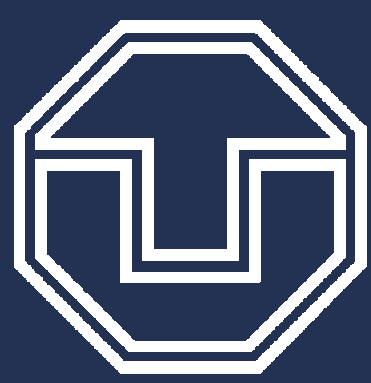




webLAB*

Eine virtuelle Kläranlage im Hörsaal

Markus Ahnert // Institut für Siedlungs- und Industriewasserwirtschaft

markus.ahnert@tu-dresden.de

David Kneis, Thomas Petzoldt // Institut für Hydrobiologie david.kneis@tu-dresden.de, thomas.petzoldt@tu-dresden.de

Unser Ausgangspunkt

Simulationen können helfen, komplexe naturwissenschaftliche und ingenieurtechnische Systeme tiefer zu verstehen, aber die verwendeten Modelle:

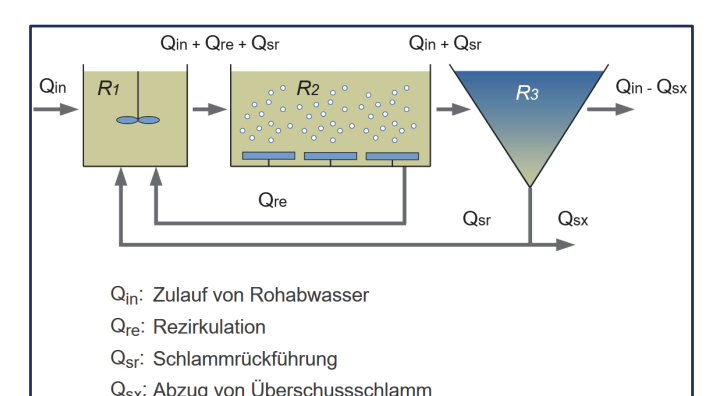
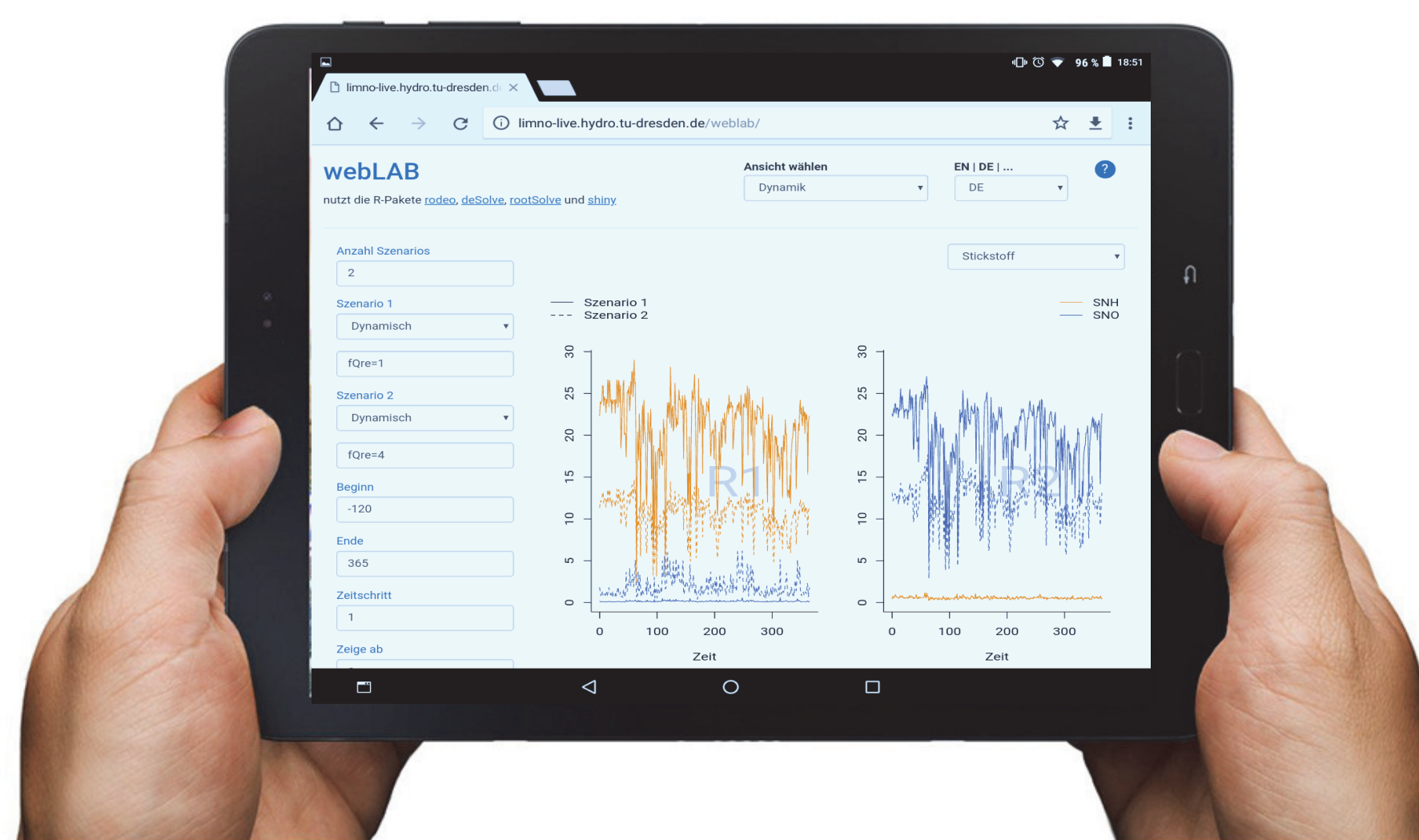
- sind oft sehr komplex (Formeln!),
- erfordern Spezialsoftware mit teils verwirrenden Bedienkonzepten,
- benötigen Einarbeitungszeit,
- haben oft Akzeptanzprobleme.

Studierende:

Wie soll ich das allein hinbekommen?

Lehrende:

Gestern hat es noch geklappt ...



Die Idee

Eine Web-App und ein Compute-Service ermöglichen eine intuitive und interaktive Bedienung:

- spielerischer Einstieg,
- Keine Softwareinstallation durch die Nutzer, ein Web-Browser genügt,
- plattformübergreifend und ortsunabhängig (Notebook, Tablet),
- Modellgleichungen sollen einsehbar sein aber nicht abschrecken.

Beispiel: Das Modell ASM3 für Abwasserbehandlungsanlagen kann so bereits in der Grundlagenausbildung eingesetzt werden:

- Kennenlernen der ablaufenden Prozesse ohne Einarbeitung
- schrittweise Erhöhung der Komplexität des vermittelten Wissens
- Simulation von steuernden Eingriffen auf Kläranlagen

Komponente $i \rightarrow$	1	2	3	Prozessrate p_i
Prozess $j \downarrow$	X_B	S_S	S_O	$[M L^{-3} T^{-1}]$
1 Wachstum	+1	$-\frac{1}{Y_H}$	$-\frac{1-Y_H}{Y_H}$	$\hat{\mu} \frac{S_S}{K_S + S_S} X_B$
2 Zerfall	-1	+1		$b_H X_B$
Umwandlungsrate $[M L^{-3} T^{-1}]$				$r_i = \sum_j r_{ij} = \sum_j v_{ij} p_j$
	Biomasse $[M_{CO_2} L^{-3}]$	Substrat $[M_{CO_2} L^{-3}]$	Sauerstoff negativer COD $[M_{CO_2} L^{-3}]$	

Unsere Umsetzung

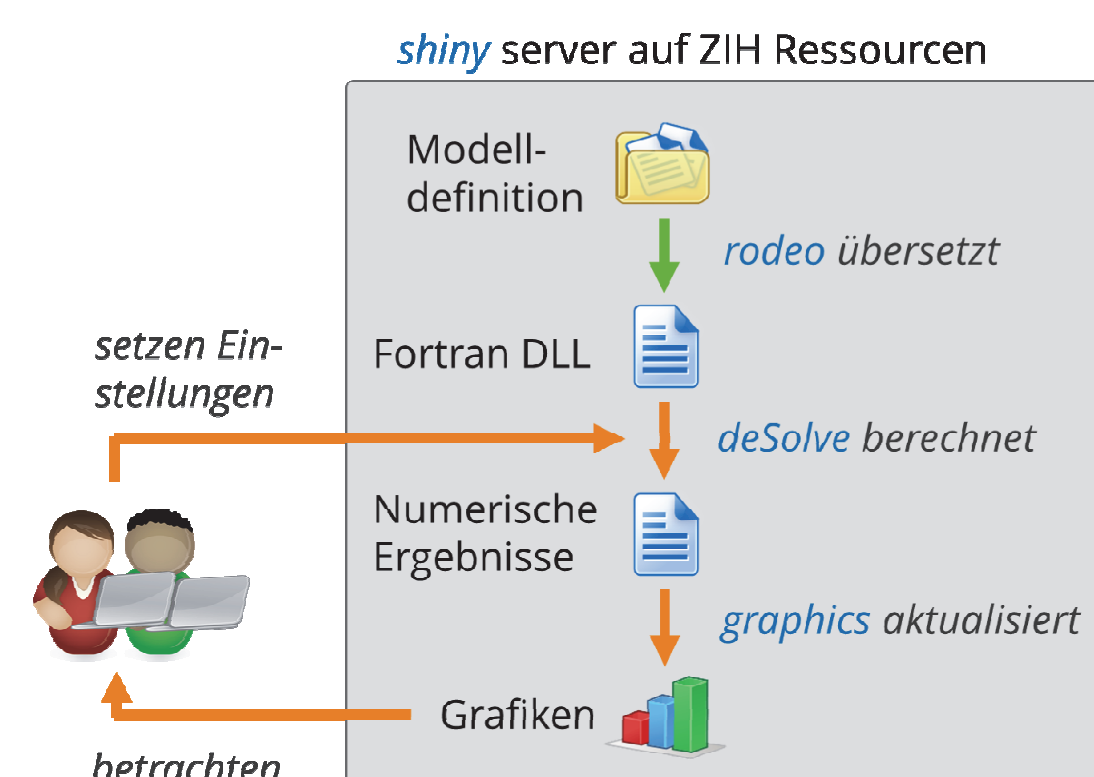
Die Simulationen laufen auf einer virtuellen Maschine in der Enterprise Cloud der TU Dresden, weltweiter Zugriff ist möglich.

Die Programmierung erfolgte in der Skriptsprache www.r-project.org.



Wir nutzen vorhandene bzw. selbst entwickelte R-Pakete für das Web-Interface (shiny), zur numerischen Lösung von Differentialgleichungen (deSolve) und zur automatischen Generierung von schnellem Fortran-Code aus einer tabellarischen Modelldefinition (rodeo).

Die Software ist so konzipiert, dass Modelle anderer Fachgebiete (z.B. aus Biologie, Chemie, Medizin, Wirtschaftswissenschaften) mit überschaubarem Aufwand implementiert werden können.



Vorteile und zukünftige Nutzung

Die entwickelte Plattform bietet:

- einen einfachen pädagogischen Zugang zu wissenschaftlichen Zusammenhängen,
- Kombinationsmöglichkeiten mit webbasierten Kursen (z.B. OPAL),
- eine Ergänzung zur Präsenzlehre und Anwendung in externen Weiterbildungsveranstaltungen,
- instituts- und universitätsübergreifender Einsatz,
- vollständige Open Source - Umsetzung (GPL v. 2 bzw. 3),
- mehrsprachige Nutzeroberfläche.

Aktuell wird das System für einen Einsatz in gemeinsamen Weiterbildungen mit Projektpartnern in der Ukraine vorbereitet.

Aktueller Prototyp auf:



limno-live.hydro.tu-dresden.de/weblab/

$$\frac{dX_B}{dt} = r_{X_B} = \hat{\mu} \frac{S_S}{K_S + S_S} X_B - b_H X_B$$

$$\frac{dS_S}{dt} = r_{S_S} = -\frac{1}{Y} \hat{\mu} \frac{S_S}{K_S + S_S} X_B + b_H X_B$$

$$\frac{dS_O}{dt} = r_{S_O} = -\frac{1-Y}{Y} \hat{\mu} \frac{S_S}{K_S + S_S} X_B$$

$$V \frac{dC_i}{dt} = QC_{i,in} - QC_i + r_i V$$

Mitglied im Netzwerk von:



webLAB*

Web-basiertes Lehrmodell am Beispiel der Abwasserbehandlung

gefördert aus dem
Multimediafonds
der TU Dresden