

Adaption an Wasser-Extremereignisse

SpreeWasser:N: Dürremanagement, integrierte Wasserbewirtschaftungskonzepte und verbesserte Wasserspeicherung in der Region Berlin-Brandenburg

Projektkoordination: Prof. Dr. Irina Engelhardt
Projektlaufzeit: 01.04.2022 - 31.12.2025



12. März 2025, WaX-Abschlusskonferenz 2025



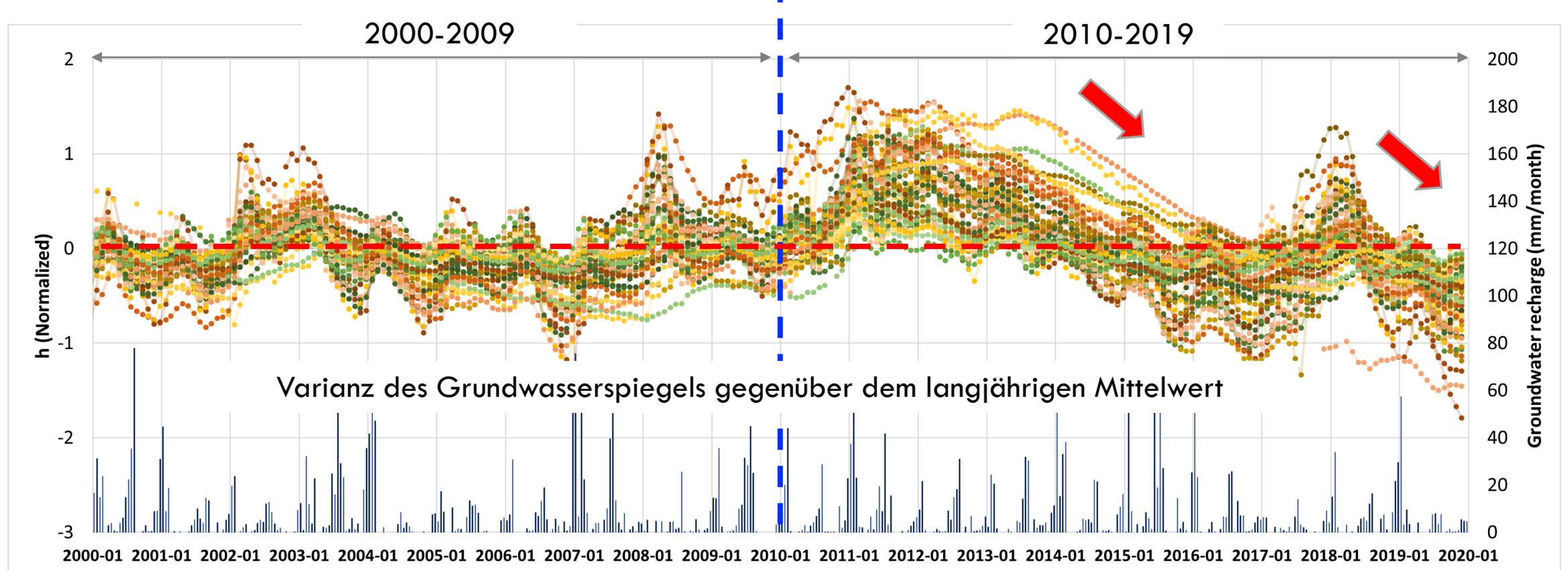
Motivation und Status Quo



Aktueller langfristiger Trend des Grundwasserspiegels (2000 – 2020)

Mittlere Grundwasserneubildung **64.3** Mio m³/Jahr
 Mittlere Grundwasserentnahme **19.6** Mio m³/Jahr

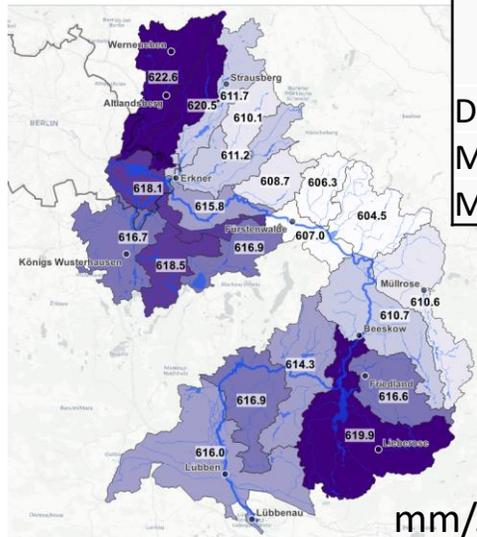
Mittlere Grundwasserneubildung **57.6** Mio m³/Jahr
 Mittlere Grundwasserentnahme **21.7** Mio m³/Jahr



Jeder Grundwasserspiegel wird um seinen Mittelwert reduziert (Null-Mittelwert-Transformation)

Datenquelle: LfU

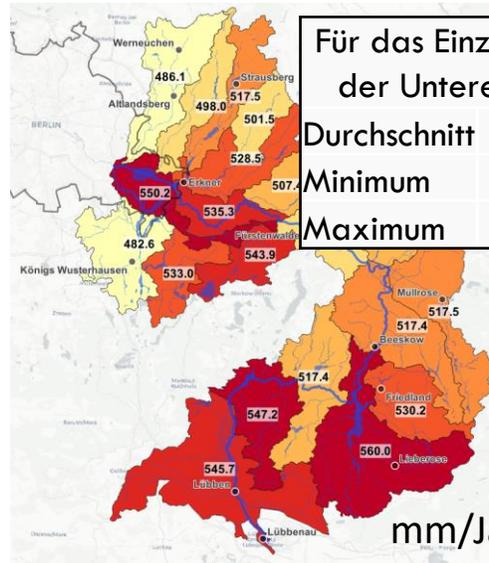
Aktuelle räumliche Variabilität der hydrologischen Komponenten des Wasserhaushalts (1980–2019) und Prognose bis 2100



Für das Einzugsgebiet der Unteren Spree	
Durchschnitt	615
Minimum	408
Maximum	842

mm/Jahr

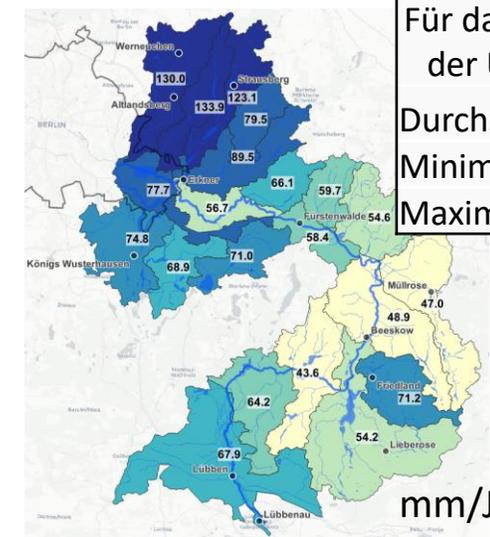
Räumliche Variabilität des Niederschlages



Für das Einzugsgebiet der Unteren Spree	
Durchschnitt	525
Minimum	440
Maximum	608

mm/Jahr

Räumliche Variabilität der aktuellen Evapotranspiration

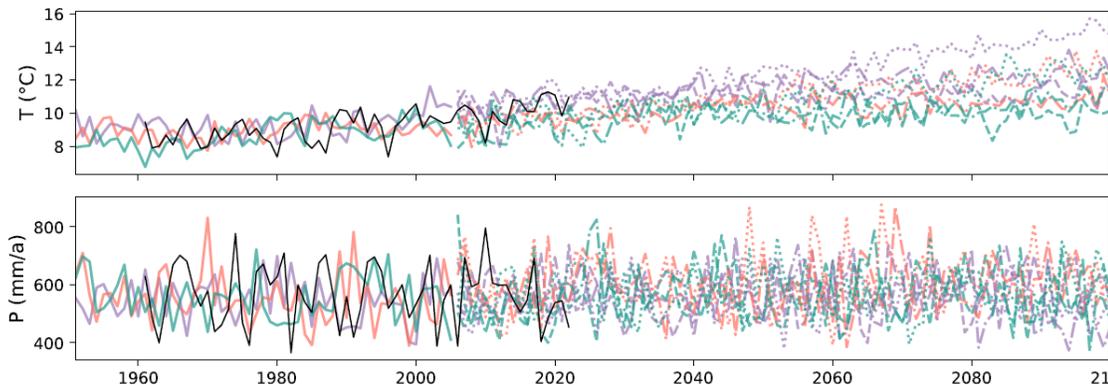


Für das Einzugsgebiet der Unteren Spree	
Durchschnitt	71
Minimum	16
Maximum	158

mm/Jahr

Räumliche Variabilität der Grundwasserneubildung

- Alle Klimamodelle zeigen deutlichen **Anstieg der Jahresmitteltemperaturen.**
- Für Jahresniederschlagssumme zeigt sich kein eindeutiger Trend.
- **Offene Frage: Welches Klimamodell ist geeignet für die Region?**



Models and DWD Stations

- CCCma-CanESM2_r4i1p1_DWD-EPISODES2018
- ICHEC-EC-EARTH_r2i1p1_DWD-EPISODES2018
- MPI-M-MPI-ESM-LR_r1i1p1_DWD-EPISODES2018
- DWD Stations

Scenarios

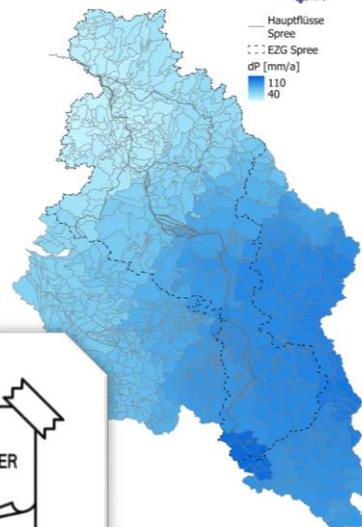
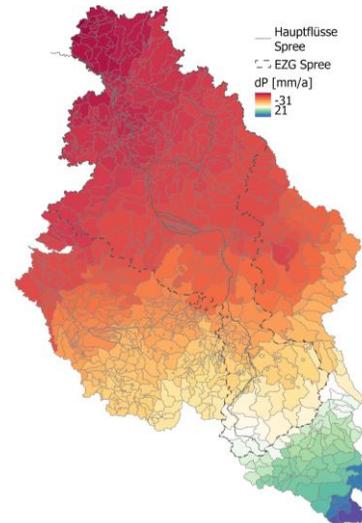
- historical
- rcp26
- rcp45
- rcp85

Stationswert-Mittel (schwarz) und skalierte Ergebnisse der Klimaprojektionen der Temperatur und Niederschlag verschiedener Klimamodelle

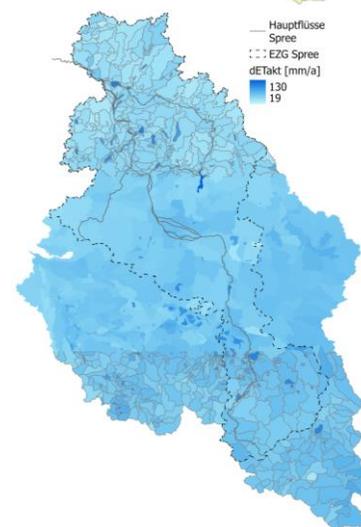
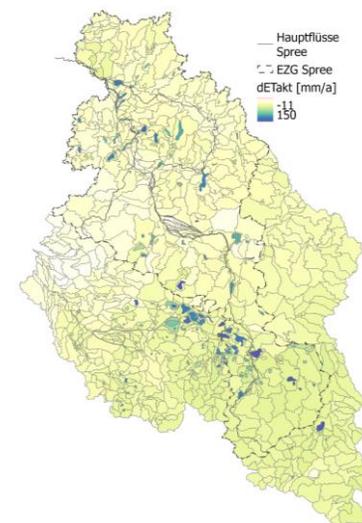
Veränderung der hydrologischen Komponenten des Wasserhaushalts: 2021-2050' vs. '1980-2009' (SWIM Modell)

- Durch steigende Temperaturen **steigen ET_{pot} und ET_{akt}** über Land- und Seeflächen
- Nur bei deutlich **steigendem Niederschlägen steigt auch die GWN wieder an.**
- Bei Nutzung des Klimamodells MPI-ESM1 und dem **2° Weg** nimmt die **GWN** um bis zu **54 mm/a bis 2050 ab.**
- Bei Nutzung des Klimamodells CAN-ESM% und dem **fossilen Weg** nimmt die **GWN** im südlichen EZG der Spree **um 56 mm/a zu.**

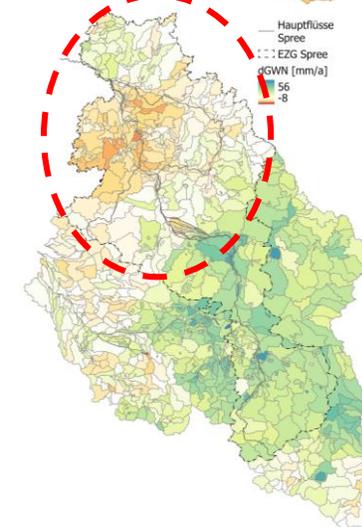
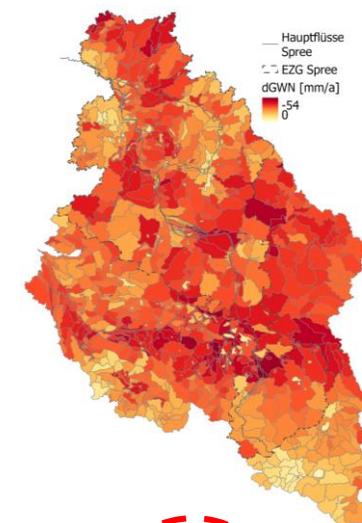
Niederschlag



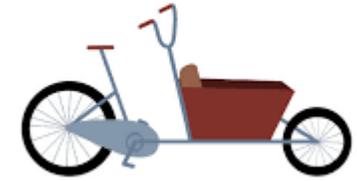
aktuelle Evapotranspiration



Grundwasserneubildung



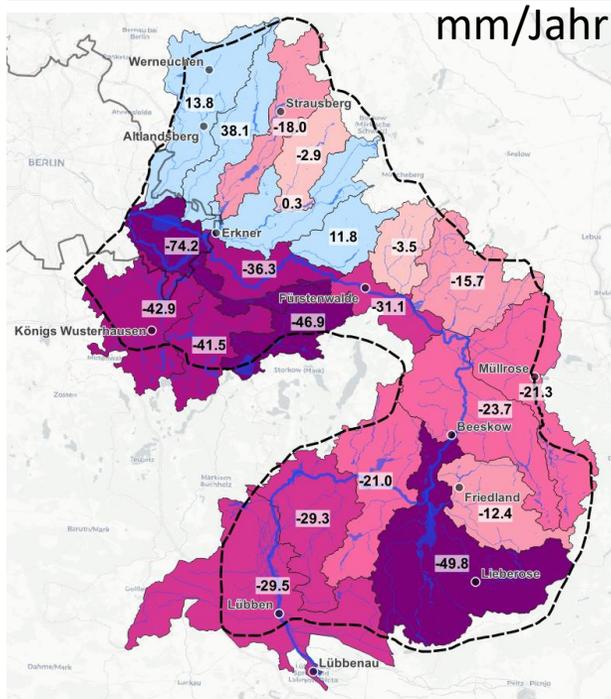
SWIM + MPI-ESM1, SSP1 + 2.6



SWIM + CAN-ESM5, SSP5 + 8.5

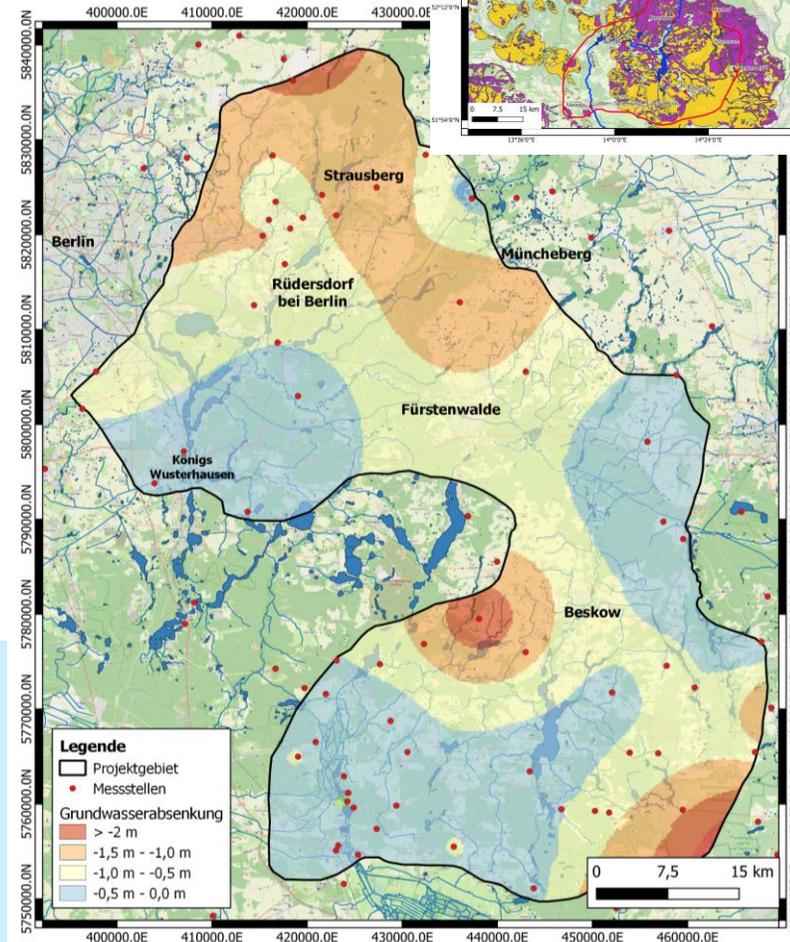
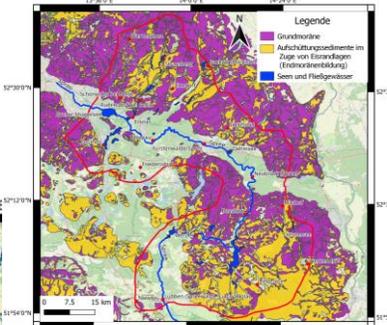


Hydrologische Wasserbilanz versus verfügbare Wasserressourcen



Hydrologische Wasserbilanz für den Zeitraum 1980–2019

Weder klimatische noch hydrologische Wasserbilanz können belastbare Aussagen zu verfügbaren Wasserressourcen machen!



Grundwasserspiegelabnahme zwischen 2003 and 2022

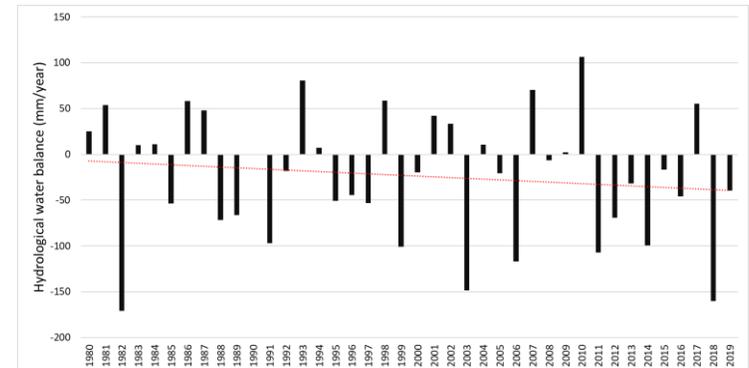
$$\Delta S = P - aET - Q$$

P: Niederschlag

aET: Tatsächliche Verdunstung

Q: Gesamtabfluss

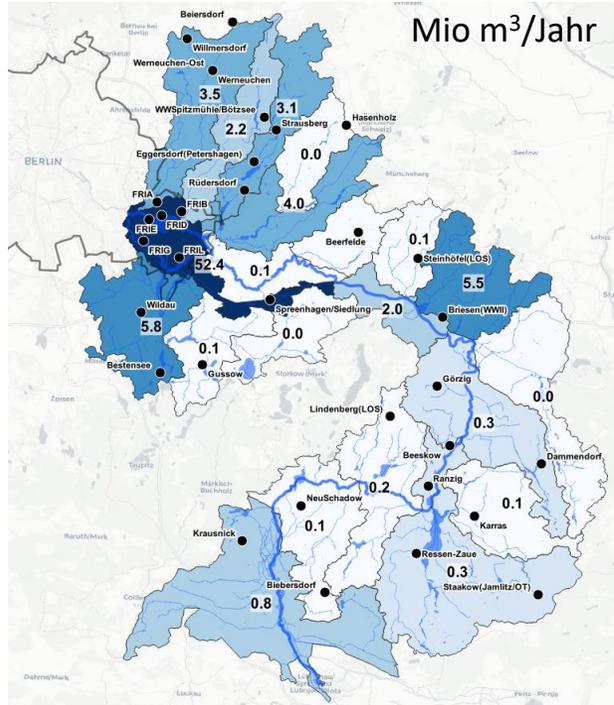
ΔS : Veränderungen in der Wasserspeicherung



Einzugsgebiet der Unteren Spree (mm/a)	
ΔS 1980 – 2019	-2 bis -45
Minimum	-171
Maximum	106

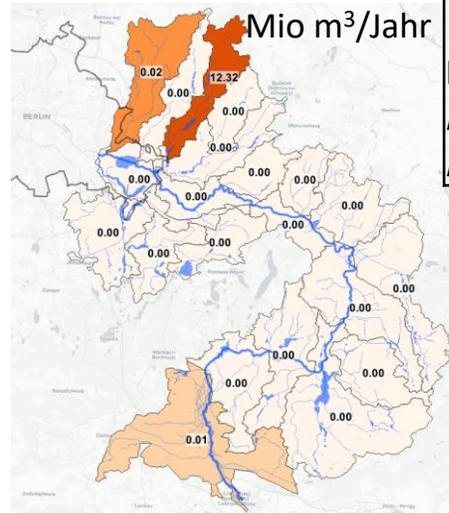
Wasserbedarf der verschiedenen Sektoren (Eigene Datengewinnung!)

Durchschnitt für den Zeitraum 1980–2019 (40 Jahre)



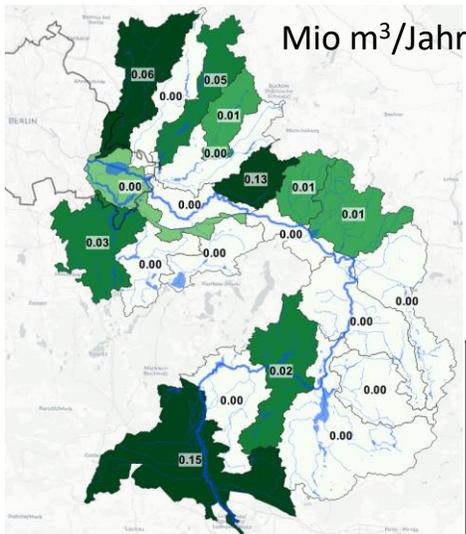
Räumliche Verteilung des Wasserbedarfs der Haushalte

Für das Einzugsgebiet der Unteren Spree	
Durchschnitt	80.7
Minimum	61.3
Maximum	114.0



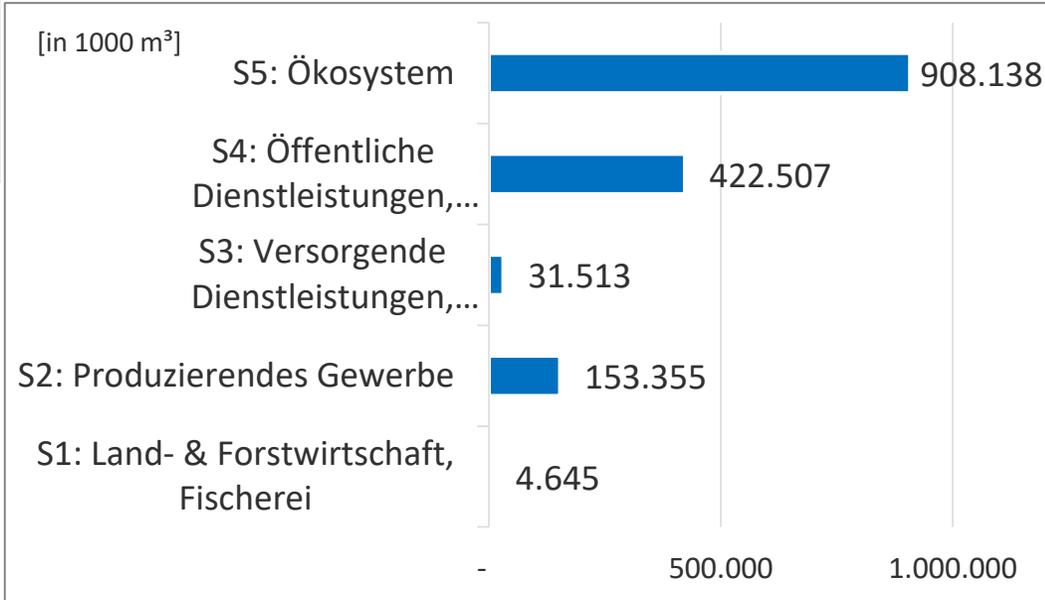
Für das Einzugsgebiet der Unteren Spree	
Durchschnitt	12.3
Minimum	11.6
Maximum	13.2

Räumliche Verteilung des Wasserbedarfs der Industrie



Räumliche Verteilung des Wasserbedarfs der Landwirtschaft

Für das Einzugsgebiet der Unteren Spree	
Durchschnitt	0.2
Minimum	0.1
Maximum	1.2



Übersicht der Summe des jährlichen Wasserbedarfs je Sektor in der Pilotregion (eigene Berechnungen basierend auf Amt für Statistik Berlin-Brandenburg, 2019)

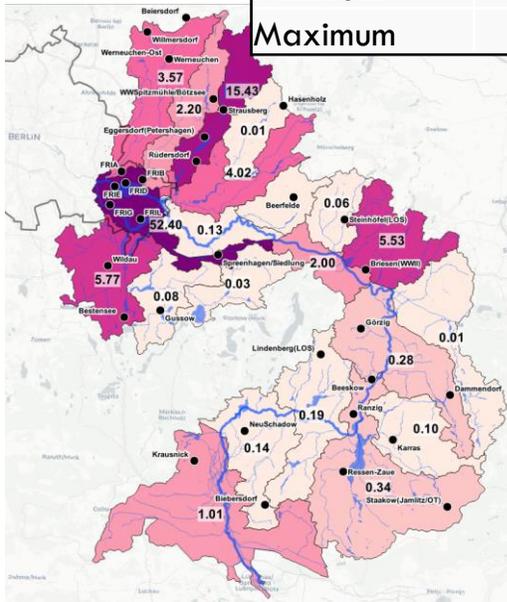


Entnahmen versus Klarwassereinleitungen – Aktuelle Wasserverluste aus dem Grundwasserleiter

Durchschnitt für den Zeitraum 1980–2019 (40 Jahre)

Für das Einzugsgebiet der Unteren Spree	
Durchschnitt	93
Minimum	74
Maximum	126

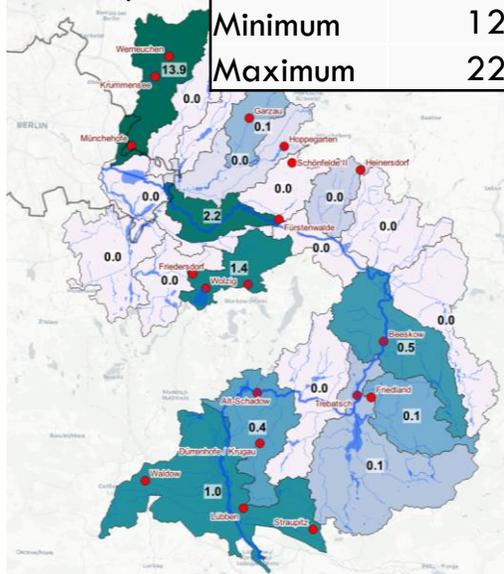
Mio m³/Jahr



Räumliche Verteilung der Grundwasserentnahmen und Lokation der Wasserwerke

Für das Einzugsgebiet der Unteren Spree	
Durchschnitt	20
Minimum	12
Maximum	22

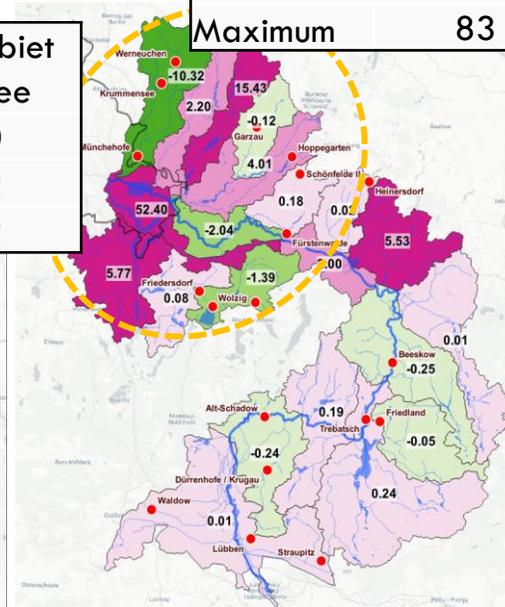
Mio m³/Jahr



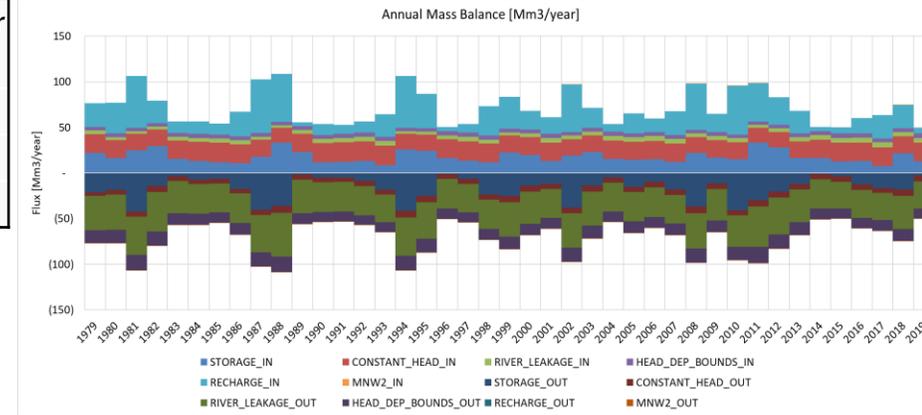
Räumliche Variabilität der Klarwassereinleitungen und Lokation der Kläranlagen

Für das Einzugsgebiet der Unteren Spree	
Durchschnitt	68
Minimum	60
Maximum	83

Mio m³/Jahr



Differenz zwischen Grundwasserentnahme und Klarwassereinleitung
rot = Missverhältnis in Nutzung und Rückgabe



Ergebnisse aus dem Grundwassermodell:
Der dominante “unterirdische”
Wasserumsatz erfolgt im Einzugsgebiet der
Unteren Spree **nicht durch
Grundwasserentnahmen, sondern durch
Wasserverluste aus dem
Grundwasserleiter mittels Exfiltration in
die Oberflächengewässer (Seen und
Flüsse) und zur Bildung des
Basisabflusses!**

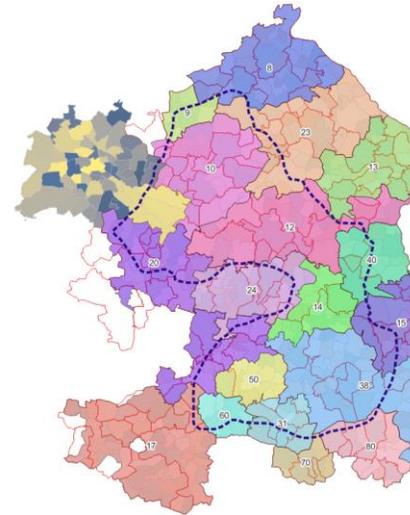
Historischer und zukünftiger Trinkwasserbedarf in Berlin-Brandenburg

Ziele:

- Abbildung des **historischen Trinkwasserbedarfs**
- Aufbau von **Szenarienwerkzeugen** für eine flexible Analyse möglicher **zukünftiger Entwicklungen**

Ermöglicht durch:

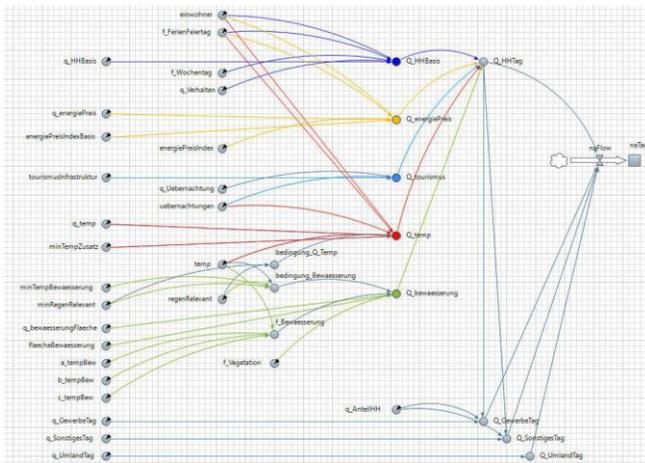
- Einsatz verschiedener Data-Science Ansätze
- Einsatz transparenter **Ursachen-Wirkungs-Modelle** mit der Methodik System Dynamics
- Separater Betrachtung für Berlin und Brandenburg



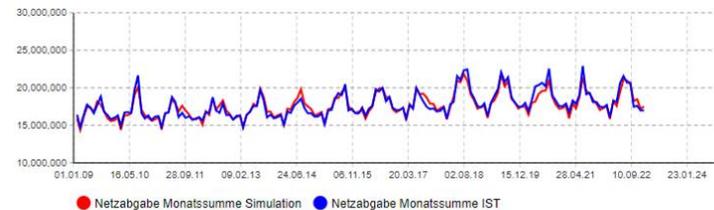
Verbände im Brandenburg-Modell und LOR-Flächen in Berlin

Berechnung des zukünftigen Wasserbedarfs für verschiedene sozioökonomische Entwicklungsszenarios (SSP 1 – 5):

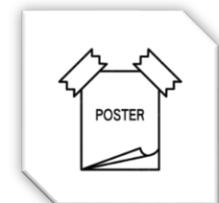
- Berücksichtigte Szenarien:
 - Business-as-usual (SSP2 – RCP4.5)
 - Der 2 Grad Weg (SSP1 – RCP2.6)
 - Der fossile Weg (SSP5 – RCP8.5)
- Berücksichtigte Nutzergruppen: S1 bis S5
- Kombination von SSPs mit den RCPs
- Zeithorizont: in 5-Jahres Schritten bis 2050



Ursachen-Wirkungs-Modell Berlin



Kalibrierung des historischer Bedarf Ursachen-Wirkungs-Modell Berlin, Langzeitabgaben und Kurzzeitabgaben



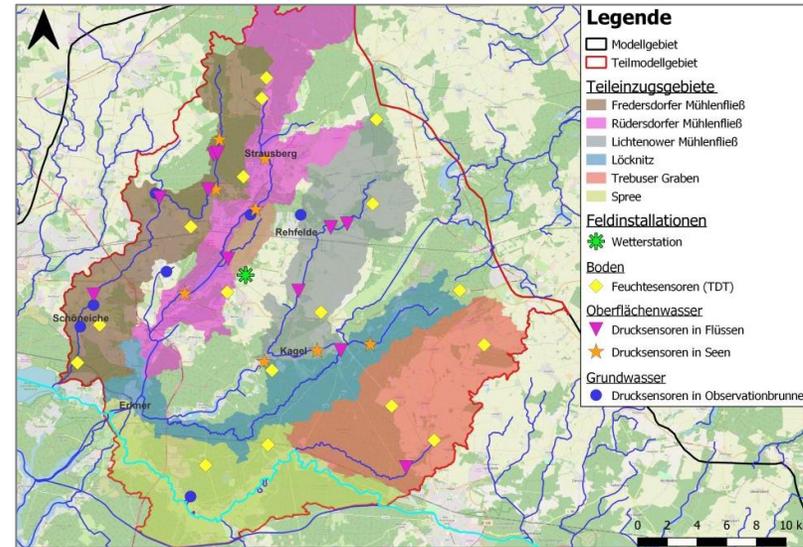
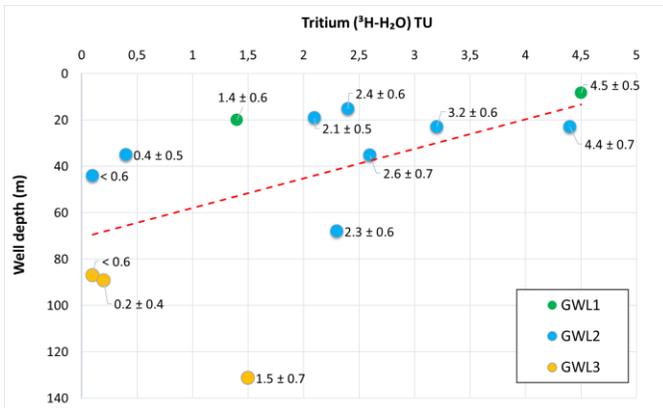
**Systemverständnis und
prozeßbasierte Modellierung als
Basis für eine zukunftsweisende
Bewirtschaftungsstrategie**



Gewinnung hochaufgelöster Datensätze in der Pilotregion

Installationen in der Pilotregion:

- Drucksensoren in **Seen, Flüssen und Grundwasserleitern**
- Tiefen-horizontierte **Bodenfeuchtesensoren**
- Wetterstation
- **Wasserproben** für stabile Isotope, Tritium, Wasserchemie



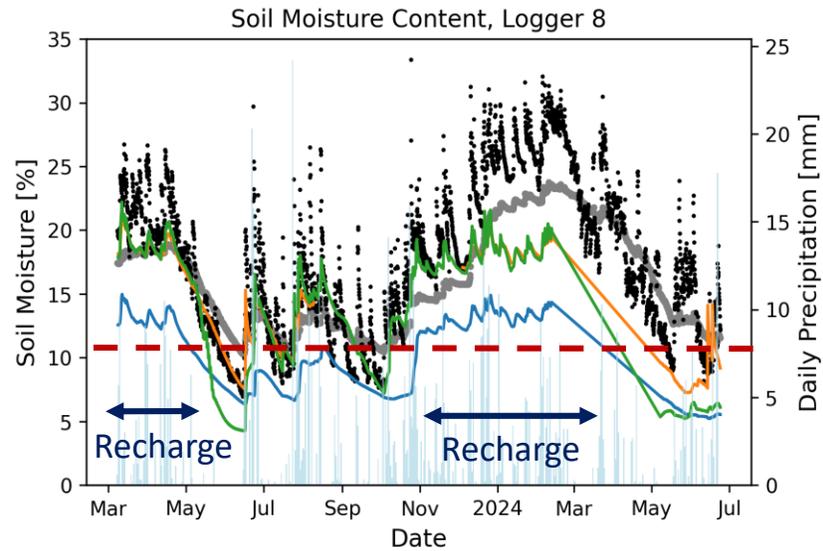
Installationen in der Pilotregion des SpreeWasser:N-Projekts



Ziel der Messdatenanalyse ist:

- Verständnis des hydrologischen Systems, u.a. **Austausch zwischen Fließen/Seen und Grundwasser**
- Identifikation **relevanter Einflussgrößen** und **Schlüsselparameter** für die Entstehung von **Niedrigwasserphasen**
- Berechnung des „**Überschusswassers**“ zur künstlichen Grundwasseranreicherung
- Bestimmung des **Grundwasseralters** in den Stockwerken

Einfluss der Infiltration für die Abflussdynamik und Niedrigwasserperioden



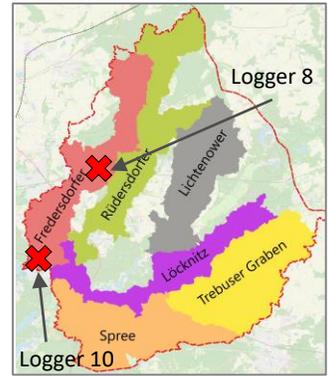
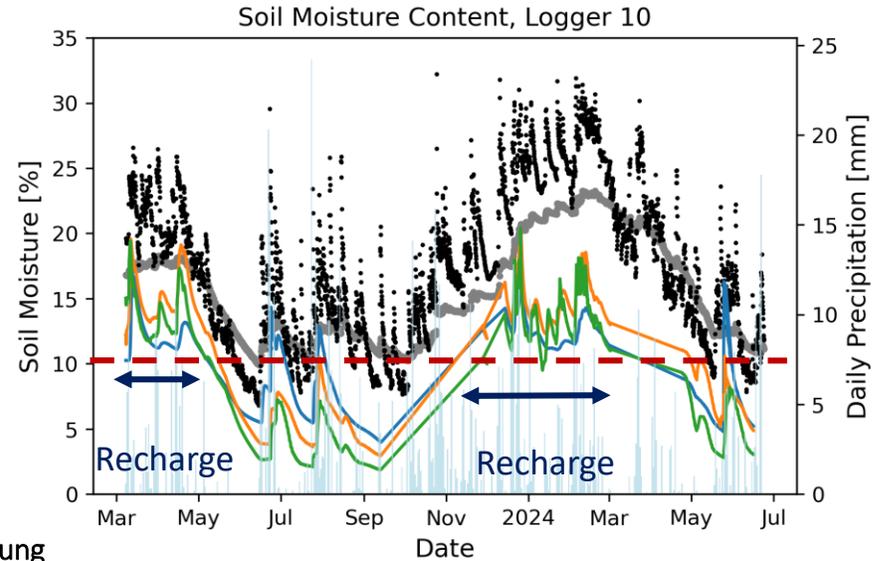
- SMAP: Rootzone (~1m)
- SMAP: Surface (~0,05m)
- Sensor 3 - 25cm u. GOK
- Sensor 2 - 45cm u. GOK
- Sensor 1 - 70cm u. GOK



Messgerät zur Messung der Ku-pF-Funktion

Land use: **Agriculture**
Soil type: **brown earth from sand over meltwater sand**

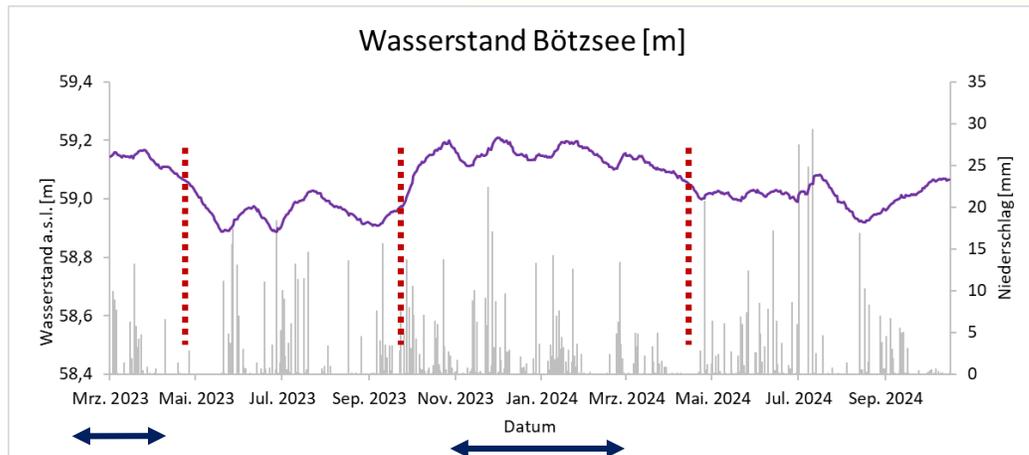
Bulk Density: 1.630 g/cm³
Particle Density: 2.650 g/cm³
Porosity: 38.5 %
Field capacity (pF(2)) = 10.6 vol. %
Permanent Wilting Point (pF(4.2)) = 2.4 vol %



- SMAP: Rootzone (~1m)
- SMAP: Surface (~0,05m)
- Sensor 3 - 25cm u. GOK
- Sensor 2 - 50cm u. GOK
- Sensor 1 - 80cm u. GOK

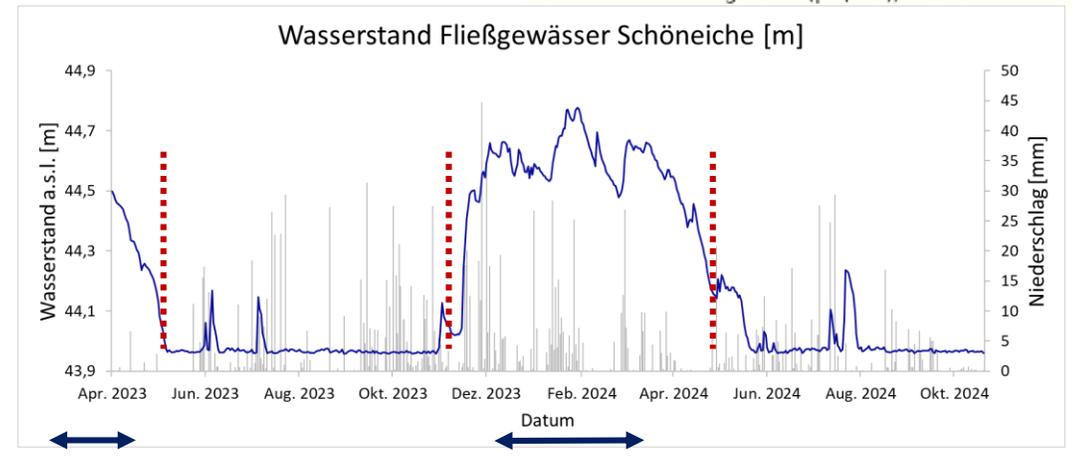
Land use: **Coniferous forest**
Soil type: **predominantly peat bogs from peat over river sand and gleye**

Bulk Density: 1.574 g/cm³
Particle Density: 2.650 g/cm³
Porosity: 40.6 %
Field capacity (pF(2)) = 10.8 vol. %
Permanent Wilting Point (pF(4.2)) = 2.8 vol %



Recharge

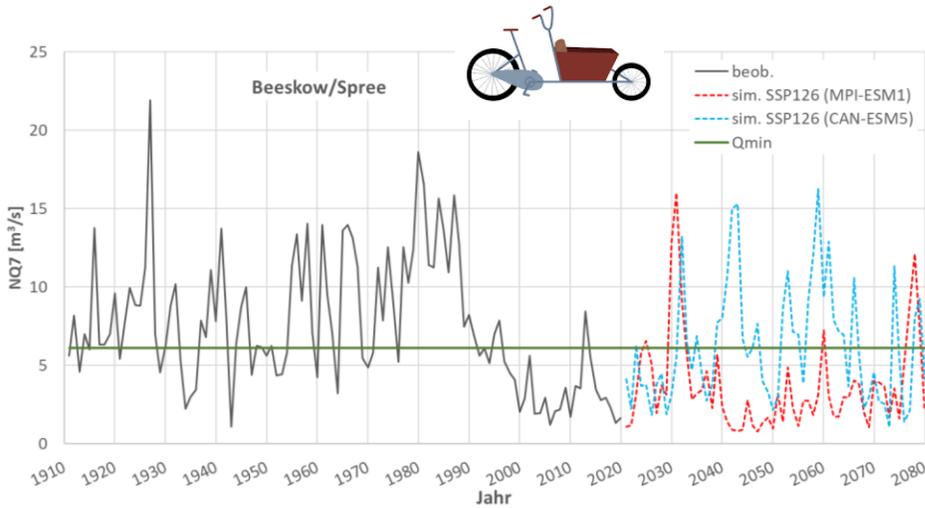
Recharge



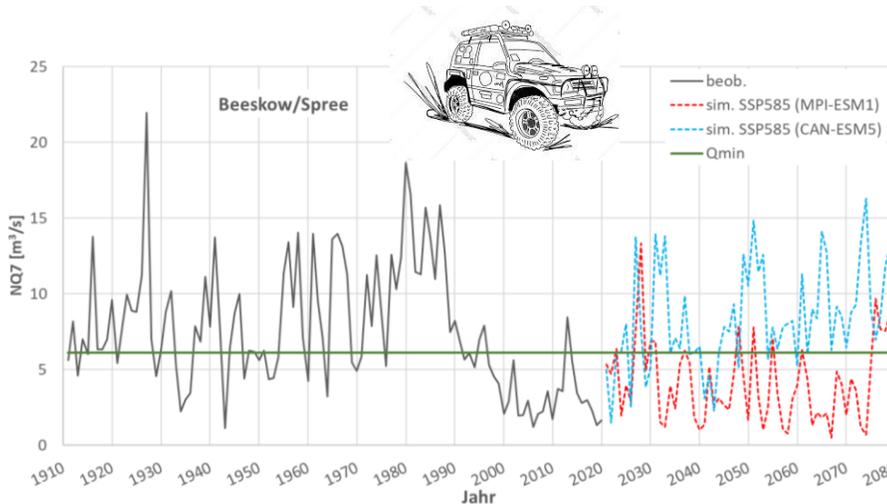
Recharge

Recharge

Effizienz aktueller Bewirtschaftungs- und Steuerungselemente auf die Entwicklung des mittleren Niedrigwasserabflusses bis 2080

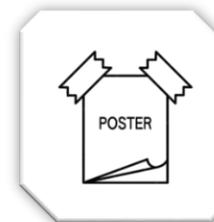
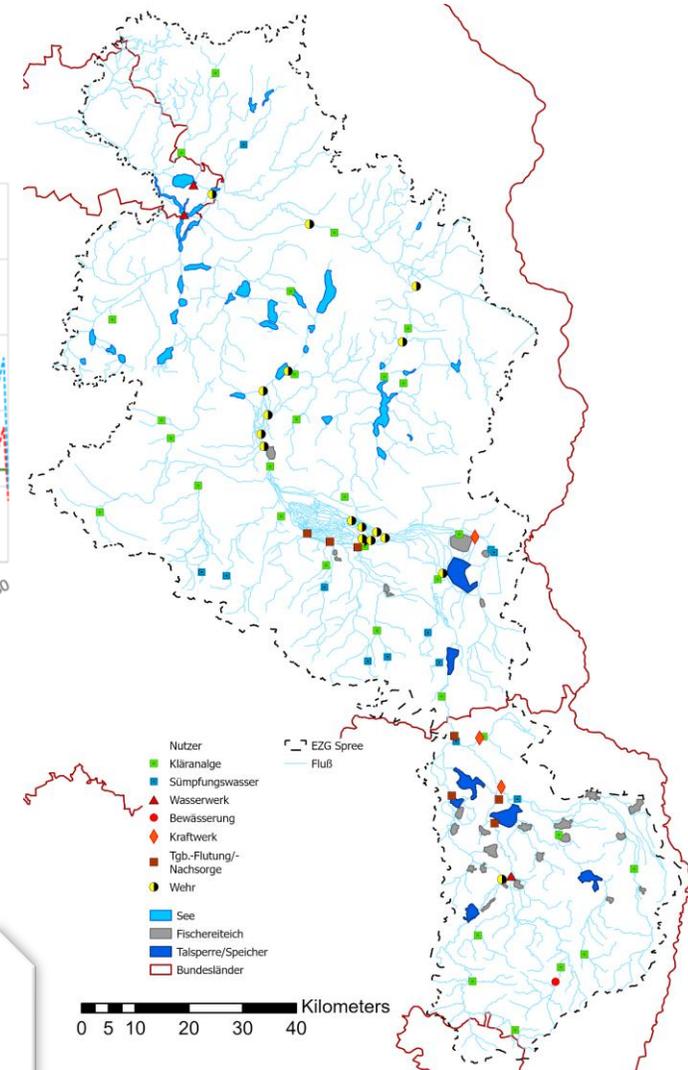


Daten beob.: LfU BB



- **NQ7** (mittlerer Niedrigwasserdurchfluss über 7 Tage) zeigt ab 2030 deutliche **Unterschreitungen** des behördlich festgelegten **Mindestabflusses (Qmin)**
- Das Klimamodell **MPI-ESM1** führt zu **besonders ausgeprägten Niedrigwasserabflüssen ab 2030**.
- **Ab 2075 steigt NQ7 wieder in allen Szenarien und Modellen an!**

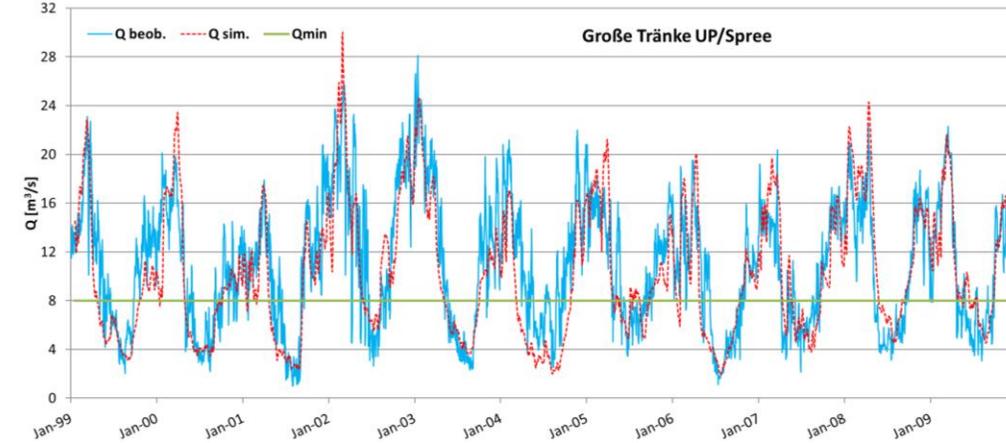
Aktuelle wasserwirtschaftliche Maßnahmen zur NW-Aufhöhung reichen nicht aus, um die zu erwartende Änderung des Systems abzufangen.



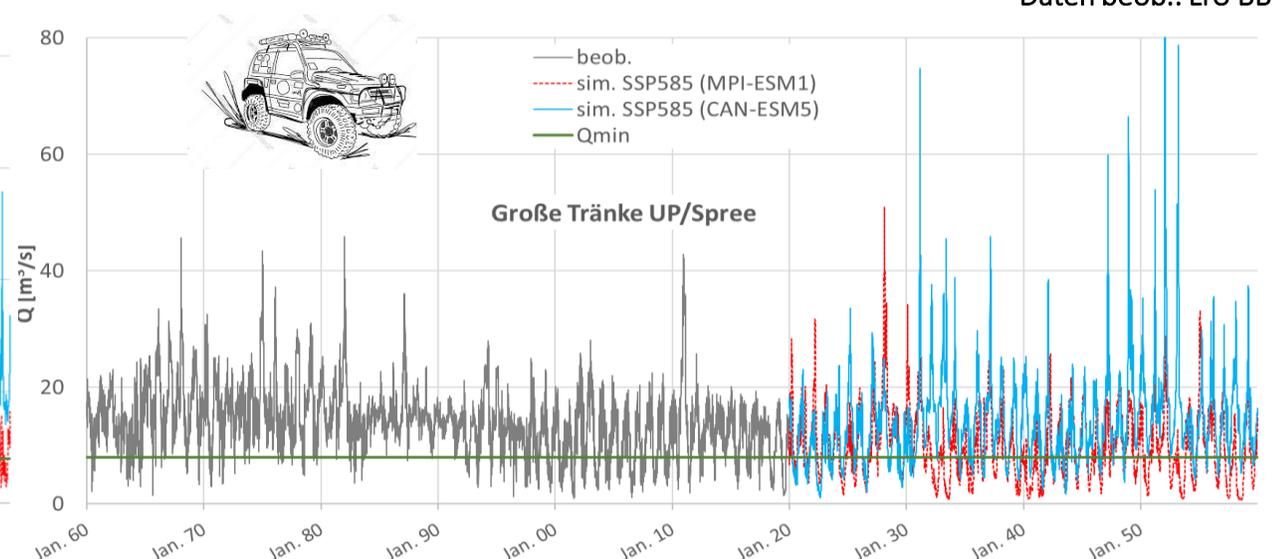
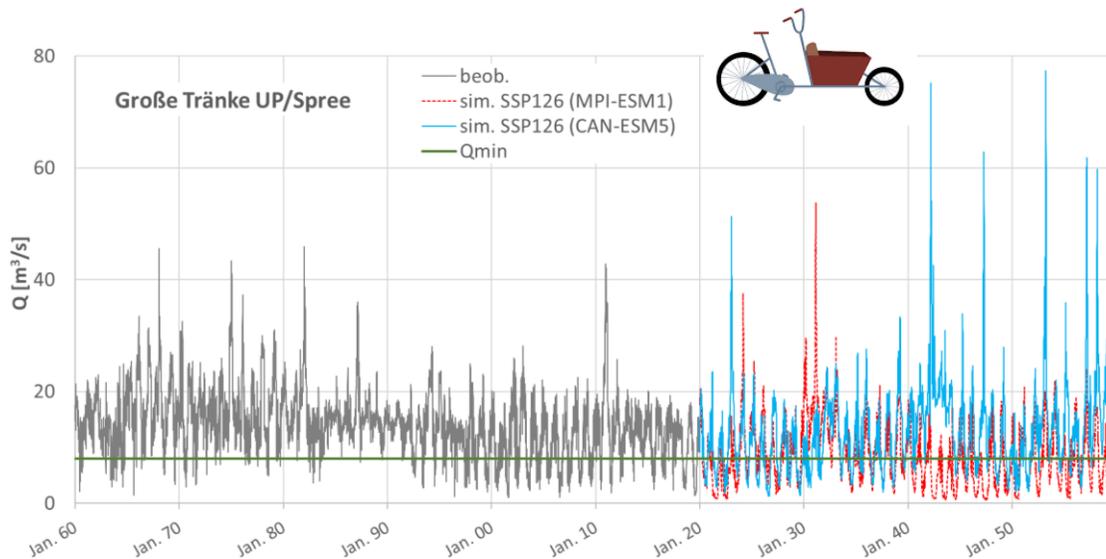
Entwicklung von HW- und NW- Ereignissen am Zufluss zu Berlin bis 2060

Bis 2060 Wahl ist die Wahl des Klimamodells (KM) entscheidender als RCP/SSP Szenario. Prognostizierte...

- steigende Niederschlagssummen (z.B. CAN-ESM5) bewirken ausgeprägte extreme HW-Ereignisse, aber auch NW-Perioden.
- sinkenden Niederschlagssummen (z.B. MPI-ESM1) bewirken sowohl ausgeprägte NW-Perioden als auch HW-Ereignisse.



Kalibrierung des ökohydrologisch-wasserwirtschaftlichen Modells SWIM

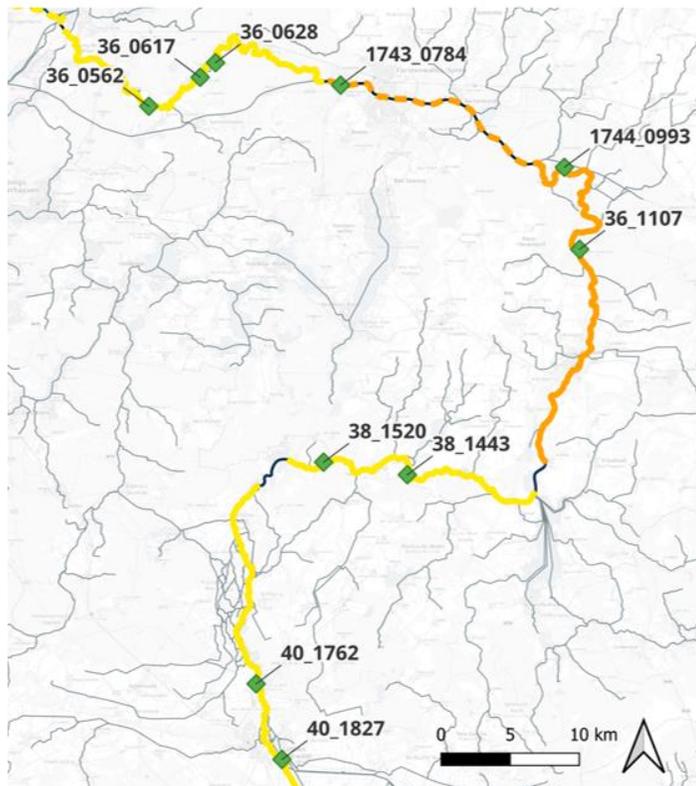


Daten beob.: LfU BB

Prognose der Entwicklung des Spreeabflusses bis 2060

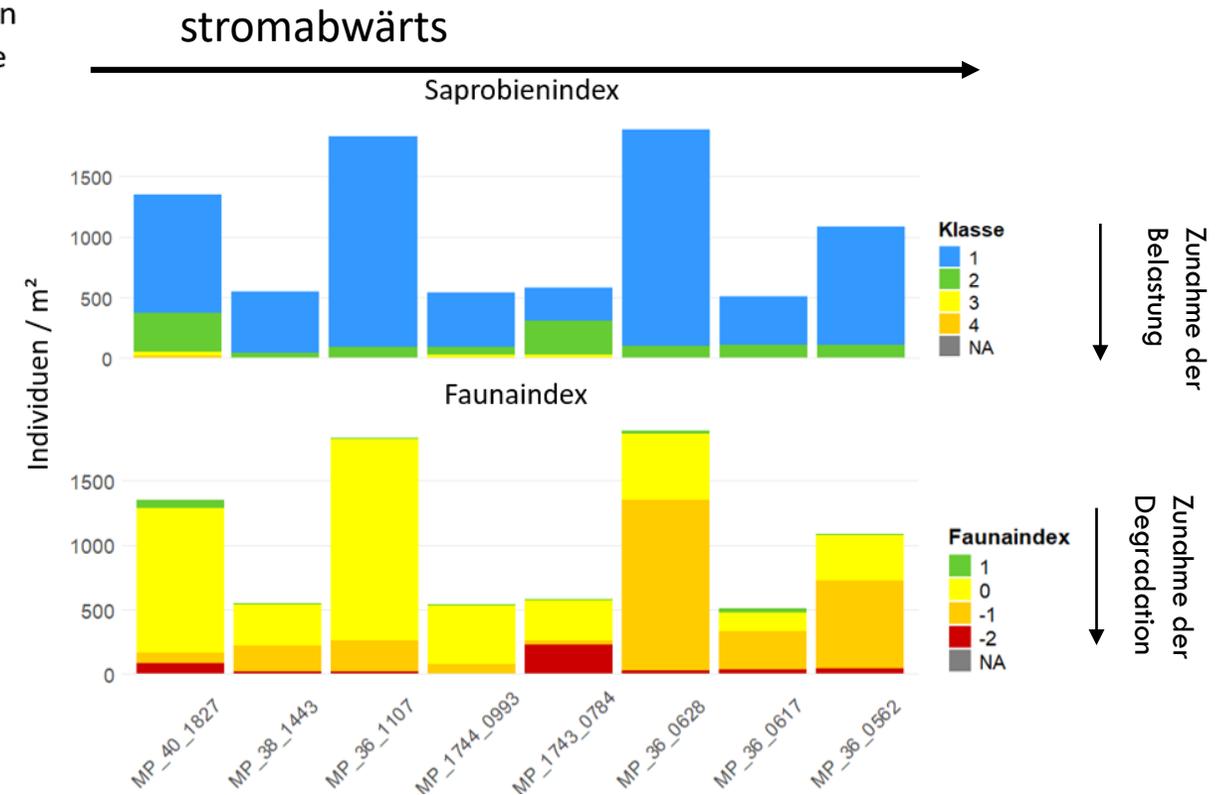
Ökologischer Zustand der Unteren Spree

- 2021: **mäßiger bis unbefriedigender** ökologischer Zustand
- Abfluss und Temperatur sind wichtige Habitatfaktoren für fließgewässertypische Arten und sind durch Klima- und Bewirtschaftungswandel und **morphologische Degradation** derzeit negativ beeinflusst
- Helfen können morphologische Maßnahmen zur Erhöhung der Fließgeschwindigkeit bei geringeren Abflüssen



Bewertung des ökologischen Zustands der Unteren Spree im Rahmen des WRRL-Monitorings 2021

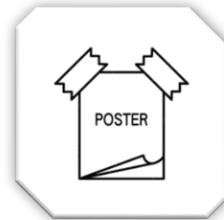
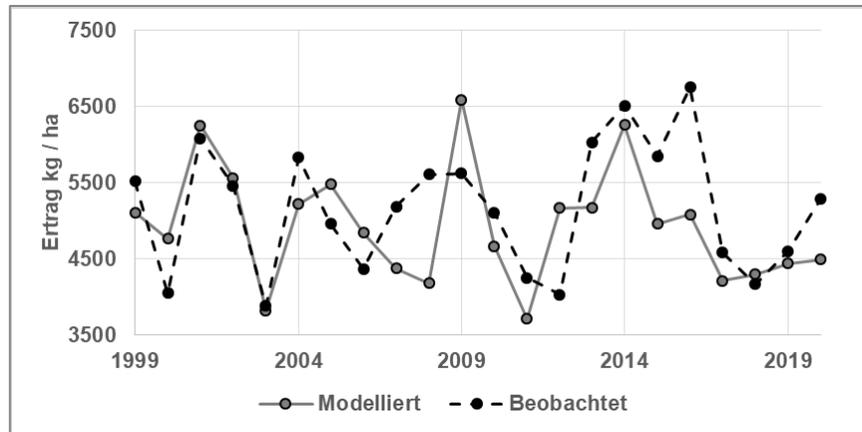
- ◆ WRRL Monitoringstelle
- Ökologische Zustandsklasse
- 3 - mäßig
- 4 - unbefriedigend



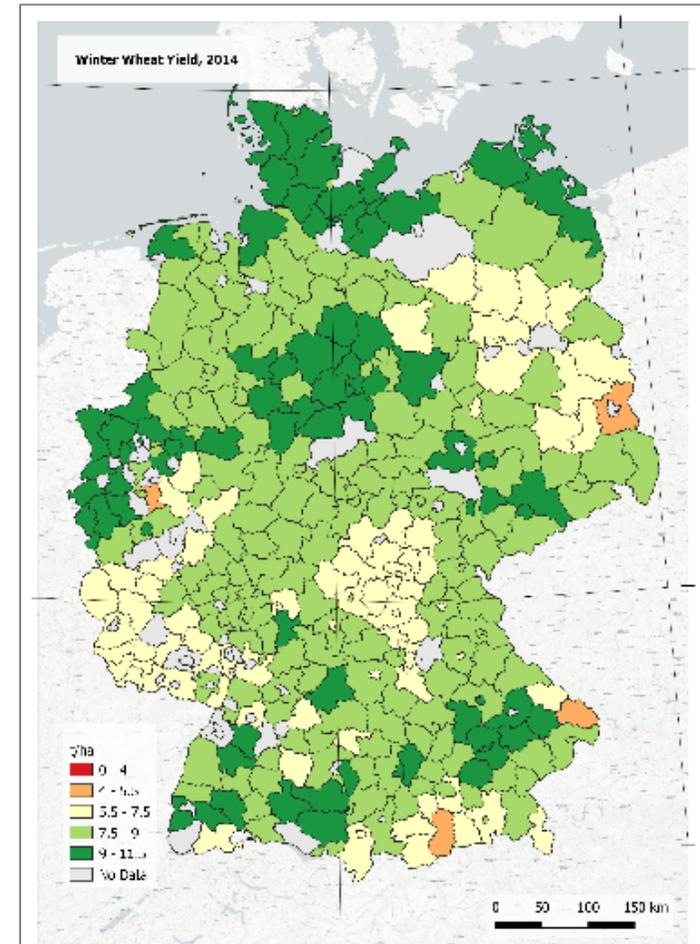
Bewertung des Makrozoobenthos nach Saprobienindex und Faunaindex an den Monitoringstellen der Unteren Spree von Steinkirchen bis Sieverslake in Fließrichtung. Datengrundlage: LfU

Prognose der landwirtschaftlichen Dürre für ausgewählte Kulturpflanzen

- Ertragsvorhersage mittels prozess-basierte Modellierung, Parameteroptimierung, Multipler lineare Regression, Feature Analyse, Maschinelles Lernen
- Monate mit **starker Sensitivität bzgl. Dürreindikatoren: Mai, Juni, Juli und August**
- Ableitung einer **Dürre-Ampel** für Feldfrüchte



Ertrag Winterweizen –
Modelliert mit MONICA und
Beobachtet



Dürre-Ampel	Keine Dürre SPEI	Schwellenwert SPEI	Grenzwert SPEI
Mai	> -1.14	-1.14	-1.50
Jun	> -1.03	-1.03	-1.55
Jul	> -1.01	-1.01	-1.51
Aug	> -0.81	-0.83	-1.74

Ableitung von Handlungsoptionen



Entwicklung einer Wasserspeicher - Toolbox → Demo am Marktstand

Methoden	Vorteile	Nachteile	Kosten pro m ³	Kosten-Nutzen-Verhältnis
MAR Versickerung in Senken	-Reinigungswirkung der ungesättigten Zone -Nutzung natürlicher Senken	-Nur freie GWL -Höherer Flächenbedarf -Wartung der Versickerungsfläche -Wasserzuleitung notwendig	Mittel*	Gering – Mittel*
MAR Injektion (ASR, ASTR)	-Kaum Flächenbedarf -Auch gespannte GWL - Auch für tiefe Grundwasserleiter	-Vorbehandlung notwendig -Kontaminationsrisiko -Wartung der Brunnen -Wasserzuleitung notwendig	Mittel – Hoch*	Hoch – Mittel*
Gesteuerte Drainagen	-Reduzierung der Entwässerung	-erfordert zusätzliche Steuerelemente -Auf landwirtschaftliche Flächen begrenzt	Gering**	Mittel**
Rückhalt in Oberflächen-gewässern	-Nutzung natürlicher Strukturen -Evtl. Nutzung bestehender Regeltechnik	-Eingriff in Gewässer -Temporäre Verlagerung der Uferzone	?	?

Entscheidungshilfe und Voranalyse von Standorten zur Planung von Wasserspeichermaßnahmen



Entscheidungshilfe mittels GIS-gestützter Tool-Box zur Speicherbewirtschaftung © ZALF/R. Baatz



Marktstand zur Wasserspeicher-Toolbox

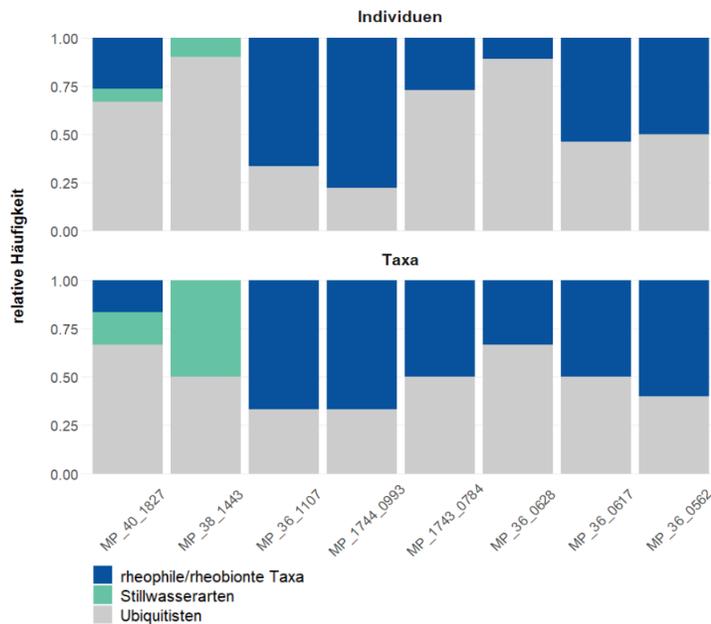
Überprüfung der ökologisch begründeten Mindestwasseranforderungen



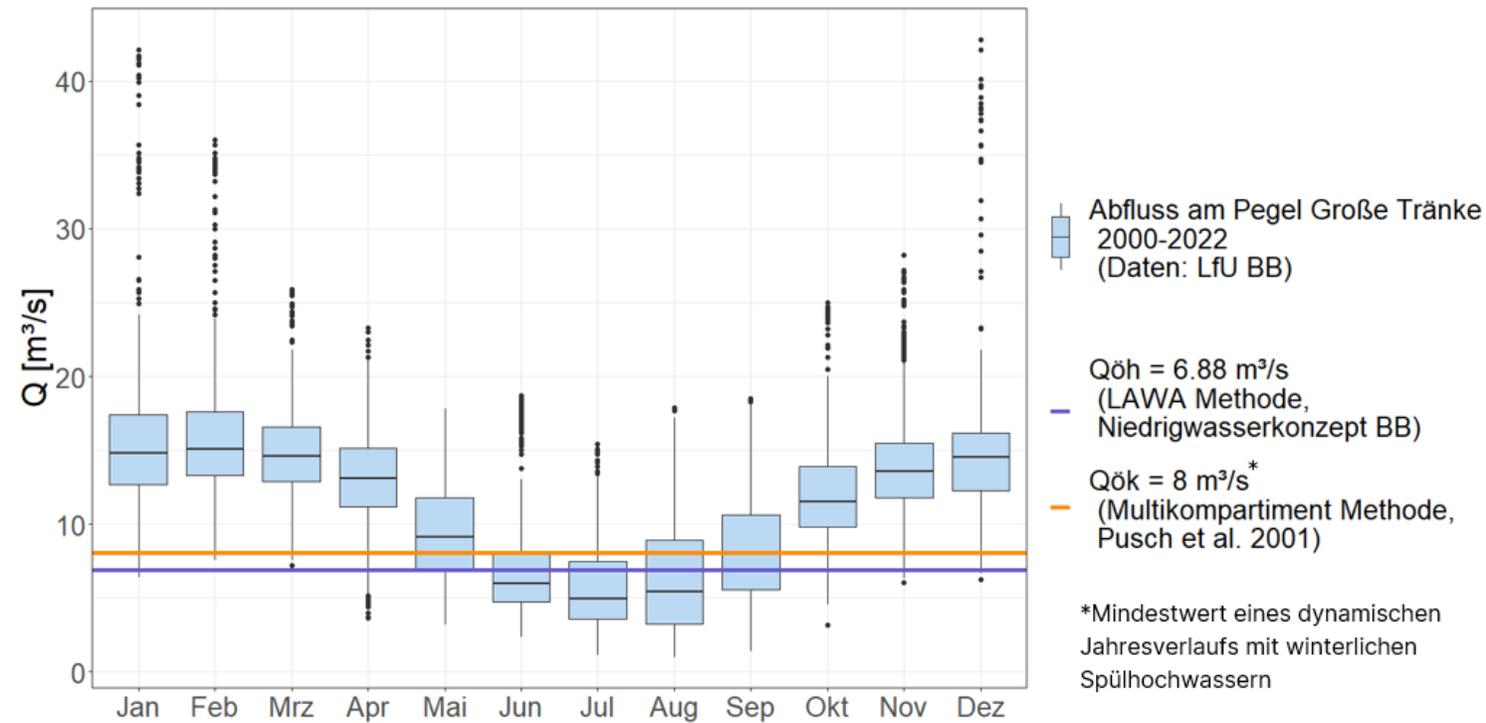
Voraussetzung für ein integriertes Wasserressourcenmanagement und die Planung jeder Wasserspeichermaßnahme mittels der Toolbox : **Erhalt der ökologischen Mindestwasseranforderung**

- Schon unter heutigen Bedingungen und Grenzwerten (LAWA Methode) werden ökologische **Mindestwasseranforderungen von Mai – September** nicht erreicht
- Zukünftige Abflussdefizite beeinträchtigen die Habitatqualität für fließgewässertypische Arten

MZB-Monitoring Spree 2020 - Rheoindex nach Banning der Strukturzeiger
exkl. der nicht zugeordneten Taxa

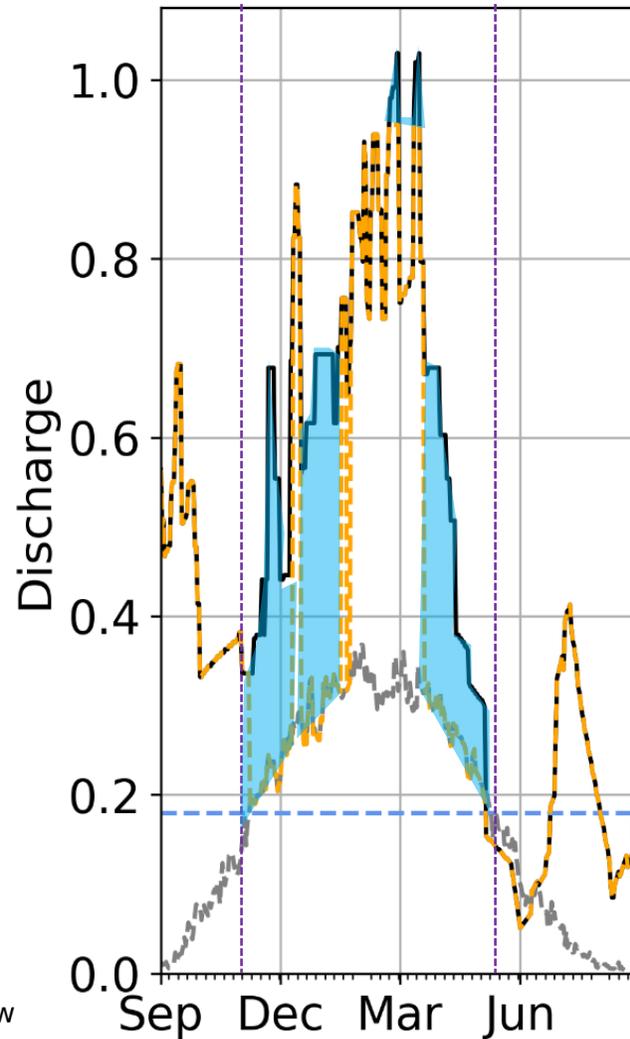
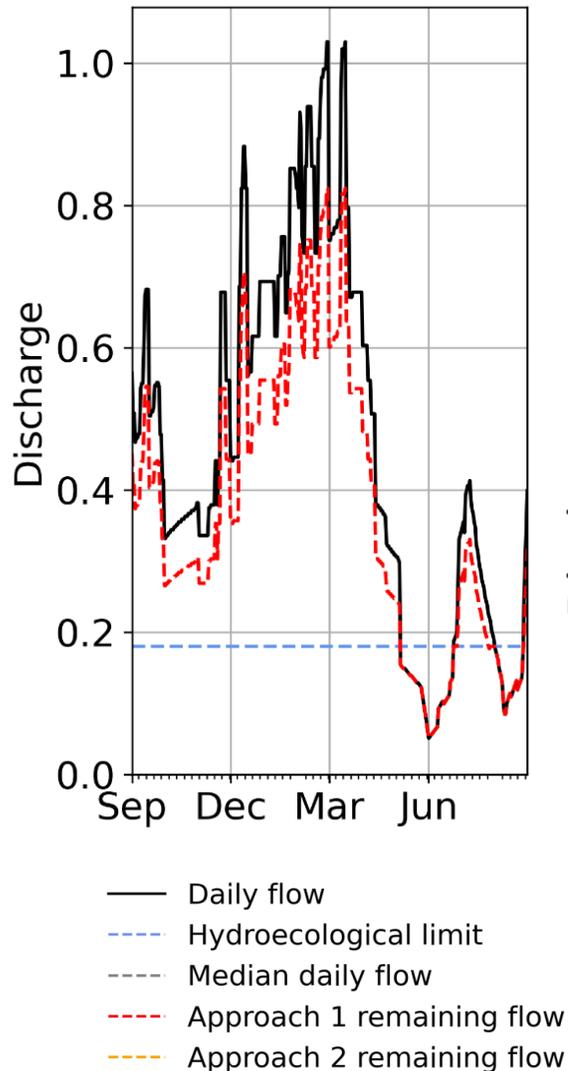


Die im Monitoring 2020 erfassten „Strukturzeiger“ gelten zum großen Teil als rheophil/rheobiont, sind also strömungsliebende bzw. strömungsgebundene Arten.



Abfluss am Pegel Große Tränke und Definition der ökohydrologische Mindestwasserführung nach verschiedenen Methoden

Wie viel Oberflächenwasser ist für MAR verfügbar?

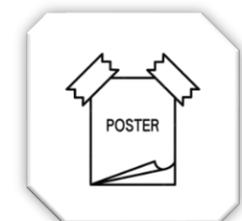


Ansatz 1: Ökologischer Mindestabfluss + 20 %-Regel

- Entnahme von 20 % des Durchflusses
- wenn Durchfluss über dem ökologischen Mindestabfluss

Ansatz 2: Kombination von Schwellenwerten (Ökologischer Mindestabfluss, mittlerer Tagesdurchfluss, 2- und 5-jähriger Jahreshöchstdurchfluss)

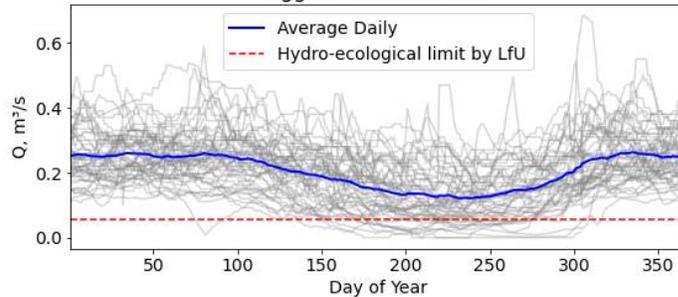
- Entnahme, wenn
- Durchfluss über dem mittleren Tagesdurchfluss, aber unter dem 2-jährigen Hochwasserstand liegt
- Durchfluss über dem 5-jährigen Hochwasserstand liegt



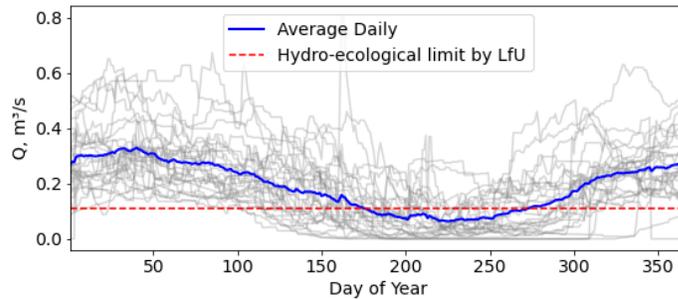
Berechnung des Oberflächenwasser verfügbar für MAR

Langzeit Dynamik am Bsp. Frederdorfer Mühlenfließ (1970 – 2019)

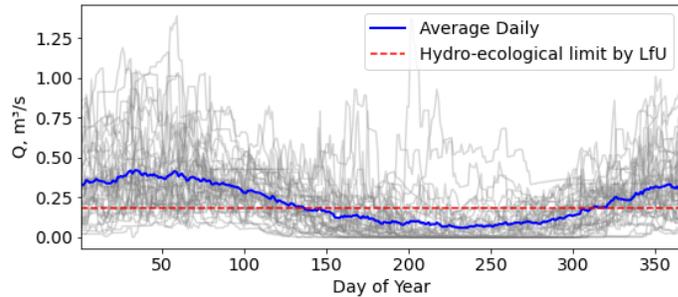
Eggersdorf2 LfU data



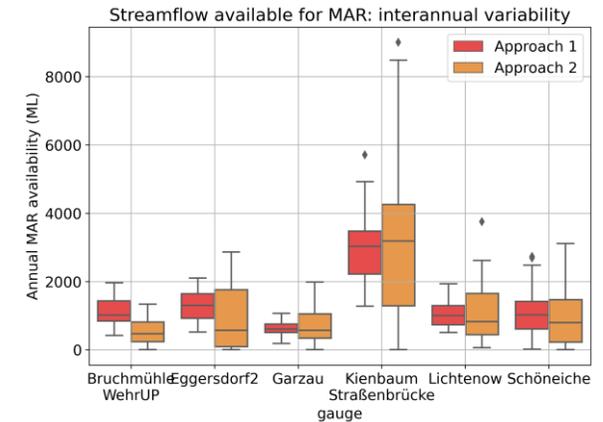
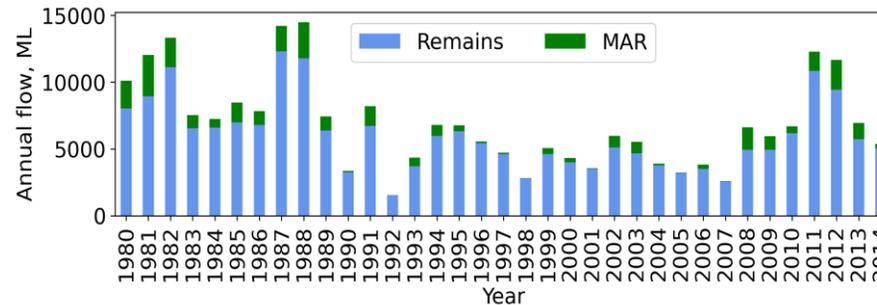
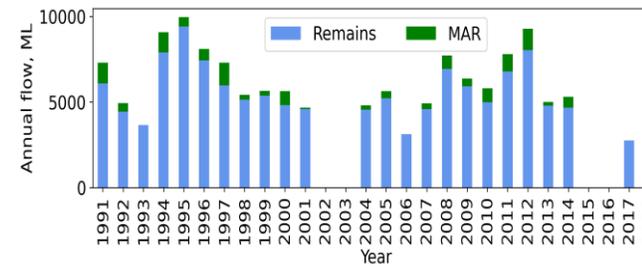
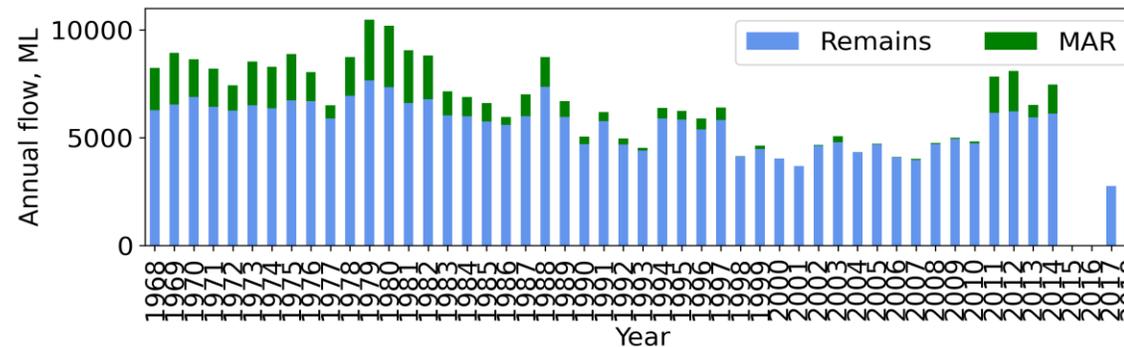
Bruchmühle LfU data



Schöneiche LfU data



Ansatz 2: Kombination von hydrologischen und hydroökologischen Schwellenwerte



Für die MAR stehen pro Einzugsgebiet max. 1 – 4 Mio. m³ pro Jahr (mindestens 0,5 – 1,8 Mio. m³ pro Jahr) zur Verfügung.

Dies entspricht 10–30 % der jährlichen Förderleistung aller im jeweiligen Einzugsgebiet liegenden Wasserwerke.

Flächeneignung für MAR mittels Versickerungsbecken

Landnutzung & Bodenverhältnisse

- Ausschluss von Niederungsgebieten anhand von Grundwasserflurabstand, Bodenwassergehalt, Hydromorphie und Bodenart
- Bewertung durch Kriterien zur Leitfähigkeit der Böden

Identifikation natürlicher Senken in der Landschaft

- Nutzung als Zwischenspeicher und Versickerungsstandorte
- Bewertung anhand von Volumen, Fläche, Tiefe

Wasserverfügbarkeit

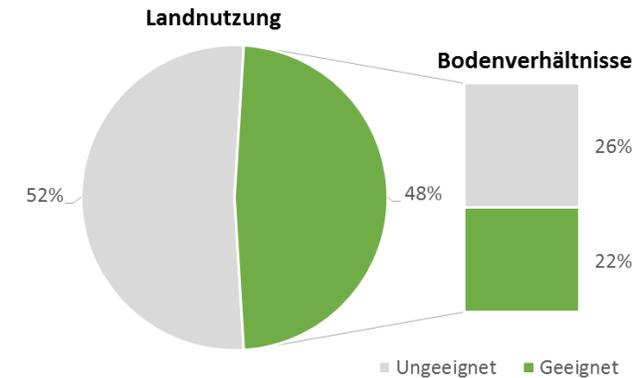
- Distanzbedingte Zuordnung und Bewertung möglicher Entnahmepunkte an Oberflächengewässern
- Quantifizierung möglicher Überschussvolumina bei Extremwettern

Hydrogeologie

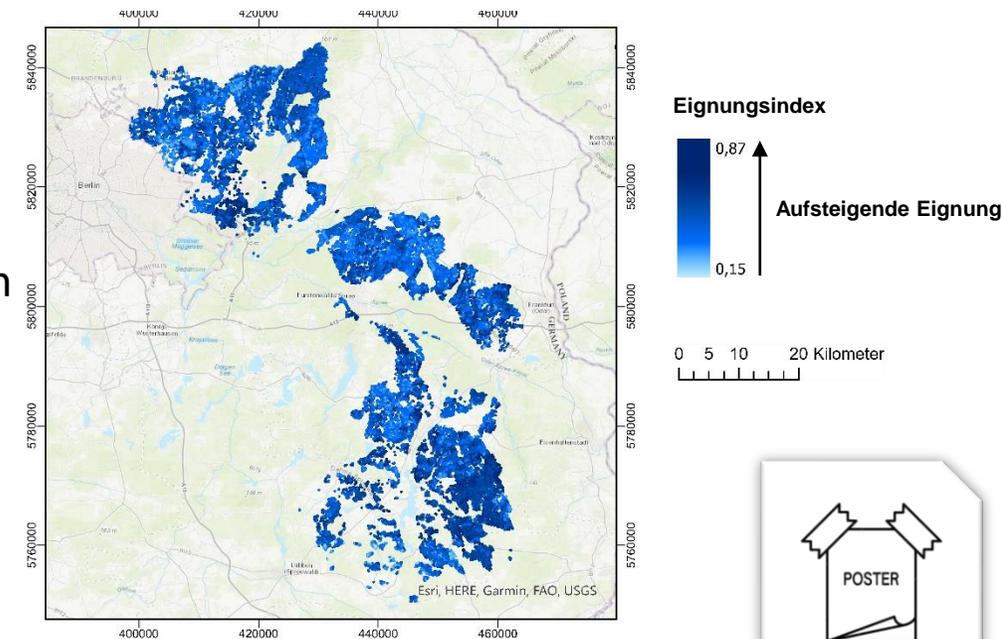
- Bewertung der Zugänglichkeit der oberflächennahen Grundwasserleiter für Versickerungsmaßnahmen

Machbarkeit

- Landnutzungsabhängige Bewertung der Machbarkeit hinsichtlich finanzieller Ertragsverluste



Prozentuale Flächeneinteilung hinsichtlich ihrer Landnutzungs- und Bodeneignung für MAR
© ZALF/J. Stautz bach



Gesamtbewertung der Senken hinsichtlich der Grundwasseranreicherung durch Versickerung
© ZALF/J. Stautz bach

Flächeneignung für MAR mittels Injektionsbrunnen und Systemoptimierung

- Grundwasserleiter GWL2-Dicke
- Tiefe bis GWL 2
- Hydraulische Leitfähigkeit
- Flächennutzung
- Entfernung zu Quellwasser
- Entfernung zu Förderbrunnen

MAR-Standorteignung

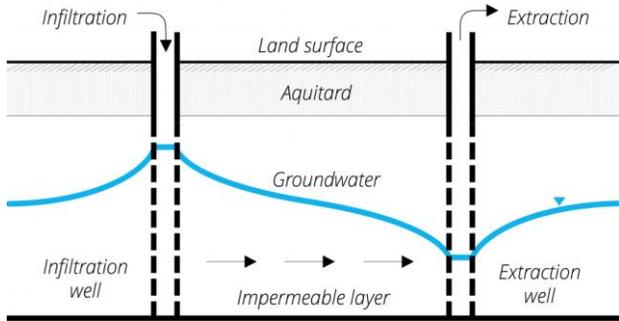
- Transmissivität (T) und Speicherkapazität (S)
- Maximal zulässige hydraulische Druckänderung (Δh_{max})
- Brunnenradius
- Injektionsdauer

Injektionskapazität des Brunnens

- Durchschnittlicher Tagesdurchfluss
- Ökologischer Mindestdurchfluss
- 2- und 5-Jahreshochwasserstände (zum Schutz vor ökologischen Hochwasserereignissen)

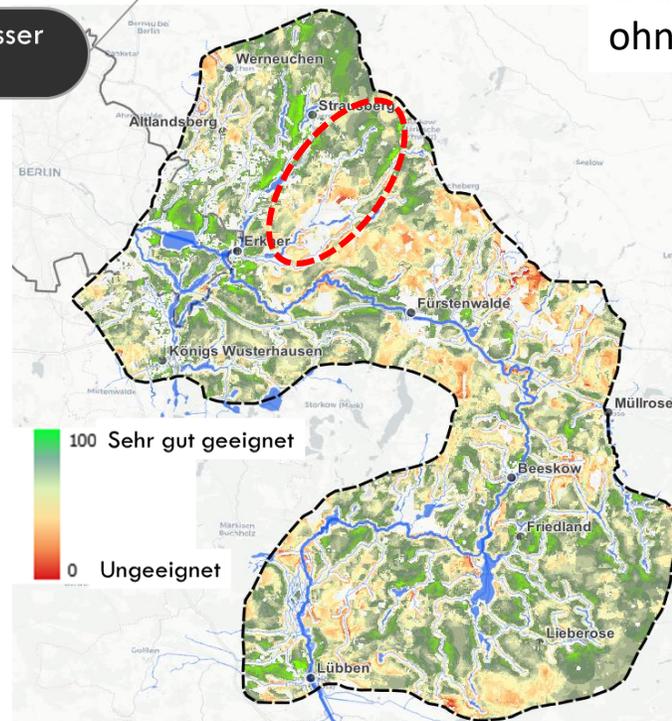
Verfügbares Wasser für MAR

Optimale Anzahl von Brunnen an ausgewählten Standorten

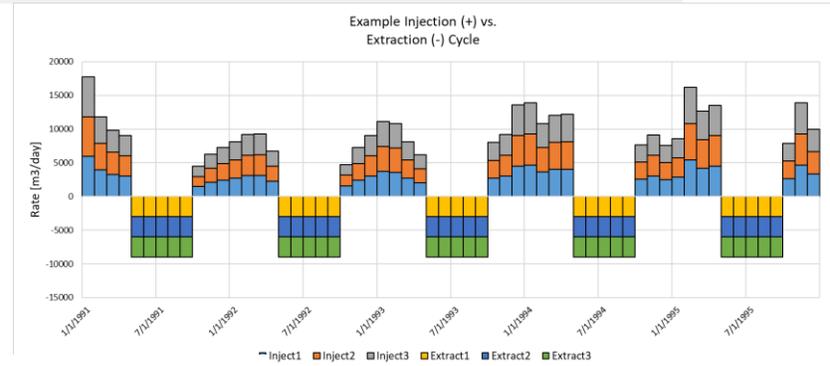


ASTR

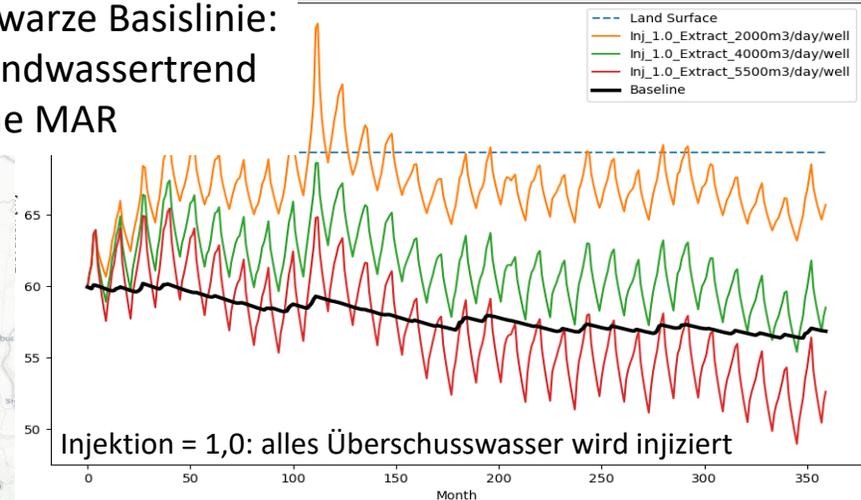
©INOWAS



MAR-Standorteignung



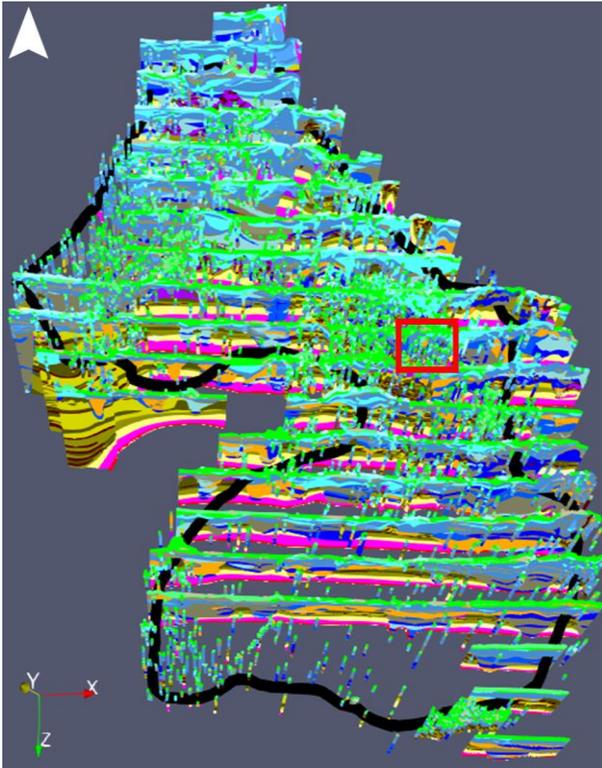
Schwarze Basislinie:
Grundwassertrend
ohne MAR



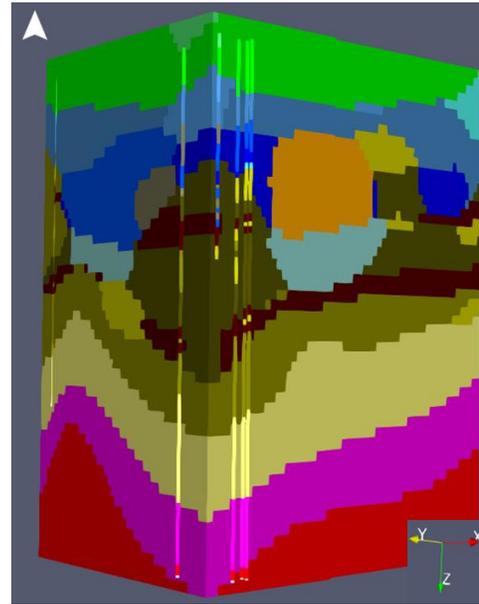
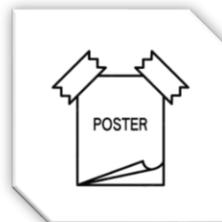
Bsp. Kienbaum: Annahme alles Überschusswasser (2 – 3 Mio. m³ pro Jahr) wird injiziert:

- Extraktionsrate von weniger als 2000 m³/Tag und Brunnen führt zu Staunässe
- Extraktion von 4000 m³/Tag pro Brunnen bei gleichzeitigem Grundwasser-spiegelanstieg

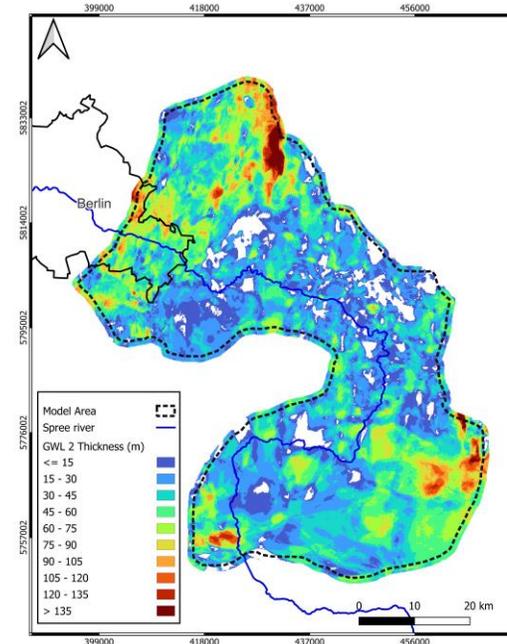
Geologisches Reservoir Modell & Hydrogeologisches Modell



Verfügbare hydrogeologische
Schnitte und Bohrungen



Beste Ergebnisse
mittels moderner
Interpolations-
verfahren wie ANN



Abgeleitete
Ausdehnung und
Mächtigkeit des
Hauptgrund-
wasserleiters

Aufbau eines geologischen Reservoirmodells und hydrogeologischen Modells (bis 300 m Tiefe und auf 3,400 km² Fläche) :

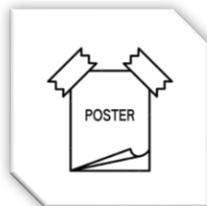
- ✓ Digitalisierung von 47 Profilen und 3500 Bohrungen
- ✓ Zuweisung von 21 Materialgruppen
- ✓ 3D Interpolation mittels ANN Algorithmus
- ✓ Angepasste Wichtung, um mangelnde Datendichte auszugleichen
- ✓ Validierung mit 20% der ungenutzten Bohrungen

Das Modell weist eine Güte von 85% Genauigkeit auf!

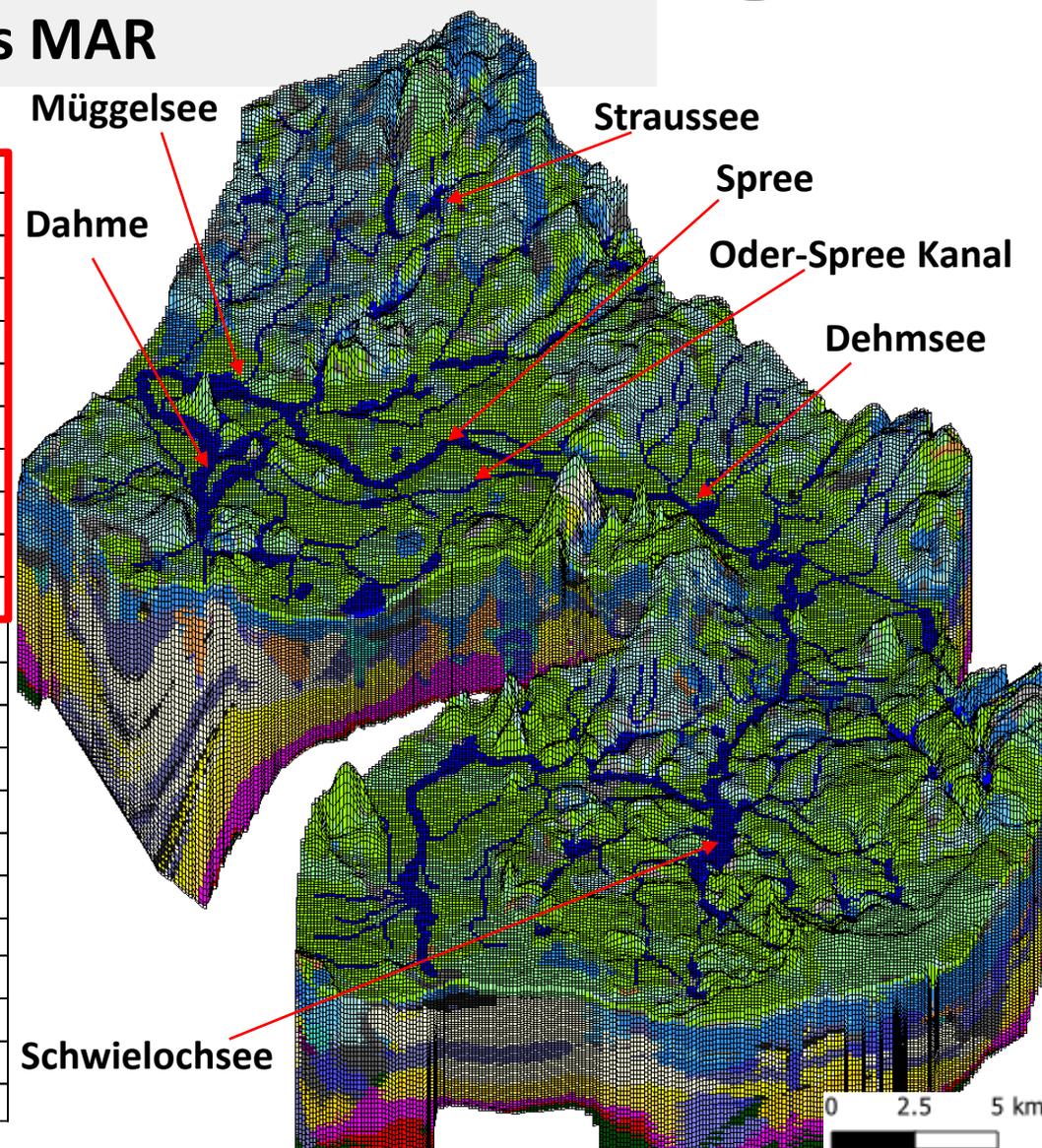
Nachbildung der komplexen Stratigraphie und Strukturen (überkippte Schichten, übertiefte Täler, Störungszonen) war erfolgreich!

Grundwasserströmungsmodell als Managementwerkzeug zur dynamischen Speicherbewirtschaftung bis in große Tiefen mittels MAR

- **Diskretisierung:**
 - ≈ 4 Mio. aktive Strömungszellen
 - 150 m horizontal, 8 m vertikal
 - monatliche Zeitschritte
- **Grundwasserneubildung:**
 - 1960-1980 (stationär)
 - 1979-2019 (instationär)
- **Entnahmen: 1994-2021**
- **Anfangsbedingungen:**
 - Spin-up Phase 1960-1980
- **Kalibrierung:**
 - Optimiert mit PEST



	Hydrogeologische Einheiten	Kf-Werte (m/s)
	GWL 1.1 Feinsand ¹	1.20×10^{-4}
	GWL 1.2 Mittel-/Grobsand ¹	2.65×10^{-4}
	GWL 2.1 Feinsand ²	1.09×10^{-4}
	GWL 2.2 Mittel-/Grobsand ²	4.26×10^{-4}
	GWL 3.1 Feinsand ³	9.90×10^{-5}
	GWL 3.2 Mittel-/Grobsand ³	4.50×10^{-4}
	GWL 4.1 Feinsand ⁵	7.00×10^{-5}
	GWL 4.2 Mittel-/Grobsand ⁵	2.00×10^{-4}
	GWL 5.1 Feinsand ⁶	6.51×10^{-5}
	GWL 5.2 Mittel-/Grobsand ⁶	1.70×10^{-4}
	Geschiebemergel ¹	3.01×10^{-6}
	Geschiebemergel ²	1.97×10^{-6}
	Geschiebemergel ³	1.51×10^{-6}
	Schluff/Ton, Mudde/Torf ¹	6.94×10^{-7}
	Schluff/Ton, Mudde/Torf ²	4.63×10^{-7}
	Schluff/Ton, Mudde/Torf ³	3.47×10^{-7}
	Schluff-Sand-Wechselagerung ⁴	4.90×10^{-5}
	Braunkohle	8.10×10^{-7}
	Schluff/Ton ⁷	2.31×10^{-7}
	Schluff-Sand-Wechselagerung ⁷	9.84×10^{-6}
	Rupelton ⁸	1.16×10^{-9}
	Sand unter Rupelton	5.00×10^{-5}



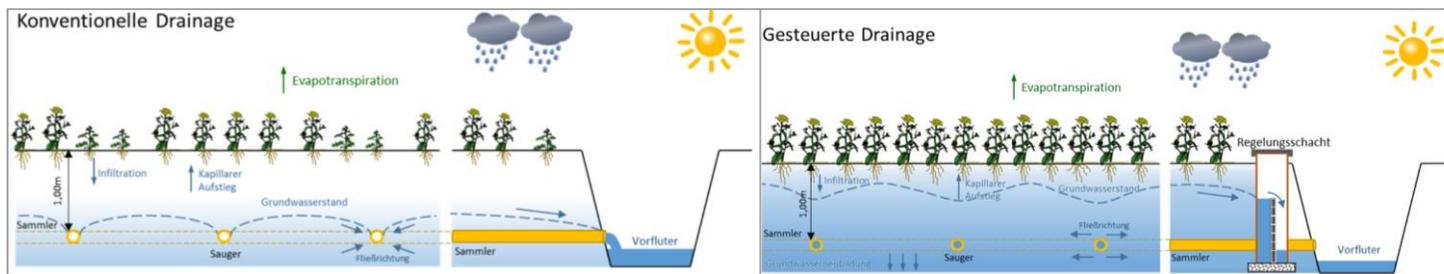
*1: Weichsel-Eiszeit - Jüngere Saale-Stufe, 2: Saale-Komplex - Holstein-Warmzeit, 3: Elster-Eiszeit, 4: Quartär, 5: Miozän, 6: Oligozän, 7: Tertiär, 8: Rupelium

Steuerung landwirtschaftlicher Drainagen → Demo am Marktstand

- **Aktivitäten:**
 - Entwicklung eines Prototyps einer kontrollierten Drainagesystems im Projektgebiet bei Müncheberg
 - Kontrolle über Bodenfeuchte und Wasserstand im Drainageschacht seit Winter 23/24
- **Ergebnisse:**
 - Annäherung an **natürlichen Wasserhaushalt**
 - Reaktion des Wasserstandes abhängig von Bodenfeuchte
 - Verlustrate in Trockenzeiten bei ca. 1 cm/d
 - **Speichervolumen bis zu 5.000 m³ im Gesamtsystem möglich**
 - **Speichervolumen wird kleiner bei größerem Reliefunterschied und größerer Neigung der Drainagerohre**



Einstaubereich im Osten des Drainagenetzes, abhängig von Wasserstand und Neigung der Drainagerohre



Vergleich von konventioneller und gesteuerter Drainage



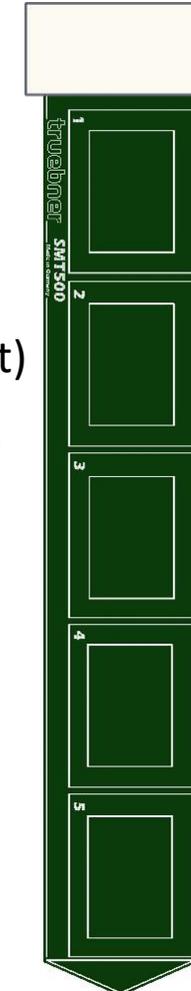
Marktstand zur kontrollierten Drainage



Einstau im Zugangsschacht des Drainagesystems

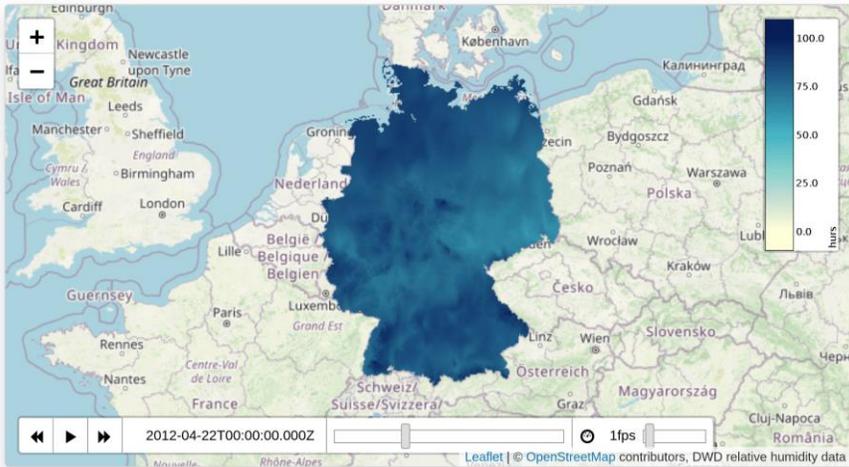
Entwicklung Bodenfeuchte Profil Sensor SMT500 → Demo am Marktstand

- Für Landwirtschaft und Hydrologie
 - 5 Segmente à 10 cm Messbereich
 - Schneller und leichter Einbau mit Vorstechwerkzeug und Schlaghammer
 - **Robust und wasserdicht -> langlebig**
- Technische Details
 - Neues TDR (Time Domain Reflektometrie) Messverfahren (Patent angemeldet)
 - Geringe Bodentypabhängigkeit der Messwerte durch Hochfrequenzschaltung
 - **Minimale Störung des Bodengefüges** beim Einbau durch nur 2 mm dickes glasfaserverstärktes Messschwert
 - **Kostengünstiges Design** (Elektronik nur im Sensorkopf)
 - Digitale RS-485 Schnittstelle und SDI-12 Schnittstelle
- Feldexperiment
 - Erfolgreiche Validierung im Vergleich mit zwei Profilsensoren und einem Punktsensor
- Datenlogger mit **LTE-M Funkübertragung** TrueLog200 entwickelt für SMT500



Bodenfeuchteprofilsensor SMT500

Konzept Dürre-Frühwarnsystem → Demo am Marktstand



Webinterface: Animierte Kartendarstellung von Zeitreihen und Berechnung von Dürre Indices – Fähigkeit zur manuellen Fruchtfolgeerstellung, Modi, und Bodenkarten

zalf_hurs_amber_2012_v1-0_cf_v6.nc

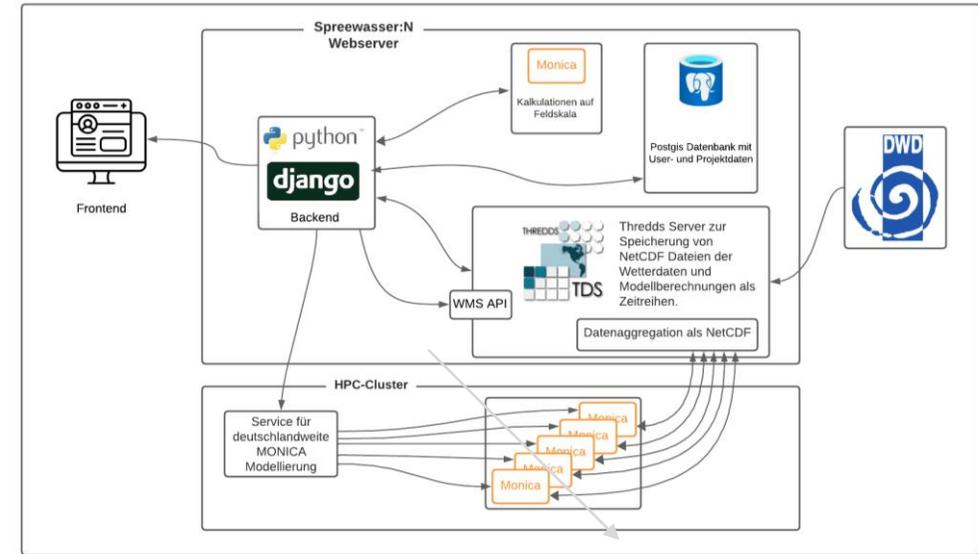
hours

default

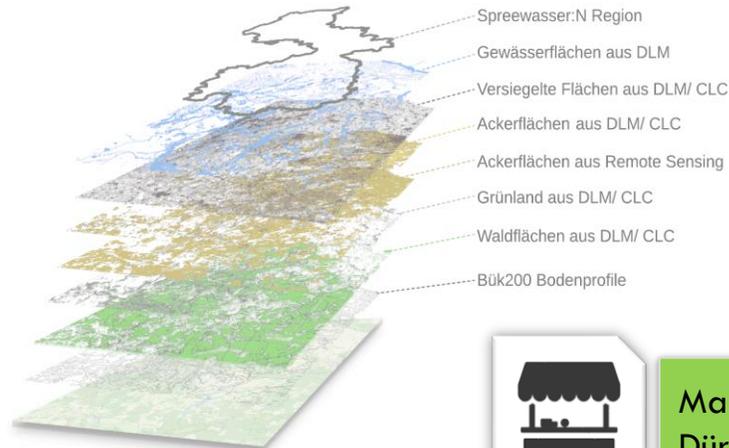
4.0 bis 100.0

01/01/2012 bis 01/01/2013

Load NetCDF



Software Architektur für die SpreeWasser:N Web-Anwendung



Sommer 2025: Web Darstellung des landwirtschaftlichen Dürreerisikos, intensiv getestet für viele Kulturarten und gute Vorhersagequalität auf der Schlägebene



Marktstand zur Dürrefrühwarnung

Rechtliche Betrachtung der Maßnahmen in der Speicher-Toolbox

- **Wasserspeicherung durch künstliche Grundwasseranreicherung mittels Injektionsbrunnen**
 - Zulassungsbedürftig und nach **aktueller Rechtslage möglich**
 - Wasserspeicherung ist im WHG kein Benutzungstatbestand und muss in Einleitung und Entnahme aufgliedert werden
 - Einleitung in Grundwasserleiter: Je nach Einzelfall Gewässerbenutzung oder Gewässerausbau - beeinflusst es Verfahrensaufwand
 - Bewirtschaftungsziele: in Einzelfällen Ausnahmen von Bewirtschaftungszielen möglich
 - Erhöhte Anforderungen in Wasserschutz- oder durch BNatSchG geschützten Gebieten
- **Wasserspeicherung durch künstliche Grundwasseranreicherung mittels Versickerung**
 - Wie oben - **Zusätzlich Anforderungen nach BBodSchG**
- **Wasserspeicherung durch gesteuerte Drainagen**
 - Im Gegensatz zur Entwässerung **zulassungsbedürftig**, da andere Zielrichtung
- **Anpassungsbedarf im WHG**
 - Problem: Keine Sonderregelungen. Einordnung ins allgemeine Regelungssystem.



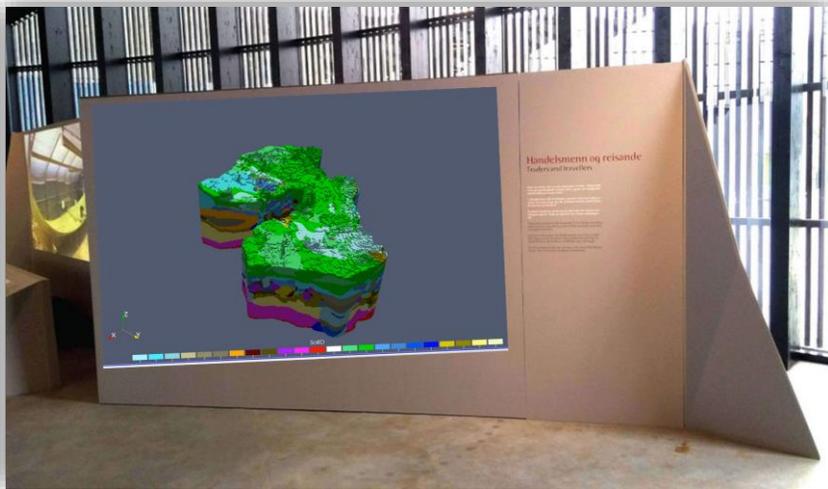
Möglichkeit des Gesetzgebers: **Priorisierte Zulassung der Wasserspeicherung als Klimaanpassungsmaßnahme durch Ausnahme von Bewirtschaftungszielen**



SpreeWasser:N in der Öffentlichkeit



Humboldt Forum (Quelle: humboldtforum.org)



Mögliche Darstellung des geologischen Modells im Humboldt Forum (Quelle: A. Abdelrahman)



tagesschau Sendung verpasst? ▶

Startseite ▶ Inland ▶ Gesellschaft ▶ Nach dem Kohleausstieg sucht Berlin neue Trinkwasserquellen

WASSER

Trinkwassermangel

Berlin auf der Suche nach neuen Quellen

Stand: 15.04.2024 16:43 Uhr

Wie sieht in Deutschland die Wasserversorgung der Zukunft aus, angesichts von Klimakrise und Industriewandel? Weil auch die Spree immer weniger Wasser führt, erforscht Berlin Methoden, den Durst der Stadt zu stillen.

Von Jacqueline Piwon, RBB

SpreeWasser:N und das Thema Wasserknappheit in den Nachrichten (Quelle: tagesschau.de)



Interview Hydrogeologin: Viel „Wasserstress“ in Brandenburg

vom 23.06.2023 Hydrogeologin: Viel „Wasserstress“ in Brandenburg Am Freitag hat...

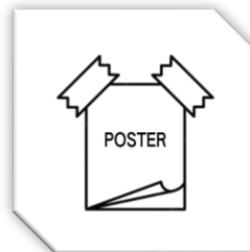
Infos über SpreeWasser:N und das Thema Wasserstress im Podcast (Quelle: spreewasser-n.de/podcast-fernseh-und-radiobeitraege/)

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

spreewasser-n.de/buergermeldungen/



Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit



Weitere Informationen bei unserem Marktstand, unseren 3 Postern oder auf unserer Homepage, wenn Sie dem QR-Code folgen

