

How much water is in the soil ?

How to visualize the answer ?



How to ...? There is a lot !!!



Annals of Forest Science (2019) 76:39
https://doi.org/10.1007/s13595-019-0822-2

DATA PAPER

NFIWADS: the water budget, soil moisture, and drought stress indicator database for the German National Forest Inventory (NFI)

Paul Schmidt-Walther¹ · Bernd Ahrends¹ · Tobias Mette² · Heike Puhlmann³ · Henning Meessenburg¹

Received: 6 November 2017 / Accepted: 10 March 2019
© INRA and Springer-Verlag France SAS, part of Springer Nature 2019



[Schmidt-Walther et al. \(2019\)](#)

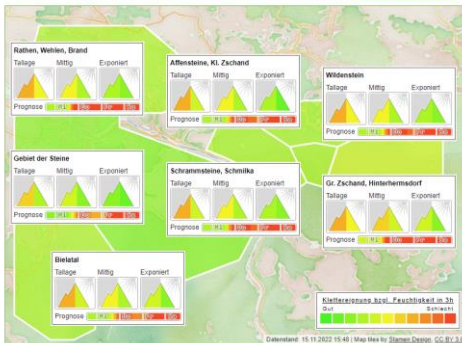
[Benning et al. 2018](#)





Forest Ecology and Management

Volume 258, Issue 10, 30 October 2009, Pages 2163-2174

Felsampel des Elbsandsteingebirges 



A novel approach in model-based mapping of soil water conditions at forest sites

Kai Schwärzel^a  , Karl-Heinz Feger^a, Janet Häntzschel^a, Alexander Men Uwe Spank^b, Falko Clausnitzer^b, Barbara Köstner^b, Christian Bernhofer^b

[Schwärzel et al. \(2009\)](#)

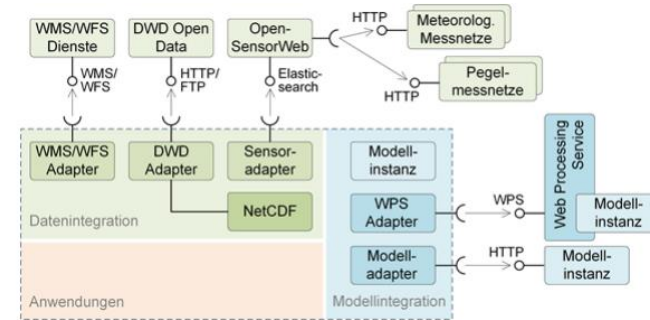


Abbildung 27: Möglichkeiten zur Daten- und Modellintegration im Informationssystem

[Extruso-Projekt \(TU Dresden 2018\)](#)

ReKIS

Regionales Klimainformationssystem
für Sachsen, Sachsen-Anhalt und Thüringen

[TU Dresden](#)
(seit 2012)

[Sächsischer Bergsteigerbund e.V.](#)
(seit 2015)

The Project Soil Moisture Traffic Light

„START 2020“ – Funding by SMEKUL (Saxon State Ministry of Environment)

1. **Integration of meteorological data** (Forest Climat Stations of Sachsenforst) Visualization / Download in ReKIS*
2. **Development of a simple web-based indicator system**, that transfers complex processes of soil water balance into simple statements on water availability
3. Establish a **prototype** of the “Soil Moisture Traffic Light“ for different forest sites in Saxony

Implementation by

STAATSBETRIEB
SACHSENFORST



PIKobytes
DATA-DRIVEN SOFTWARE AND CONSULTING.

Scientific board (TU Dresden - Practitioners SN - LWF - FFK)

* <https://rekis.hydro.tu-dresden.de/> ReKIS – REGIONALES KLIMAINFORMATIONSSYSTEM SACHSEN, SACHSEN-ANHALT, THÜRINGEN

The Soil Moisture Traffic Light - People

Sachsenforst: Eisenhauer (AL 4), ANDREAE (RL 43), PETZOLD/JACOB/ PETERS Gemballa (Ref 43),
Thomas/Kieslich/Richter (Ref 34)

TU-Dresden: KRONENBERG/LUONG/VOROBESKII (Institut für Hydrologie und Meteorologie)

Klopfer Software GmbH: Peter Klopfer

PIKobytes: Matthias Müller

(Staatskanzlei [Digitalisierung] & Dienstleister)

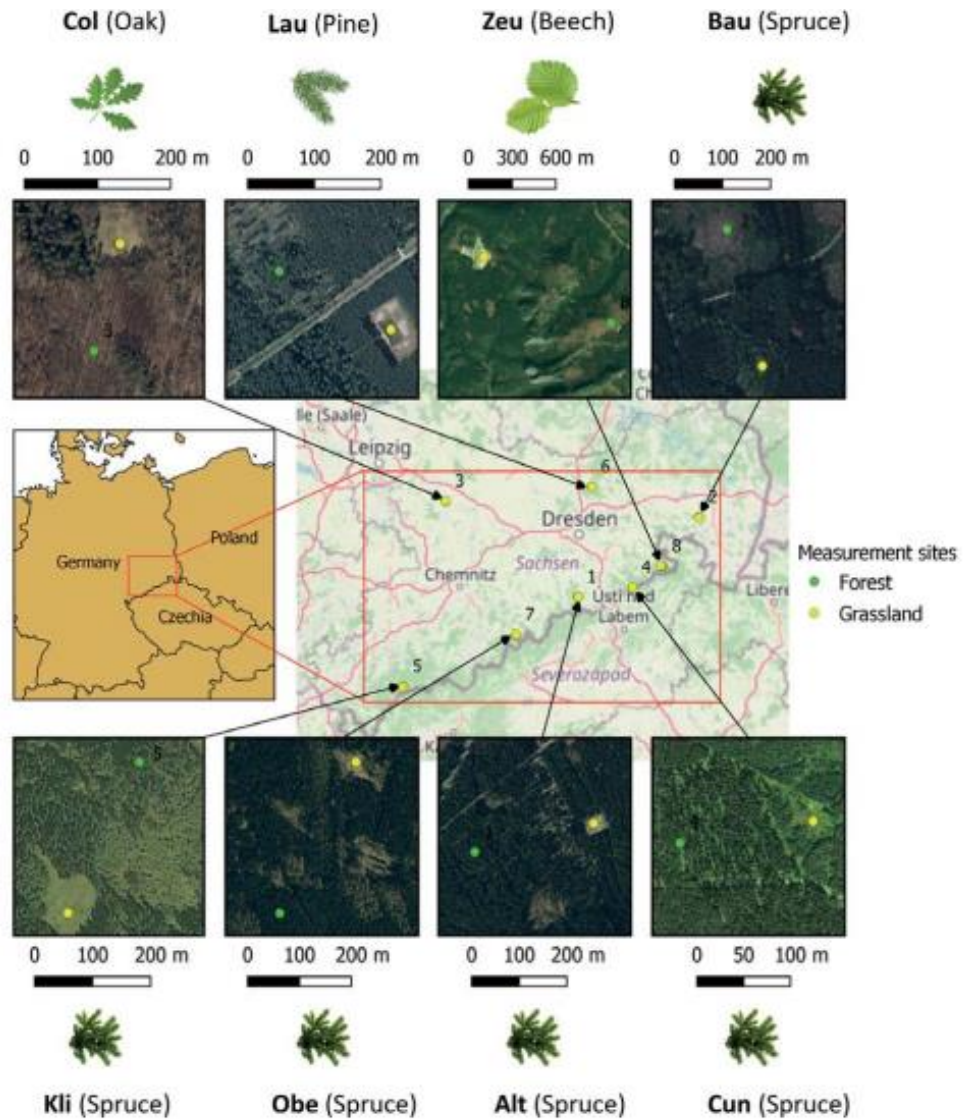
Scientific Board: Dr. Sven Irrgang (Forstbezirk Bärenfels)

Prof. Dr. Nils Schütze (TUD, IHM Lehrstuhl Hydrologie)

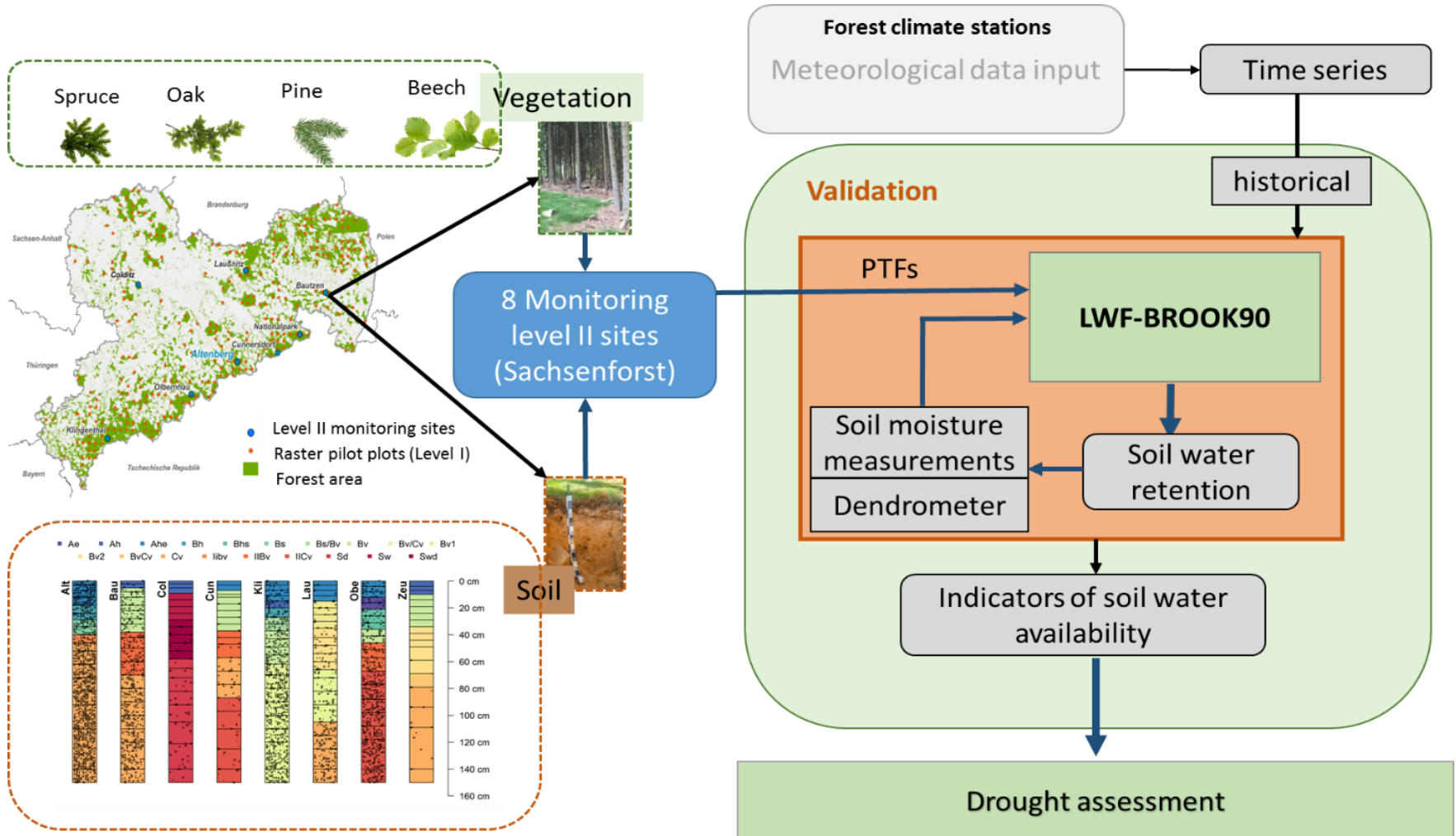
Dr. Lothar Zimmermann (Bayerische Landesanstalt für Wald und Forstwirtschaft)

Parameterization & Validation

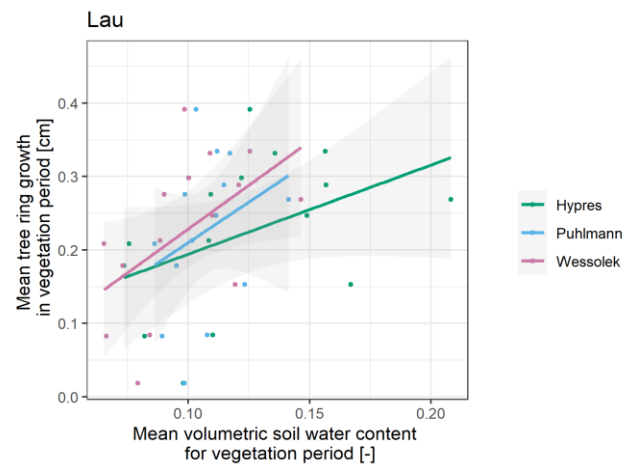
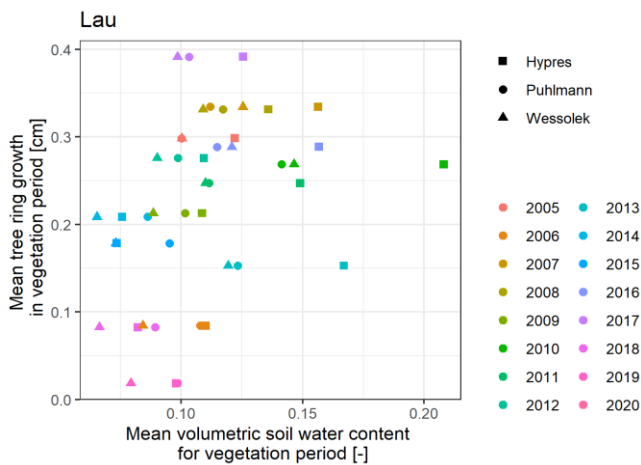
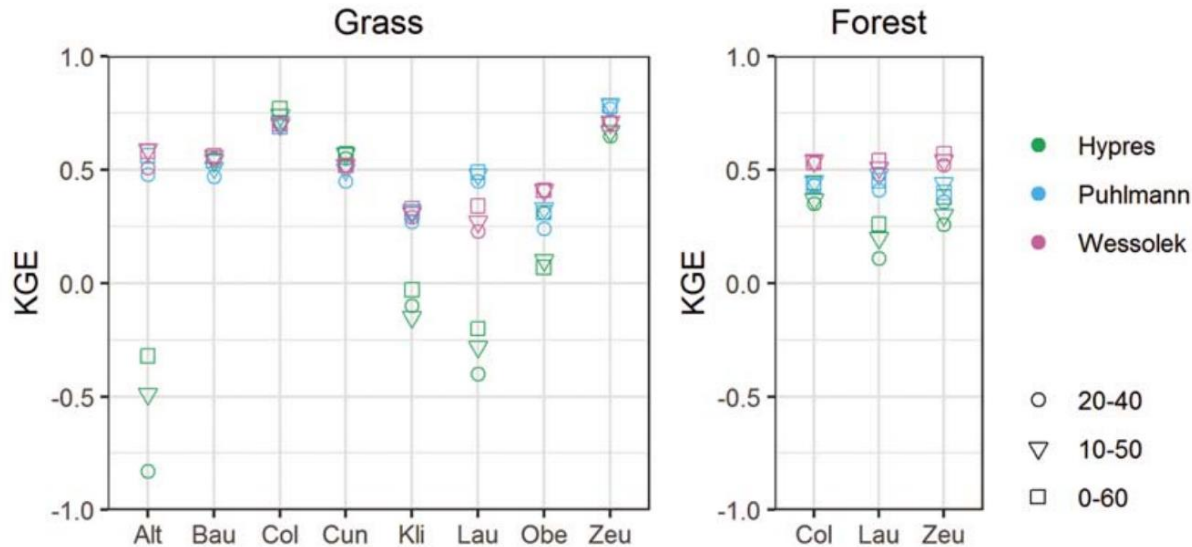
- 8 Level II Plots in Saxony



Parameterization & Validation



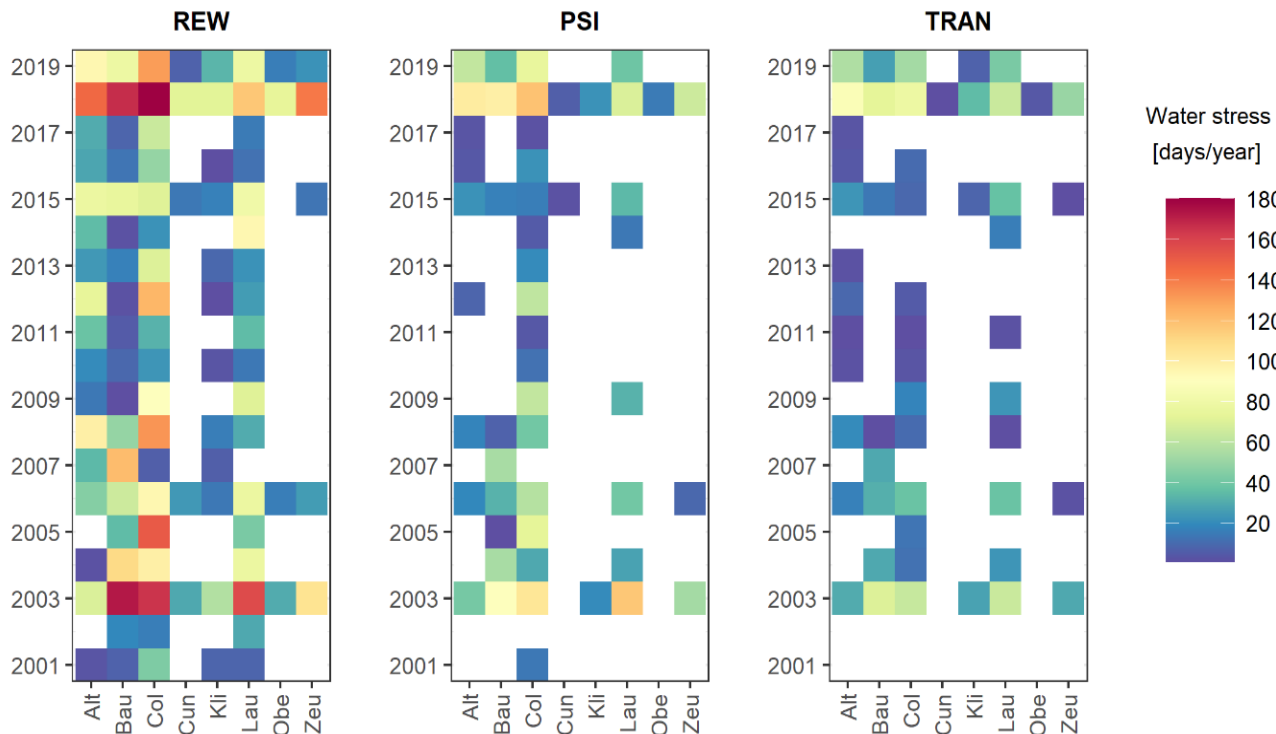
Parameterization & Validation



Parameterization & Validation

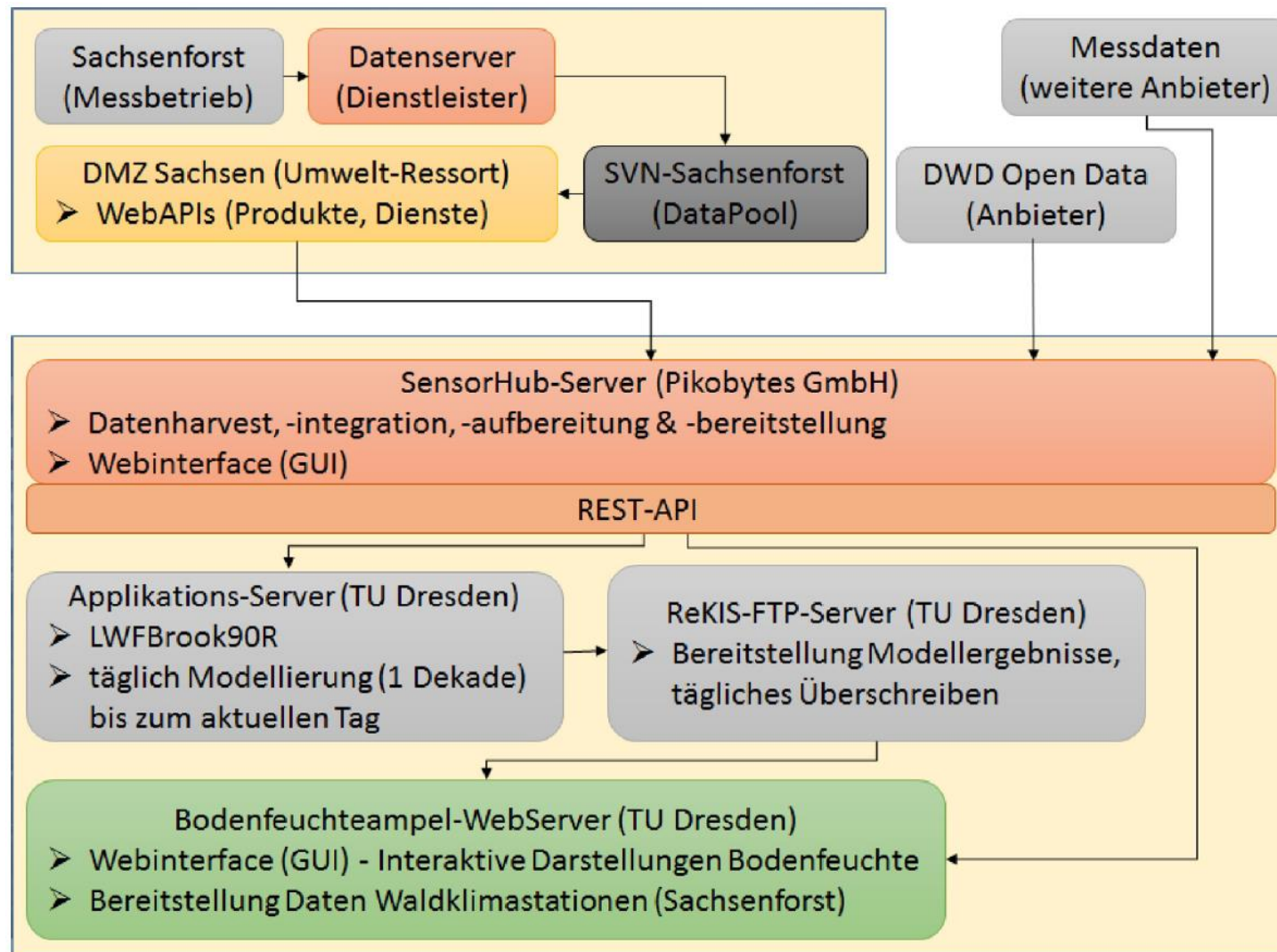
Criteria	PTF-Hyres	PTF-Puhlmann	PTF-Wessolek
Grass site		+	+
Tree site		+	+
Input requirement			+
Tree development			+
Total	0	2	4

- Evaluation



- Indicator for soil moisture

System Architecture & Data flow



How the traffic light flashes ...

Relative extractable water after Granier et al. 1999

derived from water content and storage per soil layer

Plant available storage (A)

$$A = \sum_{i=1}^n (\theta_i - \theta_{wpi}) \times (1 - c_i) \times d_i$$

Available Water Capacity (AWC)

$$AWC = \sum_{i=1}^n (\theta_{fci} - \theta_{wpi}) \times (1 - c_i) \times d_i$$

Relativ Extractable Water (REW)

$$REW = \frac{A}{AWC}$$

θ_i : water content [Vol. %] per soil layer

θ_{fci} : θ at field capacity (pF = 1.8)

θ_{wpi} : θ at permanent wilting point (pF = 4.2)

c_i : stone content

d_i : layer thickness (mm)

REW	Rating
REW > 1	very wet
0.4 < REW ≤ 1	wet
0.2 ≤ REW ≤ 0.4	dry
0 ≤ REW < 0.2	very dry

What is available ?

Simple and Expert mode...

Real-time (daily) and site-specific information of soil moisture at ...



- **932 NFI Plots in Saxony *** → extrapolated to > 3000 sites (forest site map)
- **5 different vegetation types** (spruce, pine, beech, oak und gras)
- three different **soil depths** (40 cm, 80 cm und 100 cm)
- soil moisture development in time and depth of the overall **soil profile**
- management information about forest site and tree suitability

* Benning, Raphael; Ahrends, Bernd; Amberger, Hagen; Danigel, Johanna; Gauer, Jürgen; Hafner, Silke et al. (2020):
The Soil Profile Database for the National Forest Inventory plots in Germany derived from site survey systems. Internet.
[Online available](#)

Simple mode

Prototype: <https://life.hydro.tu-dresden.de/BoFeAm/dist/index.html>

Relaunch-Test: https://life.hydro.tu-dresden.de/BoFeAm/dist_BFA/index.html

Willkommen auf der Bodenfeuchteampel

Die Bodenfeuchteampel (BFA) liefert Ihnen Informationen zum aktuellen Wassergehalt von exemplarischen Böden an sächsischen Forststandorten. Diese Plattform ist ein neuer Teil des Regionalen Klimainformationssystems - ReKIS. Sie befindet sich derzeit noch in der Testphase.

Eine kurze Erklärung

Die Bodenfeuchte ist von entscheidender Bedeutung für eine schonende und nachhaltige land- und forstwirtschaftliche Nutzung unserer Böden. Die BFA des Instituts für Meteorologie der TU Dresden in Tharandt in enger Zusammenarbeit mit dem Kompetenzzentrum Wald und Forstwirtschaft des Sachsenforsts bietet täglich aktualisierte und standortspezifische Bodenfeuchte-Informationen für eine Vielzahl von forstwirtschaftlichen Bewertungen und darauf basierenden Entscheidungen.

- Bewertung der Wasserverfügbarkeit und Trockenheit.
- Technologieeinsatz auf sensiblen Standorten.
- Anbauplanung & Risikobewertung.
- Pradisposition für Forstschädlinge, etc.

Bedeutung des relativ extrahierbaren Wassers (REW) für den Boden und die Pflanzen:

- REW = 0,0 - 0,2 : ● Sehr trockener Zustand
- Ausschöpfung des Bodenwasservorrats kritisch
 - baumartenspezifisch bei längerer Andauer irreversible Schäden (Embolien, Wurzelschäden, Absterbe-Erscheinungen)
 - Prädisposition für Schädlinge
 - relativ geringe Verdichtungsanfälligkeit bindiger Böden
- REW = 0,2 - 0,4 : ● Trockener Zustand
- baumartenspezifische Anpassungen bei längerer Andauer der Trockenheit
 - Reduktion der Transpiration (Schließen der Spaltöffnungen, Blätterrollen, Blattabwurf, ...)
 - reduzierter Zuwachs
 - erhöhte Wassernutzungseffizienz
 - geringere Verdichtungsanfälligkeit von Böden, z.B. durch Befahrung
 - ungünstig für Wurzelentwicklung (Pflanzung)
- REW = 0,4 - 1,0 : ● Normalzustand
- ideale Bodenfeuchtebedingungen für Wasser- und Nährstoffaufnahme, (Wurzel-) Wachstum, Pflanzenanwuchs
 - bindige Böden ohne Skelett bei Befahrung verdichtungsanfällig
- REW > 1,0 : ● Sehr nasser Zustand
- bindige Böden in geneigter Lage mit Oberflächenabfluss/erosionsanfällig
 - bei längerer Andauer Sauerstoffmangel im Wurzelraum, evtl. Faulnis
 - erhöhte Windwurfanfälligkeit
 - bindige Böden ohne Schaden nicht befahrbar

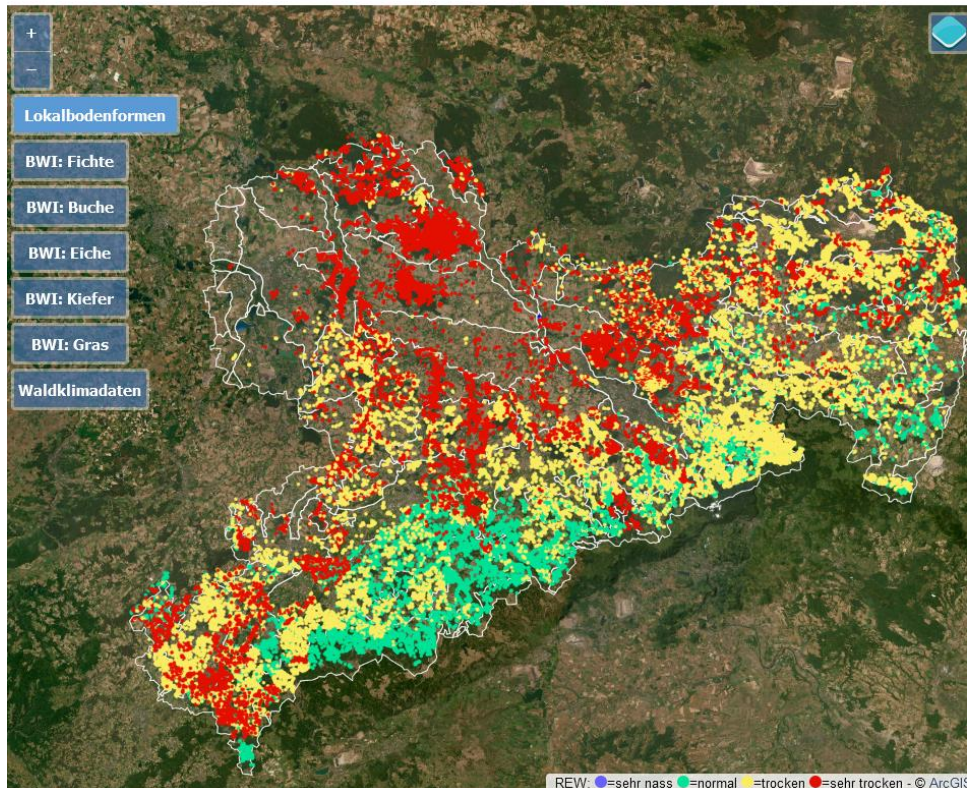
Weitere Informationen zum System finden Sie in folgender Publikation:

Kronenberg et al. (2022): "Die Bodenfeuchteampel – Ein webbasiertes Informationssystem für die tagaktuelle Bewertung der Wasserverfügbarkeit in Wäldern"

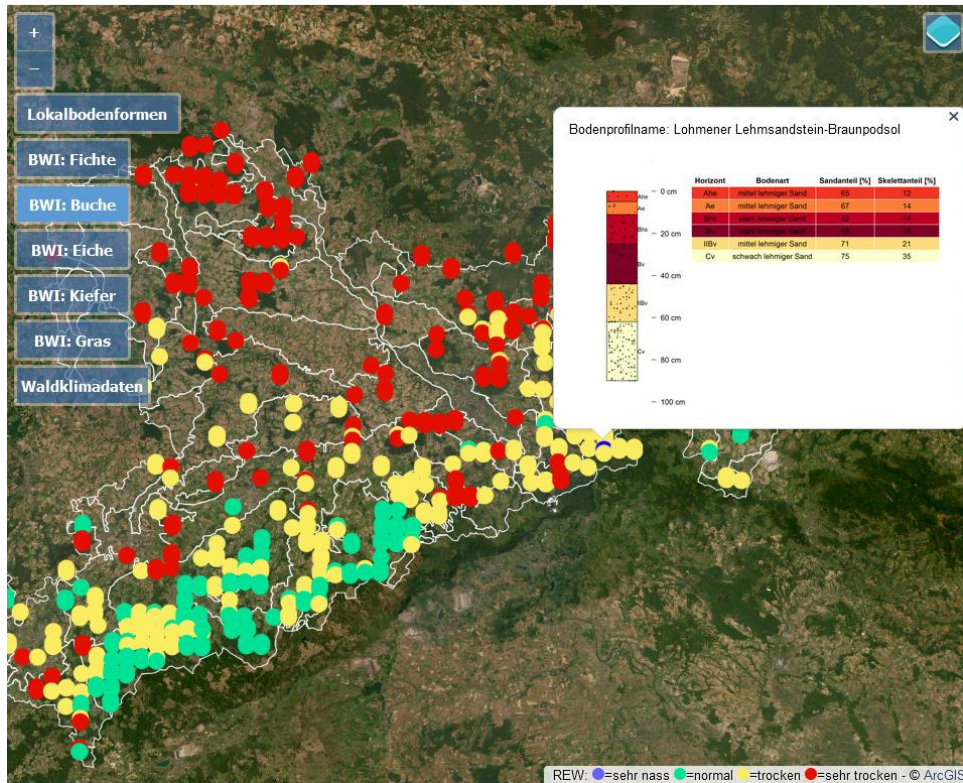
Wir sind daran interessiert diese Plattform zu verbessern, daher besteht für Sie die Möglichkeit ein Feedback zu geben. Wir freuen uns auf Ihre Rückmeldungen!

IHR LINK ZUR UMFRAGE

Partner für dieses Angebot sind:

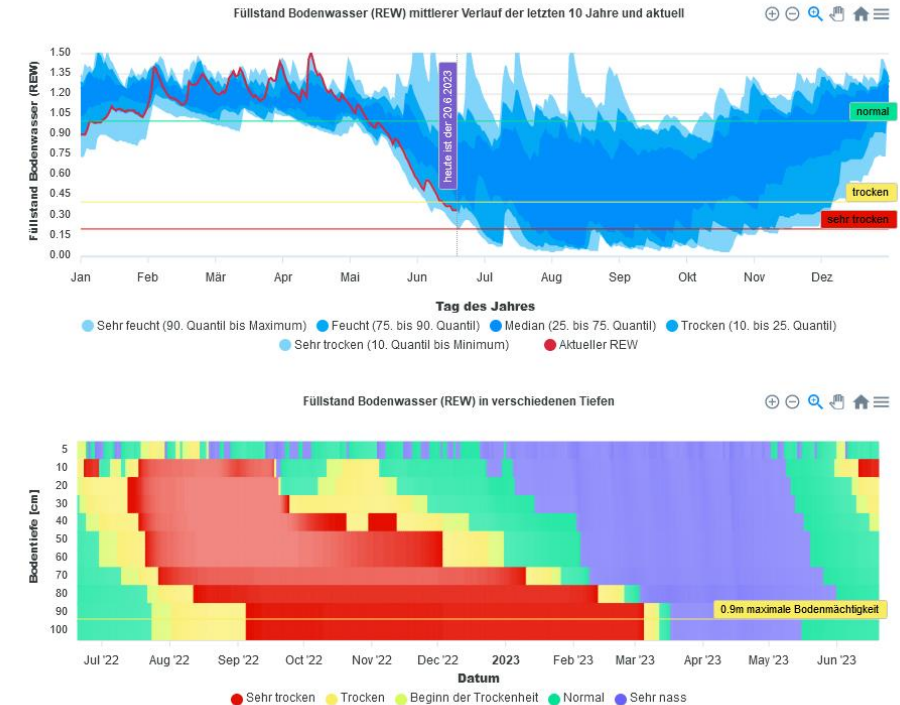


Expert mode



Sachsenforst

Ausgewählter Standort: 53862_3 Vegetation: Buche REW: 40cm Bodentiefe
Letzte Aktualisierung: 2023-06-14



Expert mode

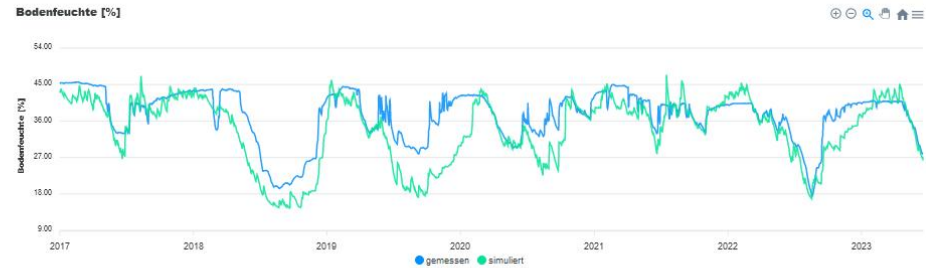


Sachsenforst

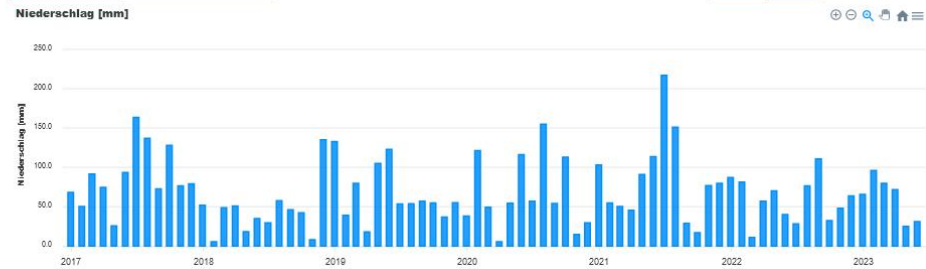
Ausgewählter Standort: Zeughaus

Die gezeigten Daten stammen vom Staatsbetrieb Sachsenforst. Bitte beachten Sie, dass die Messwerte der letzten drei Monate ungeprüft sein können. Fehlwerte sind im Diagramm linear interpoliert. Fehlwerte sind mit "null" markiert.

von: 01.01.2017 bis: 20.06.2023
 Klimaelement: Mittelwert Alle Elemente exportieren
 zeitliche Auflösung: Stunde Tag Monat Jahr Export



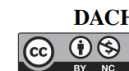
von: 01.01.2017 bis: 20.06.2023
 Klimaelement: Summe
 zeitliche Auflösung: Stunde Tag Monat Jahr



- **Improve Layout**
- **Coupling forest site map** (representative soil profiles at real location instead of masked NFI-Plots)
- **Integration of complete site description & silvicultural information**
- **Data integration of recently installed soil moisture sensors at all Level II - plots**
- **Evaluation of 77 soil Monitoring profiles** (plots of the NFSI raster)
- **prototype → Routine**



Meteorol. Z. (Contrib. Atm. Sci.), Early Access DOI 10.1127/metz/2023/1155
© 2023 The authors



Toward reliable model-based soil moisture estimates for forest managers

LUONG THANH THI^{1*}, IVAN VOROBESKII¹, RICO KRONENBERG¹, FRANK JACOB², ALEXANDER PETERS², RAINER PETZOLD² and HENNING ANDREAE²

¹Chair of Meteorology, Institute Hydrology and Meteorology, TU Dresden, Tharandt, Germany

²Competence Centre for Forest and Forestry, Saxony Forest State Enterprise, Pirna, Germany