Messung und Modellierung des Wasser- und Wärmehaushaltes des Bodens im Einflussbereich einer Hochspannungskabeltrasse

DBG Jahrestagung 2023

Halle – 7. September 2023

DR. – ING. STEFFEN TRINKS*

M. Feuerhak**, S. Schliep**, G. Wessolek*, S. Neumann***, S. Dorendorf***

- TU Berlin
  Institut für Ökologie

** pedotec GmbH

*** E.DIS Netz GmbH

Hintergrund

Keine Energiewende ohne Ausbau der Trassen.

Fragen an die Bodenkunde:

Wie stark erwärmt eine Kabeltrasse den Boden?
Wie stark trocknet der Boden aus?

110 kV Kabeltrasse

- Betreiber: E.DIS Netz GmbH
- für Strom aus Solar und Windkraft (~400 MVA)

- Region: Ost-Brandenburg
- Länge: 36 km
- Inbetriebnahme: 2018

Planung und Bau: mit Beteiligung von
TU Berlin und pedotec GmbH.

Seit Frühjahr 2022 besteht eine maximale Strombelastung.

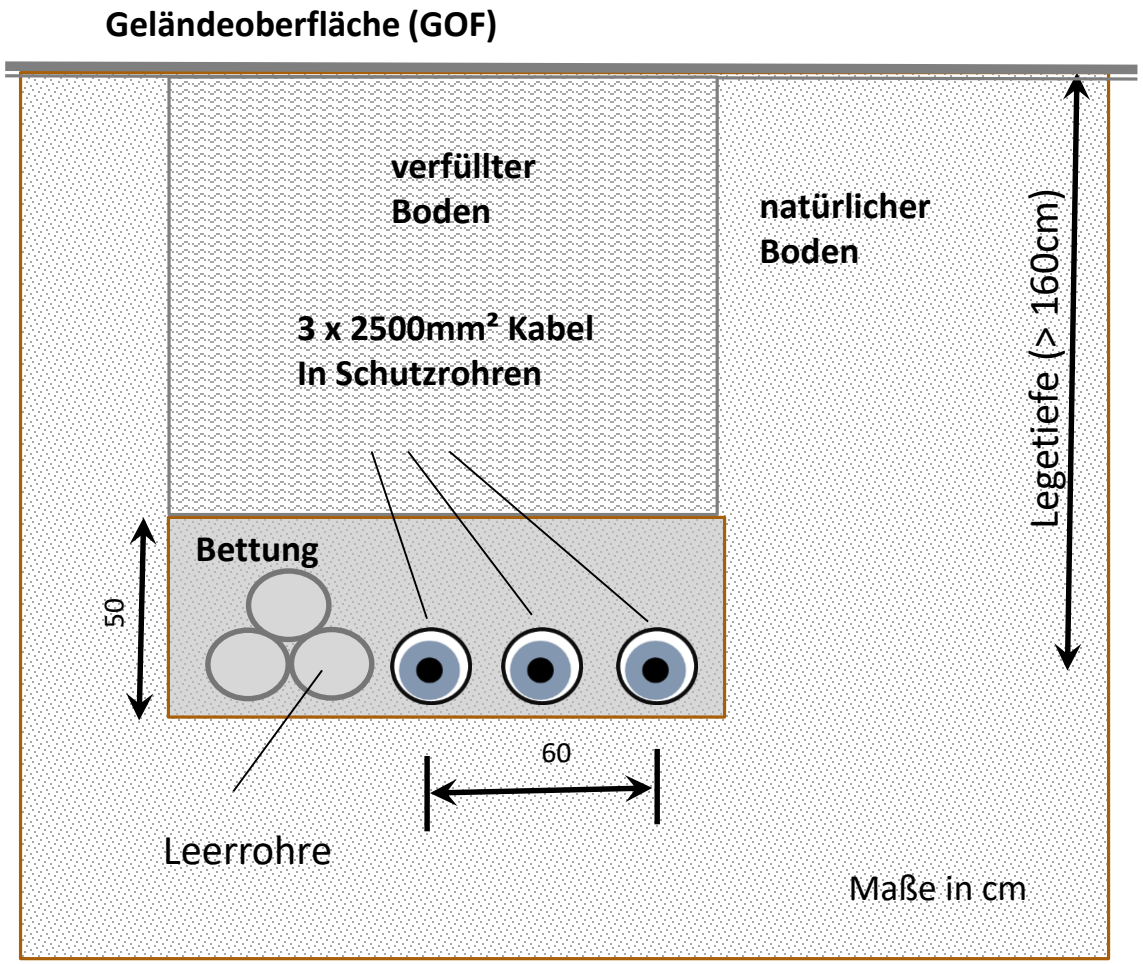
110 kV Kabeltrasse

- offene Bauweise
- teilweise Bodenaustausch
- 1 System = 3 Kabel, Flachverlegung, in Schutzrohren

Wie stark erwärmen sich Kabel und Boden bei hohen volatilen Stromlasten?

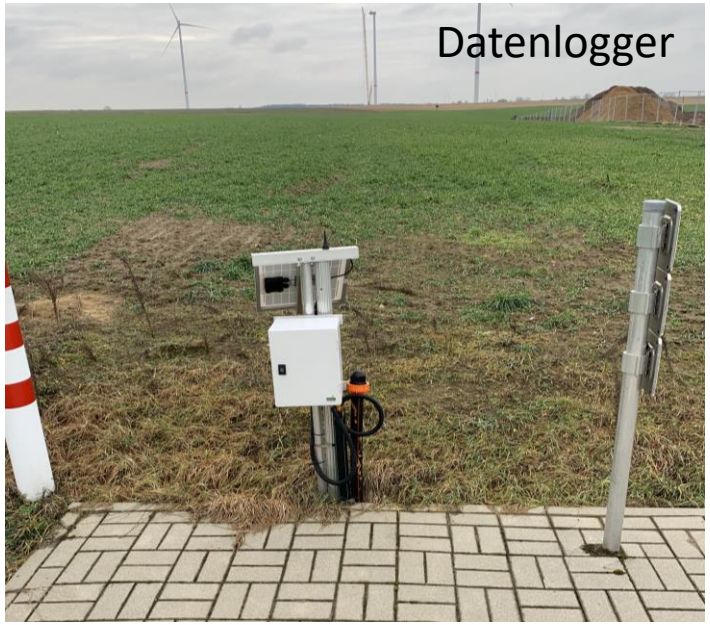
=> Messung Kabeltemperatur mit Glasfasern.

=> Einrichtung von 2 Messpunkten fürTemperatur und Wassergehalt.



Messpunkte

E120		V230
Grundmoräne Hochfläche		Oderbruch Talaue
kein Grund- und Stauwasser		Grundwasser 1m unter GOF
Schwemmsand (mSfs)		Talsand (mSfs)
Bettung: schluffiger Sand (Su2)		keine Bettung
Legetiefe: 210cm u. GOF		Legetiefe: 165 cm u. GOF



Instrumentierung

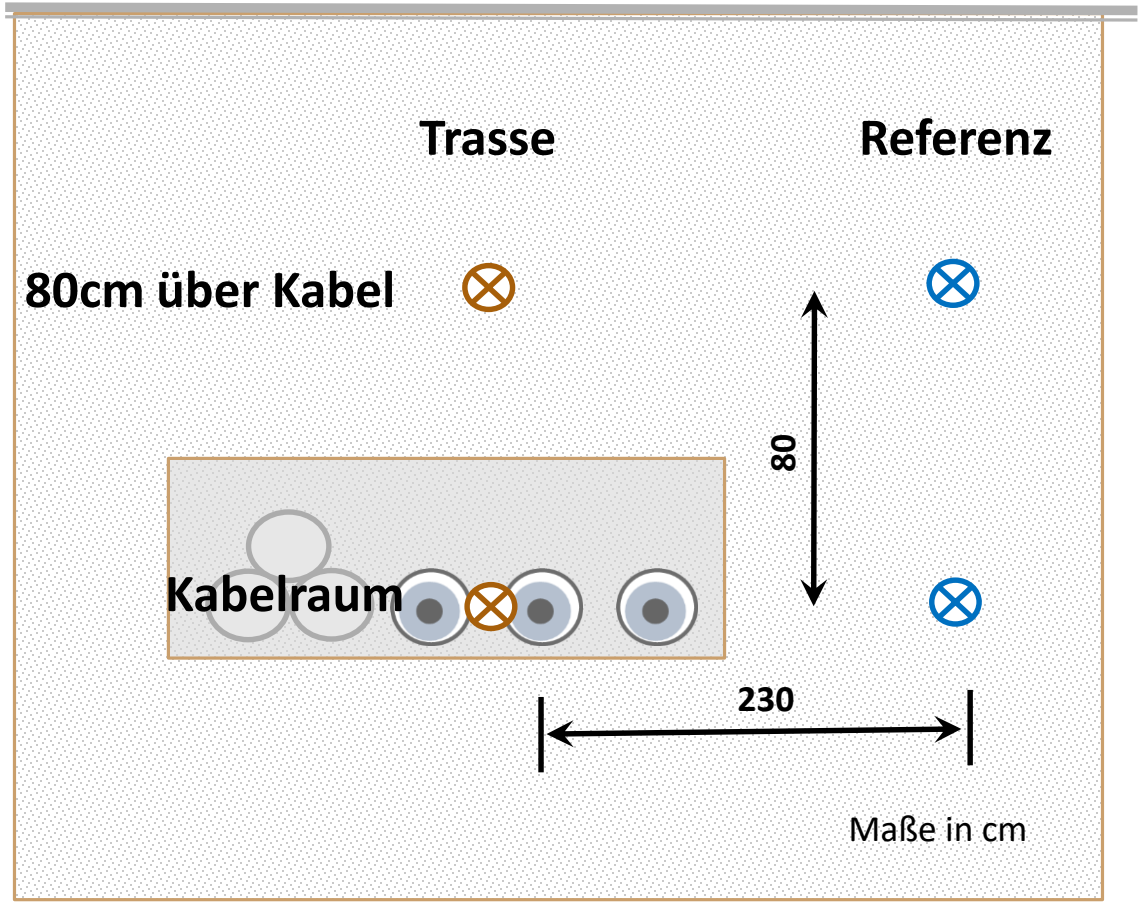
Messung von Temperatur und Wassergehalt mit TDR und FDR Sonden.

Sensoren auf der Trasse und im unbeeinflussten Boden (Referenz).

Messtiefen: Legetiefe und 80cm über Kabel

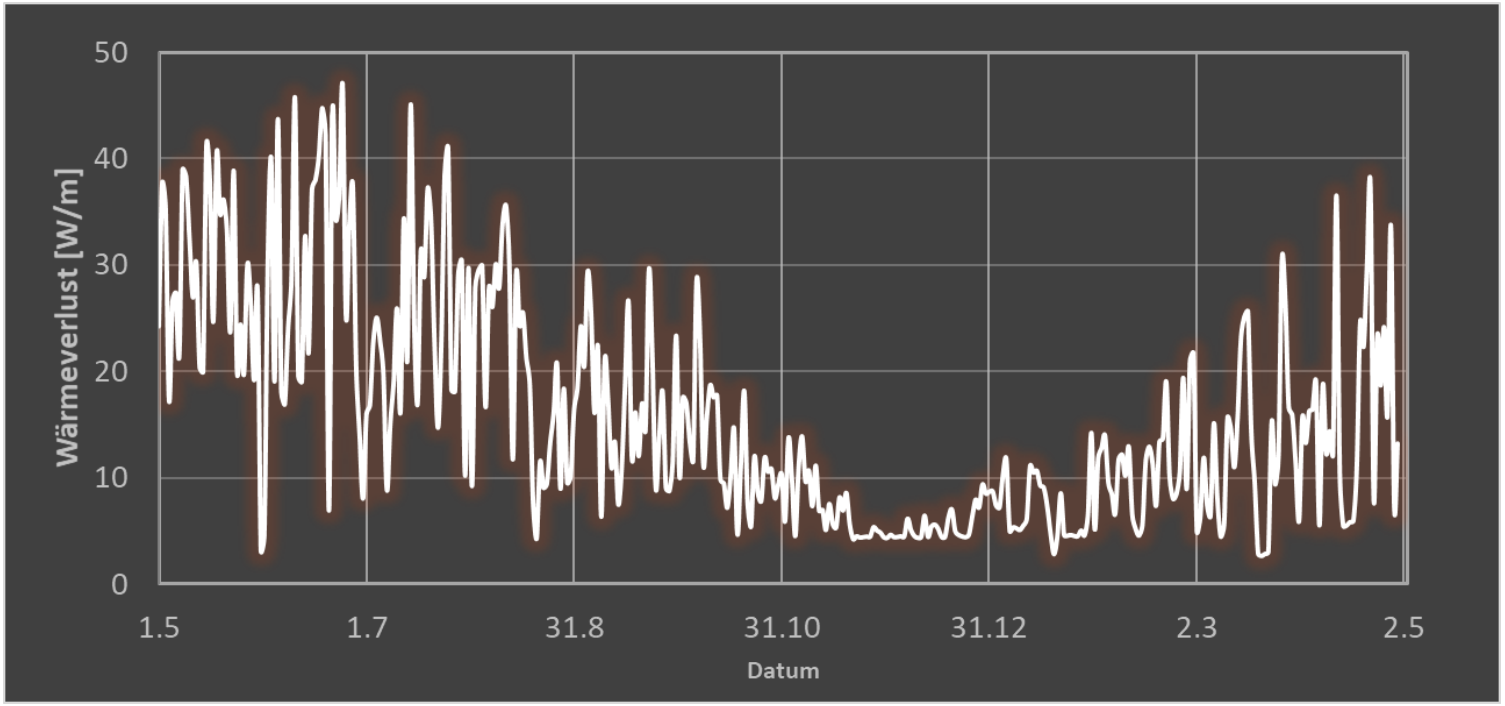
Datenerfassung mit Datenlogger (15min.) und Funkübertragung.

Anordnung der Sensoren (Skizze)



Wärmeverlust der Trasse

1 Jahr (1. Mai 22 – 30. April 23)



Die Stromlast der Trasse hat starke Schwankungen.

Jedes Kabel produziert Wärme:

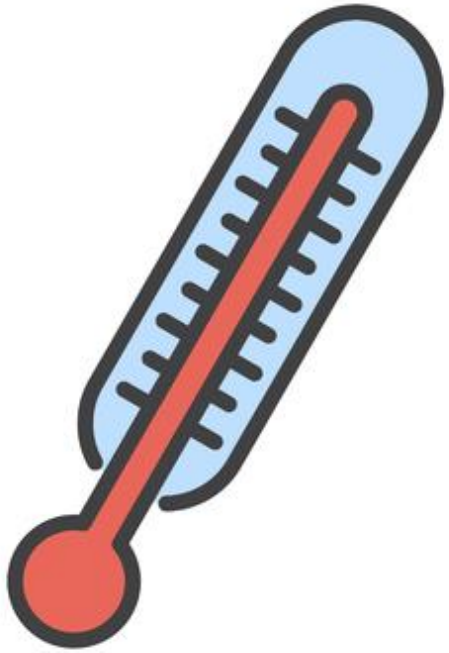
$P = R*I^2$ [W/m]

P – Wärmeverlust [W/m]
R – elektr. Widerstand [Ω]
I – Strom [A]

Verlust der Trasse (Tagesmittel):

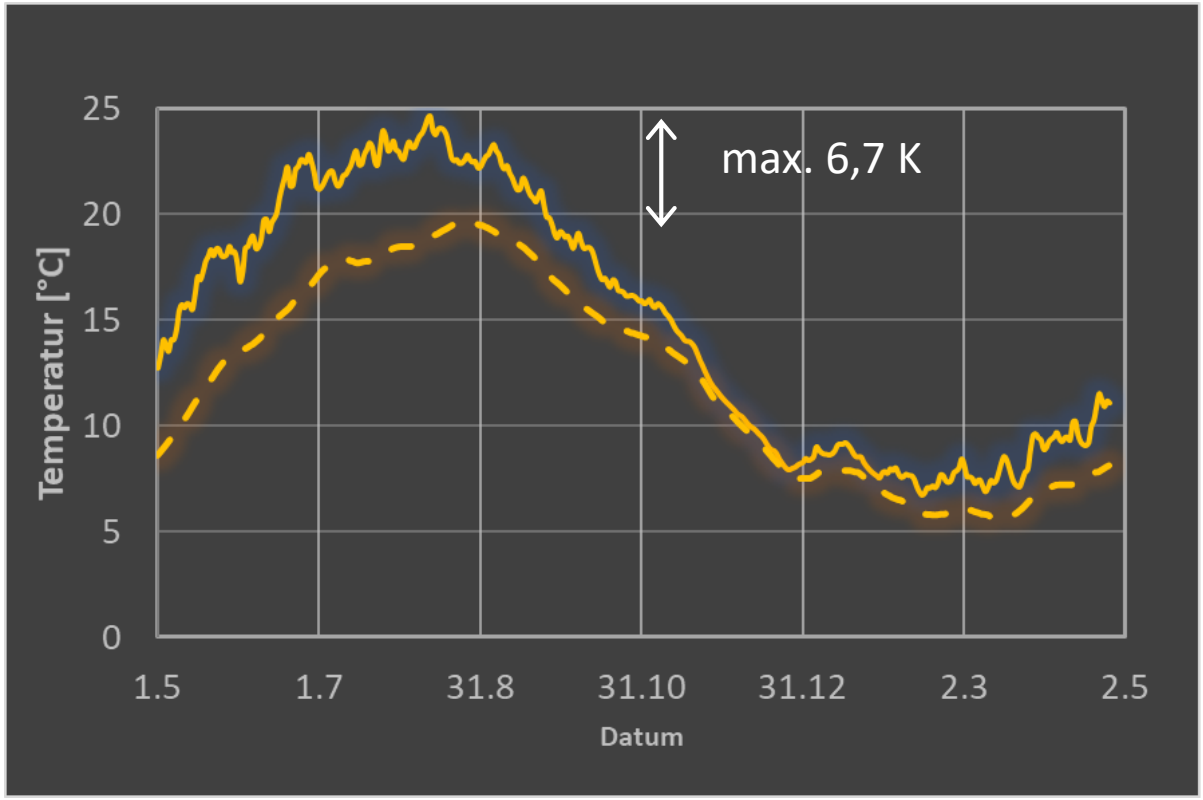
2,6 – 49 W/m

Jahresverlauf der Temperaturen

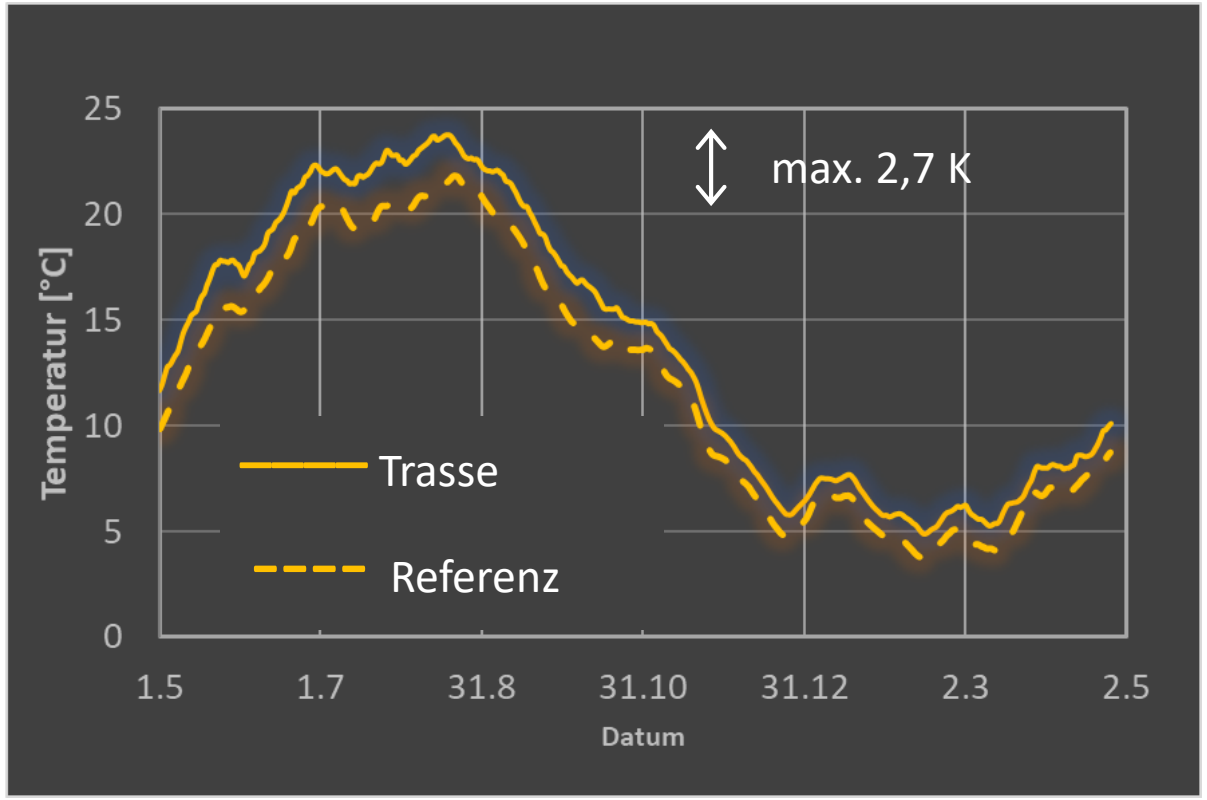


Temperaturen E120 (grundwasserfern)

Kabelraum (210 cm u. GOF)

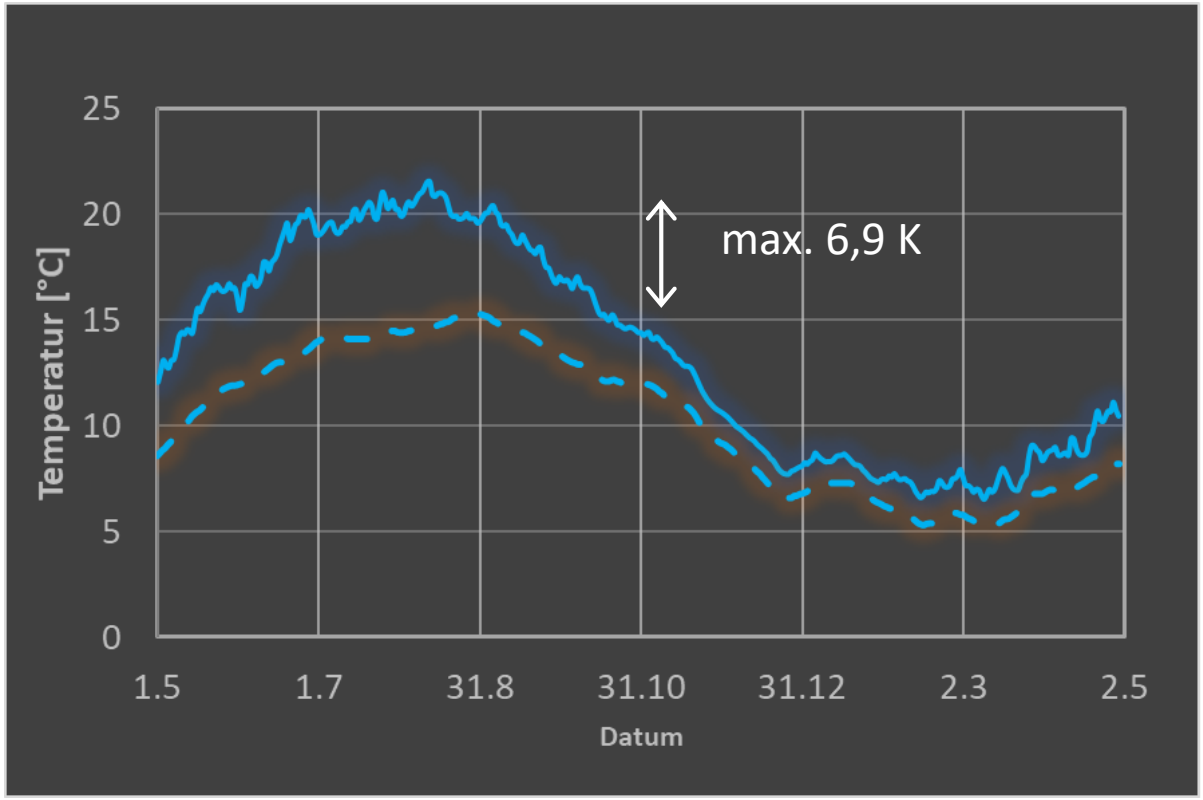


80 cm über Kabel (130 cm u. GOF)

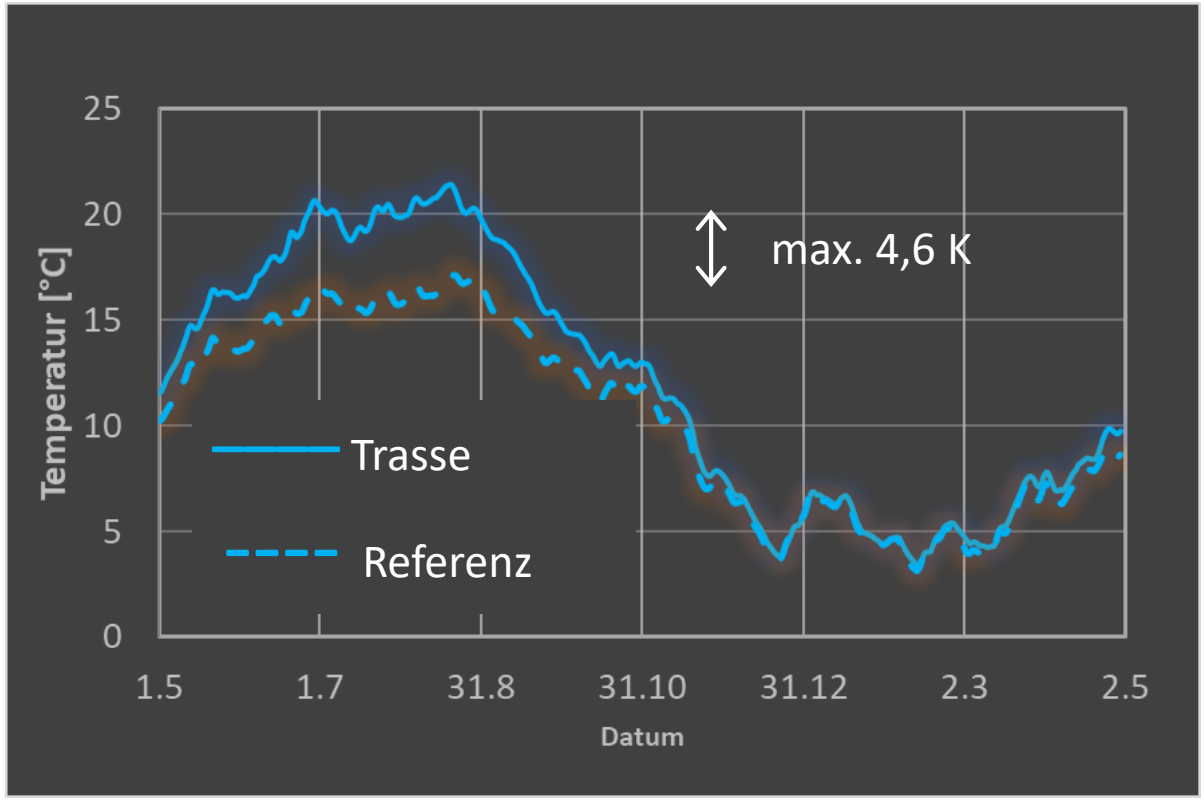


Temperaturen V230 (grundwassernah)

Kabelraum (165 cm u. GOF)

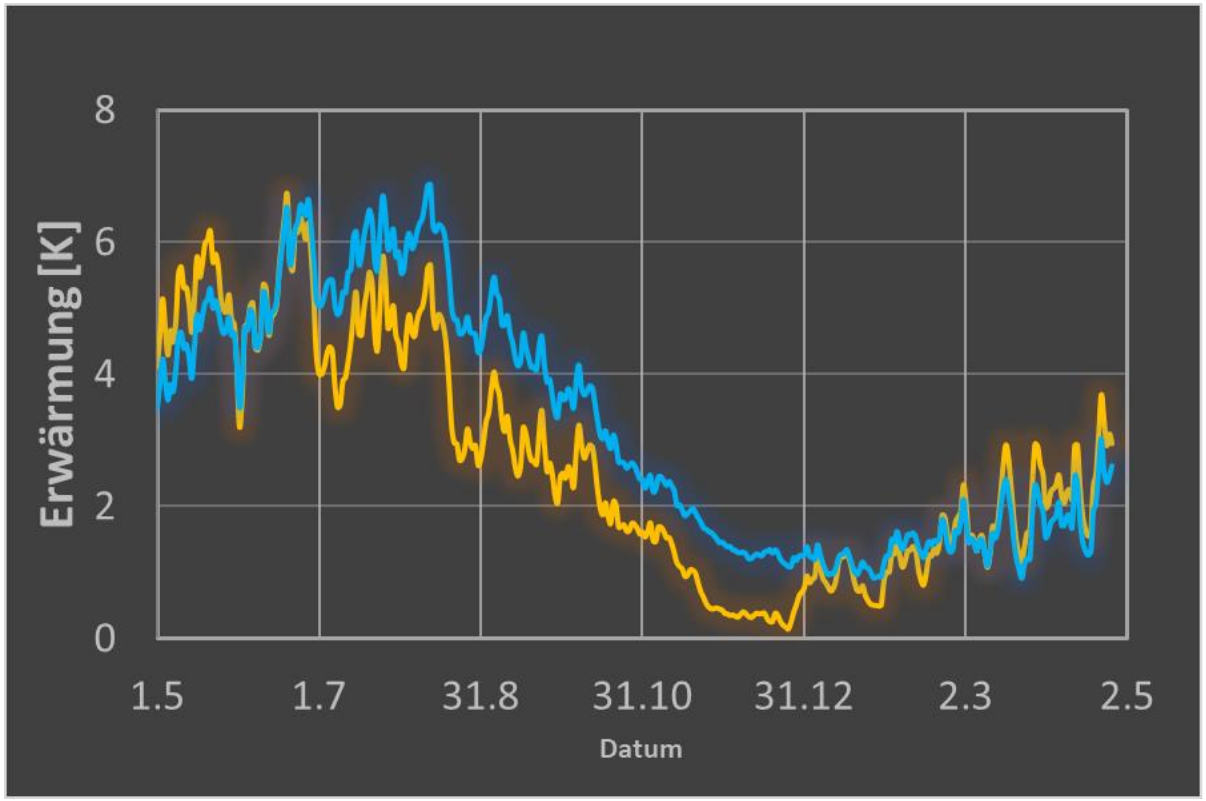


80 cm über Kabel (85 cm u. GOF)



Erwärmung ($\Delta T = T_{Trasse} - T_{Referenz}$)

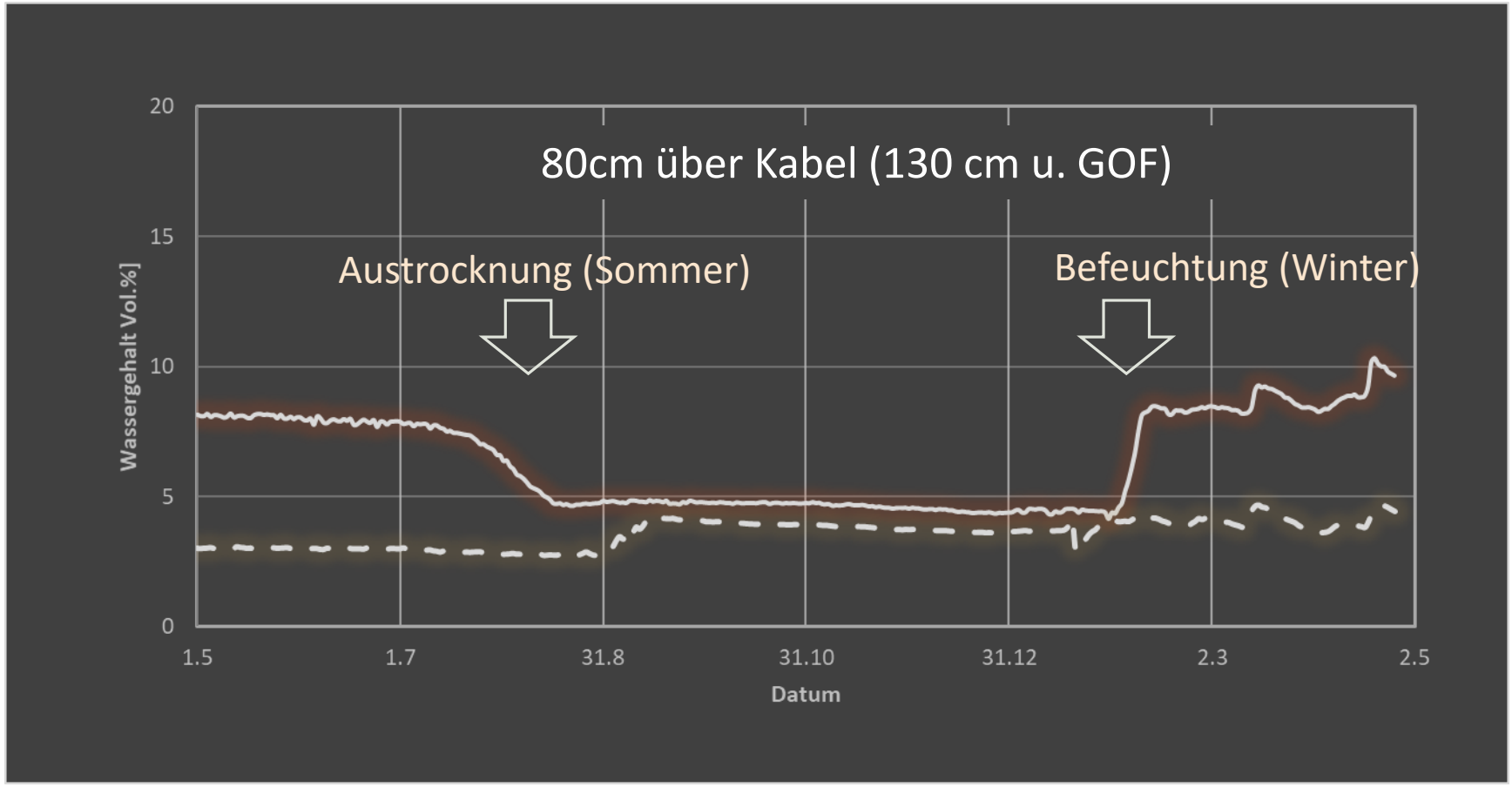
Kabelraum



80 cm über Kabel

Jahresverlauf des Wassergehalts

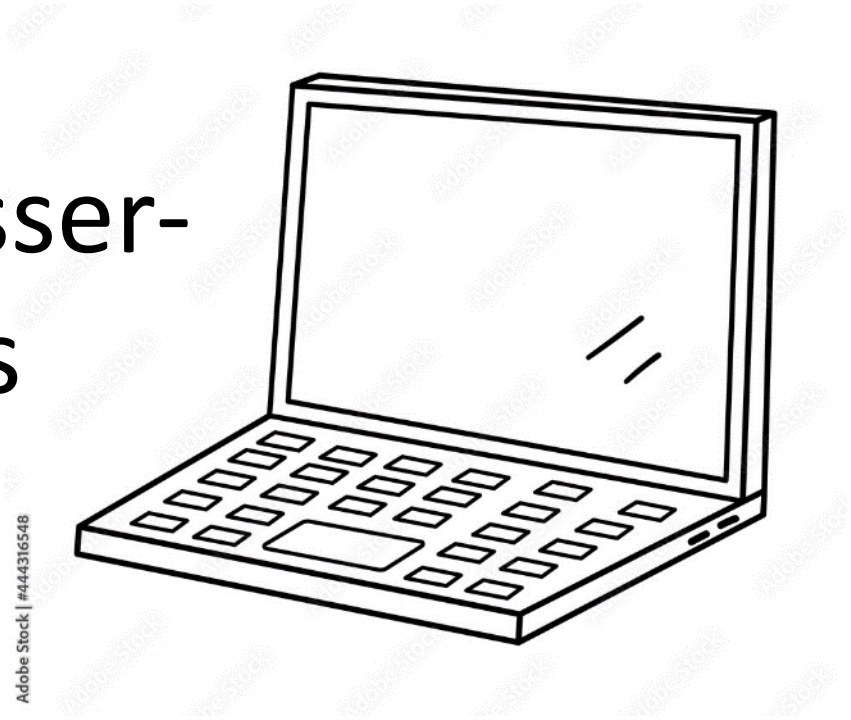
Bodenfeuchte E120 (grundwasserfern)



Trasse

Referenz

Modellierung des Wasser- und Wärmehaushaltes



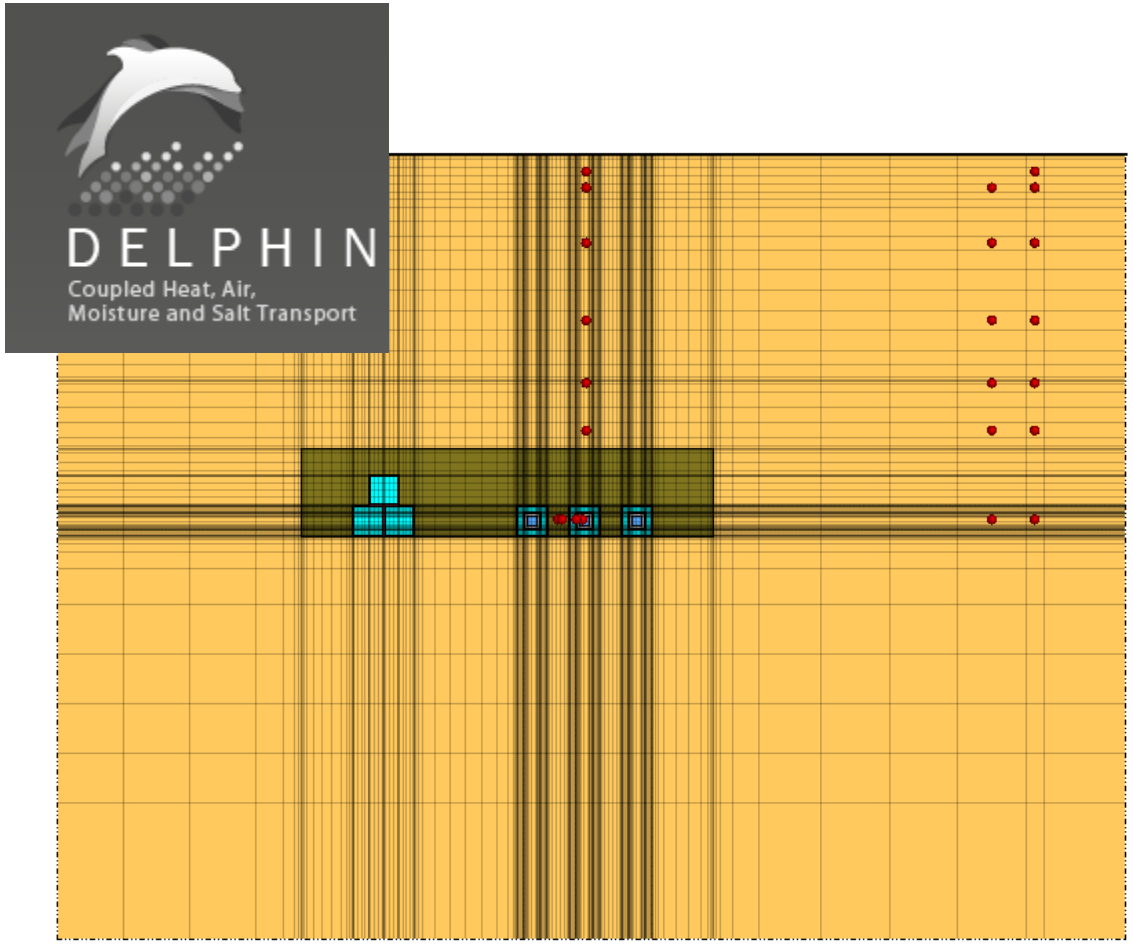
2D Simulationsmodell: Delphin 6 (TU Dresden)

Input

Lufttemperatur
Strahlung
Niederschlag
Verdunstung

hydraulische und thermische Boden-Eigenschaften

Wärmeverlust der Kabel



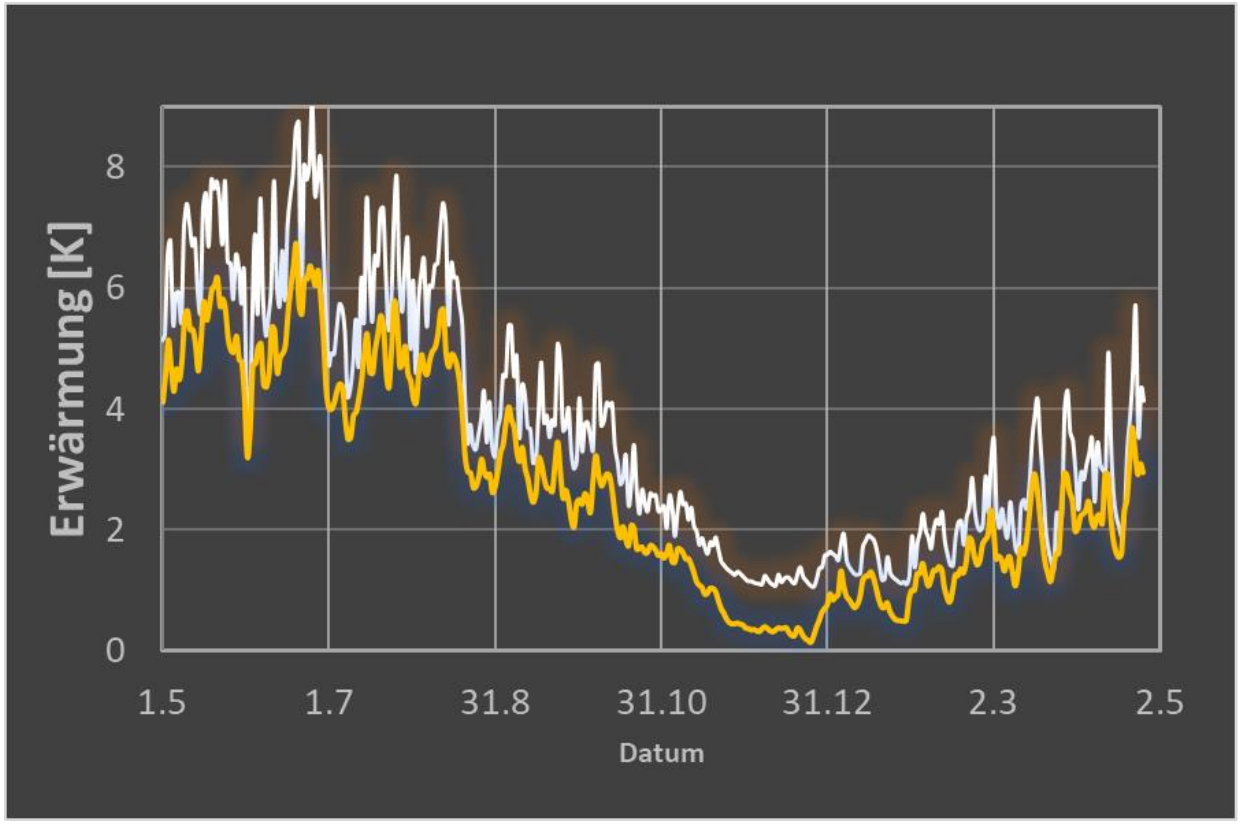
Output

Bodentemperaturen

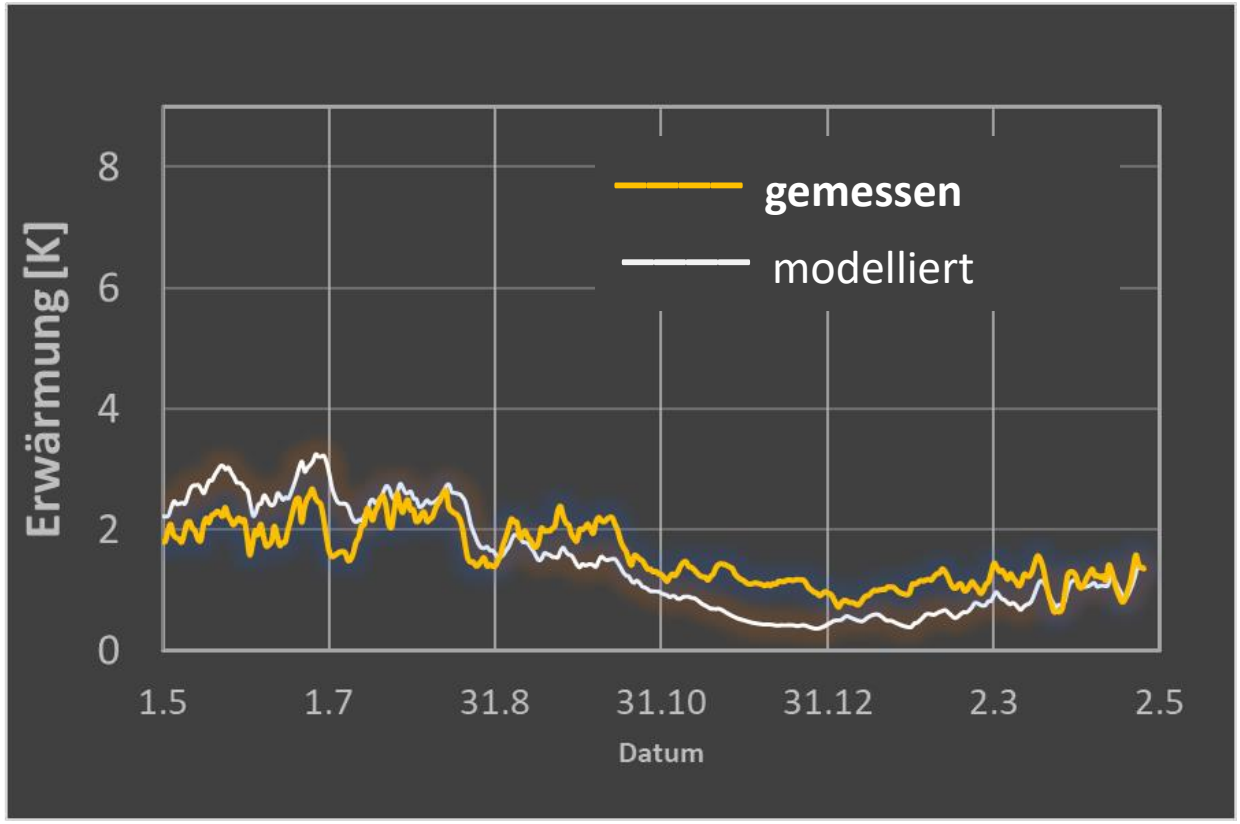
Wassergehalte

Validierung E120 - Bodenerwärmung

Kabelraum (210 cm u. GOF)



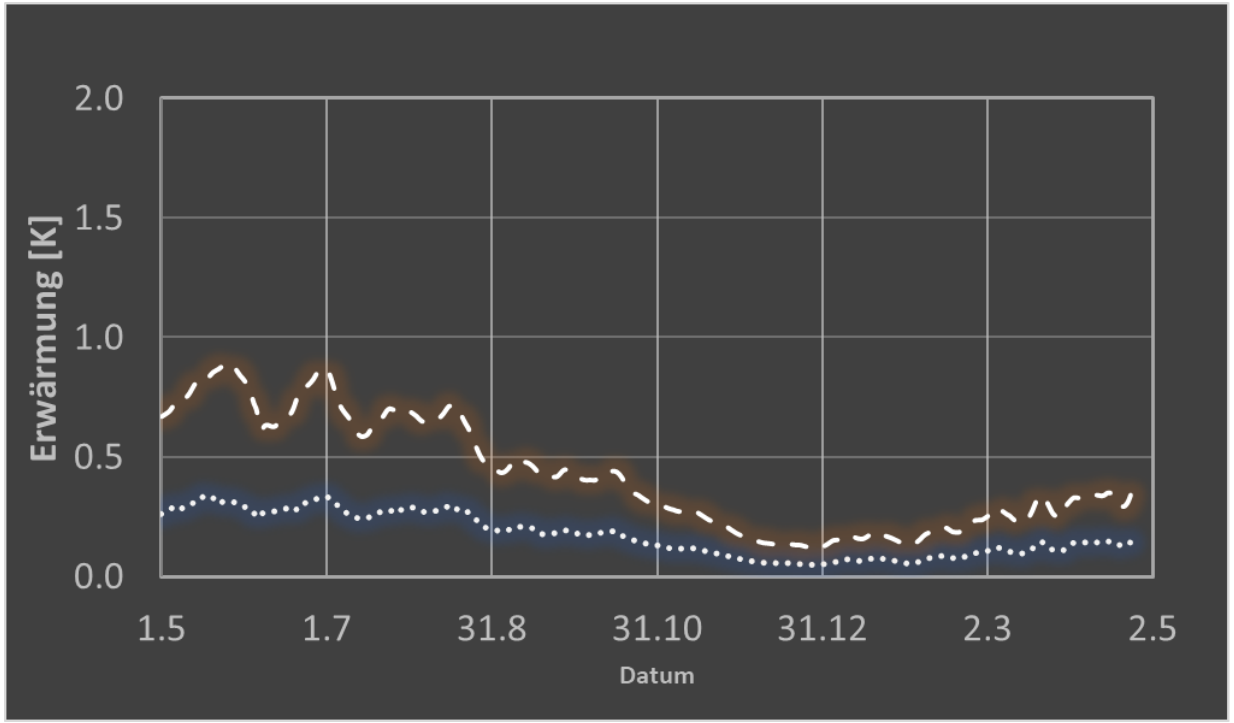
80cm über Kabel (130 cm u. GOF)



berechnete Bodenerwärmung

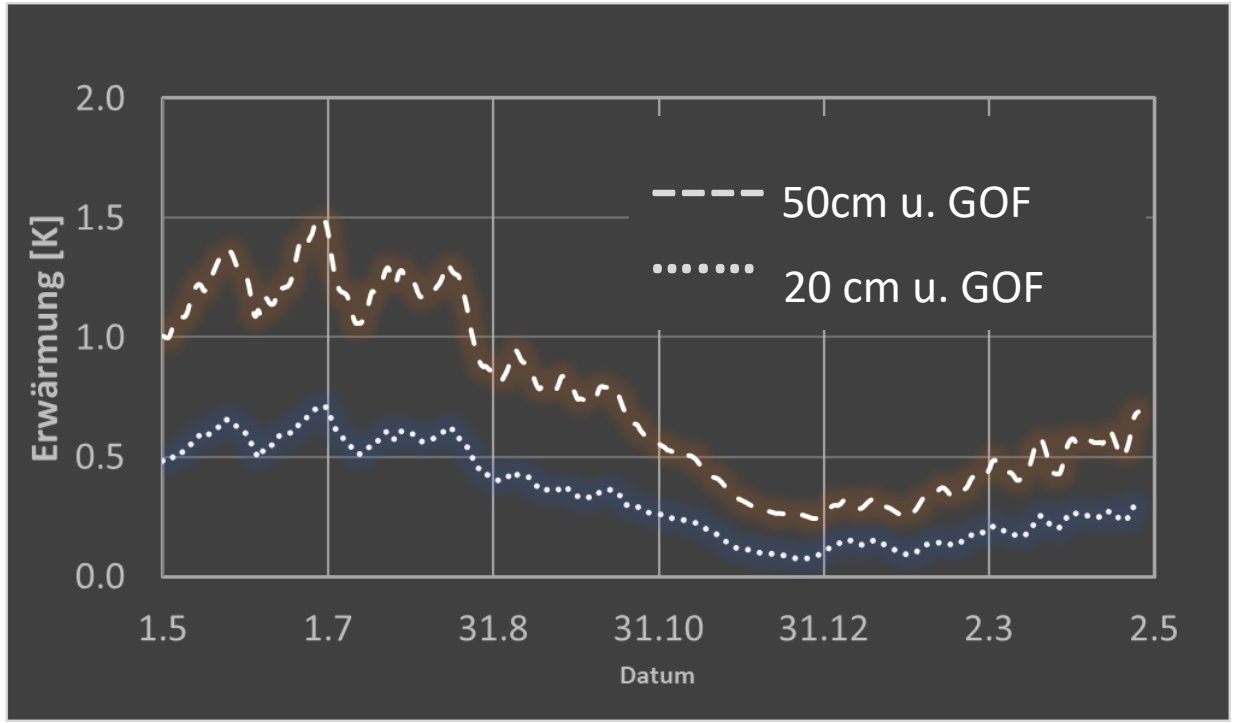
E120 – grundwasserfern

Kabel 210cm u. GOF



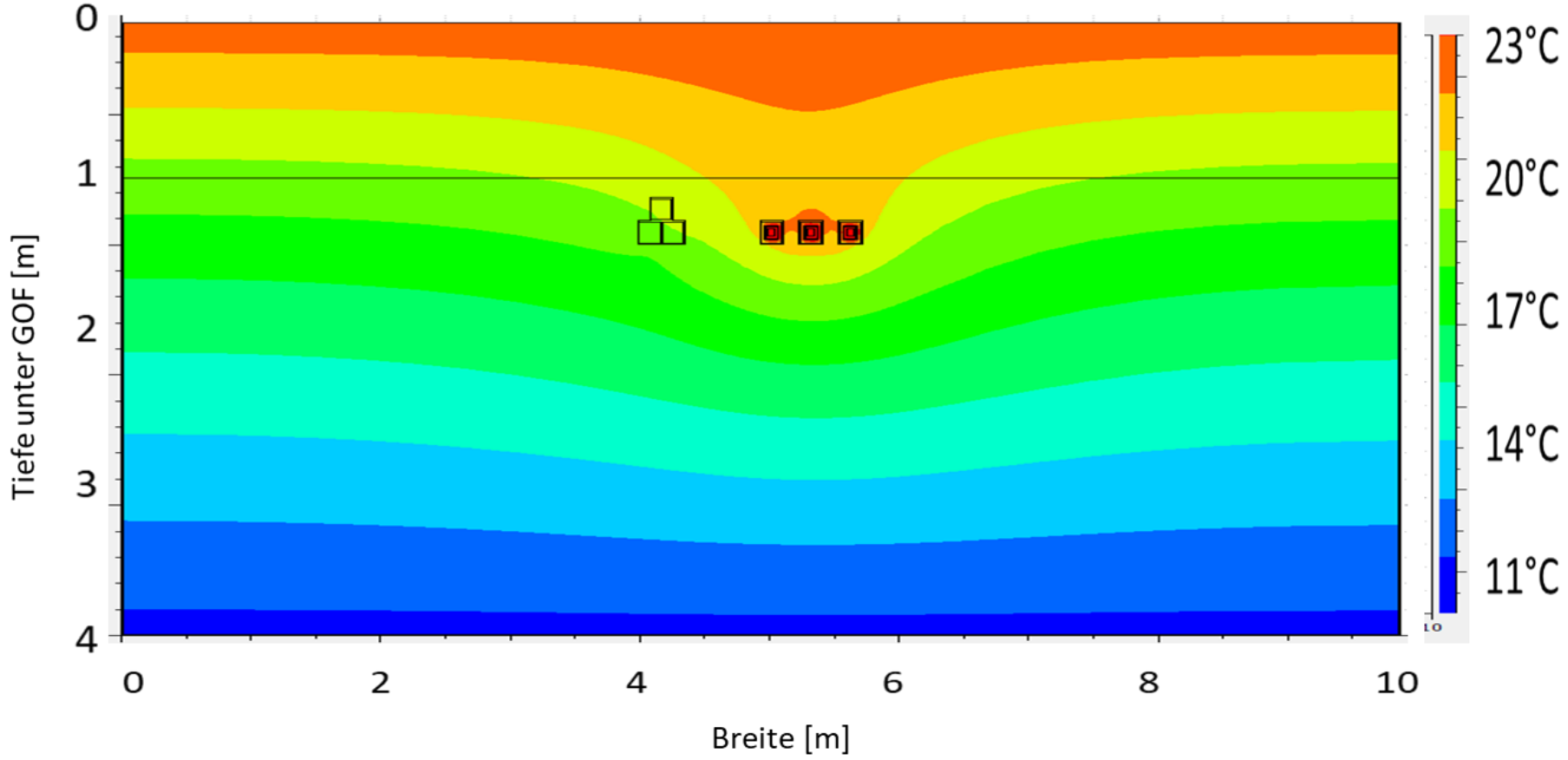
V230 – grundwassernah

Kabel 165cm u. GOF



Berechnetes Temperaturfeld V230

30.7.2022



Zusammenfassung

1. Die Erwärmung des Bodens ist im direkten Kabelumfeld am stärksten und nimmt in Richtung Bodenoberfläche ab.
2. Ein Einfluss auf den Wassergehalt ist nicht zu erkennen.
3. Die Erwärmung im Wurzelraum ist von Wärmeverlust, Legetiefe und Standortbedingungen abhängig.
4. Eine numerische Simulation des Wasser- und Wärmehaushaltes kann die Bodenerwärmung in seiner räumlichen und zeitlichen Dynamik abbilden.
5. Die modellierte Erwärmung des Oberbodens ist < 1,5 K und beschränkt sich auf den Bereich direkt oberhalb der Kabel.

Vielen Dank

für die Aufmerksamkeit und Fragen

und an:

Technische Universität Berlin

e.dis

pedo tec
pedotec GmbH - Ingenieurbüro für Boden und Wasser

WINDNODE

Umweltanalytische Produkte GmbH