

Hochwasser

Betroffenheit, Risiken und Anpassung im Einzugsgebiet der Weißen Elster/Saale

Reinhard Schinke, Jörg Hennersdorf und Regine Ortlepp

Leibniz-Institut für ökologische Raumentwicklung, Dresden

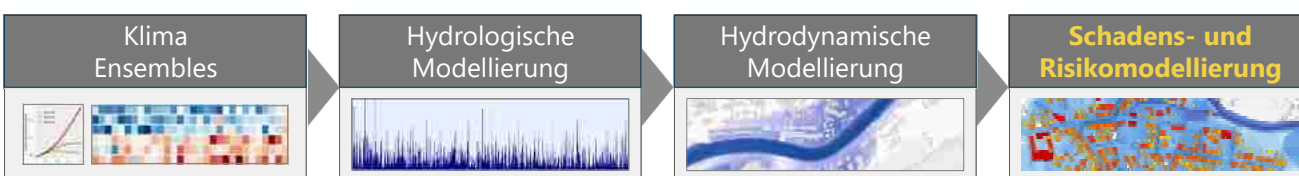


Modellregion
KlimaKonform

Hintergrund

Welchen Hochwasserrisiken sind derzeit und zukünftig für das Einzugsgebiet der Weißen Elster zu erwarten? Wie können sich Betroffene auf die Risiken einstellen? Wie lassen sich potentielle Schäden vermindern oder vermeiden? Für diese und ähnliche Fragen entwickelten und erweiterten wir einen hochauflösenden Ansatz mit dem sich detailliert die Risiken für Gebäude analysieren und die Wirkung baulicher Vorsorge aufzeigen lässt. Eingebunden ist dieser Ansatz in die Modellkette Hochwasser, der die Wirkungen des Klimawandels auf das Abflussgeschehen charakterisiert. Die Ergebnisse dieser klimatologischen, hydrologischen und hydrodynamischen Entwicklungen werden von der TU Dresden bereitgestellt und stellen hier Schnittstelle und Eingangsdaten für die hier dargestellten Analysen von Betroffenheit, Risiken und baulicher Anpassung dar. Insgesamt bilden die Forschungsarbeiten die zentrale Grundlage für ein adressatengerechtes Informationsangebot für die Kreise in der Modellregion.

Der Ansatz



Die Ergebnisse

Gebäudetypisierung

Die Charakterisierung der Gebäude nimmt eine Schlüsselstellung für die hohe räumliche und inhaltliche Auflösung der Risikoanalysen dar.

Das übergeordnete Forschungsziel richtete sich dabei auf eine automatisierte GIS Analyse, um die Übertragbarkeit der in den Fallstudien durchgeführten VorOrt-Kartierungen zu gewährleisten.

Der nebenstehende Vergleich zeigt exemplarisch die Ergebnisse der Gebäudecharakterisierung für die Fallstudie Elsterberg (SN).

Die automatisierte GIS Analyse liefert für wesentlichen Gebäudeattribute, wie Funktion und Baualter, vergleichbare Ergebnisse in den Fallstudien.

Vergleich

Fallstudie Elsterberg

Gebäudefunktion

Baualter (Wohngebäude)

Baualter	Gebäudefunktion	2011 / 2011	2011
vor 1950	Wohngebäude	1	1
1950-1980	Wohngebäude	2	2
1980-1990	Wohngebäude	3	3
1990-2000	Wohngebäude	4	4
2000-2010	Wohngebäude	5	5
nach 2010	Wohngebäude	6	6

Daten: RS, IN (2021): Ergebnisse der VorOrt-Kartierung, Elsterberg

Verletzbarkeit

Schadensfunktionen
Potentielle Hochwasserschäden

Widerstehen
Nachgeben
Ausweichen

Die Verletzbarkeit wird mit einem detaillierten, synthetischen Ansatz beschrieben, der die Wirkung baulicher Vorsorge für die drei Strategien der Bauvorsorge aufzeigen kann.

Risikoentwicklung

Fallstudien

Potentielle Entwicklungen infolge des Klimawandels

Betroffenheit

Einzugsgebiet Saale | Weiße Elster

Anzahl betroffener Gebäude

Überflutungstiefen-DE, niedrige Wahrscheinlichkeit (BAG, 2024)

Geobasisdaten: © GeoBasis-DE / BKG (2022)

Bauvorsorge

Lokale Auswertungen

für die Kreise in der Modellregion - Karten und Statistiken

FLOOD.Bi

<https://lsnq.de/FLOODBi>

WebGIS Tool zur gebäudebezogenen Analyse der Betroffenheit, der Risiken und der Wirkung von Anpassungsmaßnahmen

Automatisierte Betroffenheitsanalyse

Weiterentwickelter Algorithmus für Austauschbauteile

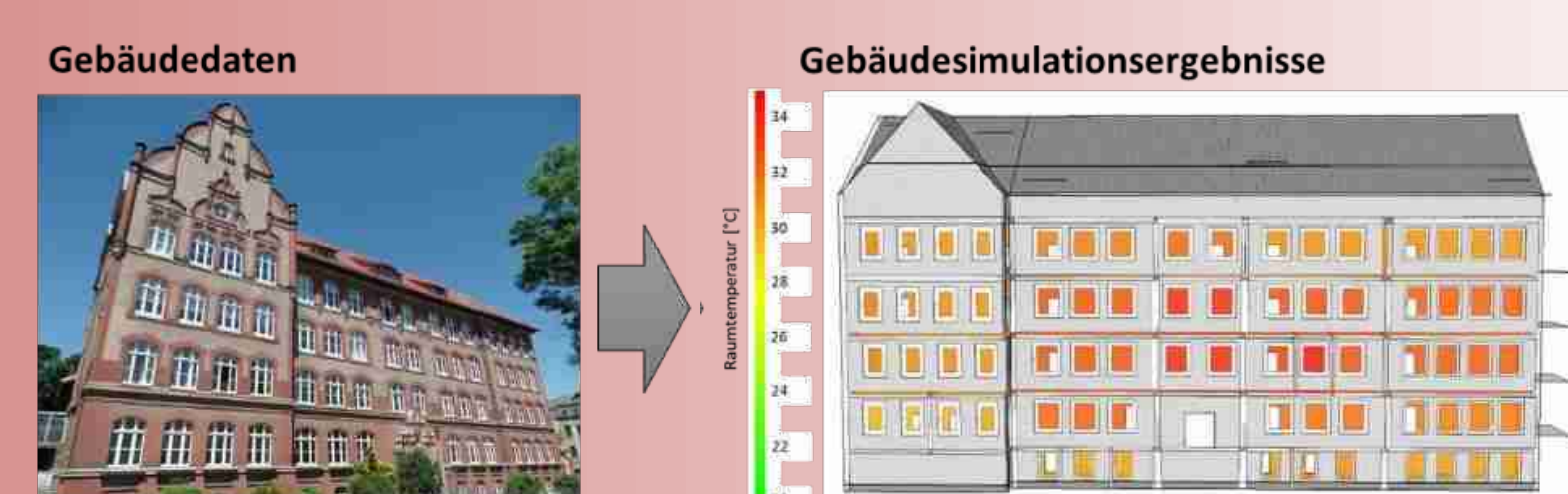
Informationsangebot Hochwasser



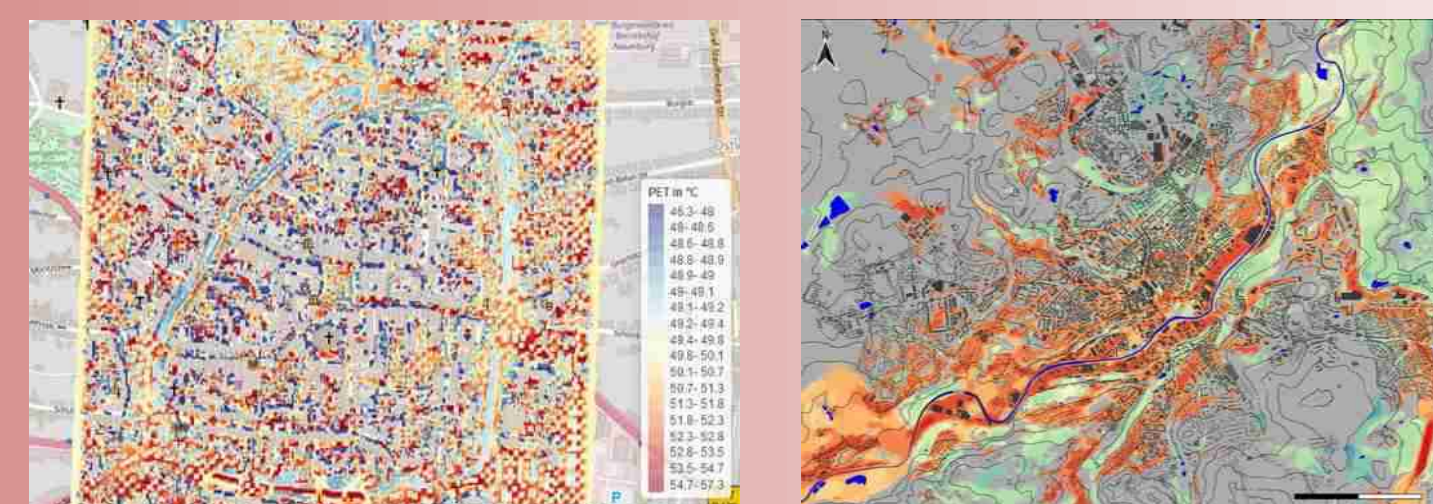
Plattform zum klimakonformen Handeln auf Gemeinde- und Landkreisebene

* Landkreise * Kommunen * Kommunenbefragung * Klima-Coaching *

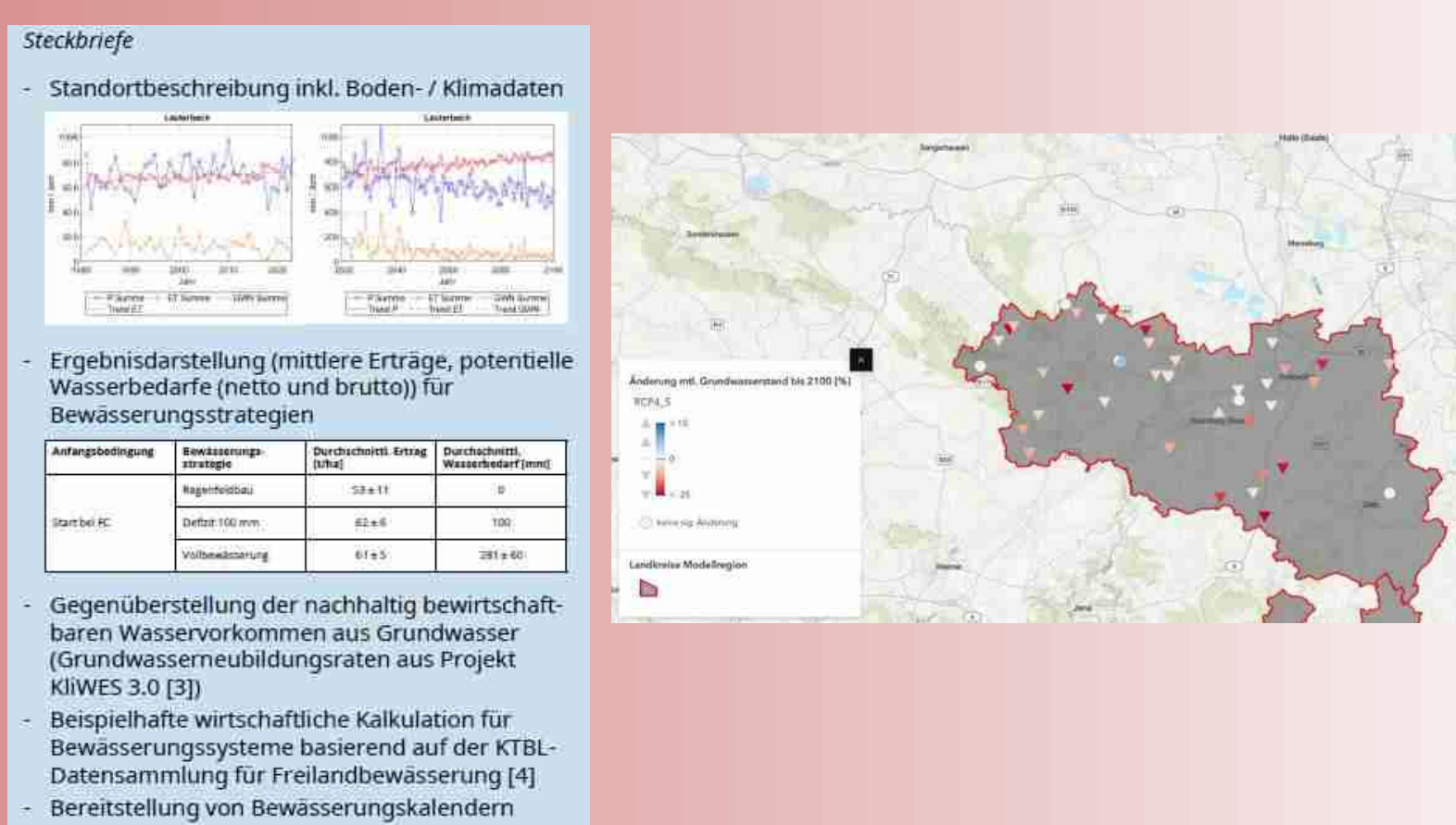
Hitze in Gebäuden



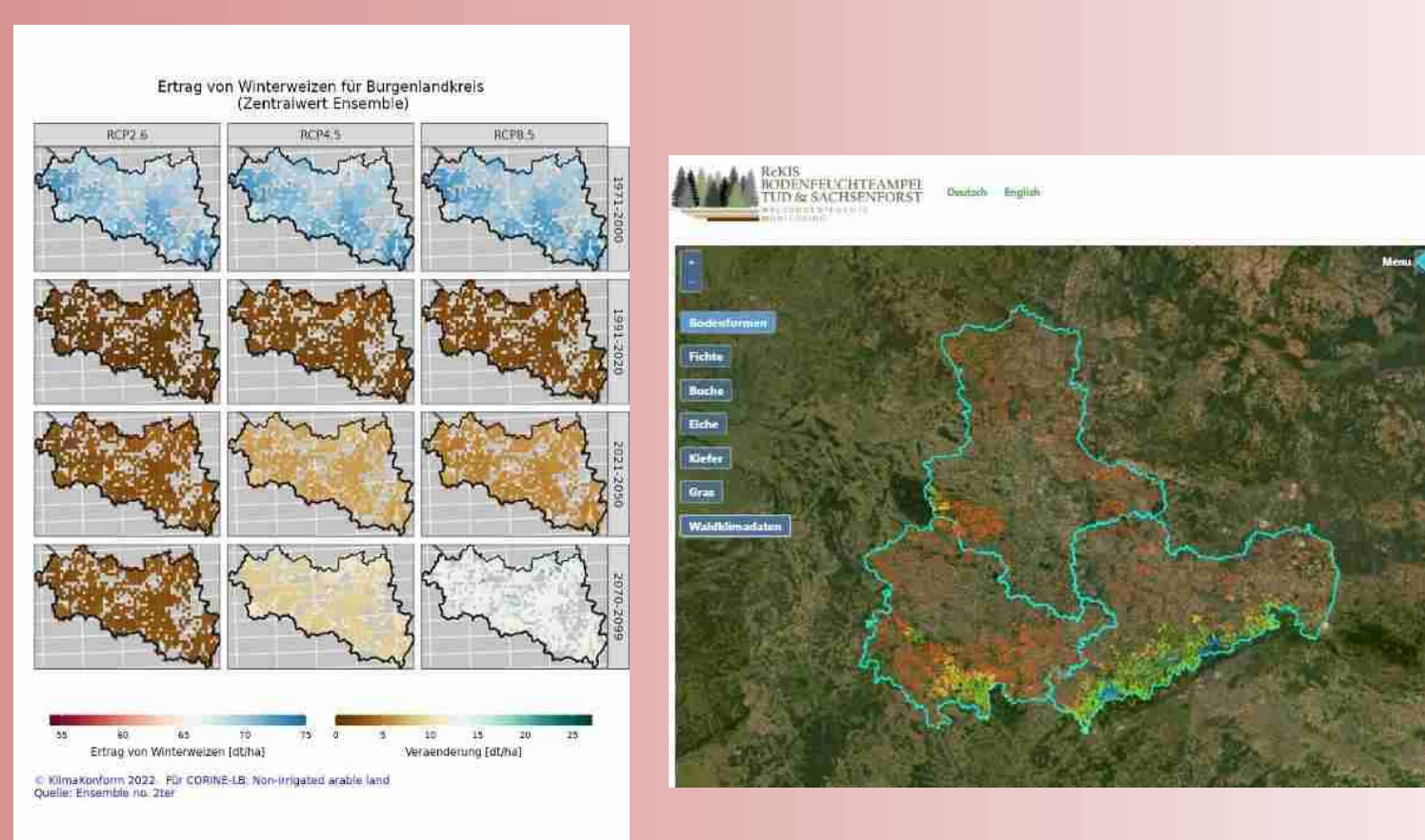
Wirkung von Grünflächen und Gründächern



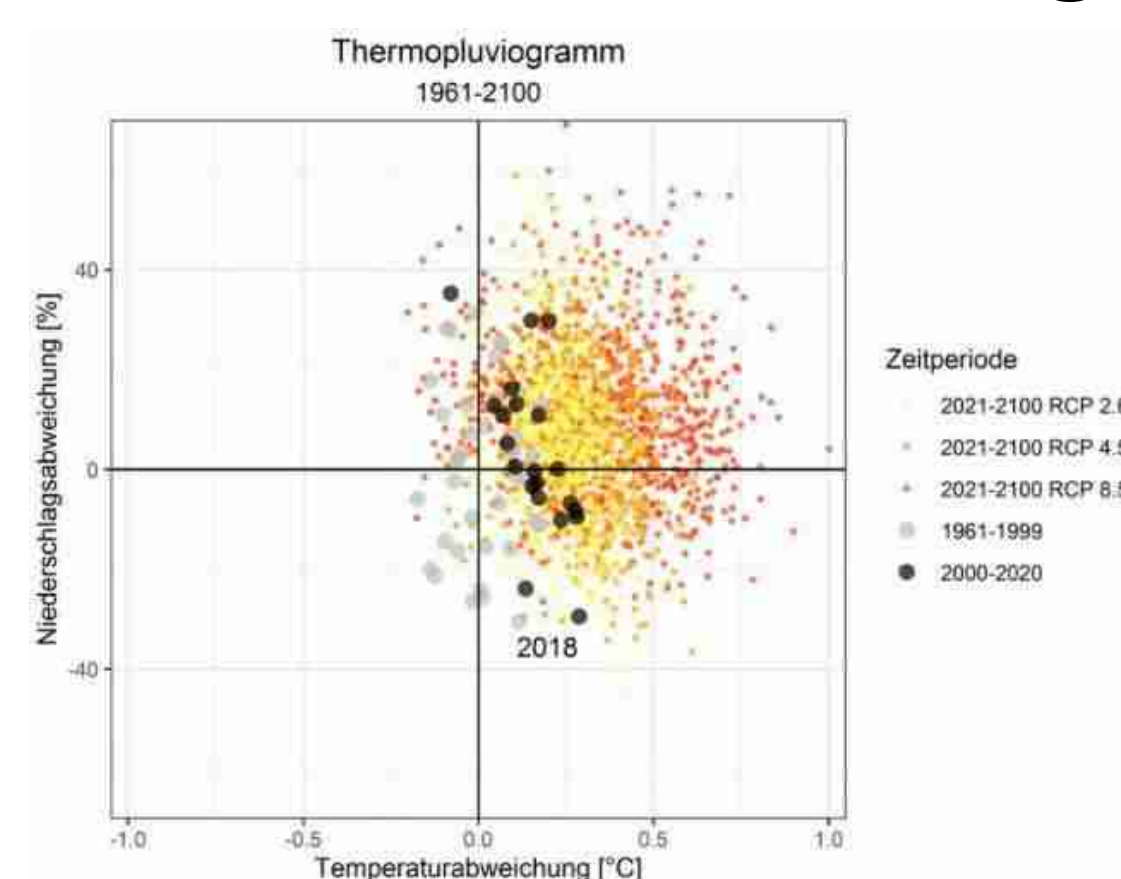
Wasserhaushalt und Grundwasser



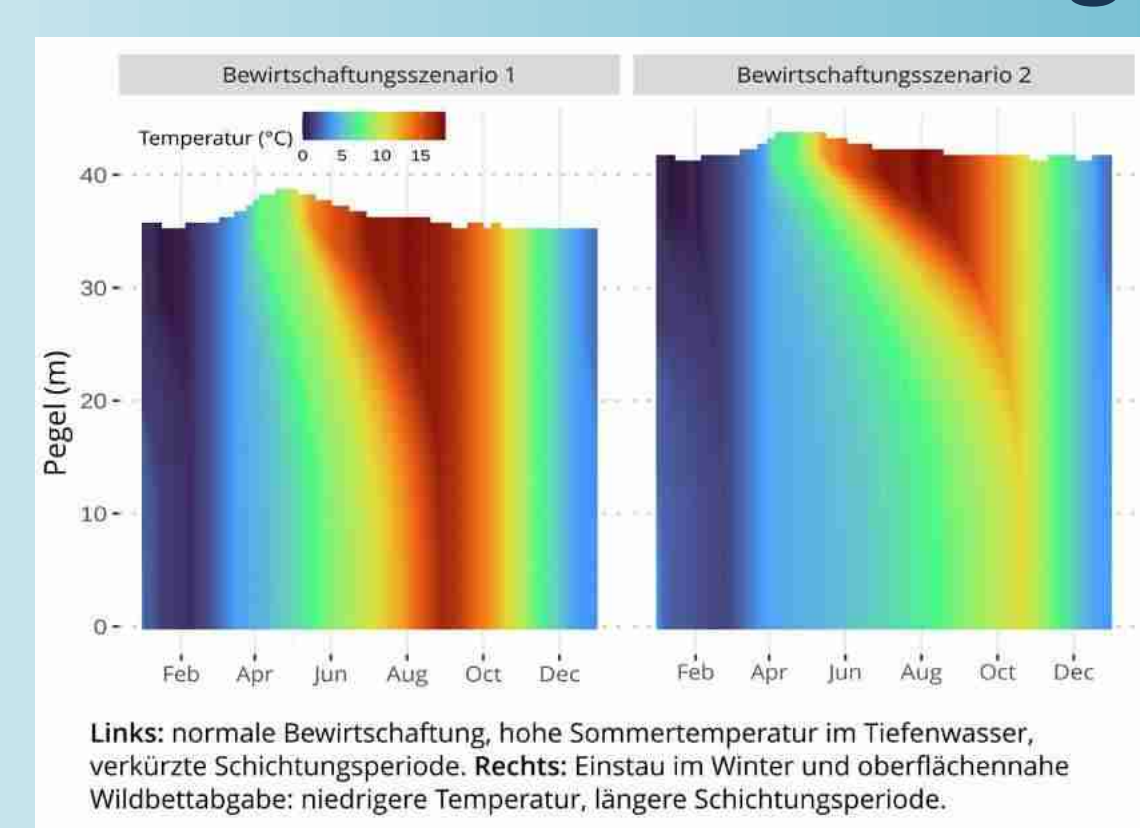
Land- und Forstwirtschaft



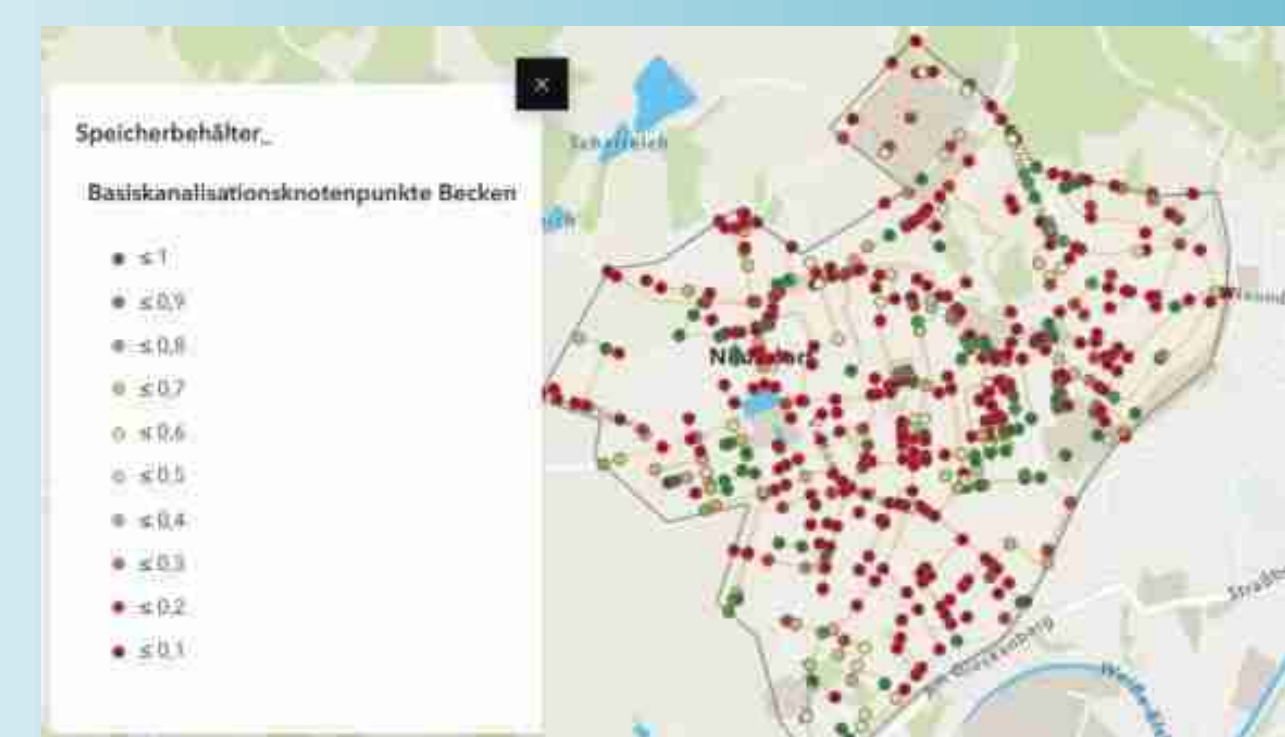
Klimatische Veränderungen



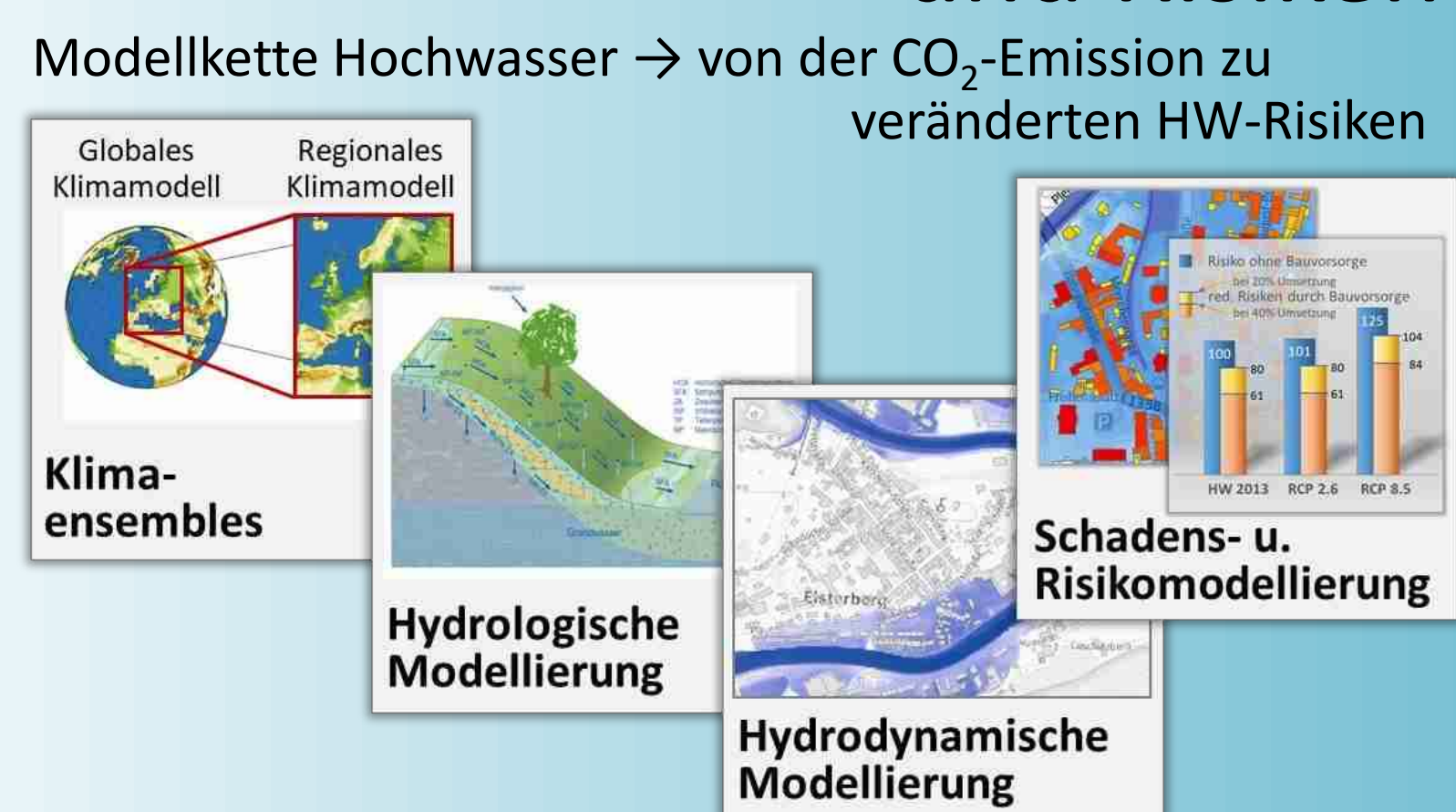
Web-App zur Talsperrenbewirtschaftung



Urbane Überflutungen OG-FLUSH+OGUPDRAIN



Hochwassergefahren und Risiken



Ökonomische Bewertung von HW-Schutz: RegioAdapt



KoMET - Siedlungsstrukturen klimakonform anpassen

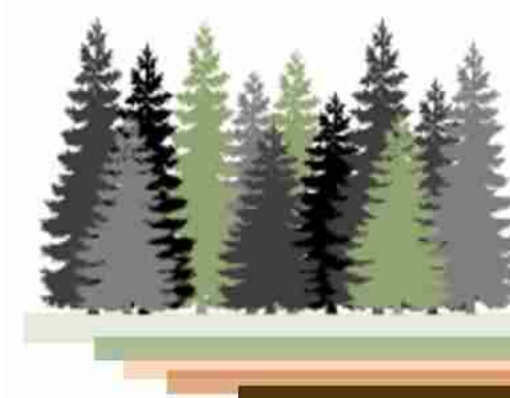


* Starkregen * Hochwasser * Wasserhaushalt *

* Hitze * Dürre *

* Wissensplattform * Regionales Klimainformationssystem * Story Maps *





BODENFEUCHTEAMPEL

Tagaktuelle Information zur Wasserverfügbarkeit in Wäldern

BoFeAm ist ein webbasiertes Informationssystem, das den Füllstand des pflanzenverfügbaren Bodenwassers für verschiedene Standorte, Baumarten und Bodentiefen **tagaktuell** berechnet und visualisiert.

24h

TAGAKTUELL

Tägliche Aktualisierung mit aktuellen Wetterdaten.

5

FÜR DEN WALD

Fichte, Buche, Eiche, Kiefer und Gras.

1m

BIS 100 cm TIEFE

Bodenfeuchte für mehrere Profiltiefen.

WWW

WEBBASIERT

Interaktive Karten, Grafiken und Downloads.

WAS BIETET BoFeAm?

INTERAKTIVE KARTEN

Standortkarte, Baumart, Bodentiefe und Waldklimadaten lassen sich direkt auswählen. Der aktuelle Füllstand des Bodenwassers wird farbcodiert dargestellt.

DETAILANSICHTEN

Jahresverlauf im Vergleich zu den letzten 30 Jahren sowie die Bodenfeuchtedynamik im Bodenprofil bis 100 cm Tiefe.

DATEN NUTZEN

Messwerte und Modellergebnisse können für eigene Analysen und Anwendungen weiterverwendet werden.

WALDKLIMASTATIONEN VON SACHSENFORST



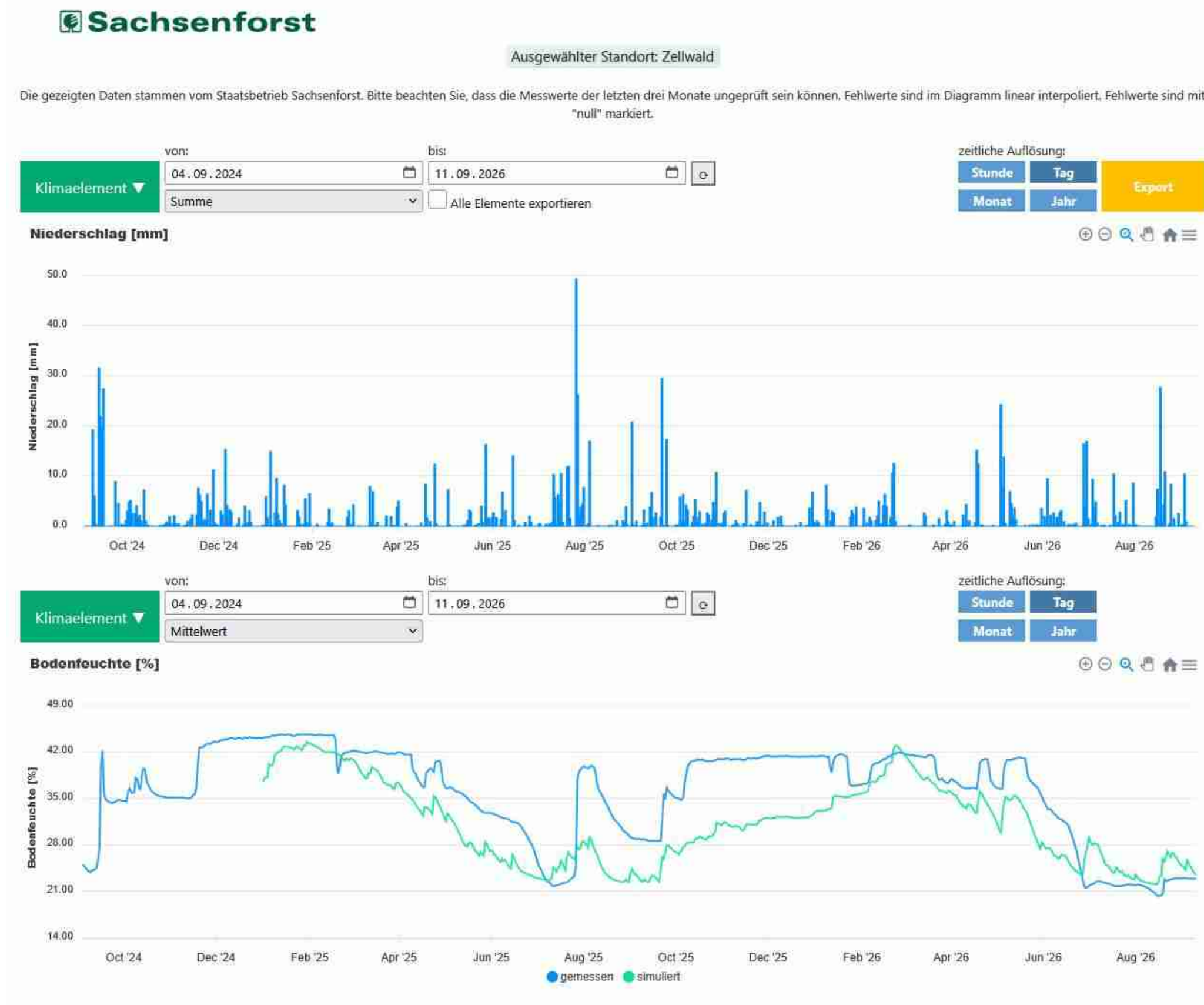
In die Bodenfeuchteampel integriert:

- ✓ Messnetz von Sachsenforst
- ✓ Ergänzung zum DWD-Messnetz
- ✓ Aktuelle Messwerte verfügbar
- ✓ Temperatur, Niederschlag, Wind, Luftfeuchte und Strahlung
- ✓ Grundlage für forstliche Anwendungen

Regionale Wetterdaten	Modellvergleich	Forstliche Anwendung
Aktuelle Messungen ergänzen die Daten des DWD.	Beobachtungen ermöglichen den Vergleich mit Simulationen.	Standortnahe Informationen unterstützen die Praxis.

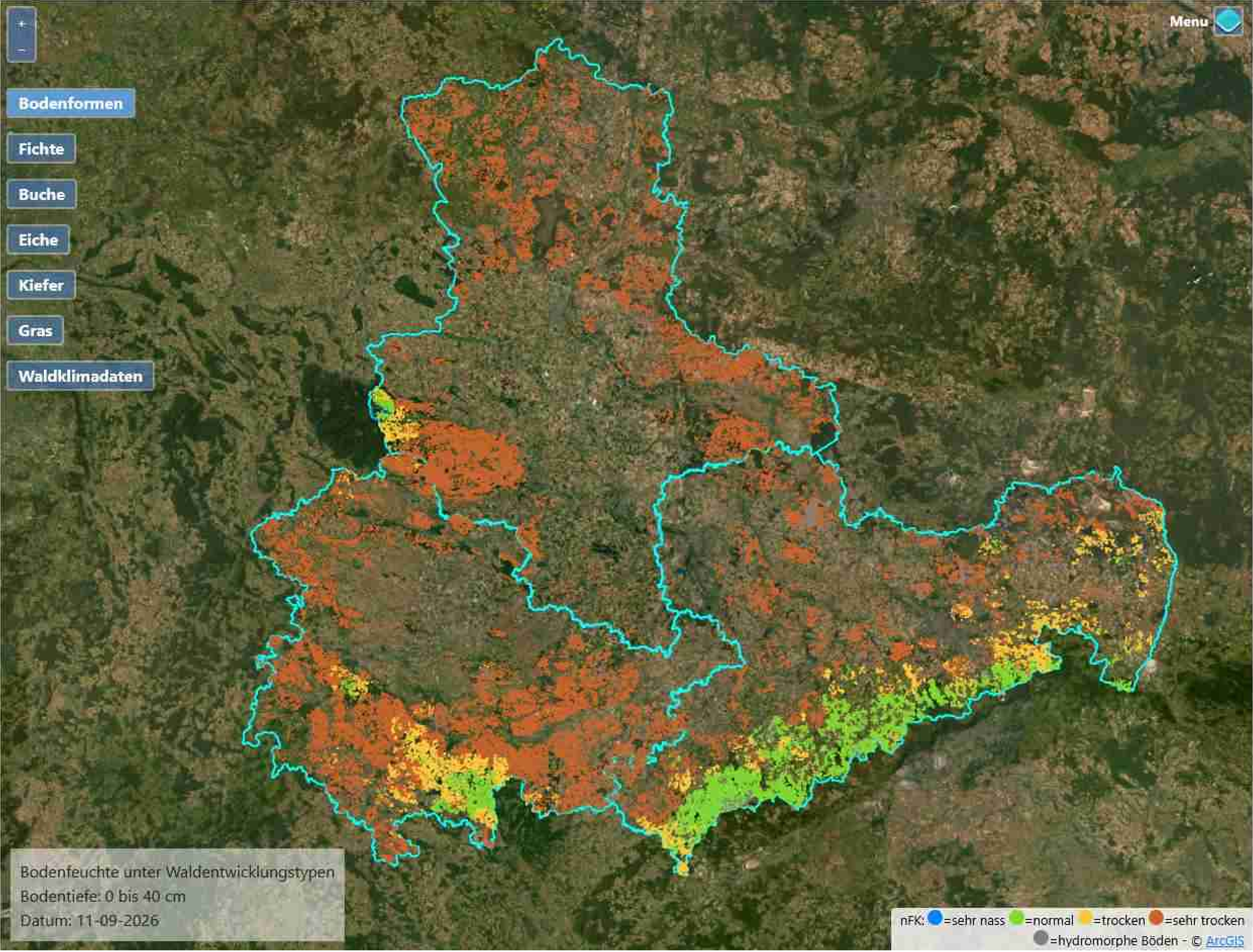
ECHTZEIT-MESSUNGEN: MESSUNG UND MODELL IM VERGLEICH

Die Waldklimastationen von Sachsenforst liefern aktuelle meteorologische und bodenhydrologische Messdaten. Dadurch kann die simulierte Bodenfeuchte direkt mit den Beobachtungen am Standort verglichen und die aktuelle Entwicklung eingeordnet werden.



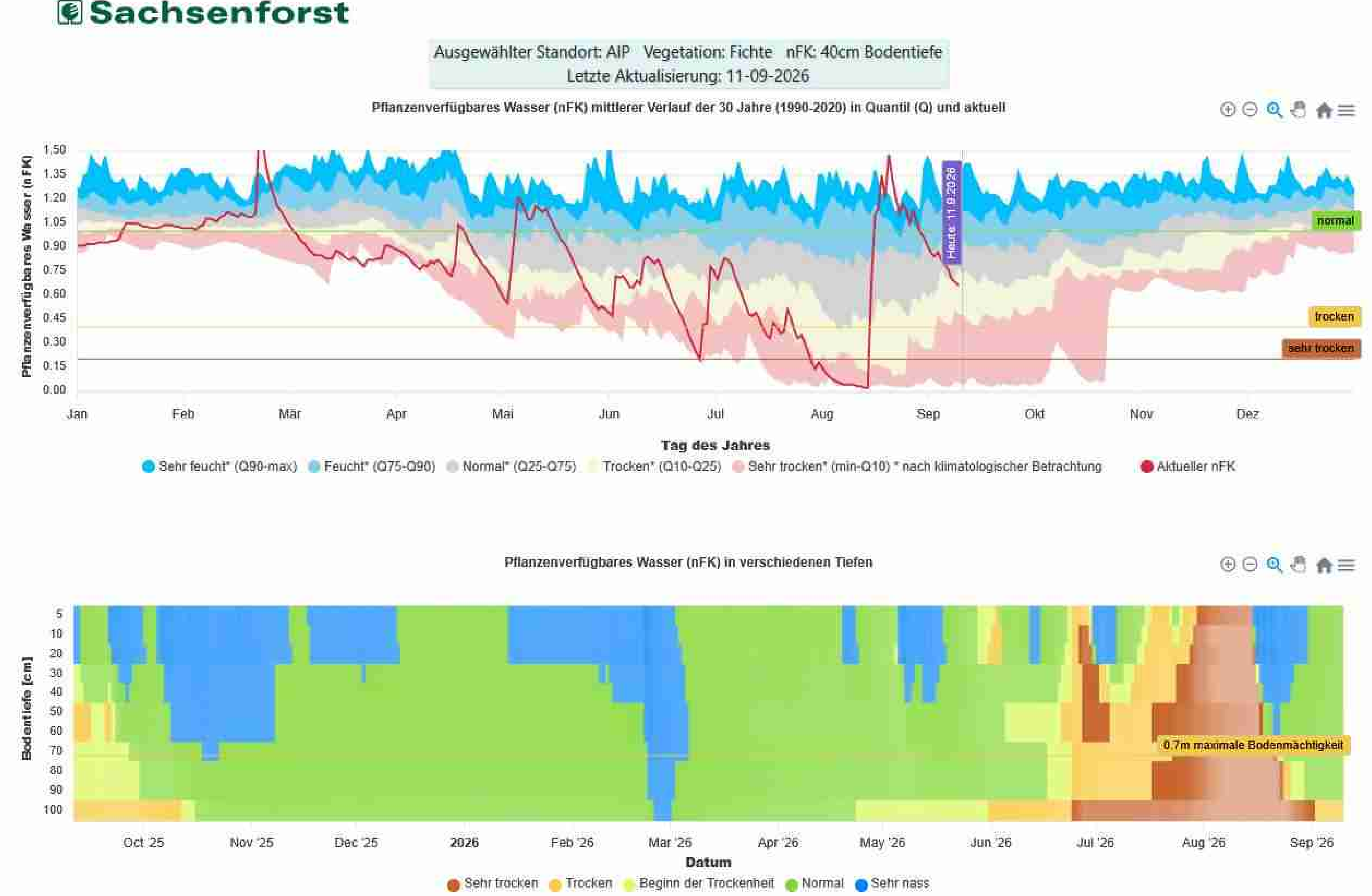
Beispiel Zellwald: Oben ist der zeitliche Verlauf des Niederschlags dargestellt. Unten wird die gemessene Bodenfeuchte (blau) der simulierten Bodenfeuchte (grün) gegenübergestellt. Die kontinuierliche Gegenüberstellung unterstützt die laufende Plausibilitätskontrolle der Modellierung und macht Abweichungen unmittelbar sichtbar.

EIN WERKZEUG FÜR FORSCHUNG, FORSTPRAXIS UND ANPASSUNG AN DEN KLIMAWANDEL



Aktuelle Bodenfeuchtesituation in Sachsen. Die Darstellung kann nach Baumart, Bodentiefe und weiteren Kartenebenen gefiltert werden.

PFLANZENVERFÜGBARES WASSER (nFK): JAHRESVERLAUF UND BODENPROFIL



Oben: aktueller nFK im Vergleich zum klimatologischen Jahresverlauf. Unten: Entwicklung der Bodenfeuchte in verschiedenen Bodentiefen.

WIE FUNKTIONIERT BoFeAm?

1. WETTERDATEN

Aktuelle Messdaten von DWD und Waldklimastationen: Niederschlag, Temperatur, Wind, Luftfeuchte und Strahlung.

2. MODELLIERUNG

Simulation des Wasserhaushalts mit LWF-BROOK90 für standortspezifische Böden und Vegetation.

3. BODENFEUCHTE

Berechnung des pflanzenverfügbaren Bodenwassers bis 100 cm Tiefe.

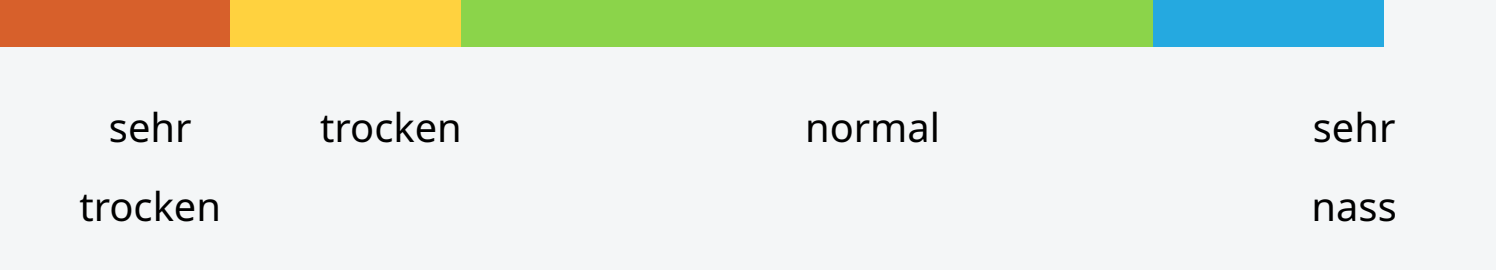
4. VISUALISIERUNG

Darstellung in interaktiven Karten, Zeitreihen und Profilgrafiken.

Wetter → Modell → Bodenfeuchte → Anwendung

WAS BEDEUTET %nFK?

%nFK beschreibt den aktuellen Füllstand des **pflanzenverfügbaren Bodenwasserspeichers** bis zu einer definierten Bodentiefe.



0 % nFK = Welkepunkt - 100 % nFK = Feldkapazität

WARUM DAS WICHTIG IST

Dürre erkennen
Risiken frühzeitig sichtbar machen.

Wälder resilient gestalten
Standort- und baumartenspezifisch planen.

Entscheidungen fundiert treffen
Aktuelle Daten für Praxis und Forschung.

Wasser nachhaltig nutzen
Wasserverfügbarkeit transparent.

FÜR WEN IST BoFeAm?

- Forstpraxis & Waldbesitz
- Wissenschaft & Forschung
- Behörden & Verwaltung
- Planung & Beratung

WISSENSCHAFTLICH FUNDIERT

Entwickelt an der Professur für Meteorologie der Technischen Universität Dresden. Grundlage sind operationelle Wetterdaten, Standortinformationen und prozessbasierte Wasserhaushaltsmodellierung.

MEHR ERFAHREN



Gefördert durch:





Hochwassermodellierung unter Klimawandelszenarien in Elsterberg

Nabil Khorchani¹, Jochen Schanze^{1,2}

¹ Technische Universität Dresden, Fakultät Umweltwissenschaften, Professur für Umweltentwicklung und Risikomanagement, 01062 Dresden, Germany

² Leibniz-Institut für ökologische Raumentwicklung, Weberplatz 1, 01217 Dresden, Germany

Einleitung und Zielsetzung

Für den Hochwasserschutz ist zu prüfen, inwieweit die aus historischen Ereignissen abgeleiteten Bemessungshochwasser auch unter zukünftigen Klimabedingungen weiterhin belastbar sind oder ob die Angaben zu den Hochwasser-gefahren und Schutzmaßnahmen einer Anpassung bedürfen.

Ziel der Untersuchung ist es, der Gemeinde Elsterberg im Einzugsgebiet der Weißen Elster Informationen zu den voraussichtlichen zukünftigen Veränderungen der Hochwassergefahren bereitzustellen als praxisnahe Grundlage für die Anpassungsplanung. Dazu werden Klimaszenarien mittels gekoppelter hydrologischer und hydrodynamischer Modelle analysiert.

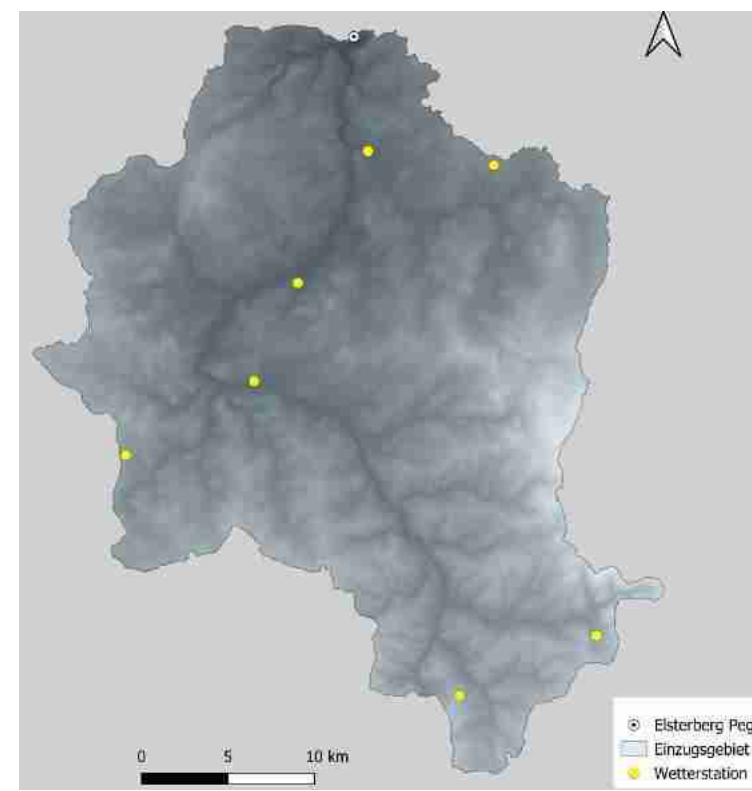


Abb. 1: Untersuchungsgebiet

Methodik

Bias-korrigierte ReKIS-Tagesdaten aus dem MDK wurden stündlich disaggregiert und als Eingangsdaten für HBV-Light verwendet. Aus den jährlichen Maxima wurden empirische Hochwasserhäufigkeitskurven abgeleitet. Ausgewählte Ereignisse wurden mit HEC-RAS 2D simuliert, um zukünftige Überflutungskarten zu erstellen. Zusätzlich wurden graue, grüne und kombinierte Anpassungsmaßnahmen modelliert und mit dem Basisszenario verglichen.

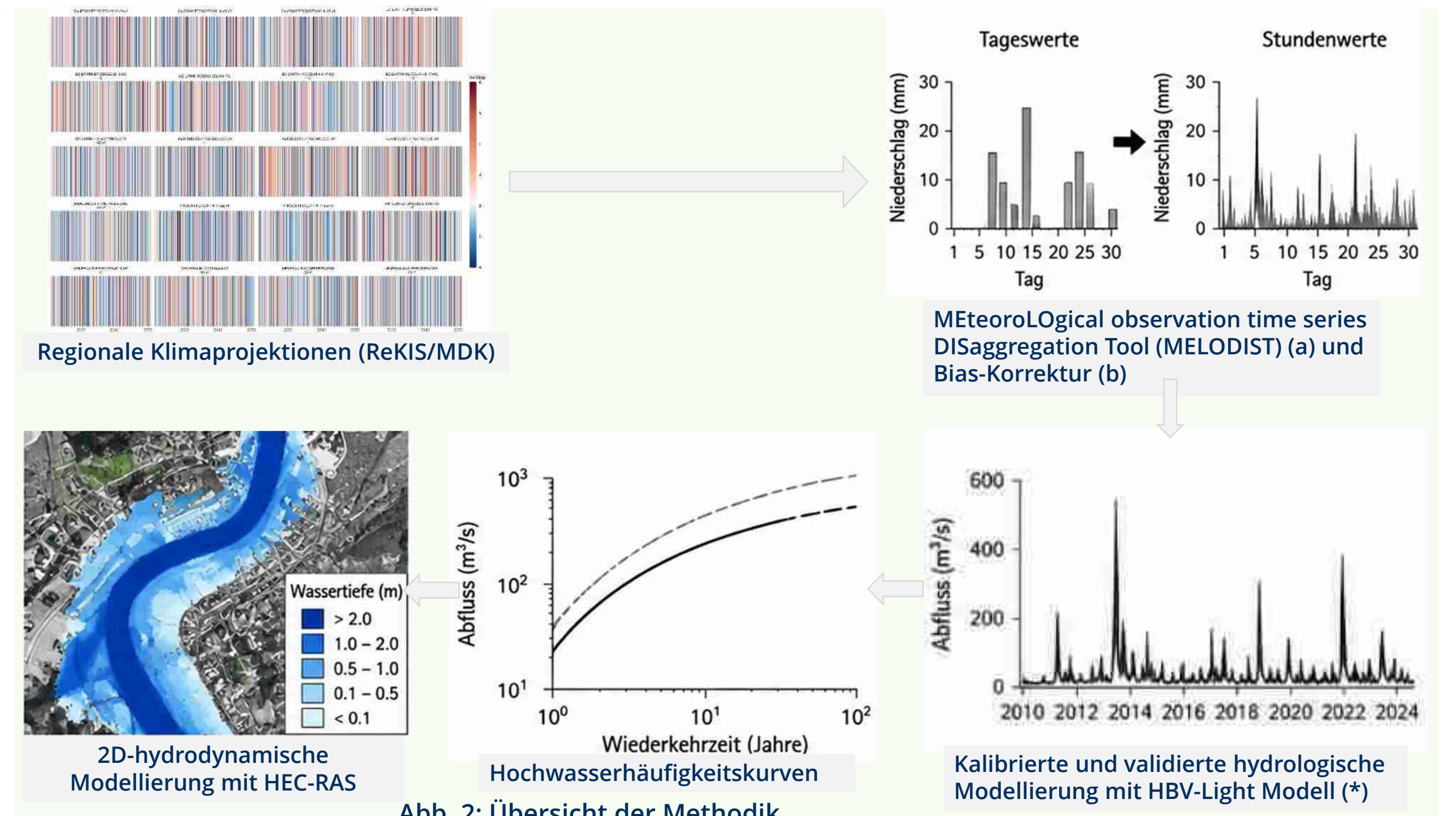


Abb. 2: Übersicht der Methodik

Modellvalidierung

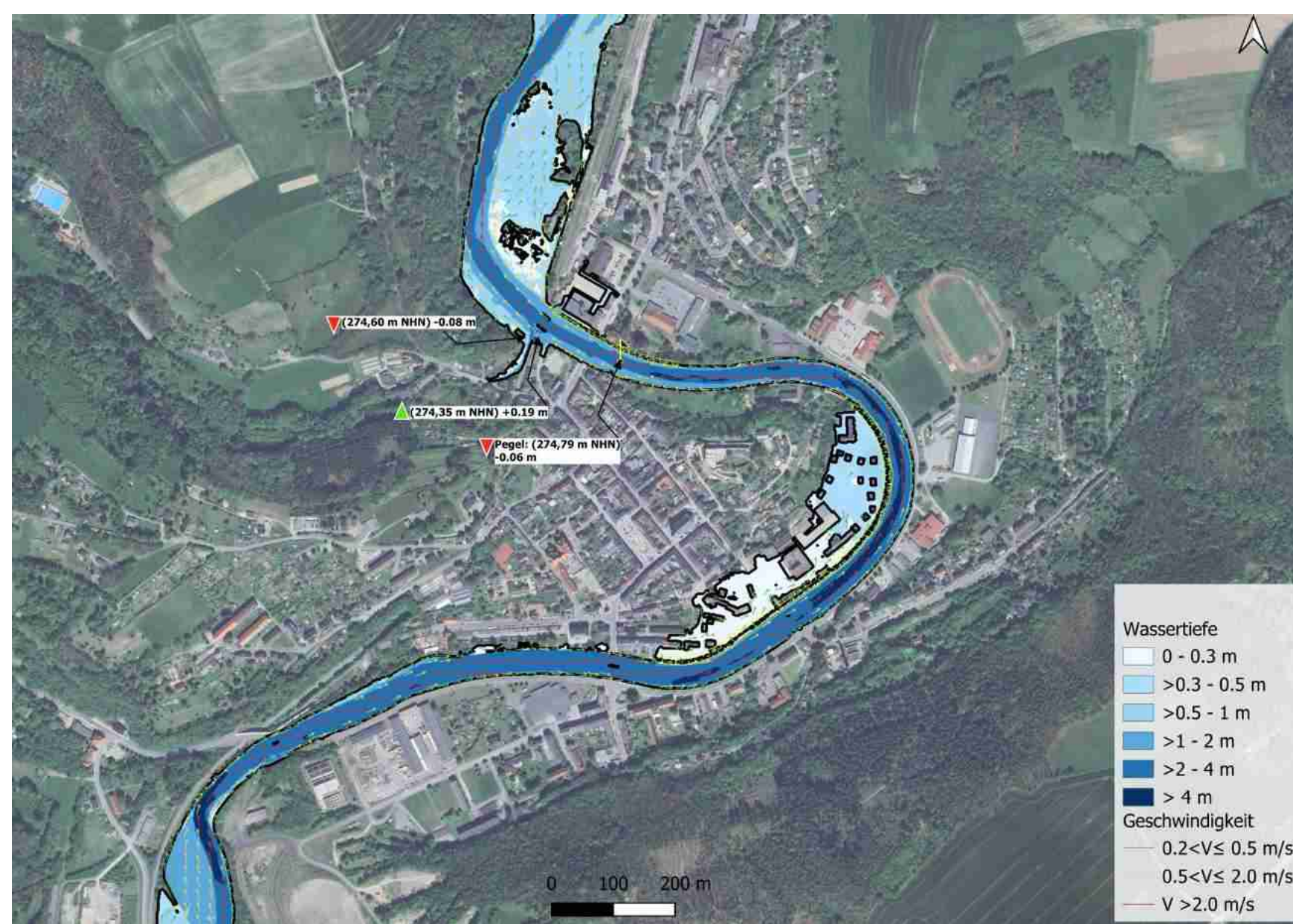


Abb. 3: Validierung des hydrodynamischen Modells für das Referenzereignis vom Juni 2013 (HQ100)

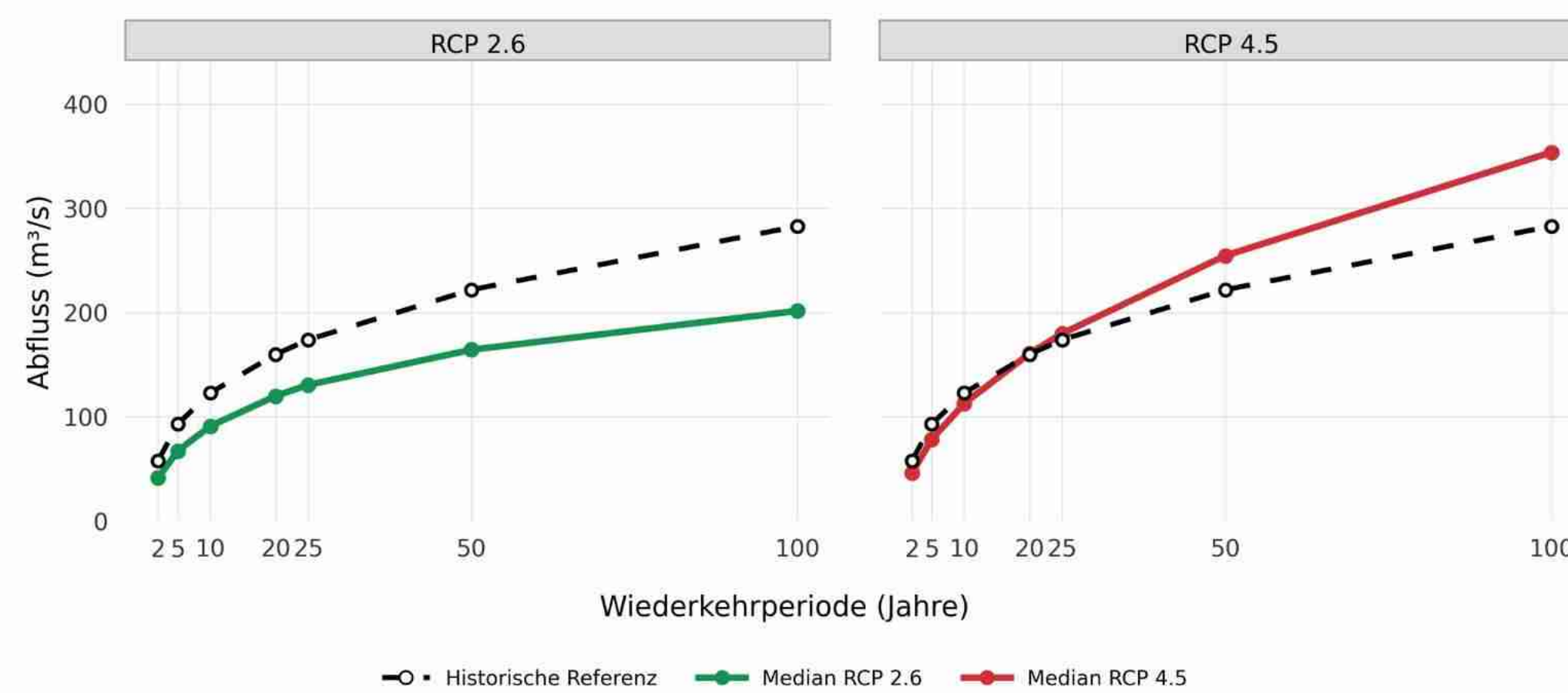
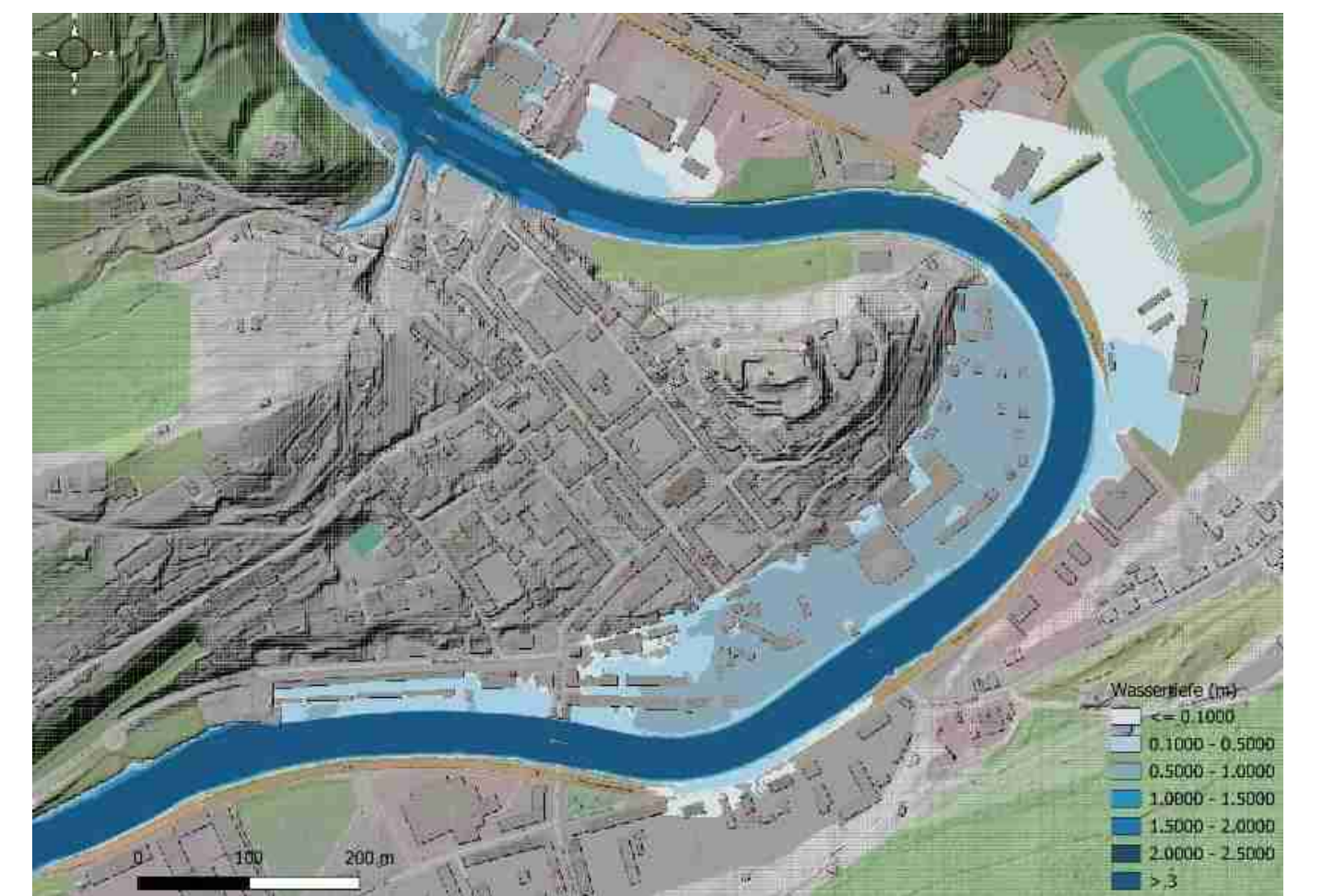


Abb. 4: Hochwasserhäufigkeitskurven nach RCP-Szenarien



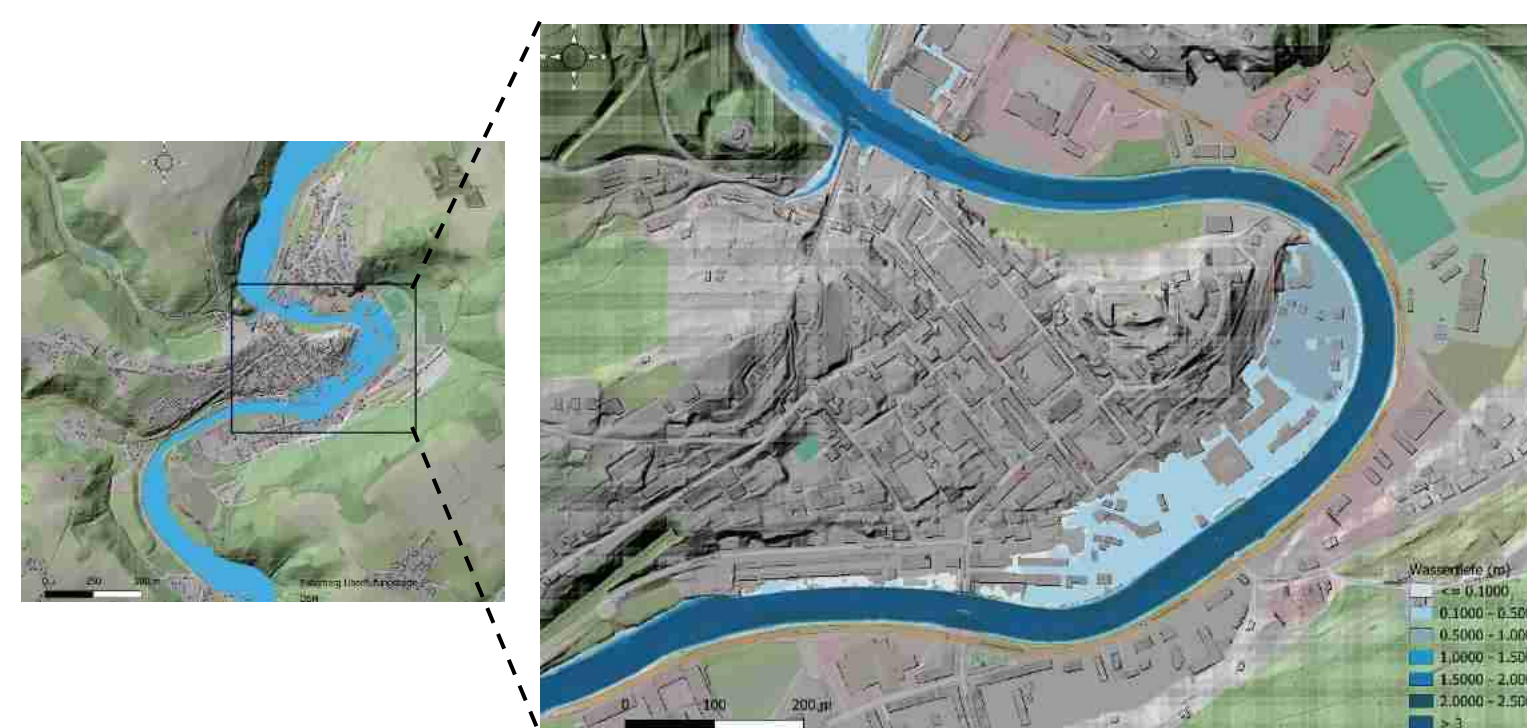
Überflutungsszenario HQ100 (RCP4.5)

Abb. 5: Überflutungskarten für Elsterberg (historische Situation und Szenarien)

Zukünftige Überflutungsszenarien

REKIS Daten liefert die wichtigste ensemblebasierte Planungsreferenz

- Historisches Basisszenario: Q100 = 283 m³/s
- Planungsszenario: HQ = 354 m³/s



Historische Überflutung bei HQ100 (Juni 2013)

Hochwasser

Anpassungsmaßnahmen

Hochwasserhäufigkeitskurven

Tab. 1: Zukünftige Bemessungshochwasser aus REKIS-Szenarien

Szenario	Ensemble median	Interpretation
RCP2.6	202 m³/s	unter dem historischen HQ100
RCP4.5	354 m³/s	über dem historischen HQ100

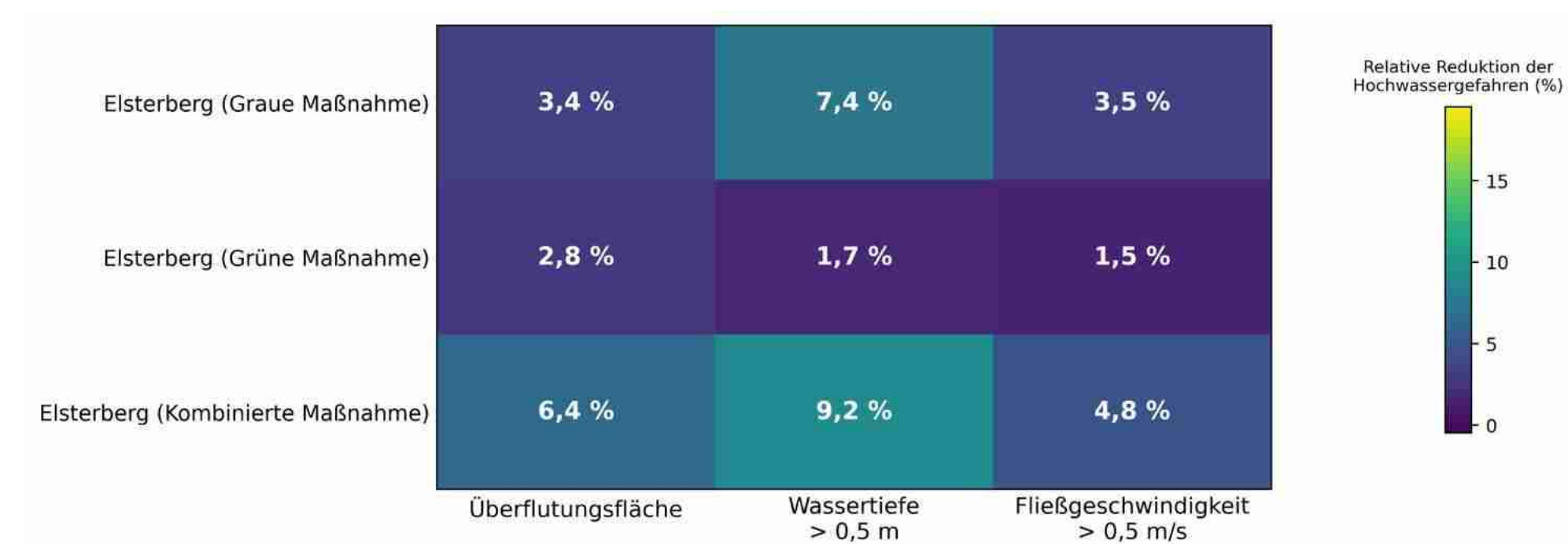


Abb. 6: Wirksamkeit grauer, grüner und kombinierter Hochwasseranpassungsmaßnahmen gegenüber dem HQ100-Ausgangsszenario

Fazit



REKIS-Daten liefern eine sicherere ensemblebasierte Planungsgrundlage, insbesondere zur Definition oberer zukünftiger Hochwasserszenarien.



Zukünftige Klimaszenarien erhöhen die Betroffenheit von Gebäuden, Straßen und flussnaher Infrastruktur im Vergleich zu historischen Ereignissen, mit möglichen Überflutungstiefen von etwa 1–2 m.



Die graue Maßnahme wirkt stärker als die grüne Einzelmaßnahme. Die Kombination erzielt die größten Reduktionen: 6,4 % bei der Überflutungsfläche, 9,2 % bei Wassertiefen über 0,5 m und 4,8 % bei Fließgeschwindigkeiten über 0,5 m/s.



Die verbleibende Hochwassergefahr zeigt, dass die Maßnahmen lokal optimiert und durch weitere Schutzmaßnahmen ergänzt werden sollten. Dabei ist auch die Unsicherheit der Klimaprojektionen zu berücksichtigen.



Die Modellkette überführt Klimaszenarien in kommunal nutzbare Grundlagen für die Hochwasseranpassung. Die Ergebnisse zeigen, dass kombinierte Maßnahmen die Hochwassergefahr am stärksten verringern. Die verbleibende Gefährdung von Straßen, Gebäuden und kritischer Infrastruktur erfordert jedoch weitere lokal optimierte Schutzmaßnahmen.

Abbildungen:

- Abb. 1: Untersuchungsgebiet
Abb. 2: Übersicht der Methodik
Abb. 3: Validierung des hydrodynamischen Modells für das Referenzereignis vom Juni 2013 (HQ100)
Abb. 4: Hochwasserhäufigkeitskurven nach RCP-Szenarien
Abb. 5: Überflutungskarten für Elsterberg (historische Situation und Szenarien)
Abb. 6: Wirksamkeit grauer, grüner und kombinierter Hochwasseranpassungsmaßnahmen gegenüber dem HQ100-Ausgangsszenario

Literatur:

- a Förster, K., Hanzer, F., Winter, B., Marke, T., and Strasser, U. (2016) An open-source MEteoroLogical observation time series DISaggregation Tool (MELODIST v0.1.1). Geosci. Model Dev., 9, 2315–2333, doi:10.5194/gmd-9-2315-2016.
b Tong, Y., Gao, X., Han, Z. et al. (2021) Bias correction of temperature and precipitation over China for RCM simulations using the QM and QDM methods. Clim Dyn 57, 1425–1443, doi.org/10.1007/s00382-020-05447-4.
(*) Flussquerprofilaten wurden von der Landestalsperrenverwaltung Sachsen für die Modellkalibrierung und -validierung bereitgestellt.

Gefördert durch:

