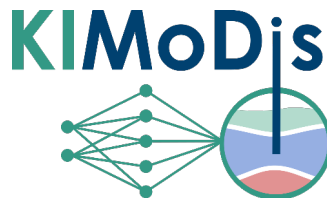


KI-basiertes Monitoring-, Datenmanagement- und Informationssystem zur gekoppelten Vorhersage und Frühwarnung vor Grundwasserniedrigständen und -versalzung



Projektvorstellung

Stefan Broda, Maria Wetzel

GEFÖRDERT VOM



Bundesministerium
für Bildung
und Forschung

FONA

Forschung für Nachhaltigkeit

LURCH

Grundwasser nachhaltig bewirtschaften



Deutscher Wetterdienst
Wetter und Klima aus einer Hand



BfG
Bundesanstalt für
Gewässerkunde



Frankfurt, 9. Mai 2023

Auftaktveranstaltung der Fördermaßnahme „Nachhaltige Grundwasserbewirtschaftung“ (LURCH)

Hintergrund

rbb 24 BERLIN-WAHL POLITIK WIRTSCHAFT KULTUR SPORT PANORAMA

Trockenheit in Brandenburg

Wenn Niederschlag allein nicht mehr reicht

Mo 06.06.22 | 10:14 Uhr | Von Andreas Heins

72



Bild: Patrick Pleul/dpa

Klimawandel mit hohen Temperaturen und wenig Niederschlägen lässt den Grundwasserspiegel in Brandenburg mächtig absinken. Eine Forscherin schlägt nun Gegenmaßnahmen vor. *Von Andreas Heins*

Rhein-Zeitung

Knappes Grundwasser: Tiefere Bodenschichten sind immer noch nicht aufgefüllt

In den vergangenen Wochen und Monaten gab es teils ergiebige Regen- und Schneefälle, die sich positiv auf den Wasserspeicher auswirken. Zunächst eine gute Nachricht. Dennoch scheint die Bodenoberfläche vielerorts noch ausgetrocknet zu sein.

Von Einvira Bell
14. Februar 2023, 9:21 Uhr | Lesezeit: 3 Minuten

Startseite > Wissen > DW: Regenrekord im März 2023 - warum droht trotzdem eine Dürre?



„Es müsste ein Jahr durchregnen“

Die letzten zwei Monate hat es so viel geregnet wie seit Jahren nicht mehr – warum droht trotzdem eine Dürre?

2022 war sehr sonnig, heiß und trocken: Nun hat es im März und April viel geregnet. Steigt der Grundwasserspiegel nun wieder? Hydrologe Fred Hattermann sieht wenig Grund für Optimismus.

Katrin Schreiter

29.04.2023, 06:56 Uhr



TAGESSPIEGEL

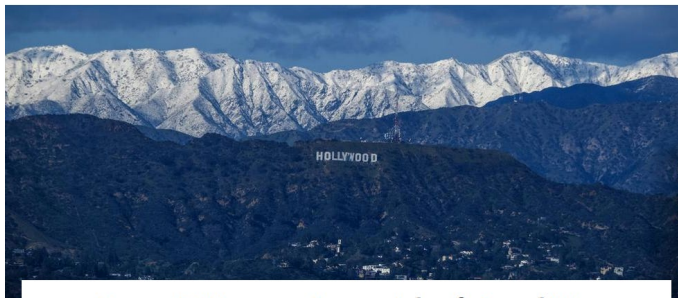
Anmelden

ABO

Politik Berlin Gesellschaft Wirtschaft Kultur Wissen Gesundheit Sport Meinung Potsdam

Coronavirus Archäologie Hochschulen Biomedizin Umwelt und Natur Weltall

Wissen | Zu wenig Wasser, oder zu viel auf einmal: Was Brandenburg und Kalifornien gemeinsam haben



Zu wenig Wasser, oder zu viel auf einmal Was Brandenburg und Kalifornien gemeinsam haben

Der US-Staat erlebt heftige Niederschläge. Wie gut helfen sie der dürregeplagten Region?

Von Ralf Nestler
02.03.2023, 16:43 Uhr



Berliner Zeitung

Ab

Home > Berlin > Experte über Wassermangel in Berlin: „Das Problem wird größer werden“

Experte über Wassermangel in Berlin: „Das Problem wird größer werden“

In Berlin und Brandenburg wird das Wasser knapp, die Lage spitzt sich weiter zu. Ein Hydrologe erklärt die Ursachen und fordert drastische Gegenmaßnahmen.



Niklas Liebetrau

01.07.2022 | 09:28 Uhr



Ausgetrockneter Teilabschnitt des Flusses Schwarze Elster in Südbrandenburg
dpa/Patrick Pleul

Herausforderungen bei der Grundwasserbewirtschaftung

- Sinkende Grundwasserspiegel durch wärmere und trockenere Sommerhalbjahre (Wunsch et al. 2022)
- Klimaprojektionen bis ins Jahr 2100 zeigen Fortsetzung dieses Trends
- Dadurch konkurrierende Nutzung und Verstärkung der Versalzungsproblematik
- Oft reines Grundwassermonitoring und eingeschränkte Verwertung der verfügbaren Daten

Zusammenführung aller verfügbaren Daten



Konkrete Projektziele

KI-basiertes Monitoring-, Datenmanagement- und Informationssystem zur

- i) kurz- (saisonal), mittel- (1-10 Jahre) und langfristigen (bis 2100) **Vorhersage von Grundwasserständen und -versalzung**
- ii) **Frühwarnung vor Grundwasserniedrigständen und -versalzung**
- iii) Intelligente **Planung von Gegenmaßnahmen**, wie z.B. der Steuerung von Grundwasserentnahmen mittels eines **Szenarien-Tools**

Demonstration des Ansatzes in drei Pilotgebieten

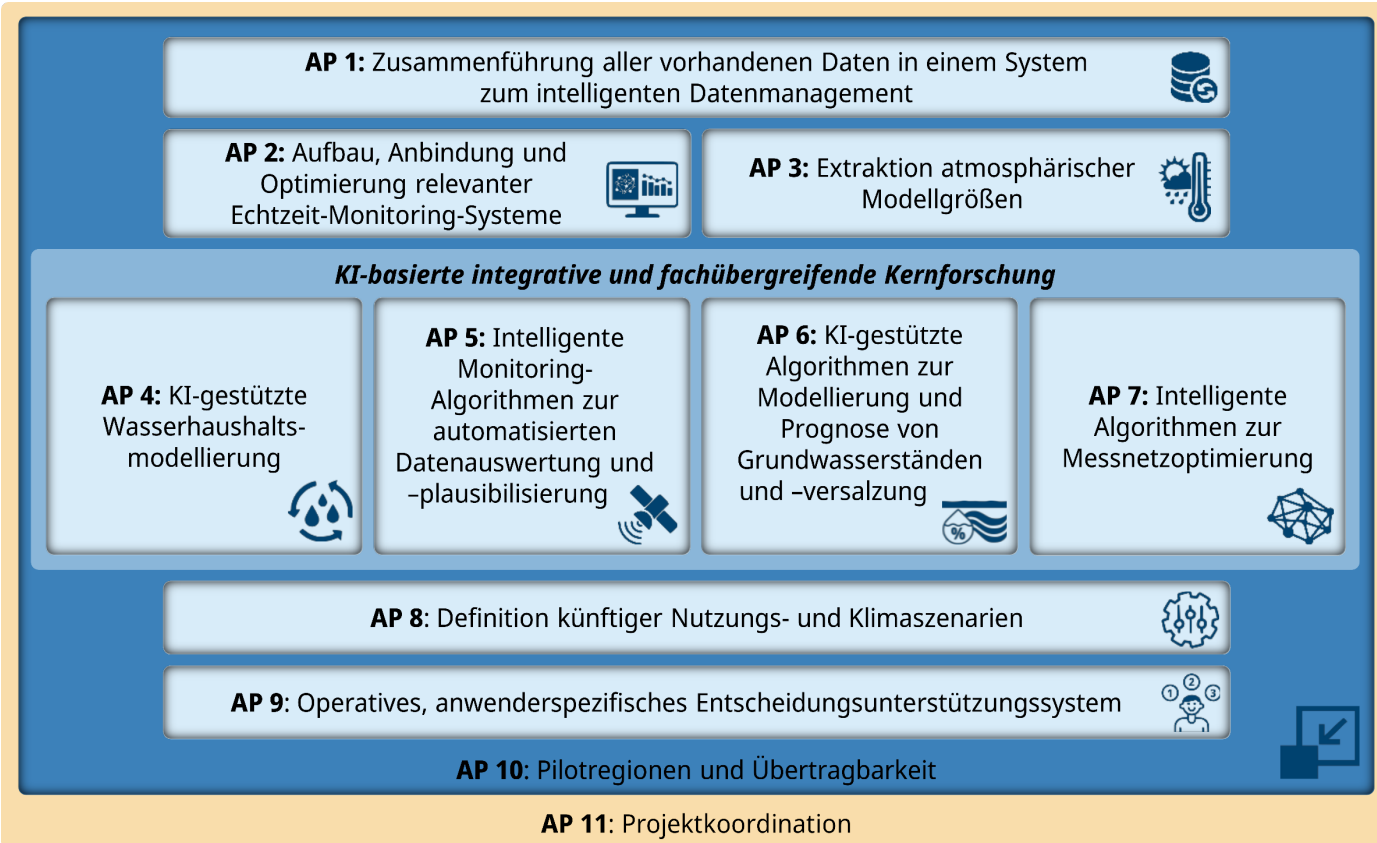
- i) **Land Brandenburg** - großräumige Betrachtung aller Aspekte sowie Gefahr durch Tiefenversalzung
- ii) **Einzugsgebiet der Harzwasserwerke** - Fokus auf grundwasserabhängige Ökosysteme
- iii) **Insel Langeoog**, Schwerpunkt auf touristisch bedingte starke Variabilität des saisonalen Wasserbedarfs

Methodische
Entwicklung

Übertragung
des entwickelten
Ansatzes



Projektstruktur



Projektpartner:

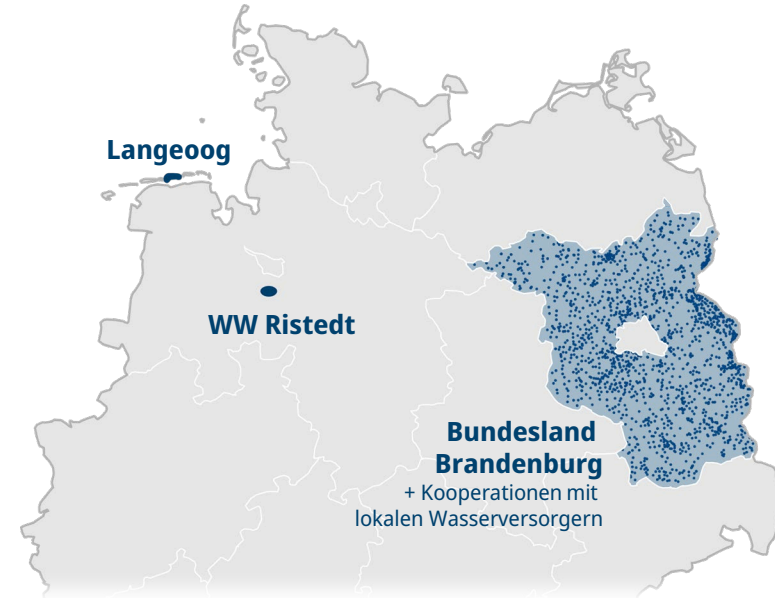


Assoziierte Partner:

- Energie und Wasser Potsdam GmbH
- Oldenburgisch-Ostfriesischer Wasserverband
- Harzwasserwerke GmbH
- Berliner Hochschule für Technik

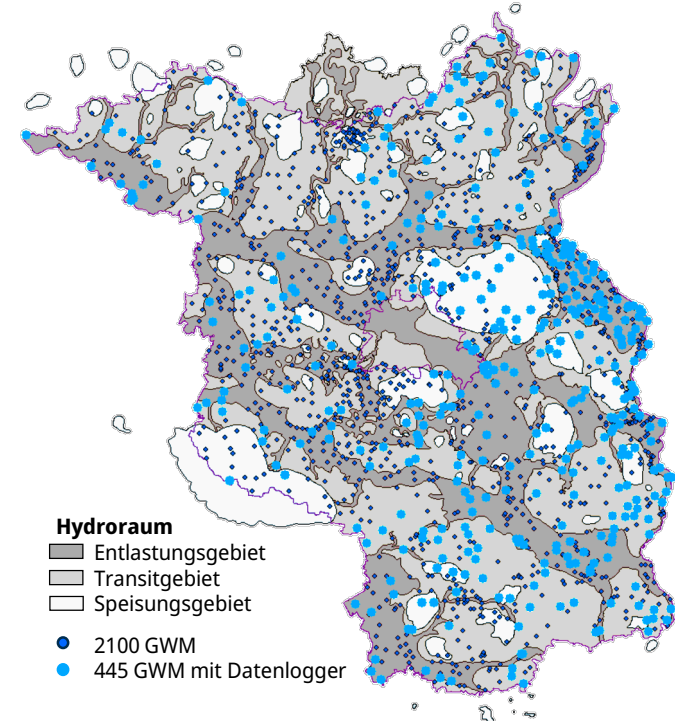
AP 1: Zusammenführung aller vorhandenen Daten in einem System zum intelligenten Datenmanagement

- Kooperationen für **nachhaltigen Datenaustausch**
- **Umsetzung eines Datenbanksystems** (PostgreSQL) und **Web Services** unter Anwendung von Standards des Open Geospatial Consortium (OGC)
- **Implementierung automatisierter Qualitätschecks** hinsichtlich Plausibilität (Ausreißer, abrupte Sprünge, etc.)
- **Datenbasis** in den Pilotregionen:
 - Brandenburg: ~2100 GWM, ~90 Salinar-Messstellen
 - EWP Potsdam: 83 GWM (davon 9 automatisiert), (WW Rehbrücke) 22 Brunnen
 - WW Ristedt: 289 GWM (vollautomatisiert), 19 Brunnen
 - Insel Langeoog: 110 GWM (davon 24 automatisiert), 18 Brunnen



AP 2: Aufbau, Anbindung und Optimierung relevanter Echtzeit-Monitoring-Systeme

- Visualisierung und **Analyse der bestehenden Grundwasserstands- und Salinarmessnetze** in allen Pilotgebieten
- Anforderungen eines **KI-basierten Monitorings**: möglichst gleichmäßige Verteilung über verschiedene Gruppen von Grundwasserkörpern, Ökosystemen, Klimaräumen
- **Ausbau von Echtzeit-Monitoring-Systemen** für eine Auswahl relevanter Messstellen (Land Brandenburg)
- **Kontinuierliche Anpassung des Messnetzes** basierend auf den Ergebnissen aus AP 7 - Messnetzoptimierung

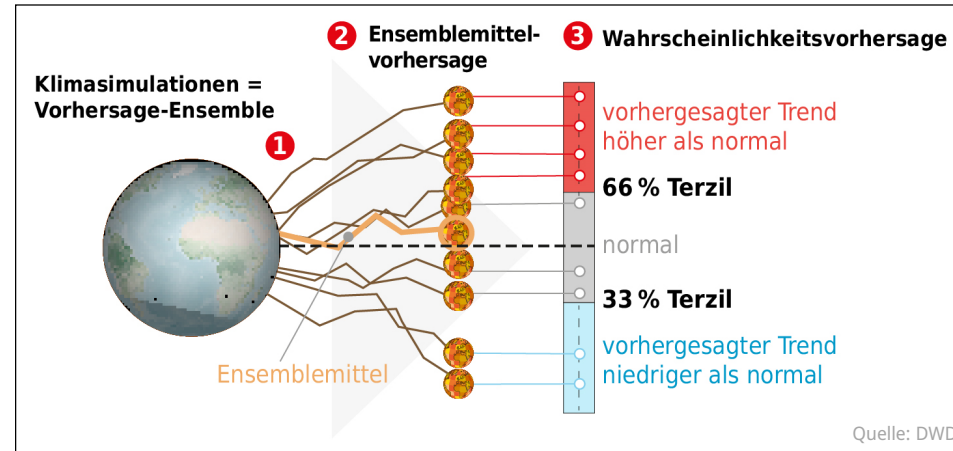


Quelle: LfU Brandenburg

AP 3: Extraktion atmosphärischer Modellgrößen

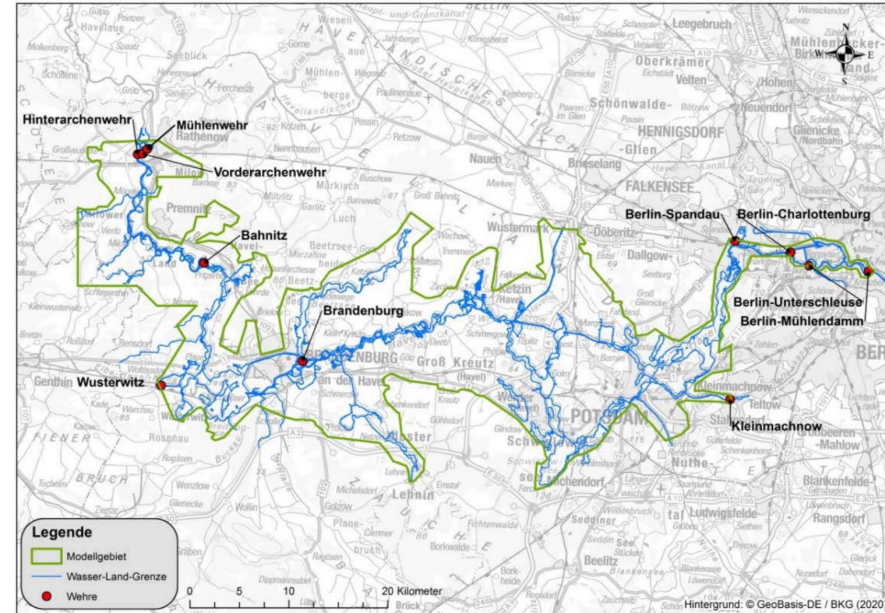
- Bestimmung **meteorologischer Modellvariablen** basierend auf **Klimavorhersagen und Klimaprojektionen** (inkl. entsprechender Vorhersagegüte)
 - Temperatur
 - Niederschlag
 - Relative Feuchte
- Berechnung von **Trockenheits- und Telekonnectionsindizes** als weitere mögliche Eingangsparmeter für KI-gestützte Grundwassermodellierung

Illustration von Ensemblemittel- und Wahrscheinlichkeitsvorhersagen



AP 4: KI-gestützte Wasserhaushaltsmodellierung

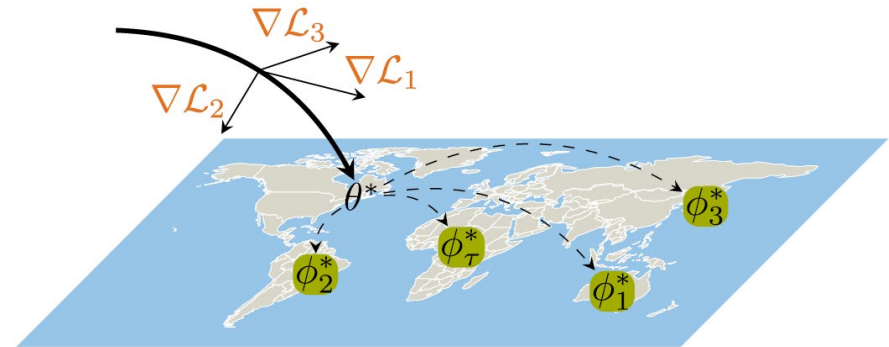
- **Bereitstellung** von simulierten und vorhergesagten **Wasserhaushaltsgrößen** für Pilotregion „Untere Havel-Wasserversorgung Potsdam“
- Berechnung der **flächendifferenzierten Grundwasserneubildung** mittels KI-basierter Algorithmen
- **Prozess-** (Grundwasserströmungs- und hydrodynamisches Strömungsmodell) und **KI-basierte Ansätze** zur Berechnung der **Grundwasser-Oberflächengewässer-Interaktion**
- **Kurz-, mittel- und Langfristvorhersagen** mit diesem hybriden Modellsystem



Holl, Hatz und Promny (2022)

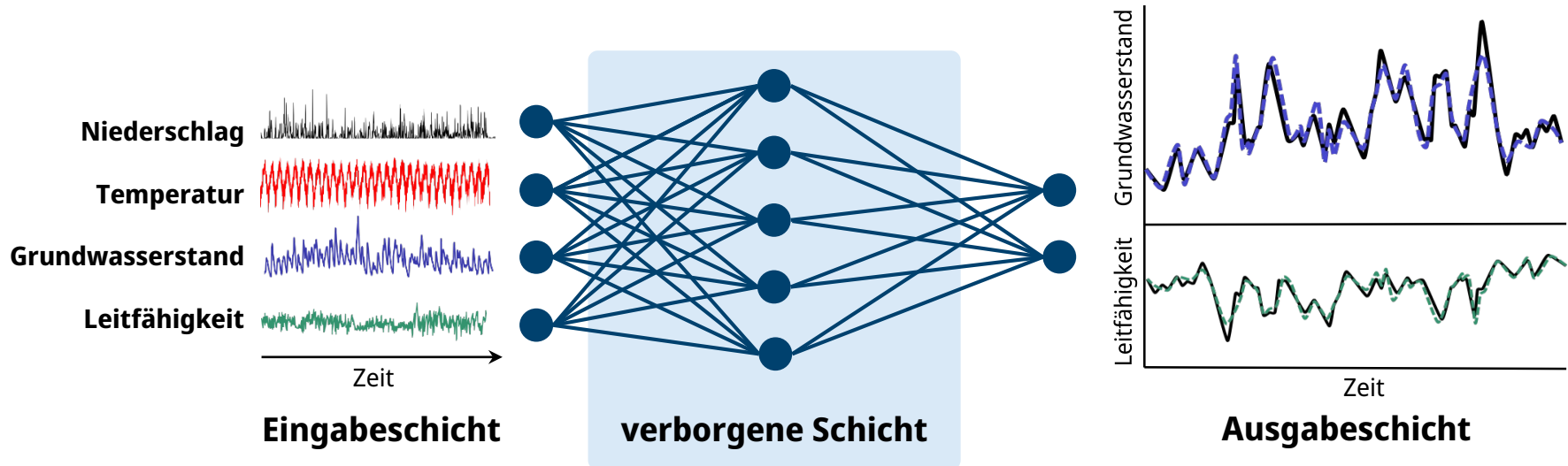
AP 5: Intelligente Monitoring-Algorithmen zur automatisierten Datenauswertung und -plausibilisierung

- Bereitstellung von zusätzlichen Eingangsdaten durch **automatisierte Auswertung von Satellitendaten**
- **Radar-Erdbeobachtungsdaten** zum Monitoring oberirdischer Wasservorkommen und zur Erfassung von Bodenfeuchteparametern
- **Optische Erdbeobachtungsdaten** (Multi- und hyperspektral) zur Erfassung der Vegetationsaktivität
- Zeitlich **hochaufgelöstes Monitoring phänologischer Dynamiken** und der Bewässerungslandwirtschaft



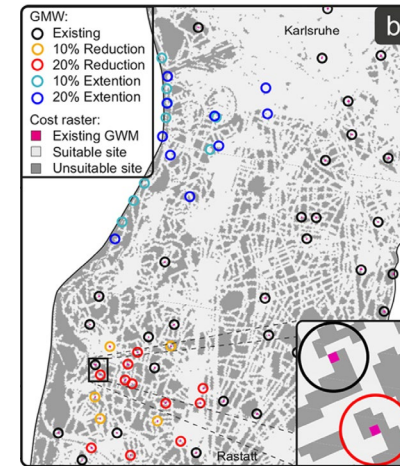
AP 6: KI-gestützte Algorithmen zur Modellierung und Prognose von Grundwasserständen und -versalzung

- **Gekoppelte Modellierung von Grundwasserständen und -versalzung** in allen Pilotgebieten
- **Optimierung** der Algorithmen hinsichtlich der **Vorhersage von Extremereignissen**, im Hinblick auf ein **Frühwarnsystem für Grundwasserniedrigstände**
- **Anwendung von Explainable AI (XAI) Ansätzen**, um Modelle weiter zu optimieren

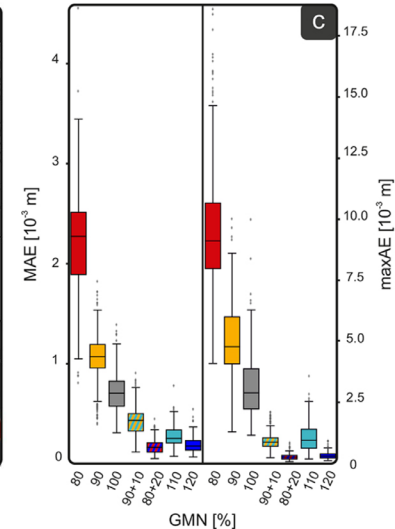


AP 7: Intelligente Algorithmen zur Messnetzoptimierung

- Kombinierte, multivariate Optimierung von **Messnetzen für Grundwasserhöhe und -versalzung** in den Pilotgebieten
- **Ranking von Messstellen** hinsichtlich des **Informationsgehalts** (wichtig bis redundant)
 - Sukzessive Reduktion um Messstellen mit geringem Informationsgehalt
 - Ausstattung wichtiger Messstellen mit DFÜ
- Schnittstelle zu AP 2 hinsichtlich **Optimierung der Echt-Zeit-Monitoring-Systeme**

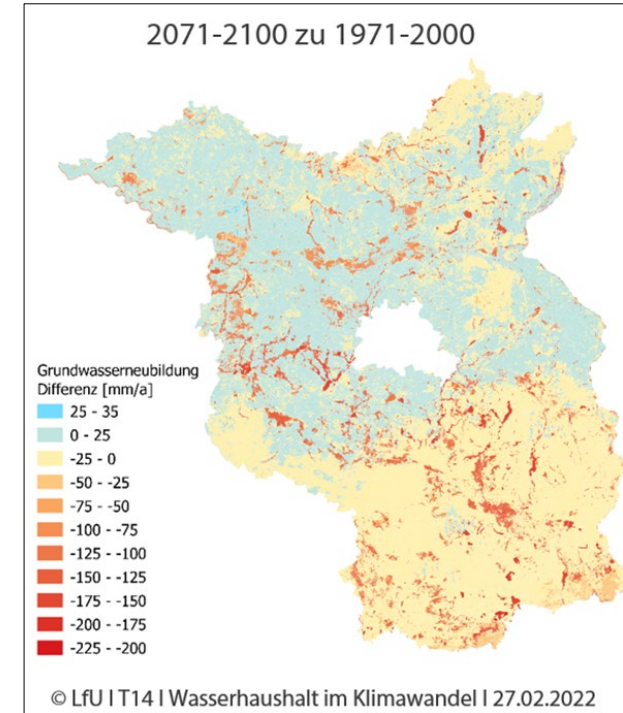


Ohmer et al. (2022)



AP 8: Definition künftiger Nutzungs- und Klimaszenarien

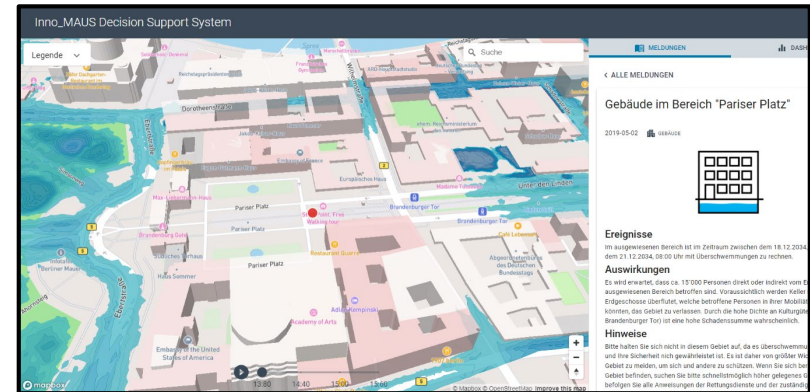
- Identifikation **relevanter Klima- und Nutzungsszenarien** für die unterschiedlichen Pilotregionen und deren **lokalen Fokus** (Trinkwasser, Bewässerung in der Landwirtschaft, Industrie)
- Analyse **komplexer Wechselwirkungen verschiedener Faktoren** basierend auf historischen Daten (Entwicklungen in der Landnutzung, Klima und Bevölkerung)
- Bereitstellung repräsentativer Szenarien unter der **Berücksichtigung der Bandbreiten**



AP 9 und AP 10: Anwenderspezifisches Entscheidungsunterstützungssystem und Übertragbarkeit

- Entwicklung eines interaktiven **Werkzeugs** zur **Entscheidungsunterstützung** (AP 9) für:
 - **Zuständige Behörden**, zur verbesserten Abschätzung genehmigungsfähiger Wasserentnahmen und Gefahren für grundwasserabhängige Ökosysteme
 - **Wasserversorger**, zur Früherkennung von Grundwasserniedrigständen bzw. -versalzung und Einleiten von Gegenmaßnahmen
 - **Land- und Forstwirtschaft**, zur Planung von Bewässerungsanlagen, Anpflanzung trockenresistenter Feldfrüchte und Baumarten
- Analyse der **Übertragbarkeit des Ansatzes** (AP 10) hinsichtlich der notwendigen Datendichte zum Treffen belastbarer Aussagen in einer Region

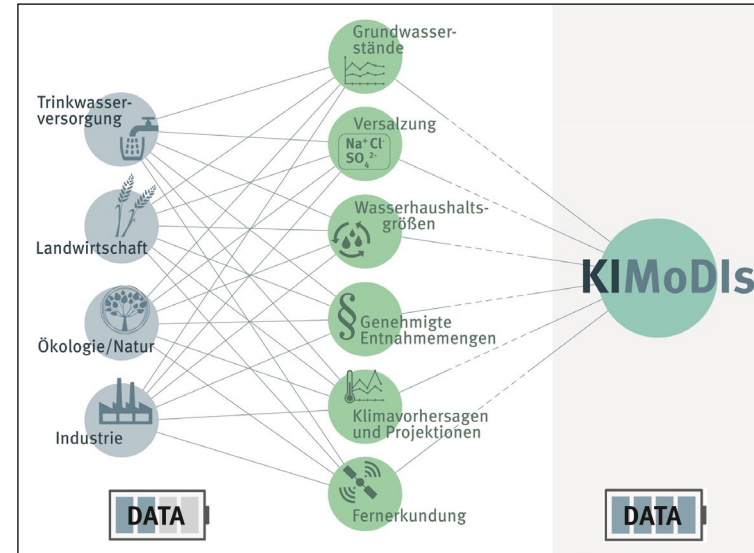
Symbolbild eines Entscheidungsunterstützungssystems



https://www.bmbf-wax.de/en/collaborative-project/inno_maus/

Zusammenfassung

- **Künstliche Intelligenz für ein nachhaltiges Grundwassermanagement**
 - Zusammenführung aller verfügbaren Daten in drei Pilotgebieten
 - KI-basierte Methoden zur kurz-, mittel- und langfristigen Vorhersage von Grundwasser-niedrigständen und -versalzung
 - Prognosen für eine Bandbreite spezifischer Nutzungs- und Klimaszenarien
- **Transfer innovativer KI-Ansätze im Grundwasserbereich von der Forschung in die Praxis**
 - Praxisnaher Austausch mit beteiligten Landesämtern und Kooperationen mit lokalen Wasserversorgern
 - Nutzerspezifisches Szenarien-Tool zur Unterstützung in der Planung von Gegenmaßnahmen



Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit!



Relevante Publikationen und Berichte



- Brose, D., und Hermsdorf, A. (2017): Geogene Versalzung von Grundwasserleitern in Brandenburg. *Brandenburgische Geowissenschaftliche Beiträge*, 17(2), 7-16.
- Holl, S., Hatz, M., Promny, M. (2022): Optimierung des Stauregimes der Havel und Spree im Rahmen des Nationalen Hochwasserschutzprogramm. *Projektabschlussbericht der Modellierungen 2016 – 2020*. Bundesanstalt für Gewässerkunde. Bericht BfG-2102.
- Ohmer, M., Liesch, T. und Wunsch, A. (2022): Spatiotemporal optimization of groundwater monitoring networks using data-driven sparse sensing methods. *Hydrology and Earth System Sciences* 26 (15), 4033-4053.
- Wunsch, A., Liesch, T. und Broda, S. (2022): Deep learning shows declining groundwater levels in Germany until 2100 due to climate change. *Nature communications*, 13 (1), 1221.