

# Adaption an Wasser-Extremereignisse Dürremanagement, integrierte Wasserbewirtschaftungs- konzepte und verbesserte Wasserspeicherung in der Region Berlin-Brandenburg



gefördert vom Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBWF)  
vom 1.4.2022 bis 31.7.2025



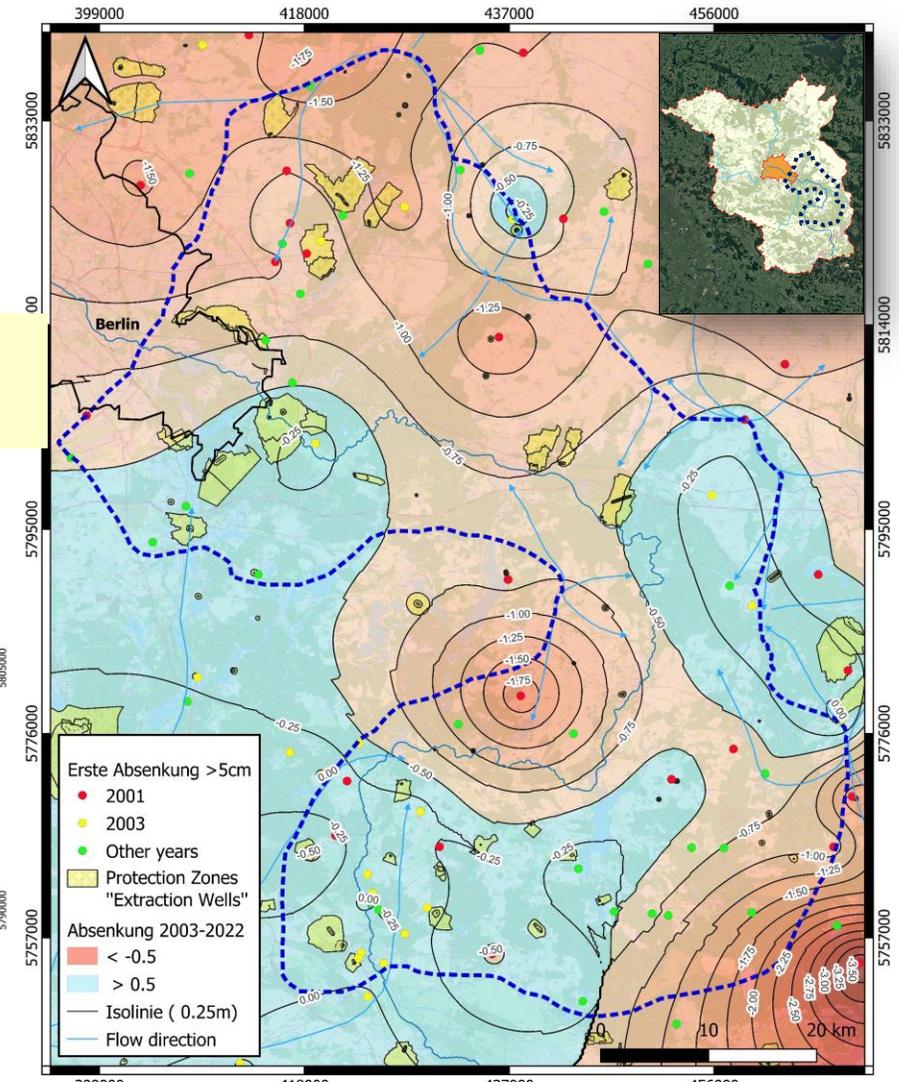
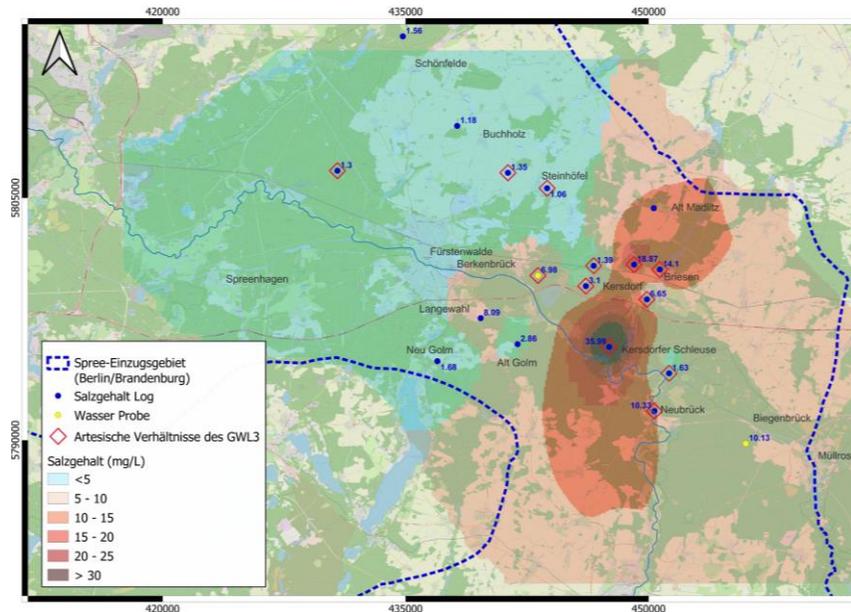
# Motivation: Großräumiges Wasserdefizit seit Beginn des 21. Jahrhunderts

Im EZG der Unteren Spree (3400 km<sup>2</sup>) ist ein großräumiges Wasserdefizit seit 2001/2003 entstanden:

- 24% weisen eine Grundwasserabsenkung > 1 m (2003 – 2022) auf
- 62 % weisen eine Absenkung > 0.5 m (2003 – 2022) auf und erstrecken sich auch über den freien Grundwasserleiter

**Defizit von ca. 82 Mio. m<sup>3</sup> Grundwasser über 20 Jahre  
= jährliche Zunahme des Grundwasserdefizits um 4 Mio. m<sup>3</sup>**

*Artesisch gespanntes Grundwasser im tiefen Grundwasserleiter mit Salzgehalten zwischen 20 und 40 mg NaCl/L*



Grundwasserabsenkung zwischen 2003 und 2022

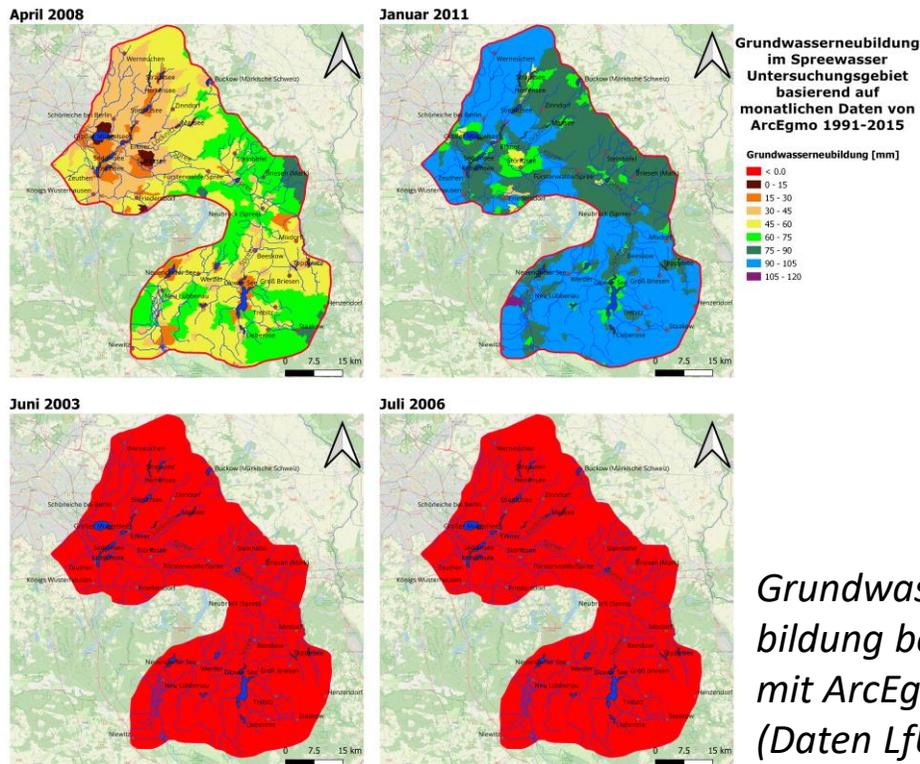
# Motivation: Hohe Variabilität des Wasserdargebotes

in Brandenburg:

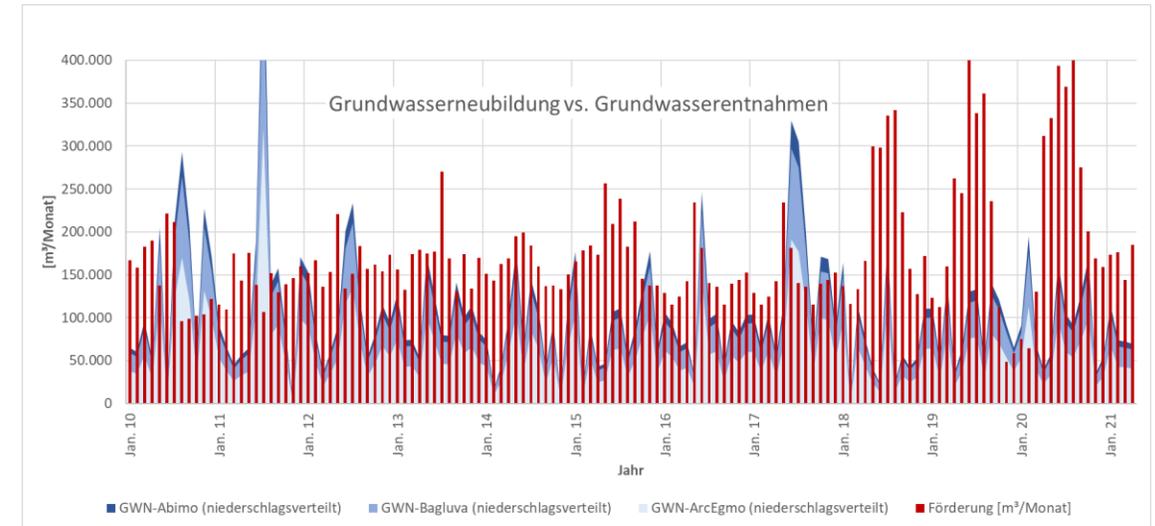
**Niederschlagssumme**  
im Mittel (GERICS, 2021):  
550 mm/Jahr (1971-2000)

**Grundwasserneubildung:**  
82 mm/Jahr (LfU 1991-2010)  
77 mm/ Jahr (TUB 2000 – 2020)

*Während Grundwasserentnahmen seit 2018 in den Sommermonaten deutlich ansteigen zeigt die Grundwasserneubildung einen gegenläufigen Trend.*



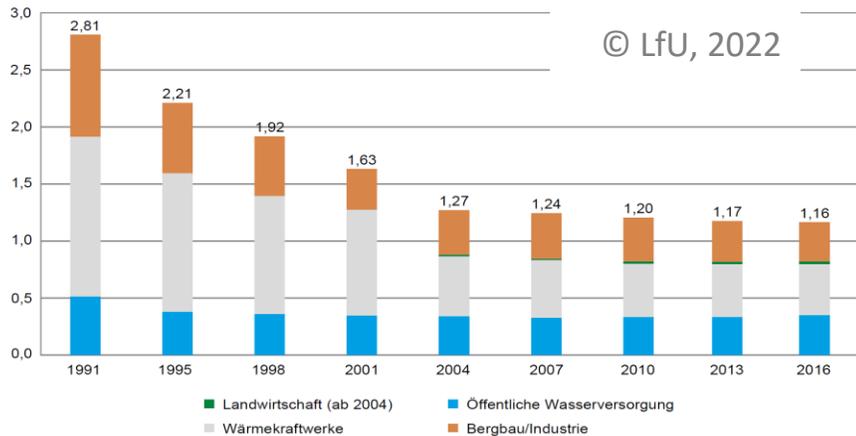
*Grundwasserneubildung berechnet mit ArcEgmo (Daten LfU)*



*Grundwasserneubildung berechnet mittels der Modelle ABIMO, Bagluva, ArcEgmo (Daten LfU) für das Einzugsgebiet der Rüdersdorfer Gewässer versus Grundwasserentnahmen zwischen 2010 und 2021*

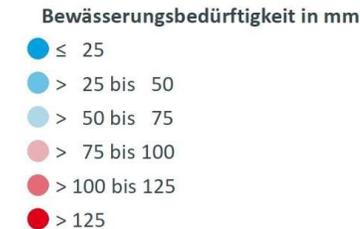
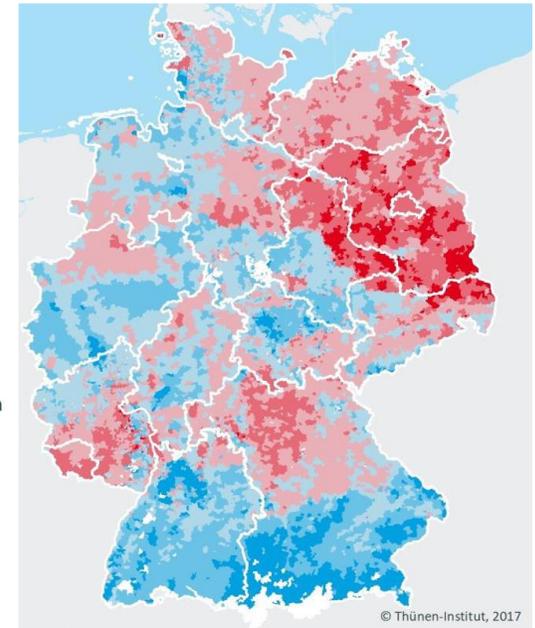
# Motivation: Wasserbedarf der Sektoren

Wasserverbrauch in Milliarden m<sup>3</sup> (Grundwasser und Oberflächenwasser) in Brandenburg der Sektoren Landwirtschaft, Haushalte, Bergbau, Kraftwerke zwischen 1990 und 2016



- Industrie, Bergbau und Energieversorgung sind derzeit die größten Wasserverbraucher (ca. 71%)
- Haushalte verbrauchen ca. 26%
- Landwirtschaft verbraucht derzeit (offiziell) nur 2-3%

Bewässerungsbedürftigkeit (mm/a) 2021 – 2040 für Winterweizen (Schimmelpfennig et al., 2017)



! Während der Wasserverbrauch der Wärmekraftwerke, Bergbau und Industrie sich halbiert hat, ist eine **deutliche Zunahme des Wasserverbrauchs in der Landwirtschaft** zu erwarten.

! Bei Verfügbarkeit des mittleren Niederschlags können **Sommergerste, Kartoffeln und Zuckerrüben** ohne Bewässerung auskommen, während **Winterweizen und Gemüse** bereits jetzt schon sehr bewässerungsintensiv sind.

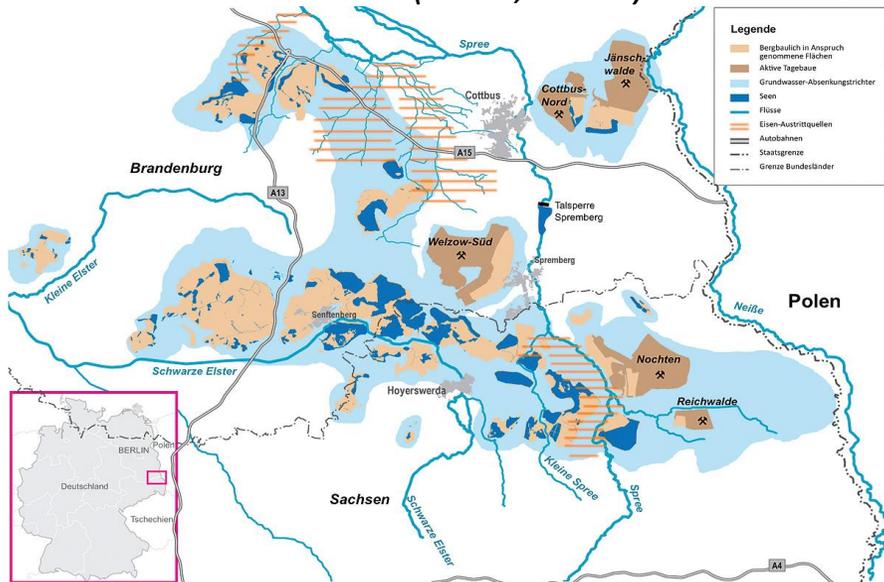
**Prognosen zeigen für 2040 in Brandenburg einen Mehrbedarf an Bewässerungswasser von bis zu 100 mm/a.**

# Motivation: Braunkohleförderung & Wasserverfügbarkeit

## Bergbau im Lausitzer Revier:

- Absenkung des Grundwasserspiegels (1990) bis zu 100 m auf einer Fläche von 2100 km<sup>2</sup>
- Künstlich erhöhter Abfluss: **Ausgleich von Niedrigwasserphasen**

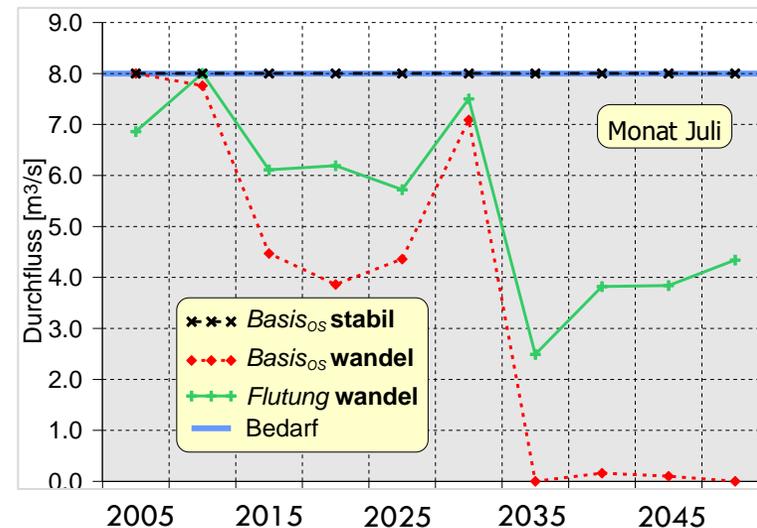
Ausdehnung der Grundwasserabsenkung in der Lausitz 1990 (LBGR, 2011)



## Mit Rückgang der Braunkohleförderung:

- Sumpfungswassereinspeisung rückläufig
- **Flutung** der Tagebaurestlöcher mit Grund- und Flusswasser
- **Wiederanstieg** der Grundwasserspiegel im Umkreis der Tagebaue

→ **JEDOCH:** Für die brandenburgische Spree wird ein **Rückgang des mittleren Abflusses von 3 - 4 m<sup>3</sup>/s bis 2032** prognostiziert (Kaltofen, 2022)



*Prognose des Einflusses wasserwirtschaftlicher Maßnahme und des Klimawandels auf den Pegel Große-Tränke und damit den Zufluss zu Berlin für Sommermonate; Ergebnisse aus dem BMBF Projekt GLOWA Elbe. (Kaltofen et al., 2004)*

**rot:** Einfluss des Klimawandels

**grün:** zusätzliche Wasserüberleitung über den Oder-Spree-Kanal

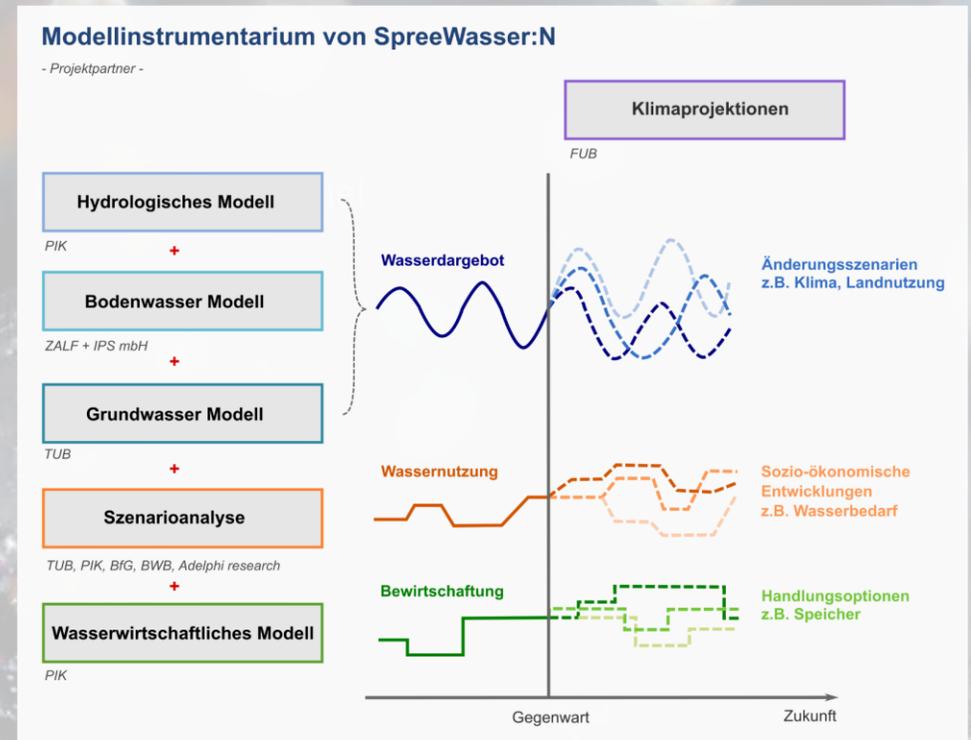
# Zielsetzung von SpreeWasser:N



Bewirtschaftungsstrategien und integriertes Wasserressourcenmanagement für unsere Beispielregion im Einzugsgebiet der Spree

## Milestones & Produkte

- I. Identifikation neuer unterirdischer Wasserspeicher
- II. Entwicklung eines Online-Dürre Frühwarnsystem
- III. Ableitung von Indikatoren zur frühzeitigen Erkennung von Perioden mit Wasserstress
- IV. Bewertung der Effizienz möglicher Wasserbewirtschaftungsstrategien
- V. Rechtliche Prüfung der geplanten Maßnahmen



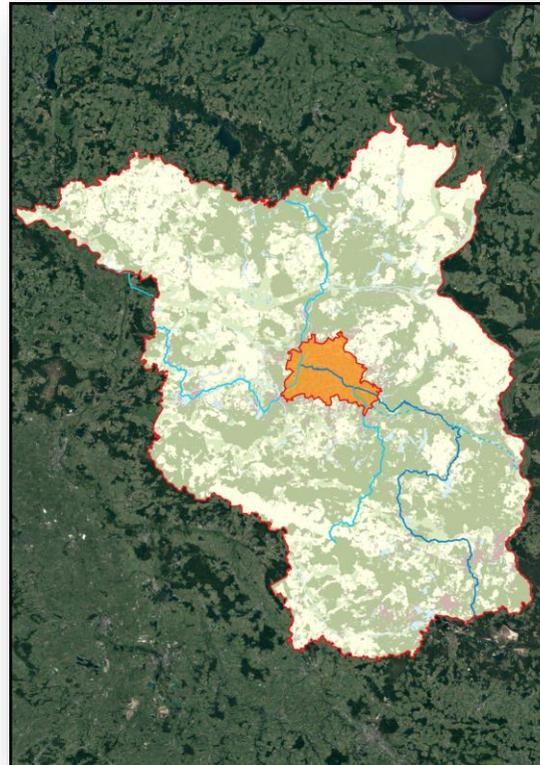
# Regionale Klimaprognose & Dürrevorhersage

Klimaprojektionen



## Machine Learning-Verfahren

- basierend auf nearest-neighbor-Algorithmus (nichtlineare Regression)
- wählt automatisch Regionen und Variablen, die zur höchsten Vorhersagegüte führen

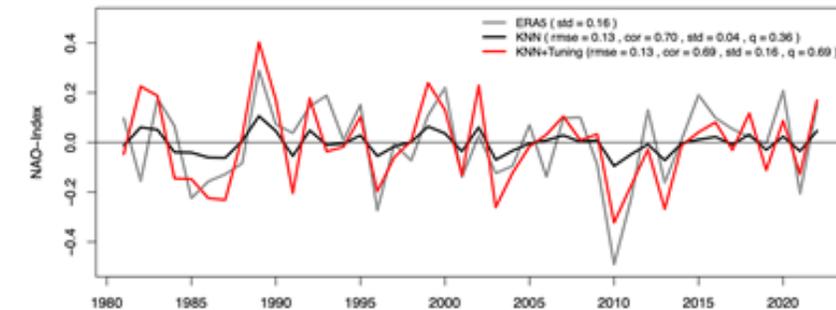


**Makro-Skala: Land Brandenburg**

Modell Output

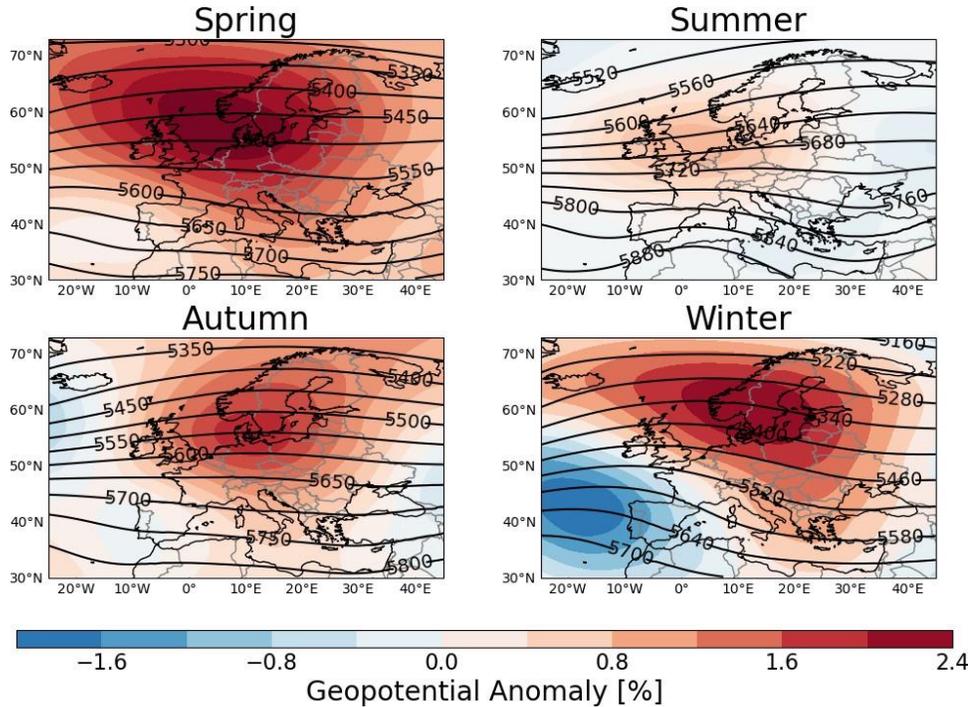
Temperatur, Niederschlag,  
Wind, extrem Wetterereignisse

Vorhersage eines Dürre-Index  
(z.B. SPI, SPEI)

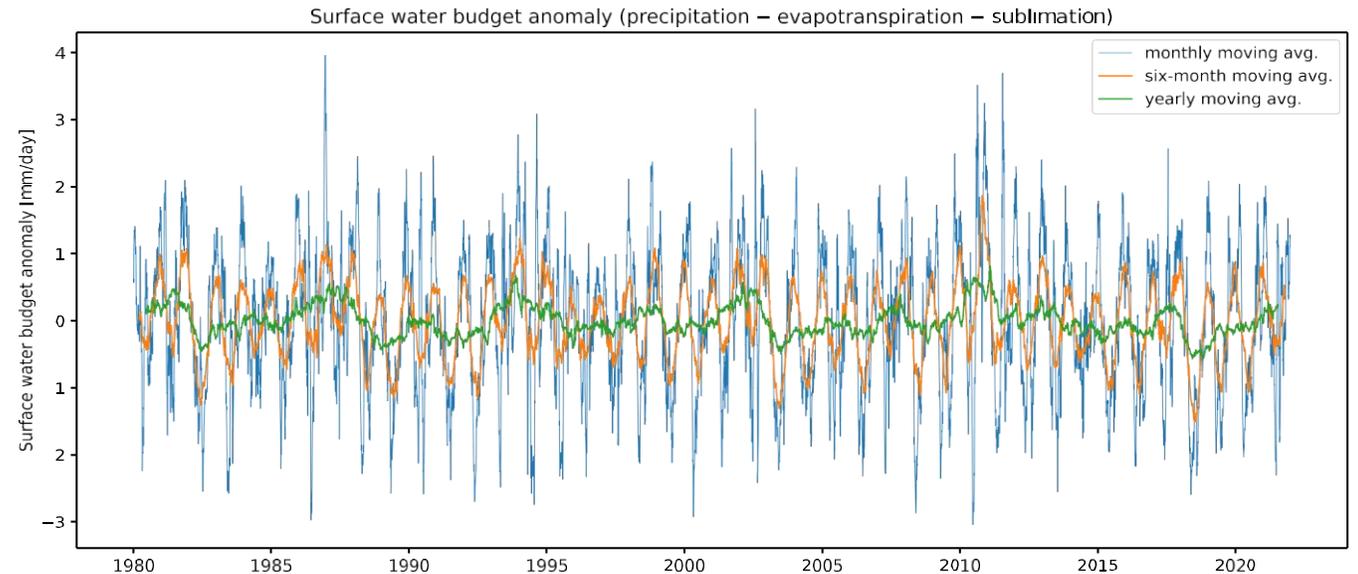


© Hauke (2021)

# Zwischenergebnisse: Regionale Klimaprognose & Dürrevorhersage



Relative Anomalien des ERA5 500 hPa Geopotentials und Isohypsens (1959-2020) der 5% trockensten Monate



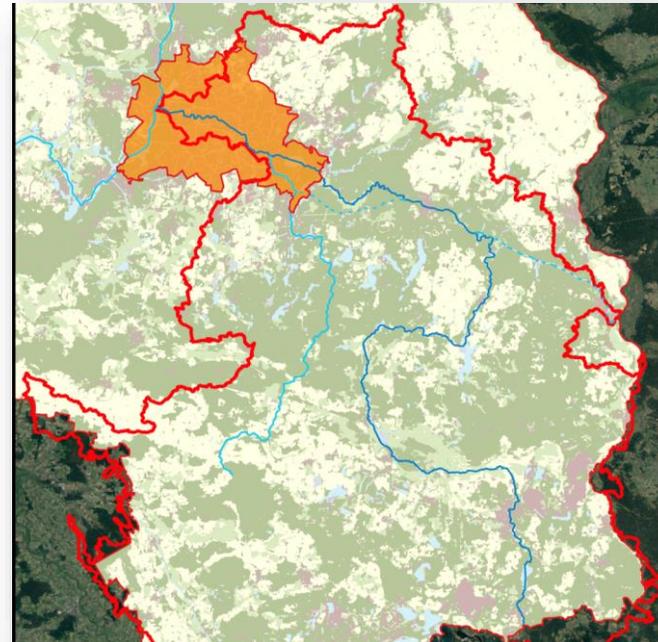
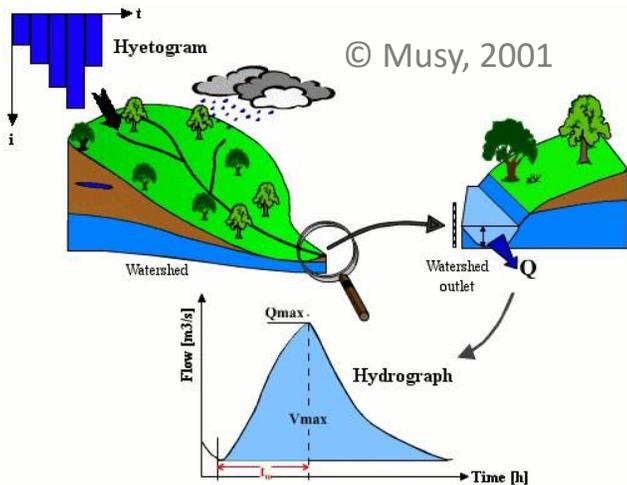
Anomalien des Wasserbudgets ( $N - ET_{Time} - SL$ ) an der Erdoberfläche (1980-2021): gleitendes Mittel auf monatlicher, 6-monatlicher und jährlicher Zeitskala

- Antizyklonale Wetterlagen existieren in allen Jahreszeiten während „trockener Monate“
- Hochdruckrücken sind in „trockenen Monaten“ in allen Jahreszeiten außer im Sommer zu beobachten

# Entwicklung des hydrologischen Systems im Einzugsgebiet der Spree



Hydrologisches & wasserwirtschaftliches Modell

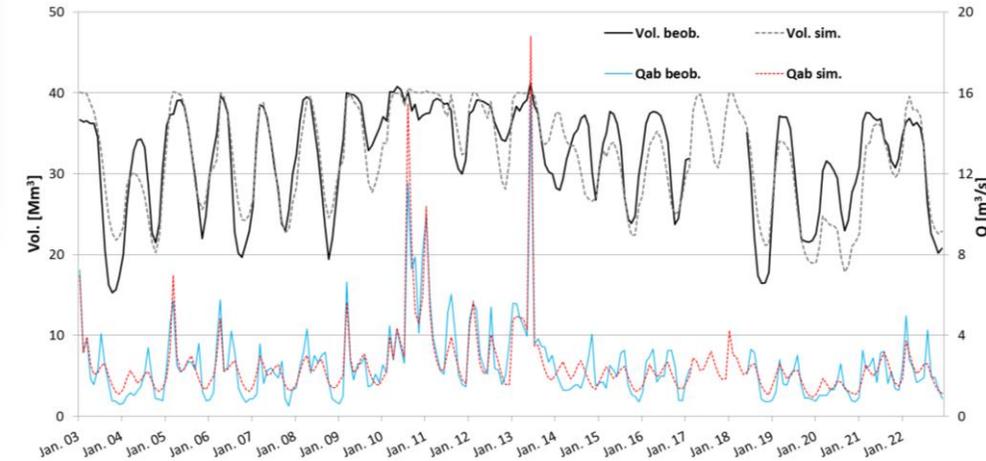


Makro-Skala:  
Einzugsgebiet der Spree

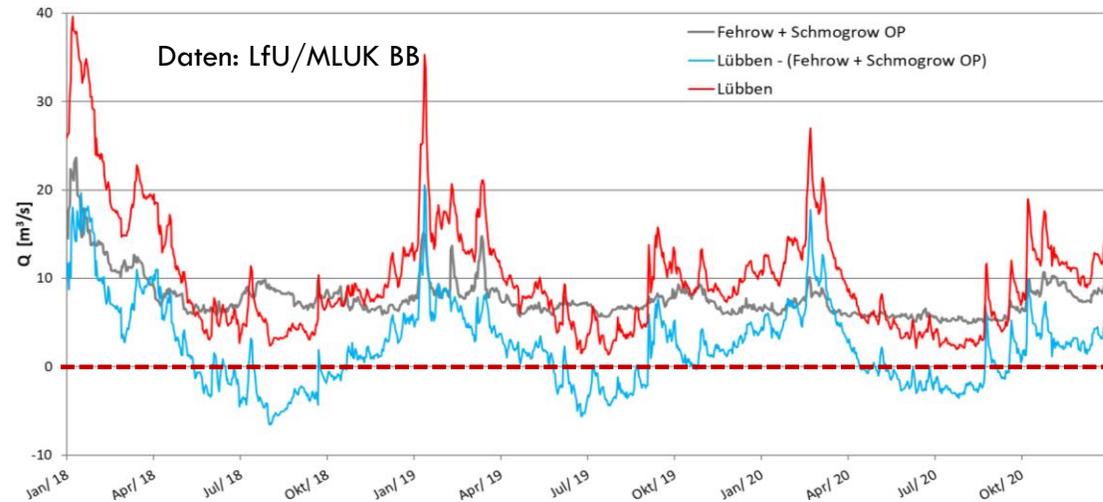
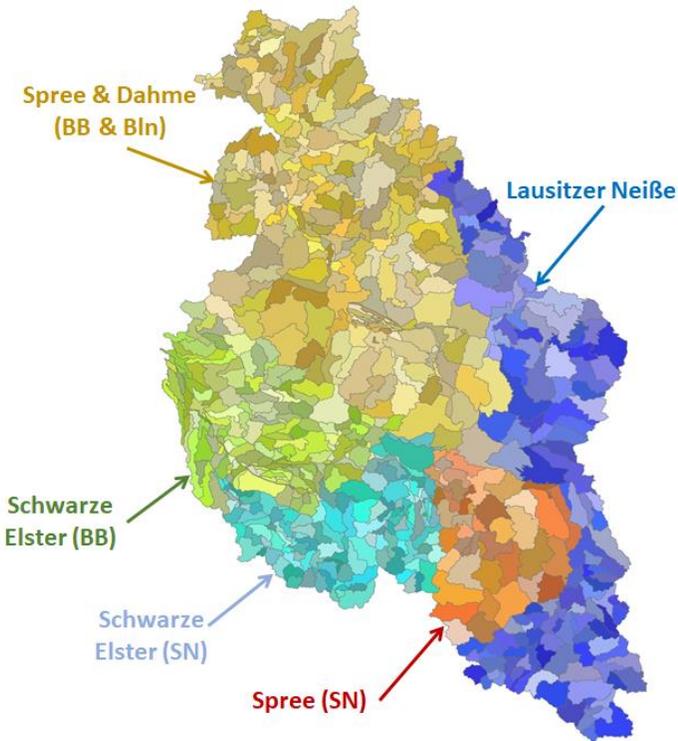
Modell Output

Oberflächenwasserabfluss,  
Grundwasserneubildung,  
Effizienz wasserwirtschaftlicher Maßnahmen

Talsperre Bautzen

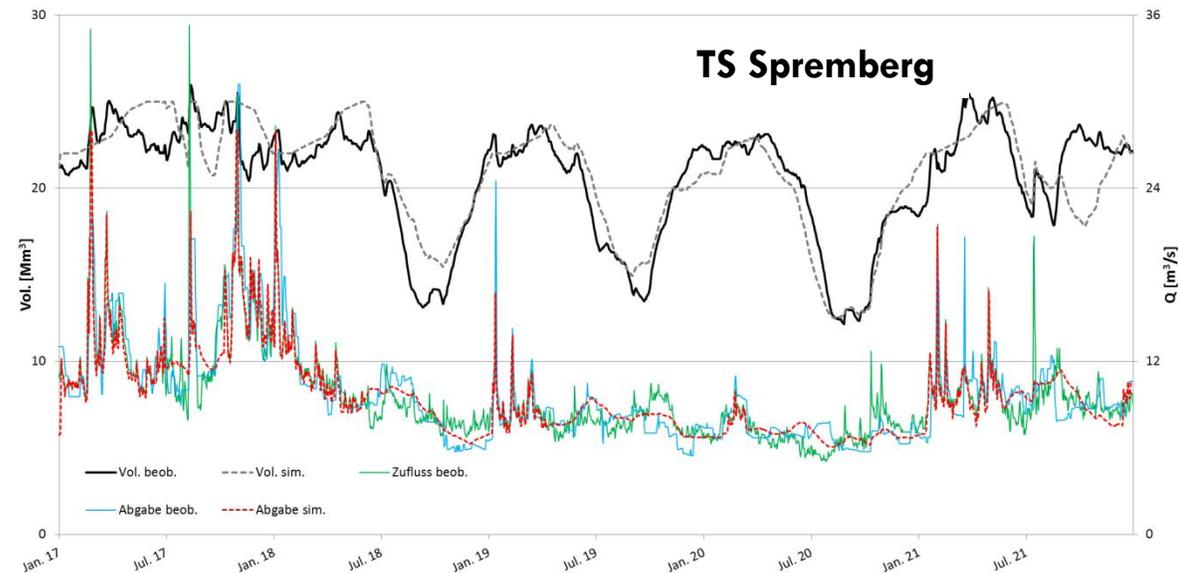


# Zwischenergebnisse: Hydrologie im Einzugsgebiet der Spree



*Zehrwirkung des Spreewaldes im Sommer*

Klimadaten, topographische und bodenkundliche Daten, Landnutzung sowie Oberflächenwassernntnahmen, Abflüssen (Flüsse), Pegel (Seen, Talsperren) und Bewirtschaftungsmethoden (Überleitungen, Stauhaltung) wurden in das Modell eingebaut.



*Zufluss und Abgabe der Talsperre Spremberg (Messdaten versus Simulationsergebnisse)*

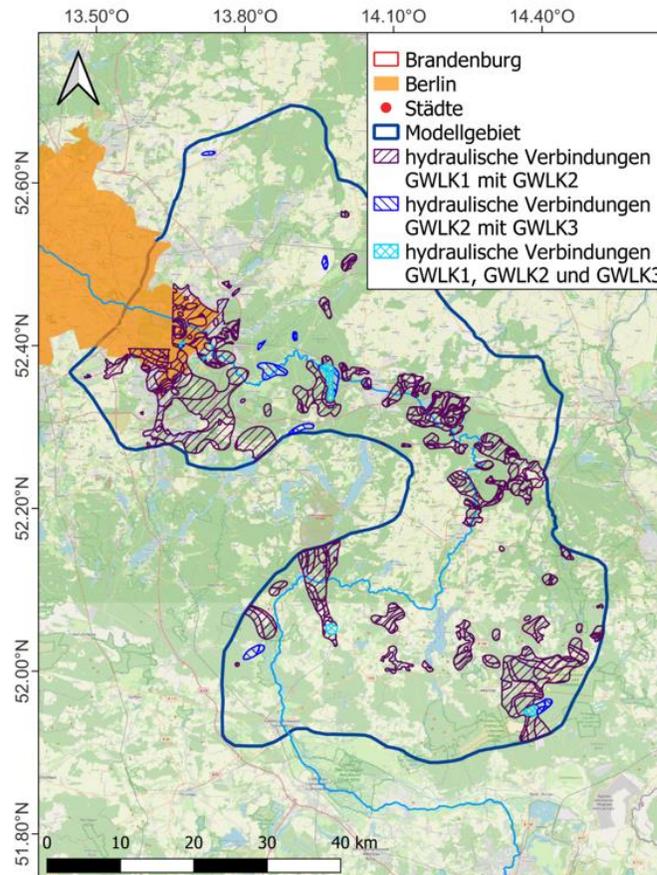
# Grundwasserdynamik im Einzugsgebiet der Unteren Spree



Grundwasser Modell



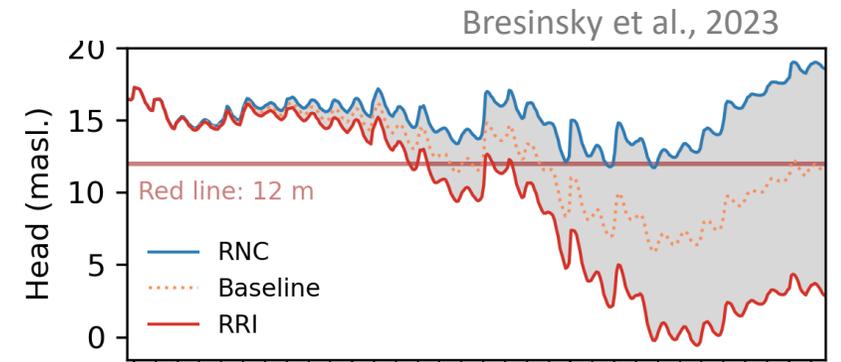
Hydraulische Verbindung zwischen den Grundwasserstockwerken



**Makro-Skala: Einzugsgebiet der Unteren Spree**

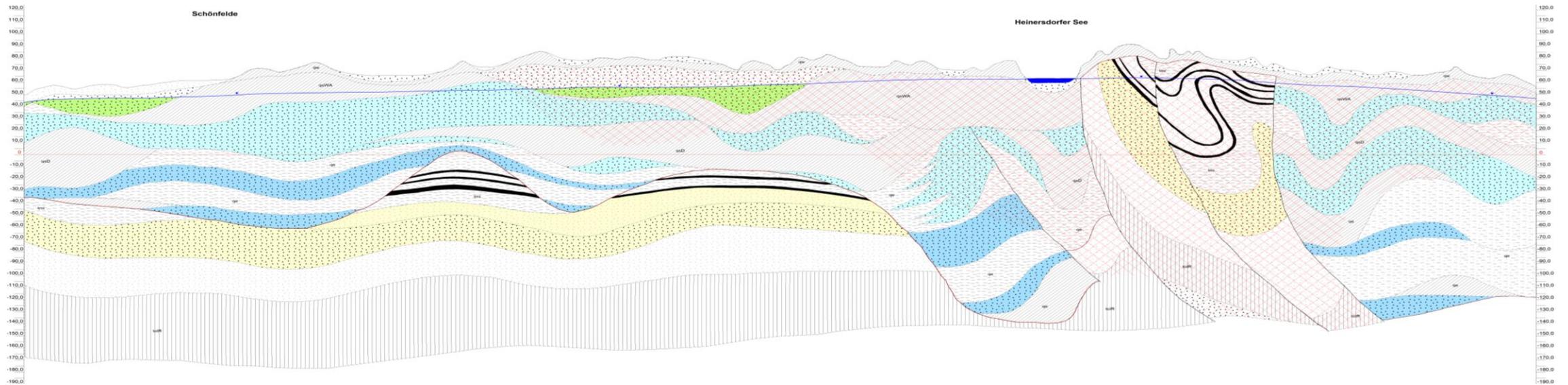
Modell Output

**Grundwasserganglinien, gespeichertes Wasservolumen**

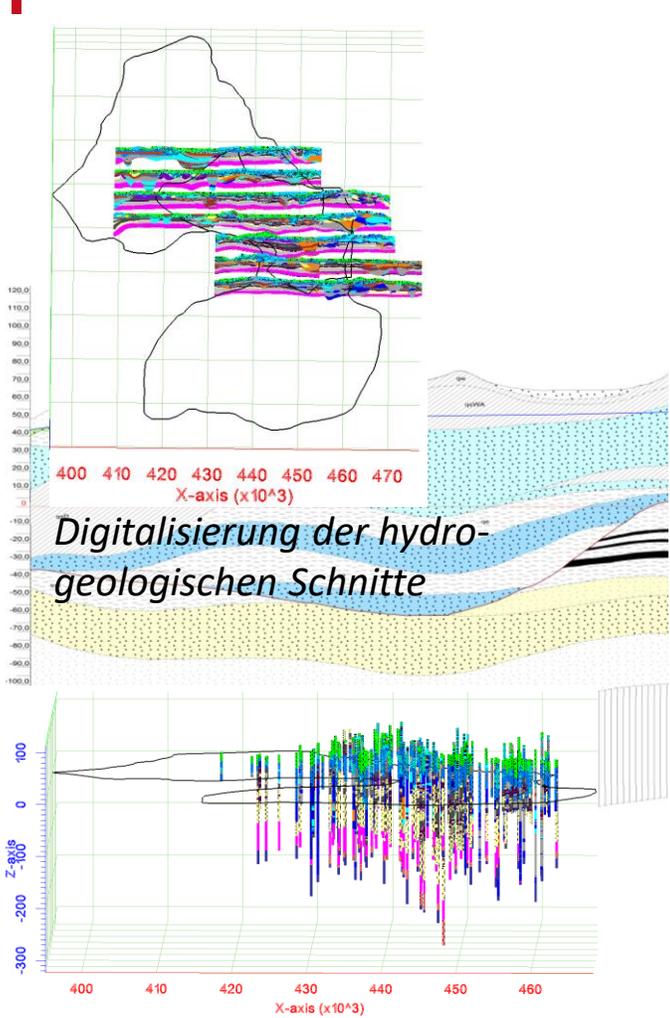


*Simulation der Entwicklung einer GW-Ganglinie bis 2040 für verschiedene Bewirtschaftungsszenarios und Red Line als Indikator einer GW-Übernutzung.*

# Zwischenergebnisse: Entwicklung eines geologischen Modells



# Zwischenergebnisse: Entwicklung eines geologischen Modells

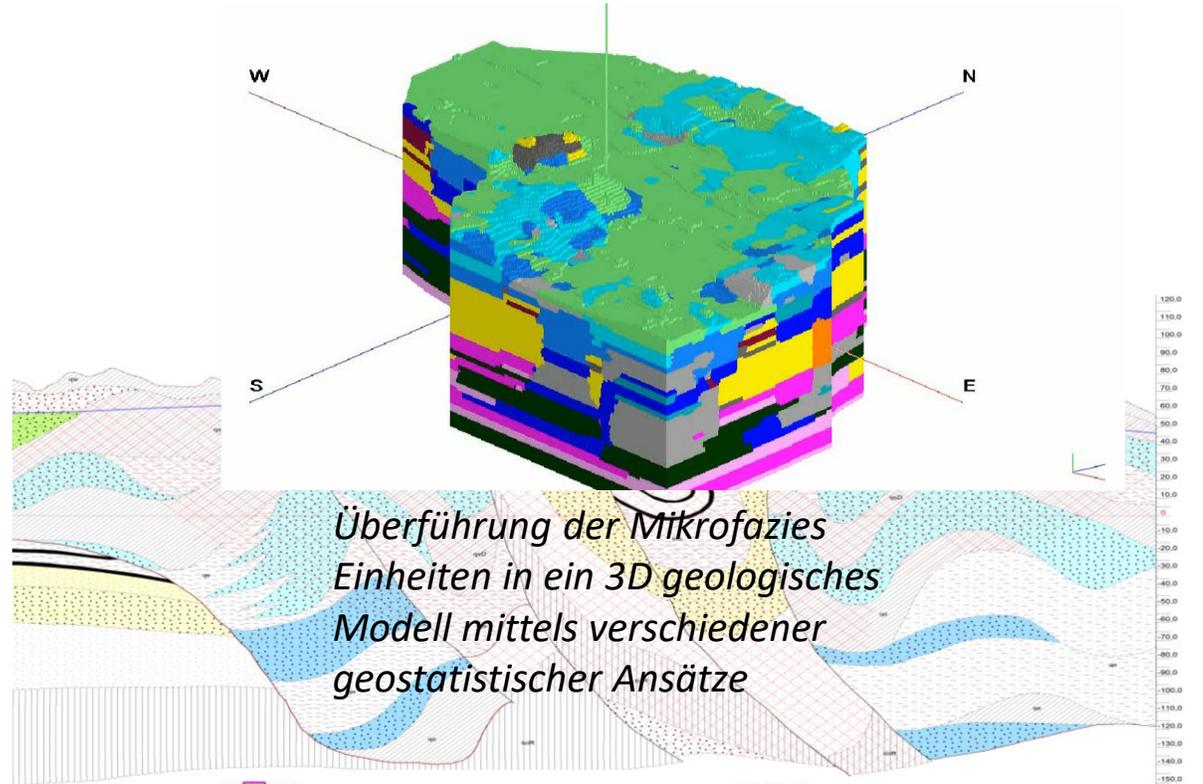


*Digitalisierung der hydro-geologischen Schnitte*

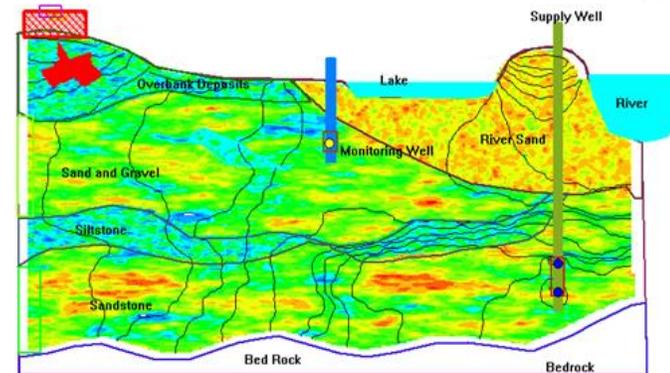
*Interpretation und Integration von > 3000 Bohrprofilen bis 300m Teufe*

## Mikrofazies Einheiten

- GWL 1
- GWL 2
- GWL 3 Quartär
- GWL 3 t Tertiär
- Geschiebemergel qw
- Geschiebemergel qsWA
- Geschiebemergel qsD
- Geschiebemergel qe
- MuddeTorf
- MuddeTorf qhol
- Schluff-Ton qsWA
- Schluff-Ton qs
- Schluff-Ton qe
- Wechsellagerung qe
- Braunkohle
- Schluff-Ton zw. Kohle
- Wechsellagerung zw. Kohle
- Rupelton
- Sand unter Rupelton
- Unterkante des Modells



*Überführung der Mikrofazies Einheiten in ein 3D geologisches Modell mittels verschiedener geostatistischer Ansätze*



*Ableitung der Parameterverteilung (hydr. Durchlässigkeit, Speicherkoeffizient, Porosität) unter Beibehaltung der komplexen Geometrie*

# Dynamik und Nutzung des Speichervolumens der vadosen Zone

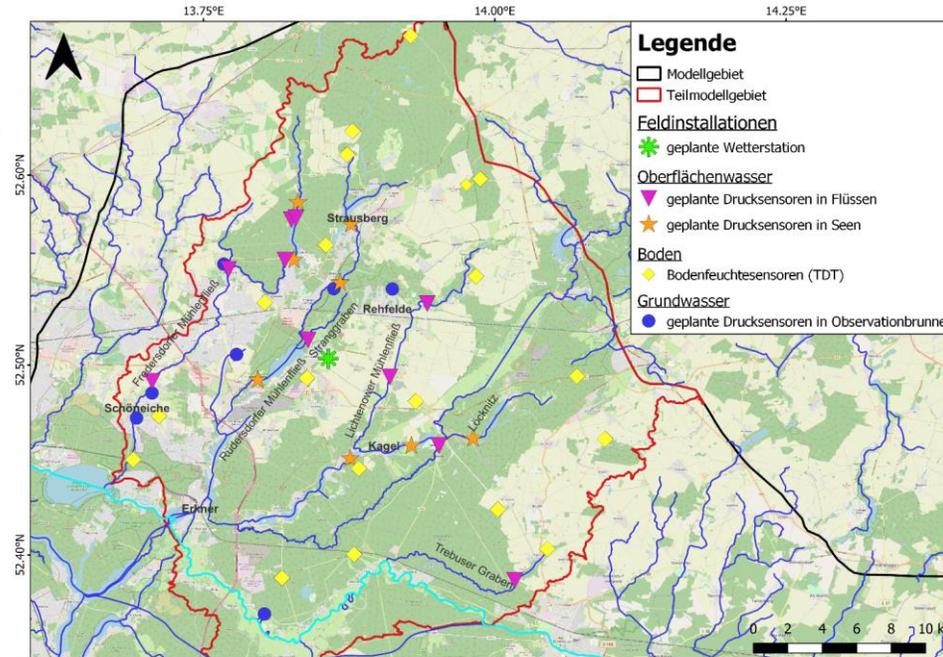


**Bodenwasser-  
haushalts Modell**



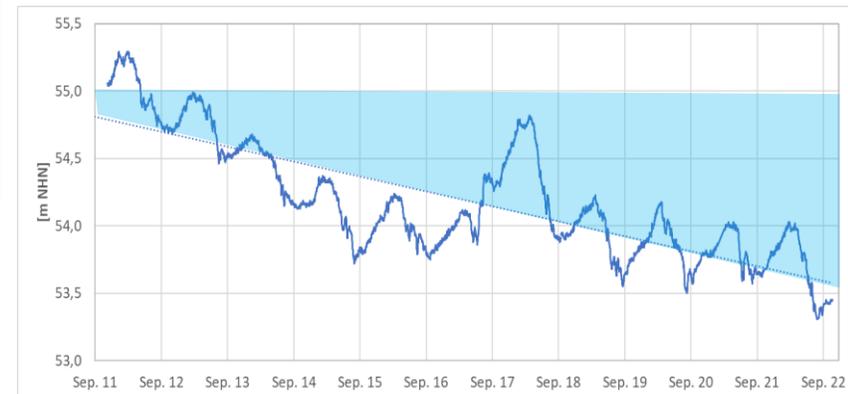
**Modell Output**

**Infiltrationsdynamik,  
Effizienz der künstlichen  
Grundwasseranreicherung**



**Regionale Skala: Pilotregion zwischen  
Fredersdorfer, Rüdersdorfer, und Lichtenower  
Mühlenfließ und Löcknitz**

Auffüllung des Defizites (25 Mio. m<sup>3</sup>) mit  
Klarwasser, Starkniederschlag, Hochwasser  
ermöglicht die Anhebung des Grundwasser-  
spiegels (Abnahme um 1.5 m in 10 Jahren)



# Zwischenergebnisse: Geräteinstallationen

Oktober 2022 bis März 2023:

- Installation von Drucksensoren (See, Flüsse, Grundwassermessstellen, Quellaustritte)
- Installation von 60 TDT-Sensoren (Bodenfeuchte)
- Wasserproben für stabile Wasserisotope

in Planung: Wasserproben für Wasserchemie und Wasseralter (He/T)

*TDT Sensoren*



*Piezometer*



*Flüsse und Seen*



*Wetterstation*



*PALMEX Isotopensammler*

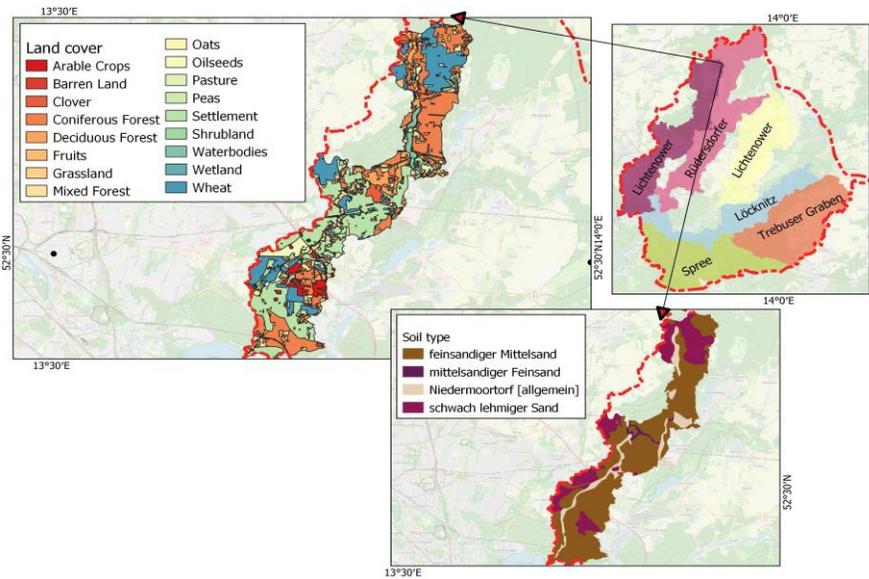


*Induktive Abflussmessung*

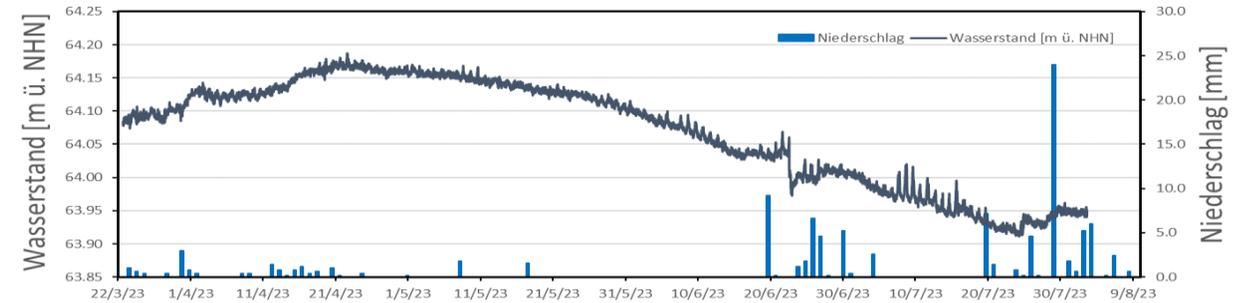


# Zwischenergebnisse: Zeitreihenanalysen (Q, h, $\Theta$ )

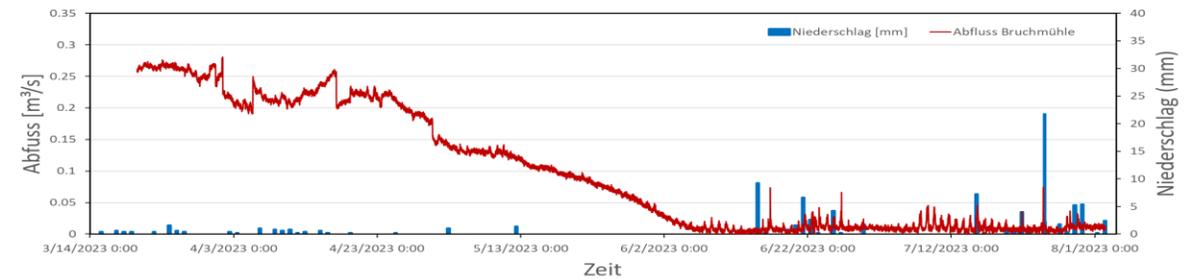
Analyse der verschiedenen hydrologischen Komponenten zeigen die hoch dynamische Antwort der Seen, Oberflächengewässer auf klimatische Änderungen. Sogar im tiefen GWL fiel der Druckspiegel um 0.5 m ab!



Entwicklung des Wasserstandes am Standort **Straussee**

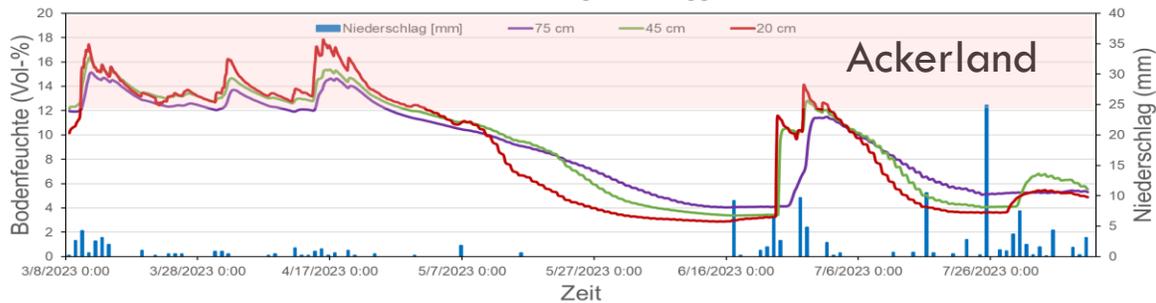


Berechneter Abfluss am Standort **Bruchmühle**

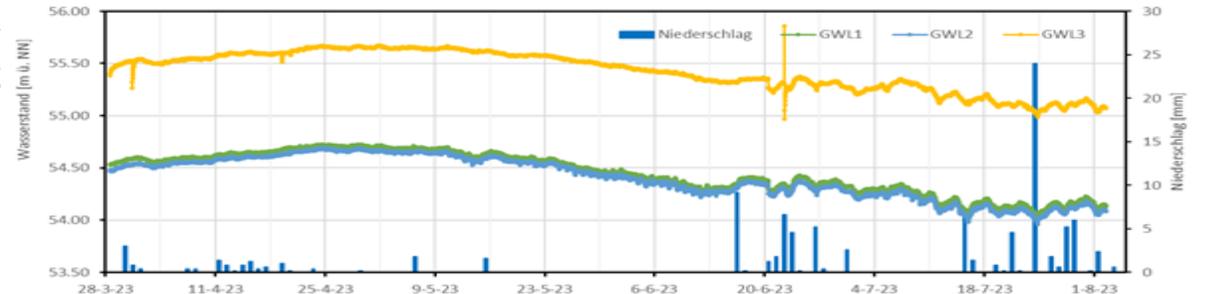


## Grundwasserneubildung

Bodenfeuchtegehalt, Logger 9



Entwicklung des Wasserstandes am Standort **Bruchmühle**



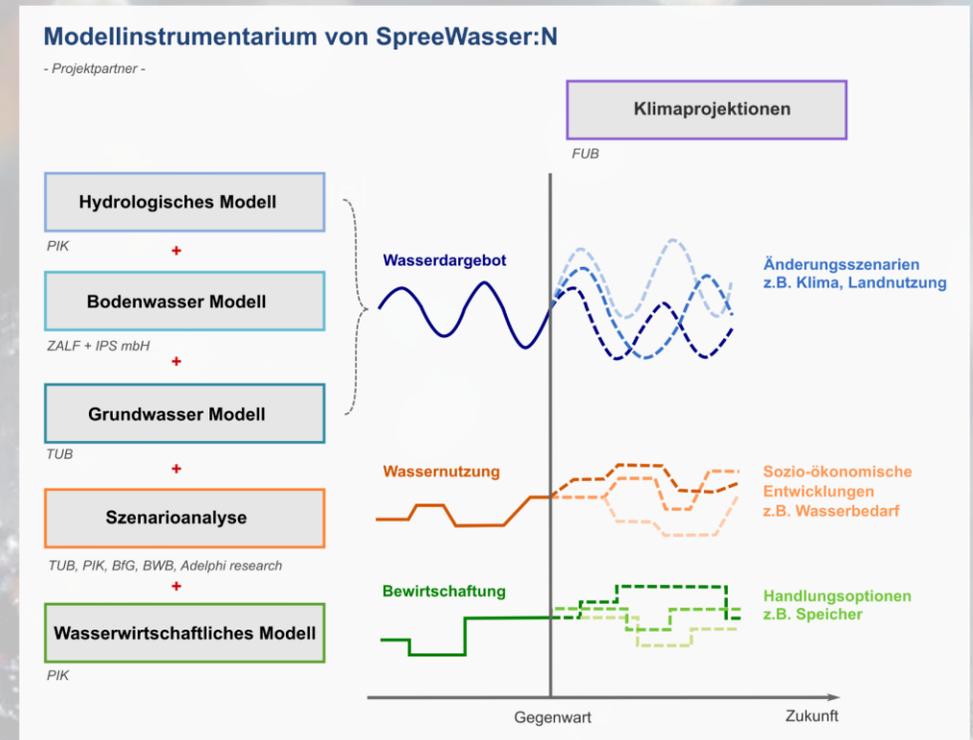
# Zielsetzung von SpreeWasser:N



Bewirtschaftungsstrategien und integriertes Wasserressourcenmanagement für unsere Beispielregion im Einzugsgebiet der Spree

## Milestones & Produkte

- I. Identifikation neuer **Wasserspeicher**
- II. Entwicklung eines **Online-Dürre Frühwarnsystem**
- III. Ableitung von **Indikatoren** zur frühzeitigen Erkennung von Perioden mit **Wasserstress (Ökologie, Oberflächen- und Grundwasser)**
- IV. Bewertung der **Effizienz** möglicher Wasserbewirtschaftungsstrategien
- V. **Rechtliche Prüfung** der geplanten Maßnahmen



# Produkte von SpreeWasser:N (I)



## Tool-Box zur Speicherbewirtschaftung

(Leitung ZALF,  
in Zusammenarbeit mit TUB, Büro Sieker, Trübner)

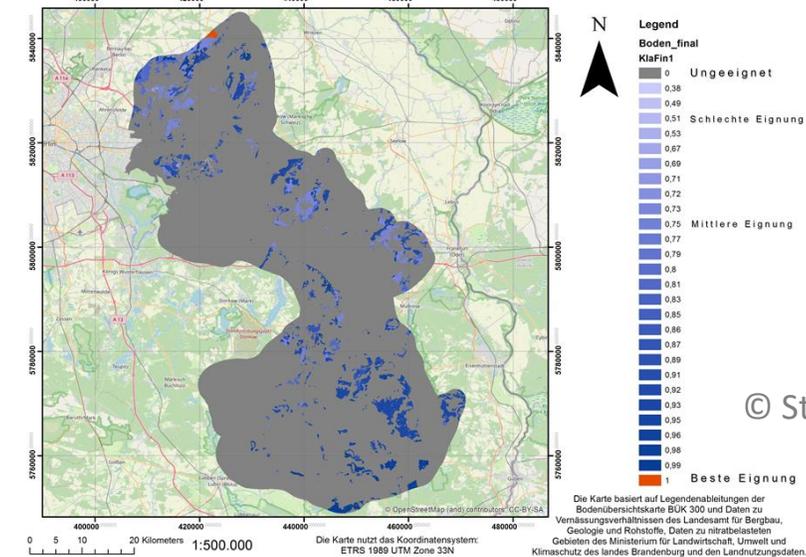
### Methode:

- **Speicherung von Starkniederschlägen** im Herbst/Winter
- Nutzung des gespeicherten Wassers für Trockenperioden und zur **künstlichen Grundwasseranreicherung**

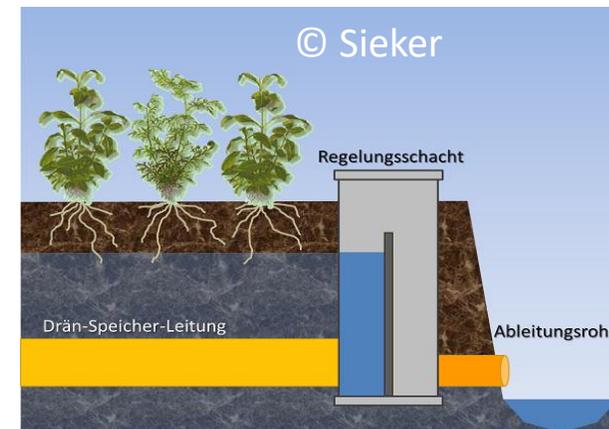
### Ziel:

- Entwicklung eines **Prototyps für kontrollierte Drainagen**
- Transfer in **web-basiertem Maßnahmenkatalog**
- Bewertung basierend auf: **Kosten, Effektivität, Umsetzbarkeit, Wasserrechtliche Vorgaben**

Flächeneignung anhand der Sickerfähigkeit der Böden im Einzugsgebiet der Spree



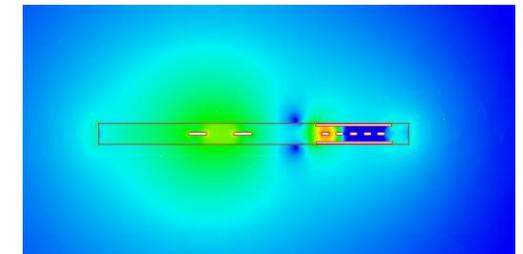
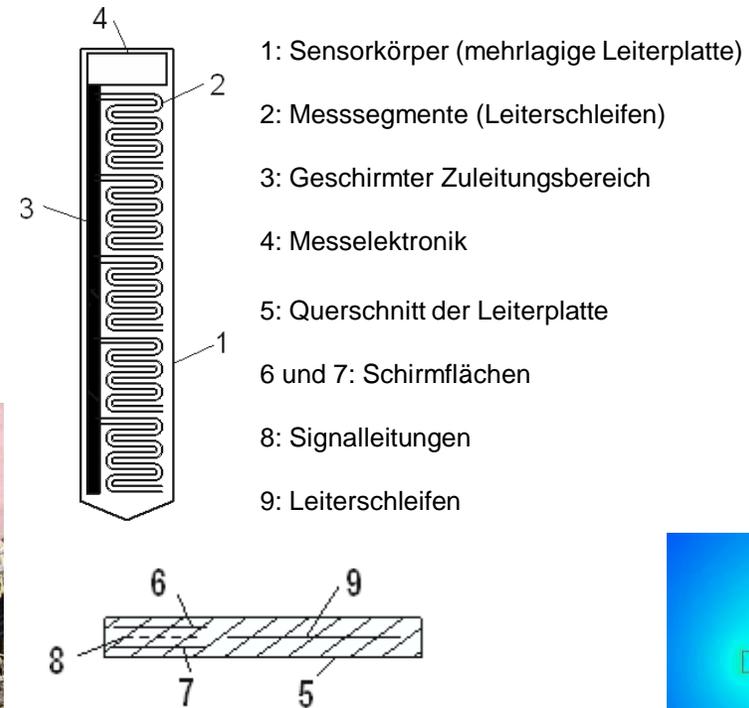
*Identifikation geeigneter Flächen zur künstlichen Grundwasseranreicherung im freien Grundwasserleiter*



*Konzept kontrollierter Drainagen im ländlichen Bereich*

# Zwischenergebnisse: Kostengünstiger Profilfeuchtesensor

- Entwicklung des Profilfeuchtesensors mit Hilfe elektromagnetischer Feldberechnung
- Elektronischer Schaltungsentwurf
- Mikrocontrollerprogrammierung
- Erarbeitung von Kalibriermethoden
- Erprobung im Labor und Feld
- Vergleich mit Punktmessungen im Gelände



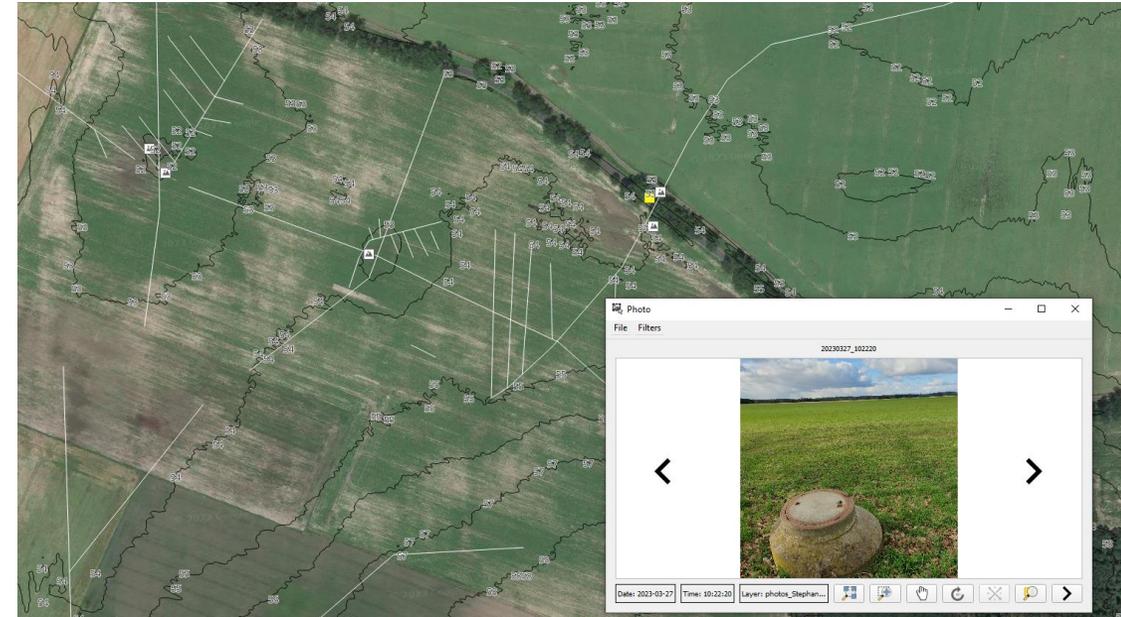
# Zwischenergebnisse: Prototyp für gesteuerte Drainagen

Konzeption eines Prototyps für gesteuerten Drainagen unter landwirtschaftlichen Flächen:

- Identifizierung von Flächen für gesteuerte Drainagen
- Kontakt mit Schachtherstellern für den Regelungsschacht (EKODRENA)
- Konzept einer zentralen Recheneinheit und Datenübertragung
- Aufnahme von Schachtdimensionen



*Rohrbefahrungen der Drainagen unter einer möglichen Testfläche Tempelberg*



*Drainagenortung unter einer Testfläche in Beeskow*

# Zwischenergebnisse: Standortoptimierung zur Wasserspeicherung

GIS-basierte Auswertung der Standorteignung:

## Landnutzung

- Ausschluss von Schutzgebieten, Siedlungen, Infrastrukturanlagen, etc.

## Bodeneignung

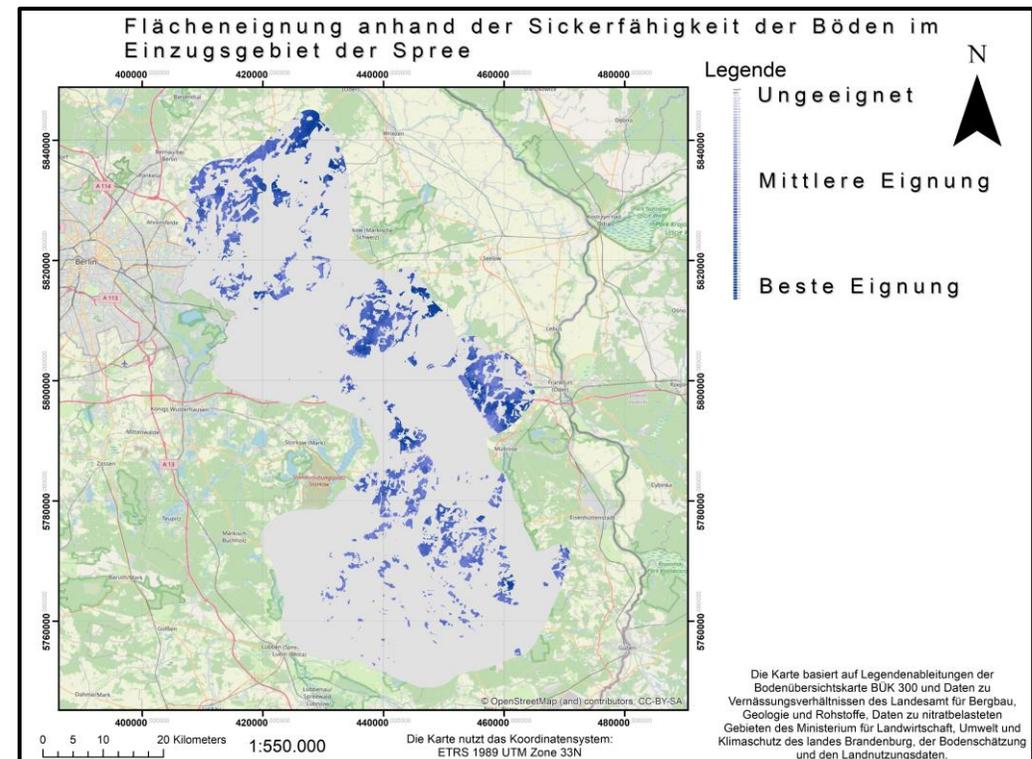
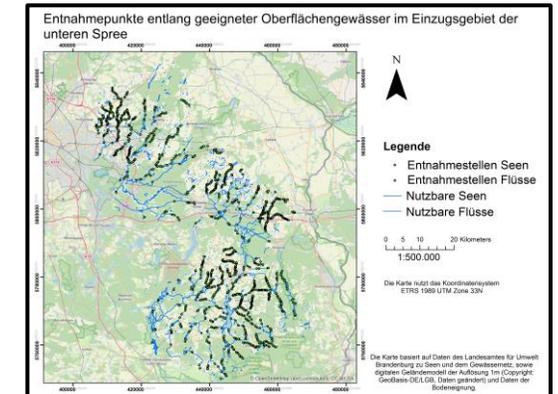
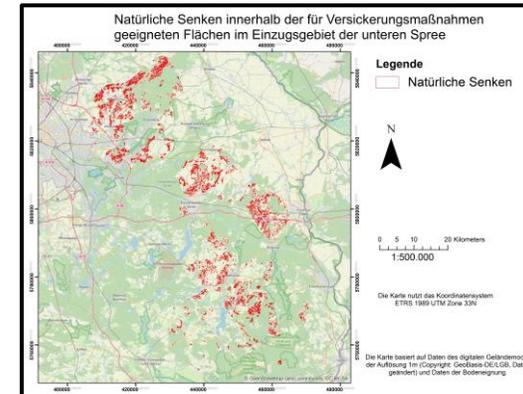
- Bewertung anhand von GW-Flurabstand, Feldkapazität, Durchlässigkeit, etc.

## Verfügbares speicherbares Wasser

- Abschätzung des Oberflächenabfluss (KOSTRA) nach Starkregen
- Identifizierung geeigneter Oberflächengewässer (Distanz, Höhenunterschied)

## Natürliche Versickerungsstrukturen

- Identifizierung von Senken, Wassereinlässen, Volumen



# Produkte von SpreeWasser:N (II)



## Dürrefrühwarn System und Risikokommunikation

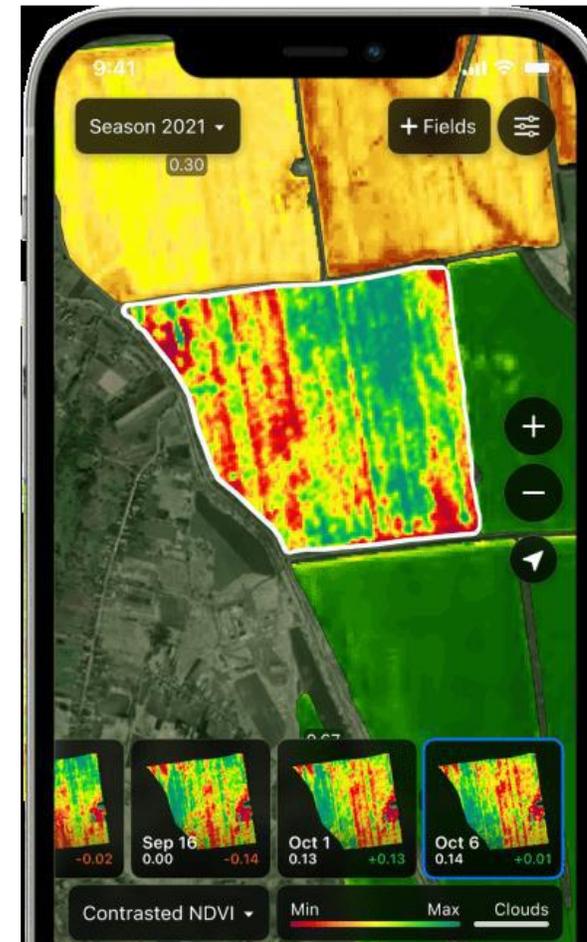
(Leitung ZALF  
in Zusammenarbeit mit FU Berlin, Adelphi)

### Methode:

- Simulation der Biomasse Produktion und Ernteertrags
- zeitlich-räumlich hochaufgelöste Simulation **saisonaler Veränderung des Wasser-, Nährstoff- und Trockenstresses**
- Wahrscheinlichkeitsvorhersage für landwirtschaftliche **Dürren und Ernteausfälle**

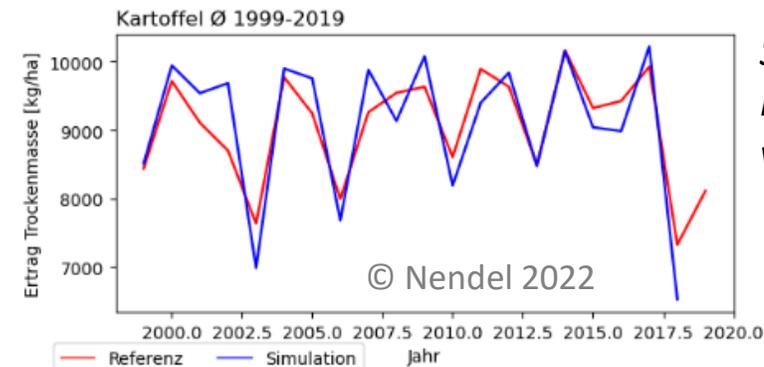
### Ziel:

- **Gezielter Einsatz** von Bewässerungswasser
- **Angepasste Planung** landwirtschaftlicher Kulturen



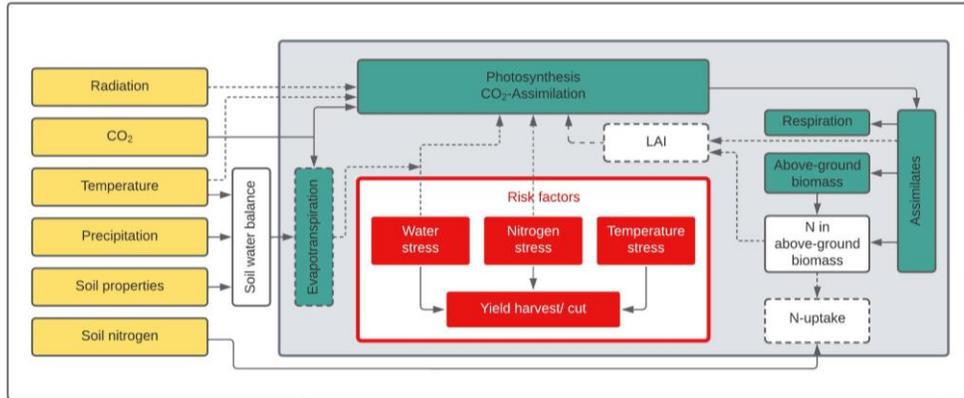
*Flächenscharfe Projektion des zu erwartenden Ertrags für verschiedene Kulturpflanzen und Bewässerungsstrategien*

© onesoil.ai

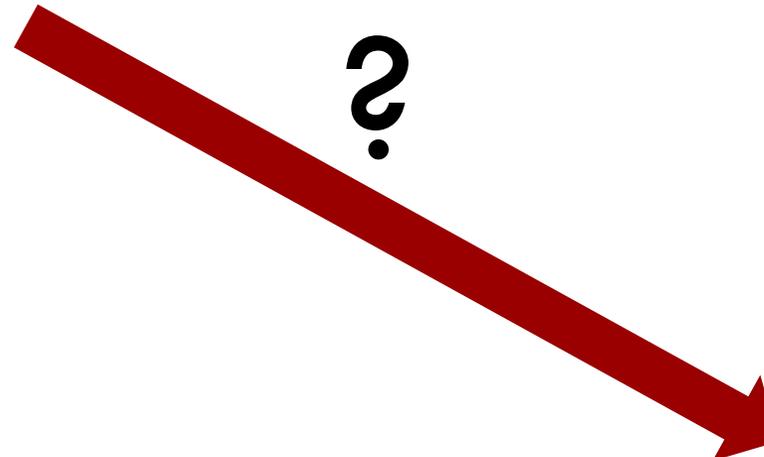


*Simulation des Kartoffelertrags versus Messdaten*

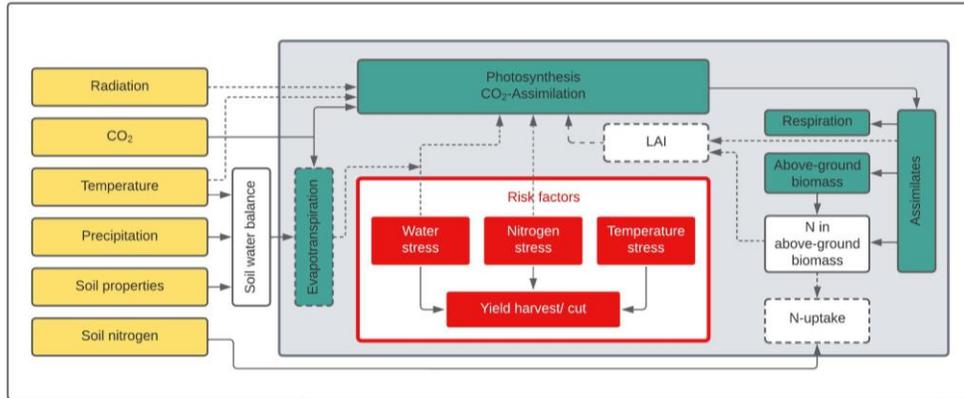
# Zwischenergebnisse: Dürrefrühwarnsystem



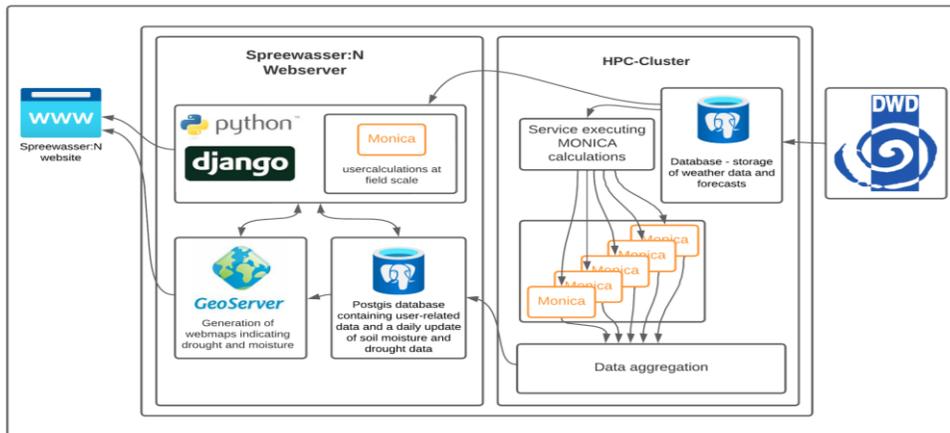
*Mechanistisches und dynamisches Simulationsmodell für biophysikalische Prozesse in Agrarökosystemen: MONICA*



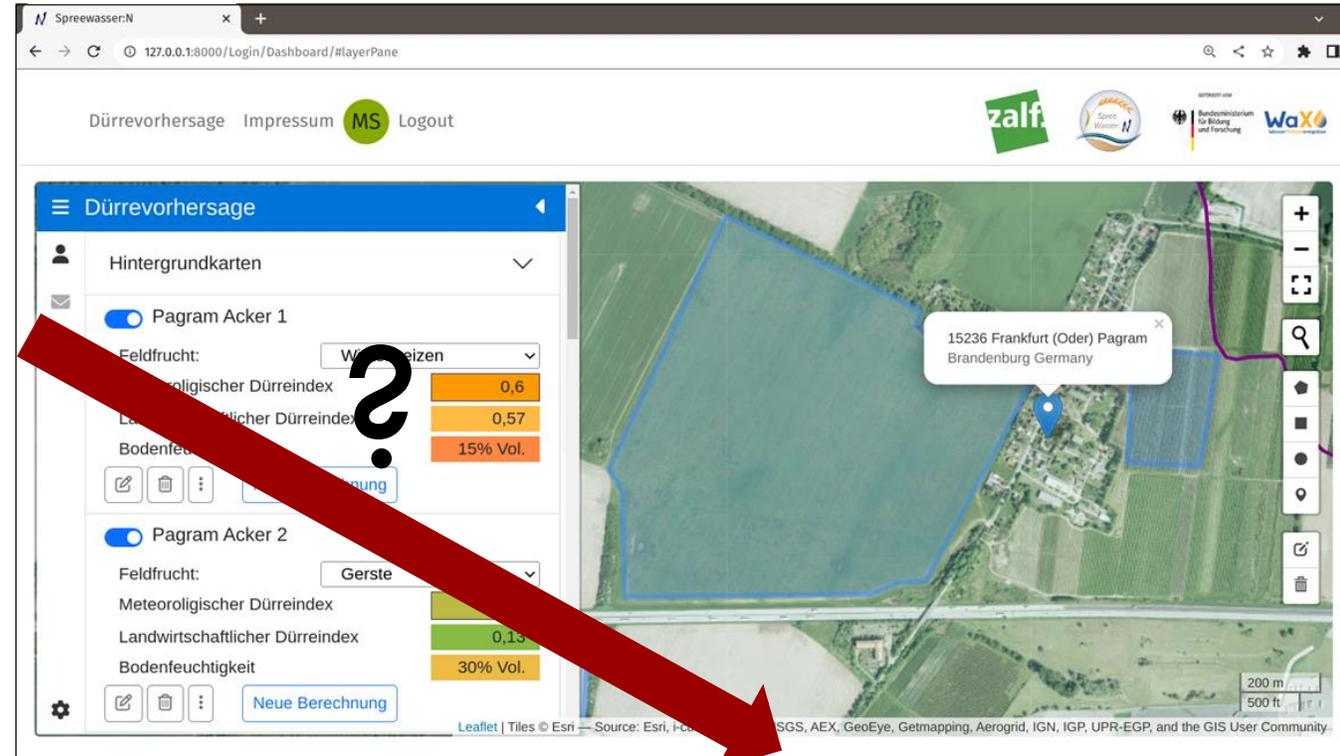
# Zwischenergebnisse: Dürrefrühwarnsystem



Mechanistisches und dynamisches Simulationsmodell für biophysikalische Prozesse in Agrarökosystemen: MONICA



Ableitung einer Software Architektur für die SpreeWasser:N Web-Anwendung



Web Darstellung des landwirtschaftlichen Dürrierisikos, intensiv getestet für viele Kulturarten und gute Performanz auf der Schlagebene



# Produkte von SpreeWasser:N (III)



## Pilotstudie für ein Integriertes Wasserressourcenmanagement

(Leitung PIK

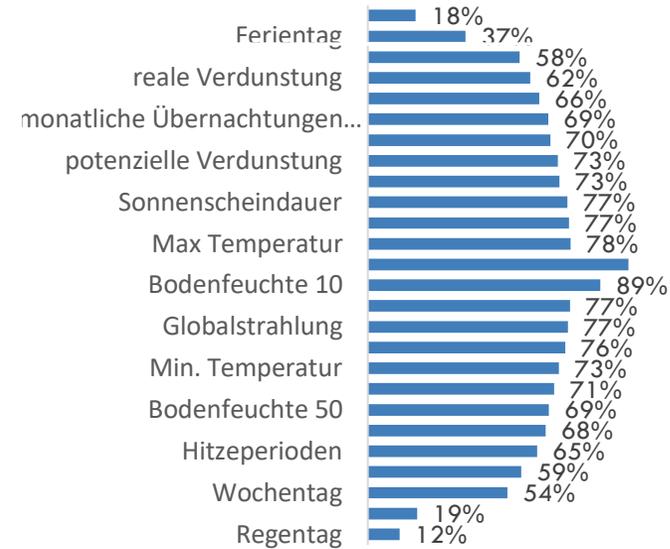
in Zusammenarbeit mit BfG, FUB, TUB, Adelphi, BWB, Uni Trier)

### Ziel:

- Ermittlung der Entwicklung des **Wasserdargebotes**
- Ermittlung des **Wasserbedarfs** der verschiedenen **Wassernutzer**
- Ableitung von **Indikatoren** zur Identifikation **& Frühwarnung** vor **Wasserstressperioden**

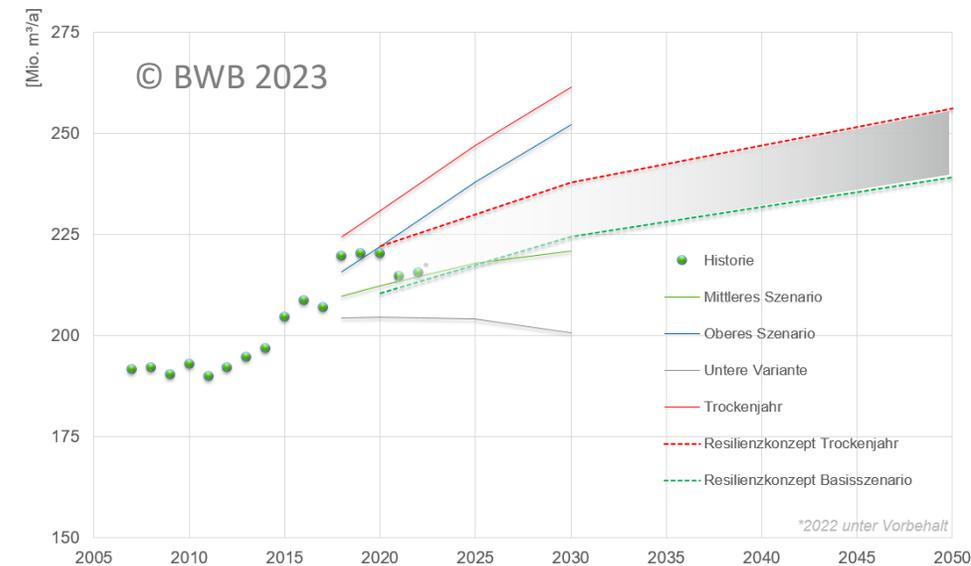
### Ermöglicht durch:

- Einsatz und Kopplung verschiedener **Modell- und Prognosewerkzeuge**
- Gewinnung eigener hochaufgelöster **Datensätze**
- **Szenarioanalysen und Wasserbedarfsermittlung**



© BWB 2023

*Relevanz der Komponenten im neuronalem Netzwerk zur Ermittlung des Wasserbedarfs für Berlin*



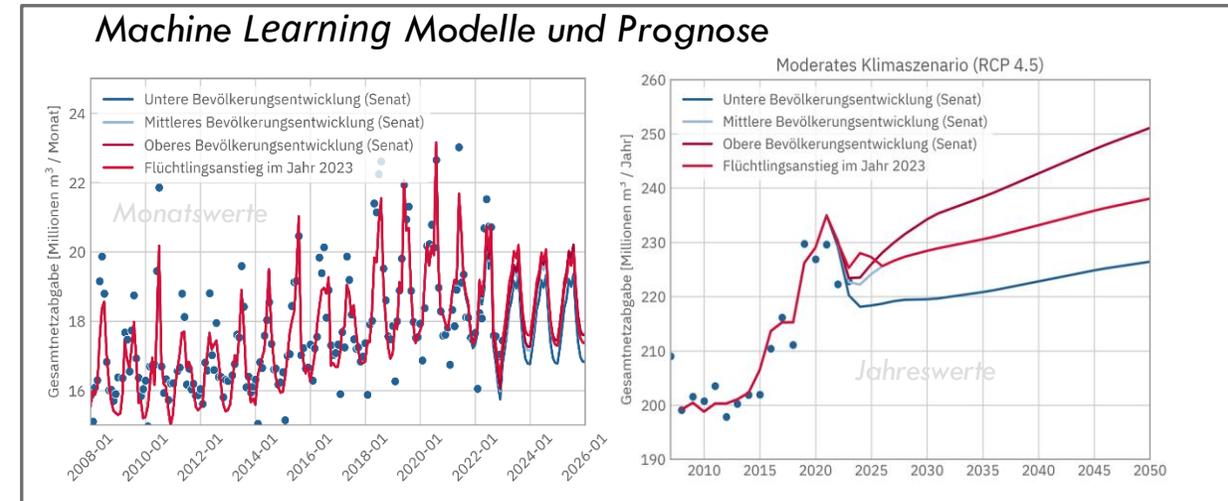
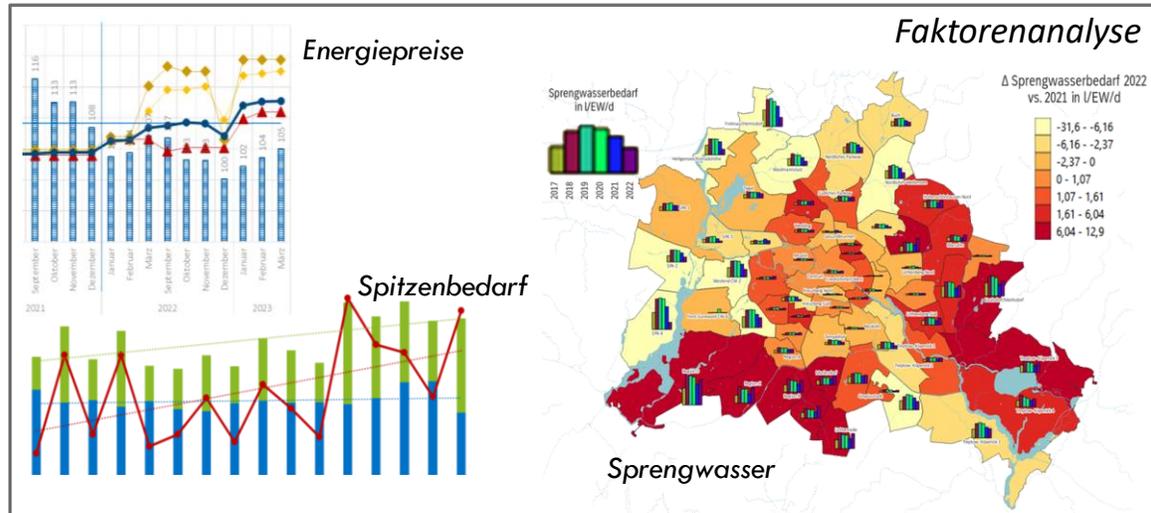
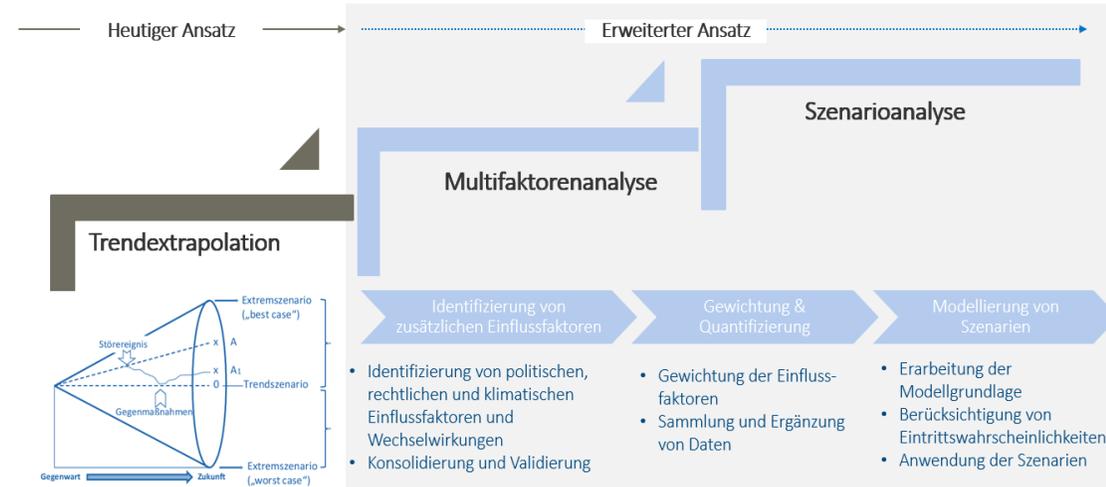
*Prognose des Wasserbedarfs für Berlin*



# Zwischenergebnisse: Zukünftiger Wasserbedarf

Vergleich verschiedener Methoden und Ansätze auf ihre Eignung:

- modellgestützte Multifaktorenanalyse mit Szenarienmodul
- neuronale Netze und Regressionsanalysen
- Multifaktorenanalyse
- Machine Learning Modelle (Neural Prophet-Ansätze)
- Ursachen-Wirkungs-Modelle und System Dynamics

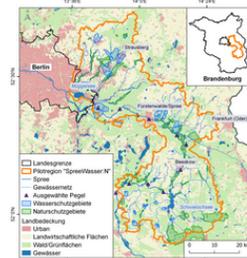


# Zwischenergebnisse: Erfassung und Analyse von Bürgermeldungen

## Bürgermeldungen

Im Rahmen des Forschungsprojektes SpreeWasser:N sammeln wir im Jahr 2023 Beobachtungen der Anwohner\*innen im Einzugsgebiet der Unteren Spree.

Wir freuen uns über Ihre Meldungen zum Zustand der Oberflächengewässer (Flüsse und Seen), Feuchtegebiete (Moore, Auen) und des Grundwassers. Meldungen zum quantitativen Zustand sind willkommen, Meldungen zu Veränderungen der Wasserqualität sind von großem Interesse, Meldungen über Beobachtungen zu Veränderungen aquatischer Ökosysteme sind ebenfalls von hoher Relevanz.



Informationen zur  
Pilotregion und den  
Grenzen des Meldegebiets

Wir sammeln alle Ihre eingehenden Meldungen und stellen Ihre Meldungen dann auf einer interaktiven Karte auf der SpreeWasser:N Homepage dar. Alle eingehenden Meldungen werden in einer zusammenfassenden Publikation veröffentlicht und den zuständigen Behörden zur Verfügung gestellt, um die Implementierung neuer Maßnahmen zu fokussieren und unterstützen.

Wir freuen uns über Ihren Beitrag!

\*Name des Gewässers

\*Bitte den Gewässertyp auswählen:  
- Bitte auswählen -

\*Geben Sie bitte die GPS-Koordinaten des Standortes an:

\*Geben Sie bitte das Datum der Beobachtung an:

Wählen Sie bitte ein Foto aus, das die Situation beschreibt

Aufrufe zu Meldungen werden im Rahmen einer assoziierten Promotion (gefördert durch die Heinrich Böll Stiftung) ausgewertet und sind bereits erschienen in:



# Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit

<https://www.spreewasser-n.de>



**SpreeWasser:N**  
Wasserressourcenmanagement

ÜBER SPREEWASSER:N ▾

ARBEITSPAKETE ▾

WISSENSCHAFTSKOMMUNIKATION ▾

PUBLIKATIONEN ▾

AKTEURE ▾

CITIZEN SCIENCE ▾

NACHWUCHS

Einladung zum 1. Statustreffen am 09.Mai 2023



## Einladung zum 1. Statustreffen am 09. Mai 2023

APR  
**06**  
2023

### Ankündigung: Einladung zum 1. Statustreffen

Aus

### -die Veranstaltung ist ausgebucht-

**Ort:** TU Berlin, Straße des 17. Juni 135, Hauptgebäude, Raum H 3005

**Zeit:** 10:00 17:30 Uhr, Abendessen ca. 18:00 Uhr

Hier finden Sie den Einladungsflyer zum  
1.Statustreffen am 09.Mai 2023:

[Flyer Download](#)

Deutsch

English

**NEU: Citizen Science Seite** Melden Sie uns ihre Gewässerbeobachtungen im Gebiet der Unteren Spree!

#### NEUIGKEITEN



Starkregen in Berlin – aber was bringt er der Natur?

26. Juni 2023



Interview Hydrogeologin: Viel „Wasserstress“ in Brandenburg

26. Juni 2023

Stellenausschreibung: Wir suchen eine\*n Projektmanager\*in für SpreeWasser:N

23. Juni 2023



1. Statustreffen  
SpreeWasser:N, 09.05.2023,  
TU Berlin

17. Mai 2023

Characterization of spatial heterogeneity of geomaterials in large scale groundwater bodies through a compositional data approach

11. Juni 2023