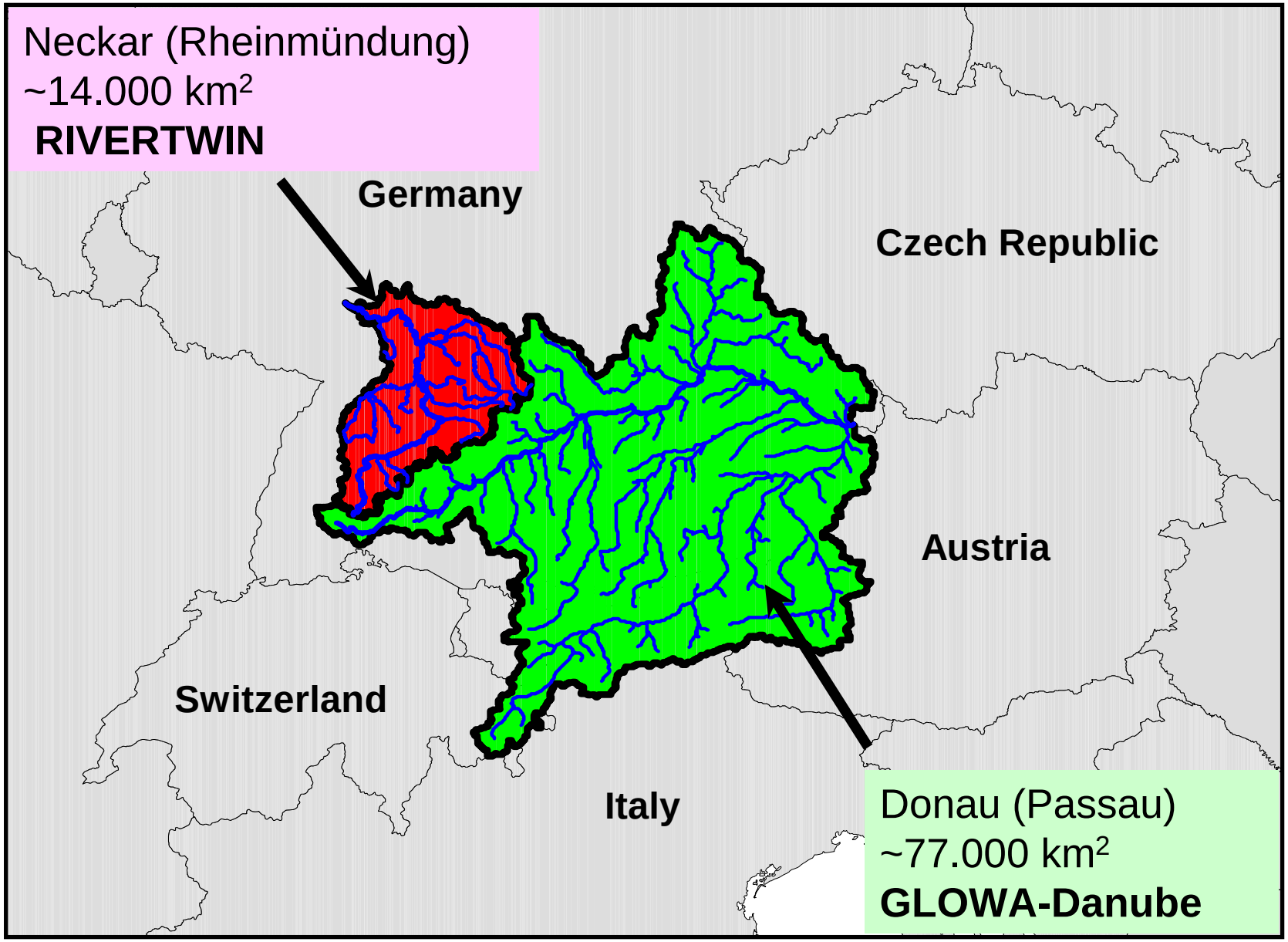
Ein Schema zur **Bewertung des quantitativen Zustandes** von Grundwasservorkommen im Rahmen von integrierten Flussgebietsmanagementsmodellen

Roland Barthel,

Jungwissenschaftlergruppe Grundwasserhydraulik und Grundwasserwirtschaft, Institut für Wasserbau, Universität Stuttgart

Projekte GLOWA-Danube (BMBF) und RIVERTWIN (EU)



GLOWA-Danube (www.glowa-danube.de): Zusammenfassung

- **Global Change Folgen im Donaueinzugsgebiet** (Wasser, Landnutzung, Landwirtschaft, Ökonomie, Tourismus ….)
- **Entscheidungs-Unterstützungs-System 'DANUBIA'**, bestehend aus 16 voll gekoppelten Einzelmodellen
- **Integrierter / Interdisziplinärer Ansatz:** 12 Gruppen aus unterschiedlichen Disziplinen (Meteorologie … Tourismusforschung)

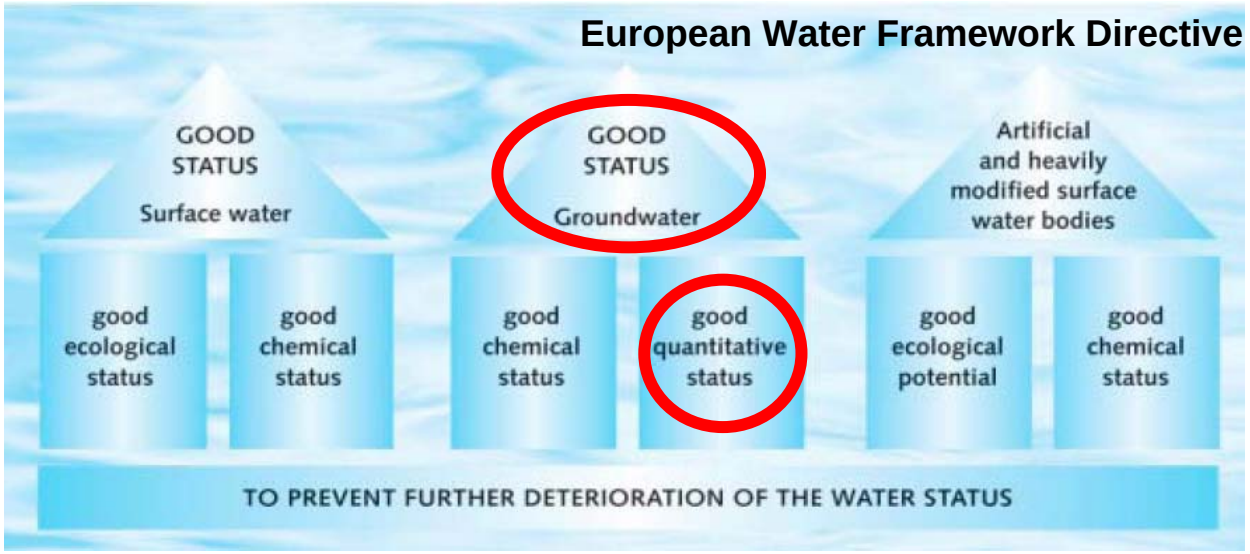
- **Teilprojekt Grundwasser und Wasserversorgung IWS Stuttgart:**
  - Grundwasserströmungsmodell und ein Modul für Nitrattransport und –Abbau im GW
  - Wasserversorgungs- und Verteilungsmodell

Inhalt

1. Motivation: Warum bewerten?
2. Problemstellung: Was und wie bewerten?
3. Lösungsansatz: Bewertungsschema in GLOWA-Danube

Warum bewerten: 1) WRRL

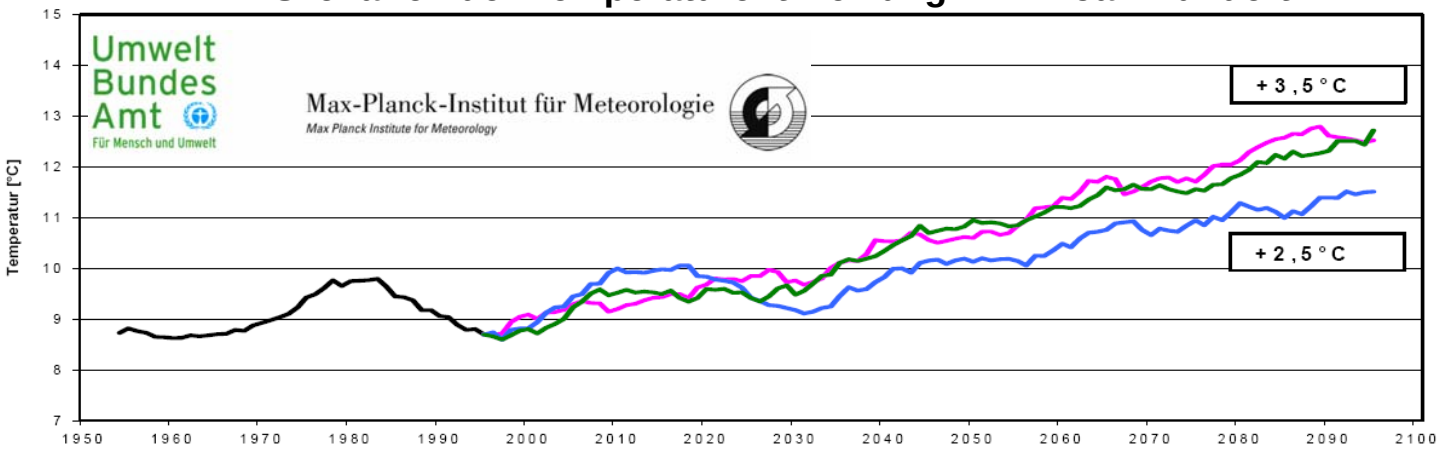
- Fordert den **quantitativen** und qualitativen Zustand von (Grund-) Wasserressourcen zu **bewerten** und zukünftige Entwicklungen zu prognostizieren:



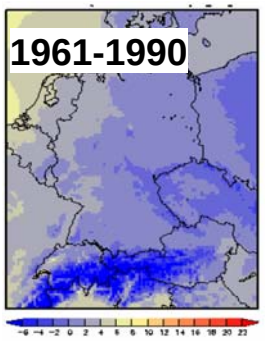
Warum bewerten: 2) Klimaprognosen

- Untersuchung und **Bewertung** der möglichen Auswirkungen auf den **quantitativen** und qualitativen Zustand von (Grund)-Wasserressourcen

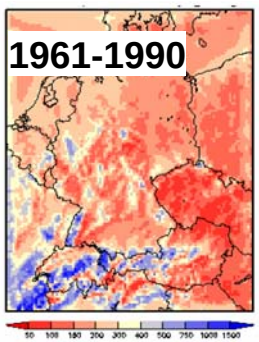
Szenarien der Temperaturentwicklung im 21. Jahrhundert

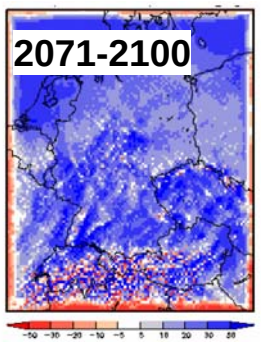


Wintertemperaturen

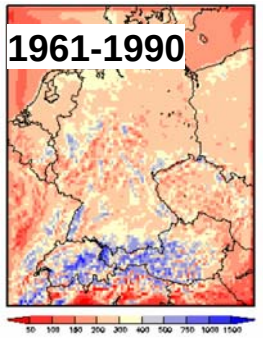


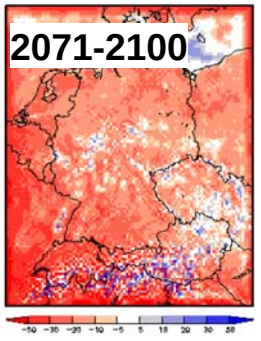
Winterniederschläge





Sommerniederschläge



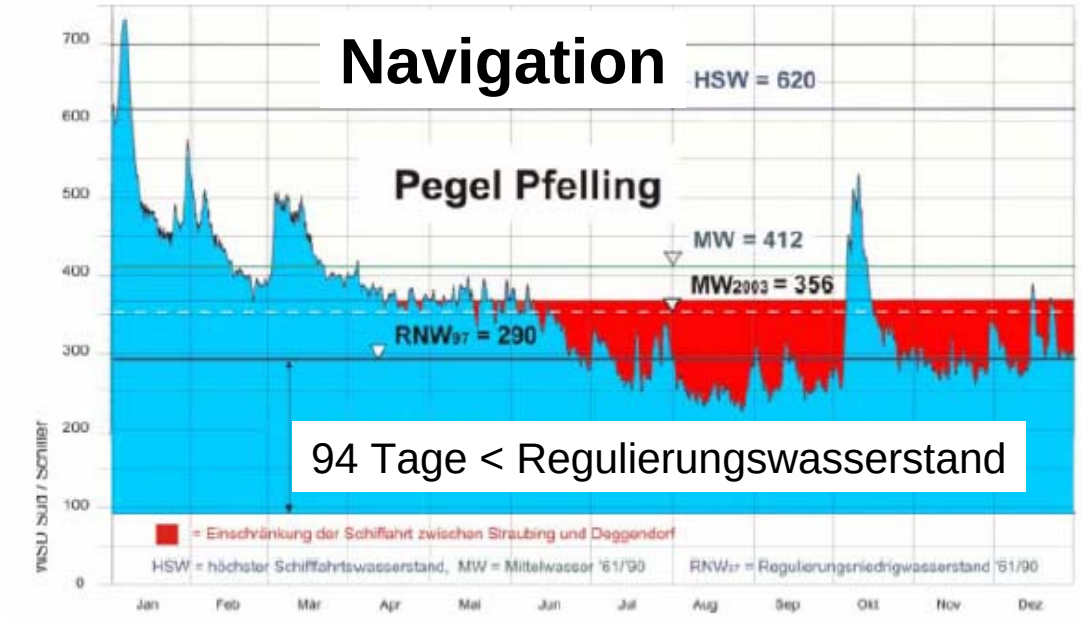


aus: Künftige Klimaänderungen in Deutschland –Regionale Projektionen für das 21. Jahrhundert, Hintergrundpapier, April 2006 (UBA, MPI)

Denkbare negative Folgen des Klimawandels für den Grundwasserhaushalt (Menge)

- Rückgang der Grundwasserspende in Trockenperioden (baseflow, **Niedrigwassersituationen**) → Ökologie, Schifffahrt, Energieerzeugung, Kühlwasser
- Wasserstress in **grundwasserabhängigen Ökosystemen**
- Verringerte Entnahmemengen für die **Wasserversorgung** (Trink-, Brauchwasser, Agrarsektor, Tourismus …)

Bekannte Auswirkungen, 2003



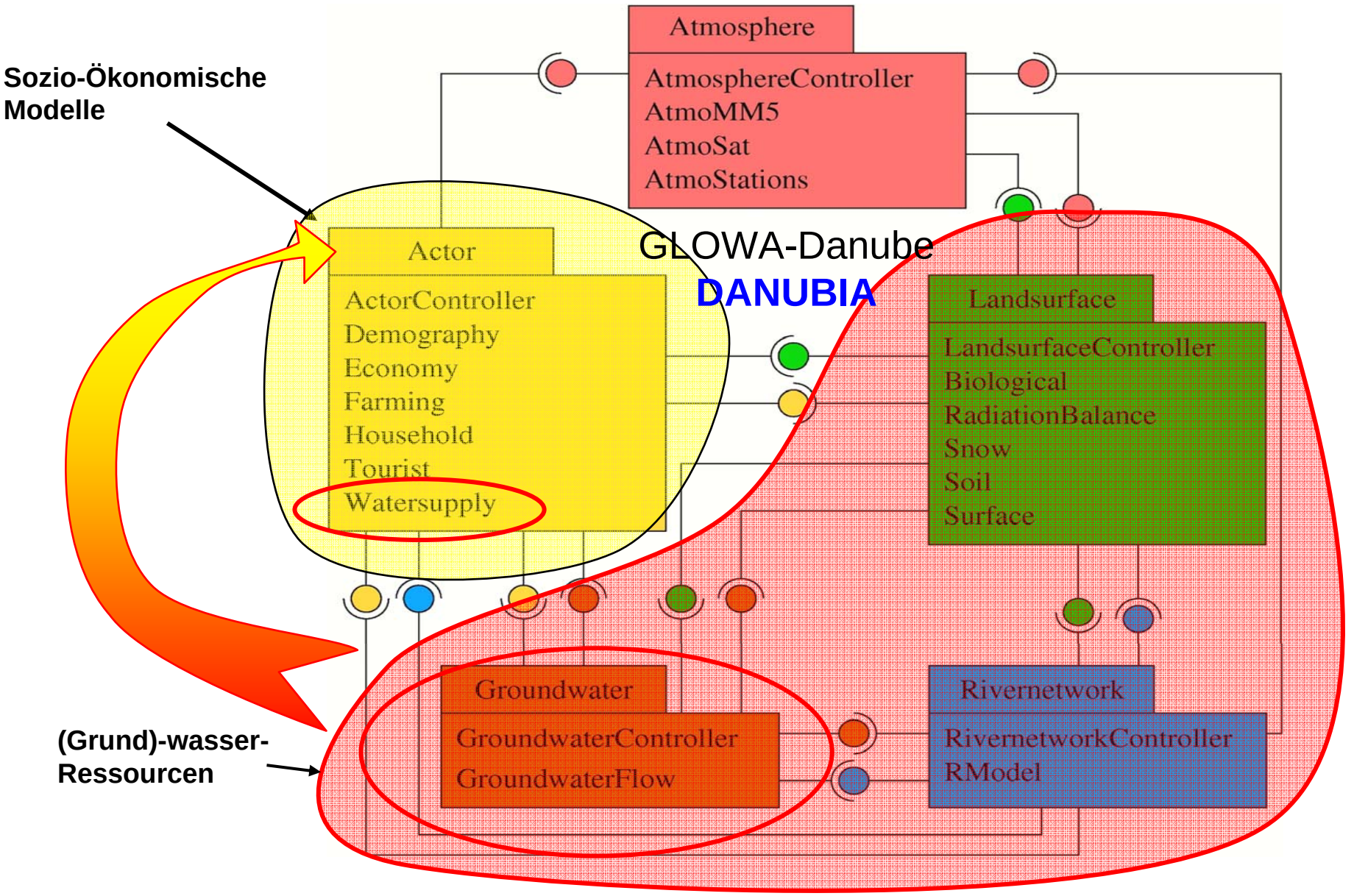
LfW Bay, 2004

Meteo Schweiz, 2004

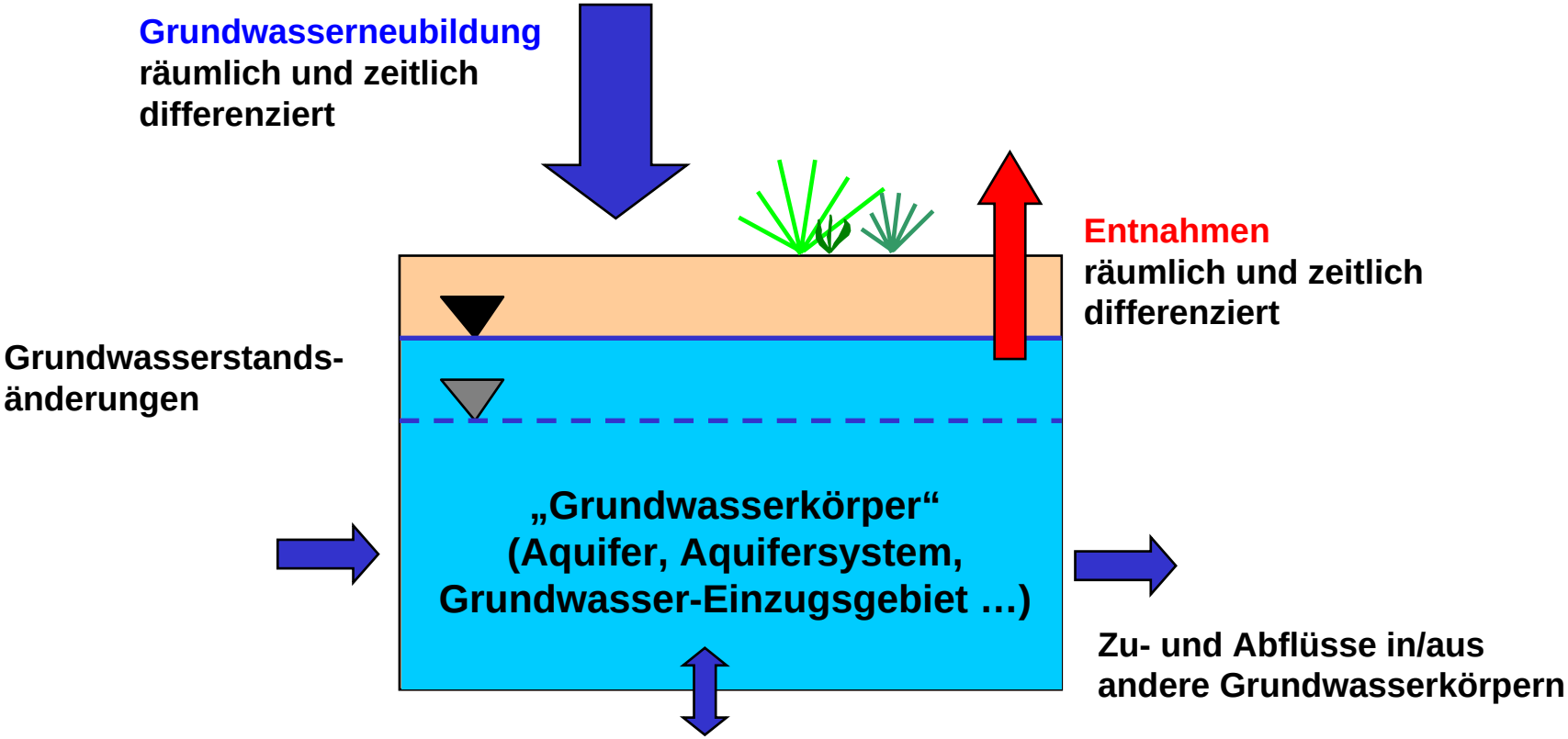
2003: Konsequenzen für die Wasserversorgung

ca. 0.1% der Bevölkerung vorübergehend betroffen

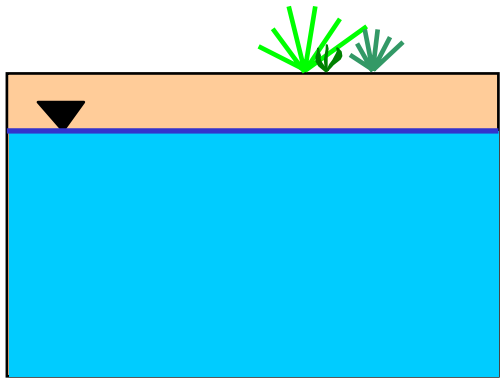
Warum bewerten: 3) Integrierte DSS



Problemstellung: Wie bewerten?



1. Wie lassen sich Grundwasserressourcen räumlich sinnvoll abgrenzen?

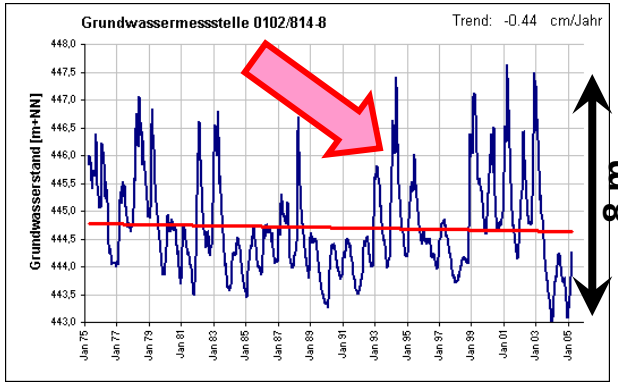


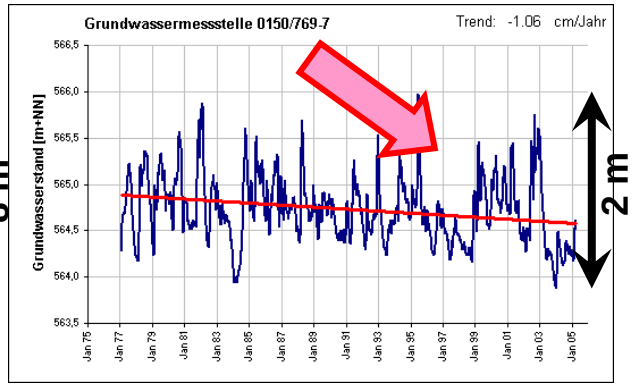
2. **Welche Indikatoren lassen Rückschlüsse auf den Zustand von Grundwasserressourcen zu?**

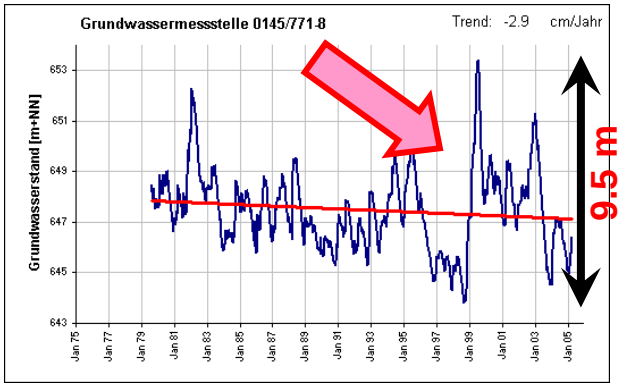
Häufig angewandte Indikatoren

- Basisabfluss (Grundwasserbürtiger Abfluss)
- Abfluss im Vorfluter
- (ökologische Indikatoren – auf der regionalen Skala nicht anwendbar)
- **Grundwasserneubildung**
- **Grundwasserstand**

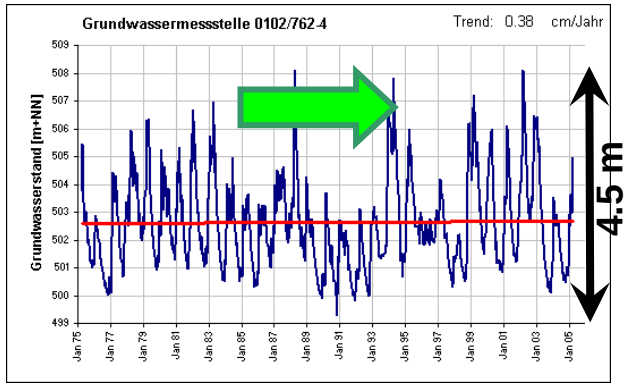
Grundwasserstände als Indikatoren: Aussagekraft

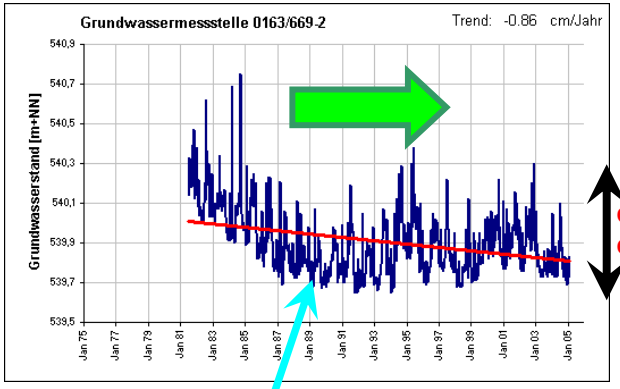


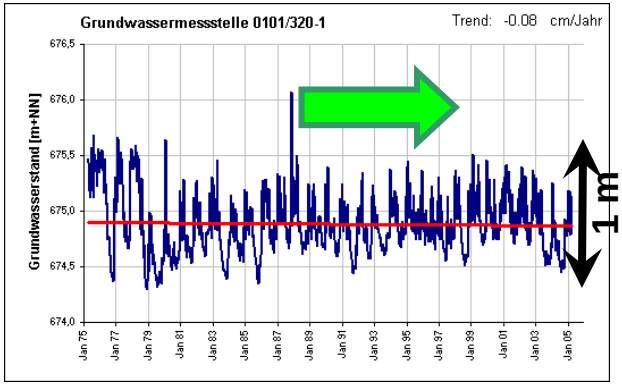


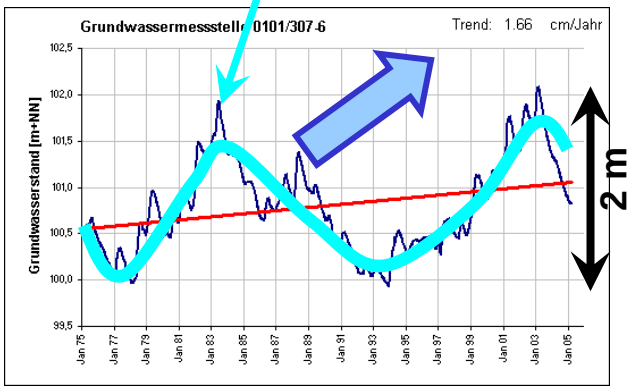


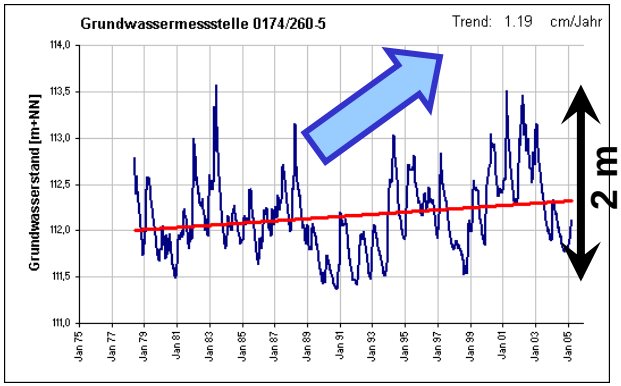
Grundwassermessstellen in Baden-Württemberg jeweils 1975 bis 2005



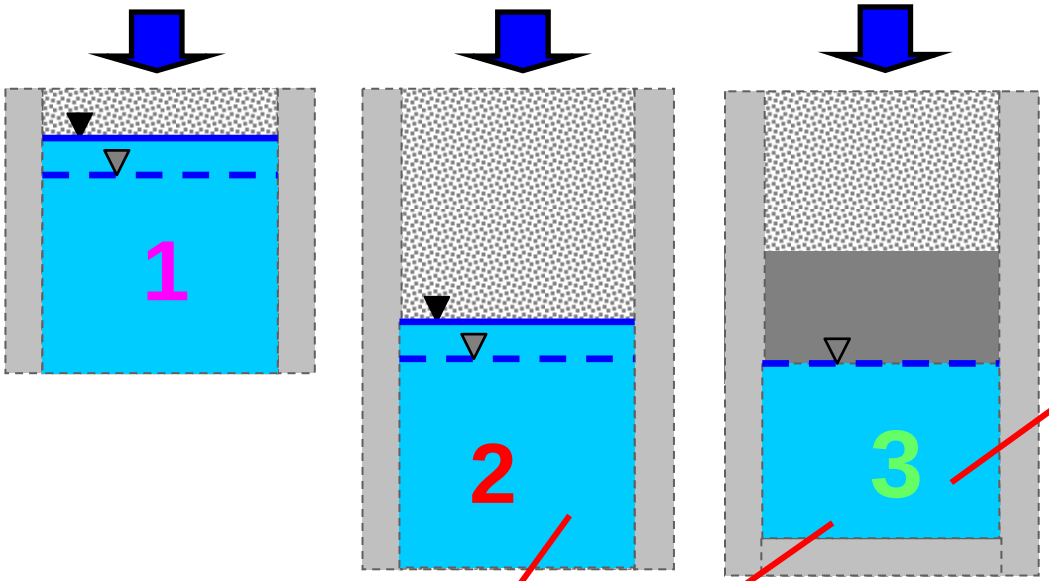






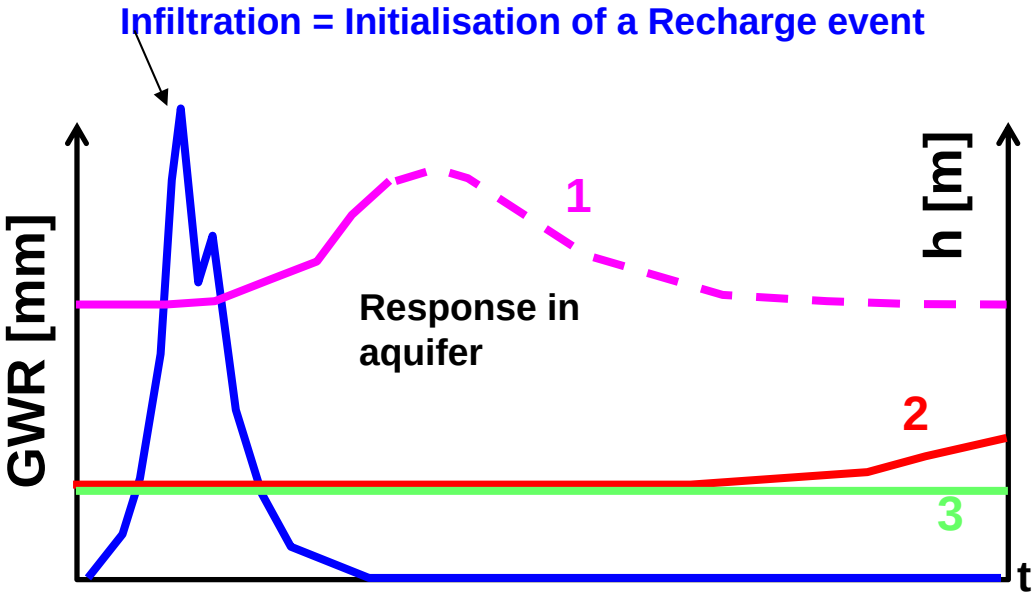


Grundwasserstände und Grundwasserneubildung

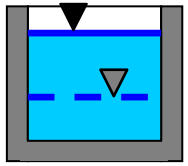


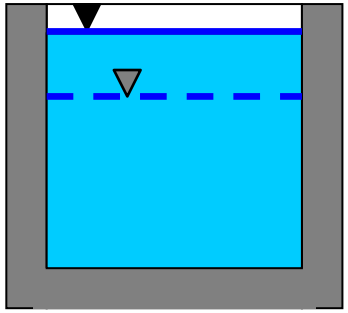
Grundwasserneubildung findet an andere Stelle statt

Grundwasserneubildung fand vor langer Zeit statt

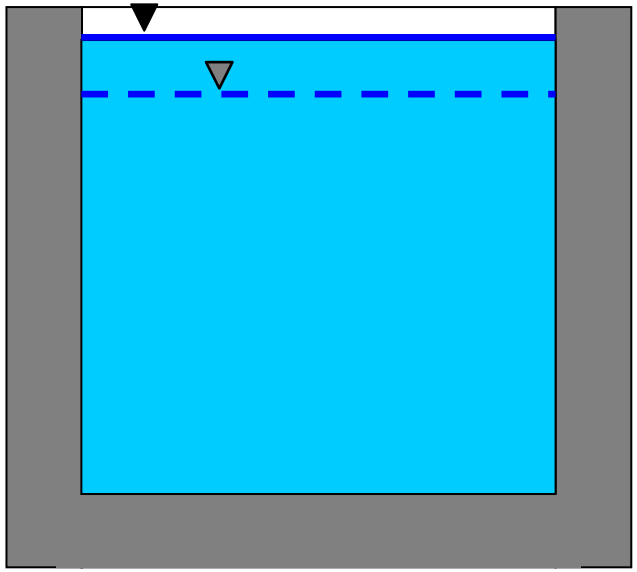


Einfluss der Aquifergeometrie auf Bewertungsverfahren und -kriterien

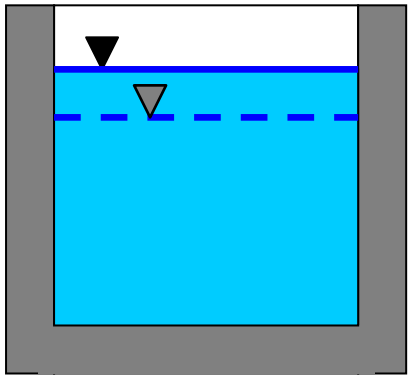


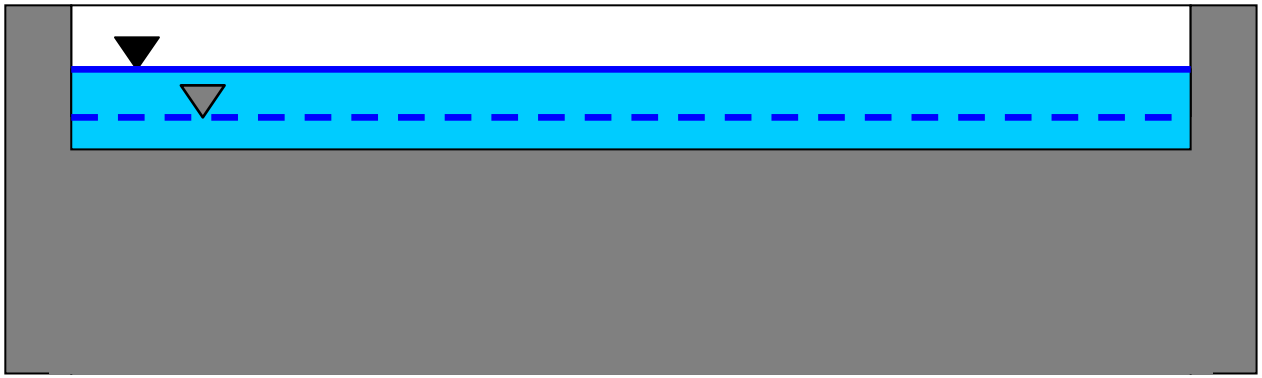


Talaquifer



usw. … …





Das bedeutet:

- **Aktuelle und lokale Werte** von Grundwasserstand und Grundwasserneubildung sind allein nicht aussagekräftig im Hinblick auf den aktuellen und zukünftigen Zustand
- Eine Prognose der zukünftigen Entwicklung auf Basis von **Trends aus der Vergangenheit** ist nicht ohne Einbeziehung standortspezifischer Faktoren möglich:
  - Aquifergeometrie
  - hydraulische Aquifereigenschaften
  - Eigenschaften des hydrogeologischen Systems

→ Expertenwissen ist erforderlich für die Interpretation!

Bewertungskonzept: GLOWA-Danube

1. Aggregierung von Messdaten (Modellergebnissen)
   a) räumlich (auf Zonen = Hydrogeological Response Units)
   b) zeitlich (auf charakteristische Reaktionszeiträume)
   c) inhaltlich (Kombination und Integration verschiedener Indikatoren)
2. Analyse aggregierter Daten
   a) Trendauswertung
   b) Gewichtung von Indikatoren (h, N, A)
3. Interpretation
   a) Klassifikation der Abweichung von Referenzzuständen
   b) Übersetzung in Bewertungskategorien

Räumlich und zeitlich aggregierte Betrachtung:

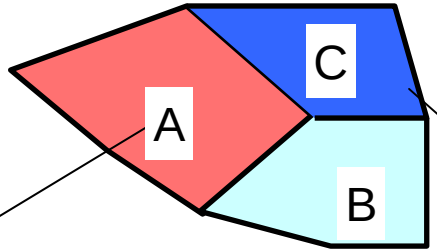
HydroGEOlogical Response Units

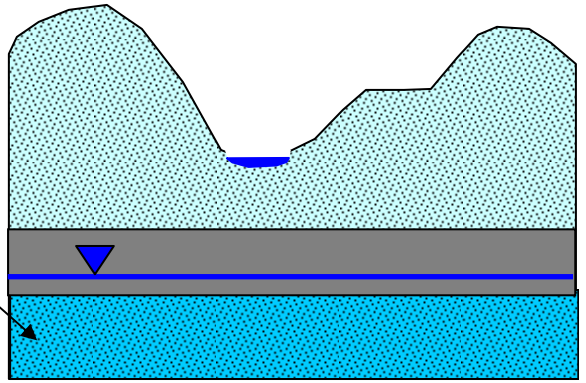
Zone A:

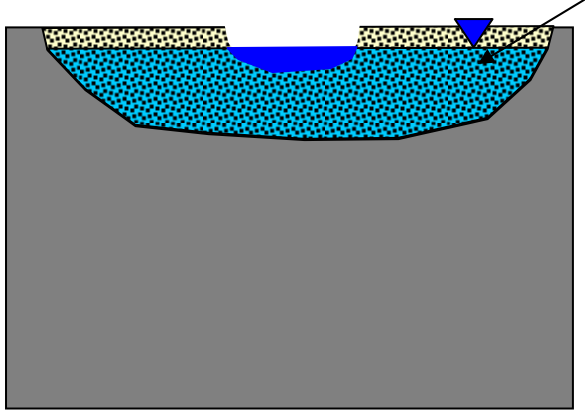
- GWN hat große Aussagekraft
- Abfluss im Vorfluter hat große Aussagekraft
- Grundwasserstand hat große Aussagekraft
- **Reaktionszeiten** sind kurz

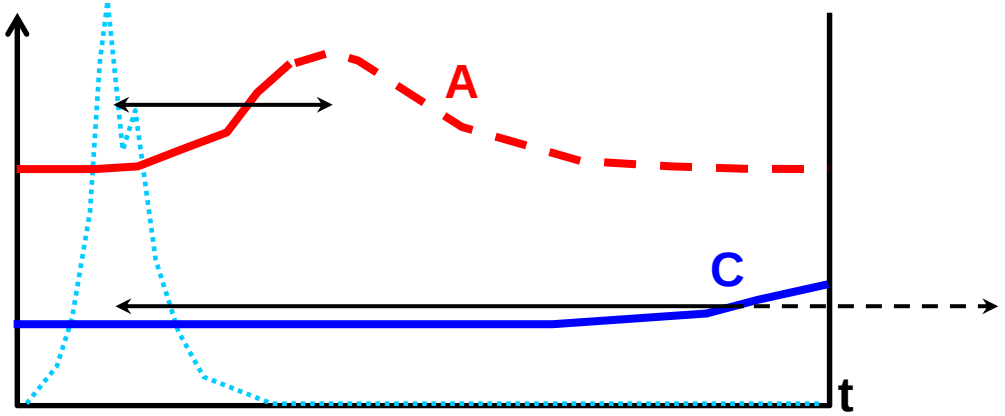
Zone C:

- GWN ist ohne direkte Bedeutung
- Abfluss ist ohne direkte Bedeutung
- nur Grundwasserstand hat große Aussagekraft
- **Reaktionszeiten** sind lang



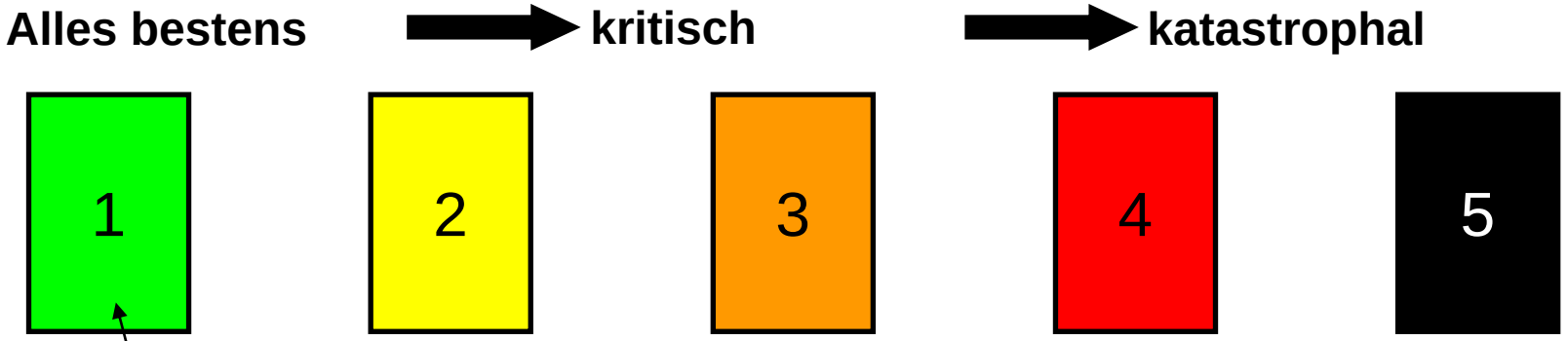






Inhaltliche Aggregierung und Interpretation

Übersetzung von naturwissenschaftlichen Größen in Indikatoren: „Flaggen“



Grundwasserstand
Grundwasserneubildung
Abfluss im Vorfluter

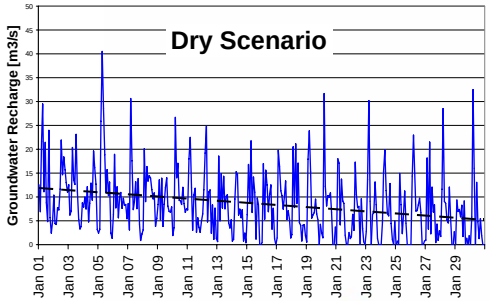
räumlich aggregiert
gewichtet

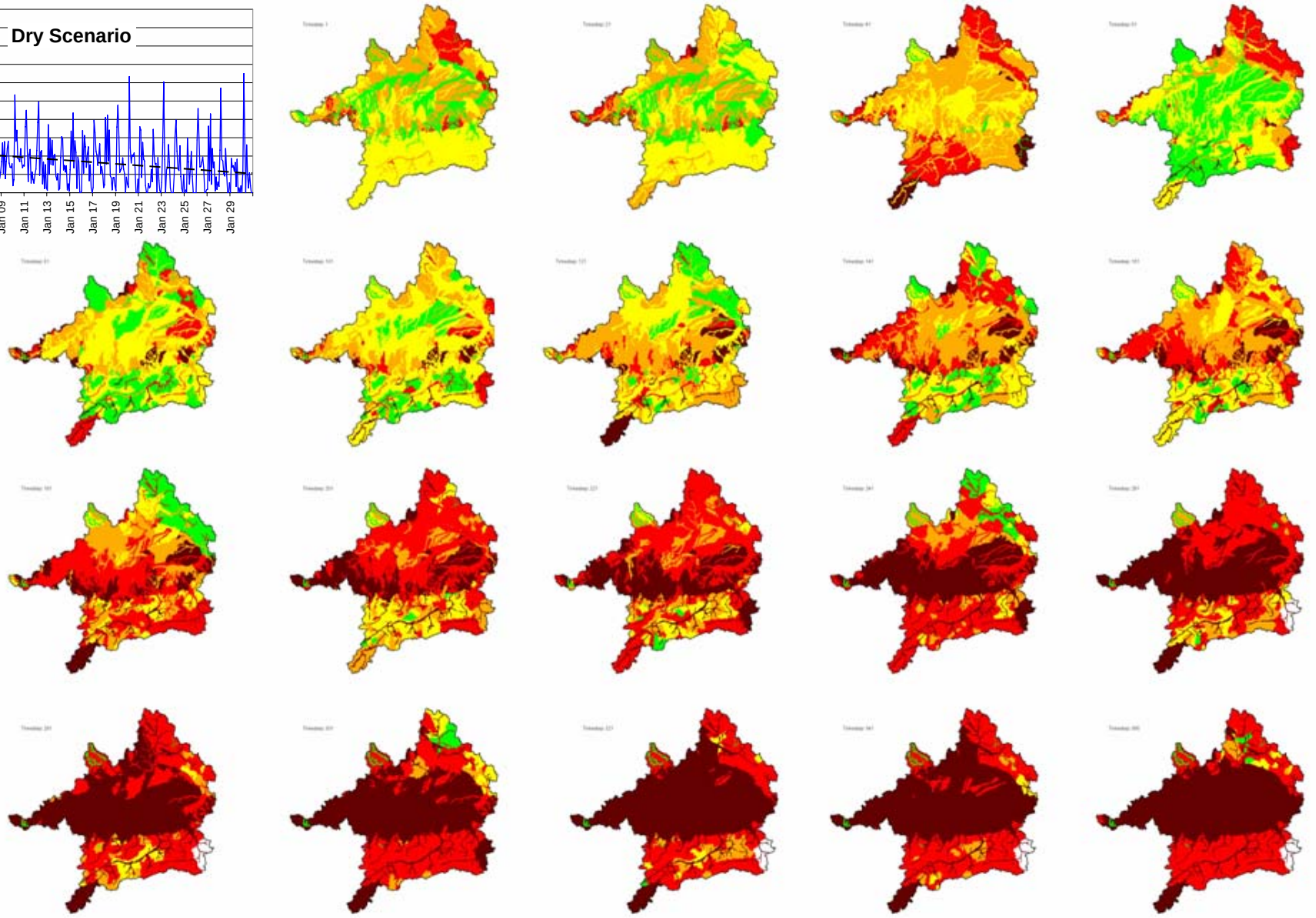
charakteristische
Reaktionszeiten

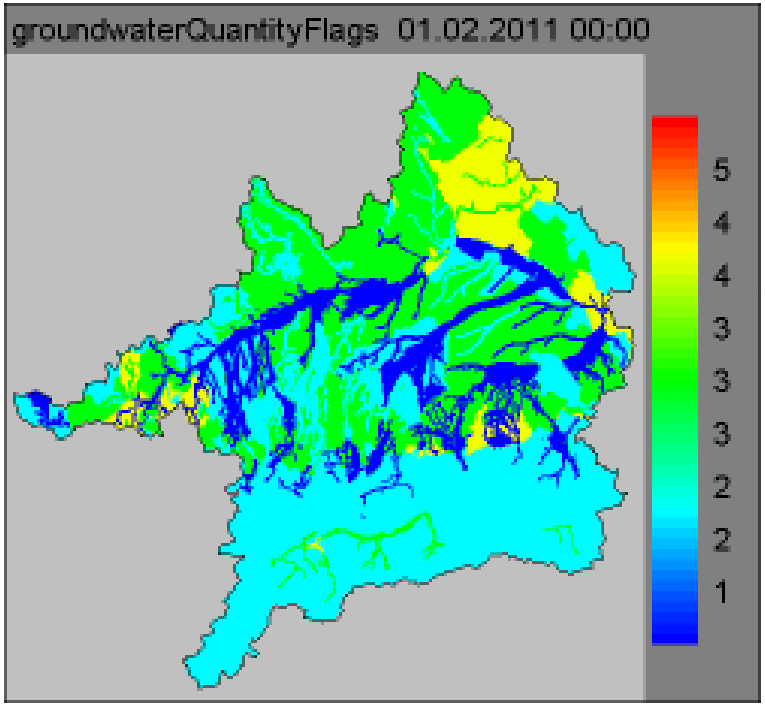
- Vergleich der Entwicklung
  - von Grundwasserneubildung
  - Grundwasserstand
  - Abfluss im Gerinne

$$\overline{GWR_Z} = \frac{1}{P_{GWRZ}} \sum_{T=T_{act}-P_{GWRz}}^{T_{act}} \sum_{C=1}^{NZ} GWR_{T,C}$$

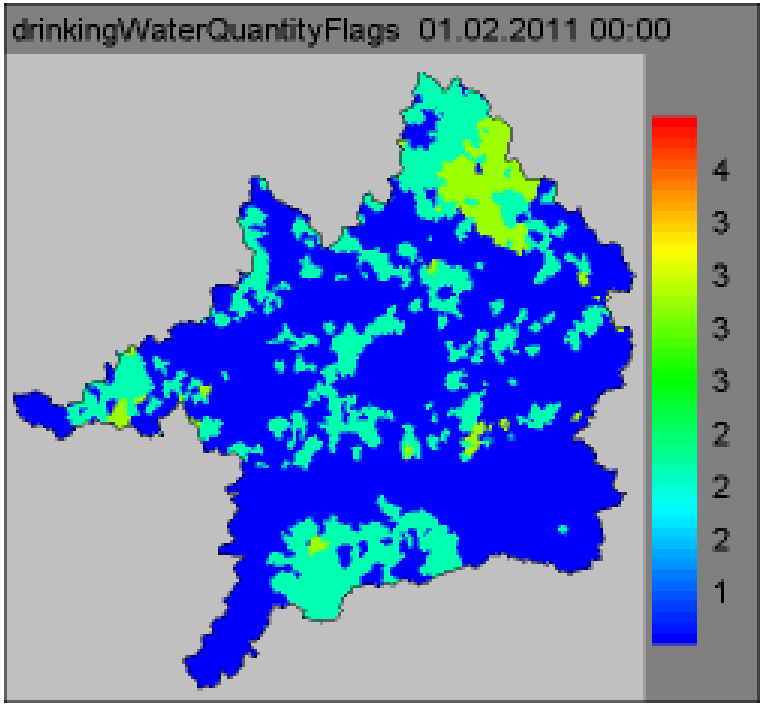
- für einen charakteristischen Beobachtungszeitraum („Reaktionszeit“)
- mit der Entwicklung in einer Referenzperiode
- mit einer Gewichtung des Einfluss der verschieden Größen
- in Abhängigkeit von den charakteristischen Eigenschaften der Zone


Dry Scenario
Groundwater Recharge [m3/s]
0
5
10
15
20
25
30
35
40
45
50
Jan 01
Jan 03
Jan 05
Jan 07
Jan 09
Jan 11
Jan 13
Jan 15
Jan 17
Jan 19
Jan 21
Jan 23
Jan 25
Jan 27
Jan 29

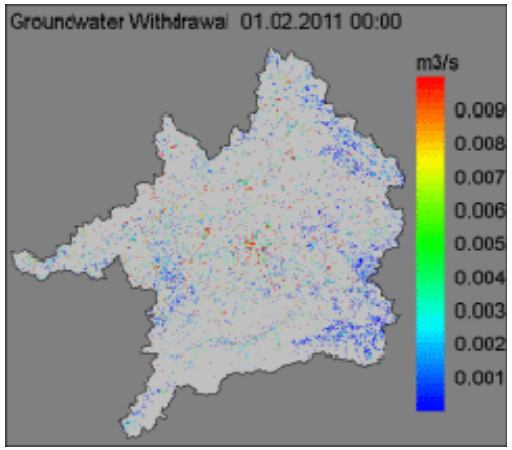




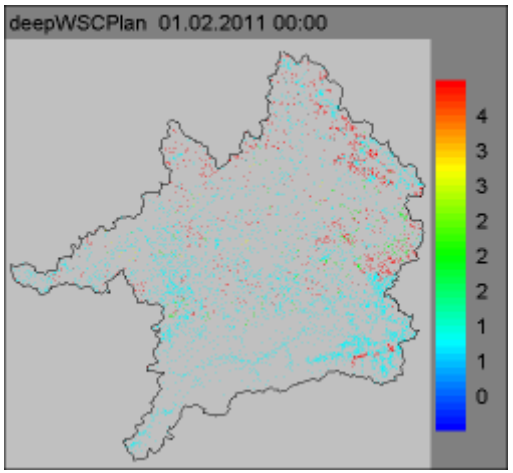
GroundwaterQuantityFlag



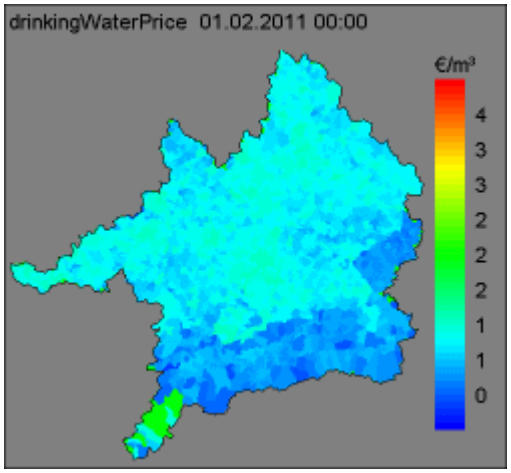
DrinkingWaterQuantityFlag



GroundwaterWithdrawal



WatersupplyPlan



WaterPrice

Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit!

Roland Barthel,

roland.barthel@iws.uni-stuttgart.de