Wasserforschung im kleinen Riesen: Was machen diese Wissenschaftler da???

ISODRONES

DFG Deutsche Forschungsgemeinschaft

Technische Universität Braunschweig

Wasserforschung im kleinen Riesen: Was machen diese Wissenschaftler da???

A. Iraheta[1], C. Rohde[2], R. Riedel[1], M. Gerchow[1], J. Hoppenbrock[1,3], M. Bücker[3], John D. Marshall, M. Dubbert[2], Matthias Beyer[1]

[1] TU Braunschweig - Institut für Geoökologie
[2] ZALF - Leibniz Centre for Agricultural Landscape Research, Muencheberg, Germany
[3 4] CAU Christian-Albrechts-Universität zu Kiel

CAU Christian-Albrechts-Universität zu Kiel

Technische Universität Braunschweig

zalf

ISODRONES

DFG Deutsche Forschungsgemeinschaft

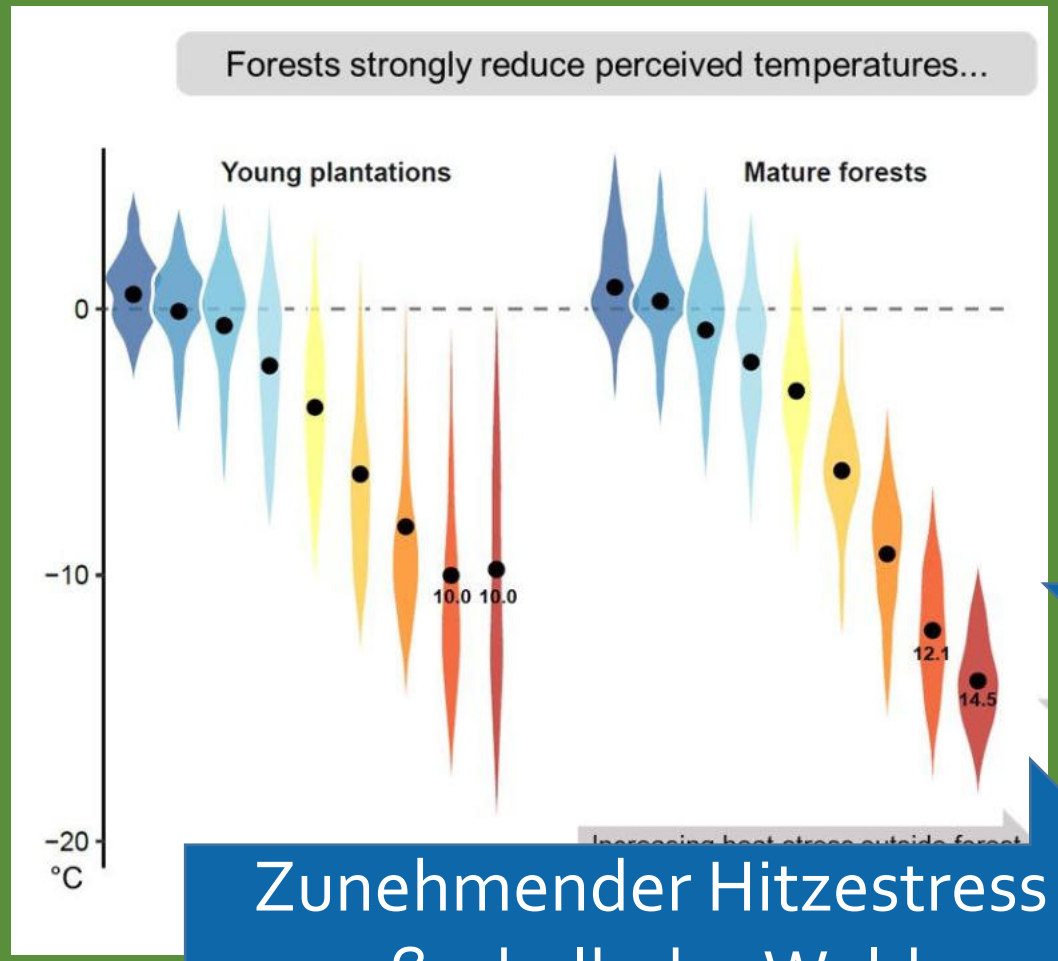
Technische Universität Braunschweig

Wer sind wir?

ISODRONES

isodrones.com
Isodrones Project
@Isodronesproject

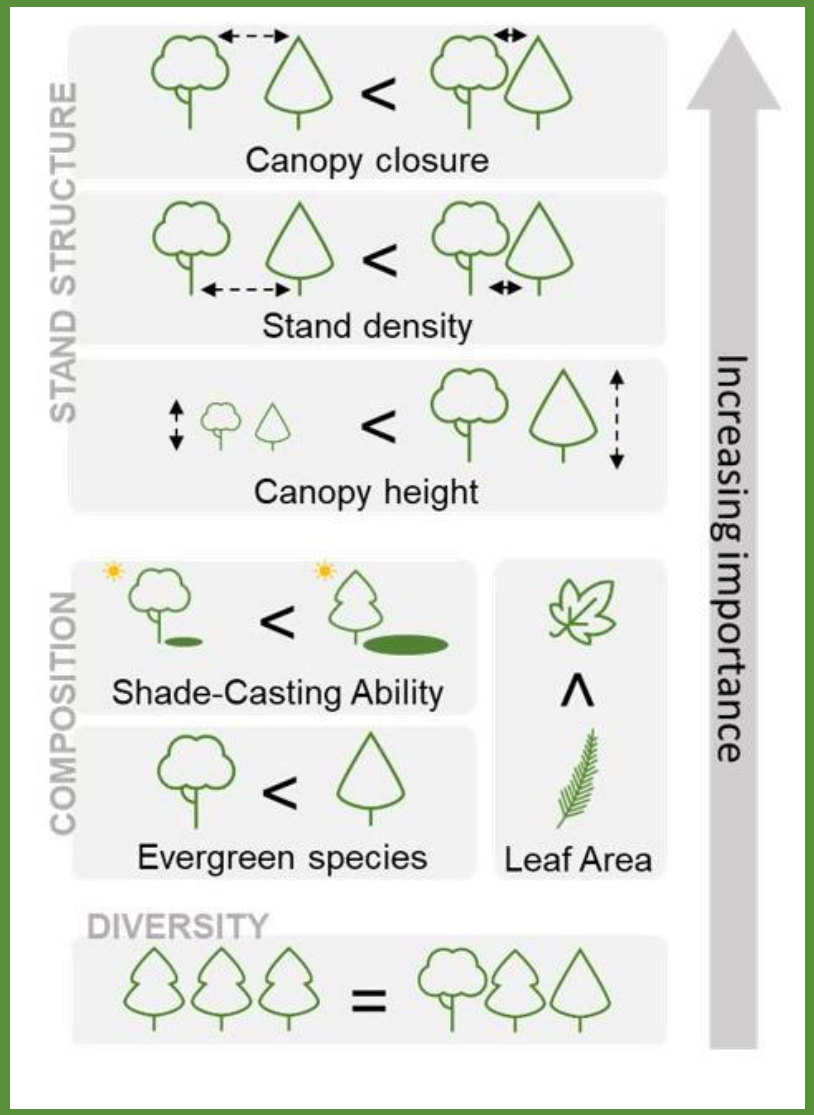
Wälder regulieren unser Klima….



Zunehmender Kühlungseffekt

Zunehmender Hitzestress außerhalb des Waldes

[Source: Gillerot et al., 2022]



[Source: Gillerot et al., 2022]

…aber sie benötigen ausreichend Wasser…

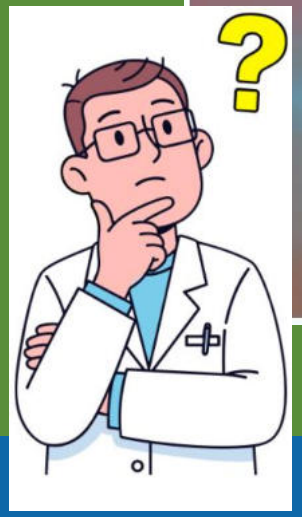
Das Klimadilemma

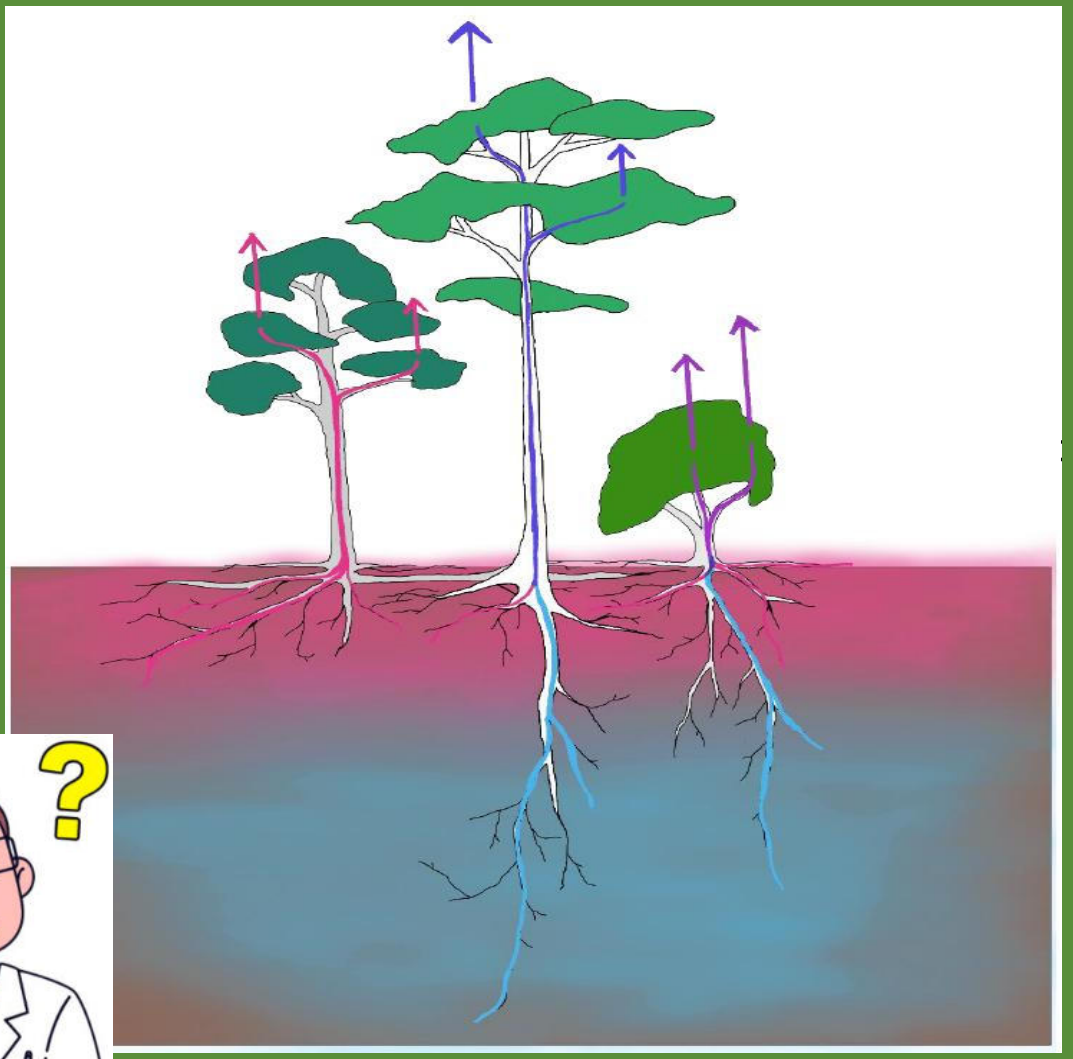
Temperatur ↑ +

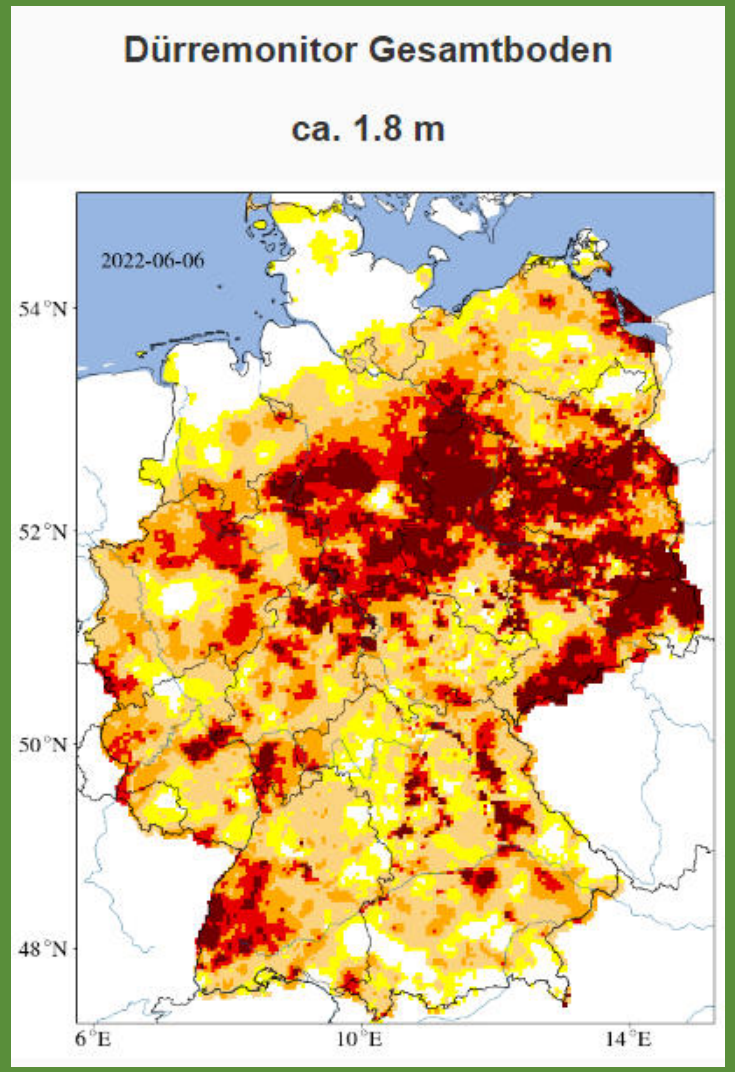
Niederschlag ↓ +

Extreme ↑ +

Flachwurzler







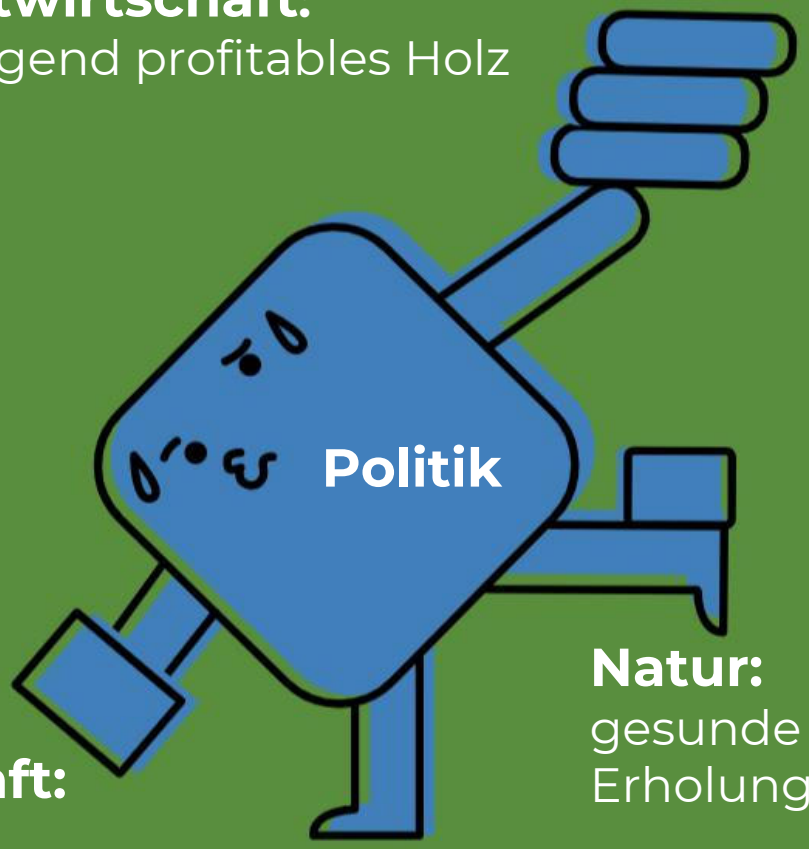
Der Klimawandel betrifft uns alle…was denkt ihr sind wirksame Maßnahmen, um unsere Wälder und Felder besser anzupassen?

a) Wir müssen andere Baumarten/Feldfrüchte pflanzen
b) Wir müssen den Wald sich selbst überlassen
c) Wir müssen technische Innovationen einsetzen (z. B. präzise Bewässerung, Sensorik, Digitalisierung)
d) Ich glaube nicht, dass der Klimawandel ein Problem darstellt
e) Wir müssen Ökosysteme vielfältiger machen (mehr Arten, Agroforst, Mischwälder)

Bitte diesen code mit der Smartphone-Kamera scannen und antworten!

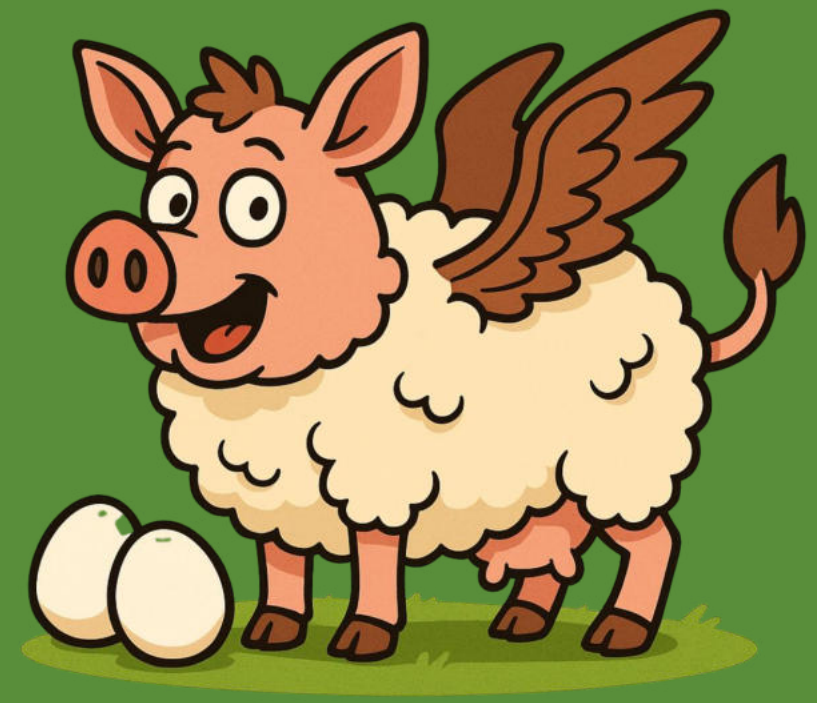
Anforderungen an Wälder

Forstwirtschaft:
genügend profitables Holz



Natur:
gesunde Wälder,
Erholung

Wasserwirtschaft:
Ausreichende
Grundwasserneubildung



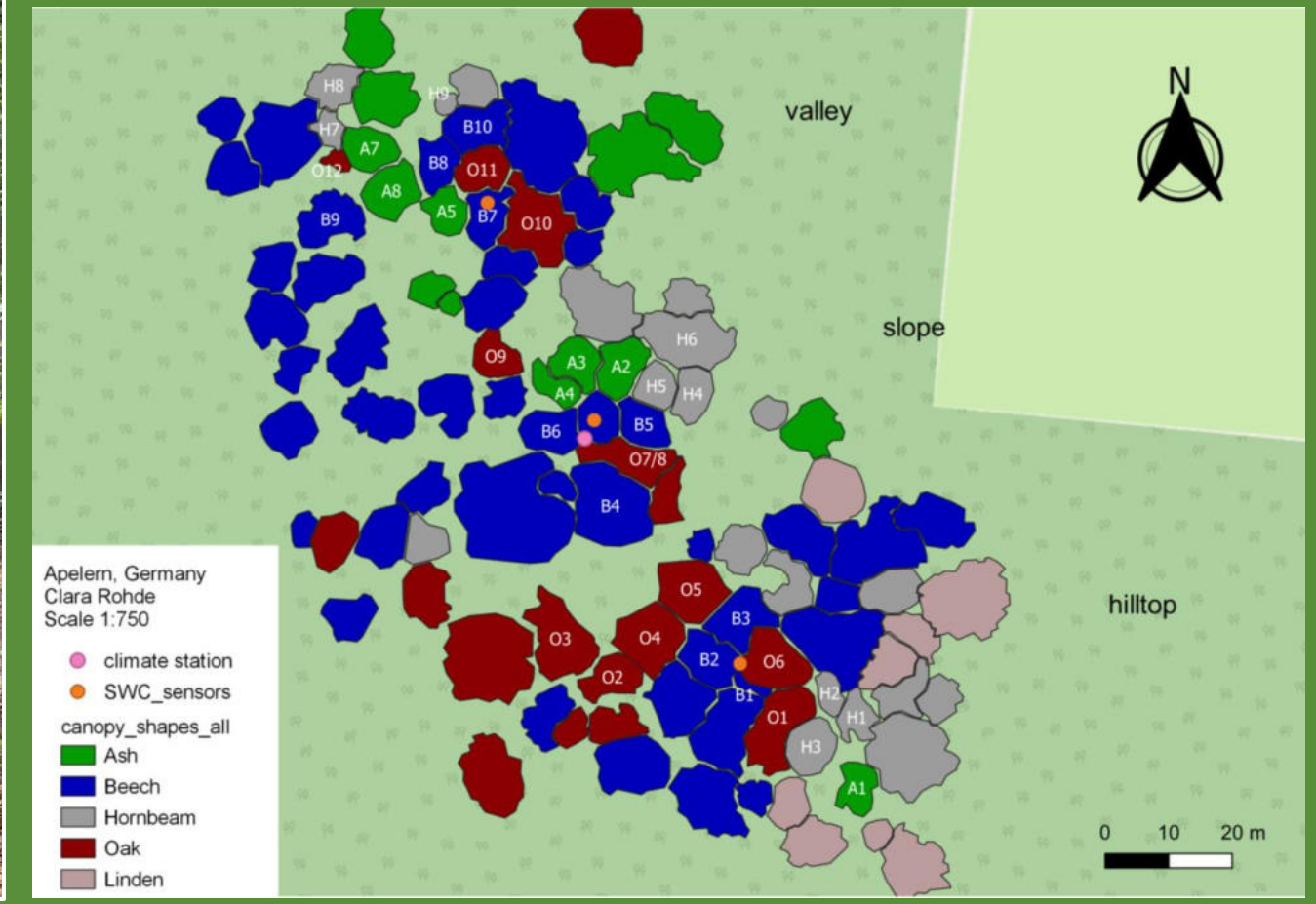
DIE EIERLEGENDE WOLLMILCHSAU

Was wollen die denn in Apelern???

- Wie geht es naturnahen Mischwäldern nach den Trockenjahren?
- Welche Prozesse laufen ab??
- Was können wir für die Zukunft daraus lernen?

Hier wird
geforscht...!
ISODRONES
DFG
SCAN ME

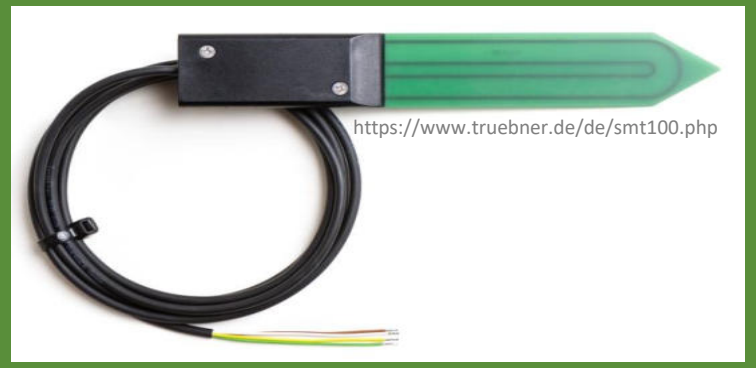
Methoden


valley
slope
hilltop
N
H8
H9
H7
O12
A7
B10
B8
O11
A8
A5
B7
O10
B9
H6
O9
A3
A2
A4
H5
H4
B6
B5
O7/8
B4
O5
B3
O3
O4
B2
O6
O2
B1
H2
O1
H1
H3
A1
Apelern, Germany
Clara Rohde
Scale 1:750
climate station
SWC_sensors
canopy_shapes_all
Ash
Beech
Hornbeam
Oak
Linden
0
10
20 m

Methoden: Bodenfeuchtemonitoring

Wie hoch ist die Wasserverfügbarkeit im Boden?

Wassergehalt



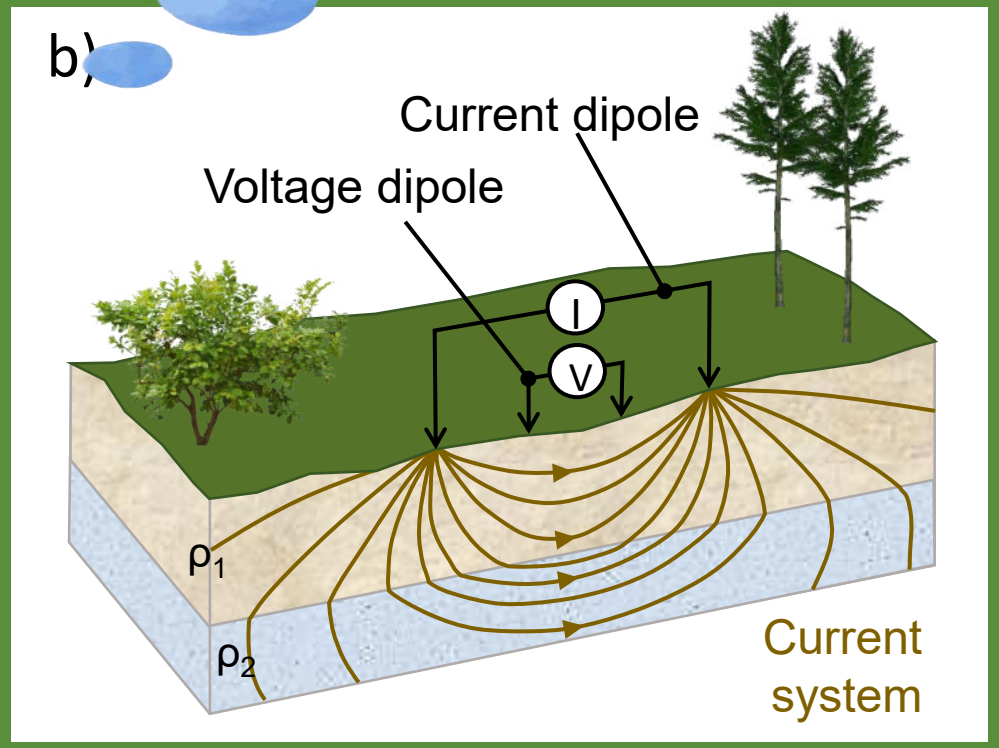
Saugspannung im Boden

Methoden: Bodenfeuchtemonitoring

Geophysikalische Methoden: ERT

Räumliche Verteilung von Wasser im Boden?

Geologie?



Methoden: Infiltrationsexperimente

Nutzen die Bäume tiefes Wasser?

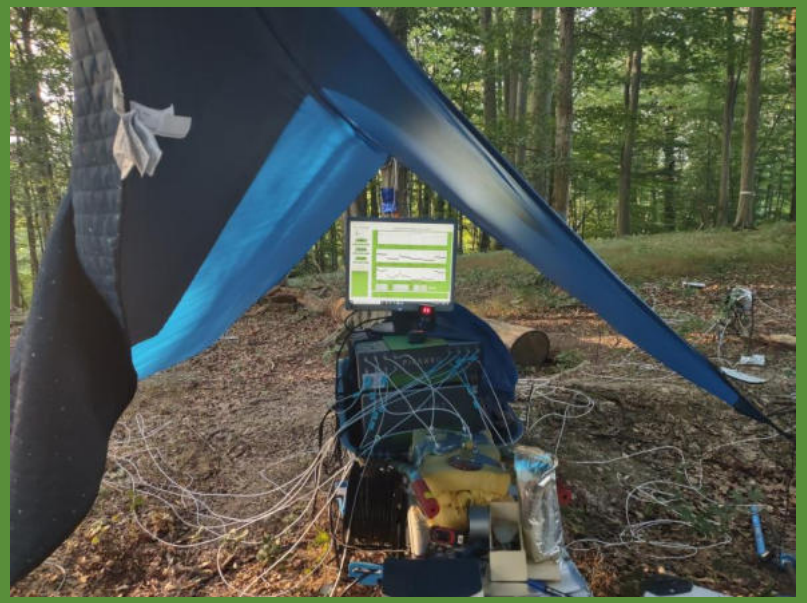
Wird Wasser im Boden umverteilt?

Welche Arten?

Wieviel?

Methoden: Wasserisotope

Aus welchen Bodentiefen beziehen die Bäume ihr Wasser?



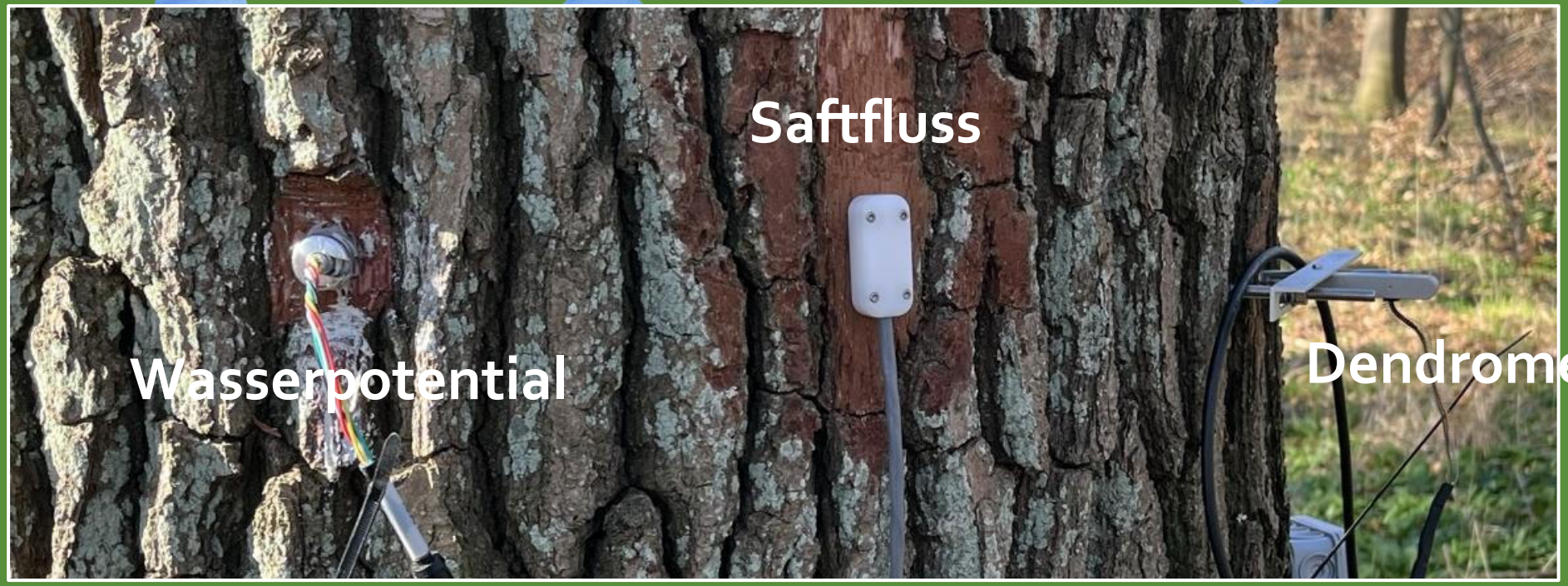
Stem borehole & tubing **Soil membranes** **Valve unit** **Field deployment**

Methoden: Baummonitoring

Sind die Bäume gestresst?

Wieviel Wasser nutzen die Bäume?

Wieviel wachsen die Bäume?



Ergebnisse: Wasser und Boden

Regenmengen der vergangenen Jahre

Vor 2020: Dürrejahre

2020: 640 mm

2021: 670 mm

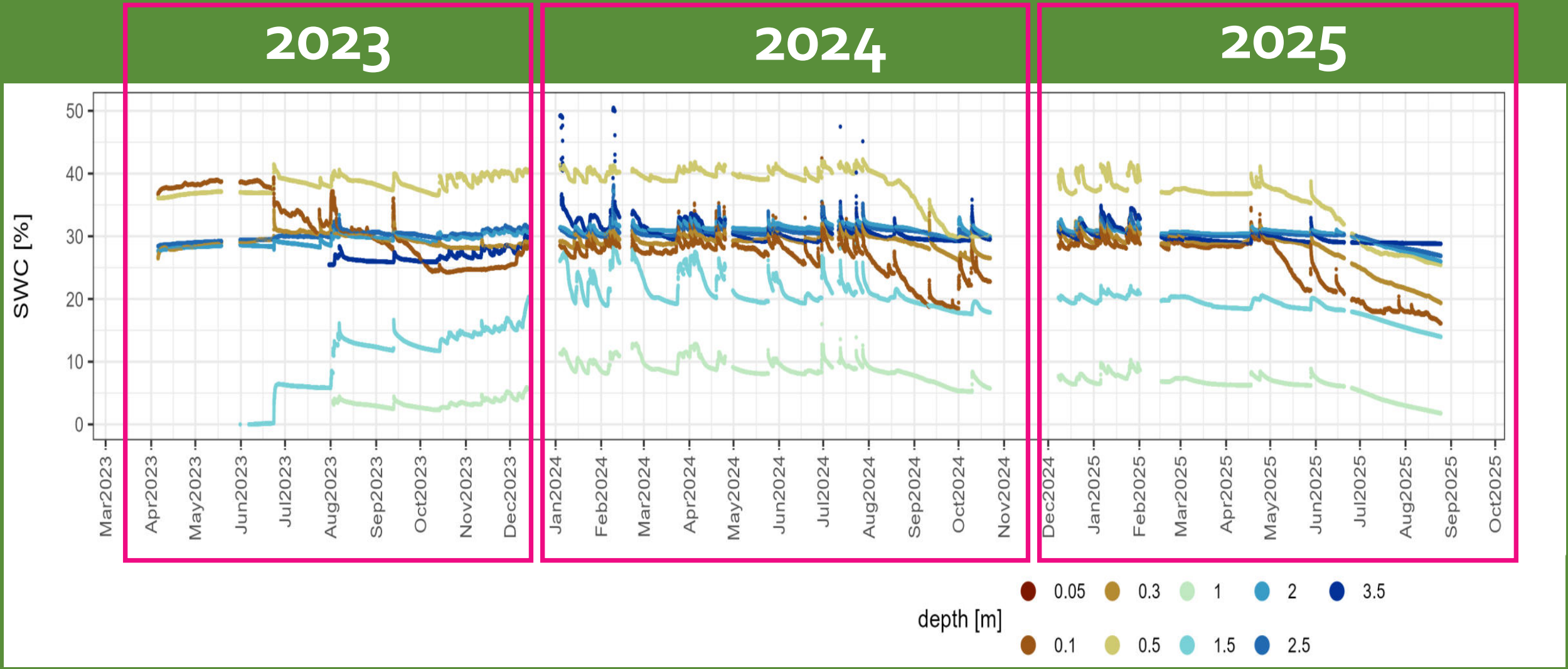
2022: 532 mm

2023: 1072 mm

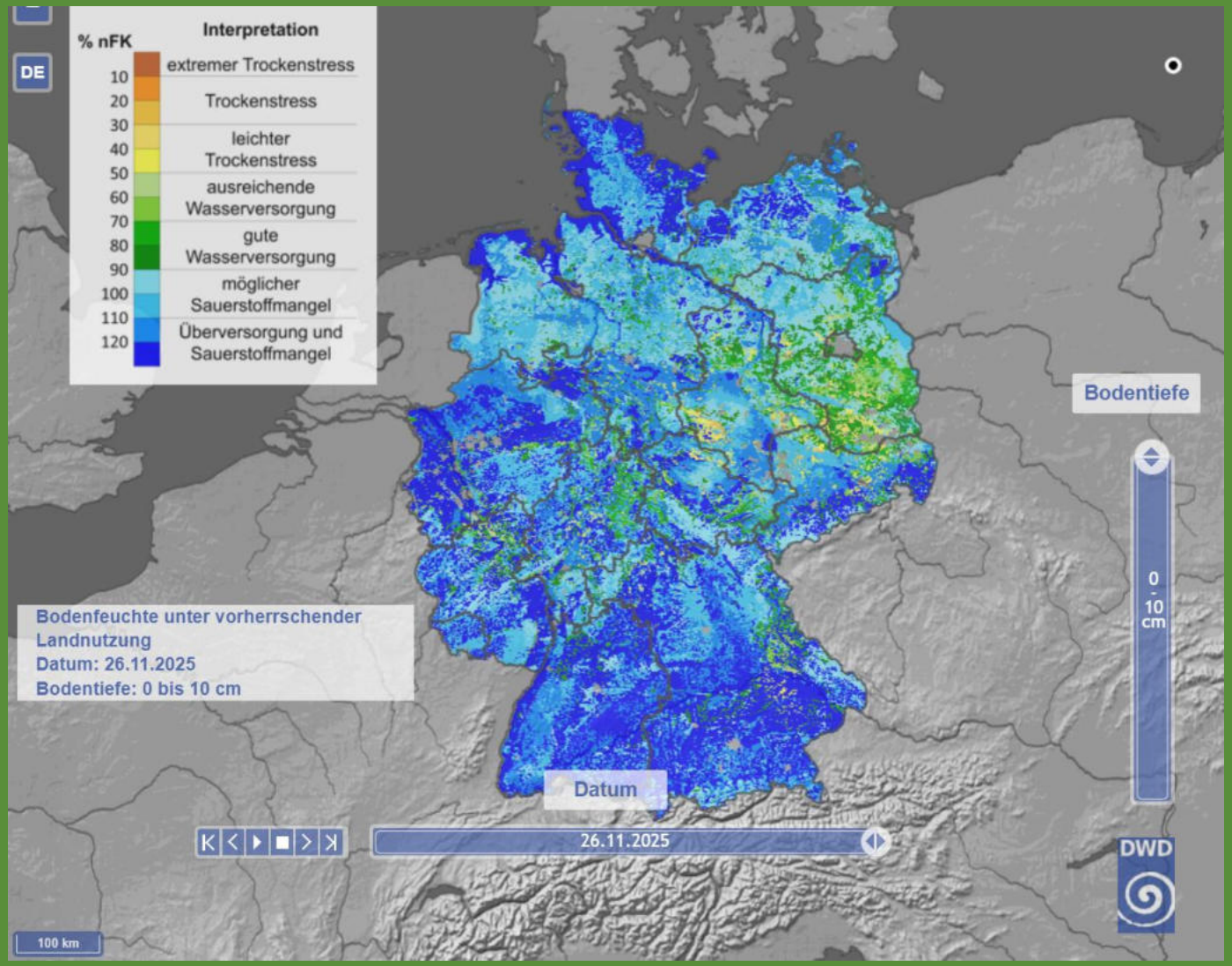
2024: 923 mm

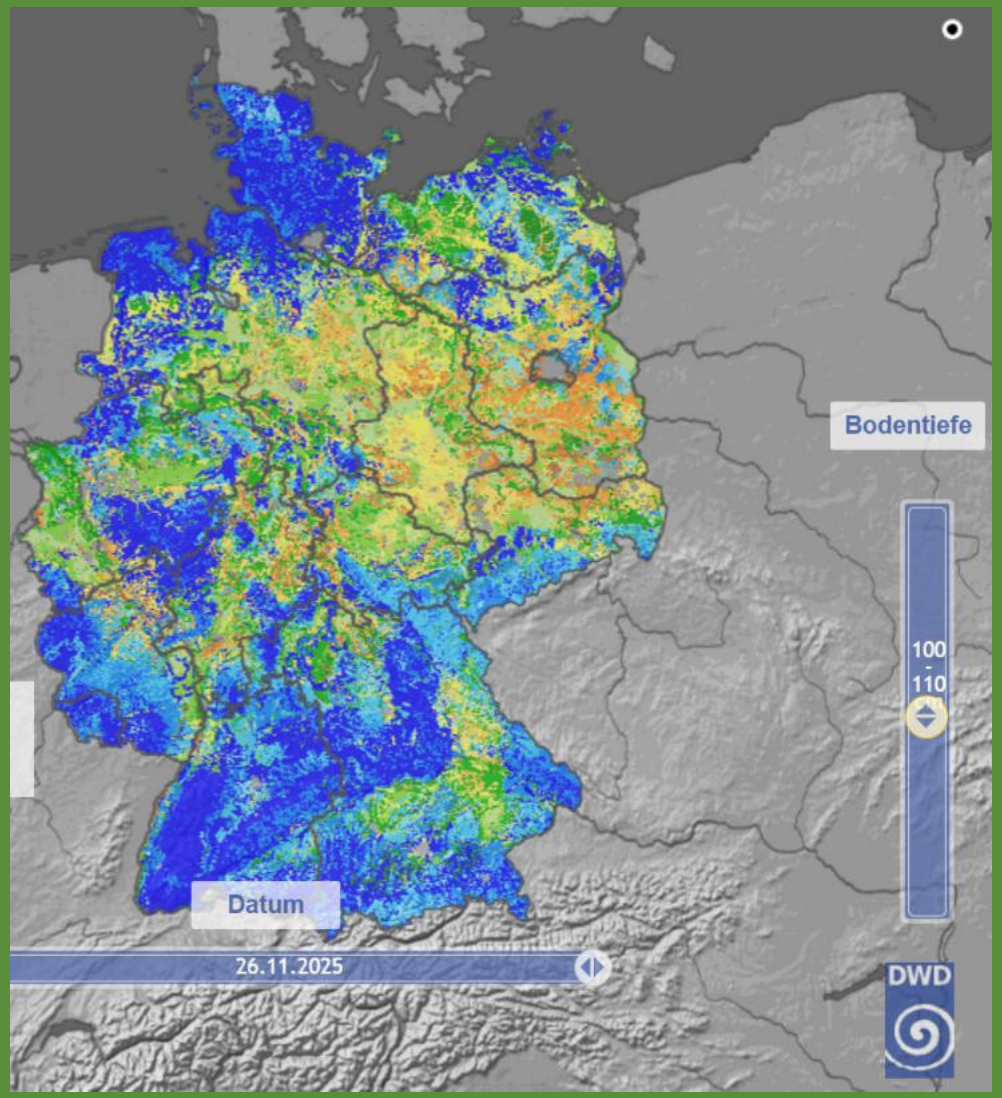
2025: 414 mm (bis 31.Oktober)

Bodenfeuchte

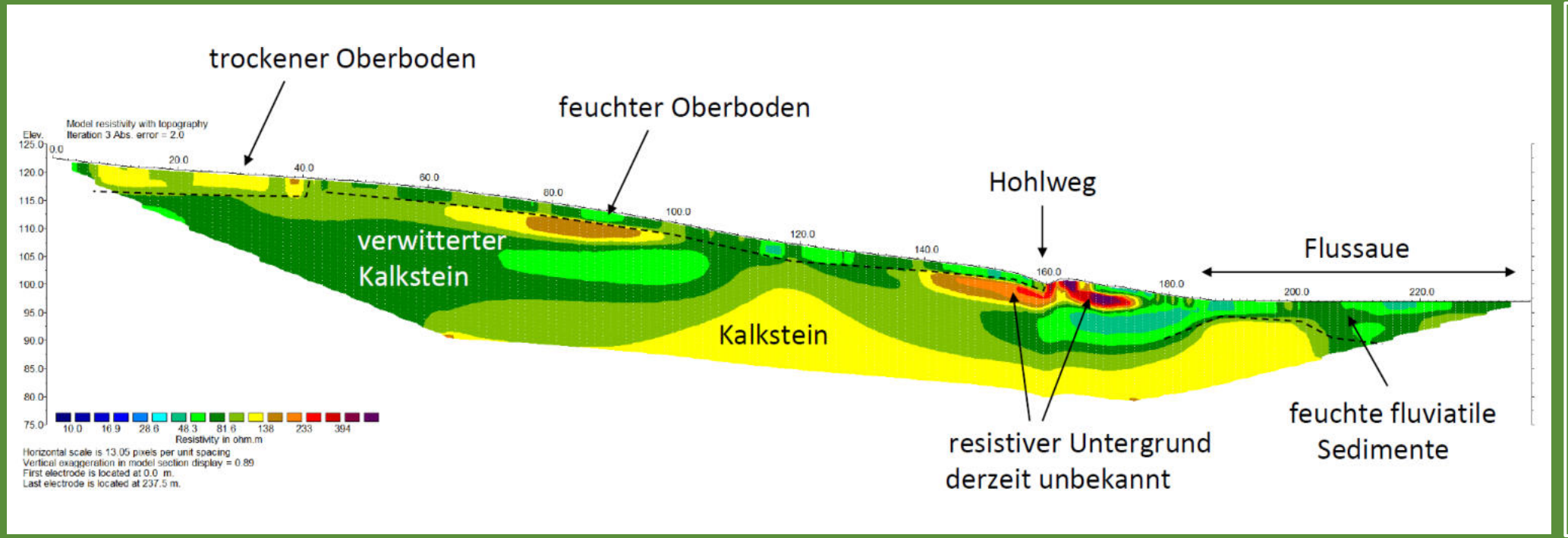


Bodenfeuchtviewer des DWD: www.dwd.de/Bodenfeuchteviewer





Geologie



- Boden: Sehr tonreich! Deckschichten ab 1 m → geringe Wasserdurchlässigkeit, Wurzeltiefe der Bäume begrenzt
- Staunässe im Untergrund möglich → mögen Bäume nicht immer

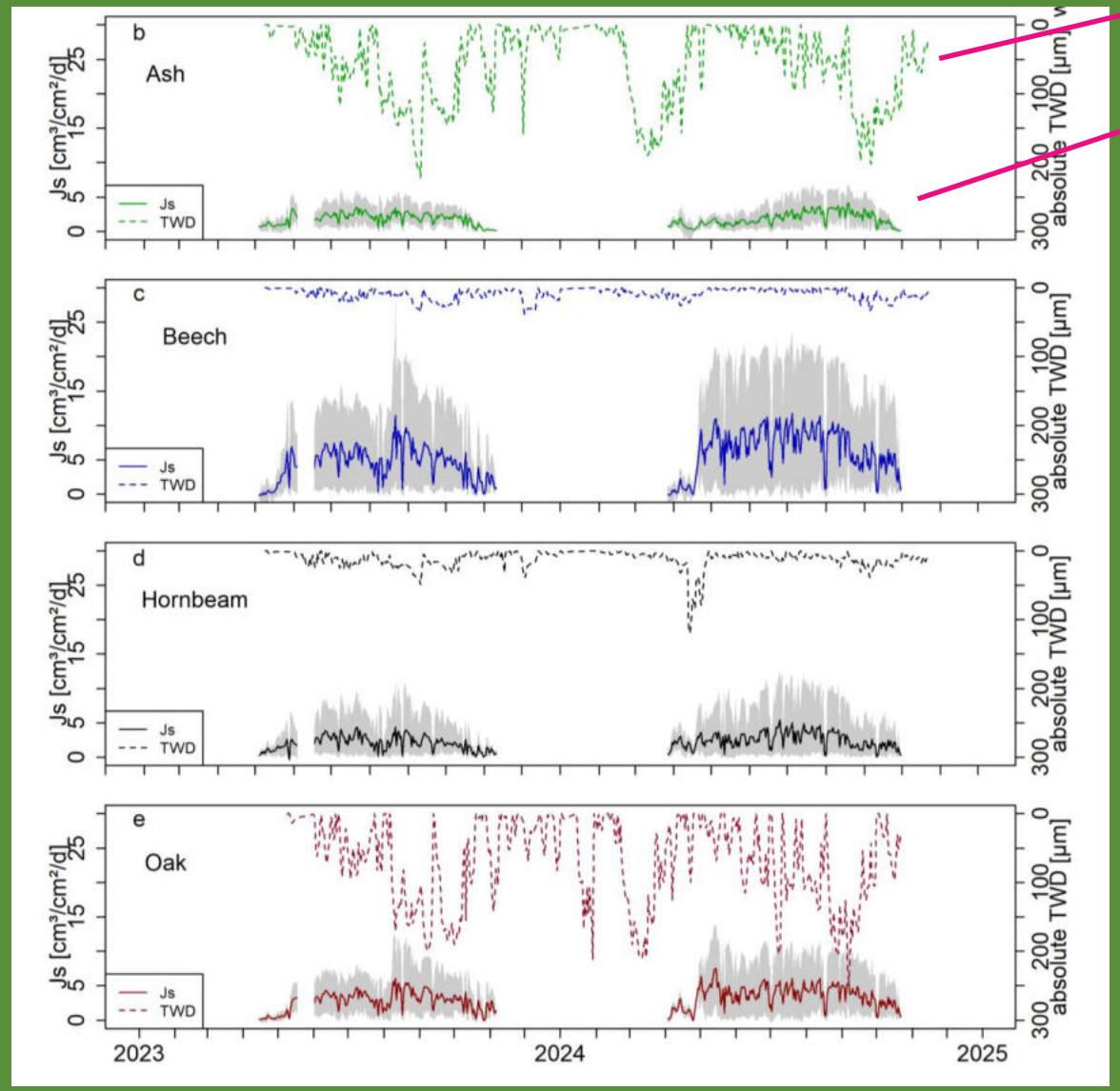
Bodenfeuchte

- Seit 2023: Auffüllung der Bodenwasserspeicher
- Teilweise undurchlässige Schichten ab 1m Bodentiefe → begrenzen Wurzeltiefe → erhöhtes Risiko für Bäume
- Einfluss der Wasseraufnahme bis 2m sichtbar
- Sehr tonreiche Böden
- Zu viel Wasser für Bäume in 2023 und 2024?
- Zweite Hälfte 2025: Trockenphase

Ergebnisse: Bäume

Wassernutzung der Bäume

Saftfluss



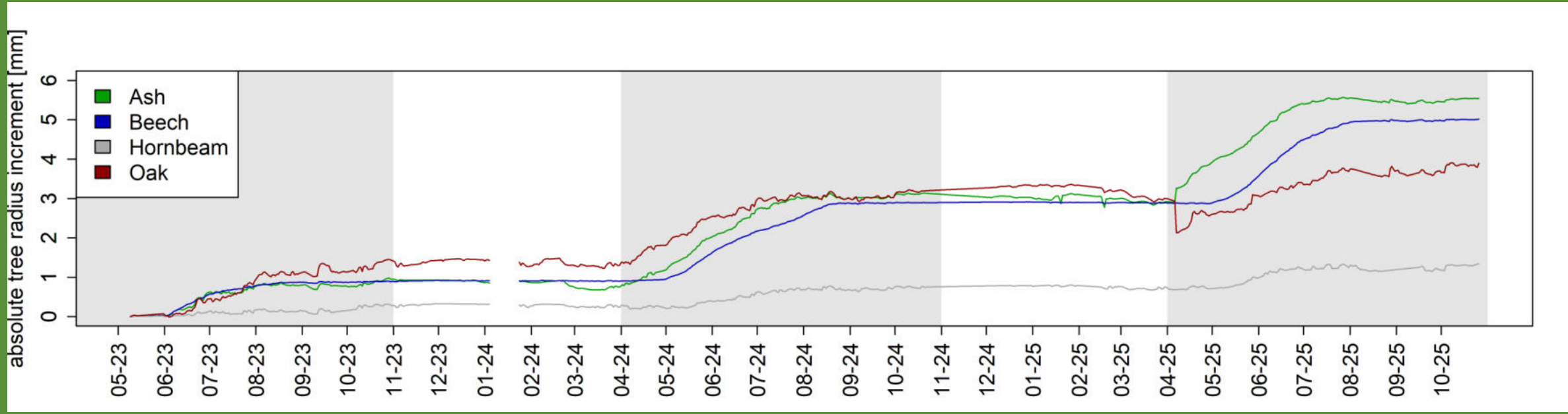
Stammwasserdefizit

Wassernutzung

- Buche nutzt meistes Wasser
- Hainbuche/Esche geringste Wassernutzung
- Esche und Eiche nutzen Stammwasserspeicher

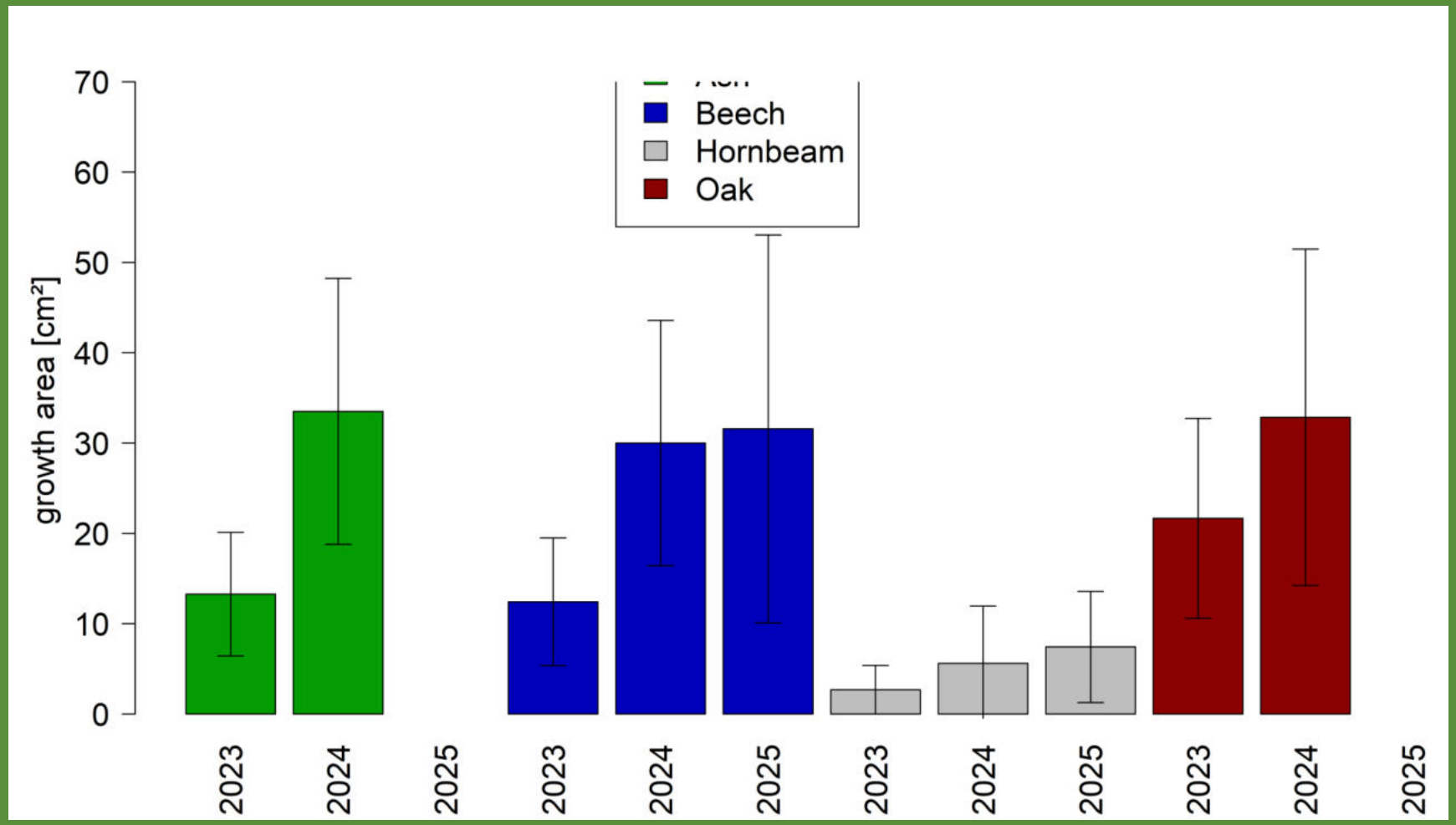
Baumwachstum

Dendrometer



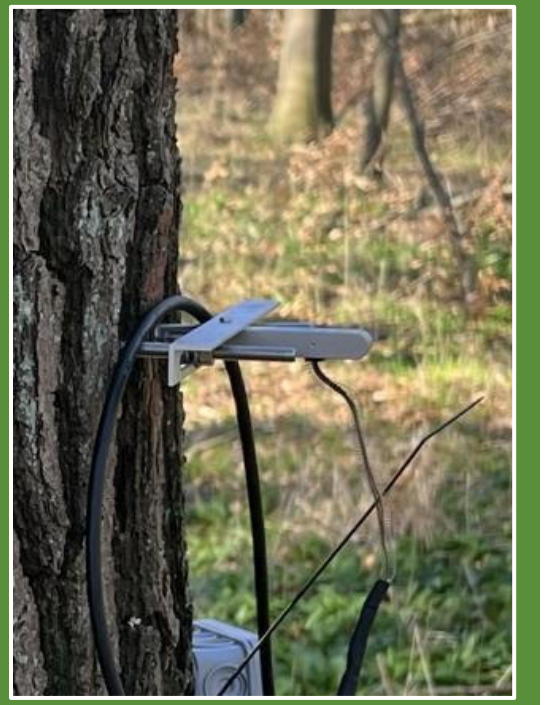
Baumwachstum

Dendrometer

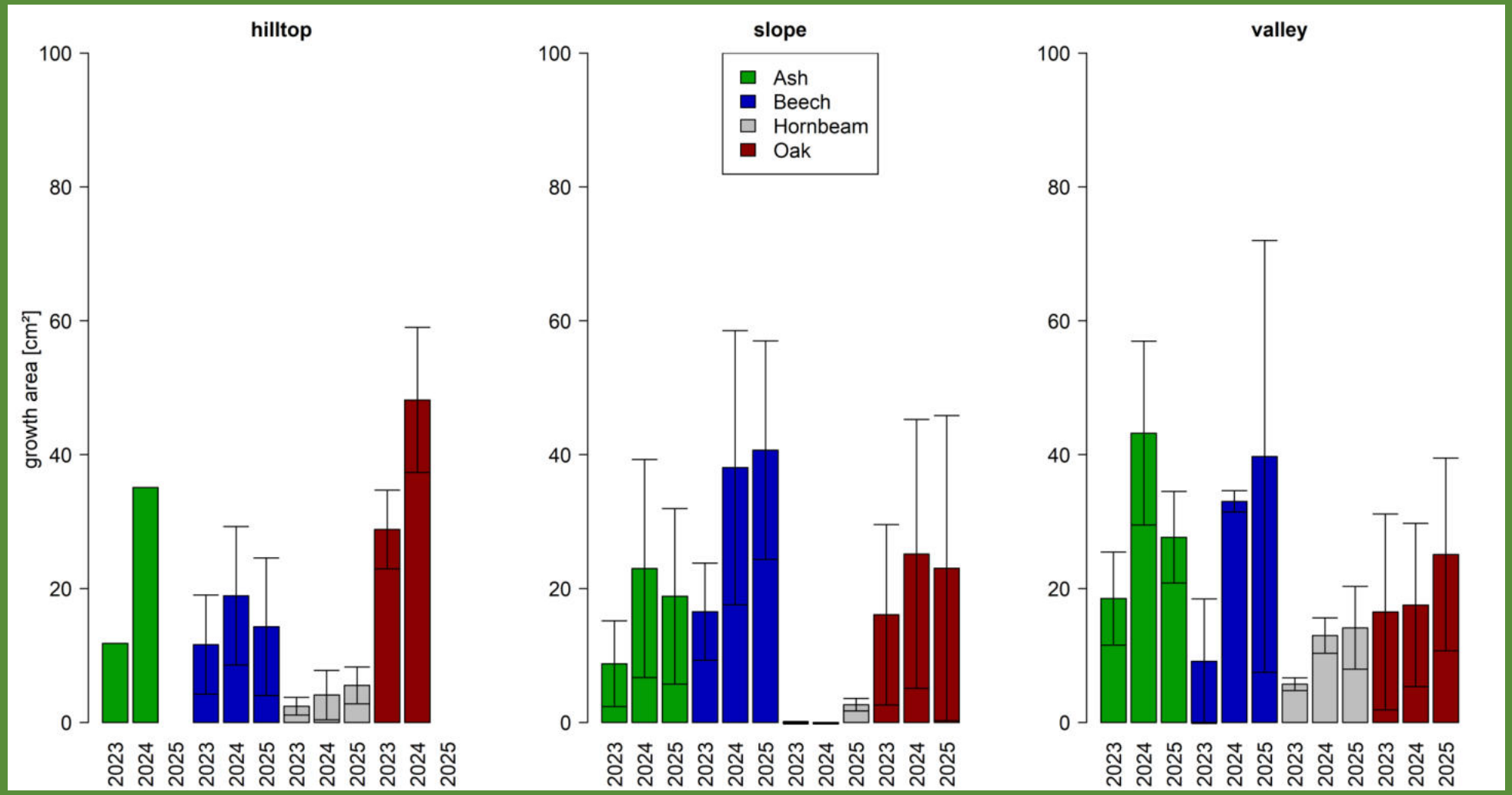


- Erholung seit 2024 bei allen Arten!

Baumwachstum

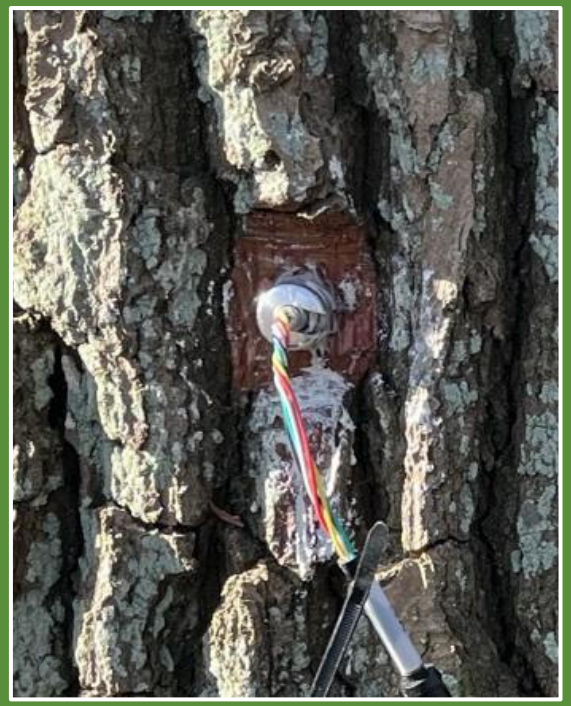


Dendrometer

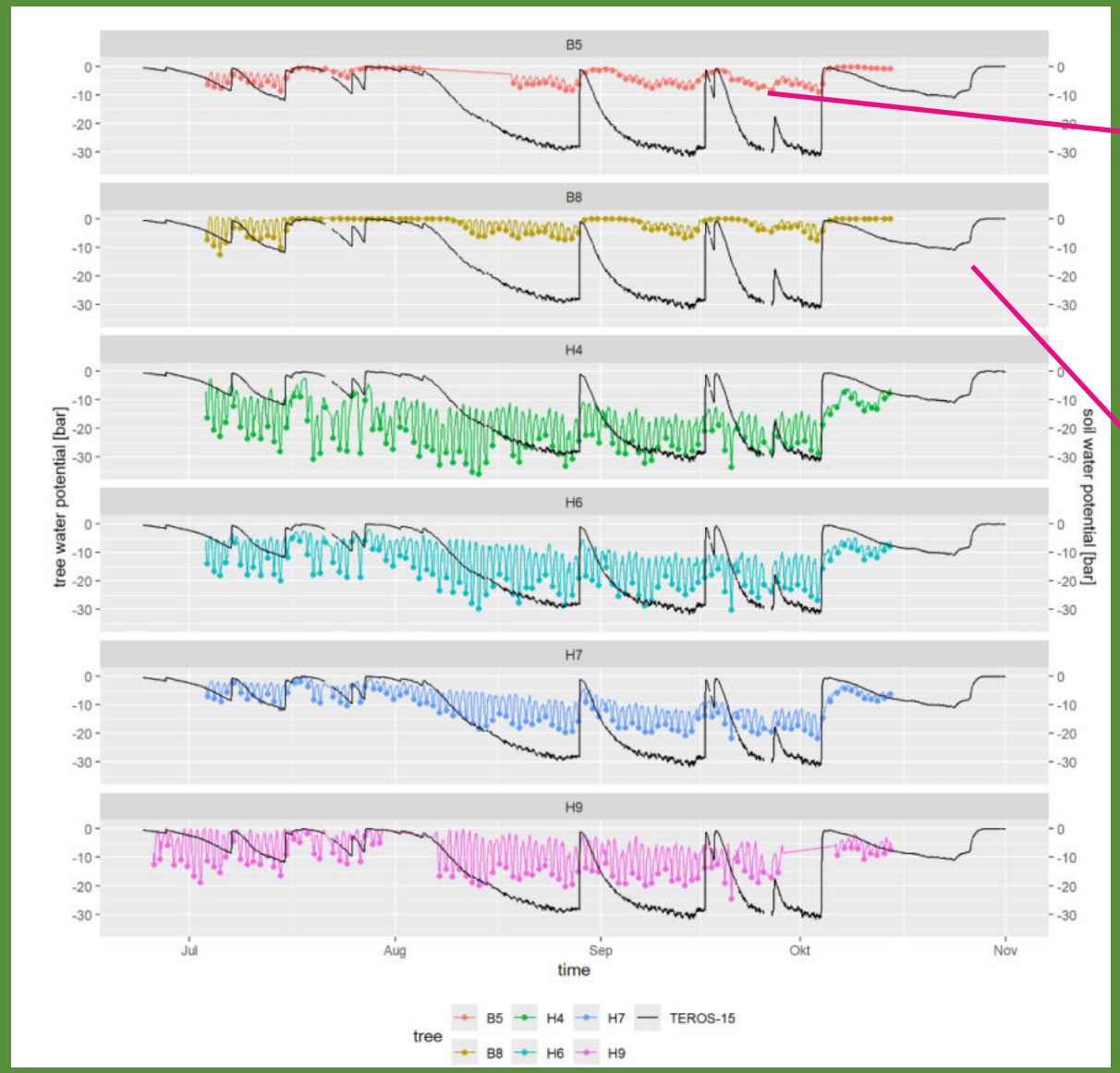


- Wachstum ist Hanglagenabhängig!

Wasserpotential



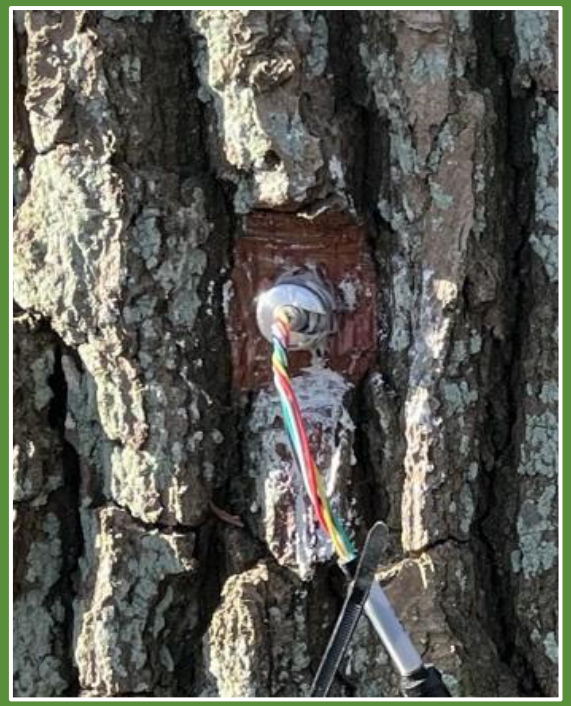
Wasserpotential



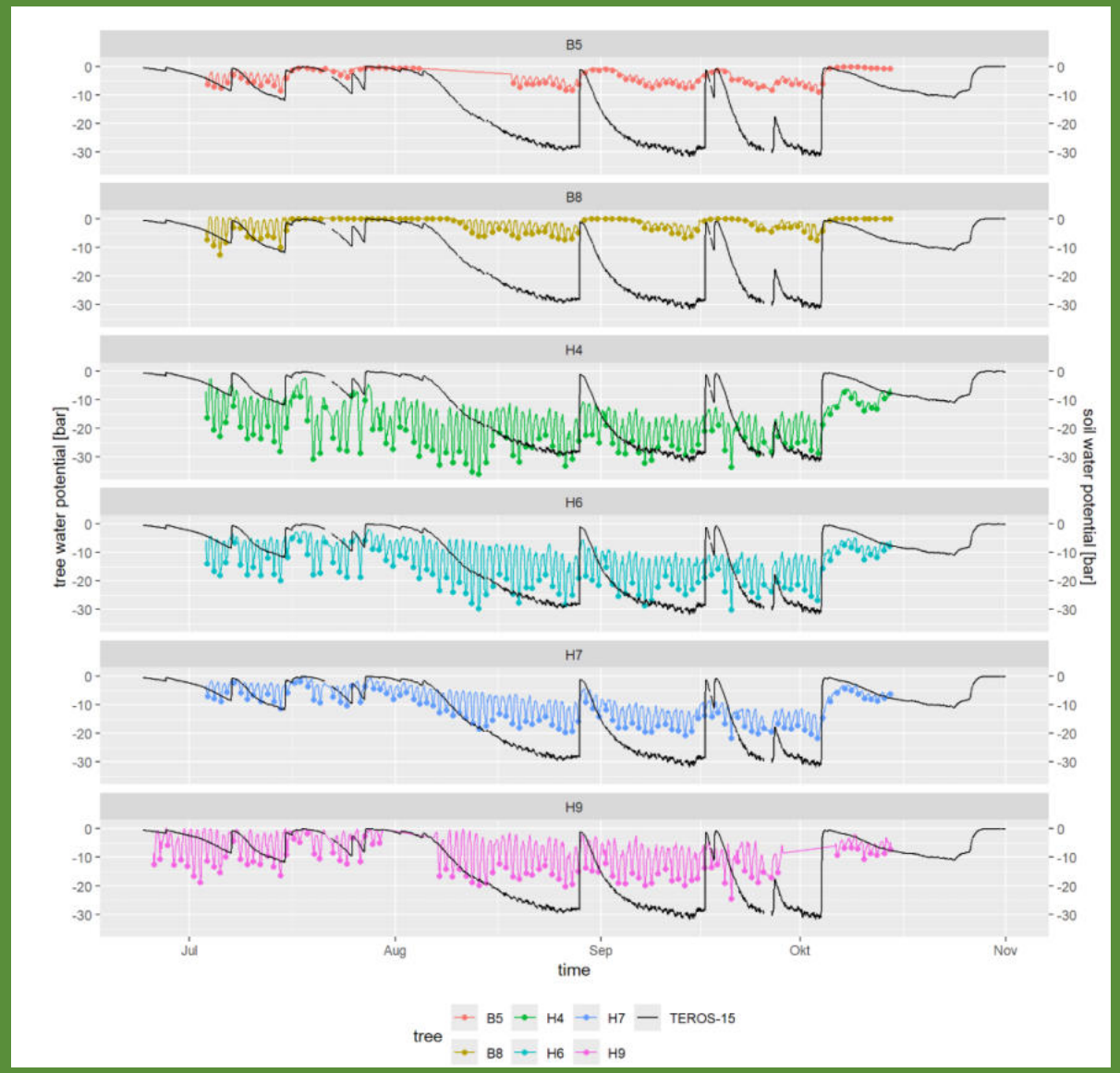
Je niedriger, desto mehr "saugt" die Pflanze

Saugspannung des Bodens

Wasserpotential

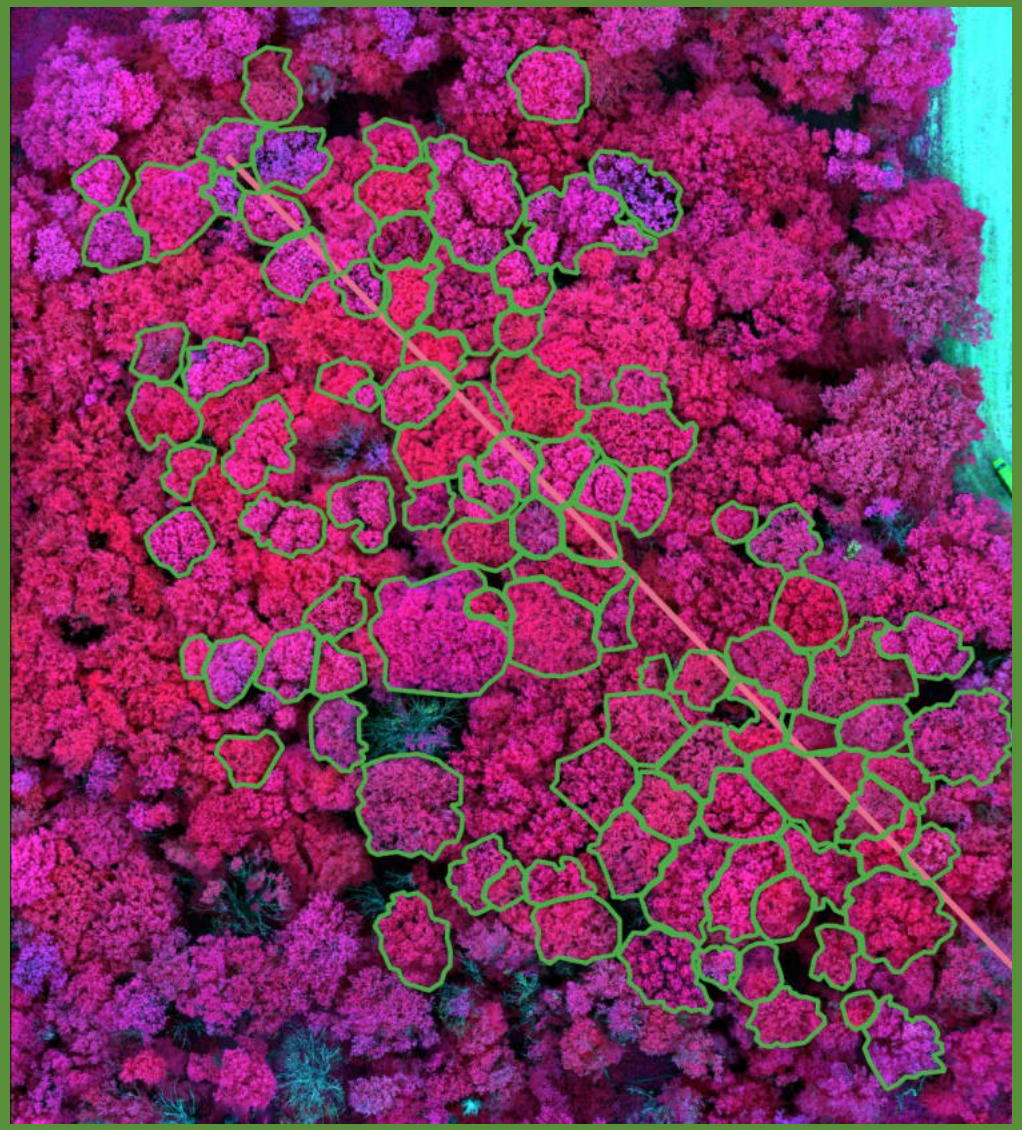


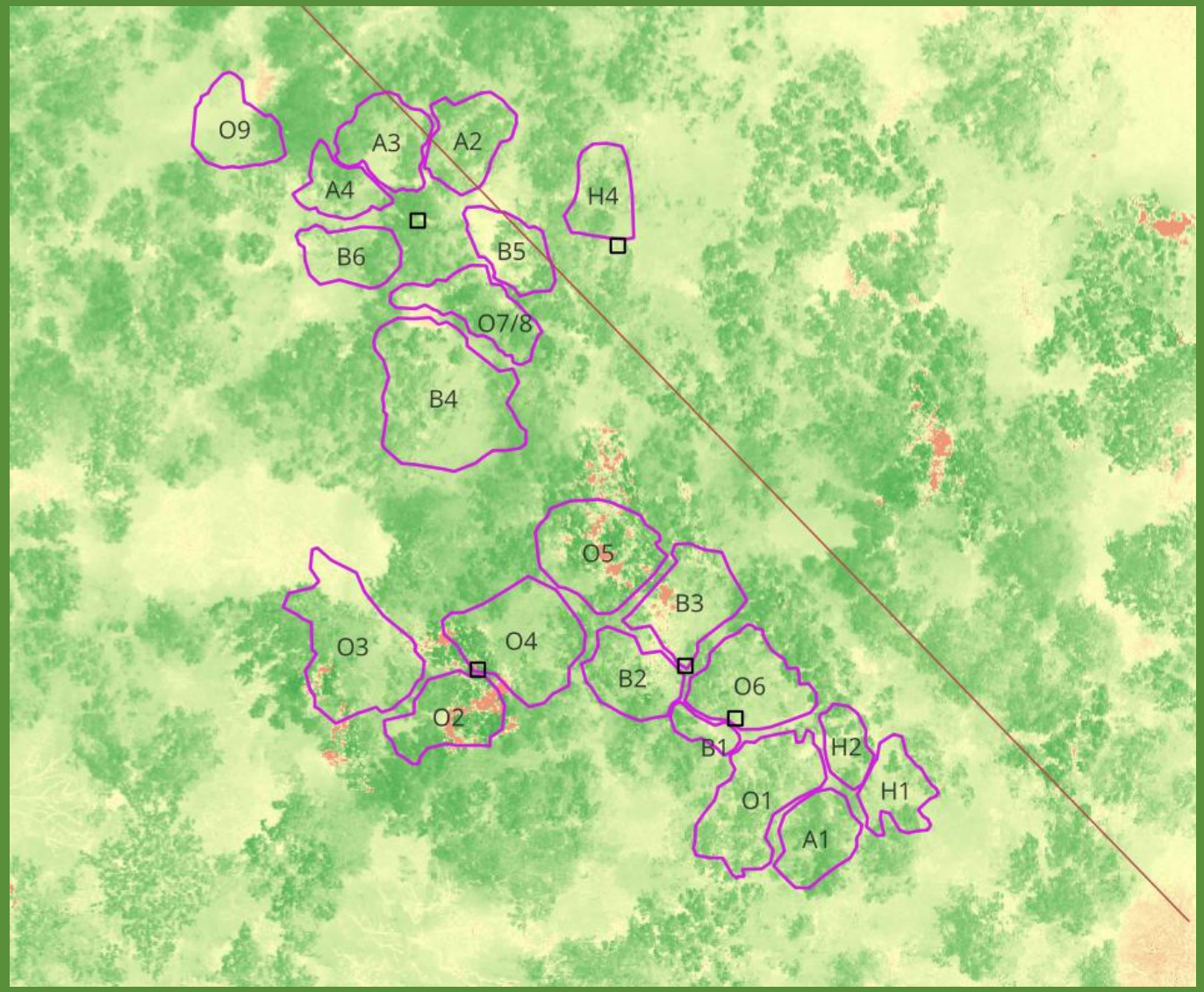
Wasserpotential



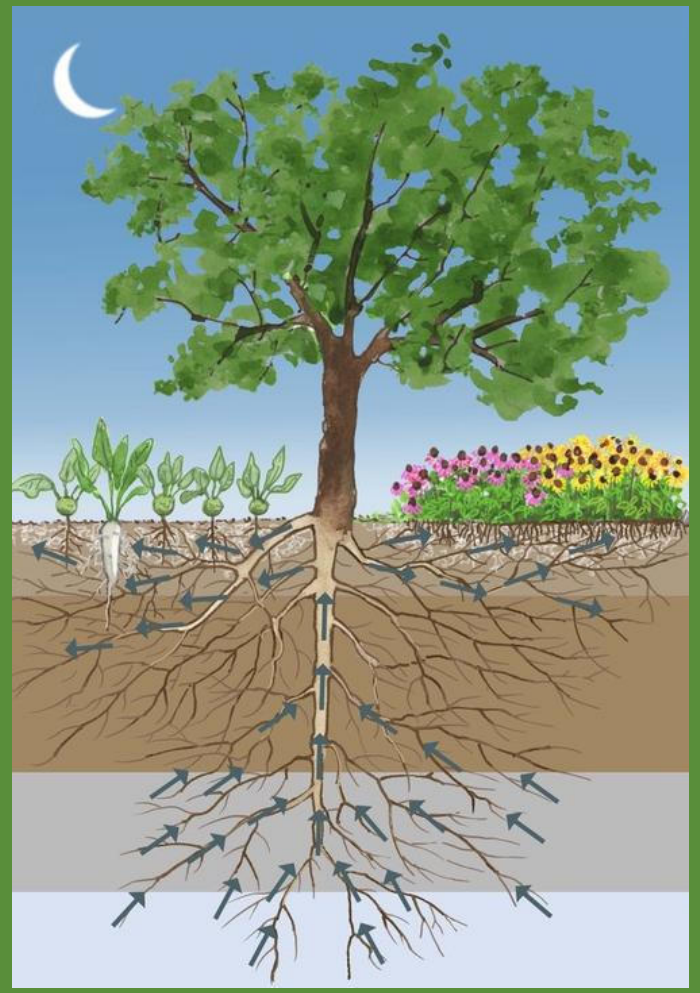
- Buche (B): geringe Ausschläge des Wasserpotential → kein Stress
- Hainbuche (H): teils deutliche Ausschläge → Wasserstress

Wasserpotential





Infiltrationsexperimente: hydraulische Umverteilung



[Faltermayr]

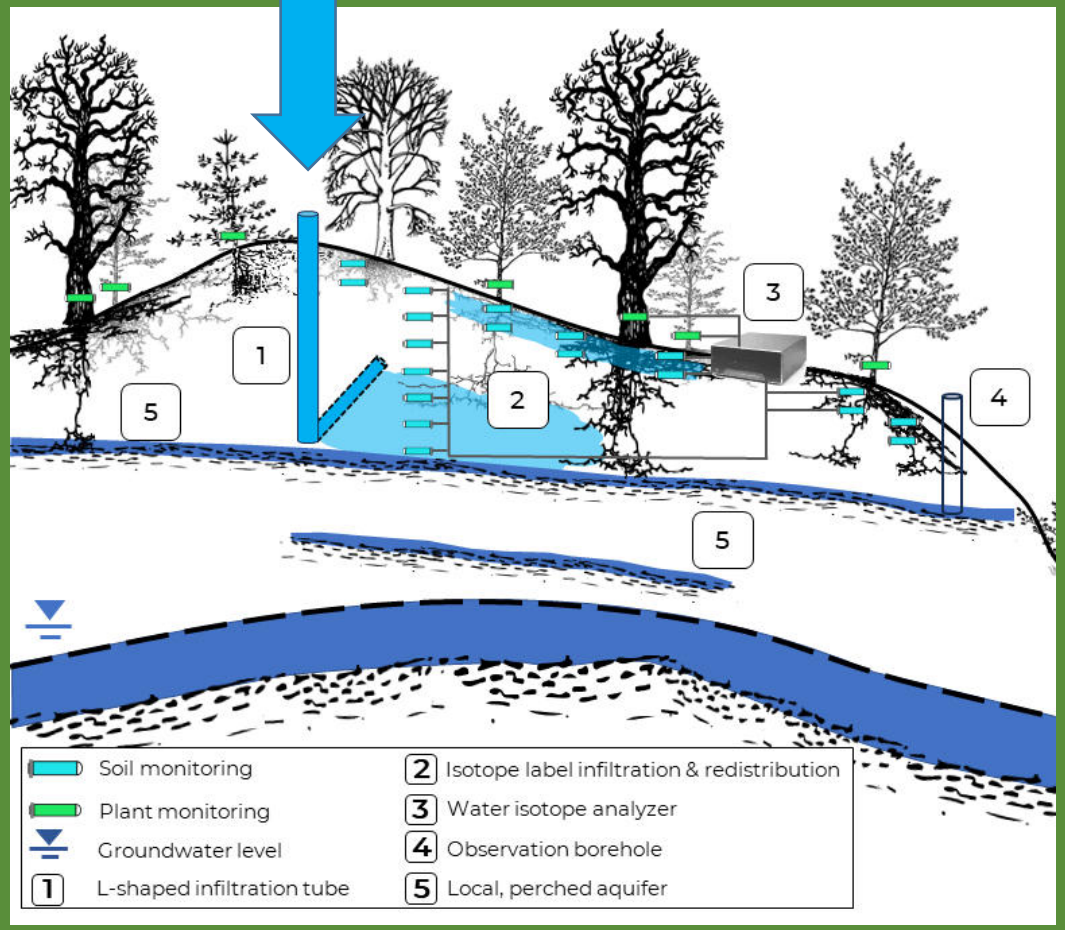
- Hydraulische Umverteilung: nächtlicher Wassertransport von feuchten in trockene Bodenschichten durch Pflanzenwurzeln
- Kann sehr wichtig sein während Trockenperioden

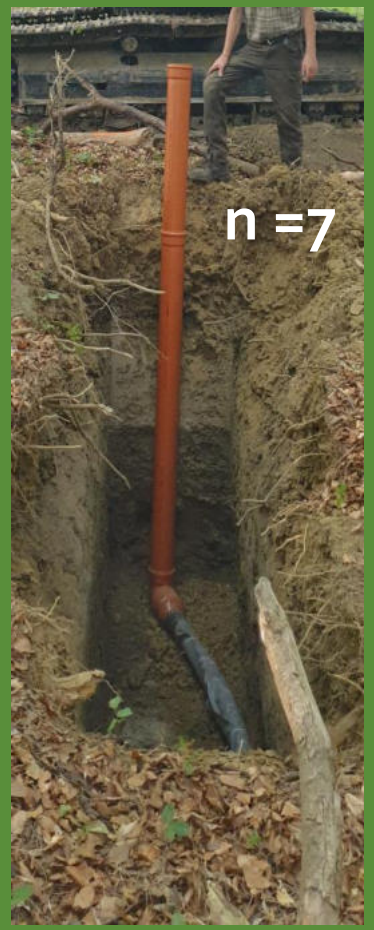
Findet dieser Prozess auch in europäischen Wäldern statt?

Infiltrationsexperimente: hydraulische Umverteilung

Isotopic labeling
~ 3000 ‰ δ2H ,800L/ labelin

Deep labeling
experiments 2023 - 2025

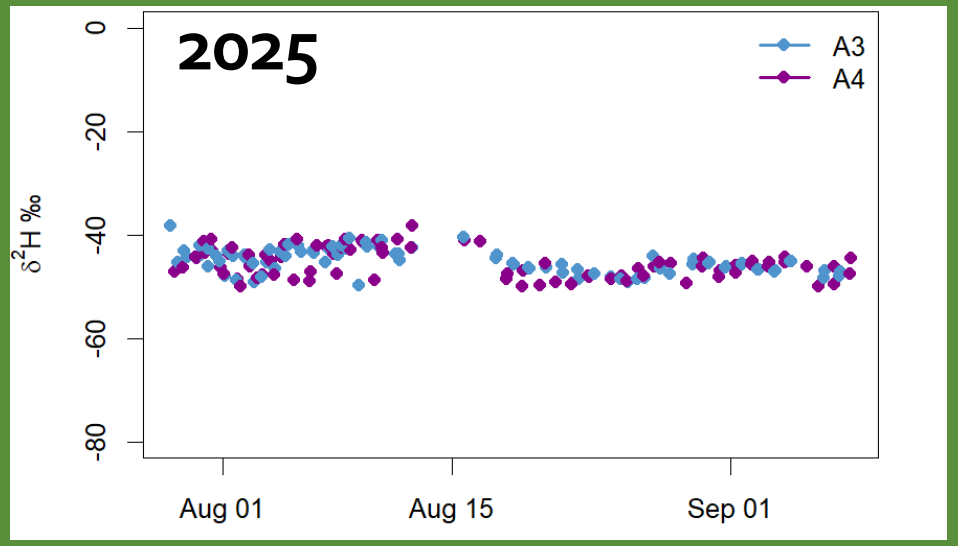




Infiltrationsexperimente: hydraulische Umverteilung

2023 - sehr tiefe Infiltrationen(~ 3m) → kein Tracer in Pflanzen
2024 - flachere Infiltrationen(~2m) → Tracer in Hainbuchen gefunden
2025 - bisher flachste Infiltrationen (~1.5m) → Tracer in Hainbuchen gefunden

Wasserisotope - Esche



- Hainbuche mit tiefster Wasseraufnahme (> 2m)
- Keine klaren Zeichen von hydraulischer Umverteilung

Drohnen

Zusammenfassung

- Klare “legacy” - Effekte durch Dürreperioden → Wälder erholen sich langsam
- Das Ökosystem am kleinen Riesen erholt sich, aber ist sehr vulnerabel trotz einer “guten” Mischung an Baumarten:
  - Undurchlässige Schichten limitieren Wurzeltiefen
  - Gefahr der Staunässe (mögen z.B. Eichen nicht)
  - Tonreicher Boden verstärkt Problem
- Kaum Relevanz von hydraulischer Umverteilung
- Der Bodenwasserhaushalt ist gefährdet in Bezug auf Klimawandel

Was tun?

- Kein Wirtschaftswald → sich selbst überlassen!
- Geringe Baumdichte (regelt sich selbst)
- Alternativbaumarten?

Lust auf gemeinsame Forschung?

ZKf N Zentrum Klimaforschung Niedersachsen

Klimazukunft gestalten

Netzwerke für eine klimagerechte Zukunft.

FoResLab

Zukunftslabor für klimaresistente Wälder

https://zkfn.de/foreslab/

Lust auf gemeinsame Forschung?

FNR
Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe e.V.

Im Auftrag des:
Bundesministerium
für Umwelt, Klimaschutz, Naturschutz
und nukleare Sicherheit

Im Auftrag des:
Bundesministerium
für Landwirtschaft, Ernährung
und Heimat

Klimaangepasstes Waldmanagement

https://www.klimaanpassung-wald.de/hintergrund

BINGO!
Umweltstiftung
Niedersachsen

Niedersächsische
Bingo-Umweltstiftung

Lust auf gemeinsame Forschung?

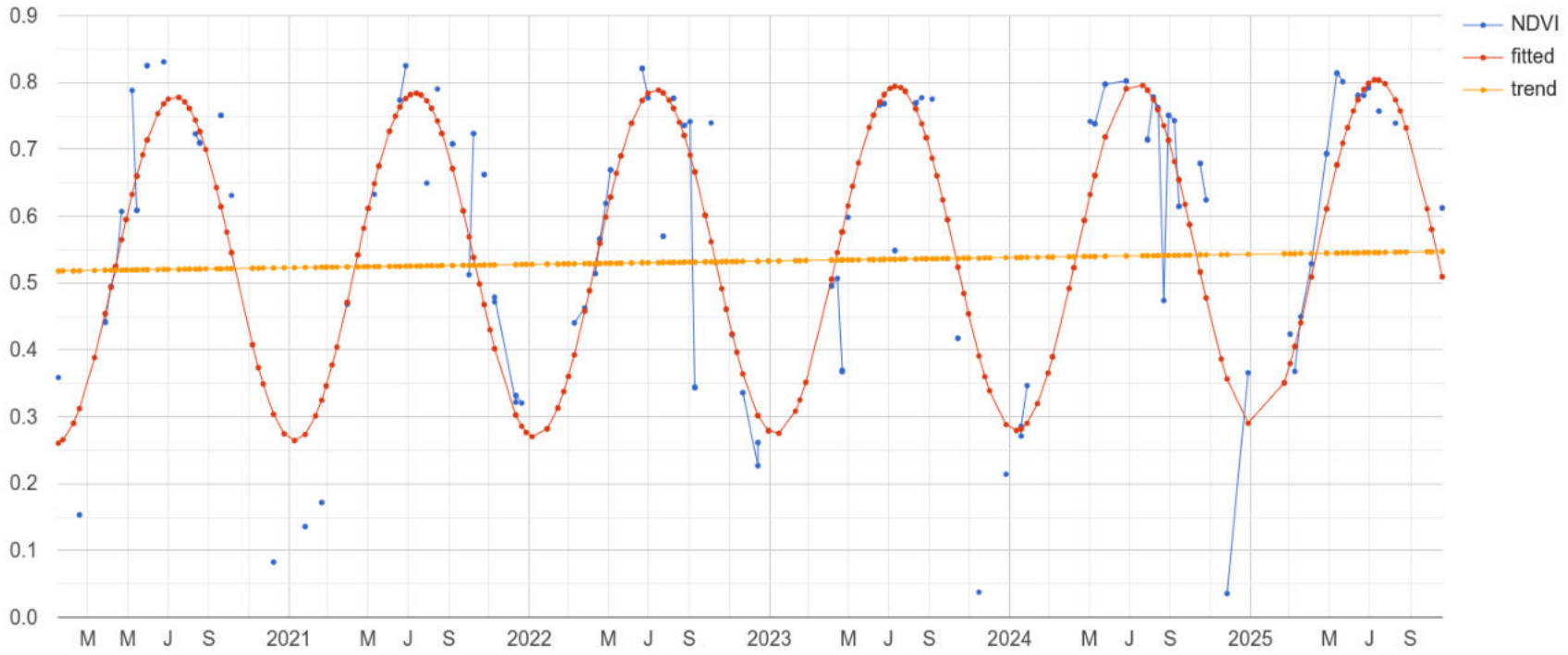
Welche Wünsche habt ihr an uns?
Wo könnte euch Forschung helfen?

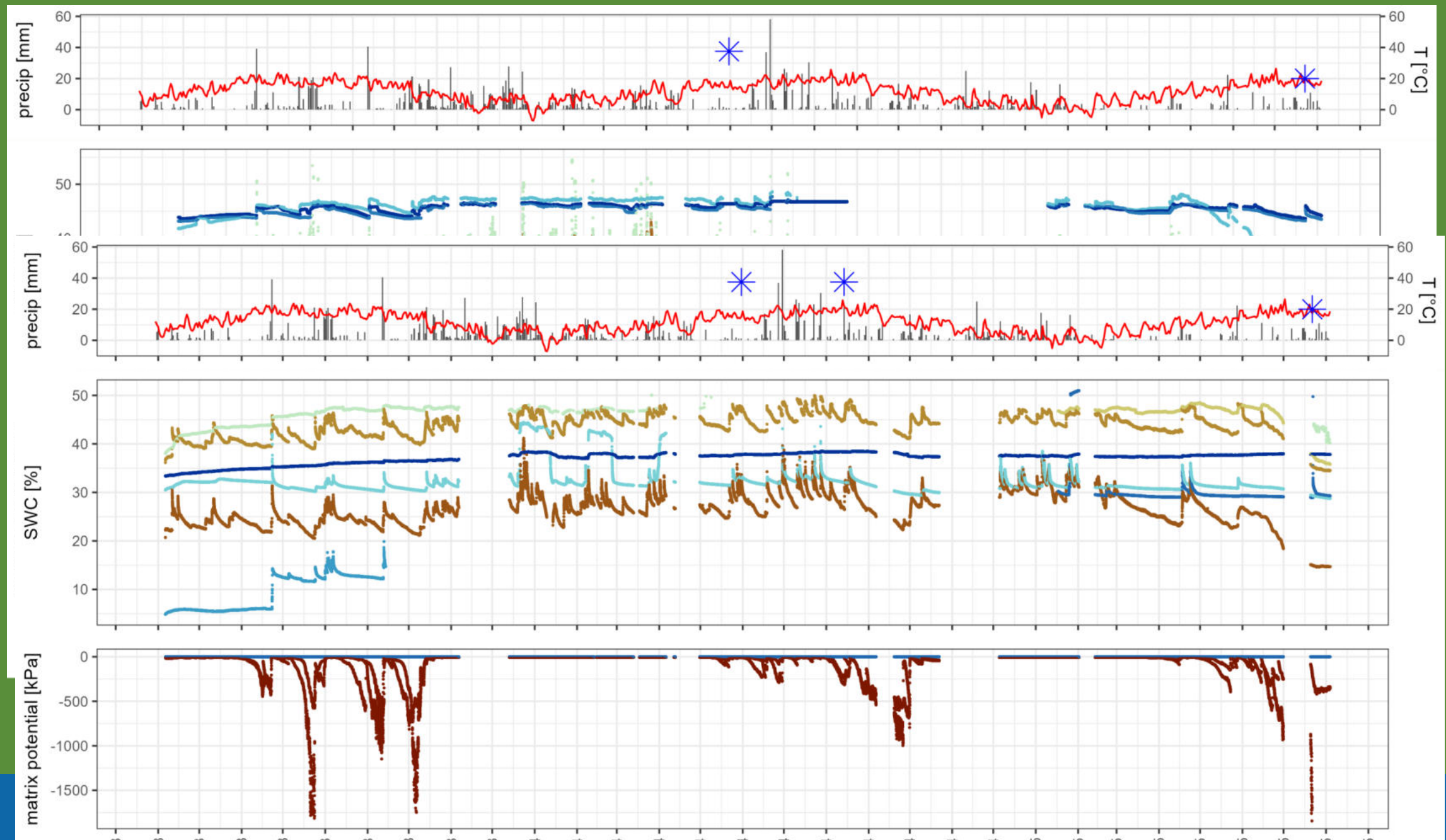
- Agroforst?
- Neue Baumarten?
- Andere Bewirtschaftung?
- Forschung und Praxis verbinden!

DANKE!!!!

ISODRONES

isodrones.com
Isodrones Project
@Isodronesproject


0.9
0.8
0.7
0.6
0.5
0.4
0.3
0.2
0.1
0.0
M M J S 2021 M J S 2022 M J S 2023 M J S 2024 M J S 2025 M J S
NDVI
fitted
trend

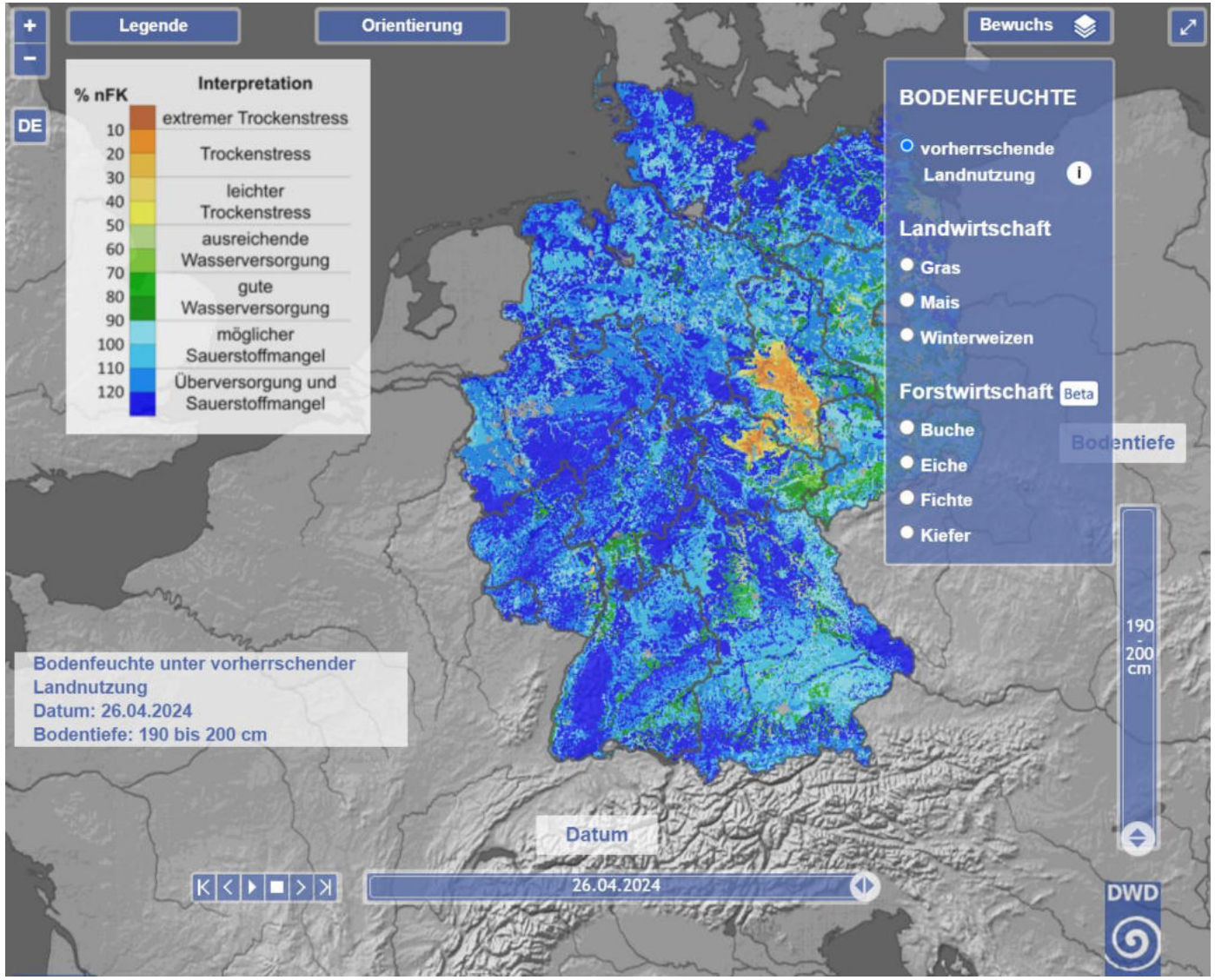

precip [mm]
T [°C]
SWC [%]
matrix potential [kPa]

Vegetation beeinflusst Wasserdynamik im Boden

Bodenfeuchtviewer des DWD:

www.dwd.de/Bodenfeuchteviewer

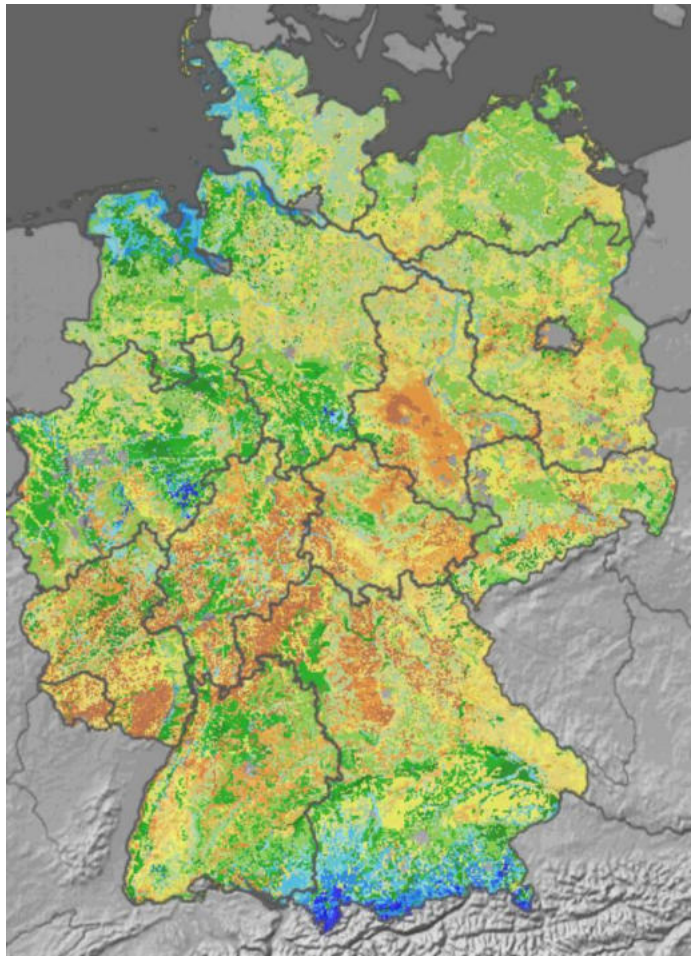
- Modellierte Bodenfeuchte (Brook90LWF) bis in 2m Bodentiefe
- Tatsächliche Landnutzung und verschiedene Land- und Forstwirtschaftliche Landnutzungen dargestellt



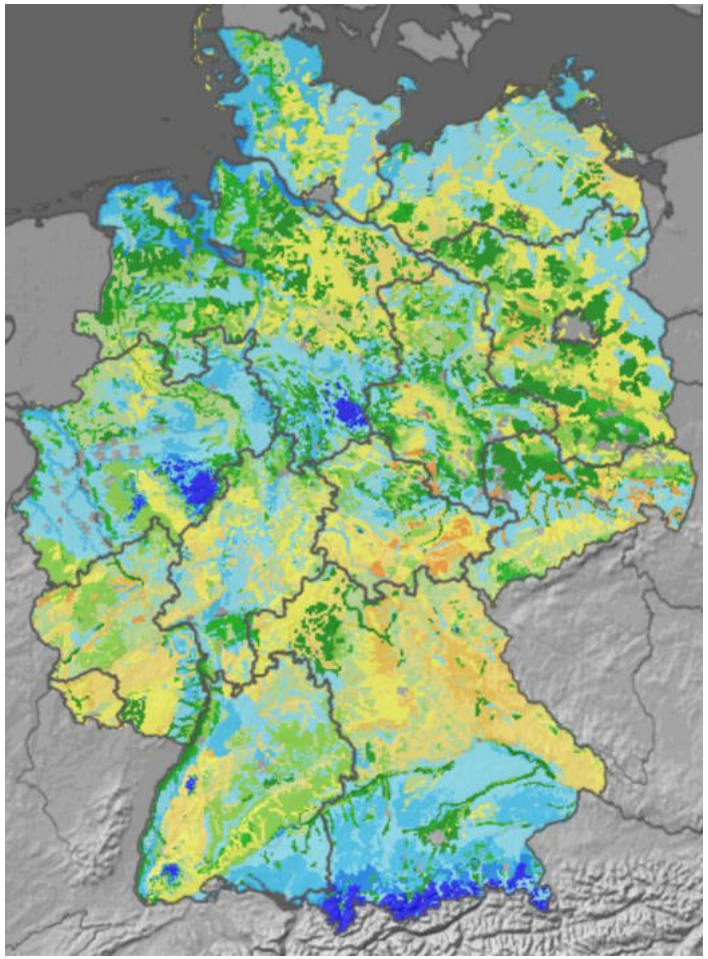
Vegetation beeinflusst Wasserdynamik im Boden

Bodenfeuchte in 100 - 110 cm Tiefe am 29.7.2023 unter Landnutzung:

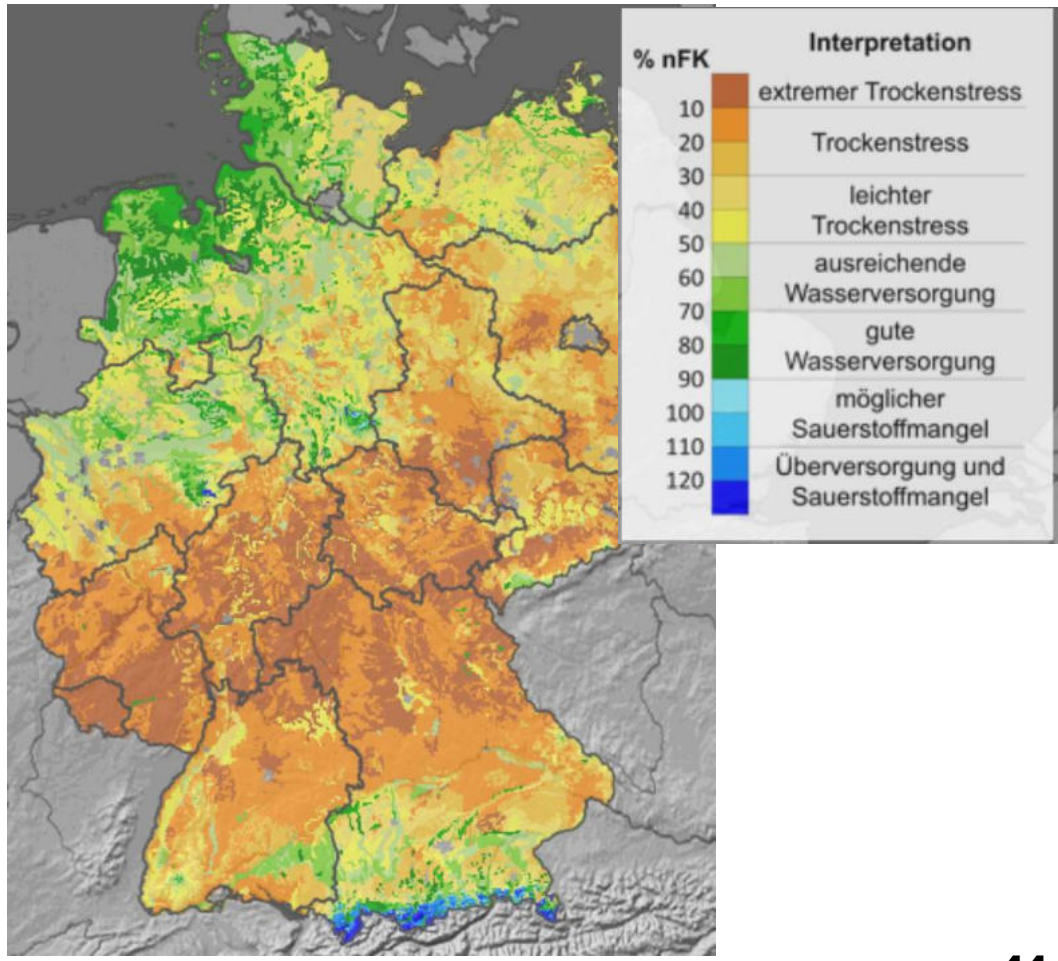
Vorherrschende Landnutzung



Gras



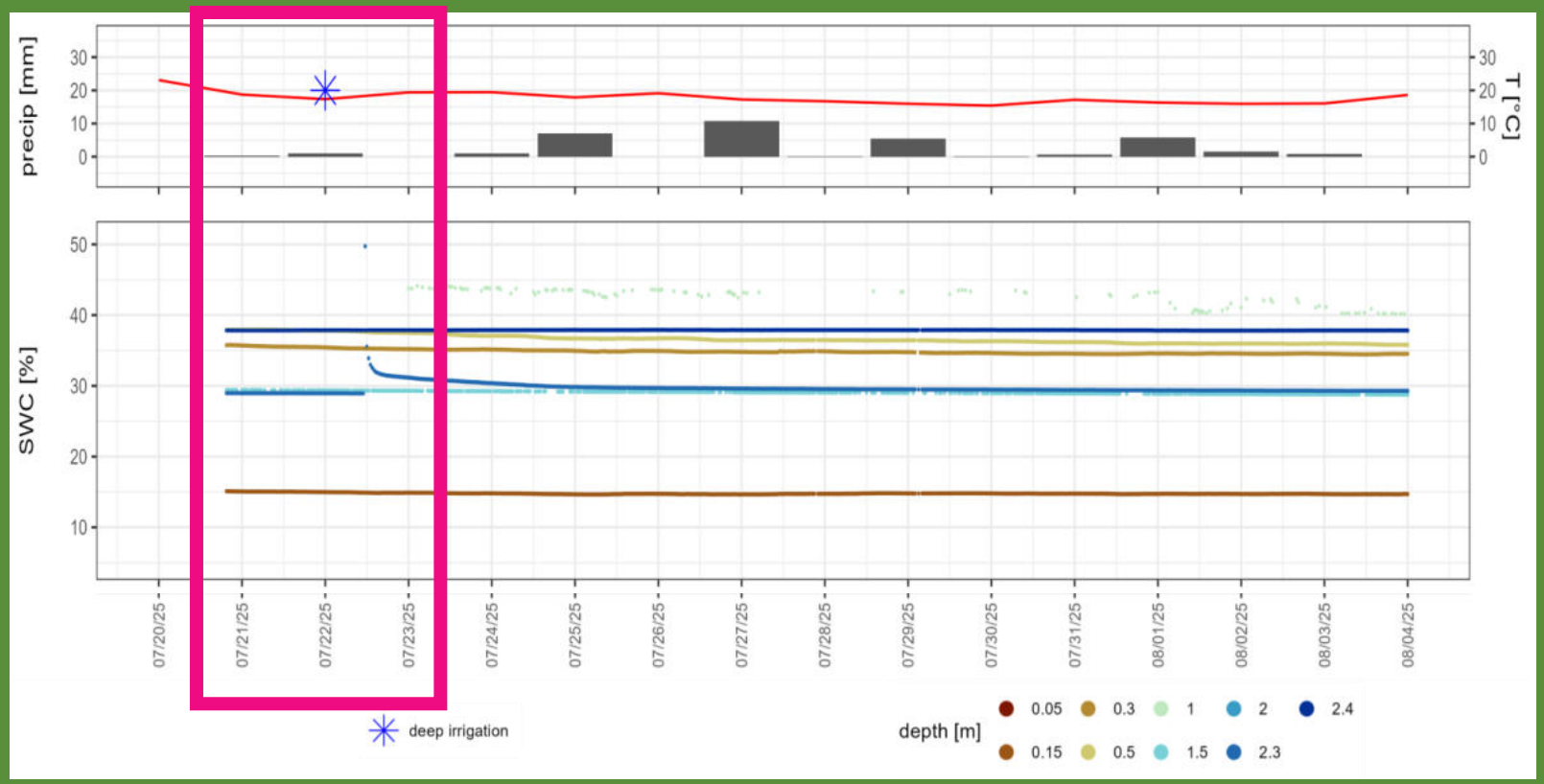
Buche



Results - Infiltration & distribution of deep water

Example: Infiltration 2025

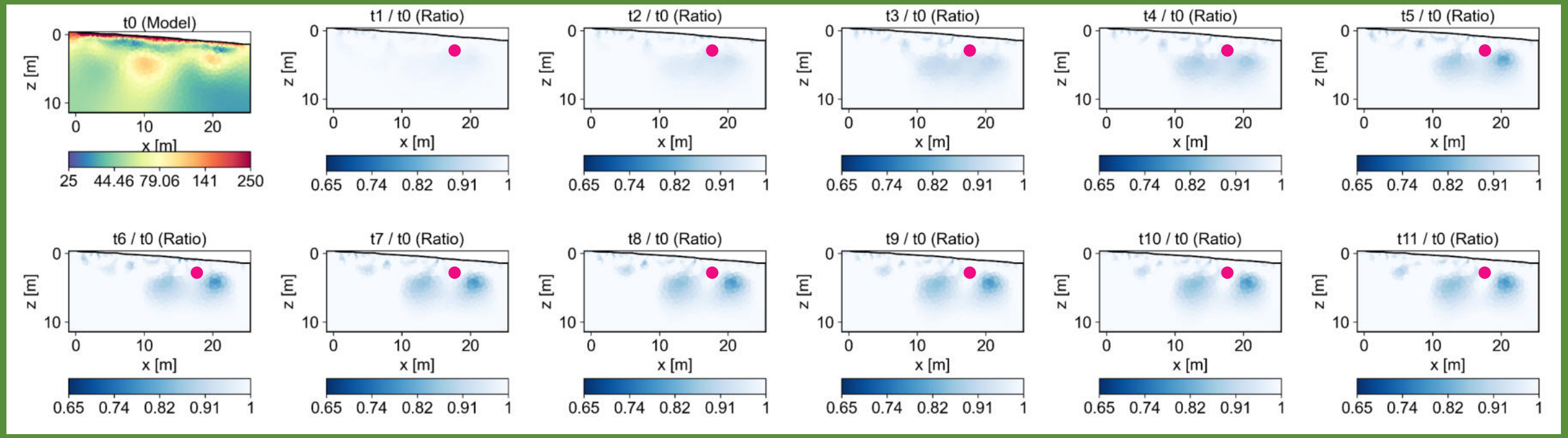
~ 3000-6000 ‰ δ2H ,800L/ labeling



Results - Infiltration & distribution of deep water

Example: Infiltration 2025

- Geophysics– full 4D timelapse inversion

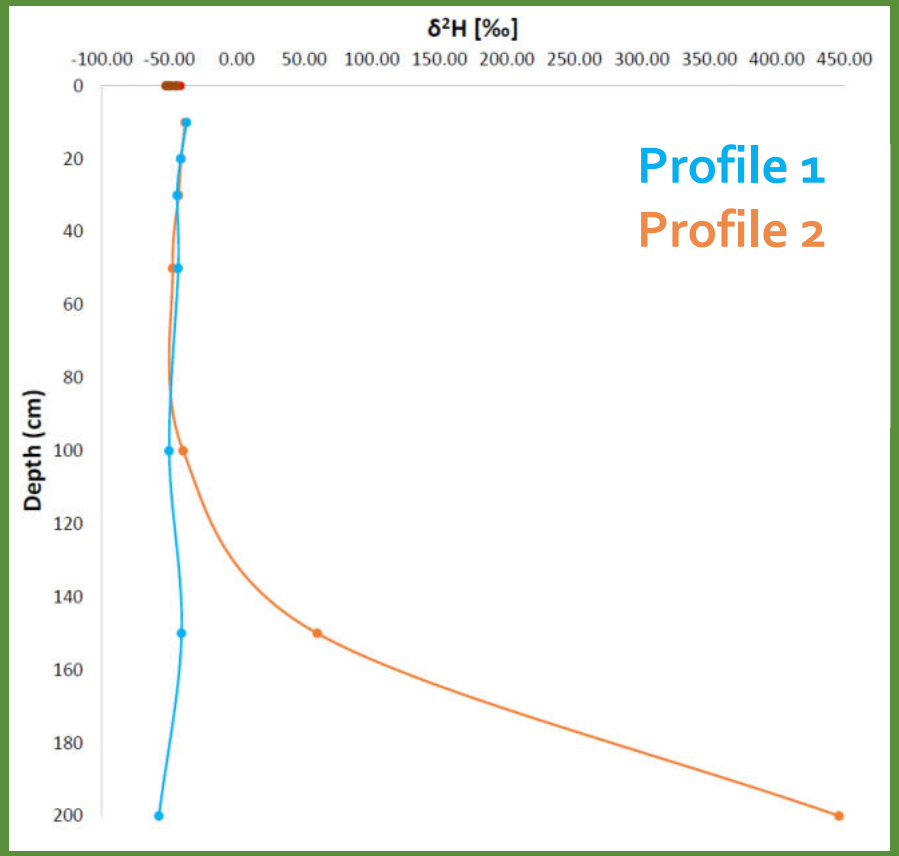


- Clear distribution of tracer within a few hours
- Detected in soil moisture sensors as well

● location of labeling

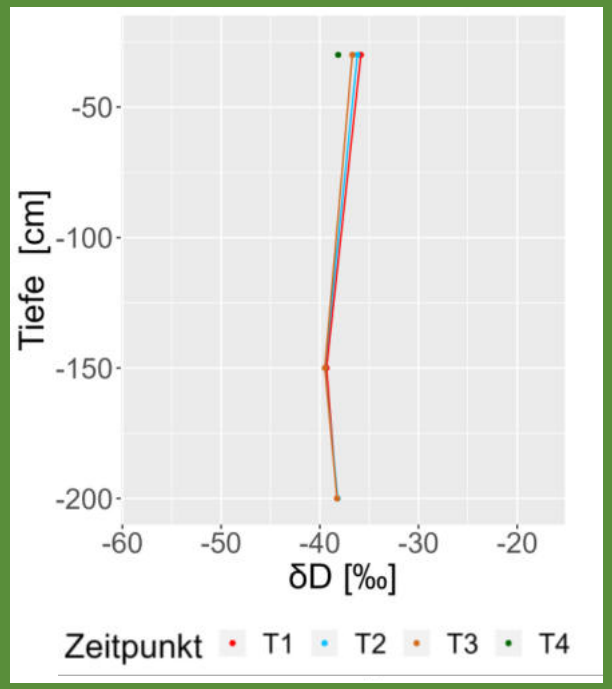
Results - Soil water isotopes

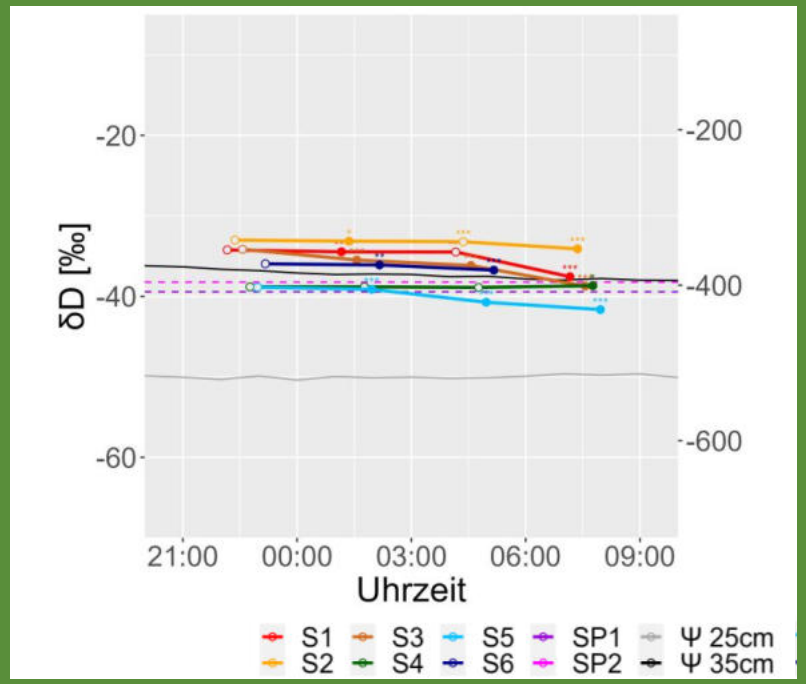
Soil depth profiles



Tracer appears at depth, but not everywhere!

d2H over night

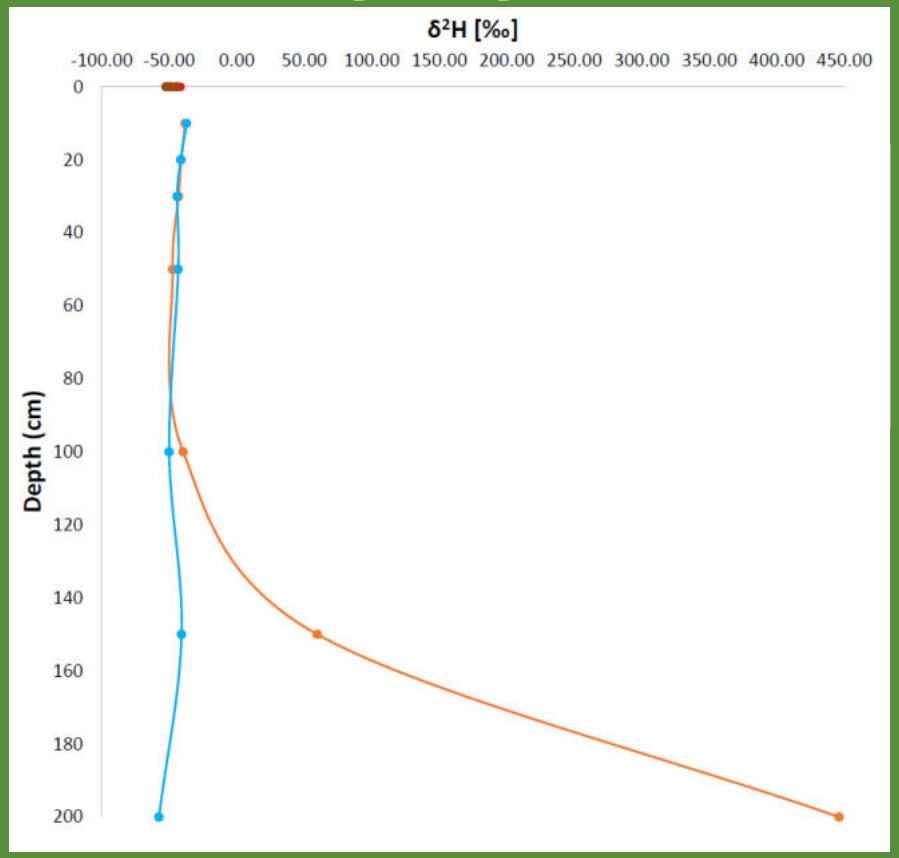




Small depletion of isotope values over night evident but no label

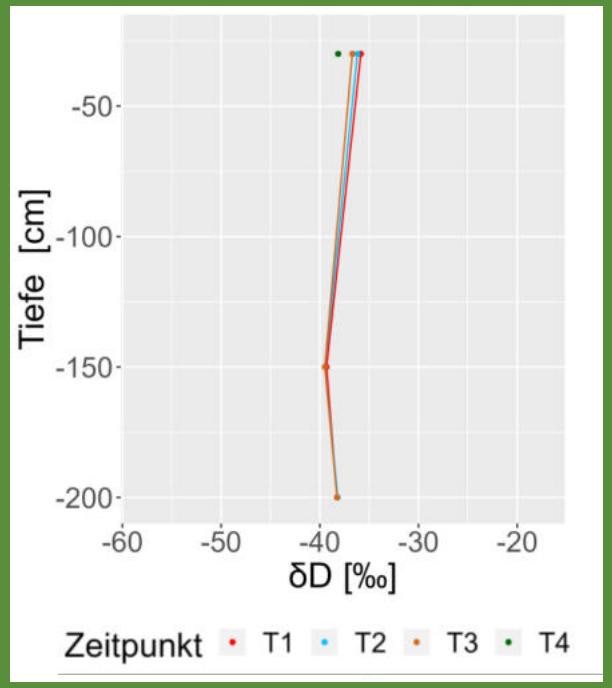
Results - Soil water isotopes

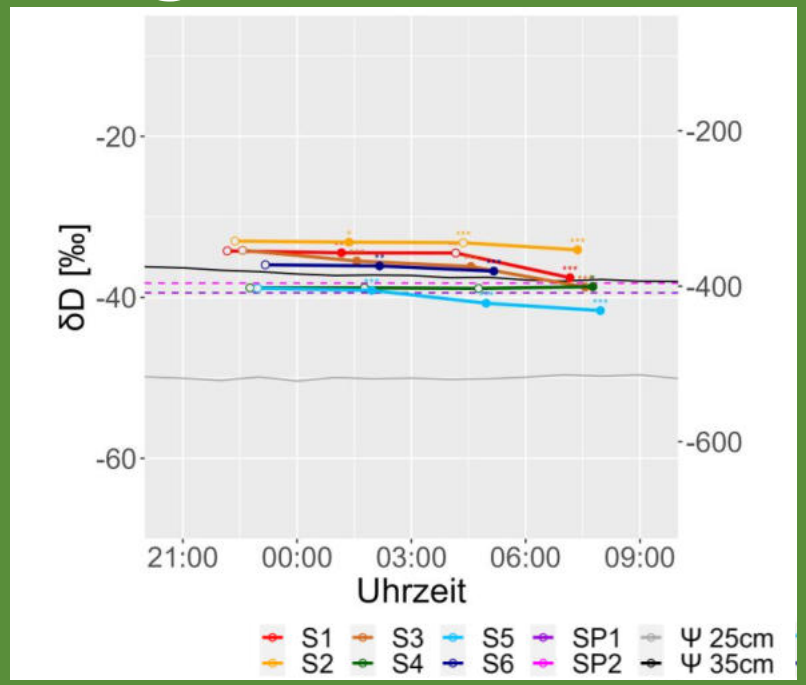
Soil depth profiles



Tracer appears at depth, but not everywhere!

d2H over night





Small depletion of isotope values over night evident but no label

Is there HR at all???

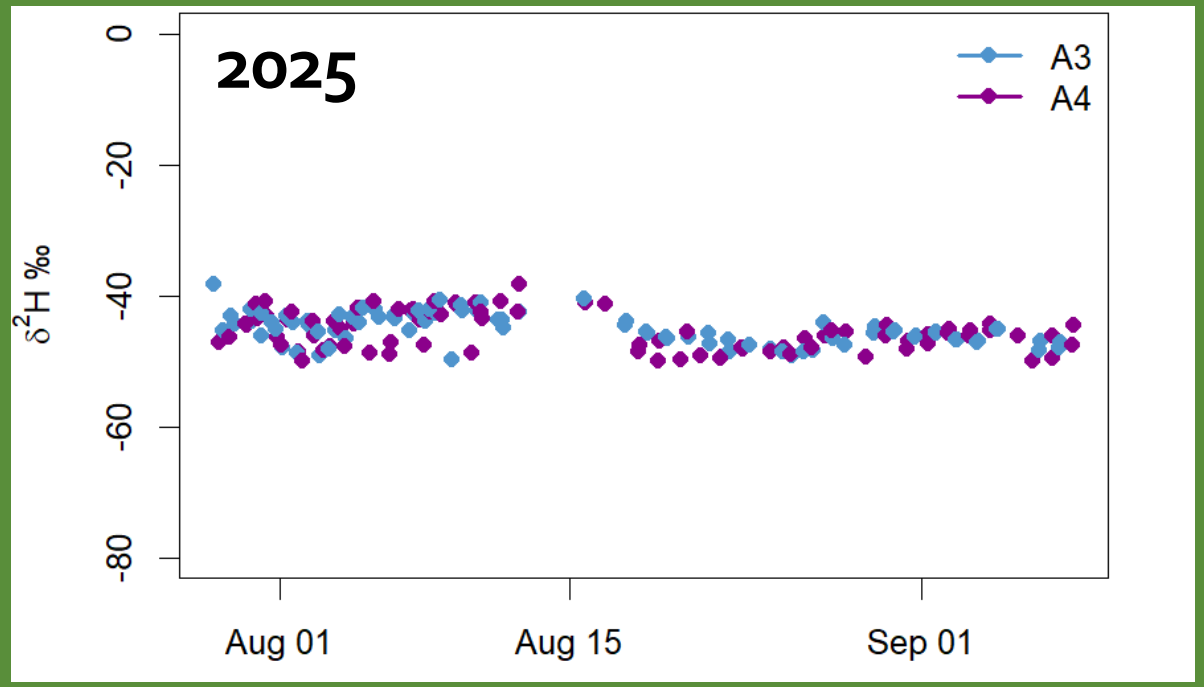
Results - Plant water isotopes

2023 - very deep labeling (~ 3m) → found tracer in soils but not in plants

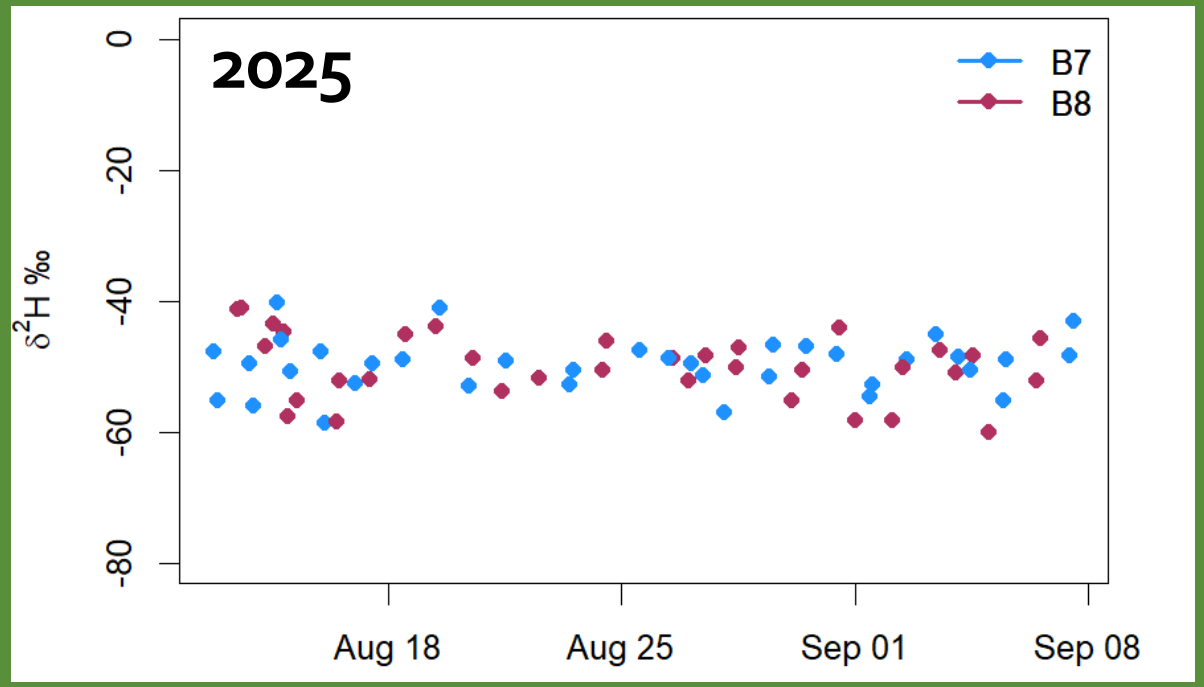
2024 - shallower application (~2m) → **tracer in hornbeam** but no redistribution

2025 - even shallower application (~1.5m) → **tracer in hornbeam** but no redistribution

Stem borehole data - ash (raw & uncorrected)



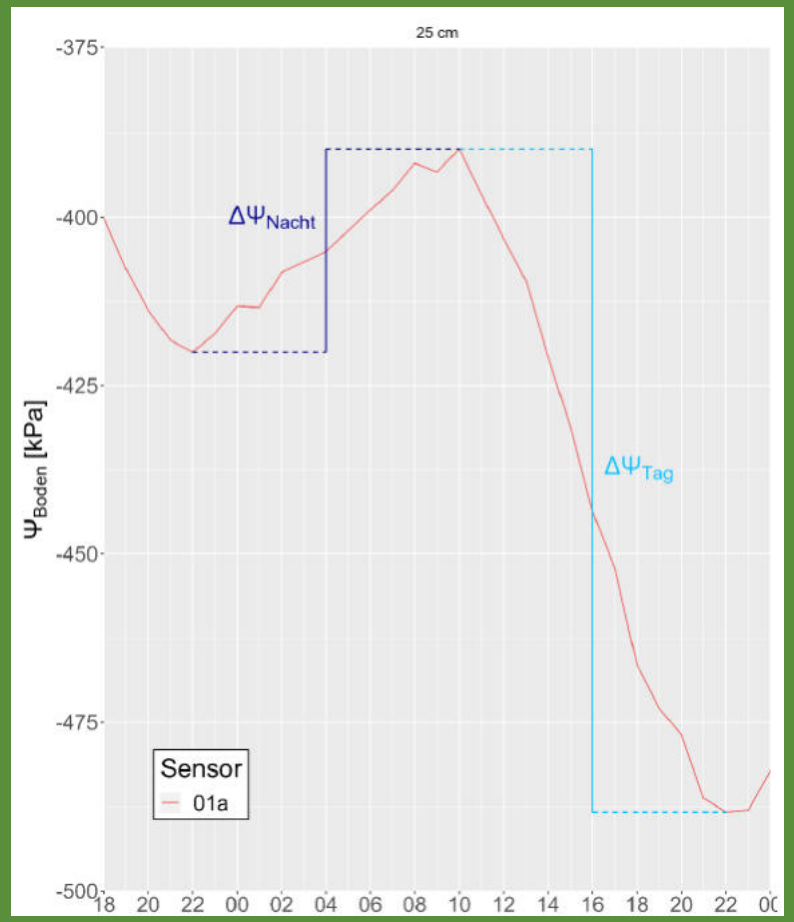
Stem borehole data - beech (raw & uncorrected)

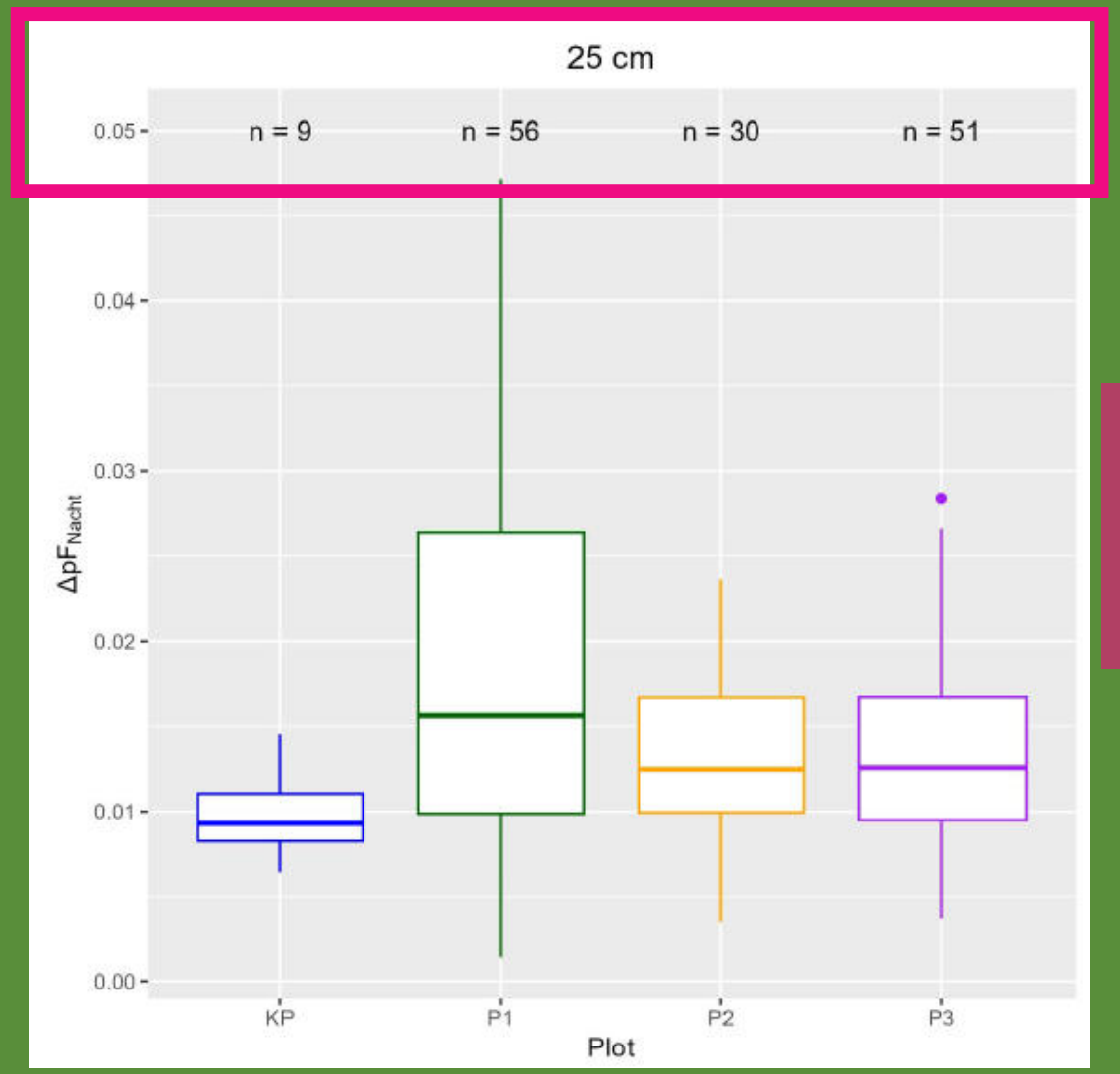


Results - HR

Nocturnal increases in Ψ_{Soil} vs. control

HR based on Ψ_{Soil}





More and larger increases of Ψ_{soil} vs. control!