



Einfluss des Waldsterbens auf Einzugsgebietshydrologie und Nährstoffaustrag

Michael Rode

**Tagung:
Wasser- und Stoffhaushalt
von Wäldern unter Stress**

25.04.2024

Gliederung

Veranlassung

Fallbeispiel Harz

Einzugsgebiet-Seen-Model: Validierung und Projektionen

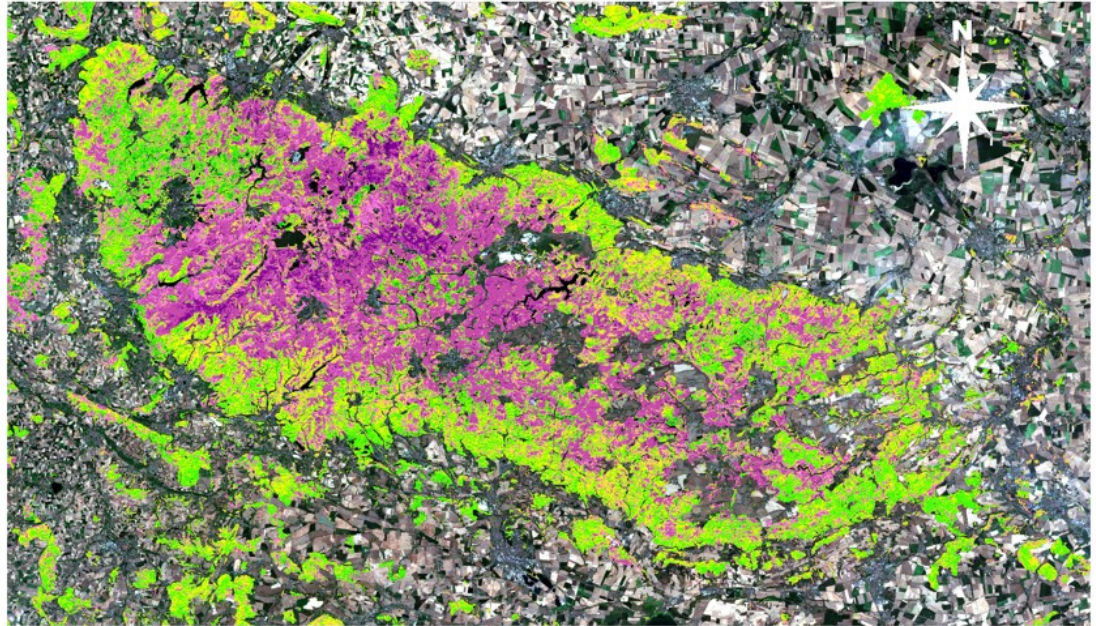
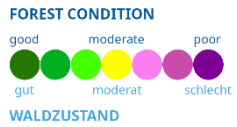
Fallbeispiel Bayrischer Wald

Dynamische Einzugsgebietmodellierung

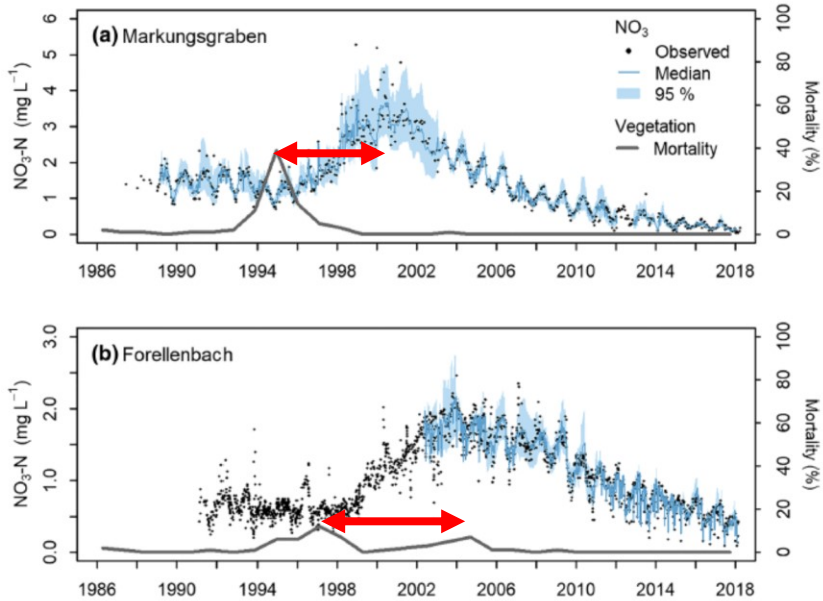
Schlussfolgerungen

Waldschäden im Harz 2016-2022

2022

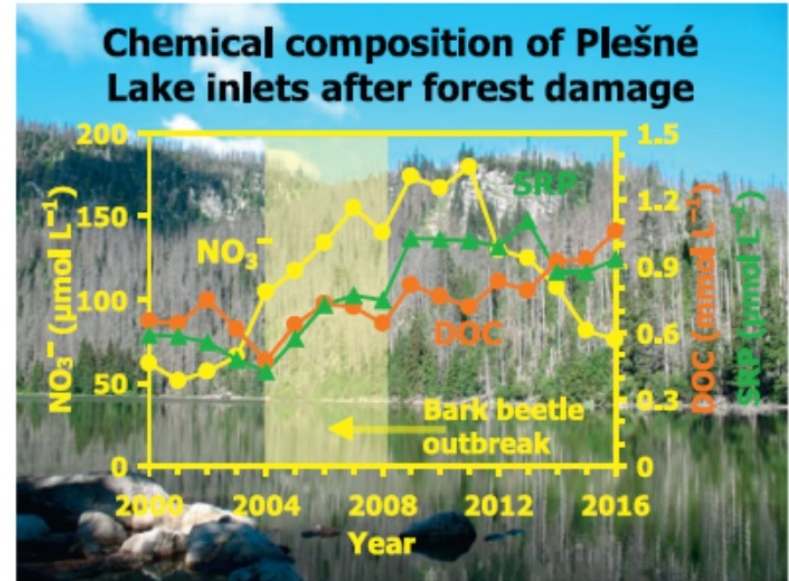


Motivation



Nationalpark Bayerischer Wald

Jung et al., 2021



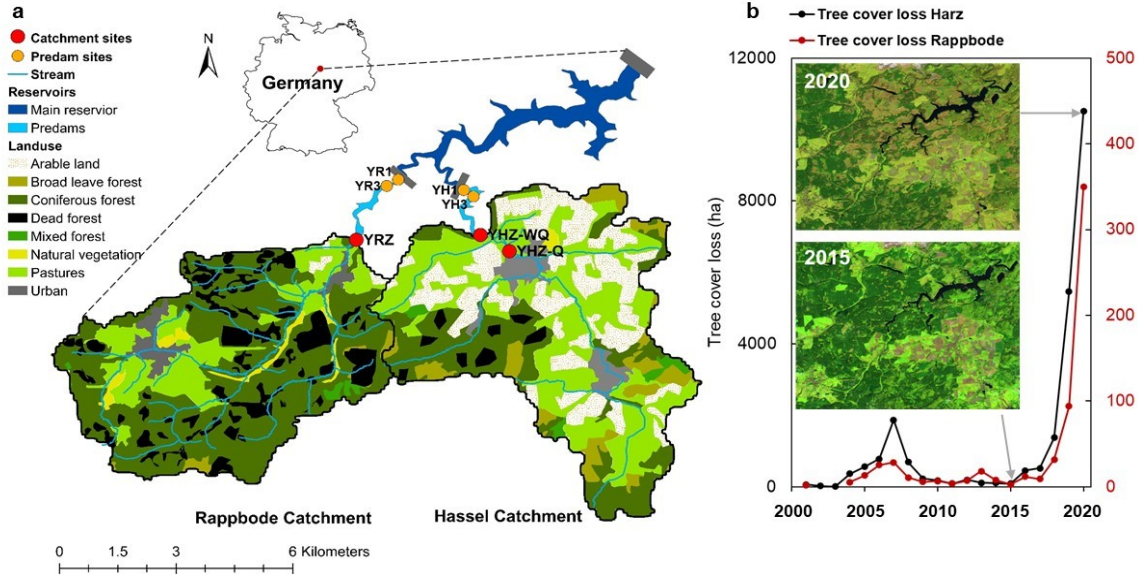
Tschechien

Kopáček et al., 2021

- Modellierung des klimawandelbedingten Waldsterbens und der Veränderung des Abfluss- und Nährstoffaustrages (Harz)
- Modellierung der zeitlich dynamischen Waldveränderungen und dessen Einfluss auf den Wasser- und Stoffhaushalt (Bayrischer Wald)

Fallbeispiel Harz

Rappbode und Hassel Vorsperren & Einzugsgebiet



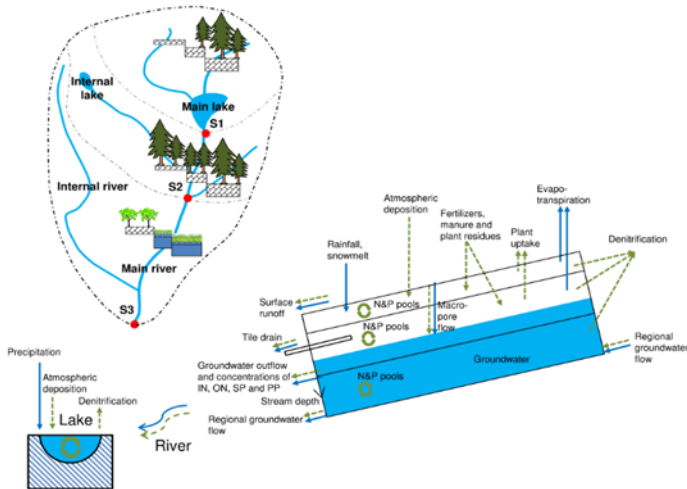
Leng et al., 2020

Kong, X., Ghaffar, S., Determann, M., Friese, K., Jomaa, S., Mi, C., Shatwell, T., Rinke, K., Rode, M. (2022): Reservoir water quality deterioration due to deforestation emphasizes the indirect effects of global change. *Water Res.* 22

Model

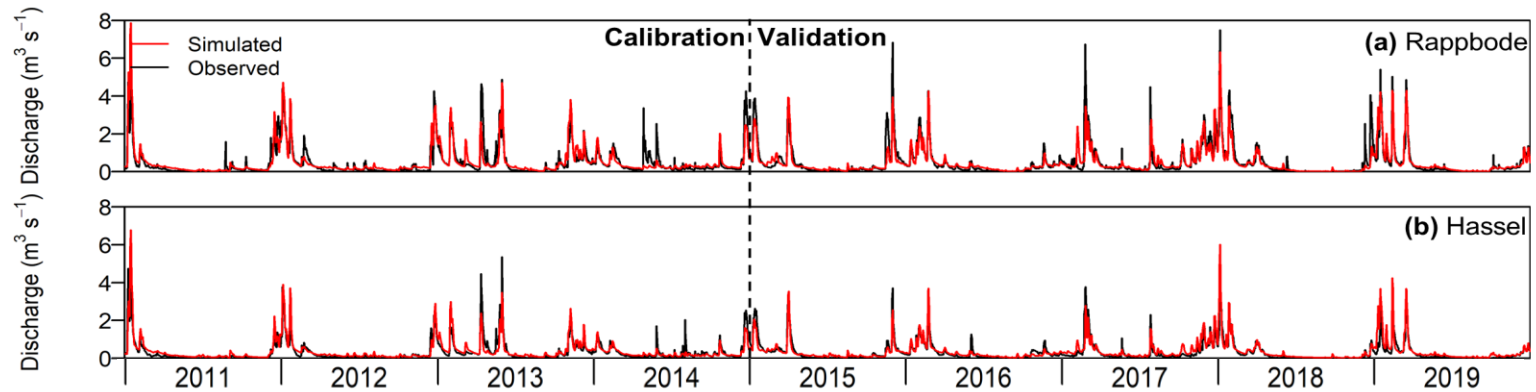
'Modellierungsexperiment' mit Einzugsgebiets- und Seenmodell

- Einzugsgebiet: HYPE (Hydrological Predictions for the Environment)
- Hydrologisches Gewässergütemodell



HYPE Modellierung

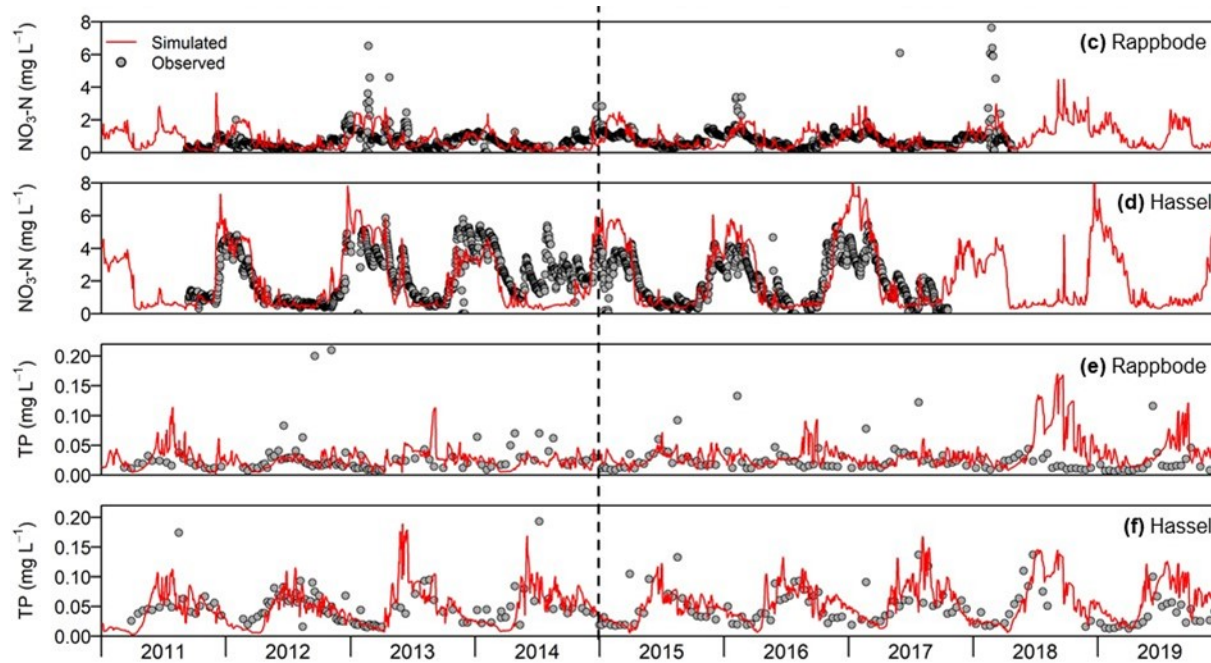
Durchfluss



- NSE liegt zwischen 0,74 (Hassel) und 0,81 (Rappbode)

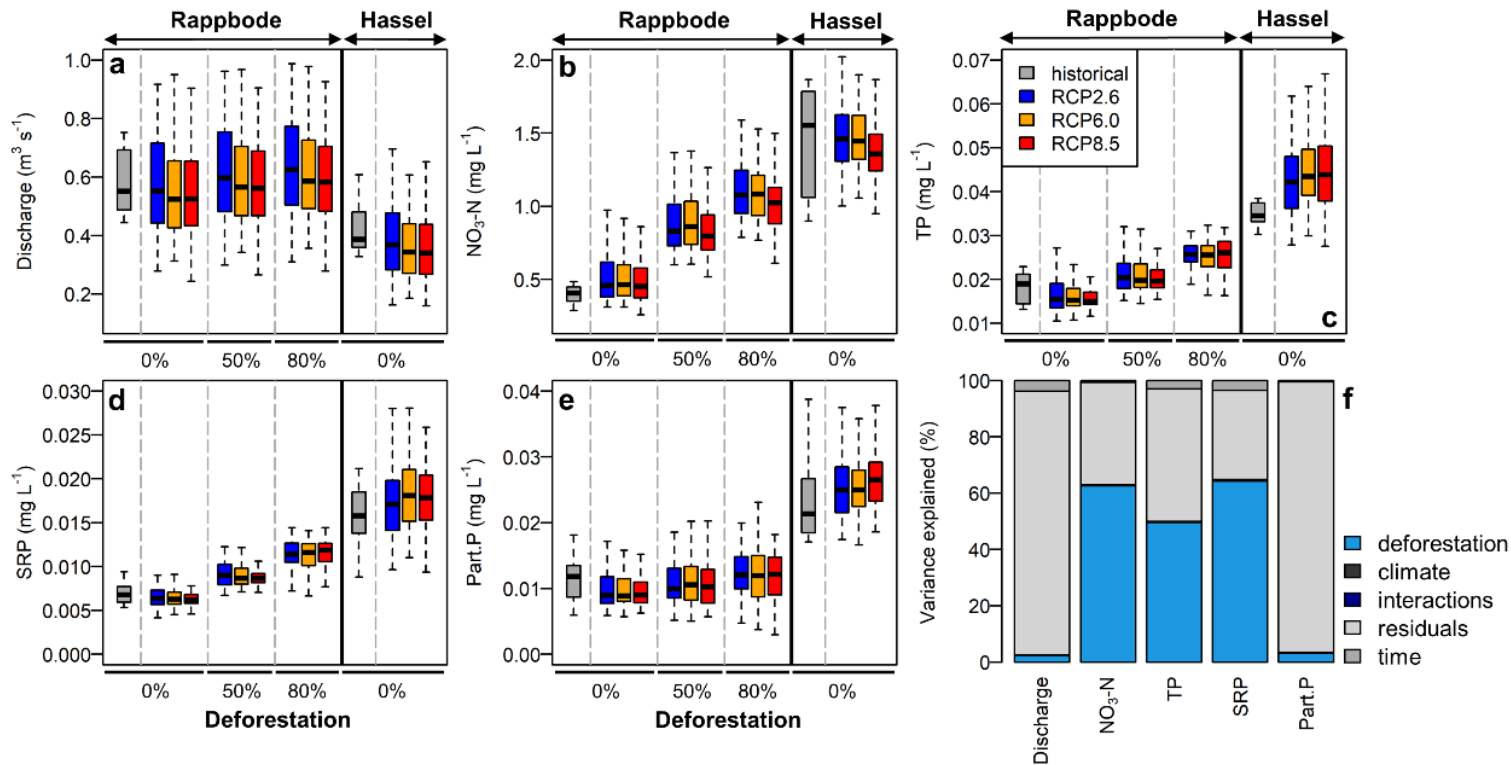
HYPE Modellierung

Nitrat und Phosphor

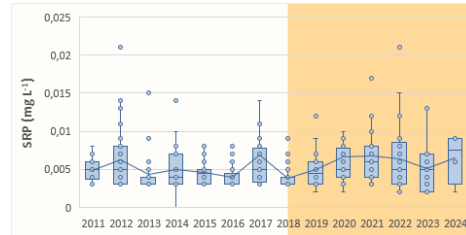
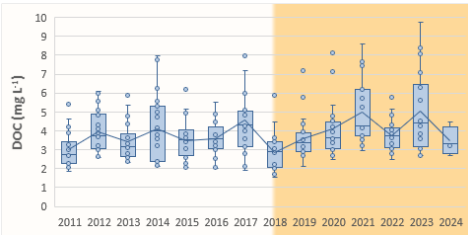


HYPE Modellierung

Projektionen (2020-2035)

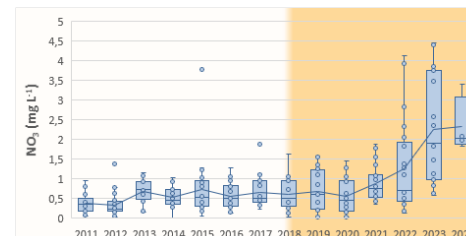
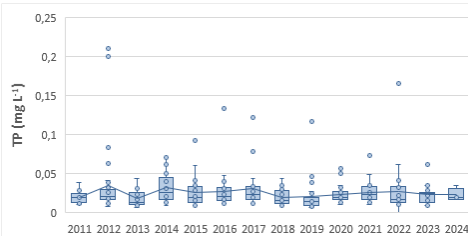
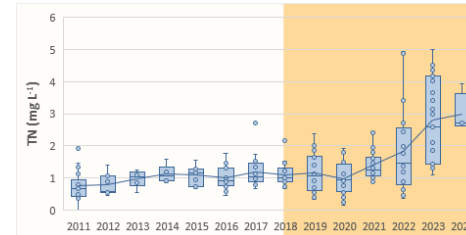
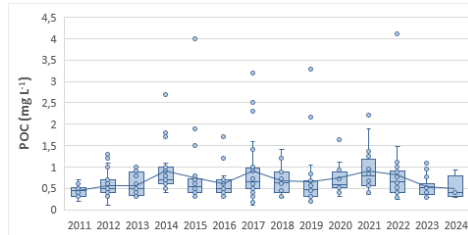


Nährstoffkonzentrationsentwicklungen im Talsperreneinzugsgebiet



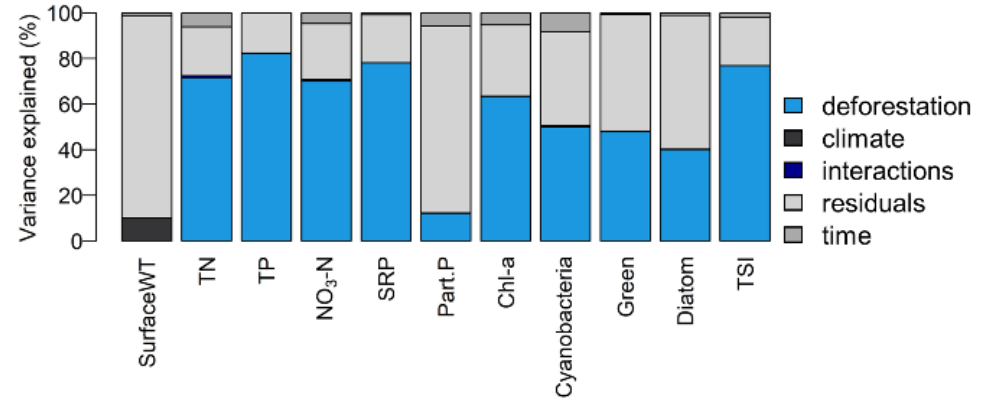
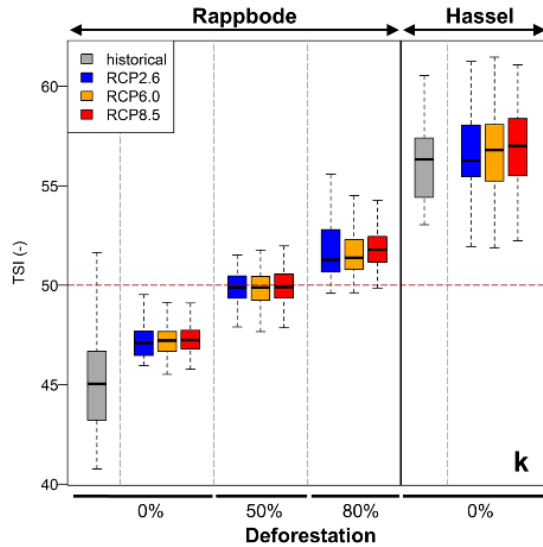
Rappbode-Gebietsauslass (2011 – 2024)

- Monatliche Labormessungen
- Leicht erhöhte Werte für SRP und DOC
- Sehr deutliche Anstiege bei TN und NO₃
- Keine Änderung bei PP, POC
- Wechselwirkung mit Durchfluss möglich (DOC, SRP)



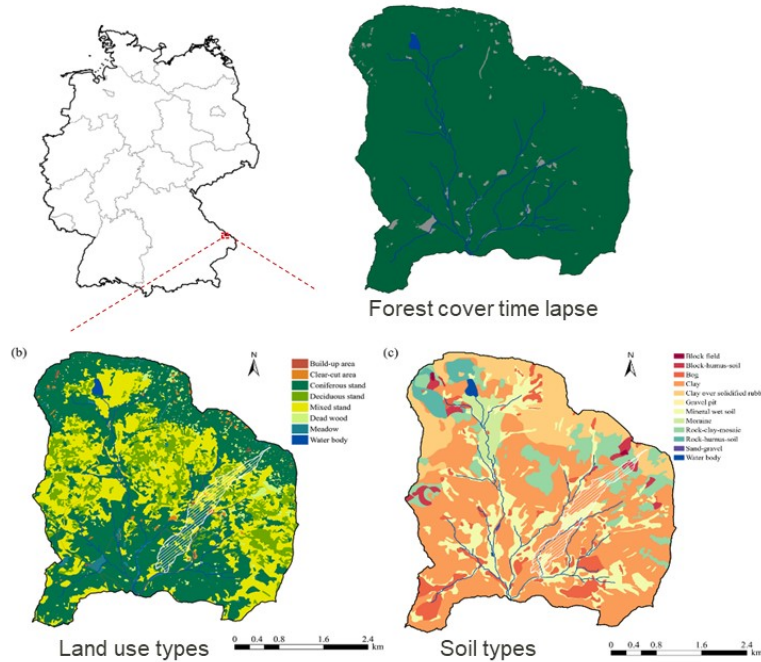
GOTM-PCLake (WET)

Einflussfaktoren (ANOVA)



- Nährstoffe (Ausnahme PP) können überwiegend durch Entwaldung und Klima erklärt werden (mit Wechselwirkungen)
- Phytoplankton: weniger erklärt, andere ökologische Prozesse können hier auch eine Rolle spielen (z.B. Grazing)

Fallbeispiel Bayrischer Wald



- Große Ohe (19.1 km²)
- Borkenkäfer-Befall in 1996 und 2006, Waldverlust von fast 60%
- Signifikante Veränderungen des Nitratesports

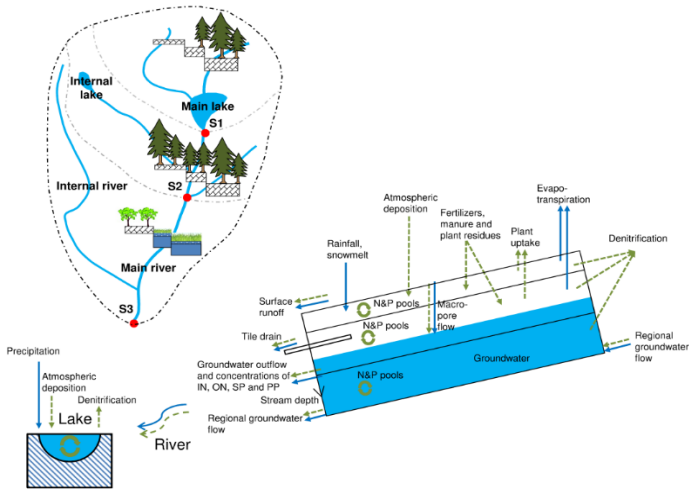
Ziele

- Dynamische Modellierung der Waldveränderung
- Identifizierung und Analyse des Einflusses der Waldveränderung auf die Hydrologie und Stickstoffprozesse

Chen, M., Jomaa, S., Lausch, A., Beudert, B., Rode, M. (in review): Impact of forest dieback on catchment hydrology and nitrogen losses

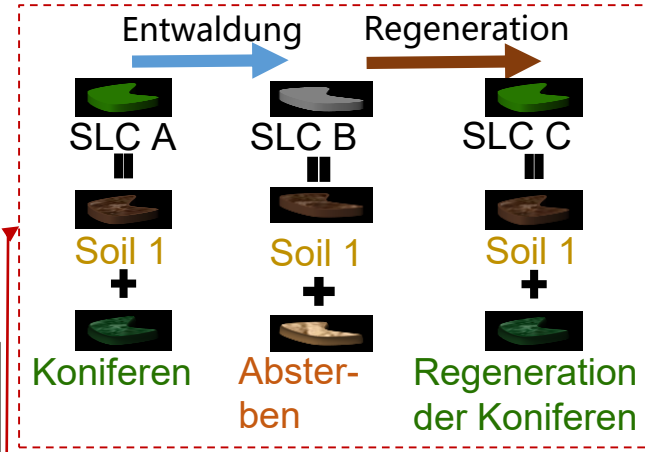
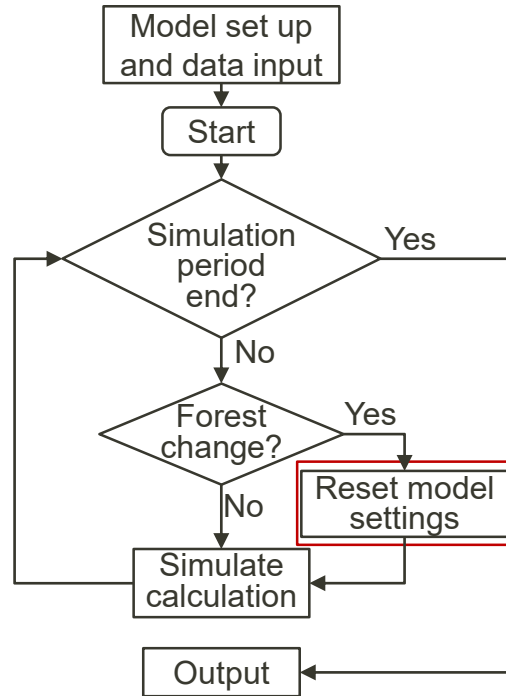
HYPE Modellmodifikation

HYPE Modelstruktur



The combination of soil type and land use/cover type (SLC) act as one hydrological response unit in HYPE.

Modelverbesserungen



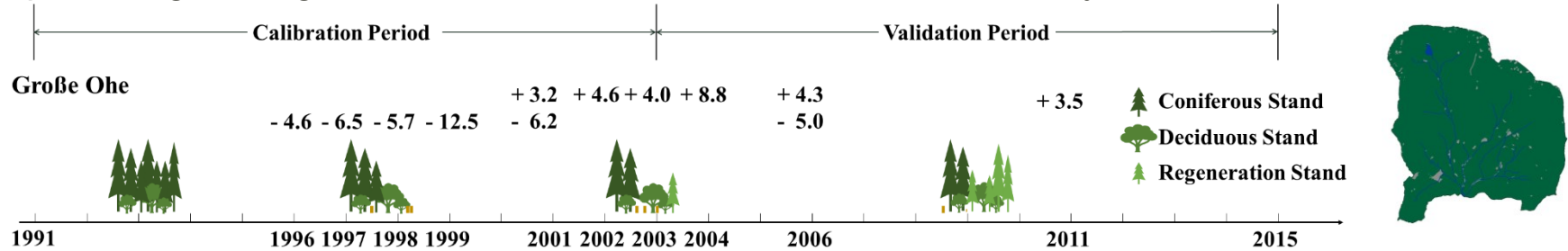
- Neudefinition des Gebietszustandes
- Neuparametrisierung entsprechend Waldzustand

Modelimplementierung und Szenarioanalyse

- **Study period:** 1991-01-01 ~ 2015-12-31

- **Forest change assumption**

percentage change in the share of forest area in Große Ohe each year :



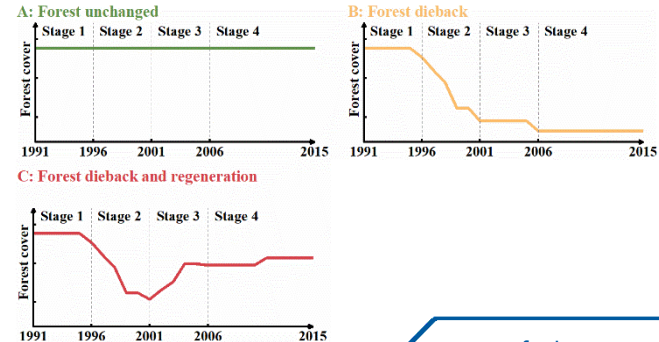
- **Scenario analysis**

Scenarios with different forest change processes:

A. Forest unchanged

B. Forest dieback

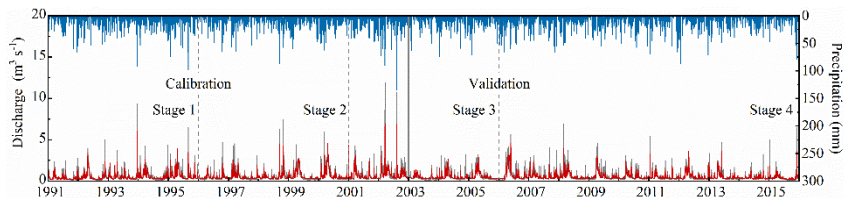
C. Forest dieback and regeneration



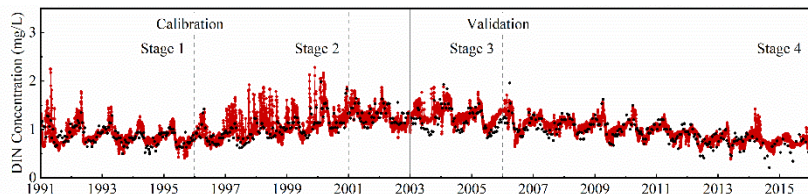
Ergebnisse

Abflüsse und Stickstoffkonzentration

Abfluss



Stickstoffkonzentration



- Niedrig- und Hochwasserperioden
- Saisonale Änderungen der Stickstoffkonzentrationen
- Langjährige Veränderungen der Nitratkonzentrationen

	Calibration (1991-2002)			Validation (2003-2015)		
	NSE	PBIAS	KGE	NSE	PBIAS	KGE
Discharge	0.79	-6.00	0.74	0.75	-0.94	0.71
DIN concentration	0.43	-2.25	0.73	0.64	4.84	0.81
Nitrogen export	0.80	-3.00	0.85	0.74	0.43	0.69

Ergebnisse

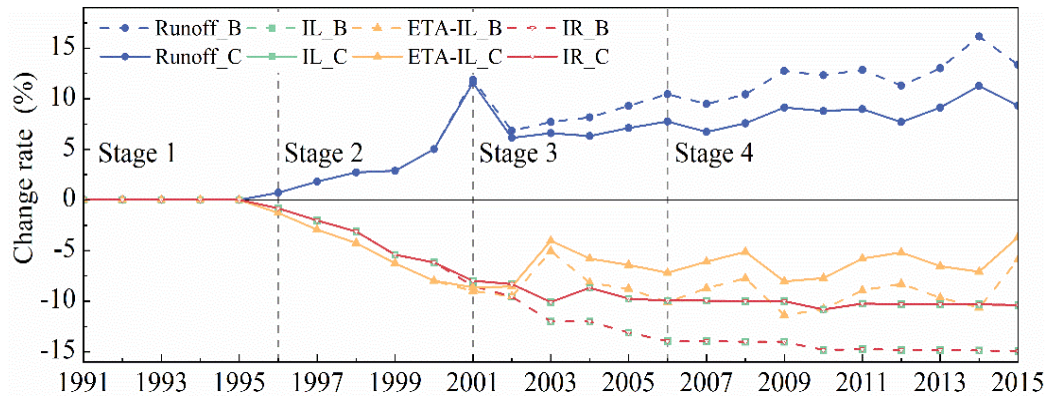
Szenariovergleich: Hydrologische und Stickstoffprozesse

A. Forst unverändert

B. Forstabsterben

C. Forstabsterben und Regeneration

Effekte auf hydrologische Prozesse



- Reduzierte Interzeption
-> höherer Abfluss
- Erhöhung der Bodenevaporation und reduzierte Interzeption und Transpiration
- Stickstoffaufnahme ist reduziert
- Erhöhte Pflanzenrückstände
-> erhöhte Nährstoff- und Kohlenstoffeinträge
- Reduktion der Stickstoffausträge durch Denitrifikation ist geringer als die Erhöhung durch Mineralisation

Schlussfolgerungen

- Entwaldung erhöht die Nährstoffausträge (N und P)
- Nährstoffkonzentrationen verändern sich stärker als der Abfluss
- Mesotrophe Rappbode-Vorsperre kann sich in das eutrophe Gegenüber (Hassel) entwickeln
 - indirekte Effekte durch das Einzugsgebiet überwiegen
- Zeitliche Veränderung des Stickstoffaustrages kann mit dem Einzugsgebietsmodell simuliert werden (Bayrischer Wald)

Danksagung

Xiangzhen Kong, Salman Ghaffar, Kurt Friese, Tom Shatwell, Maria Determann, Seifedine Jomaa, Chenxi Mi, Karsten Rinke, Daniel Doktor, Mufeng Chen, Burkhard Beudert

**Vielen Dank für Ihre
Aufmerksamkeit!**