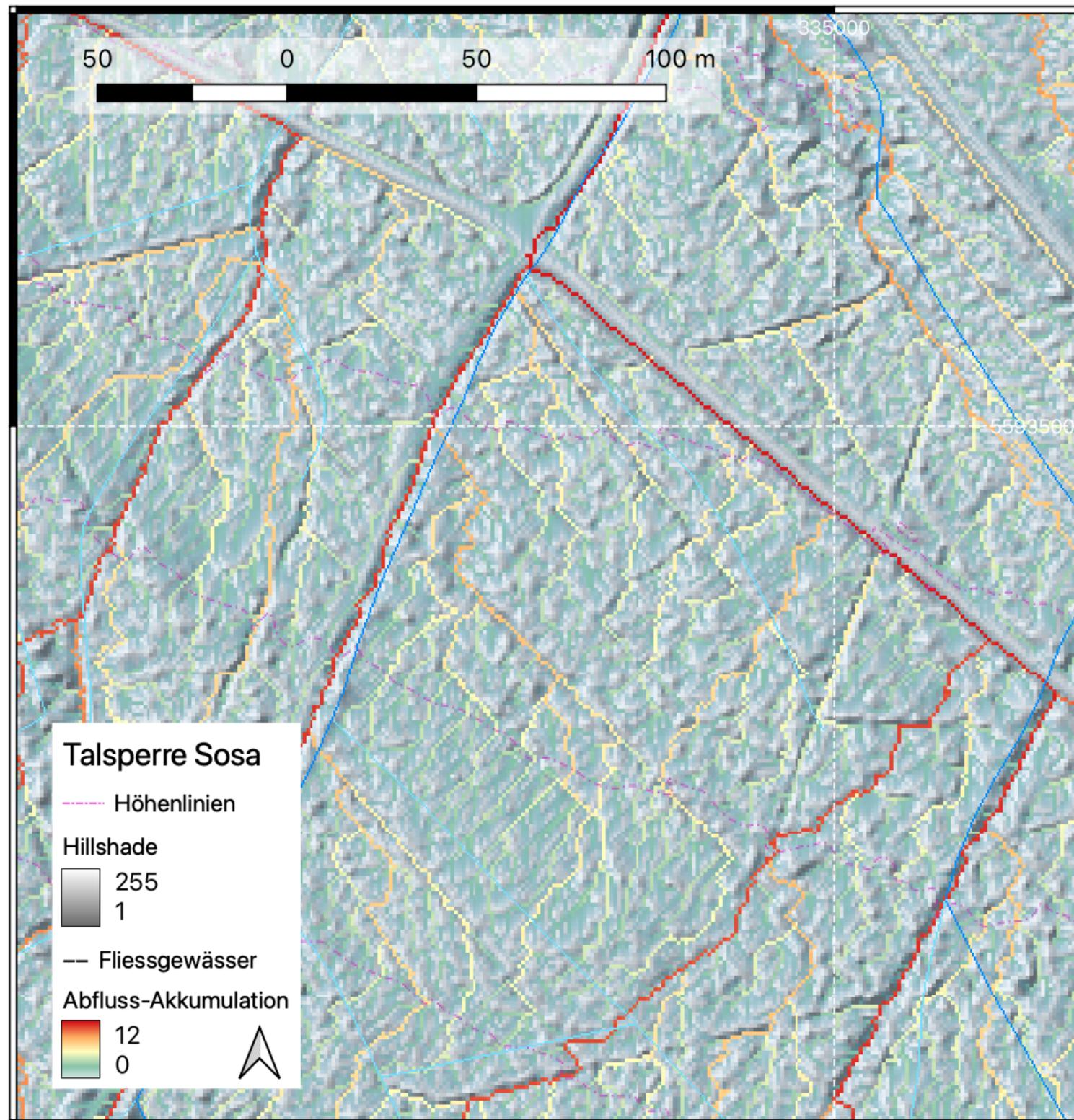


Anknüpfen an vorhandenes Monitoring und ähnliche Studien:

- Bereich nahe Friedrichsheider Hochmoor
- engmaschig durchzogen mit Drainagegräben
- ursprüngliche Hypothese auf Schichtenwasser mit präferenziellen Fließpfaden

Erste Hypothesen

Oberlauf Neudecker Bach

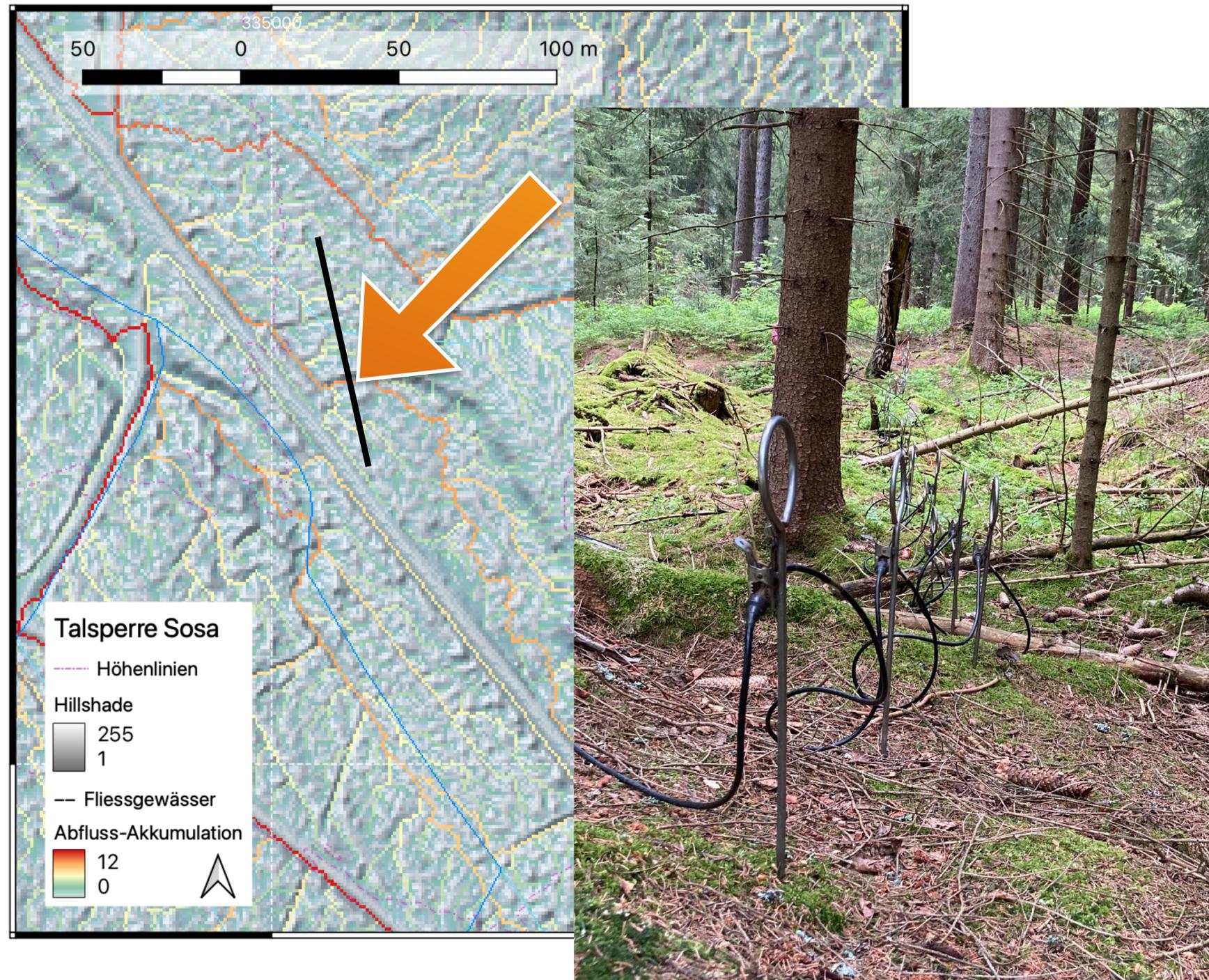


Anknüpfen an vorhandenes Monitoring und ähnliche Studien:

- Bereich nahe Friedrichsheider Hochmoor
- engmaschig durchzogen mit Drainagegräben
- ursprüngliche Hypothese auf Schichtenwasser mit präferenziellen Fließpfaden

Regenerereignis und Zwischenabfluss

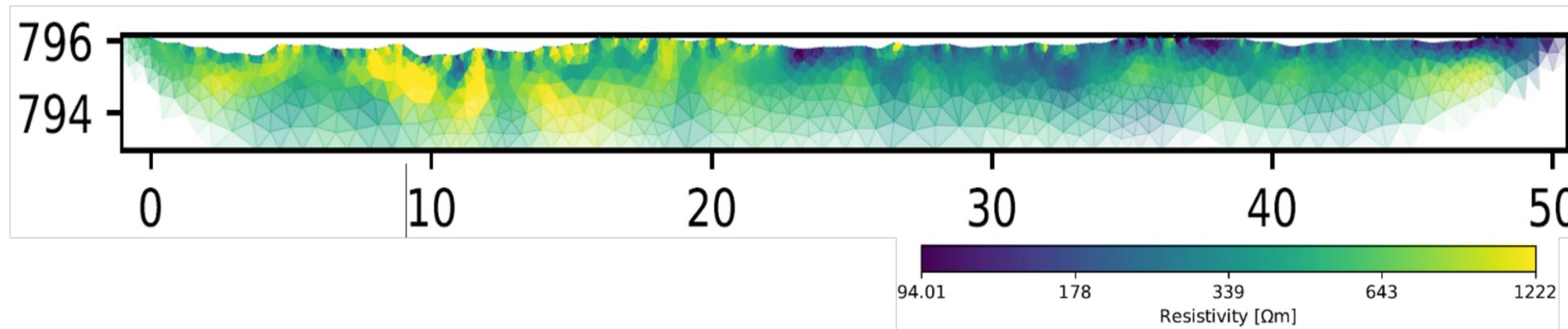
time-lapse ERT nahe Friedrichsheider Hochmoor



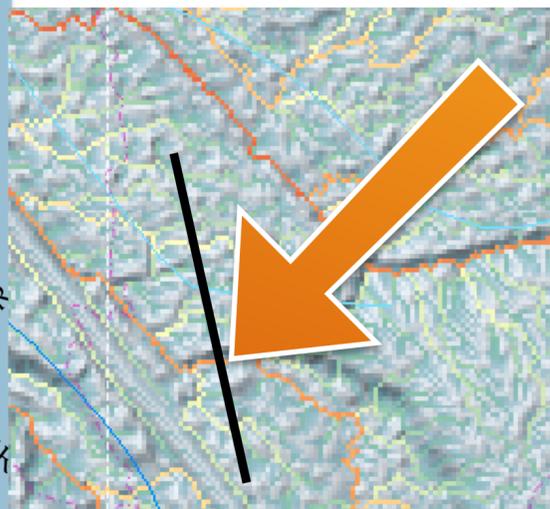
- Auslage mit 0.5 m Abstand und 100 Elektroden
- (Dipol-Dipol)
- mehrere Messungen des gesamten Profils vor, während und nach eines 16,5 mm Niederschlags

Regenereignis und Zwischenabfluss

time-lapse ERT nahe Friedrichsheider Hochmoor

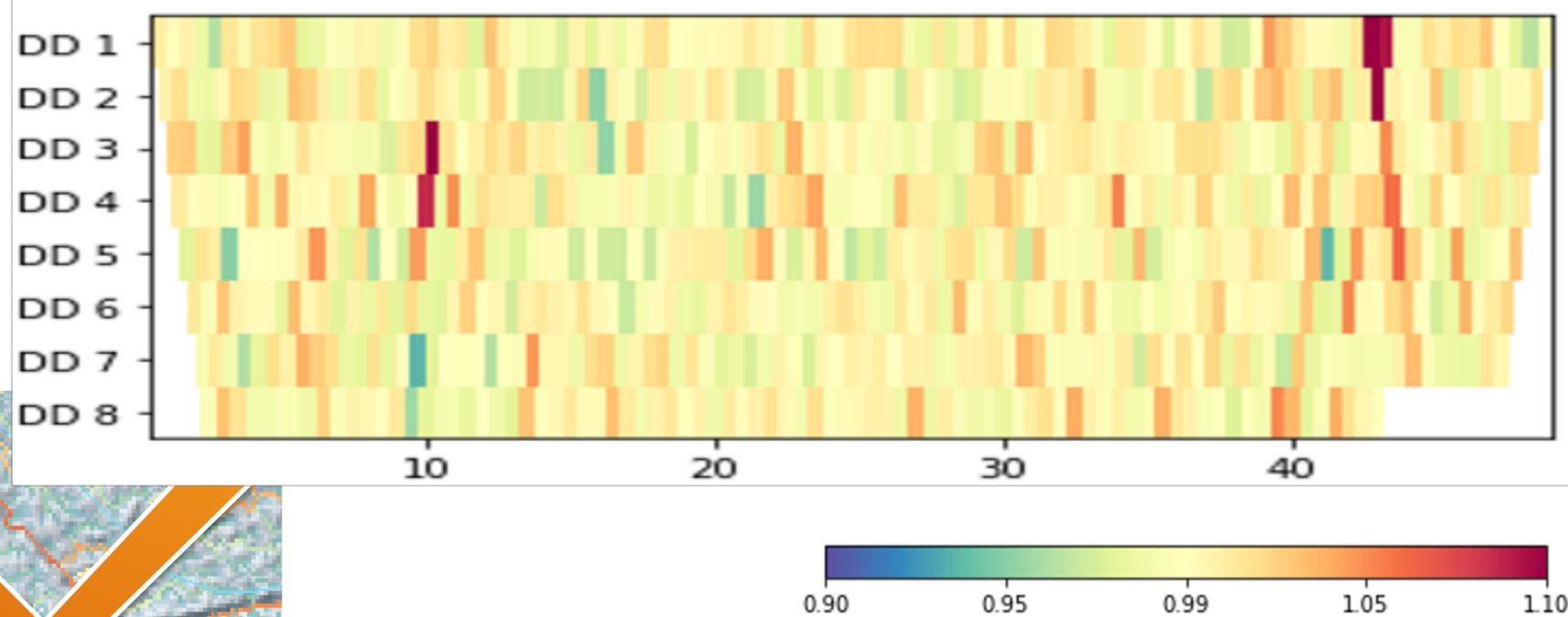
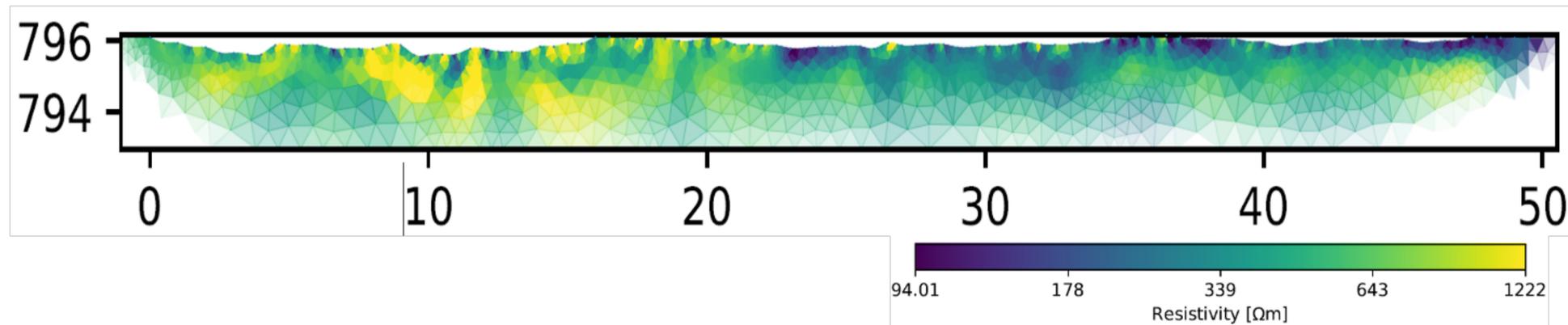


- Abbild des Untergrundes zeigt höhere Widerstände unter Senke

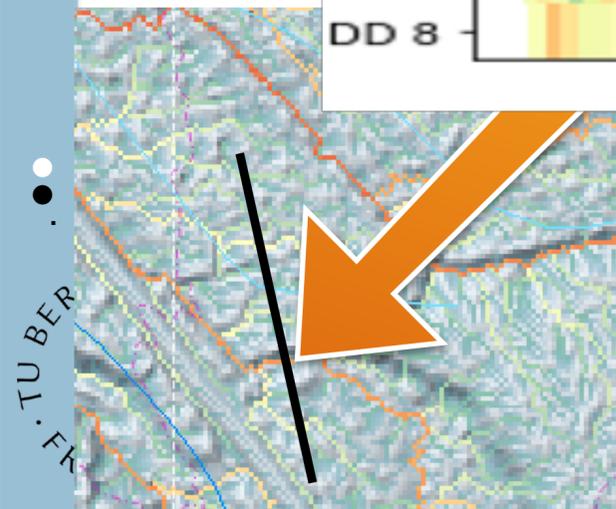


Regenereignis und Zwischenabfluss

time-lapse ERT nahe Friedrichsneider Hochmoor

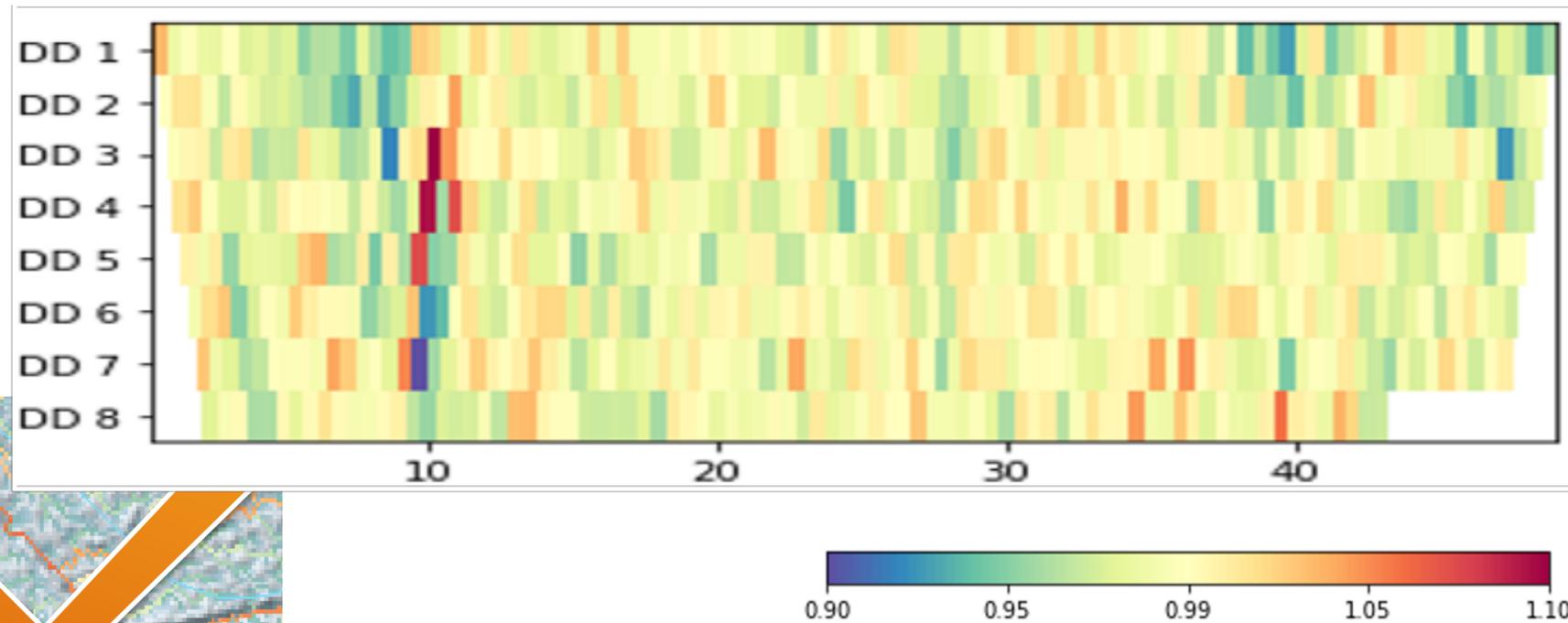
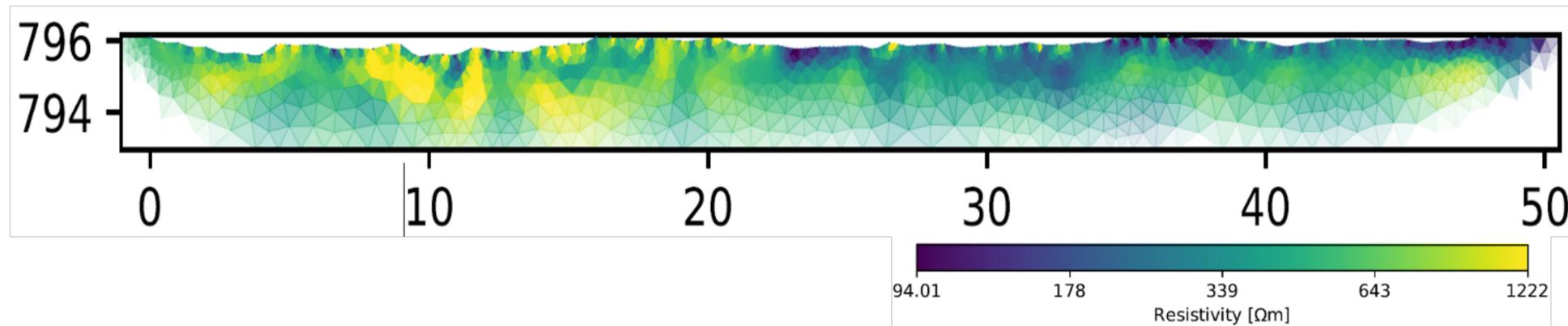


- Abbild des Untergrundes zeigt höhere Widerstände unter Senke
- vor dem Regenereignis gute Reproduzierbarkeit

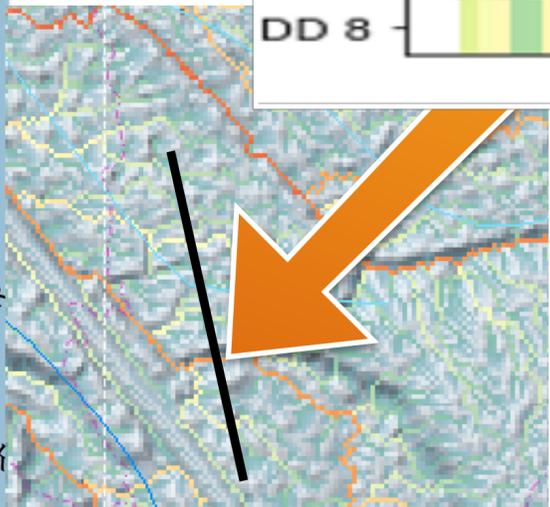


Regenereignis und Zwischenabfluss

time-lapse ERT nahe Friedrichsheider Hochmoor

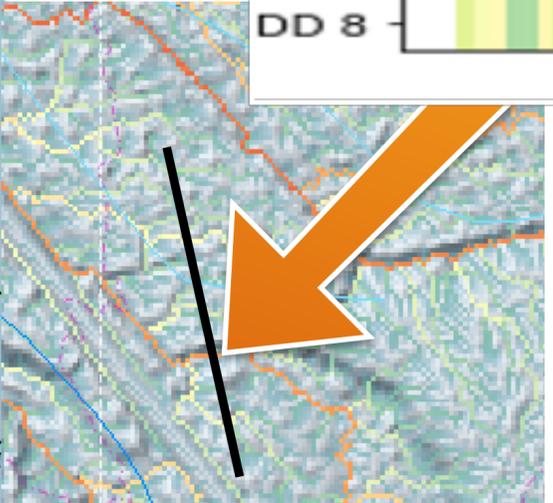
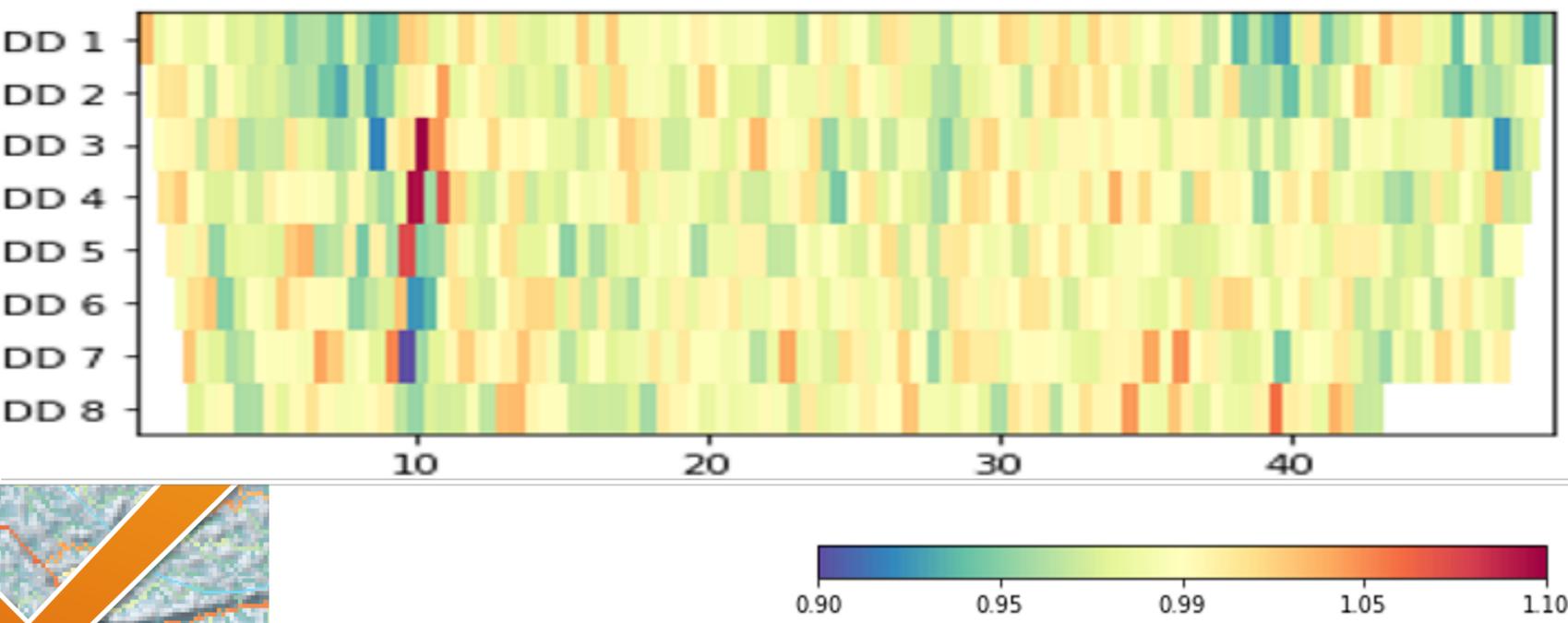
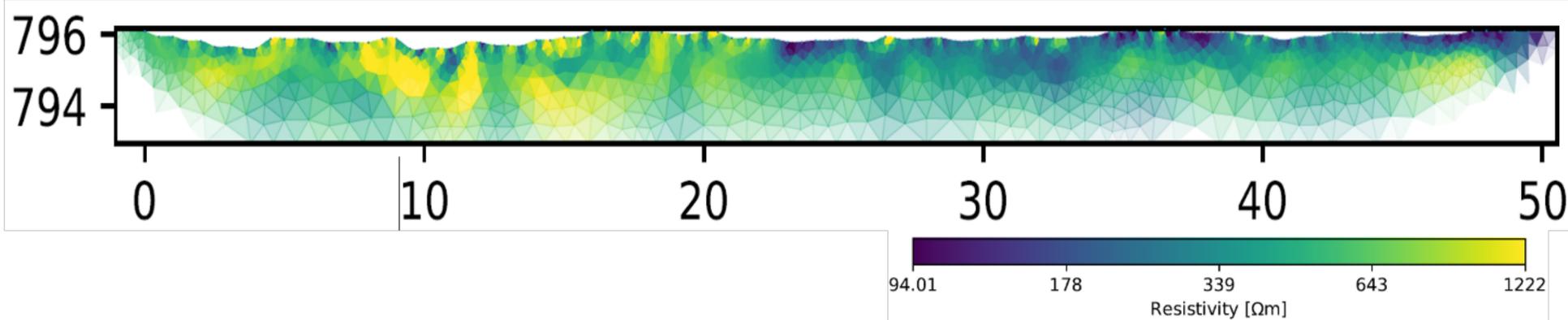


- Abbild des Untergrundes zeigt höhere Widerstände unter Senke
- vor dem Regenereignis gute Reproduzierbarkeit
- nach Ereignis deutliche Abnahme der Widerstände in einzelnen Bereichen



Regenereignis und Zwischenabfluss

time-lapse ERT nahe Friedrichsheider Hochmoor



- Abbild des Untergrundes zeigt höhere Widerstände unter Senke
- vor dem Regenereignis gute Reproduzierbarkeit
- nach Ereignis deutliche Abnahme der Widerstände in einzelnen Bereichen
- Hinweis auf präferenzielle Fließpfade im Untergrund

Suche nach Schichtenwasser

Schnelle Reaktion als Druckweitergabe in hydraulisch verbundenem Körper

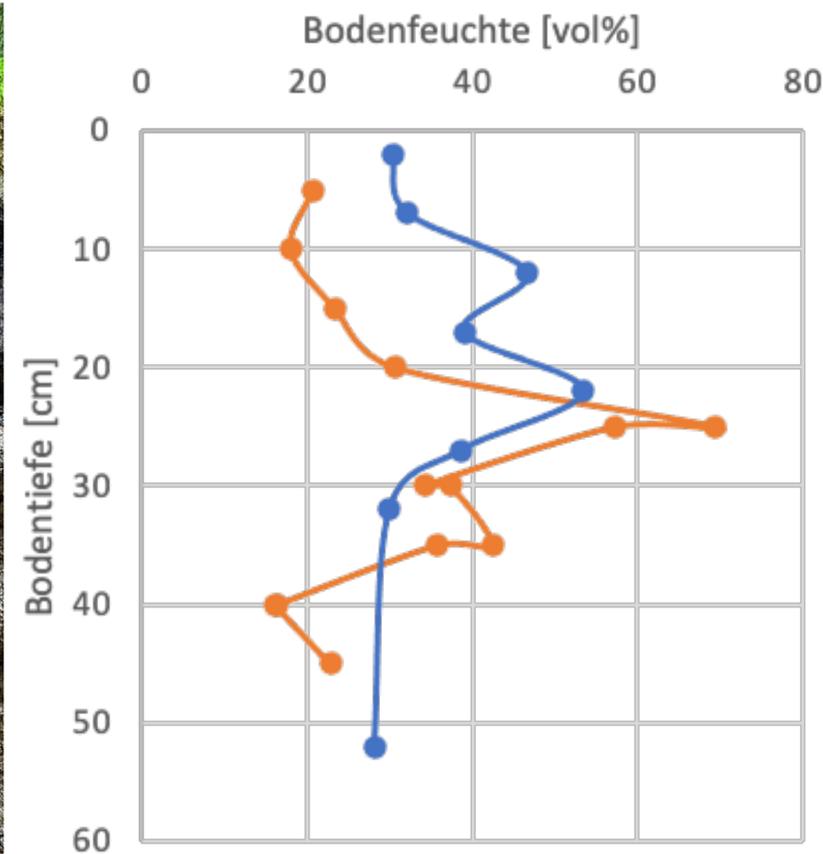


Plan: Einbau von Piezometern

- Beobachtung von oberflächennahen Schichtenwasser
- Annahme eines verbundenen Wasserkörpers im Untergrund

Suche nach Schichtenwasser

Schnelle Reaktion als Druckweitergabe in hydraulisch verbundenem Körper

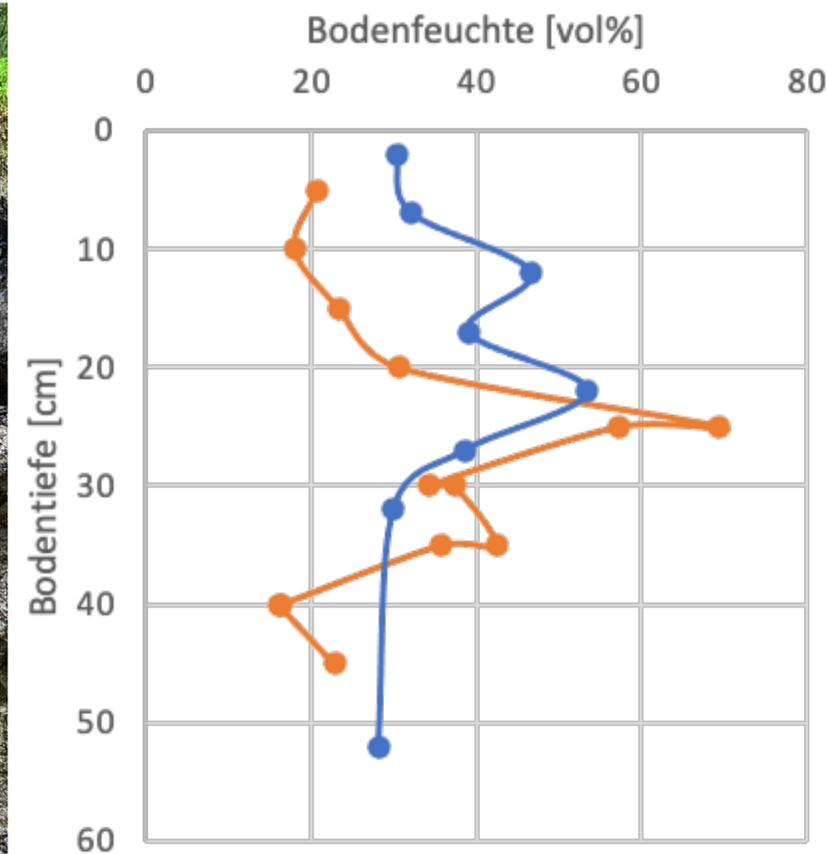


Plan: Einbau von Piezometern

- Beobachtung von oberflächennahen Schichtenwasser
- Annahme eines verbundenen Wasserkörpers im Untergrund
- trotz hoher Feuchte moderat im Unterboden und Maximum direkt über Schichtgrenze

Suche nach Schichtenwasser

Schnelle Reaktion als Druckweitergabe in hydraulisch verbundenem Körper

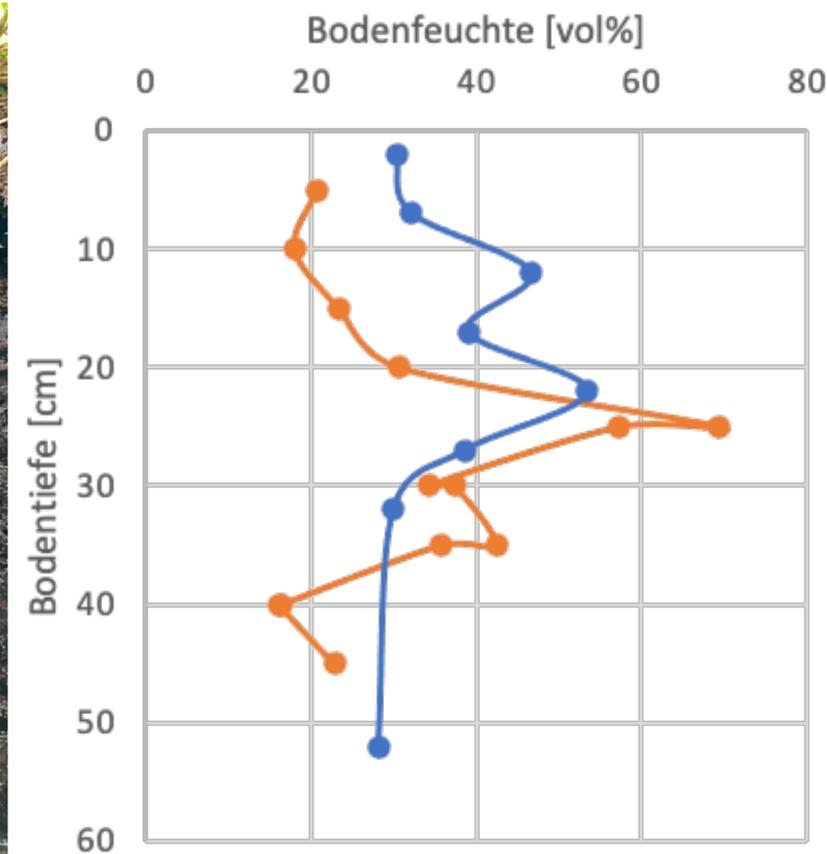


Plan: Einbau von Piezometern

- Beobachtung von oberflächennahen Schichtenwasser
- Annahme eines verbundenen Wasserkörpers im Untergrund
- trotz hoher Feuchte moderat im Unterboden und Maximum direkt über Schichtgrenze
- Realität: Der stark verdichtete Unterboden ist nicht mit den schnellen Fließpfaden gekoppelt

Suche nach Schichtenwasser

Schnelle Reaktion als Druckweitergabe in hydraulisch verbundenem Körper



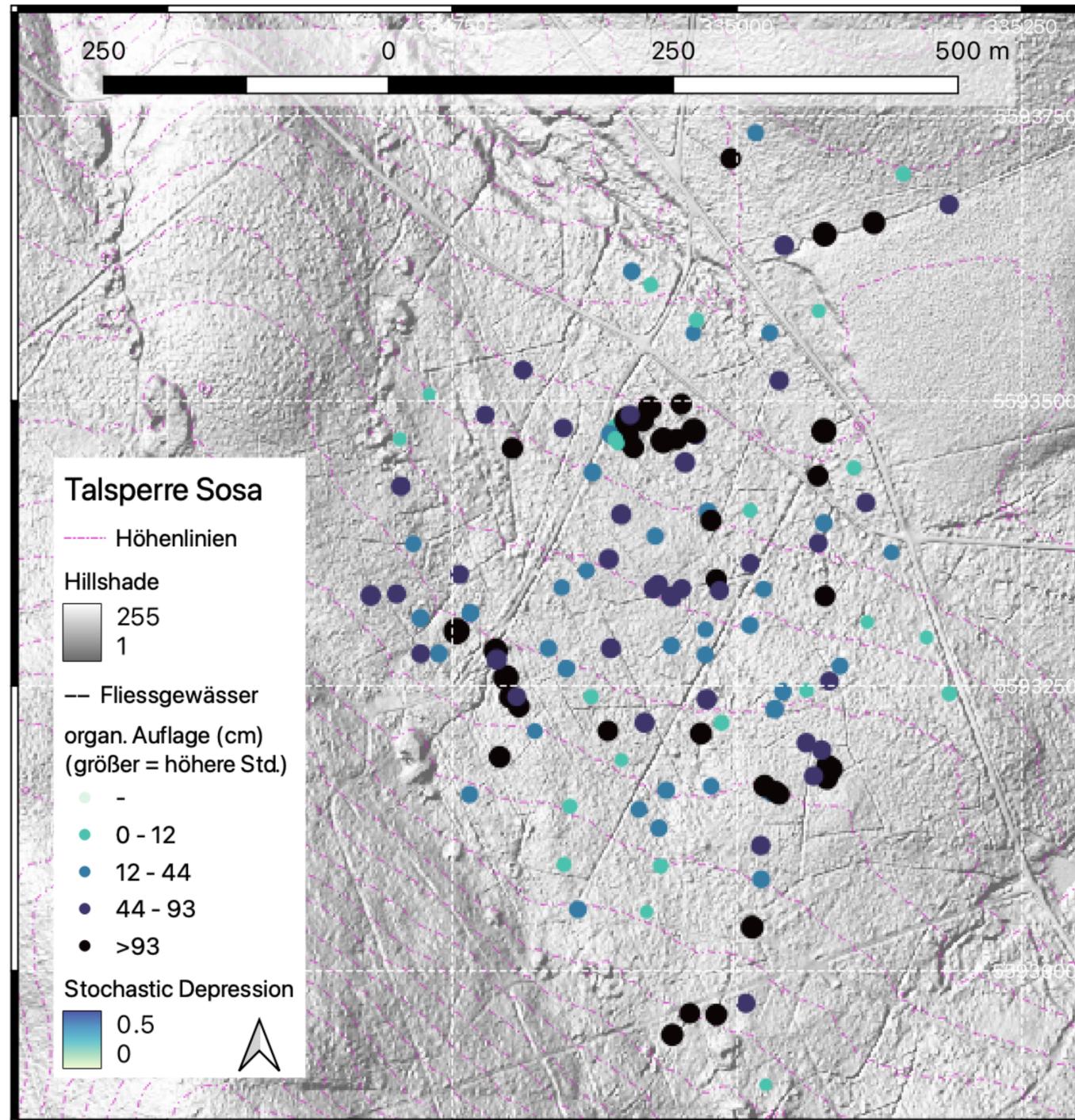
Plan: Einbau von Piezometern

- Beobachtung von oberflächennahen Schichtenwasser
- Annahme eines verbundenen Wasserkörpers im Untergrund
- trotz hoher Feuchte moderat im Unterboden und Maximum direkt über Schichtgrenze
- Realität: Der stark verdichtete Unterboden ist nicht mit den schnellen Fließpfaden gekoppelt

- in Senken sehr wohl erwarteter Zustrom

Kartierung der organischen Auflage

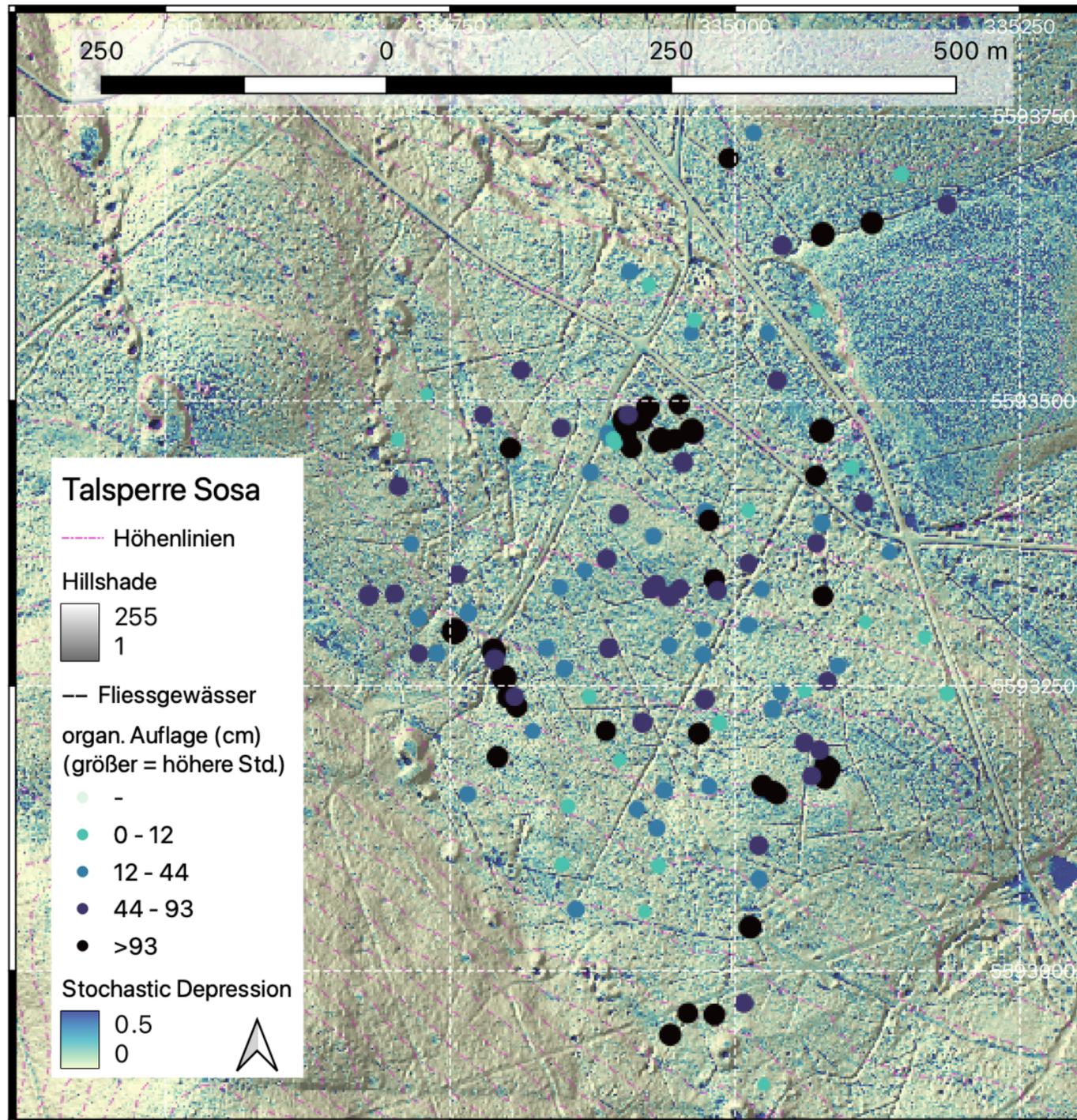
Erste Schritte hin zur Fill-and-Spill Theorie



- Abstand Oberfläche zu verdichteten, mineralischen Unterboden (Penetrometer)
- ca. 130 Messpunkte à 7 Einzelmessungen im Bereich des Neudecker Bachs
- sehr hohe Variabilität – insb. bei lokal hoher Mächtigkeit
- nur schwache Korrelation mit allgemeinen Oberflächeneigenschaften

Kartierung der organischen Auflage

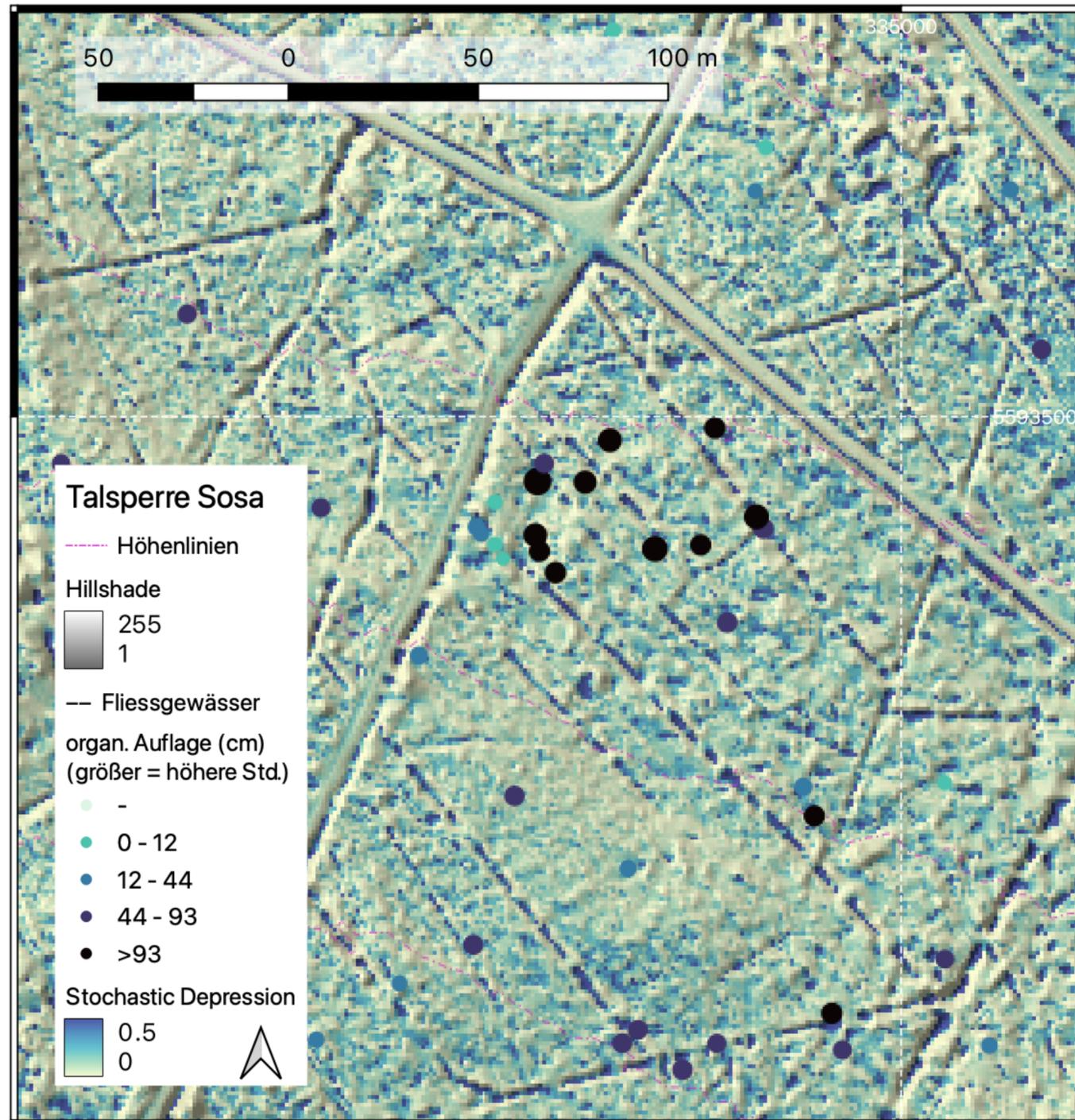
Erste Schritte hin zur Fill-and-Spill Theorie



- Abstand Oberfläche zu verdichteten, mineralischen Unterboden (Penetrometer)
 - ca. 130 Messpunkte à 7 Einzelmessungen im Bereich des Neudecker Bachs
 - sehr hohe Variabilität – insb. bei lokal hoher Mächtigkeit
 - nur schwache Korrelation mit allgemeinen Oberflächeneigenschaften

Kartierung der organischen Auflage

Erste Schritte hin zur Fill-and-Spill Theorie



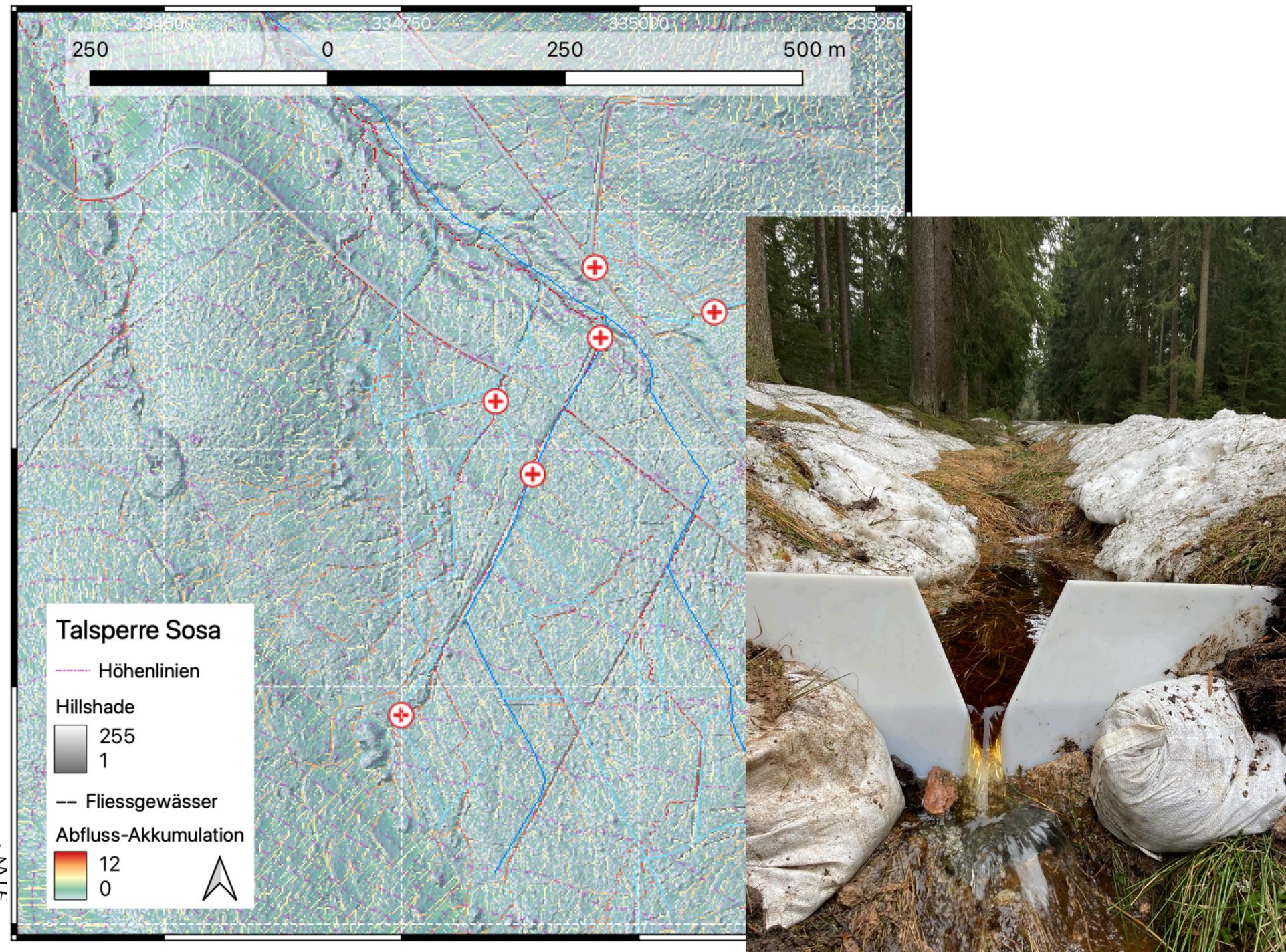
- Abstand Oberfläche zu verdichteten, mineralischen Unterboden (Penetrometer)
- ca. 130 Messpunkte à 7 Einzelmessungen im Bereich des Neudecker Bachs
- sehr hohe Variabilität – insb. bei lokal hoher Mächtigkeit
- nur schwache Korrelation mit allgemeinen Oberflächeneigenschaften

Messwehre seit Ende 2021

Erste Schritte hin zur Fill-and-Spill Theorie

Wasserbilanzen der Teilgebiete

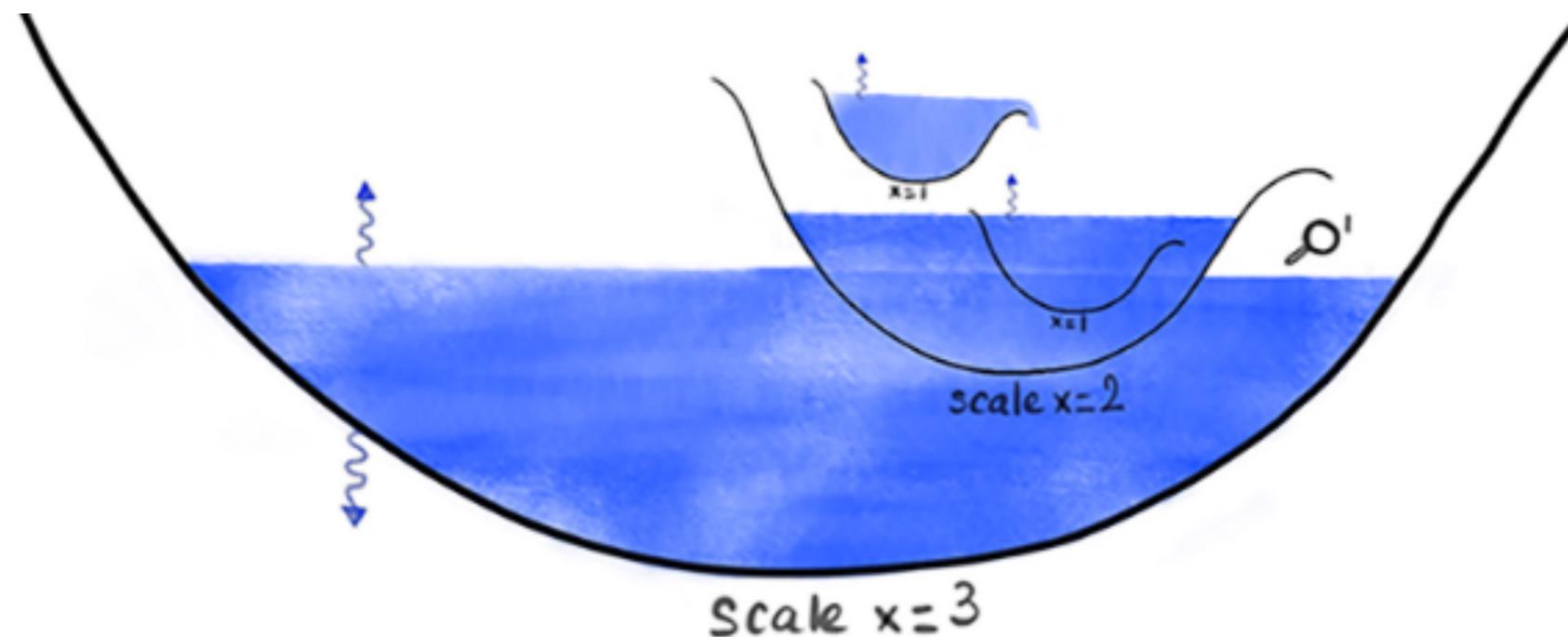
- Welchen Beitrag haben Teilflächen am Abfluss
- Wann werden diese aktiv?



Karte auf Basis DGM1 und Gewässer GeoSN

DOC Transportpfade konzeptualisieren?

- Transport erst wenn "Storage" erschöpft ist
- also: ein **Schwellenwert**problem (Fill-and-spill)
- aber: skalenabhängig (Emergenz!)

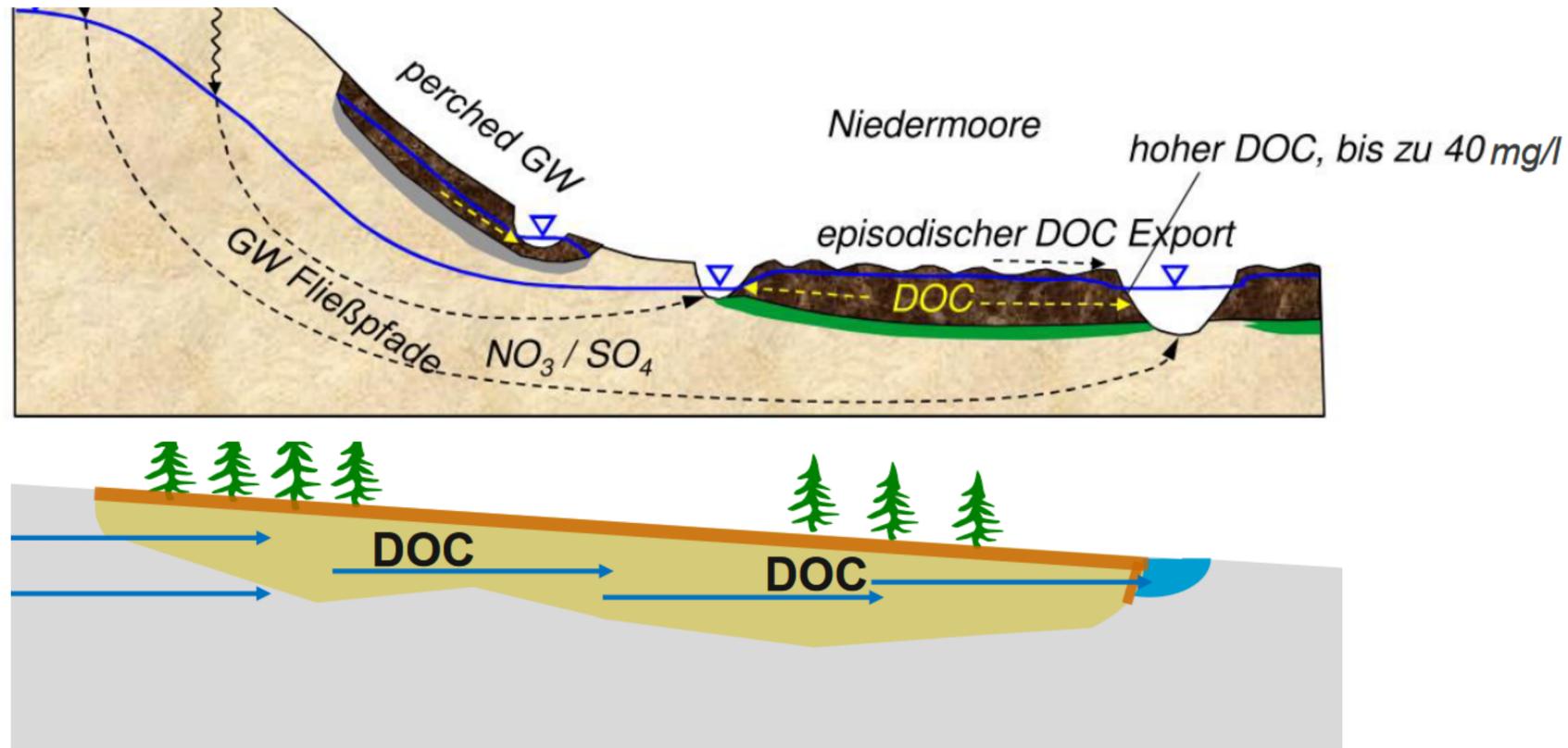


Mögliche Skalenlevel mit spezifischen Storages:

- Pore
- (...)
- Hang
- Einzugsgebiet

Wie lassen sich

DOC Transportpfade konzeptualisieren?



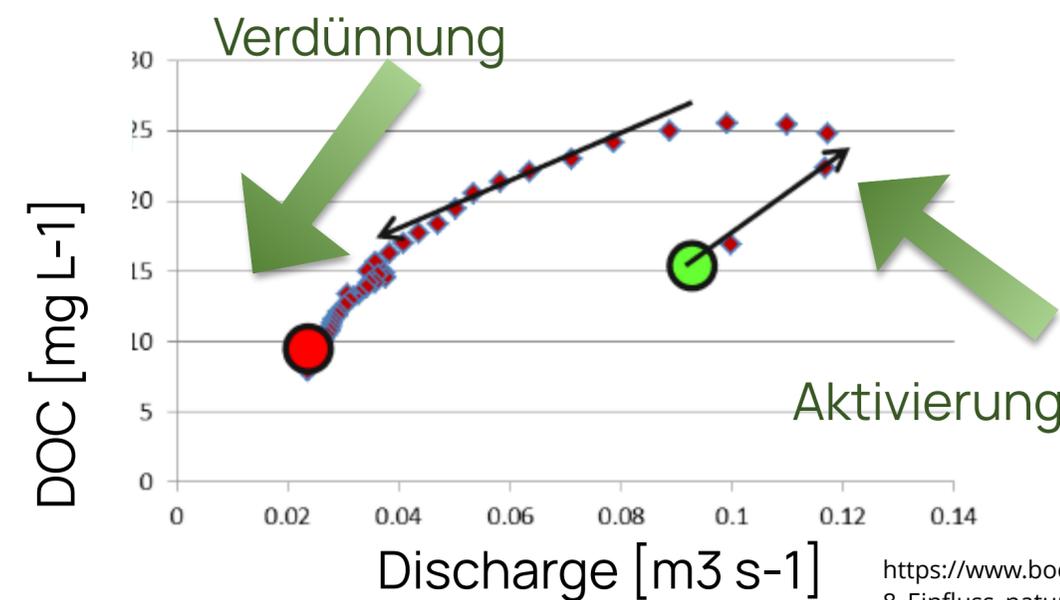
Niedermoor DOC Dynamik

(cf. Rommel et al., Knorr et al., DOC Projekttreffen)

Sosa hingegen:

- hoher Anteil bewaldete Steillagen
- wenig "Niedermoorcharakter" (permanente Durchströmung)
- trotzdem hohe DOC Frachten

DOC
Austrag
während
Event:



https://www.boden.sachsen.de/download/8_Einfluss_naturraeumlicher_Faktoren_auf_Konzentration_Qualitaet_und_Auswirkung_des_DOC_Rommel.pdf

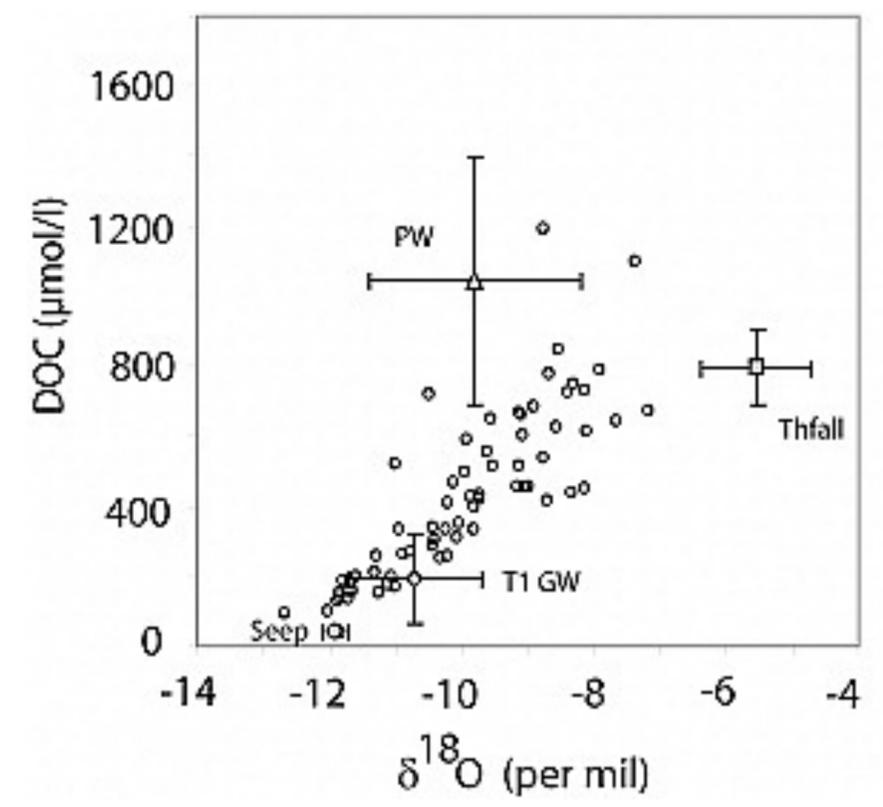
https://www.boden.sachsen.de/download/9_DOC_Mobilisierungsdynamik_aus_Feuchtgebieten_die_Rolle_von_wechselnder_Wassersaettigung_und_Redoxbedingungen_Knorr.pdf

Wie lassen sich

DOC Transportpfade konzeptualisieren?

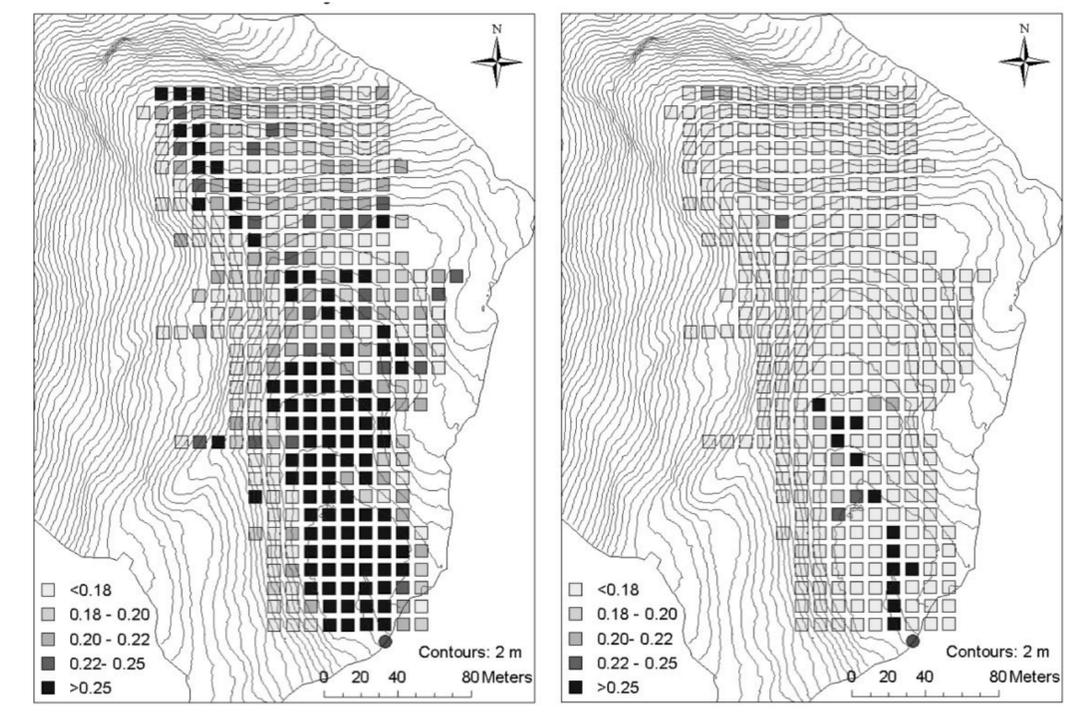
Anlehnung an konzeptuelle Arbeiten aus **ähnlichen Waldeinzugsgebieten**

James and Roulet, 2006
[10.1029/2005WR004419](https://doi.org/10.1029/2005WR004419)



Herkunftsanalyse DOC bei Austrag:
Schichtwasser! (perched water, PW,
shallow subsurface)
(H₂O Isotope)

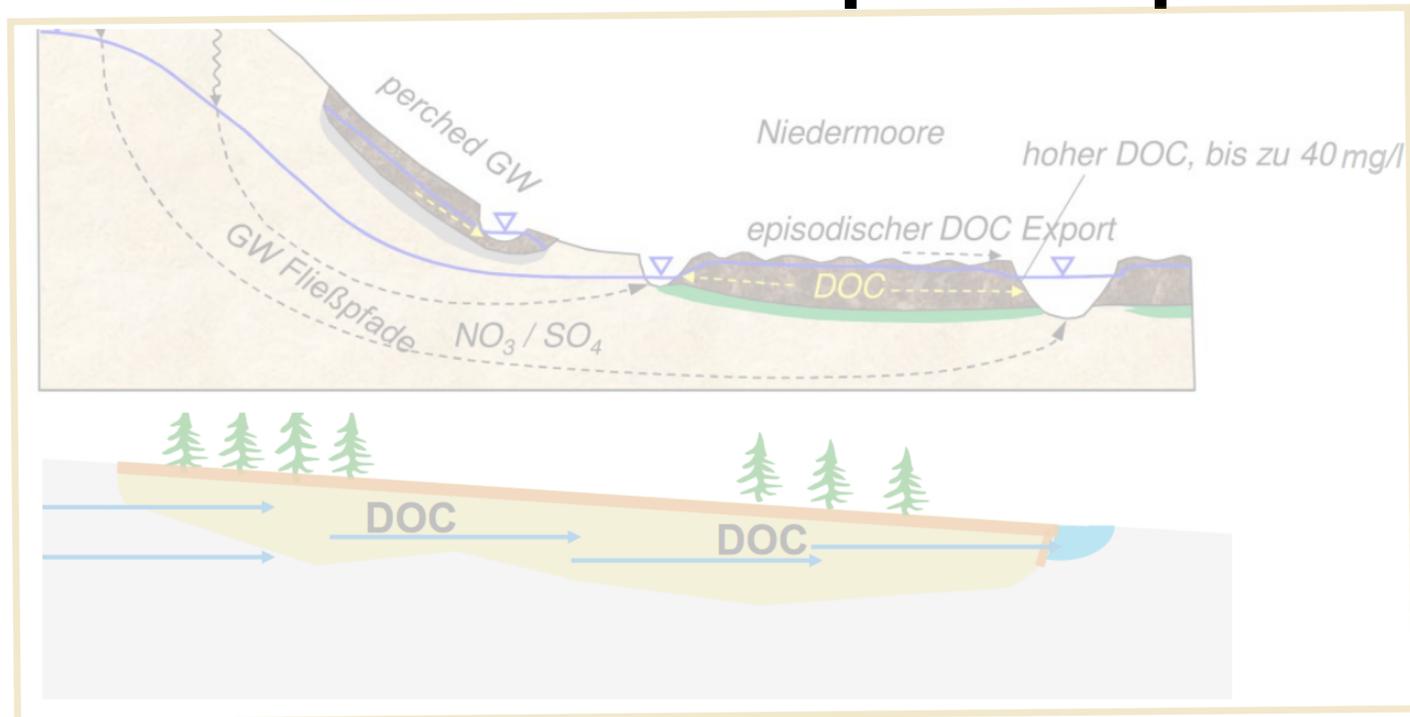
James and Roulet, 2007
[10.1002/hyp.6554](https://doi.org/10.1002/hyp.6554)



Fließnetzwerke werden hinsichtlich
Schichtwasser **unterschiedlich**
abflusswirksam
(Raumanalyse)



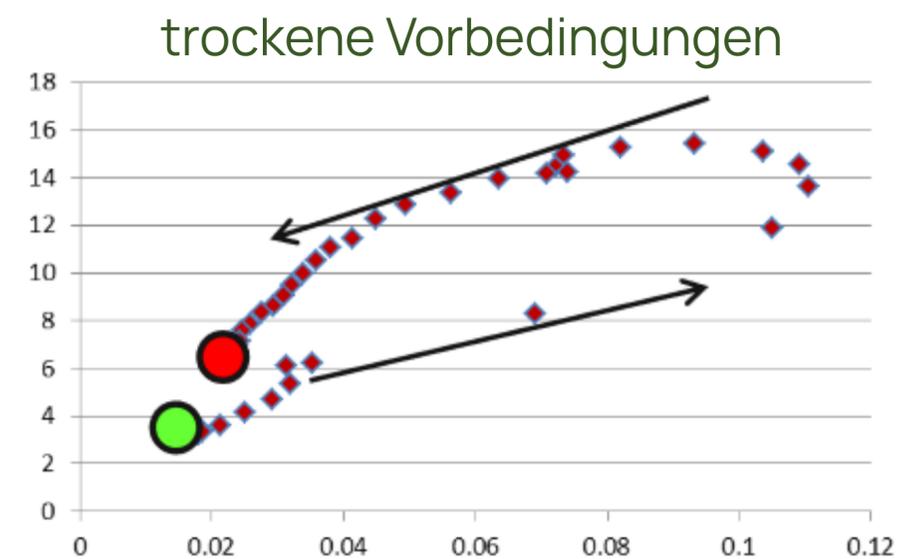
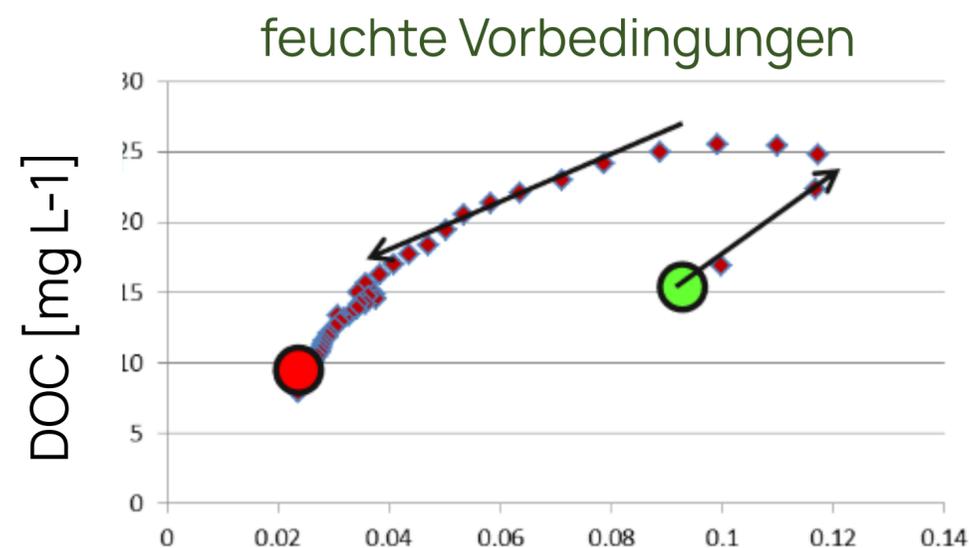
DOC Transportpfade konzeptualisieren?



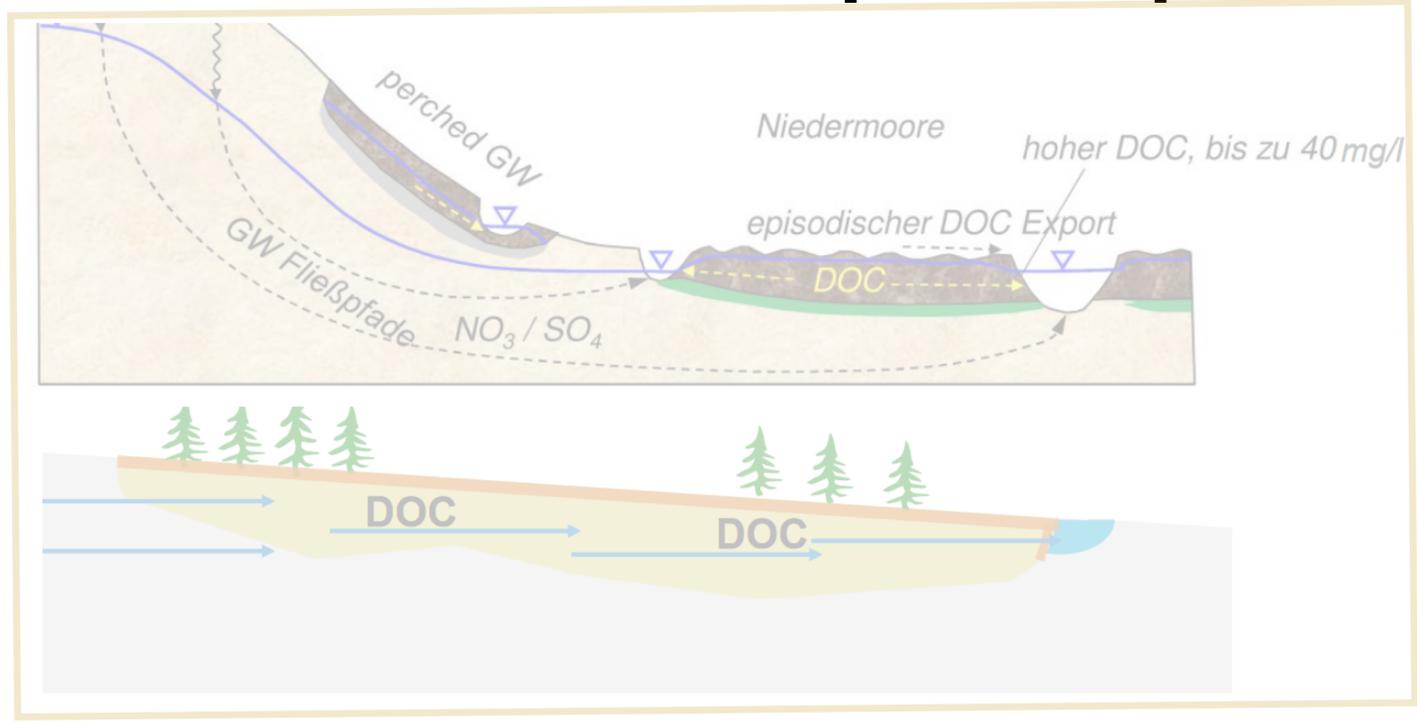
Sosa hingegen:

- hoher Anteil bewaldete Steillagen
- wenig "Niedermoorcharakter" (permanente Durchströmung)
- trotzdem hohe DOC Frachten

DOC
Austrag
während
Event:



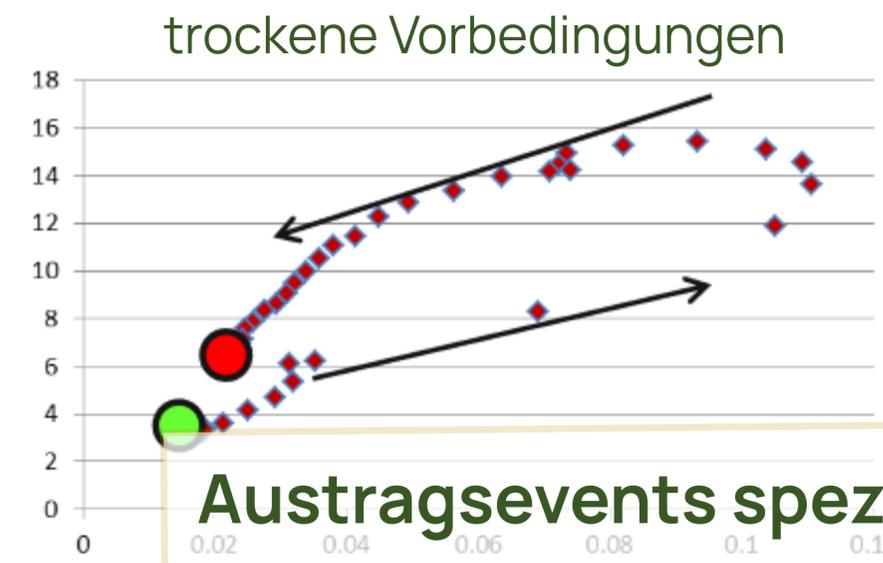
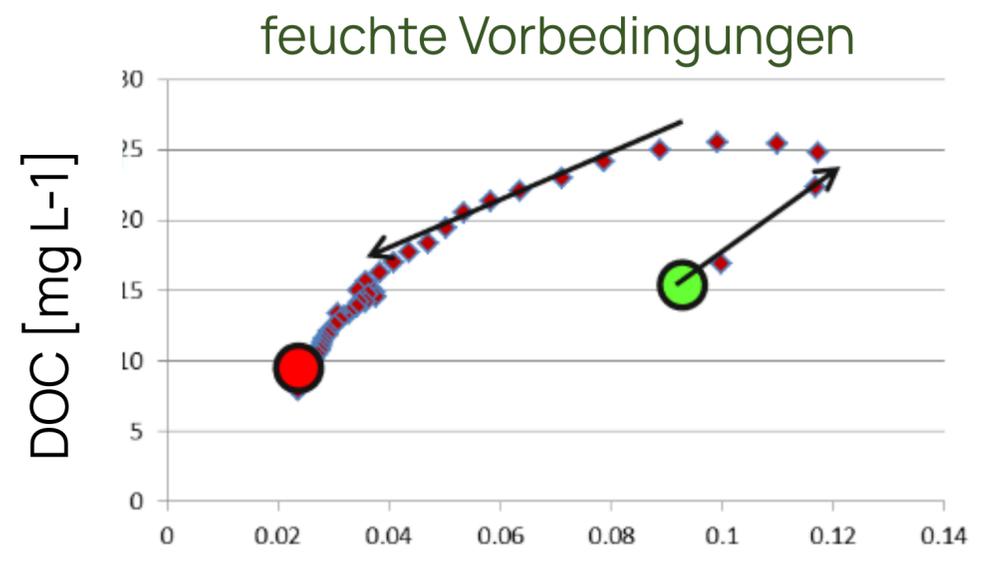
DOC Transportpfade konzeptualisieren?



Sosa hingegen:

- hoher Anteil bewaldete Steillagen
- wenig "Niedermoorcharakter" (permanente Durchströmung)
- trotzdem hohe DOC Frachten

DOC
 Austrag
 während
 Event:



Discharge [m³ s⁻¹]
 Methode →

Austragevents spezifisch analysieren:
 Vorfeuchte, Temperatur, Jahreszeit, ...
 (Berechnung)

Übertragung und Erweiterung

des bisherigen Wissensstands

Übertragung auf Sosa

- Ist Schichtwasser DOC die wichtige Quelle in den (großräumigen) Sosa-Hanglagen?
- Wie schnell ist Porenwasser-DOC wieder aufgefüllt (Herkunftsanalyse)?

Erweiterung basierend auf unseren Voruntersuchung

- Sind lokale Kleinstrukturen unterschiedlich aktiv?
- Bei welchen Schwellenwerten werden lokale Pools aktiviert?

Anknüpfung an Phase 1.0 Vorbereitung für Phase 2

- Hypothesen und Daten für weitere potenzielle Einflussgrößen entwickeln
- z.B.: Welche Rolle spielen veränderte klimatische Bedingungen?

Übertragung und Erweiterung

des bisherigen Wissensstands

Übertragung auf Sosa

- Ist Schichtwasser DOC die wichtige Quelle in den (großräumigen) Sosa-Hanglagen?
- Wie schnell ist Porenwasser-DOC wieder aufgefüllt (Herkunftsanalyse)?

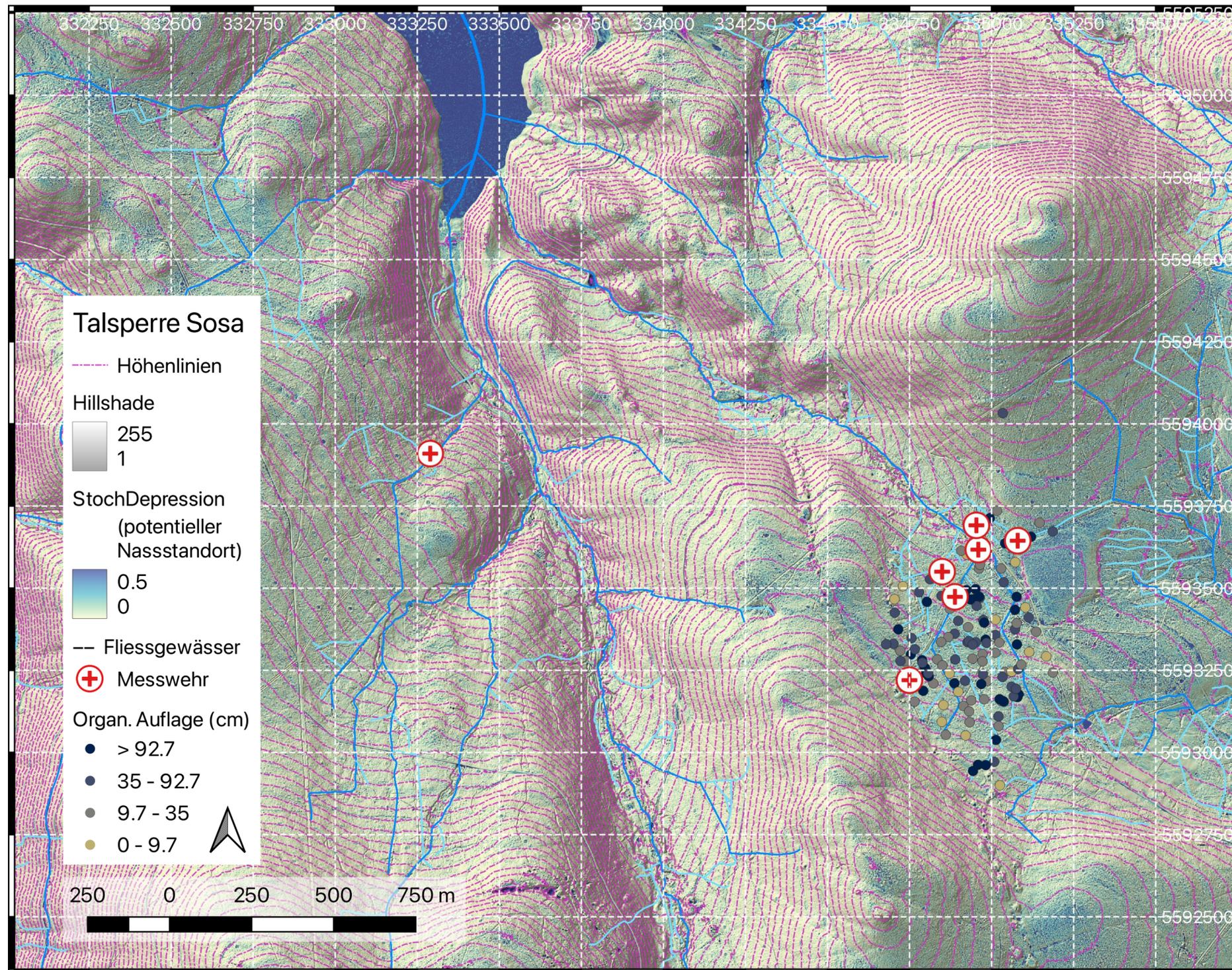
Erweiterung basierend auf unseren Voruntersuchung

- Sind lokale Kleinstrukturen unterschiedlich aktiv?
- Bei welchen Schwellenwerten werden lokale Pools aktiviert?

Anknüpfung an Phase 1.0 Vorbereitung für Phase 2

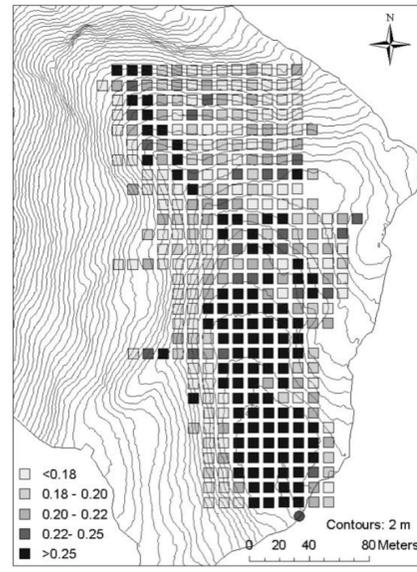
- Hypothesen und Daten für weitere potenzielle Einflussgrößen entwickeln
- z.B.: Welche Rolle spielen veränderte klimatische Bedingungen?

Untersuchungsgebiete 2022

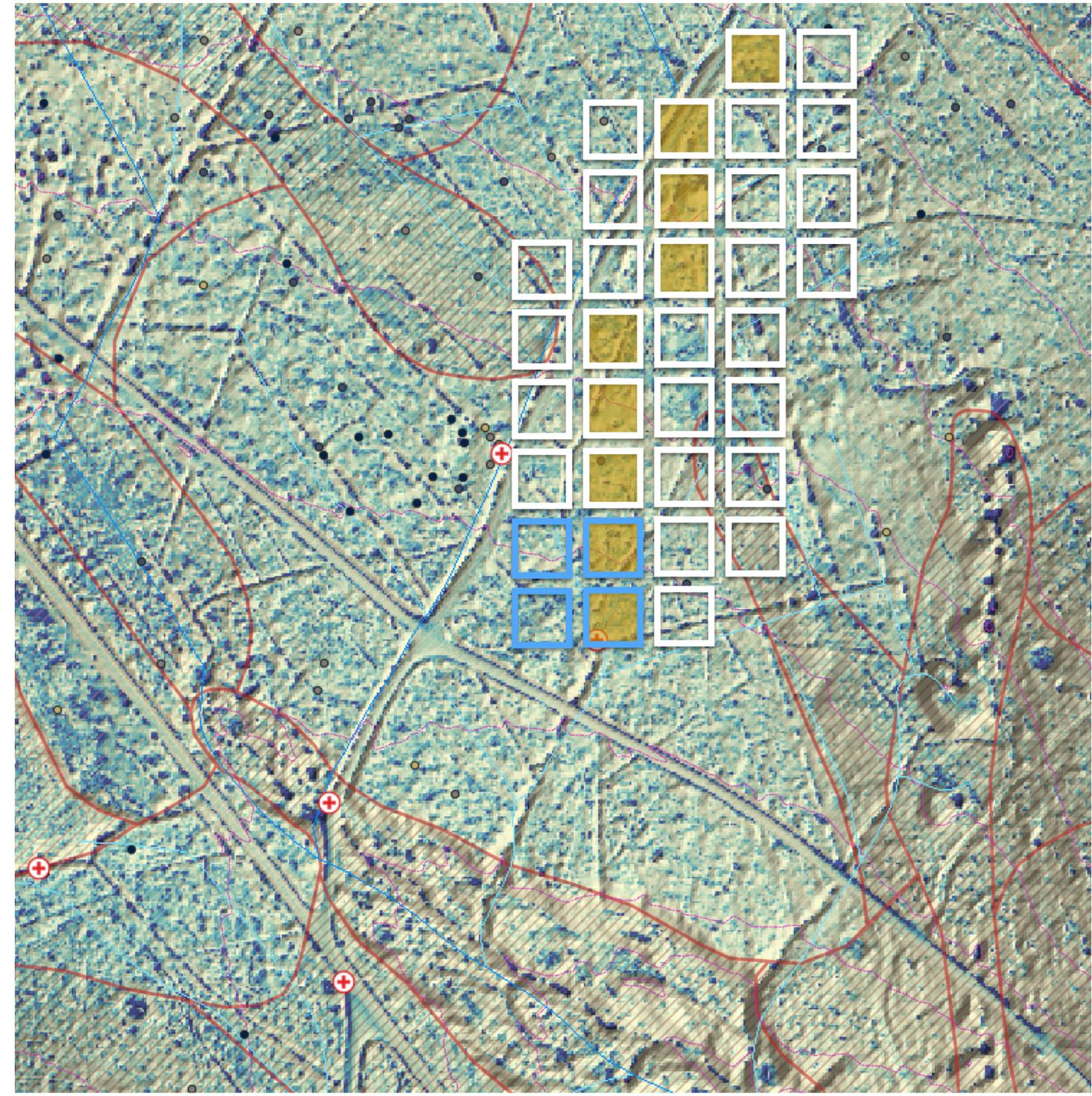


- Anknüpfung & Ergänzung des bestehenden Monitorings
- Nassstandorte mit organischen Auflagen
- genestete Gebiete zum Hypothesentest
- 2x ca. 0.5 - 1 ha
- leichter Hanggradient

Sampling Design

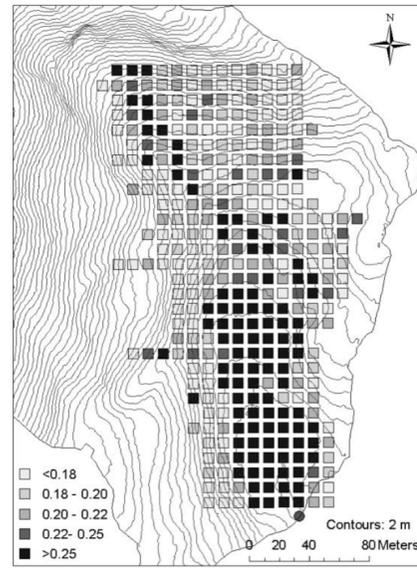


James and Roulet, 2007
[10.1002/hyp.6554](https://doi.org/10.1002/hyp.6554)

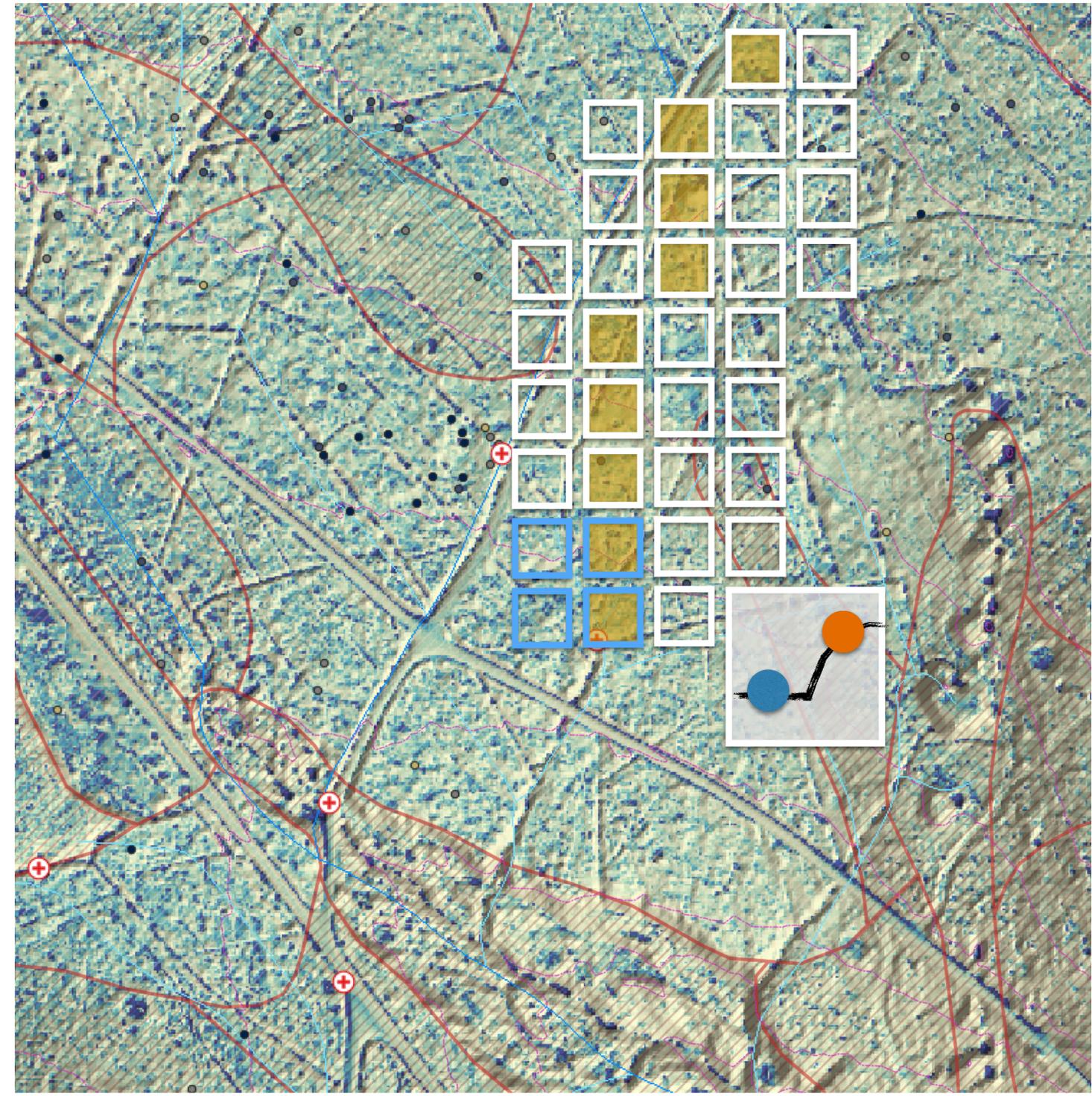


- Pegel mit Spectrolyser
- ca. 35 kampagnebasierte Untersuchungsflächen 
- jeweils Senke und Kuppe

Sampling Design

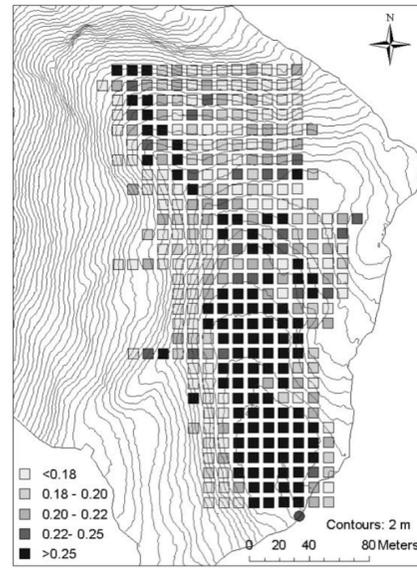


James and Roulet, 2007
[10.1002/hyp.6554](https://doi.org/10.1002/hyp.6554)

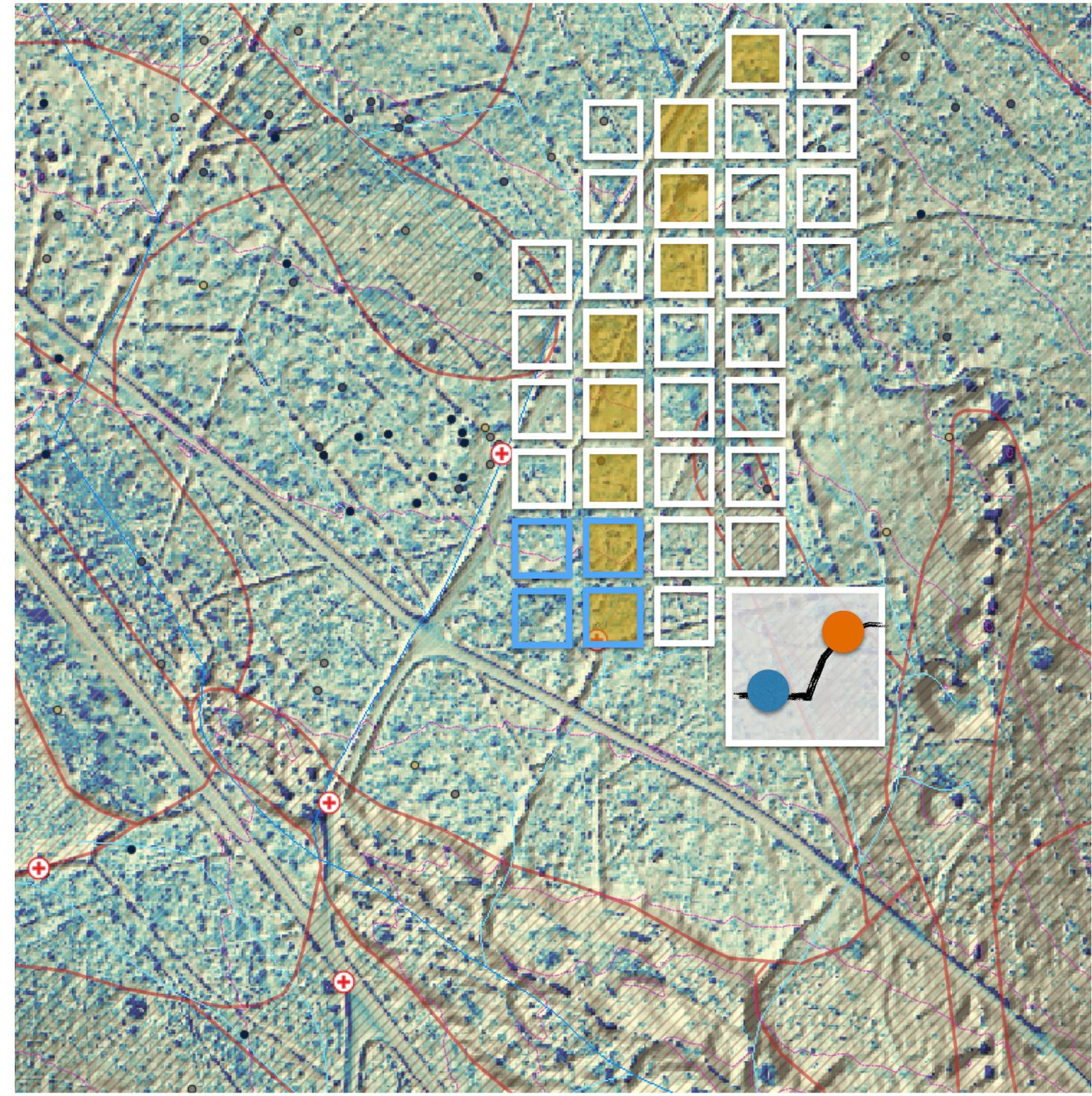


- Pegel mit Spectrolyser
- ca. 35 kampagnebasierte Untersuchungsflächen 
- jeweils Senke und Kuppe

Sampling Design



James and Roulet, 2007
[10.1002/hyp.6554](https://doi.org/10.1002/hyp.6554)

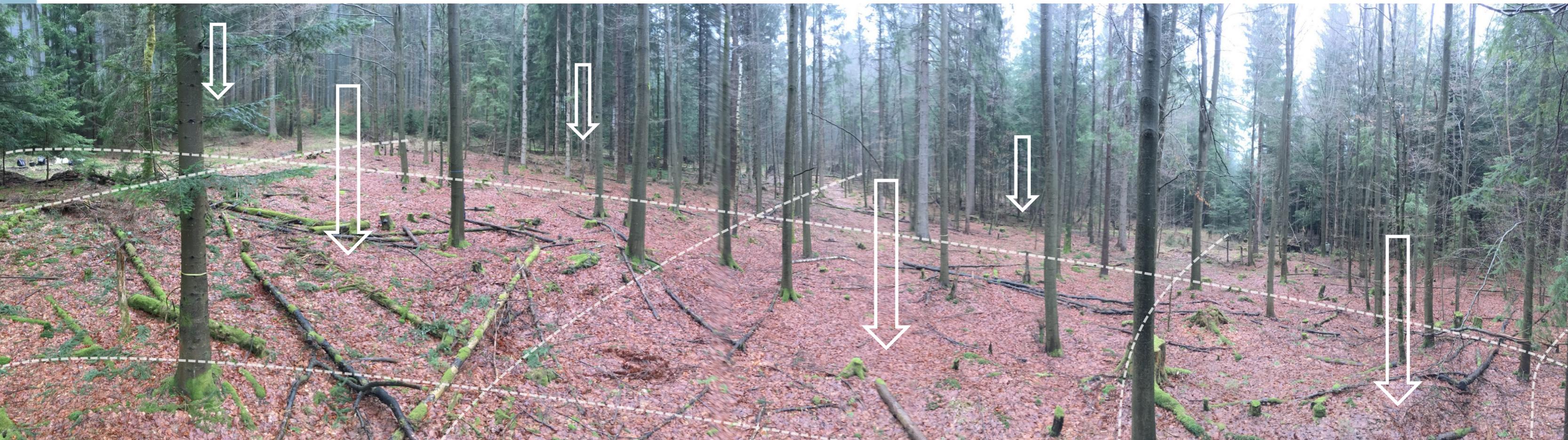


- Pegel mit Spectrolyser
- ca. 35 kampagnebasierte Untersuchungsflächen 
- jeweils Senke und Kuppe
- Transekt Temperatur und Licht 
- Beregnungsfläche nahe Pegel ca. 120 m² 

Messfelder

2 Messfelder mit je ca. 35 Teilflächen (15x15m)

▸ Aufmaß der Messfelder



Messfelder

als (Teil-)Einzugsgebiet



- Wasserbilanz und Frachten quantifizieren
- Pegel (für Durchfluss), spektrale Eigenschaften (für DOC Konzentration)

Messfelder

als (Teil-)Einzugsgebiet

- Wasserbilanz und Frachten quantifizieren
- Pegel (für Durchfluss), spektrale Eigenschaften (für DOC Konzentration)

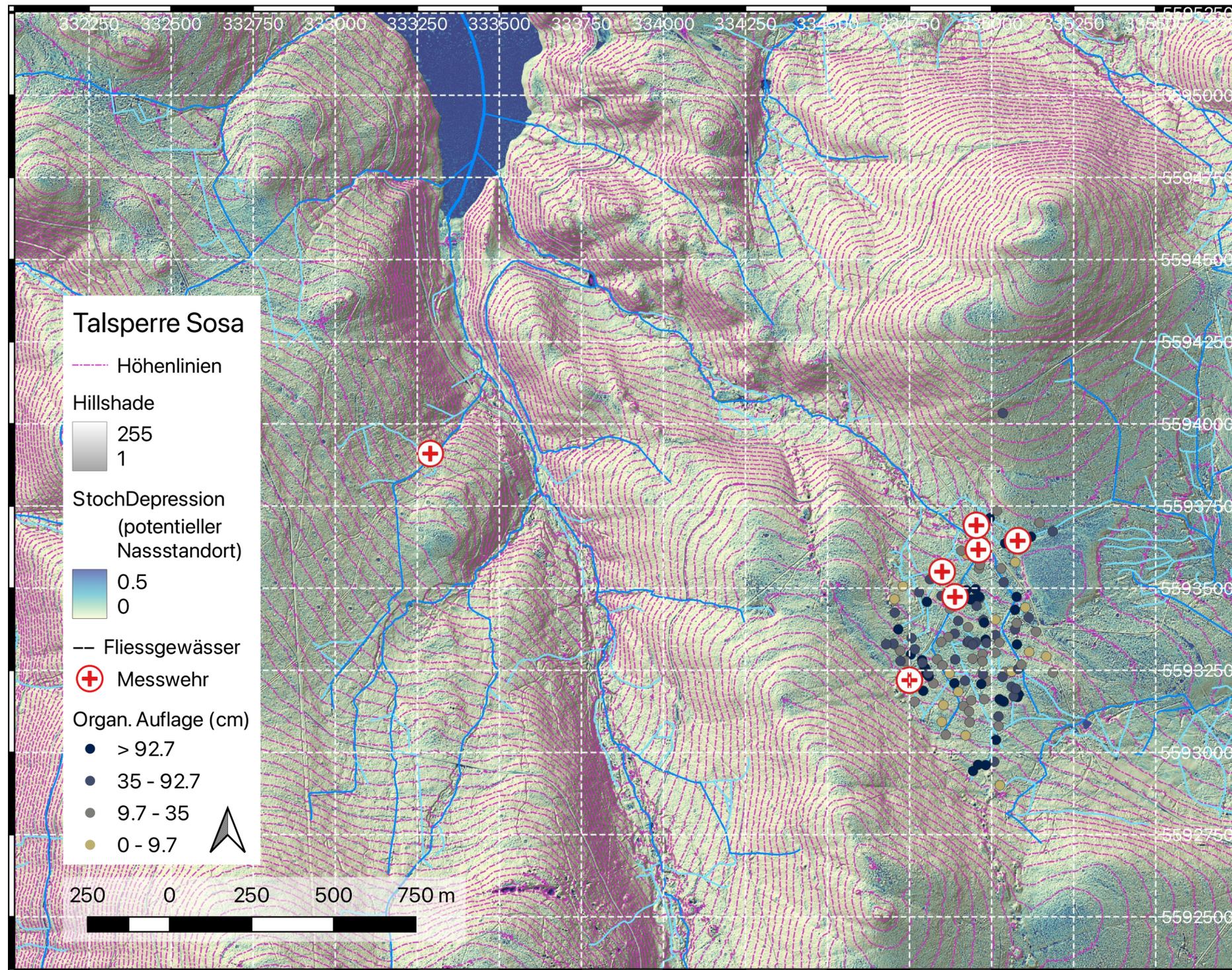


als Grid der Teilflächen

- Bodenwasser"saugkerzen" (je 2 Positionen)
- Streuabbau (Litterbags) (in Vorbereitung)
- Transekt mit mikroklimatischen Proxies (T, Lux)
- Bodenfeuchte, T (in Vorbereitung)



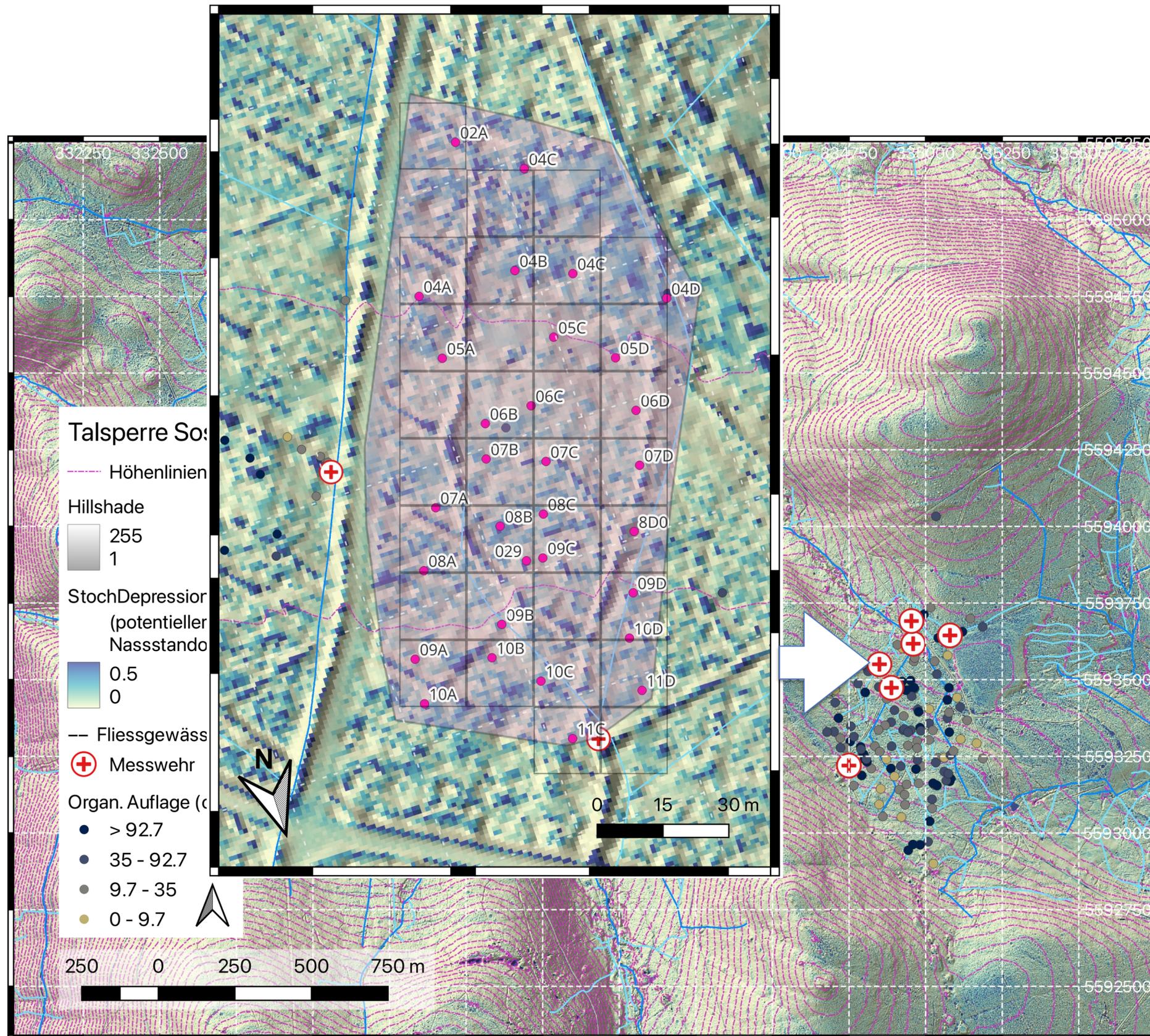
Messfelder



Messfeld 1

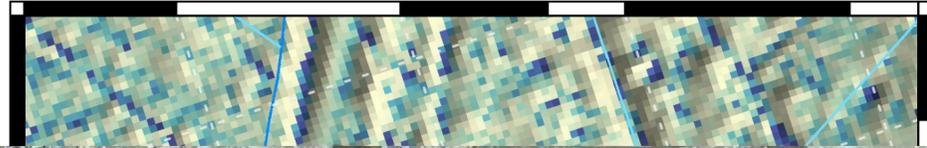
- direkte Nähe Friedrichsheider Moor
- Fichtenforst mit etlichem Totholz, Moosen und gestörter Moorfläche im Gebiet
- DOC in Pools und Abfluss

Messfelder



Messfeld 1

- direkte Nähe Friedrichsheider Moor
- Fichtenforst mit etlichem Totholz, Moosen und gestörter Moorfläche im Gebiet
- DOC in Pools und Abfluss

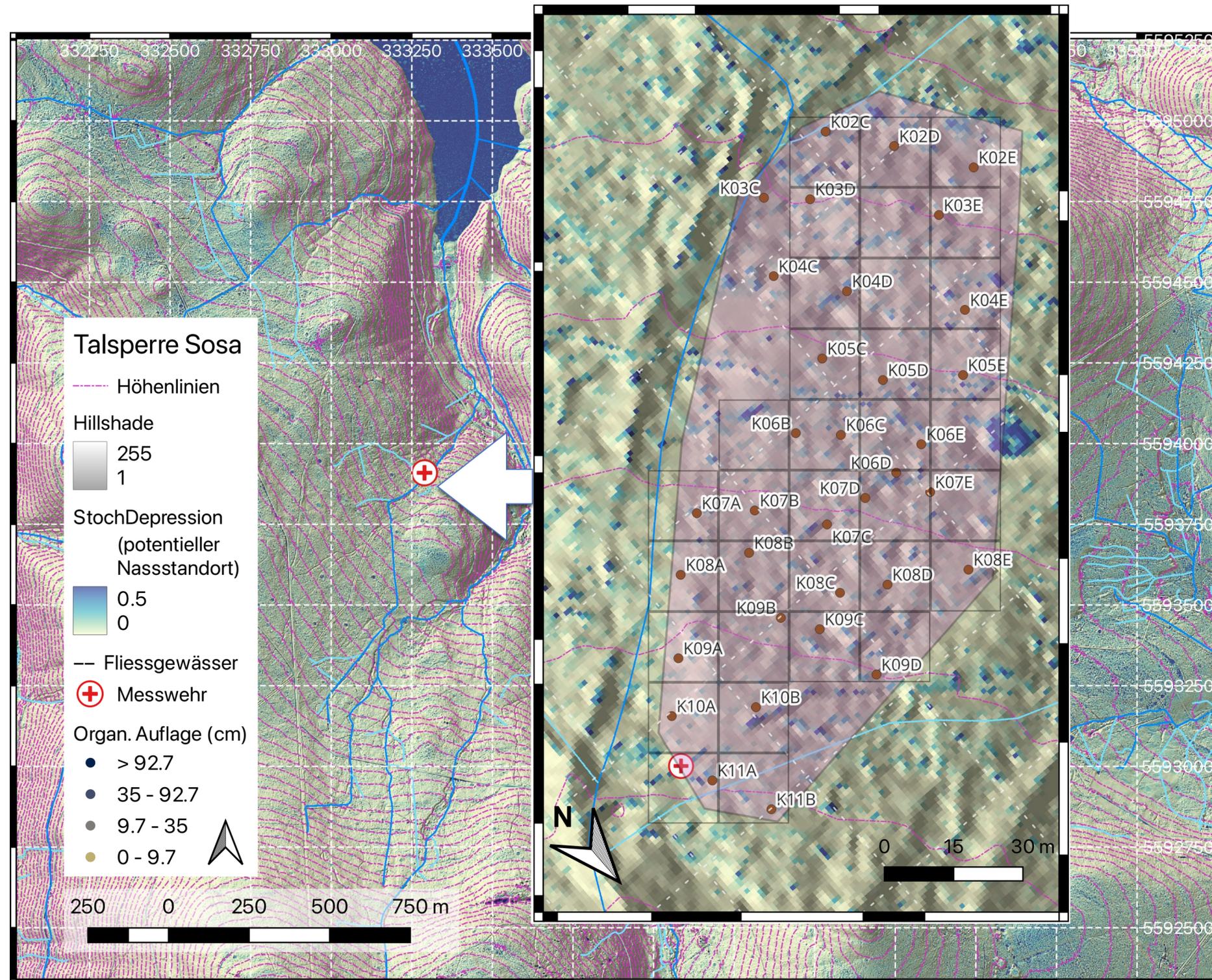


Messfelder

Messfeld 1

- direkte Nähe
Friedrichsheider Moor
- Fichtenforst mit
etlichem Totholz,
Moosen und gestörter
Moorfläche im Gebiet
- DOC in Pools und
Abfluss

Messfelder



Messfeld 2

- Westhang Kleine Bockau
- Fichtenforst mit Neuaufforstung, Buchen und moosigen Nassstandorten auf Hangschuh
- Mineralisch dominiert, mit organischen Auflagen

Messfelder

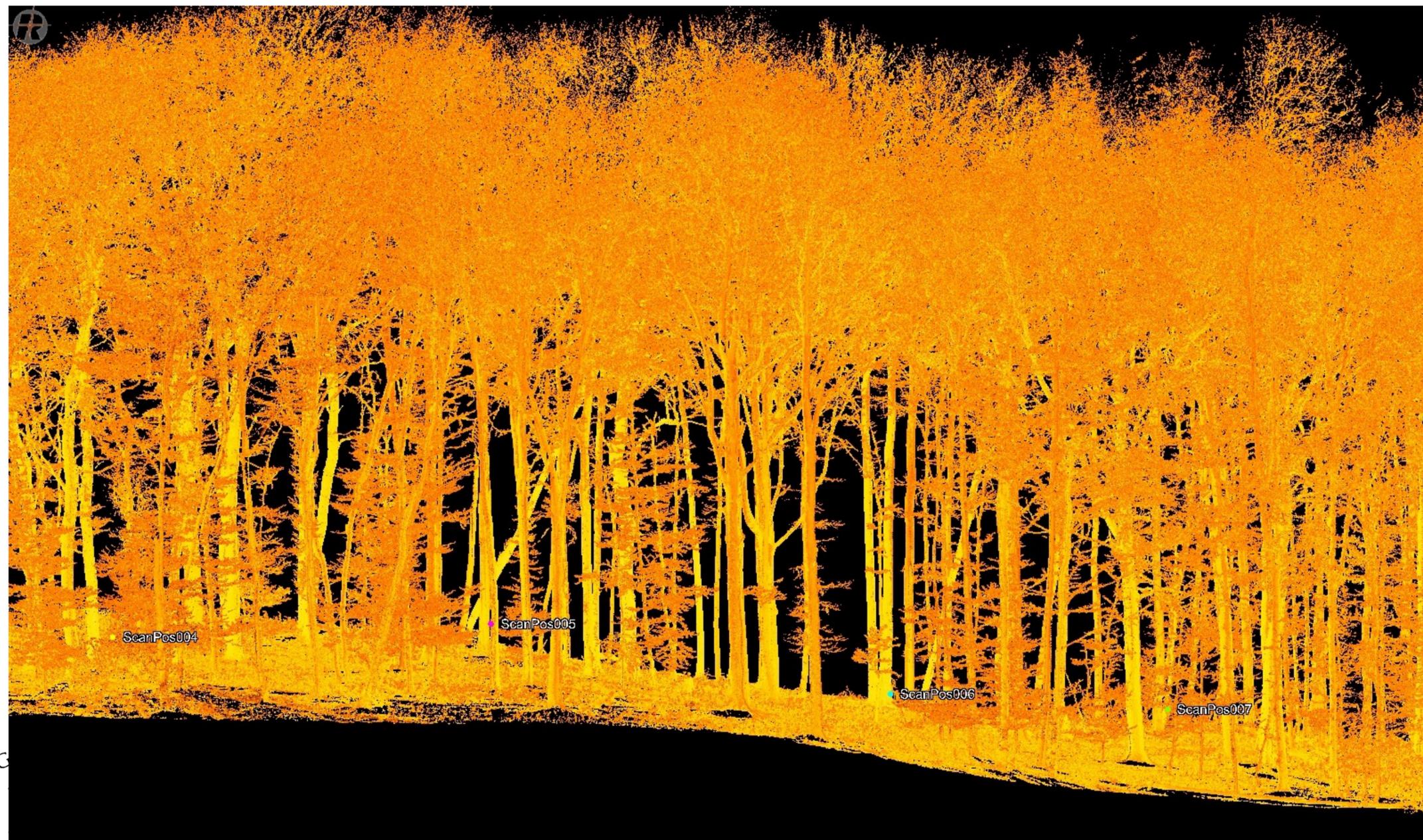


Messfeld 2

- Westhang Kleine Bockau
- Fichtenforst mit Neuaufforstung, Buchen und moosigen Nassstandorten auf Hangschuh
- Mineralisch dominiert, mit organischen Auflagen

Zusätzlich geplant

Lidar+Multispektral Scan mind. der Transekte in den Messfeldern

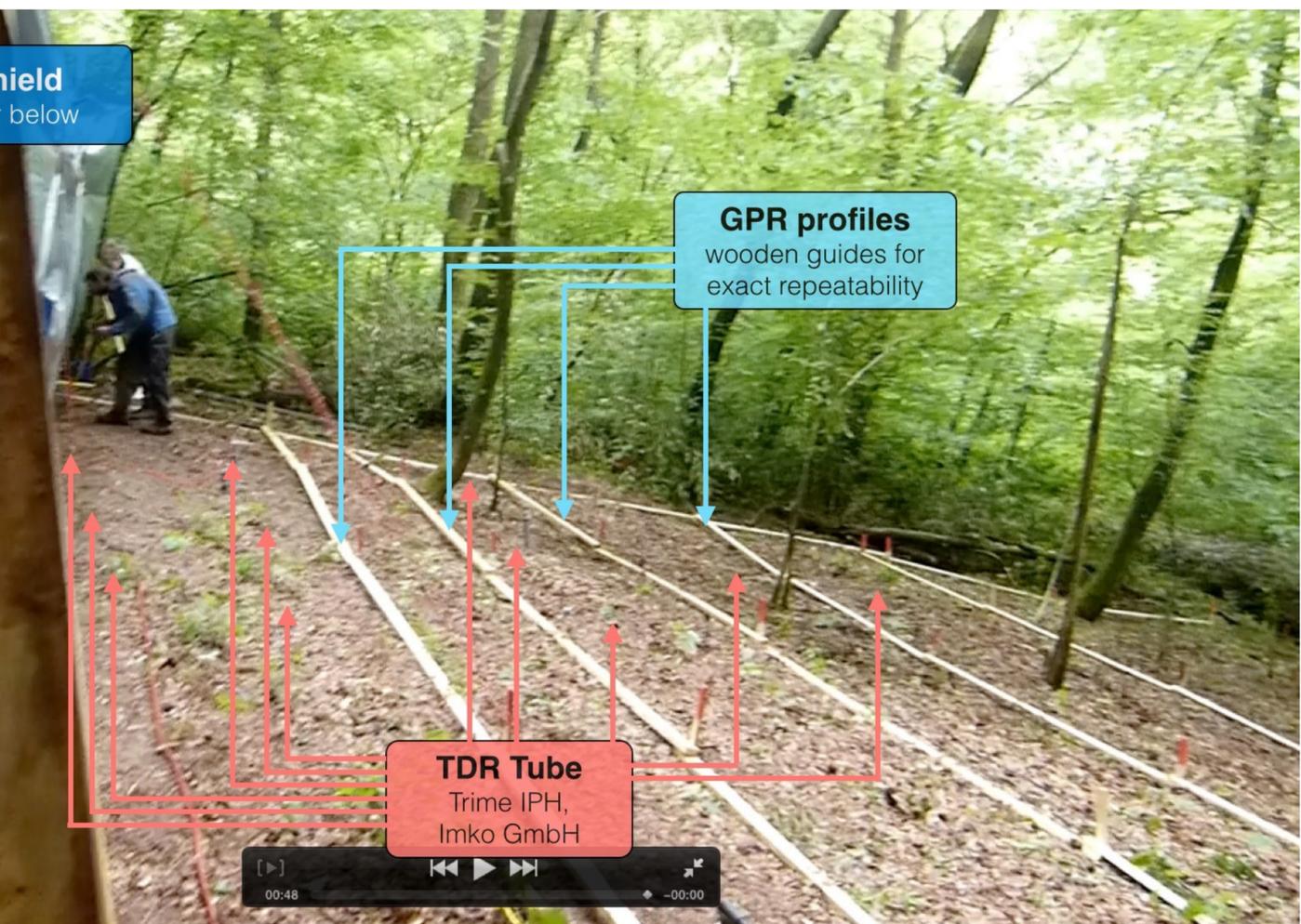
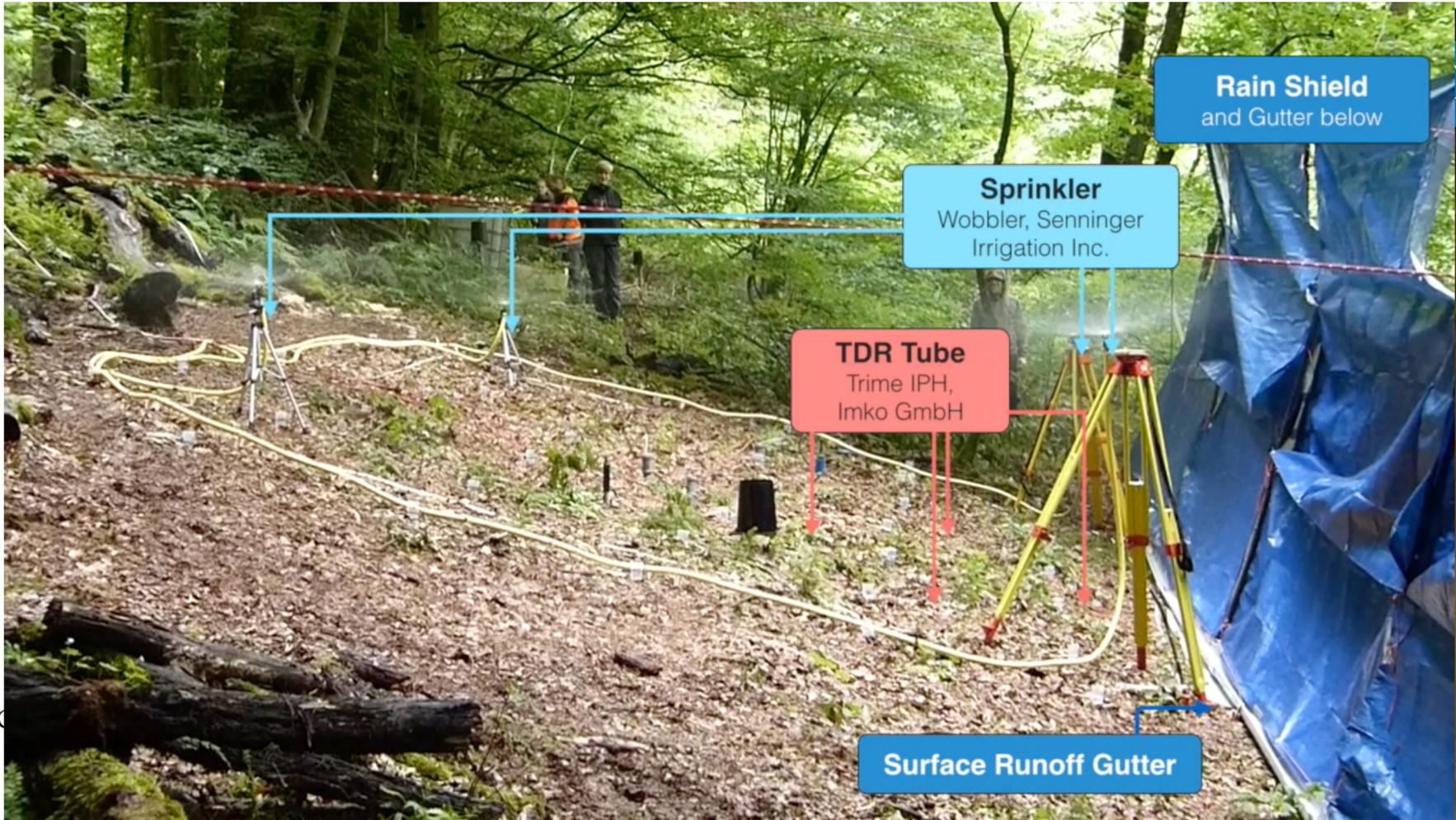
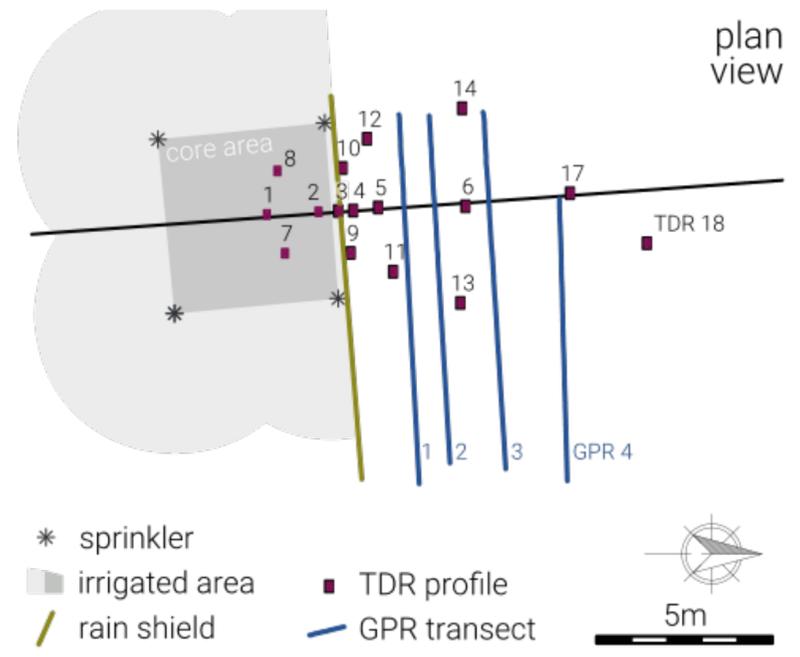


- sehr detaillierte Daten von Mikrorelief, Vegetation, Vegetationszustand
- Grundlage für verschiedene Modellierungen (hydrolog. Prozesse, standörtl. Eigenschaften, ...)

Beregnungsexperimente

Hangskale auf ca. 120 m² beider Messfelder

- vertikale & laterale (präferenzielle) Fließpfade
- GPR-inferred Trenches
- Probennahme in Trench für Schichtenwasser
- verteilte TDR Profile



Einbettung & Ausblick

2 unterschiedliche Nassstandorte

- Mobilisierungsdynamik
und -mengen im Detail
- Eventbezogenes
Verständnis

Für die “großen Fragen”:

- Pilotstudie zur Schärfung
der Hypothesen
- Szenarien für
Anpassungsmaßnahmen
genauer eingrenzen