

Applying a deep learning-based approach for scaling vegetation dynamics to predict changing forest regimes under future climate and fire scenarios

Die Anwendung eines deep-learning basierten Modellierungsansatz zur Abschätzung der Auswirkungen von geänderten Klima- und Feuerbedingungen auf den Wald

Werner Rammer, Rupert Seidl



KIU-2020: 1. Workshop “Künstliche Intelligenz in der Umweltinformatik” im Rahmen der 50. Jahrestagung der Gesellschaft für Informatik, 02.10.2020 digital aus Karlsruhe

Deep Learning in der Ökologie

Klassifikation

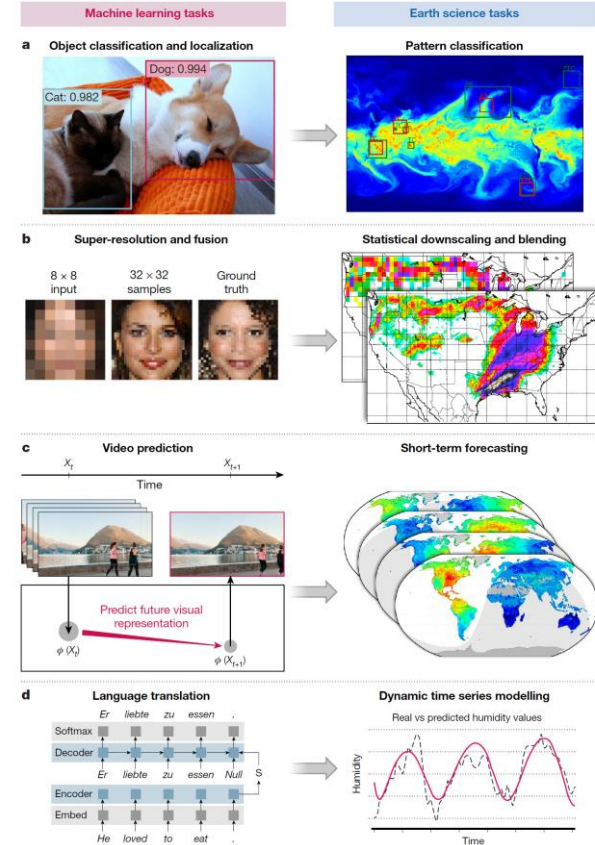
- Nutzung von Fotos/Video/Audio
- zB Identifikation von Arten, Analyse Fernerkundungsdaten

Ökologische Vorhersagen

- Nutzung von komplexen Datensätzen
- Kurzfristprognosen

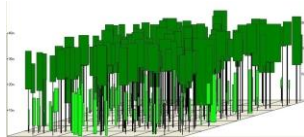
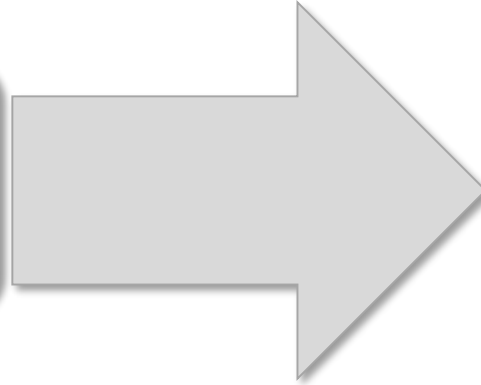
Ökologische Modelle

- DL als Submodelle integrieren
- Meta-Modelle



SVD – "Scaling Vegetation Dynamics"

VEGETATIONSMODELLE
(Struktur, demographische
Prozesse)



10^0

10^1

10^2

10^3

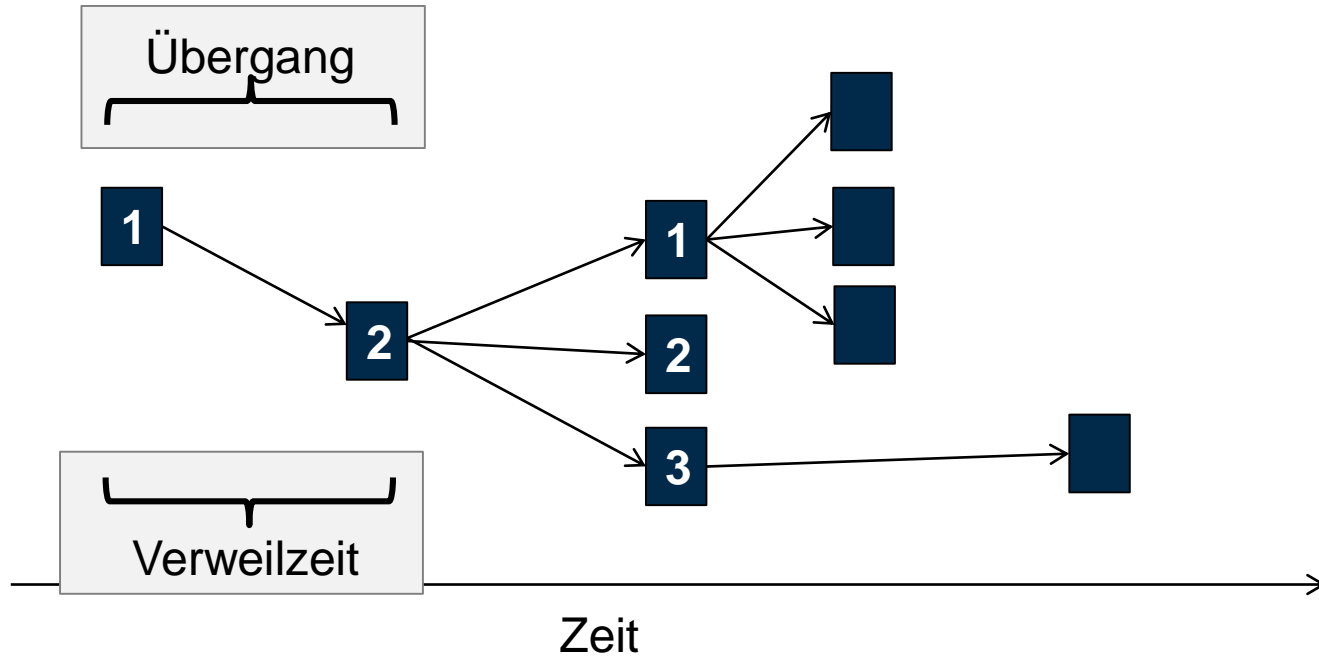
10^4
m

10^5

10^6

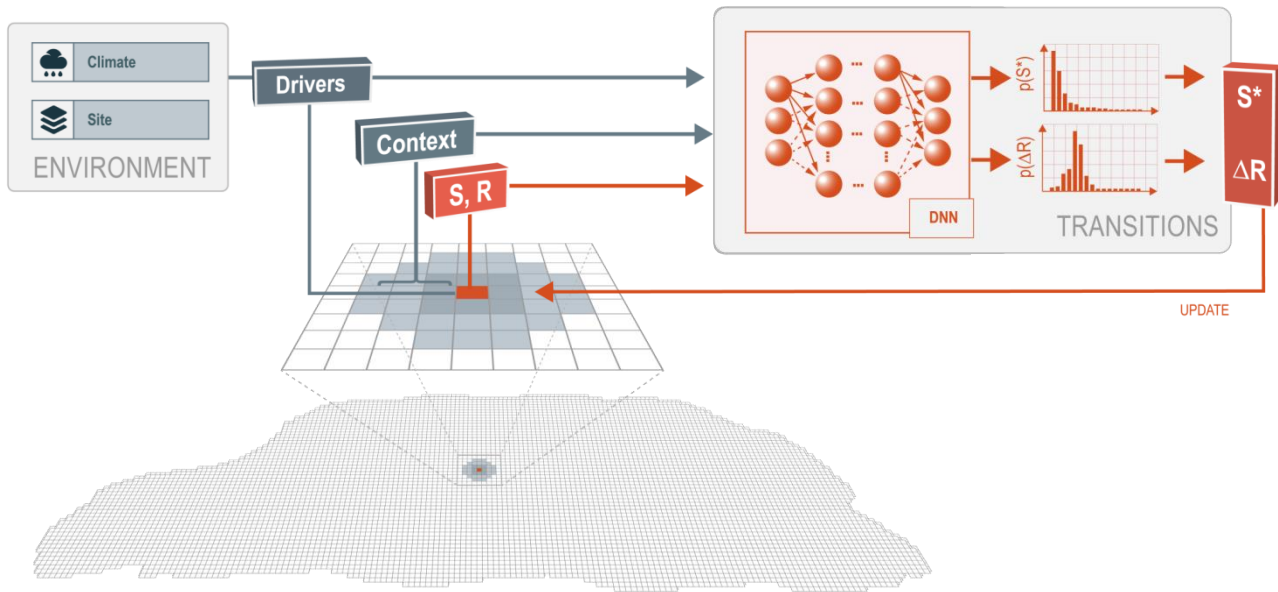
10^7

State & Transitions: Veränderungen in der Vegetation sind Übergänge zwischen diskreten Zuständen



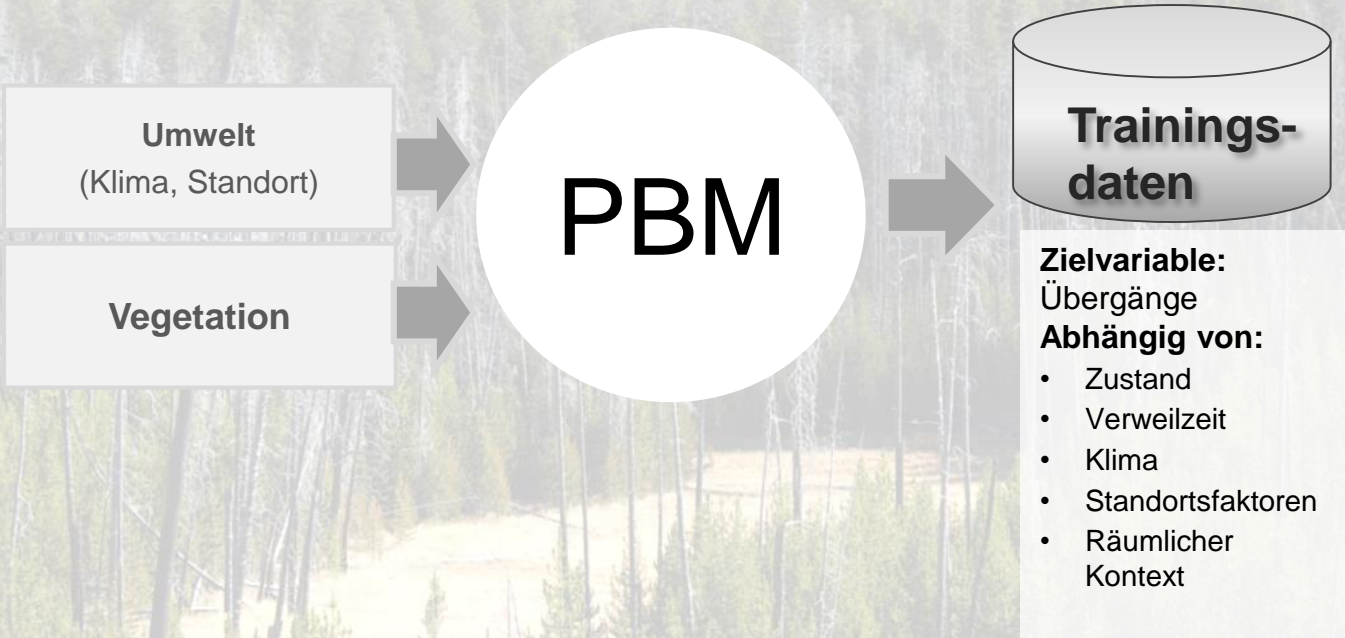
Wie die Übergangswahrscheinlichkeiten modellieren?





- Auflösung 1ha
- Jahresschritte

Erzeugen von Trainingsdaten mit einem prozessbasierten und detaillierten Modell



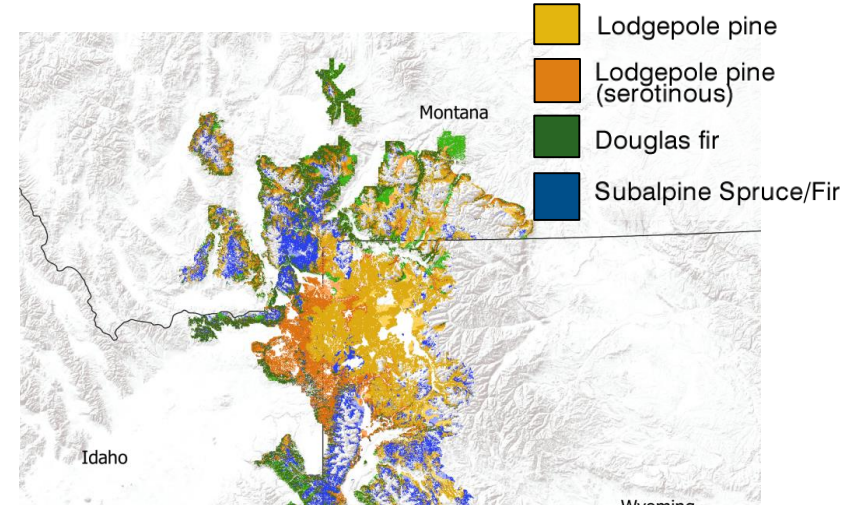
Beispiel: The Greater Yellowstone Ecosystem

- 280x450km, 3 Mio ha. bewaldet
- Küstenkiefer, Douglasie, Subalpine Tanne/Engelmann-Fichte
- Waldbrände sind Teil des natürlichen Regimes

Mehr und größere Feuer zu erwarten:

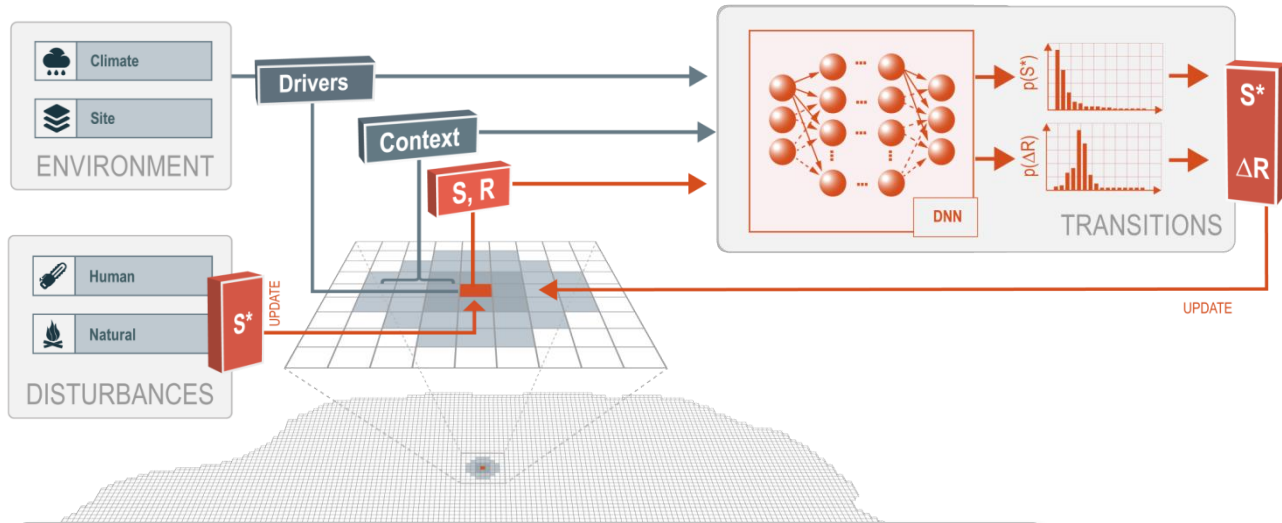
Continued warming could transform Greater Yellowstone fire regimes by mid-21st century

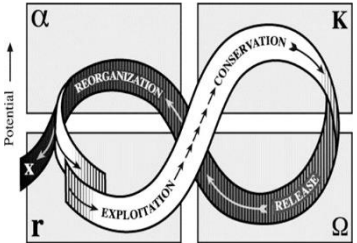
Anthony L. Westerling^{a,1}, Monica G. Turner^{b,1}, Erica A. H. Smithwick^c, William H. Romme^d, and Michael G. Ryan^e



Können sich die Wälder noch verjüngen wenn sich Feuer- und Klimabedingungen verändern?

- Entfernung Samenquellen
- Erzeugung von Samen
- Verhinderung der Keimung





Störungen sind **schnelle**
Übergänge zu neuen
Zuständen (α und Ω)

Holling, 1986 Connectedness \rightarrow



Human



Natural

DISTURBANCES

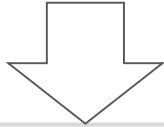
SVD Feuermodul

- Feuerausbreitung in Abhängigkeit von Topographie und Windverhältnisse
- Ausbreitung beschränkt durch Brennmaterial und definierter Maximalgröße (aus statistischer Modellierung)

Simulation (Bestände)

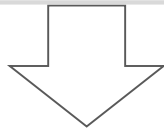


Viele Kombinationen von Vegetation, Standort, Klima und Feuer



DNN Training

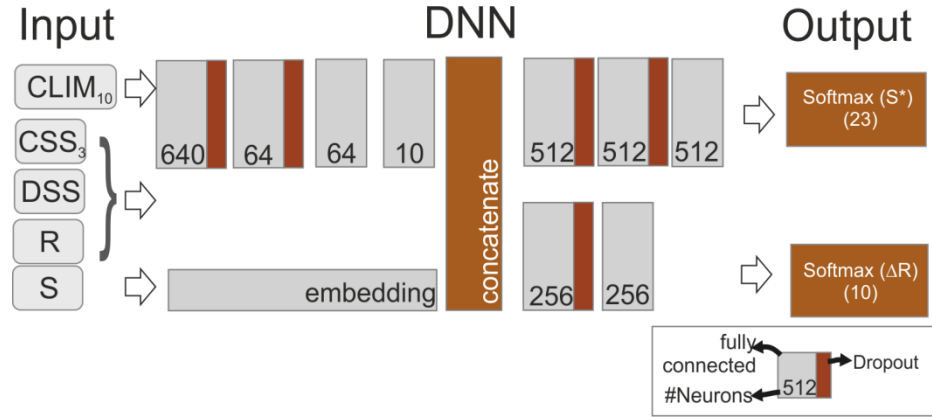
Verjüngungserfolg nach Feuer



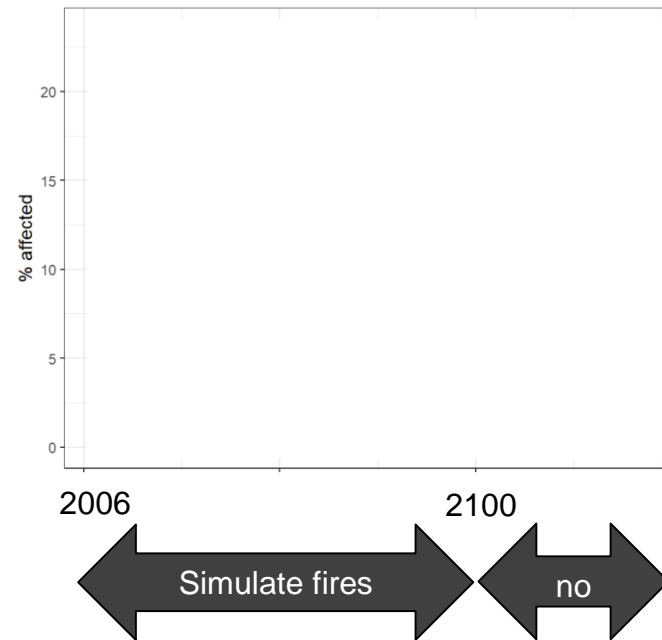
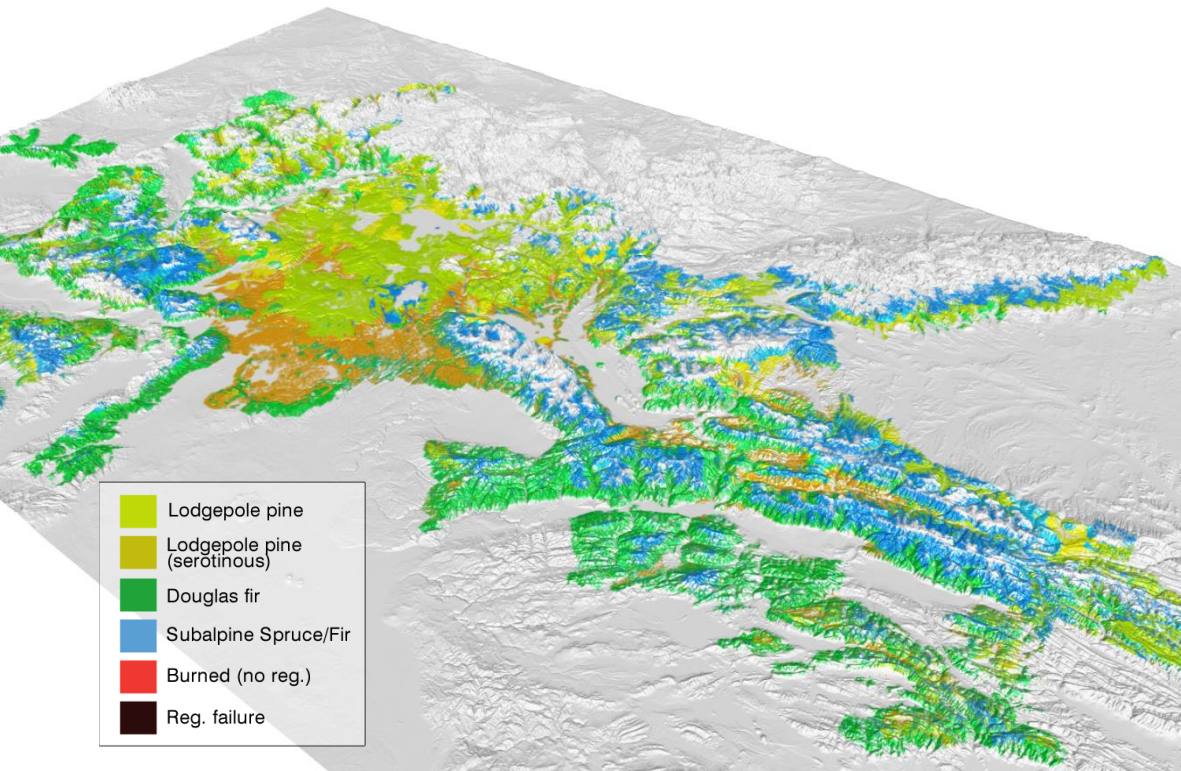
SVD Anwendung

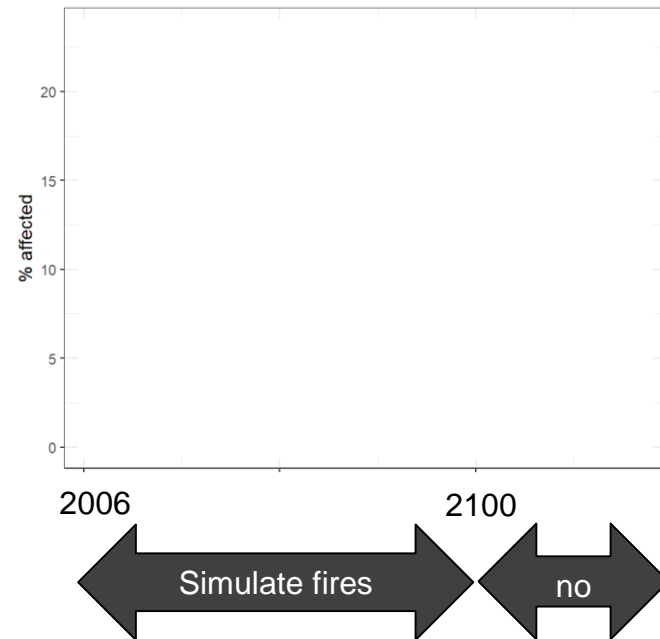
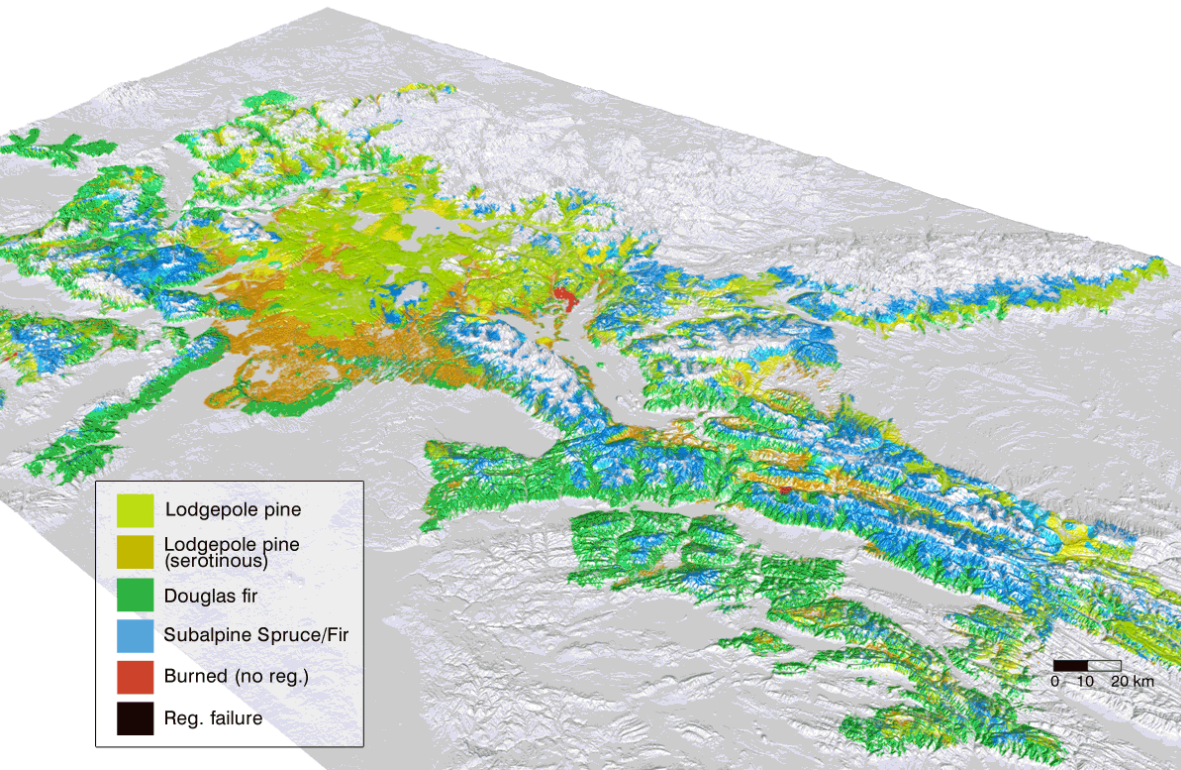


Gesamte Fläche GYE



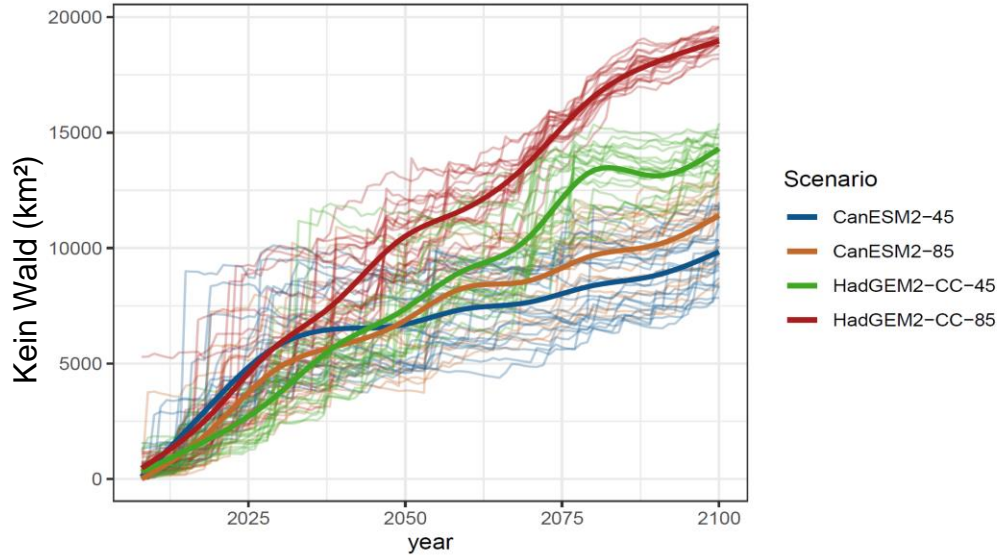
- 7.7 Millionen Datenpunkte
- Relativ kleines DNN ~700000 Parameter
- Händisches Tuning
- Accuracy: 0.941, F1: 0.954



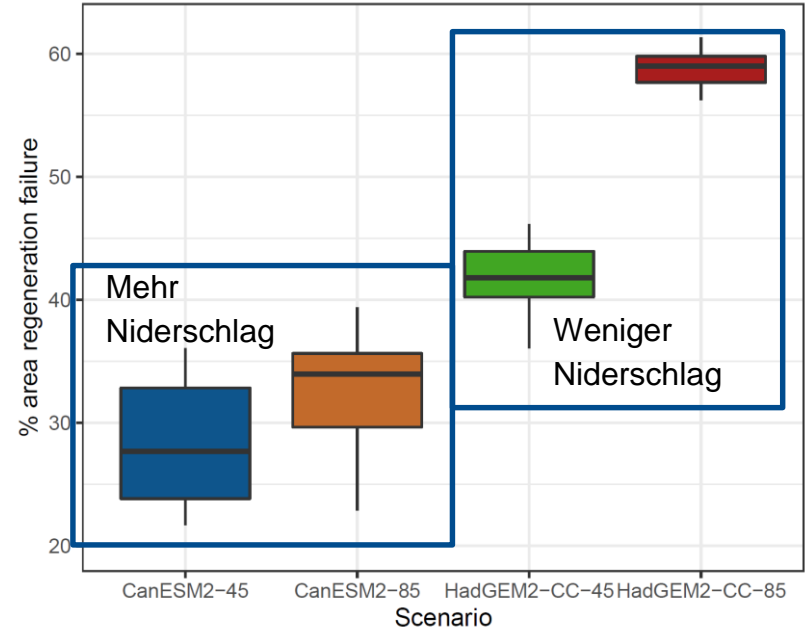


Ergebnisse

Kein Wald (temporär und permanent)



Kein Wald (Ende der Simulation)




Danke!

<https://github.com/SVDmodel/SVD>

werner.rammer@tum.de

DOI: 10.1111/2041-210X.13171

RESEARCH ARTICLE

Methods in Ecology and Evolution 

A scalable model of vegetation transitions using deep neural networks