

Klimaangepasste Grundwasser- bewirtschaftung durch Echtzeit- Planungs-Tools und modellbasierte Zukunftsszenarien

Prof. Dr.-Ing. Olaf A. Cirpka · Universität Tübingen

GEFÖRDERT VOM



Bundesministerium
für Bildung
und Forschung

Projektpartner

- 2 Universitäten: Tübingen (Hydrogeologie)
Hohenheim (Biogeophysik)
- 2 Behörden des Landes Baden-Württemberg:
LUBW (Umwelt) und LTZ (Landwirtschaft)
- 1 Wasserversorger: Ammertal-Schönbuch-Gruppe
- 1 Ingenieurbüro: Kobus und Partner

Assoziiert:

- 1 Universität: Kassel (Bodenkunde)
- 1 Ingenieurbüro: GIT Hydros Consult
- 1 Landesbehörde: LGRB (Geologie)

Problemstellung (Gegenwart)

- Wasserschutzgebiete aus den 80ern, z.T. fortgeschrieben
 - Z.T. wurden Grundwassermodelle für spezielle Fragen entwickelt, diese „ruhen“ jedoch zumeist
 - Grundwasserstände und Quellschüttungen werden erfasst, aber nicht fortwährend zusammengetragen und konsequent ausgewertet
- ⇒ Aktuelles Grundwasserdargebot in der Fläche unbekannt
- ⇒ Situativ angepasste Bewirtschaftung von Grundwasserleitern schwierig

Problemstellung (Zukunft)

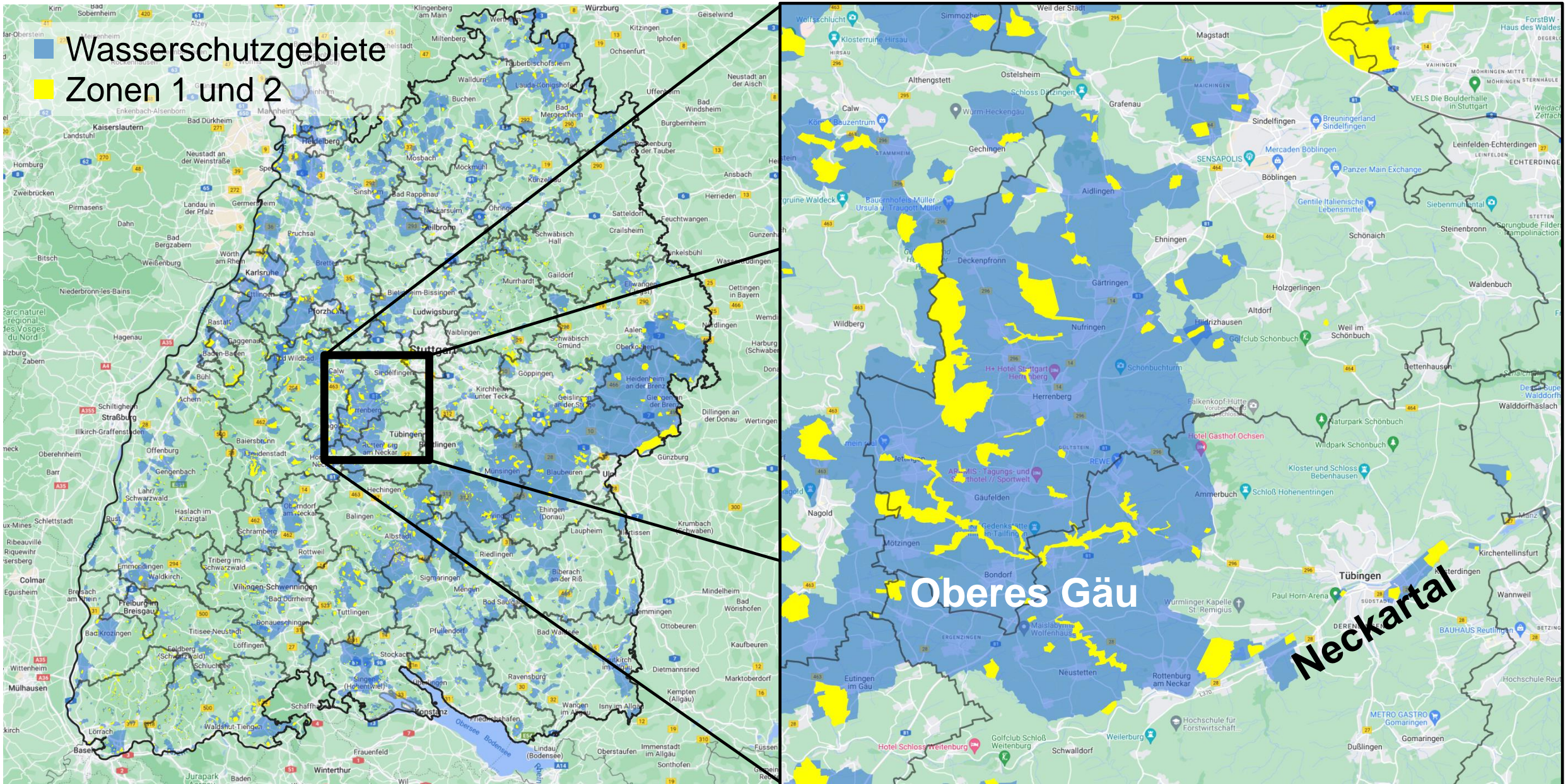
- Klimawandel und Bevölkerungs-/Wirtschaftsentwicklung:
 - Erhöhte Verdunstung
 - Längere Trockenperioden
 - ⇒ Niedrigere Grundwasserneubildung
 - Erhöhter privater Wasserbedarf im Sommer
 - Erhöhte Bewässerungsbedürftigkeit vieler Feldfrüchte
 - Entwicklung Wasserqualität unsicher (Starkniederschläge, landwirtschaftliche Sickerwässer)
- ⇒ Konfliktpotential der Grundwassernutzung wird größer

Bewässerungslandwirtschaft: „Der Elefant im Raum“?



- Ernteauffälle in den Trockenjahren 2018 ff.
- ⇒ Bewässerungsbedürftigkeit der zugehörigen Feldfrucht (z.B. Mais)
- Kosten-Nutzen-Rechnung einer möglichen Bewässerung
- ⇒ Bewässerungswürdigkeit (z.Z. nur für Sonderkulturen gegeben)
- ^{*} Wenn sich das ändert, ändert sich die Grundwasserbewirtschaftung grundlegend

Untersuchungsgebiet



(Hydro)Geologie des Untersuchungsgebietes



Mittelkeuper

Muschelkalk

Löss auf Unterkeuper
und Muschelkalk
(Karst-GWL)

Neckartal-GWL

2 km

Arbeitspakete

Szenarien werden in der Projektgruppe festgelegt



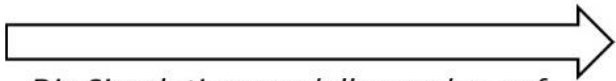
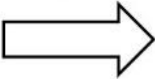
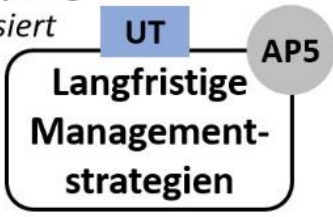
Wasserdargebots- und -bedarfsgerechte Bewirtschaftungspläne – kurzfristig und saisonal



LTZ



Für die Zukunfts-szenarien werden Strategien für die nachhaltige GW-Bewirtschaftung modell-basiert entwickelt



Die Simulationsmodelle werden auf einem Cloud-Server bereitgestellt und durch eine browserbasierte Benutzeroberfläche gesteuert

Modellinstrumentarium wird aufgebaut, getestet und validiert

Alle Ergebnisse werden als Best-Practice Beispiel mit einem Fokus auf die Übertragung/Anwendung auf weitere Standorte dokumentiert

AP1: Zukunftsszenarien

- Regionale Klimaprojektionen liegen für Ba-Wü vor
 - Masterplan Wasserversorgung Ba-Wü: Wasserbedarf
 - Berücksichtigung geplanter Siedlungs-/Gewerbeentwicklung
 - Mögliche Veränderungen der Landnutzung?
 - Einbindung lokaler/regionaler Akteure zur Definition realistischer Szenarien bis 2050 (nah) und 2100 (fern)
- ⇒ Grundlage für Zukunftsberechnungen

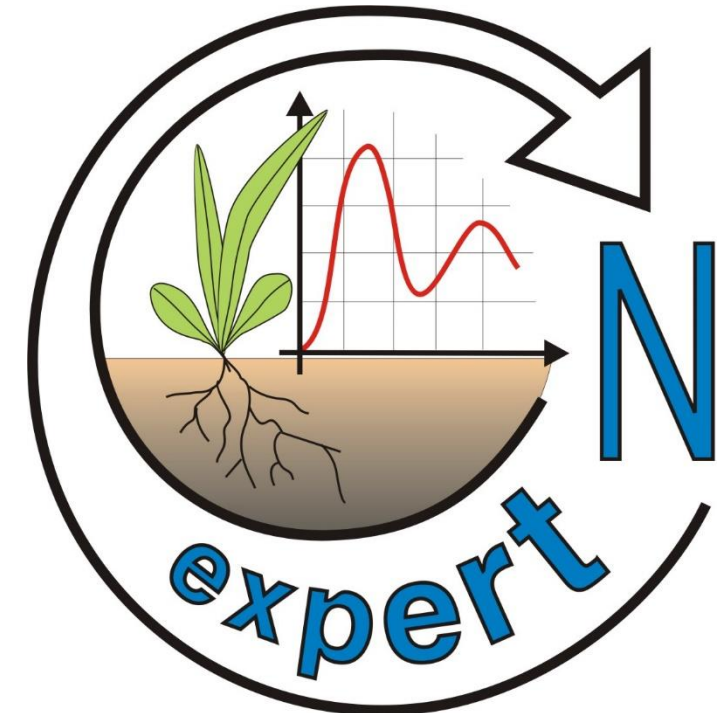
AP2: Grundwasserneubildung und Bewässerungsbedürftigkeit

- Bodenwasserhaushalt & Grundwasserneubildung: GWN-BW
 - Flächenhafte Bodenwasserbilanz aufgrund regionalisierter Daten (Wetter, Topographie, Bodenarten, Landnutzung)
 - Standardmodell der Landesbehörden für die Abschätzung der Grundwasserneubildung in mehreren Bundesländern
 - Wird durch Vergleich mit dem Agrarökosystemmodell Expert-N weiterentwickelt
- ⇒ Obere Randbedingung für das Grundwasserhaushaltsmodell
- ⇒ Grundwasserneubildung in den Zukunftsszenarien
- Ermittlung der Bewässerungsbedürftigkeit (Anzahl Tage & Mengen) für verschiedene Feldfrüchte und Klimaszenarien als Kartenwerk (⇐LTZ)

AP3: Stickstoffumsatz und Nitrataustrag aus der Bodenzone



- Agrarökosystemmodell Expert-N: Simulation von Bodenwasserhaushalt, Stickstoffumsatz, Entwicklung von Feldfrüchten
 - Berechnung des N-Umsatzes und -Austrag für unterschiedliche Böden, Feldfrüchte und Bewirtschaftungsweise (Düngung, Bewässerung)
- ⇒ Projektion der Nitratausträge in den Zukunftsszenarien



AP4: Grundwasserhaushaltsmodell

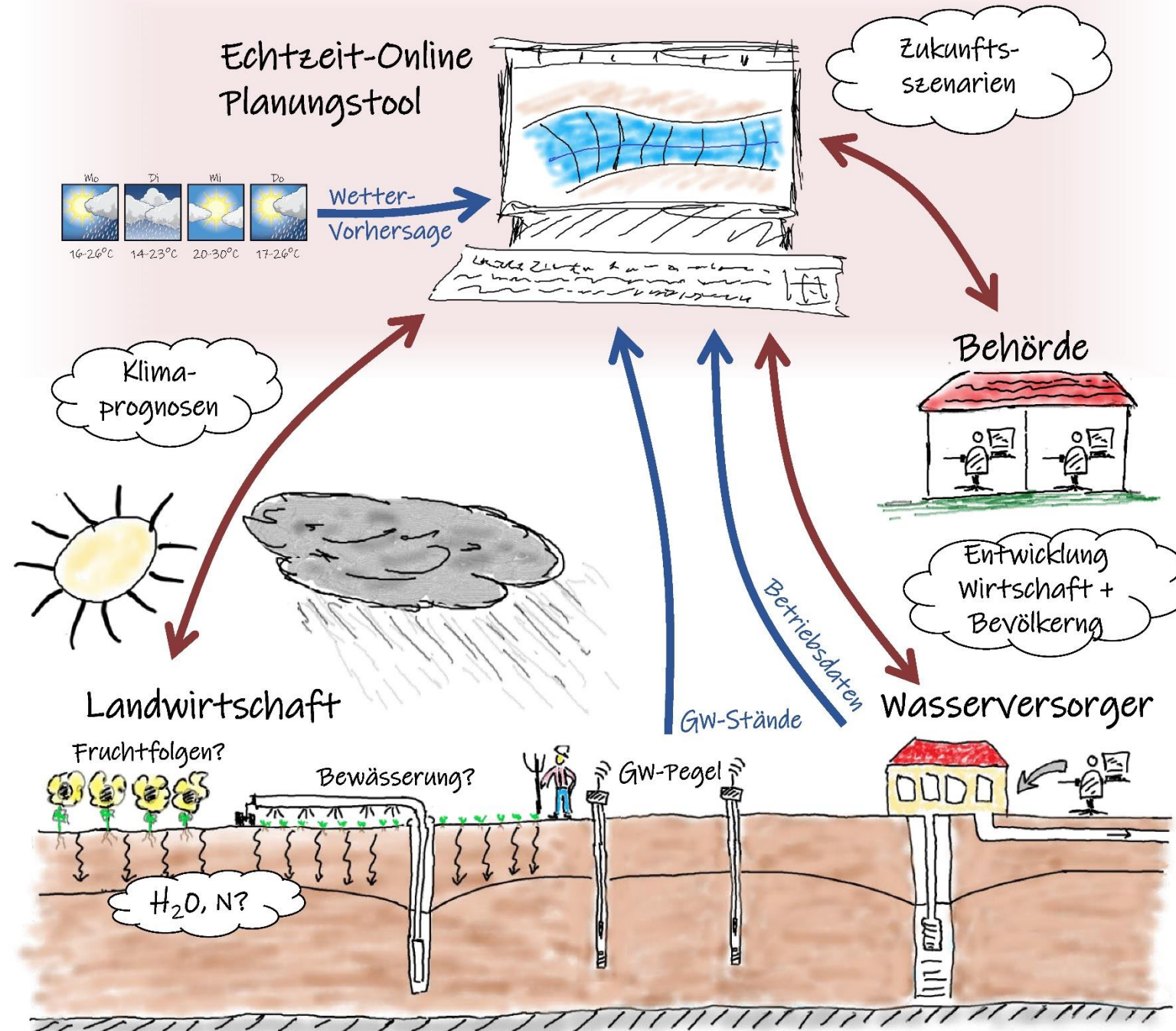


- Kopplung von GWN-BW und MODFLOW-6 für ein/zwei Ensemble-basierte(s) Modell(e) des Untersuchungsgebietes mittels Python-Skripte
- Datenassimilation mit Ensemble-Kalman Filter/Smoothen
- Vereinfachtes Nitratmodell im Grundwasser mittels Fließzeiten-basiertem reaktiven Stofftransport
- Grundlage für
 - Echtzeit-Online-Planungstool (operationelle/saisonale Zeitskala)
 - Langfristige Managementstrategien (Zukunftsszenarien)



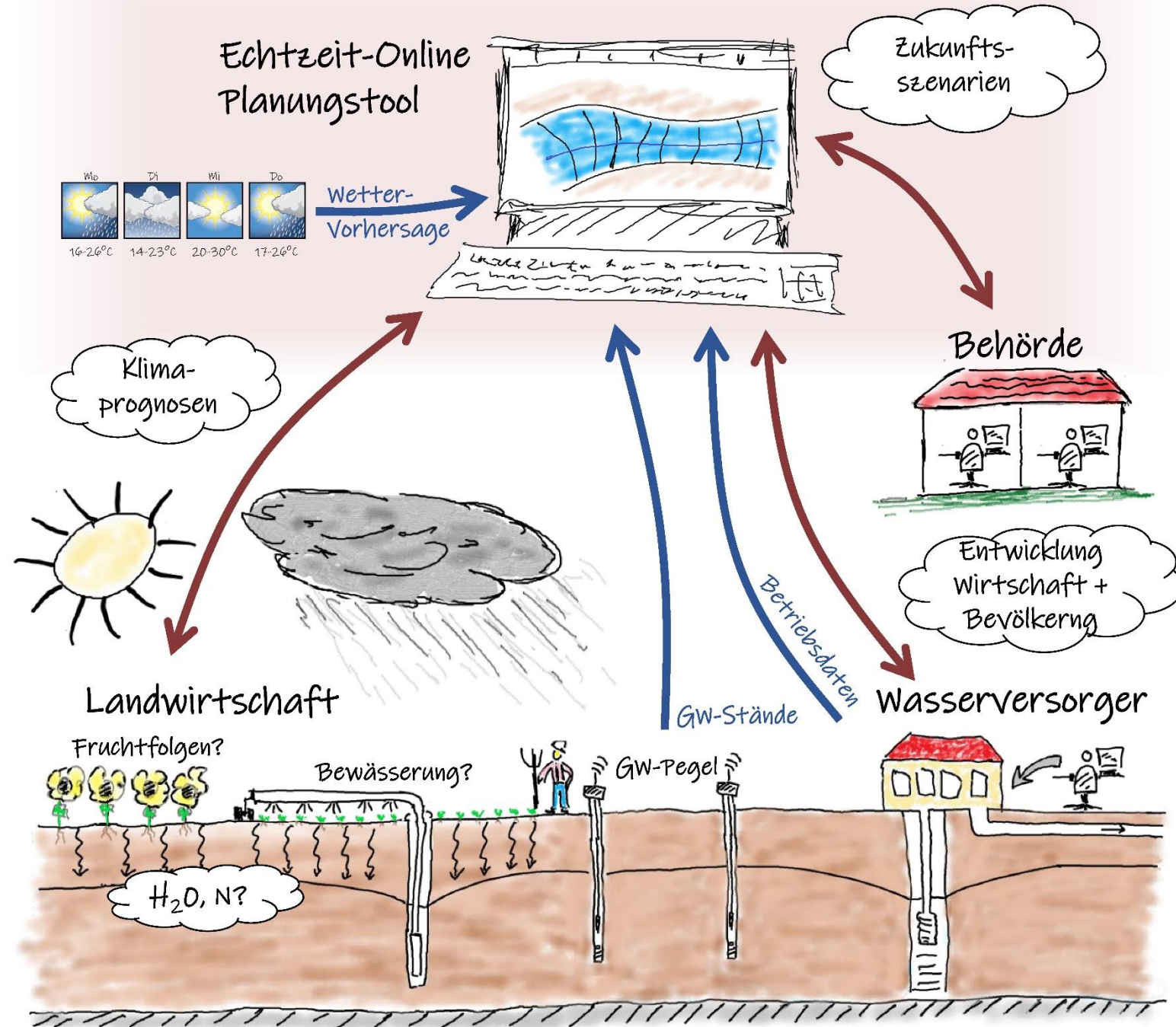
Echtzeit-Modell

- Kontinuierliche Datenaufnahme
 - GW-Stände
 - Betriebsdaten
 - Wetterdaten
 - Kontinuierliches Modell-Update durch Datenassimilation
- ⇒ Modellbasierte Grundwassergleichungen jederzeit verfügbar



AP6: Web-Interface:

- Abruf des aktuellen GW-Standes für Nutzer (Wasserversorger, Behörden,...)
- Interaktive Prognose-rechnungen als Planungstool
- Abruf von GW-Berechnungen zu Zukunftsszenarien



AP7: Kurzfristige und saisonale Optimierung der Grundwasserbewirtschaftung

- Test des Echtzeit-Online-Planungstools
 - Operationell aufgrund von 10-Tage-Vorhersage
 - Saisonal aufgrund saisonaler Wetterprognosen
 - Besonderheit der ASG: Kombination von eigener Wassergewinnung und Fernwassernutzung (BWV)
- ⇒ Saisonales „Ansparen“ des Grundwassers wäre vom Betriebsablauf möglich.
- Gibt das auch der Grundwasserleiter her?

AP5: Langfristige Managementstrategien

- Auswertung der Berechnungen für die Zukunftsszenarien
- Bei (zu erwartenden) ungünstigen Szenarien:
 - Veränderung der Infrastruktur erforderlich?
 - Veränderung der Bewirtschaftung (z.B. Fernwasserbezug)?
 - Anpassungen der Fruchtfolge in der Landwirtschaft?
 - Anpassungen der N-Düngung?
 - Konsequenzen für Behörden (Wasserrechte)?

👉 Nutzungskonflikte sind in der Zukunft zu erwarten, können aber durch transparente Entscheidungsprozesse entschärft werden.

⇒ Hierzu wollen wir rationale Entscheidungsgrundlagen schaffen.