

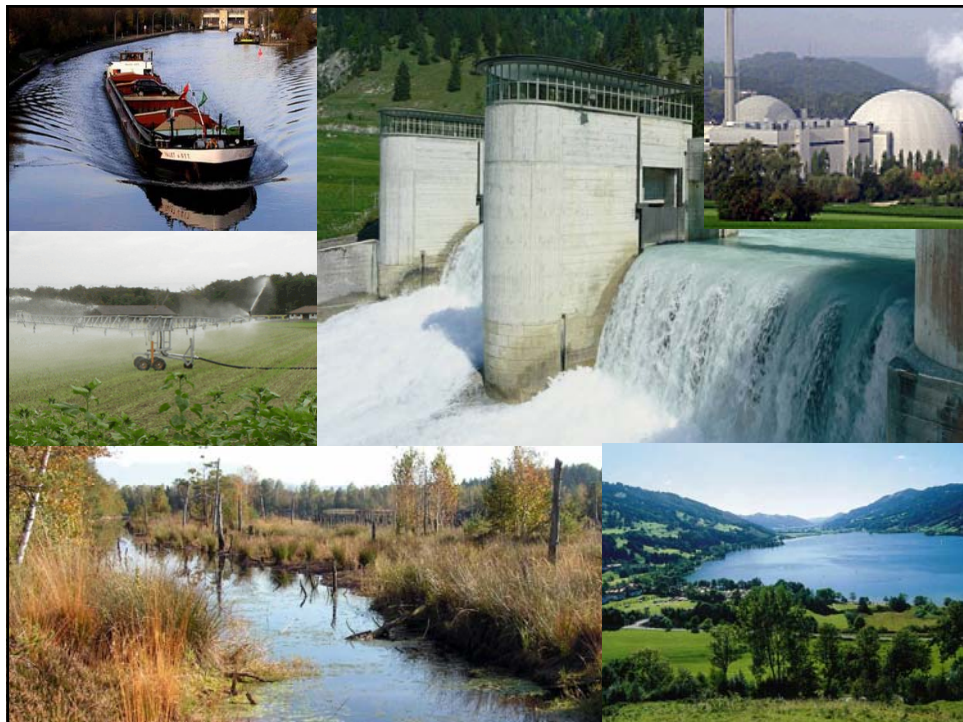
Beiträge der Wissenschaft zum Integrierten Wasserressourcenmanagement - Projektbeispiele aus Mitteleuropa, Westafrika und Zentralasien

Dr. Roland Barthel,
Jungwissenschaftlergruppe Grundwasserhydraulik und Grundwasserwirtschaft,
Institut für Wasserbau, Universität Stuttgart



Übersicht

1. Integriertes Wasserressourcenmanagement (IWRM): Motivation und aktuelle Bestrebungen
2. Die integrierten Projekte GLOWA-Danube (BMBF) und RIVERTWIN (EU)
3. Ausgewählte wissenschaftliche Aspekte aus den Projekten:
 - **Benin:** Identifikation von Problemen und Optionen – Nutzen und Grenzen von Beiträgen der Wissenschaft
 - **Donaueinzugsgebiet:** Auswirkungen des Klimawandels auf die Wasserversorgung; Bewertungskonzepte und Informationsaustausch an der Schnittstelle Grundwasser – Sozioökonomie





Usbekistan, Aralsee, Baumwollproduktion

KAZAKHSTAN

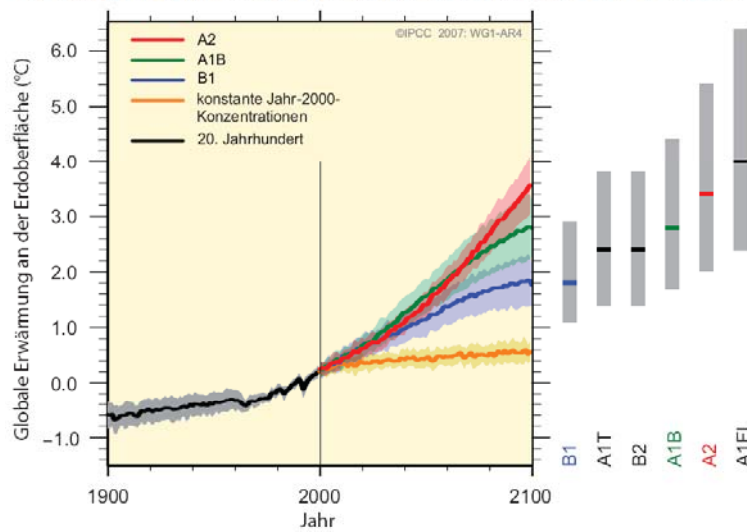
UZBEKISTAN

TURKMENISTAN

Barthel Siegen, 29. Juni 2009 6

Integration - Klimawandel

MULTIMODELL-MITTEL UND GESCHÄTZTE BANDBREITEN FÜR DIE ERWÄRMUNG AN DER ERDOBERFLÄCHE



A2: Wirtschaftsorientiert – Hohes Wachstum, Regionalisierte Wirtschaftsentwicklung
A1T: Wirtschaftsorientiert – Hohes Wachstum, Globalisierte Wirtschaftsentwicklung, Abkehr von fossilen Brennstoffen
B1: Umweltorientiert- Globale Nachhaltigkeit

Barthel

Siegen, 29. Juni 2009

8

Anforderungen an Praxis und Wissenschaft

• Integrierte Problemlösungen

– technisch-ökonomisch:

- Ziel: Planung, Umsetzung und Kontrolle von technischen Maßnahmen

– politisch, sozial, ökologisch:

- Ziel: Abgleich verschiedener Interessen

• wissenschaftlich:

- Ziel: Bestmögliche, umfassende Gesamtbeschreibung natürlicher, technischer und sozialer Systeme

Barthel

Siegen, 29. Juni 2009

9



funded by the
European commission







Federal Ministry
of Education
and Research
bmb+f

2. Die integrierten Forschungsprojekte GLOWA-Danube und RIVERTWIN

Antworten der Wissenschaft auf die Anforderungen der Integration

Barthel
Siegen, 29. Juni 2009
10

Global Change and the Hydrological Cycle – GLOWA www.glowa.org


German Collaboration in Global Change Research

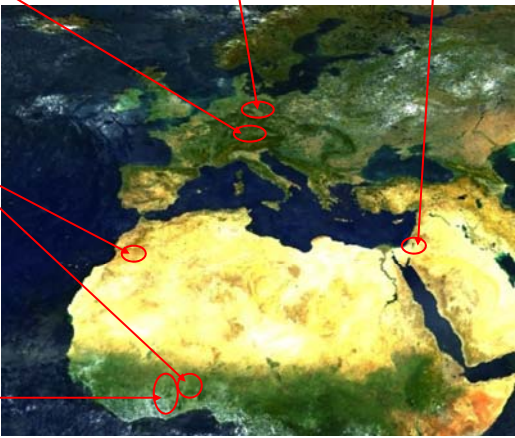
GLOWA-Danube
Integrative Techniques,
Scenarios and Strategies for
the Water Cycle in the
Danube Watershed

GLOWA-Elbe
Global Change Impact on En-
vironment and Society in the
Elbe Region

GLOWA-Jordan
Global Change and the
Integrative Water Resources
Management in Arid Regions

IMPETUS
An Integrated Approach to
The Efficient Management of
Scarce Water Ressources in
West Africa

GLOWA-Volta
Sustainable Water Use, Chan-
ging Land Use, Rainfall
Reliability and Water Demands
in the Volta



Barthel
Siegen, 29. Juni 2009
11

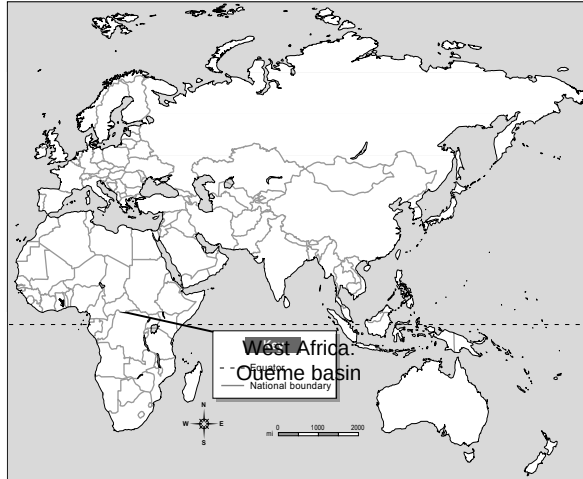


77.000 km²

- **Global Change-Auswirkungen auf den Wasserkreislauf im Donaueinzugsgebiet**
- **Voll gekoppeltes Entscheidungs-Unterstützungs-System 'DANUBIA'**
- **Integrierter / Interdisziplinärer Ansatz:** 12 Gruppen aus unterschiedlichen Disziplinen
- **Teilprojekt Grundwasser und Wasserversorgung IWS Stuttgart:**
 - Grundwasserströmungsmodell und ein Modul für Stickstofftransport und –Abbau im Grundwasser
 - Agentenbasiertes Modell der Wasserversorgung
 - Human Capacity Building (im Rahmen des internationalen Studiengangs WAREM)

EU-FP6 Twinning Projekte:

→ Übertragung der Prinzipien der EU-WRRL auf andere Kontinente,



- 13 Partner aus 6 Ländern
- GIS basiertes integriertes Modell „MOSDEW“
- Aufgaben des IWS Stuttgart (Bardossy, Barthel)
 - Klimamodellierung, Hydrologische Modellierung
 - Grundwasserressourcen-Bewertung, Grundwassermodellierung

3. Ausgewählte Aspekte: a) Rivertwin - Benin



Aus: Göttinger, Diss., Uni Stuttgart, IWS, 2007

Benin in 2007 auf **Rang 163** (von 177) des Human Development Indexes (HDI).
 Mittlere Lebenserwartung: 55,4 J,
 Analphabetenrate: 65,3 %, Anteil der Bevölkerung mit Zugang zu sauberem Trinkwasser: 67 %, Geburtenrate: 5,9 ...

UNDP: http://hdrstats.undp.org/countries/data_sheets/cty_ds_BEN.html



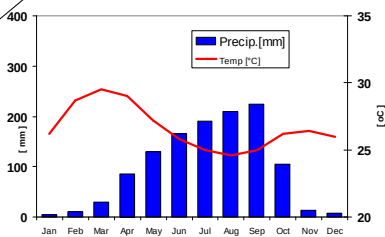
Relief und Klima



Diss. El Fahem, Univ. Bonn, 2008

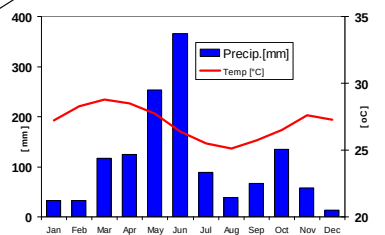
Eine Regenzeit: ~ 1000 – 1200 mm/a

Parakou

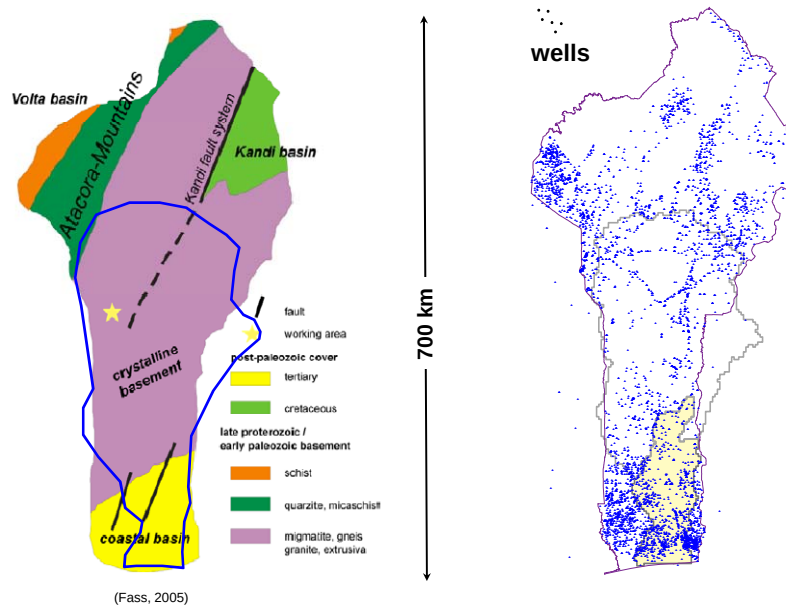


Zwei Regenzeiten: ~ 1000 – 1500 mm/a

Cotonou



Geologie – Hydrogeologie, Grundwasserentnahmen

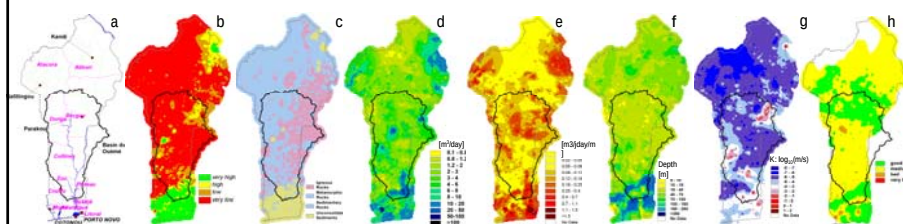


Barthel

Siegen, 29. Juni 2009

18

Regionalisierung von Grundwasserdaten

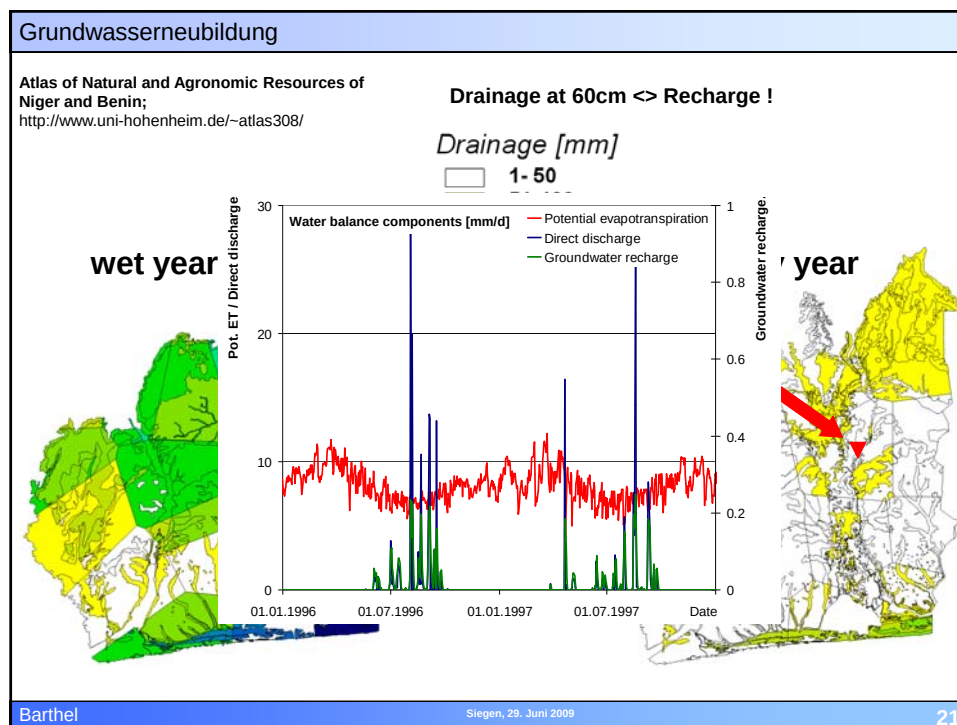
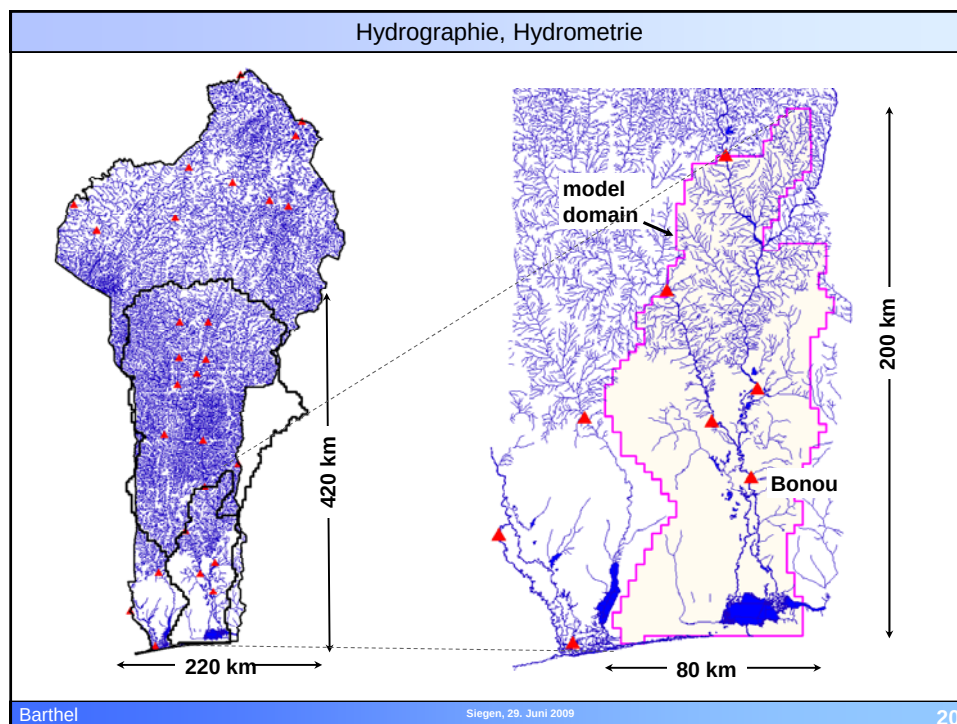


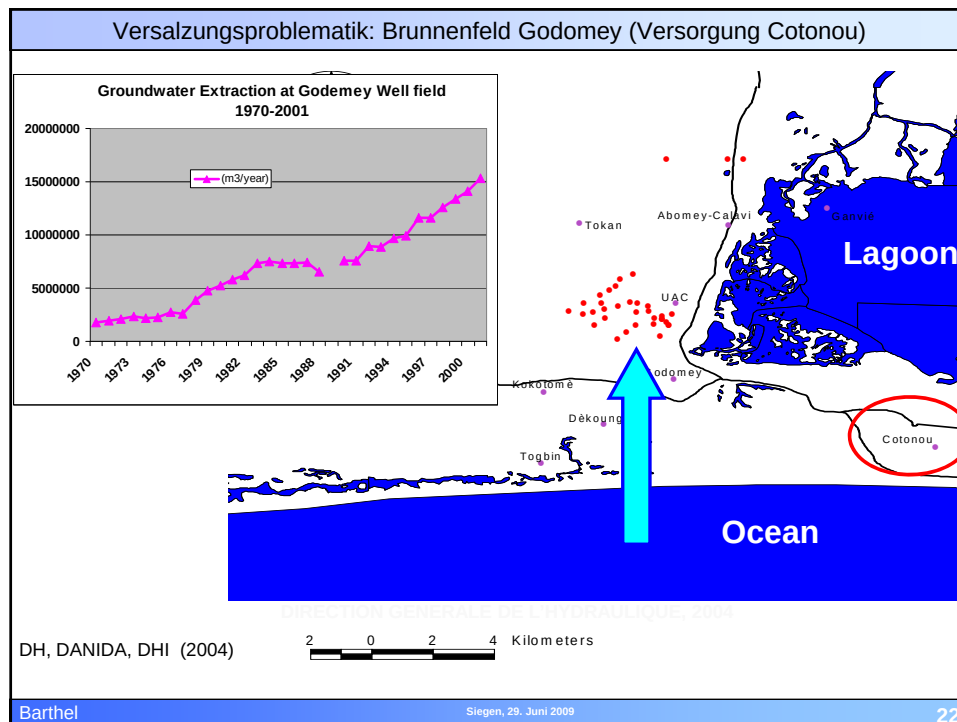
Barthel, R., Sonneveld, B.G.J.S., Göttinger, J., Keyzer, M.A., Pande, S., Printz, A. & Gaiser, T. (2009): Integrated Assessment of Groundwater Resources in the Ouémé Basin, Benin, West Africa. - *Physics and Chemistry of the Earth* 34 (2009) 236–250 (doi:10.1016/j.pce.2008.04.001)

Barthel

Siegen, 29. Juni 2009

19





Zusammenfassung: Wasserdargebot	
Wasser aus Niederschlag, Oberflächenwasser: – Stark saisonal schwankend – Natürliche Speicher: kaum vorhanden (Sumpfbereiche, Brackwasser) Grundwasser: – Regional stark variierende hydrogeologische Bedingungen – Süden: gute Bedingungen für lokale Entnahmen, Versalzungsproblematik im Küstenbereich – Norden: schlechte Bedingungen, sehr geringe Entnahmeraten – saisonale Schwankungen – Neubildung: stark variabel, tatsächliche Neubildungsraten kaum bekannt	
Barthel	23

Wasserversorgung, - Gewinnung und -Verteilung

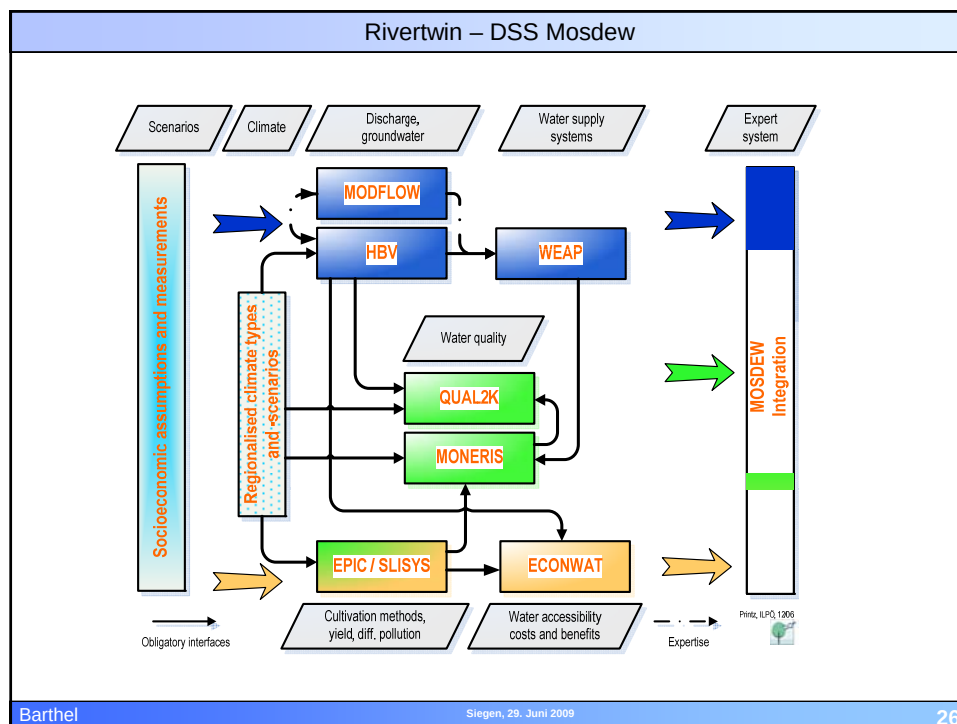


Year	Trinkwasser			
	URBAN	RURAL	URBAN	RURAL
1992	37	37	48	6
1996	74	54	45	5
1999	49	52	53	9

Quellen: Census, 1992; Demographic and Health Survey, 1996; WHO, 2000

Wesentliche Fragestellungen und Probleme der Wasserwirtschaft

- Schlechter Zugang zu hygienisch einwandfreiem Wasser
 - Schlechter Zugang zu Wasser insgesamt
 - Schlechte hygienische Verhältnisse im Bereich der Wasserfassungen
- Saisonale Dargebotsschwankungen
- Kaum Speichermöglichkeiten
- Risiko der Versalzung in Küstenbereichen bei fortgesetzt hoher Grundwasserentnahme
- Nachhaltigkeit von Grundwasserentnahmen unbekannt – fehlendes Monitoring, Altersdatierungen
- Deutliche Signale für eine Verschlechterung der Situation in der Zukunft (Demographie, Klimawandel)
- Kaum Bewässerung
- Keine Wasserkraft

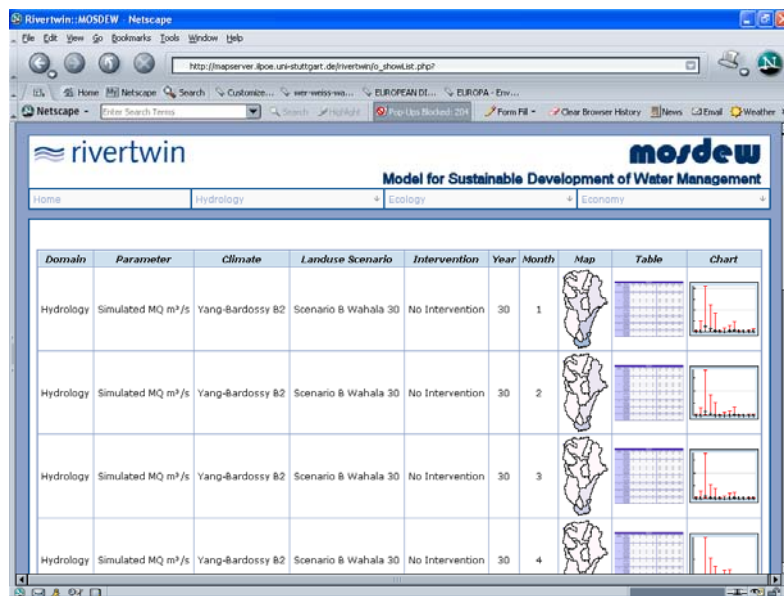


MOSDEW: Web-Interface - Szenarienzusammenstellung

The screenshot shows the MOSDEW web interface in a Netscape browser. The URL is <http://mapserver.ilpoe.uni-stuttgart.de/rivertwin/index.php>. The interface includes a navigation bar with tabs for Home, Hydrology, Ecology, and Economy. The main content area is titled "Hydrology = Discharge, groundwater = Simulated MQ m³/s". It features a table for "Land use scenarios" and "Interventions" with columns for "Y-0", "T1 (2003)", "T2 (2013)", and "T3 (1999)". The table lists various scenarios and interventions, with checkboxes for selection. A "Date" field is also present.

Barthel
Siegen, 29. Juni 2009
27

MOSDEW: Web-Interface - Ergebnisse

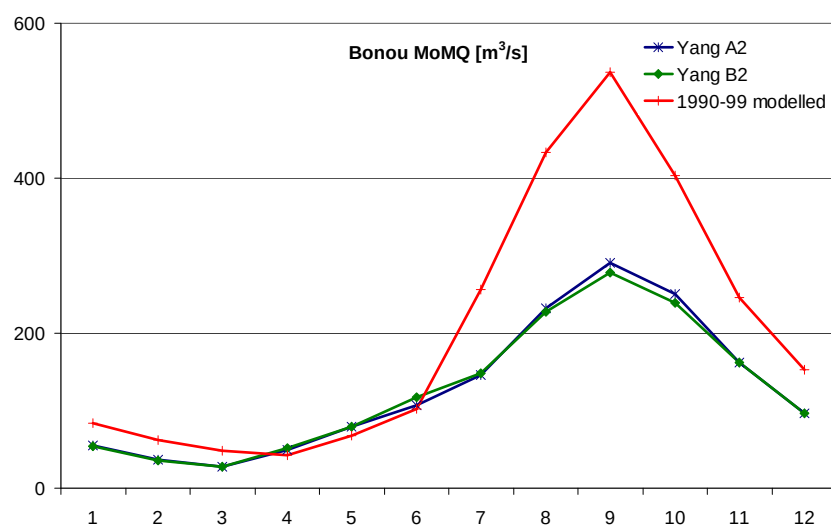


Barthel

Siegen, 29. Juni 2009

28

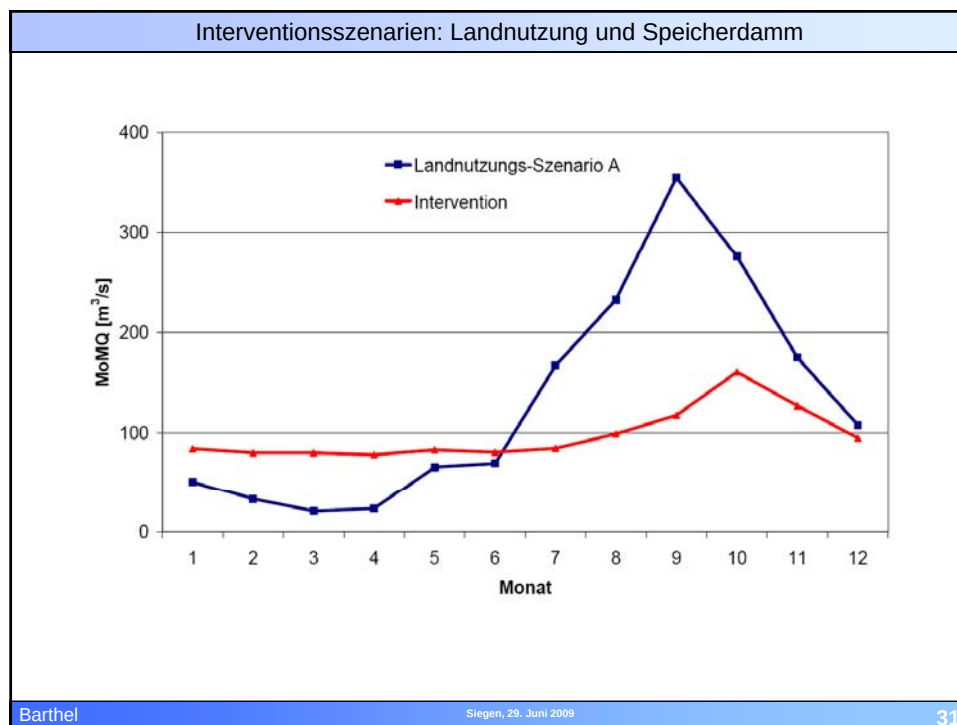
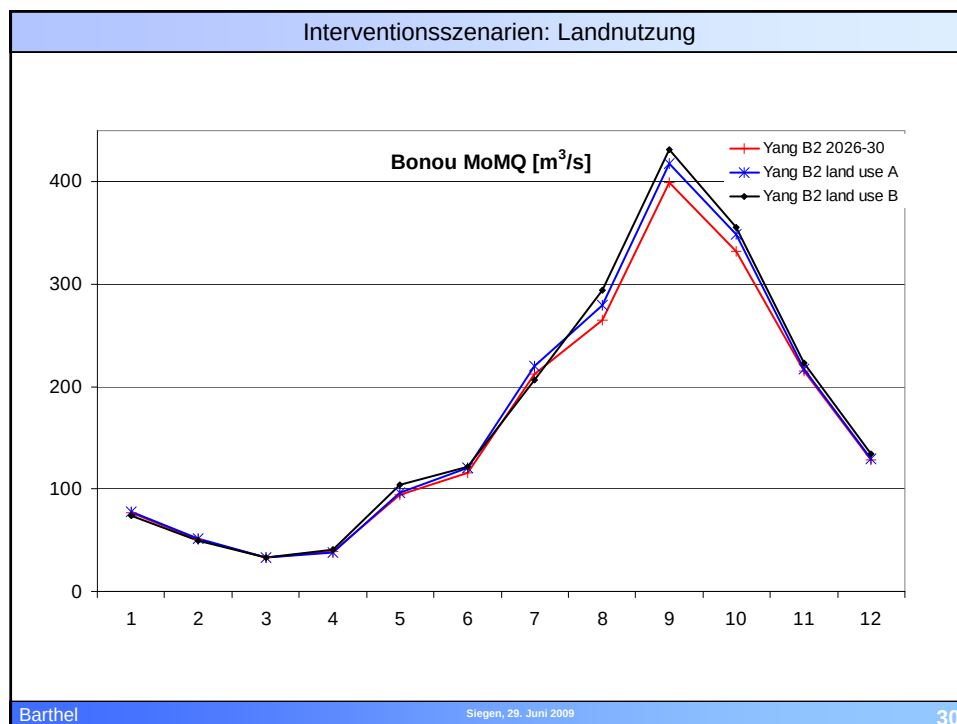
Klimaszenarien

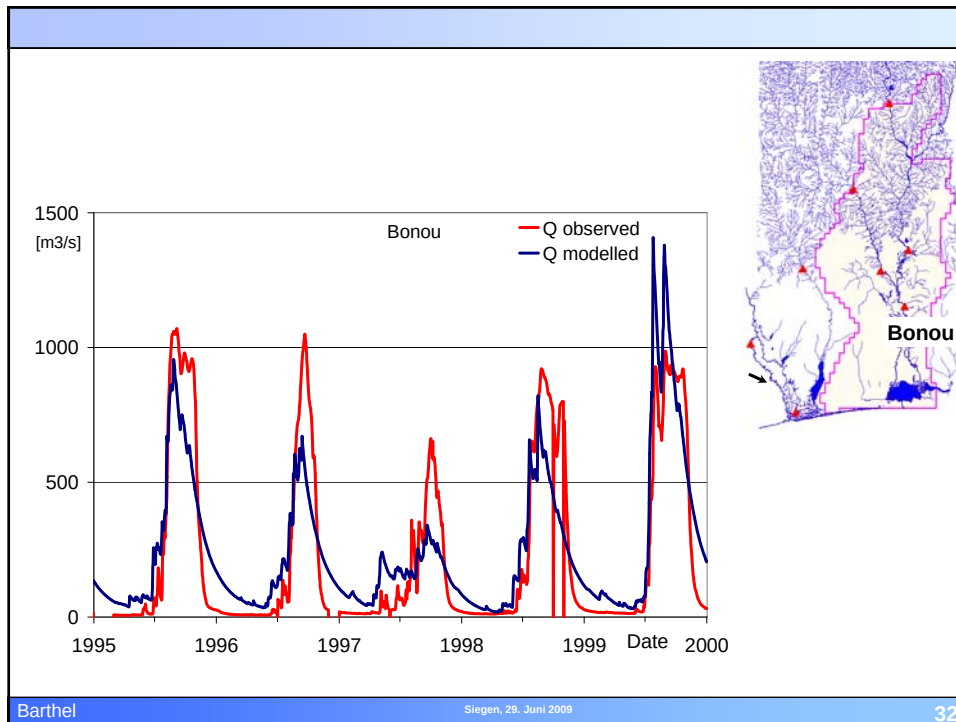


Barthel

Siegen, 29. Juni 2009

29





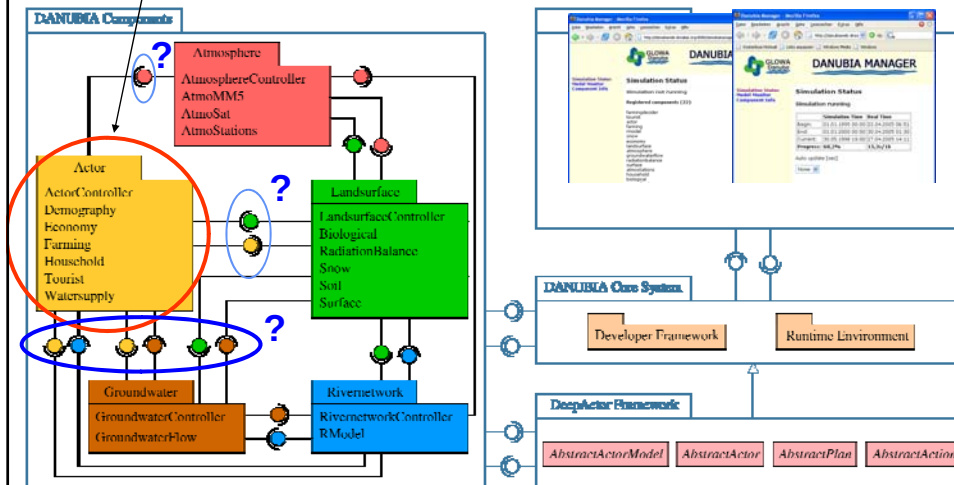
Fazit: Rivertwin - Benin

- Rivertwin bietet ein Managementtool für Entscheidungen auf höherer administrativer Ebene für die integrierte **regionale, langfristige** Planung (EUWI: WWRL → andere Kontinente)
- Drängende Probleme sind aber häufig lokaler Natur (z.B. Schaffung lokaler Speichermöglichkeiten)
- Die Unsicherheiten der beteiligten Regionalmodelle sind erheblich, da verlässliche Daten und Prozessverständnis fehlen z.B.:
 - Grundwasserstands- und -qualitäts- Zeitreihen (Alternative: Altersstruktur)
 - Verständnis der Grundwasser-Oberflächenwasserinteraktion; Grundwasserneubildung
- Aber:
 - Integrierte Modelle (Kopplung, interdisziplinäre Arbeit) schaffen erst das Verständnis für Zusammenhänge und für Problemlösungen
- Empfehlung:
 - Datenbasis verbessern
 - Bestehende Erkenntnisse besser nutzen

3b) GLOWA-Danube: Schnittstelle Grundwasser– Sozioökonomie

Sozioökonomische Modelle:

Demographie, Ökonomie, Landwirtschaft, Haushalte, Tourismus, Wasserversorgung



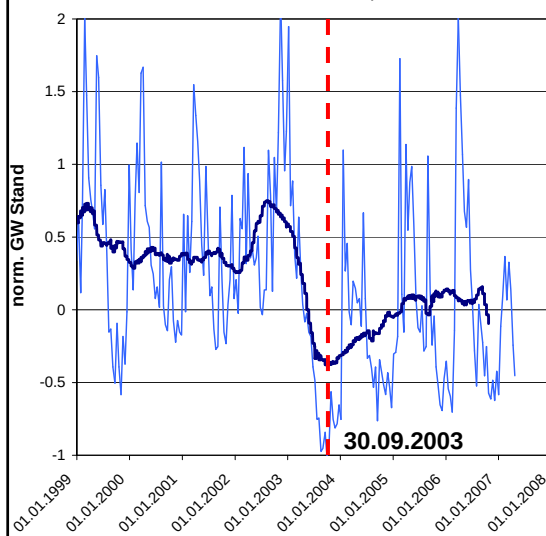
Barthel

Siegen, 29. Juni 2009

34

GWMst Donau, Kreis Deggendorf

GLOWA ID: 881; Original ID: 1131724400031; Aquifer: ; GOK: 307.6; Sohlentiefe: 303.33; mittl. Flurabst.: 2.66; Proxel ID: 66243; i: 156; j: 369



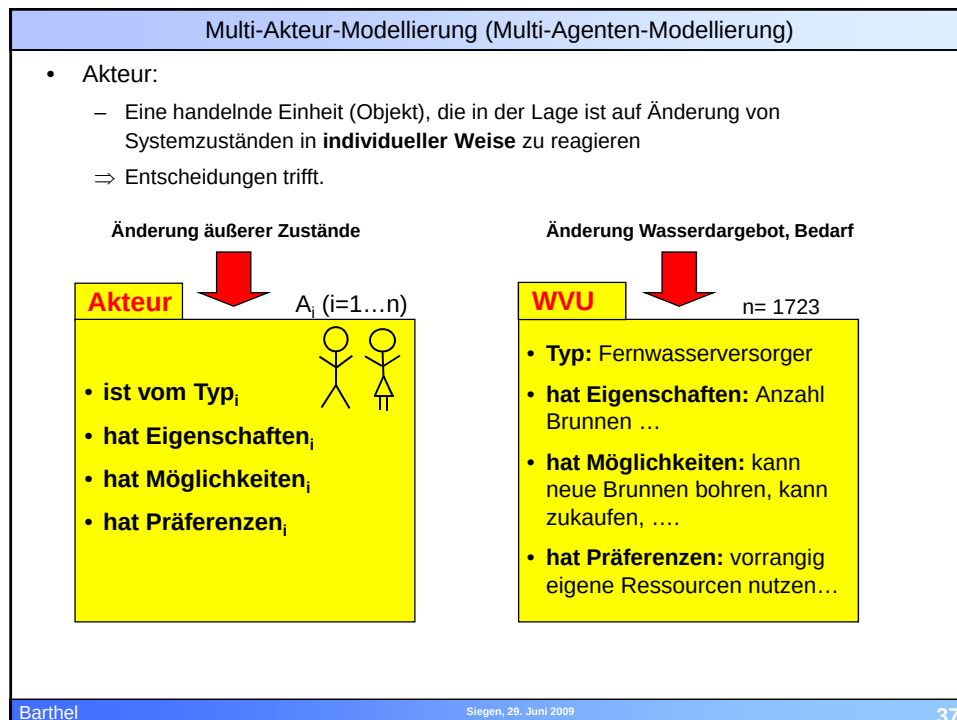
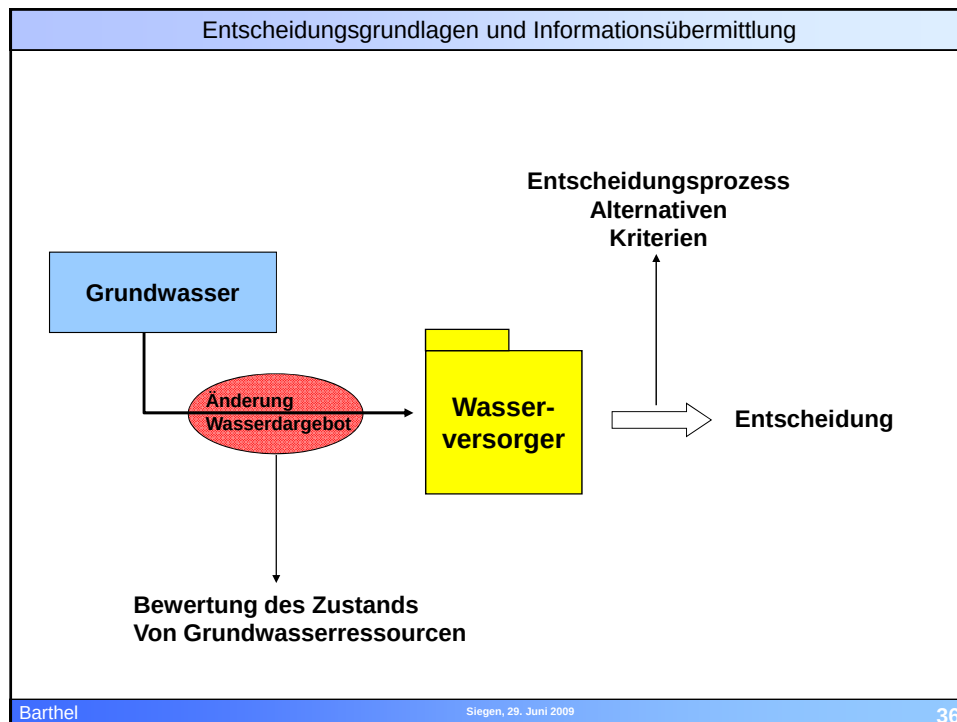
2003

Trinkwasserknappheit in Süddeutschland

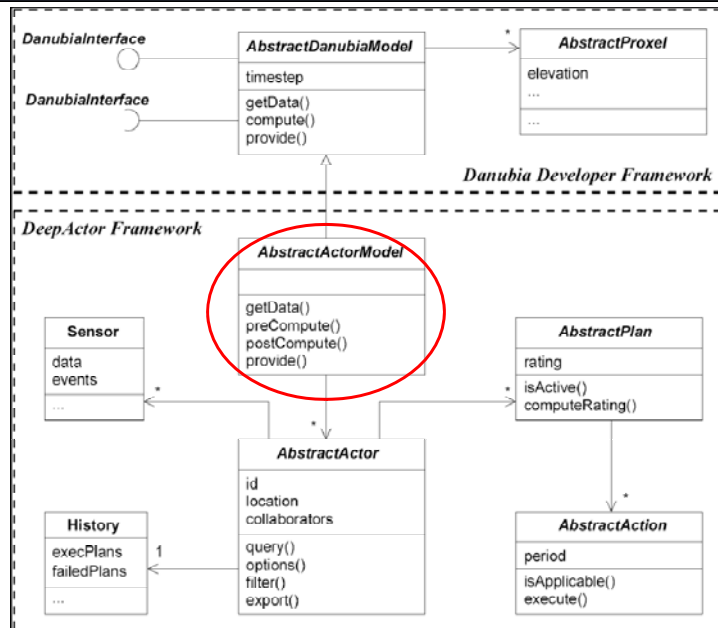
Barthel

Siegen, 29. Juni 2009

35



Entscheidungsprozess der Akteurmodelle (UML)

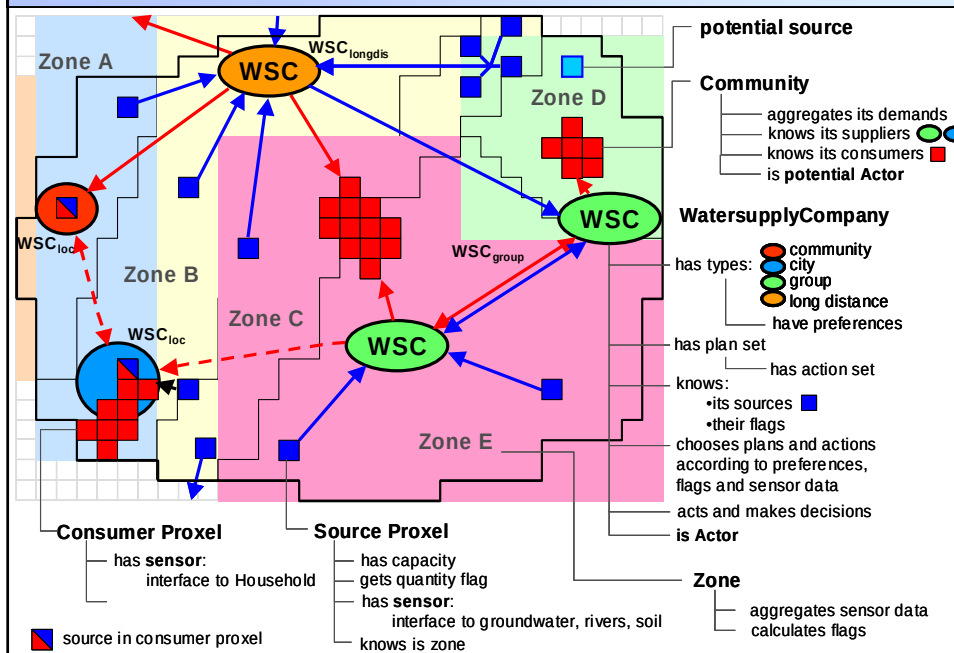


Barthel

Siegen, 29. Juni 2009

38

Aufbau des Akteursmodells DeepWaterSupply



Barthel

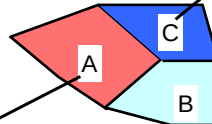
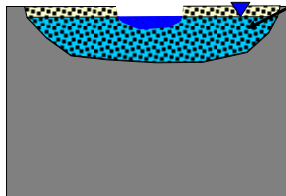
Siegen, 29. Juni 2009

39

Räumliche Aggregation, charakteristische Reaktionszeiten und Indikatorgewichtung:

Zone A:

- **Reaktionszeiten** sind kurz
- **Relevante Indikatoren**
 - Grundwasserneubildung
 - Basisabfluss
 - Gesamtabfluss
 - Grundwasserstand

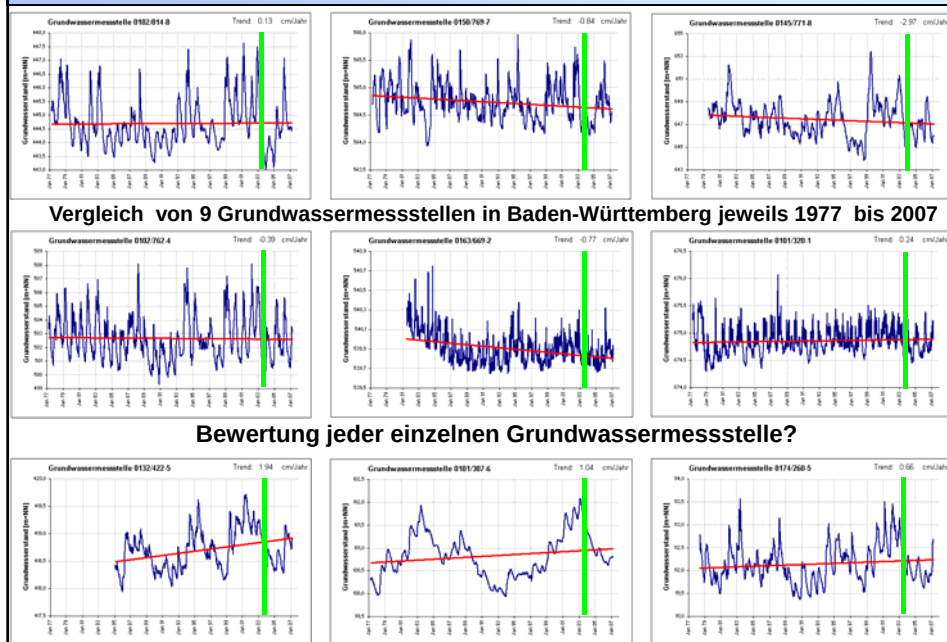


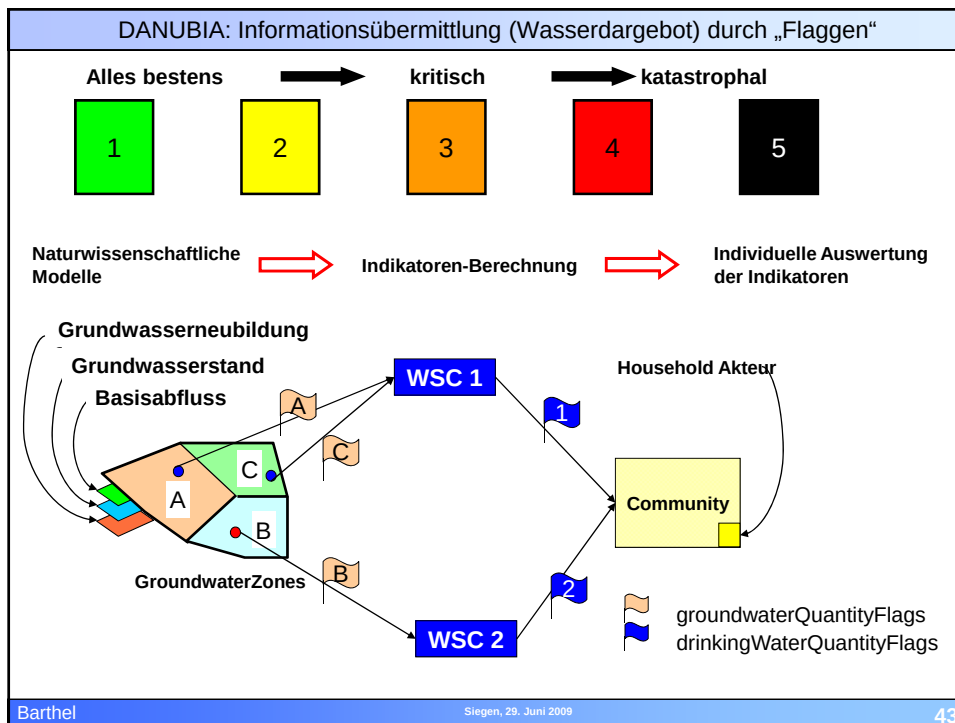
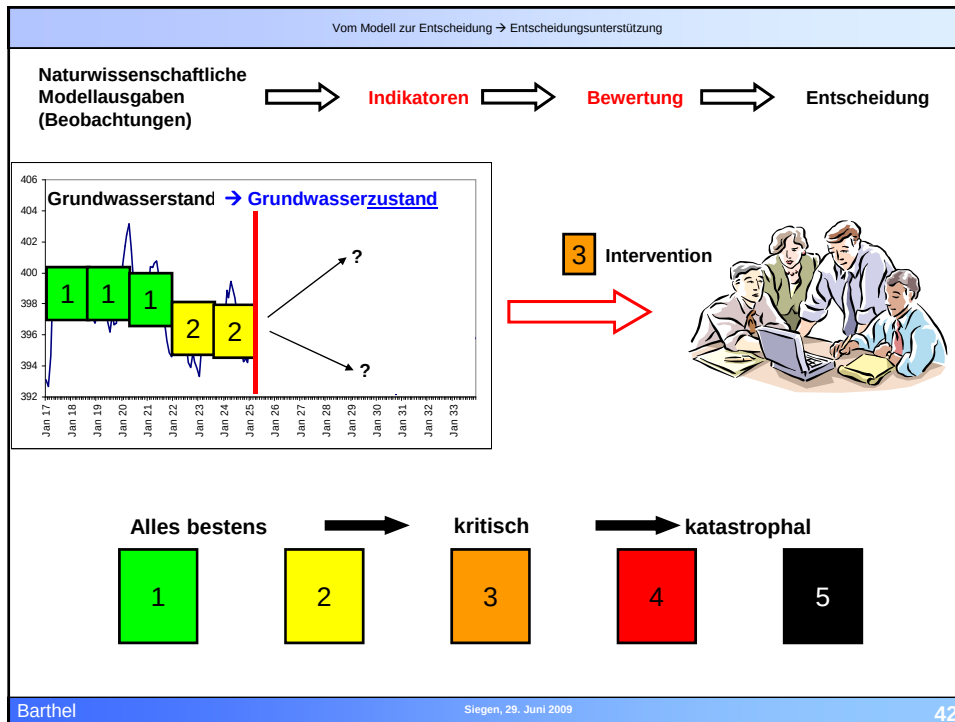
405 'Zonen'
(EZG/GWL)

Zone C:

- **Reaktionszeiten** sind lang
- **Relevante Indikatoren**
 - Grundwasserstand → hohes Gewicht bei der Bewertung

Bewertung von Grundwasserressourcen: Menge





Bewertungsmodell: Grundgleichungen

$$Iz_i^{P^t} = \frac{1}{P_{Z_i}} \sum_{t=P_{Z_i}}^t \sum_{c=1}^{C_z} Ic_i^t; \quad \text{where: } i = (\text{gwr, inex, rdis})$$

$$Iz_i^{P^t} = \frac{1}{P_{Z_i}} \sum_{t=P_{Z_i}}^t \frac{1}{C_z} \sum_{c=1}^{C_z} Ic_i^t; \quad \text{where: } i = (\text{gwl})$$

$$Iz_{ref_i}^{P^t} = \sum_{t=P_{Z_i}}^t Iz_{longterm_i}^{month^t}; \quad \text{where: } i = (\text{gwr, gwl, inex, rdis})$$

if $P_z = (12, 24, \dots) \Rightarrow Iz_{ref_i}^{P^t} = Iz_{ref_i}$

$$\Delta Iz_i^t = \left(1 - \frac{Iz_i^{P^t}}{Iz_{ref_i}^{P^t}} \right) * 100; \quad \text{where: } i = (\text{gwr, inex, rdis})$$

$$\Delta Iz_i^t = (-1) \left(\frac{Iz_i^{P^t} - Iz_{ref_i}^{P^t}}{\max Iz_{longterm_i}^{P^t} - \min Iz_{longterm_i}^{P^t}} \right) * 100; \quad \text{where: } i = (\text{gwl})$$

$$\Delta Iz_i^t < \max\{T_i | i = (\text{gwr, gwl, inex, rdis})\} \Rightarrow Fz_i^t$$

T _i		Fz _i
i=gwr	i=inex	
30	15	1
60	25	2
90	40	3
120	60	4
>120	>60	5

$$Fz_{weight}^t = \sum_{IND} Fz_i^t \bullet Wz_i; \quad \text{where: } \sum Wz_i = 1$$

1 Aggregierung über Zonen und charakteristische Reaktionszeiträume für jeden Parameter (Neubildung, Grundwasserstand, Gerinneabfluss, Basisabfluss)

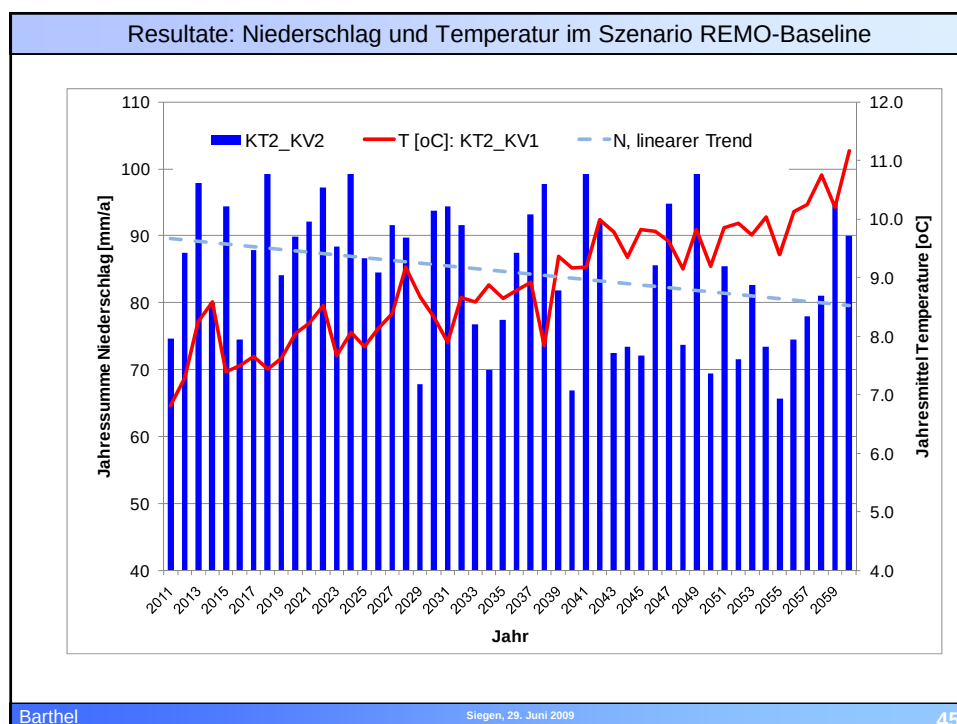
2 Berechnung der Referenzwerte für äquivalente Zeiträume aus dem Referenzzeitraum 1970-2003 für jeden Parameter

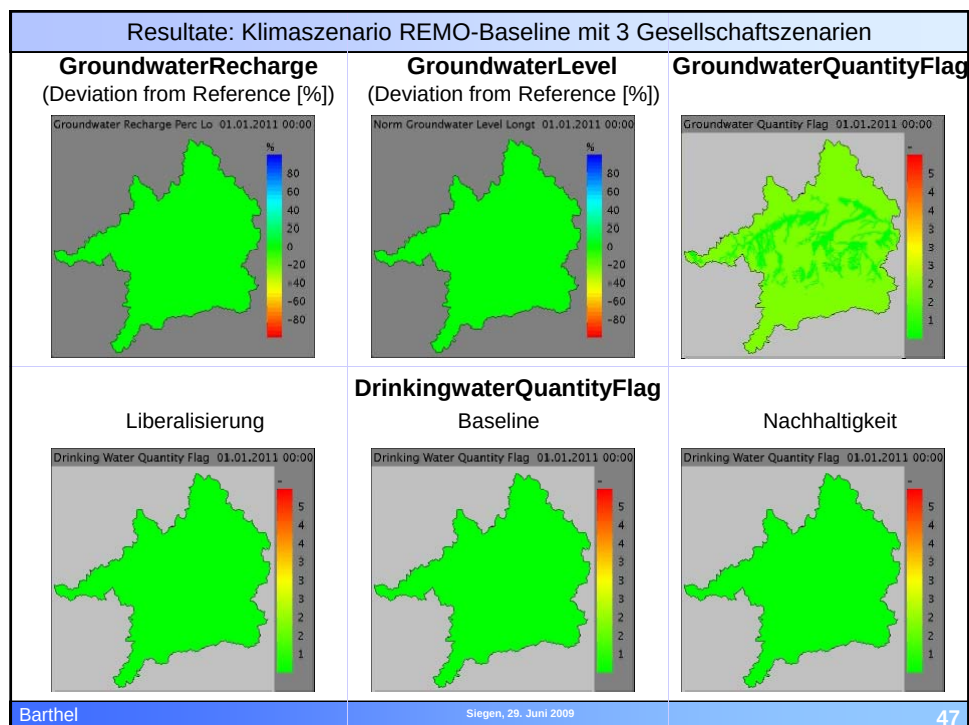
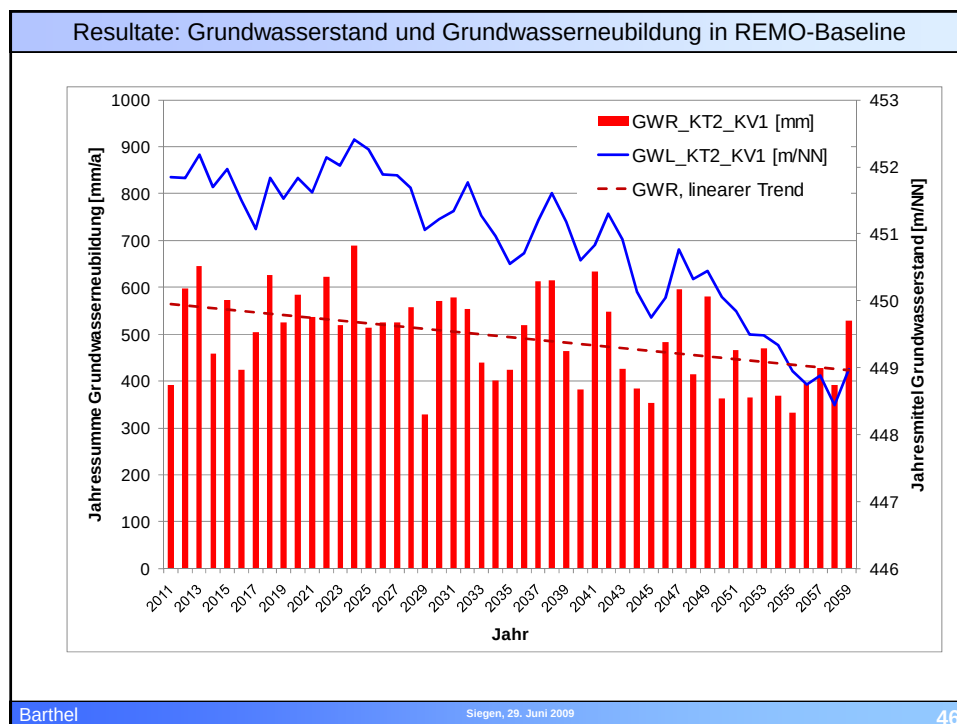
3 Berechnung der Abweichung Ist-Zustand Referenzzustand für jeden Parameter

4 Klassifikation der Abweichungen für jeden Parameter

5 Berechnung der gewichteten Gesamtbewertung

Barthel
Siegen, 29. Juni 2009
44







Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit!

Dr. Roland Barthel,
Jungwissenschaftlergruppe Grundwasserhydraulik und Grundwasserwirtschaft,
Institut für Wasserbau, Universität Stuttgart



- **Gewinnungsarten:**
 - Traditionell: Gegrabene Brunnen, Oberflächengewässer, Marigots ...
 - Modern: Überwiegend Grundwasser aus Brunnen mit Elektropumpe
 - Wenig große Gewinnungsanlagen (Speicher, Brunnenfelder)
- **Gewinnung und Verteilung:**
 - Im ländlichen Raum: Gewinnung überwiegend sehr lokal, keine Verteilungsnetze
 - Im urbanen Raum: größere, entfernte Gewinnungsanlagen, Verteilungsnetze vorhanden aber oft in schlechtem Zustand
- **Nutzung:**
 - Im ländlichen Bereich: kaum Bewässerung
 - Im urbanen Bereich: wenig wasserverbrauchende Industrie
 - Keine Wasserkraftanlagen
 - Wenige künstliche Speicher