

## IWAS - ToolBox:

- Übersicht der Entwicklungen und Anwendungen
- Anwendung: Simulation dichteabhängiger Strömung in küstennahen Aquiferen

Thomas Kalbacher, Marc Walther, Jens-Olaf Delfs, et al.

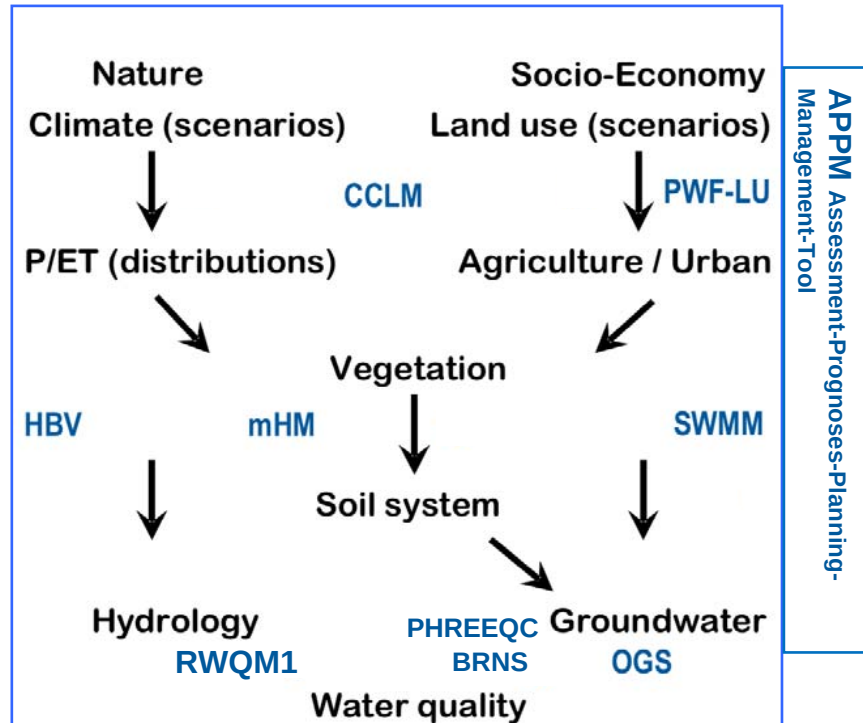
### 2. IWAS- Statuskolloquium

KUBUS – Leipzig, 15. April 2011

# IWAS Toolbox Übersicht und Ziele

Modellierungsplattform zur Betrachtung von Wechselwirkungen von Prozessen

- auf unterschiedlichen **Skalen**
- in und zwischen unterschiedlichen **Kompartimenten**



Dabei geht es z.B. um die Bereitstellung von Modellen zur Vorhersage von **Wasserverfügbarkeit**, **Wasserqualität** oder der **ökologischen Situation**



- Verbessertes **Prozess- und Systemverständnis** verschiedene Skalen / gekoppelte Systeme
- Bessere **Analysemöglichkeiten**, vor allem in Systemen hydrologisch sensibler Regionen
- Anwendung in ausgewählten **Modellregionen**
- Anwendung der Systemanalyse für **IWRM-Szenarien**

- Entwicklung von innovativen Methoden zur **Kopplung** und/oder Erweiterung existierender Tools inkl. der numerischen Beschreibung der **T/H/C Austauschflüsse**

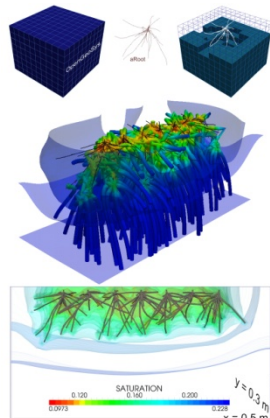
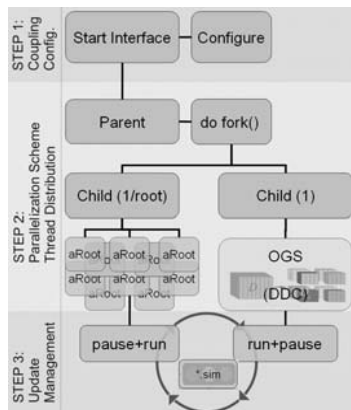


Da in diesem Rahmen die Szenarienvielfalt beinahe unerschöpfliche wäre, ist es wichtig sich zu fokussieren und deshalb spielen die **Regionalvorhaben** nicht nur der bei letztendlich Anwendung, sondern bereits bei der **Konzeptentwicklung**, **Implementierung** sowie **Verifikation** eine entscheidende Rolle.

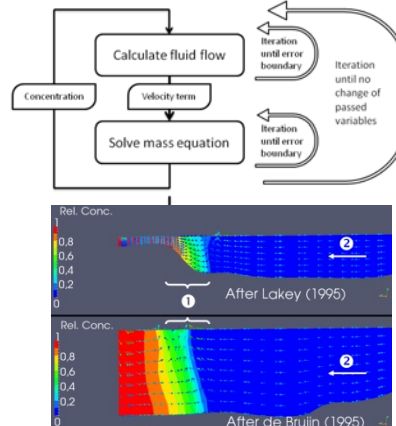
# Kopplungen Übersicht

| Kompartimente  | Boden                                                                                                                                               | Grundwasser                                                                                                                                                            | Oberfläche und Grundwasser                                                                                              |                                                                            |
|----------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------|
| Prozesse       | Root water uptake                                                                                                                                   | Salzwasserintrusion                                                                                                                                                    | Fluss-Grundwasser-Austausch<br>partikel-gebundener Stofftransport                                                       | Oberflächenabfluss<br>Grundwasser-neubildung<br>Evapotranspiration         |
| Konzepte       | Physikalisch                                                                                                                                        | Physikalisch/Stochastisch                                                                                                                                              |                                                                                                                         |                                                                            |
| Entwicklungen: | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Kopplung</li> <li>- Austauschflüsse</li> <li>- Zeitschrittsteuerung</li> <li>- Parallelisierung</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Dichteabhängige Strömung in ungespannten Aquiferen</li> <li>- Anwendung (Teil 2 der Präsentation von Marc Walther)</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Kopplung</li> <li>- Austauschflüsse</li> <li>- Zeitschrittsteuerung</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>Kopplung Austauschflüsse</li> </ul> |
| Skala:         | <=Lysimeter                                                                                                                                         |                                                                                                                                                                        | Catchment                                                                                                               | Mesoscale                                                                  |

Root Water Uptake & Soil Water Flow

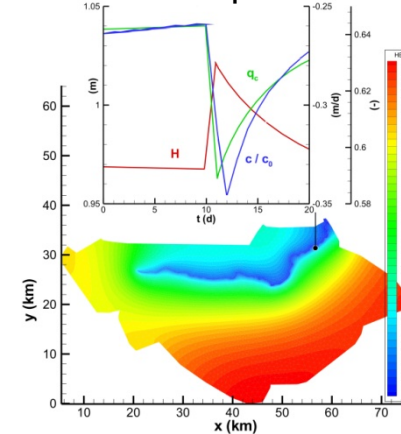


Density Dependent Flow Model

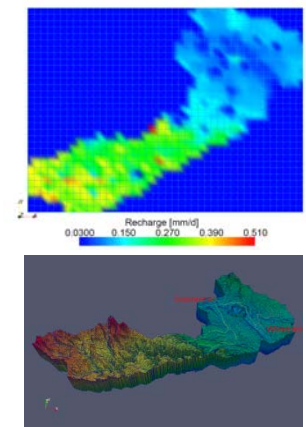


Surface-Subsurface Coupling

River-Aquifer



Mesoscale



# Kopplungen Übersicht

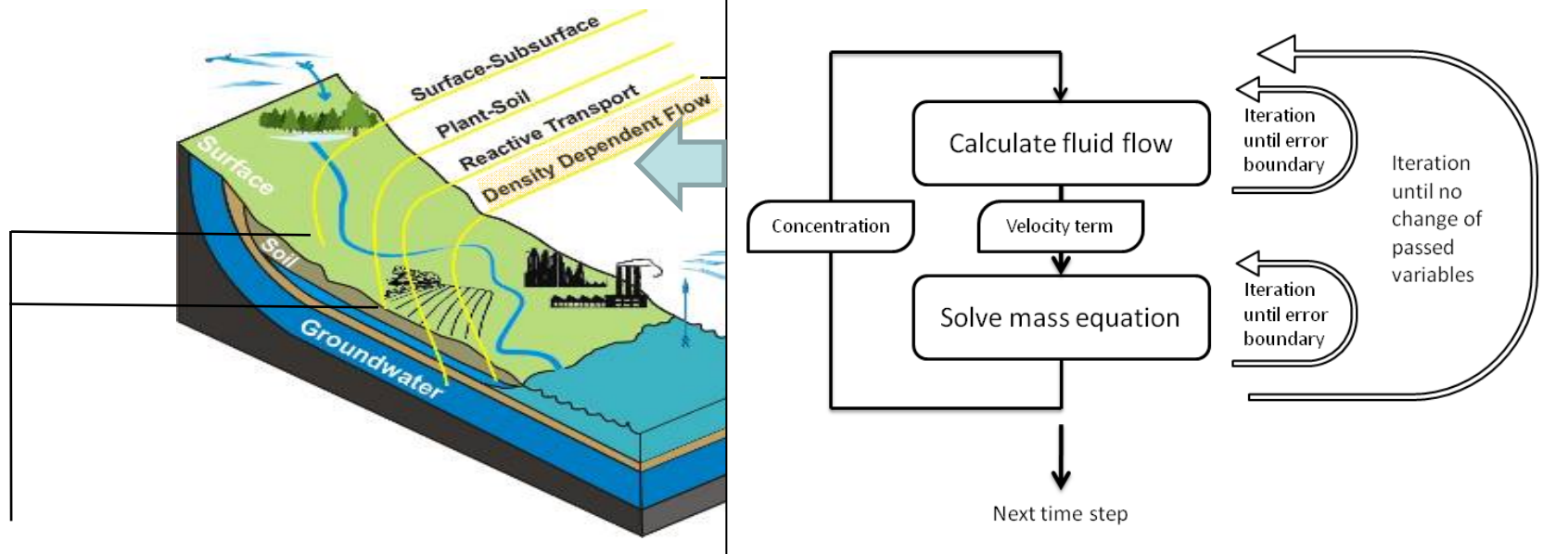
Weak coupling

Sequenziell – nicht-iterativ

sequenziell-iterativ

Strong Coupling

Monolithisch



Kompartiment übergreifend

- Unterschiedliche geometrische Modelle
- Zeitschrittmodel gleich/unterschiedlich

Tool-Kopplung

- [interface controlled vs. direct]
- [memory vs. file based]

Kompartiment intern

- Gleiches geometrisches Model
- Zeitschrittmodel gleich/unterschiedlich

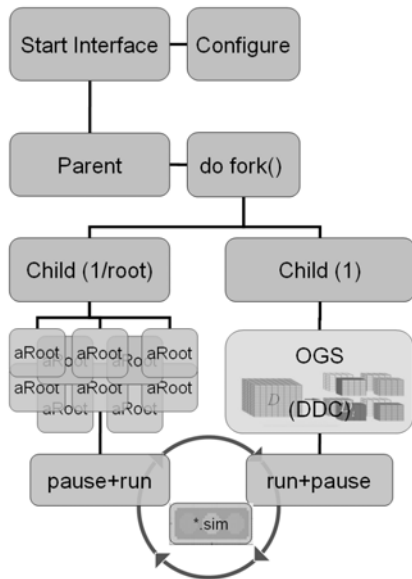
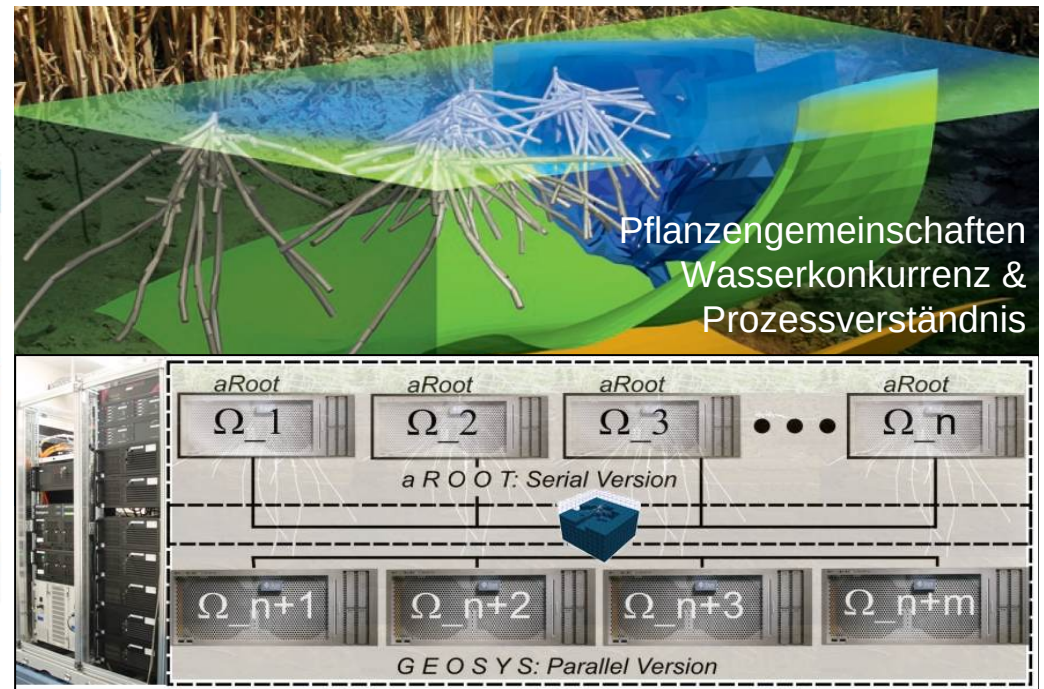
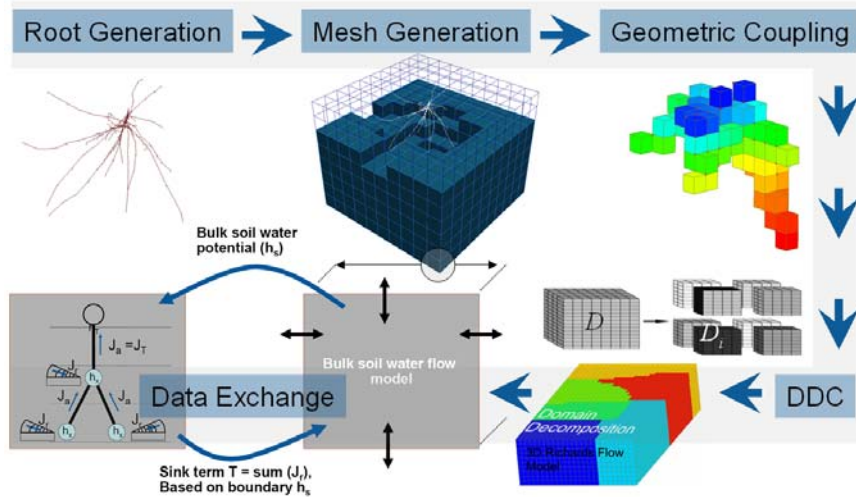
Tool-Kopplung

- [interface controlled vs. direct]
- [memory vs. file based]

Kopplung innerhalb einer Software



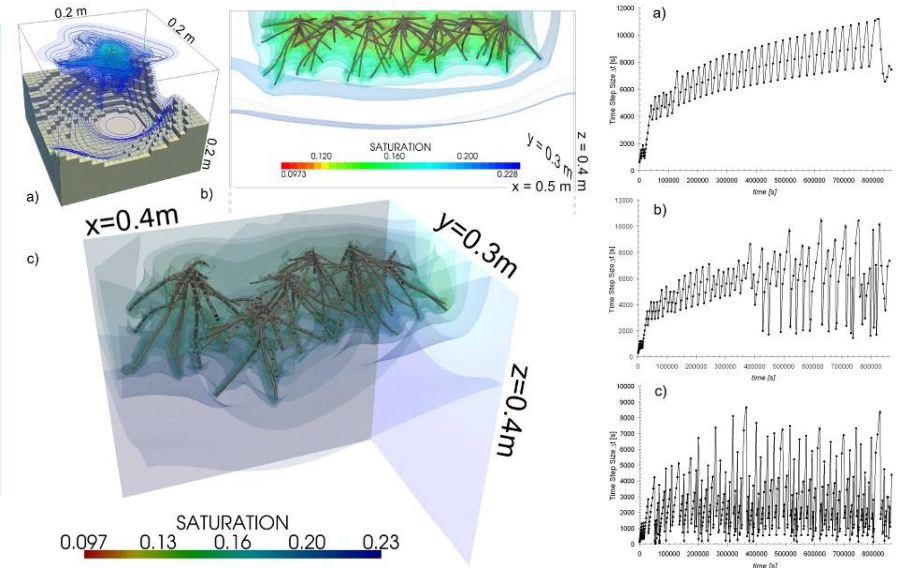
# Wurzelwasseraufnahme und Infiltration



High Precision & Nonlinearity

**HPC:** hybrid nested and partitioned parallelization (fork & MPI or OpenMP & MPI)

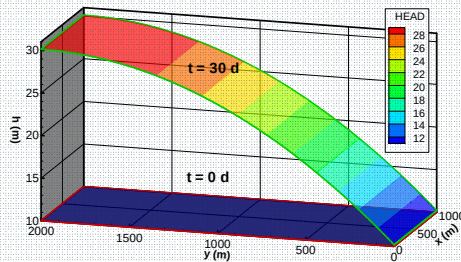
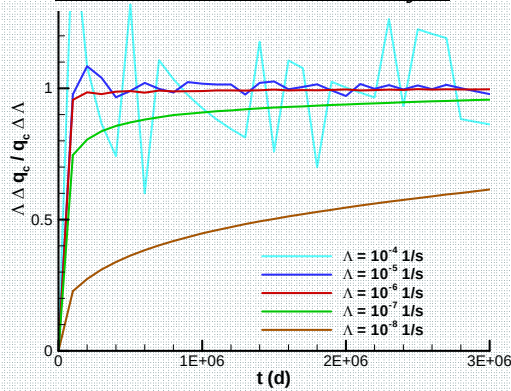
**Numerical Stability:** Adaptive Time Stepping with Automatic Control





# Kanal-Grundwasser Kopplung

## Leakance -Sensitivitätsanalyse



- Robustheit / Leakance

- Skalendifferenzen

NoGo: kleinskalig mit hohen  
Fließgeschwindigkeit

GO: Catchment-Skala

## Analyse der Interaktion von Kanalsystemen mit dem Grundwasser

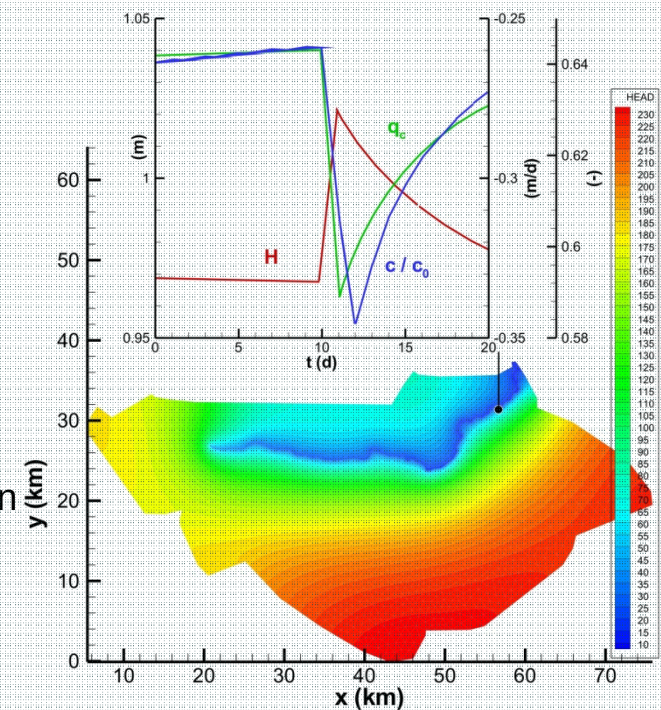
- **Abflussmodell** SWMM [Saint Venant] / **Grundwassermodell** OGS [Darcy]
- Sequenziell / merged code compilation / memory based
- Austauschflüsse (ST)  $q_c = \Lambda(h - h_g)$
- Geometrische Kopplung durch Anpassung des 1D Kanal-Modells während der Gittergenerierung (Search&Snap)
- Time Stepping: global (OGS) / sub-timing (SWMM) Bhallamudi et al.

$$\Lambda = \frac{k_f}{M}$$

## Partikel Tracking

- OGS Grundwassermodell
- SWMM rechnet St.V.  
→ Fließgeschwindigkeiten im Kanal
- OGS Particle Tracker  
→ Stofftransport im Kanal
- Anwendungsstudie Poltwa: 1500 km<sup>2</sup>
  - Partikel: constant 1.0
  - Starkregenevent (extrem an Tag 10)
  - Abnahme der relativen Konzentration

- Next Step: Hyporheischer Austausch



Jens-Olaf Delfs et al.



# Publikationen

Environmental Earth  
Sciences



IWAS Special Issue

## *Hydrosystemkopplung:*

Delfs JO, Park CH, Kolditz O (2009) A sensitivity analysis of Hortonian flow. **ADVANCES IN WATER RESOURCES** Volume: 32 Issue: 9 Pages: 1386-1395 Published: SEP 2009

## *Partikel Tracking in gekoppelten Hydrosystemen:*

Delfs JO, Kalbus E, Park CH, et al. (2009) A physically based model concept for transport modelling in coupled hydrosystems **GRUNDWASSER** Volume: 14 Issue: 3 Pages: 219-235 Published: SEP 2009

## *Multiple Root Systems with Automatic Adaptive Time Step Control*

Kalbacher T, Schneider CL, Wang W, Hildebrandt A, Attinger S, Kolditz O (2011) Parallelized Modelling of Soil-Coupled 3D Water Uptake of Multiple Root Systems with Automatic Adaptive Time Step Control. **Vadose Zone Journal** (in print).

Grundmann J, Schütze N, Schmitz G-H, Al Shaqsi S (2011) Towards an integrated arid zone water management using simulation based optimisation. *Env. Earth Sciences / IWAS-SI* accepted.

Kalbacher T, Delfs J-O, Shao H, Wang W, Walther M, Samaniego L, Schneider C, Musolff A, Centler F, Sun F, Hildebrandt A, Liedl R, Borchardt D, Krebs P, Kolditz O (2011). The IWAS-ToolBox: Software Coupling for an Integrated Water Resources Management. *Env. Earth Sciences / IWAS-SI* under review.

Delfs JO, Blumensaat F, Wang W, Krebs P, Kolditz O (2011) Coupling hydrogeological with surface runoff model in a Poltva case study in Western Ukraine. *Env. Earth Sciences / IWAS-SI* accepted.



# OMAN: Density Dependent Flow

