

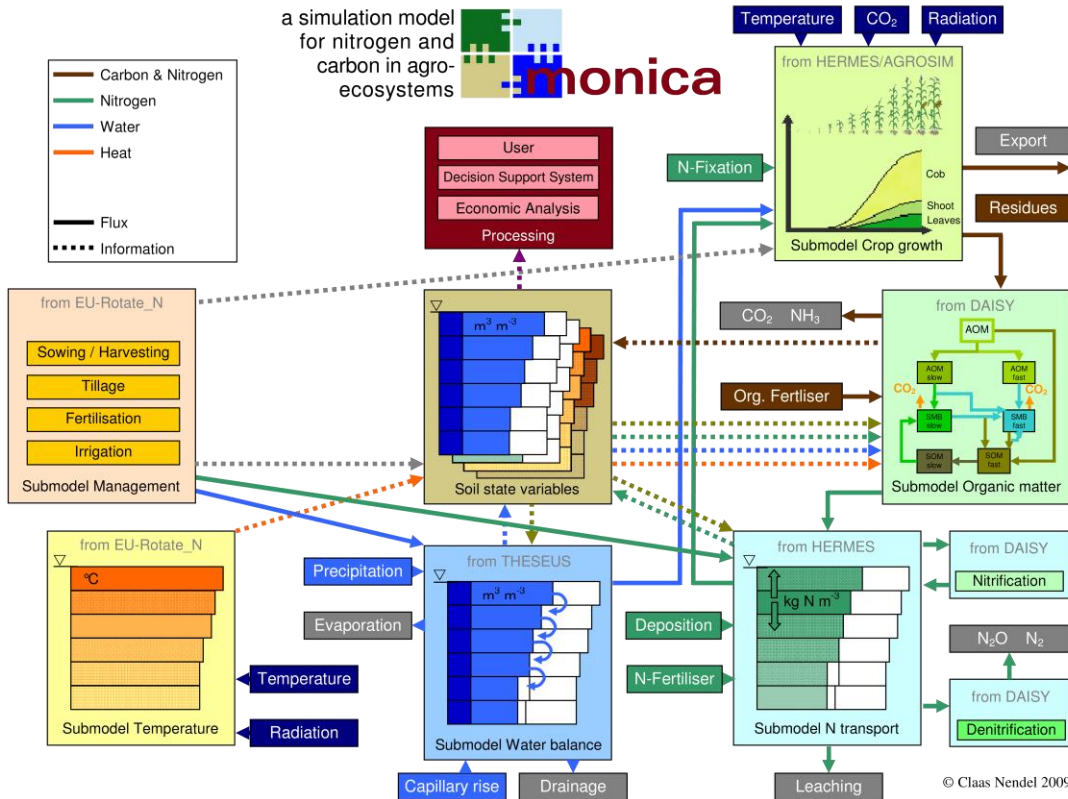
Landwirtschaftliche Erträge – Projektionen für Deutschland 2031-2060

DAFA-Plattform Landwirtschaft im Klimawandel Workshop-
Serie: *Agrarforschung zum Klimawandel*

Claas Nendel, Clemens Jänicke, Diana-Maria Seserman,
Michael Berg-Mohnicke, Stefan Ernst, Susanne Schulz

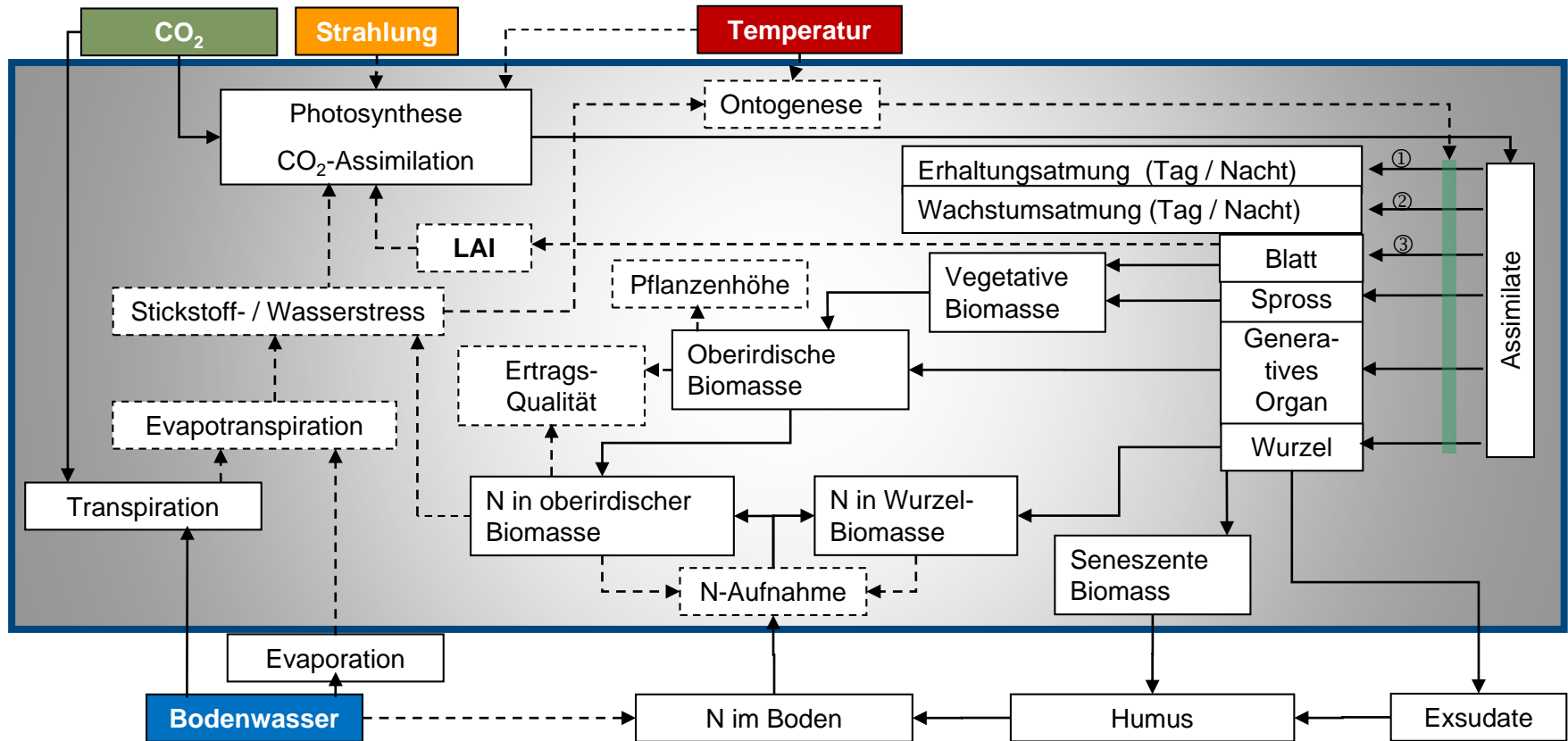
Mechanistische Modellierung um Prozesse & Systemverhalten zu verstehen

a simulation model
for nitrogen and
carbon in agro-
ecosystems

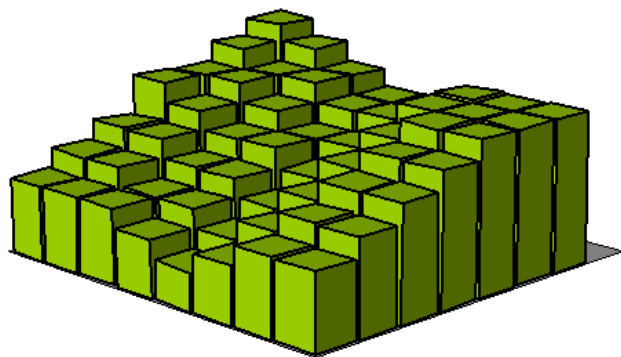
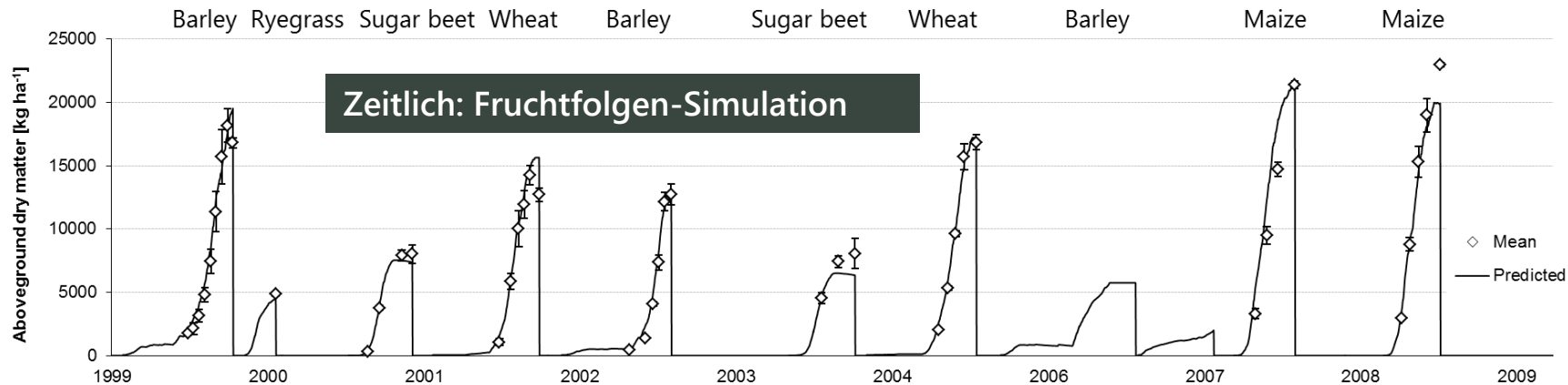


- Mechanistisches und dynamisches Simulationsmodell für biophysikalische Prozesse in Agrar-ökosystemen
- >40 Jahre Entwicklung
- Intensiv getestet für eine Reihe von Kulturarten
- Gute Performanz auf der Schlagebene in der Saison
- Derzeit Test über ganz Deutschland und Europa
- Läuft massiv-parallel auf einem Großrechner

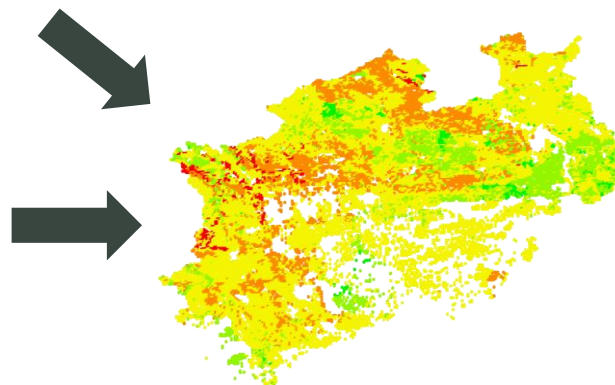
Simulationsmodelle für Pflanzenwachstum



Simulation über große Flächen



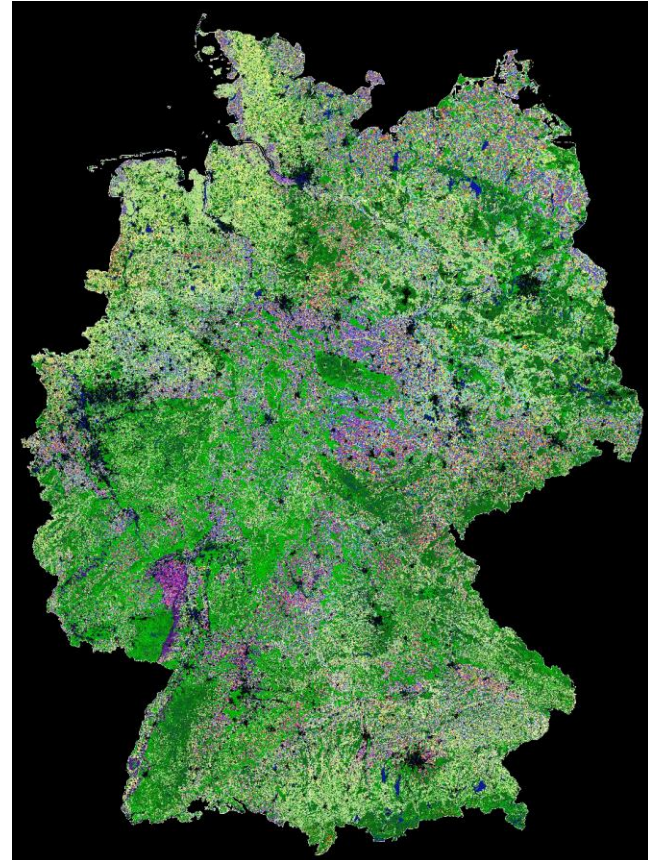
Räumlich: Raster-Simulation



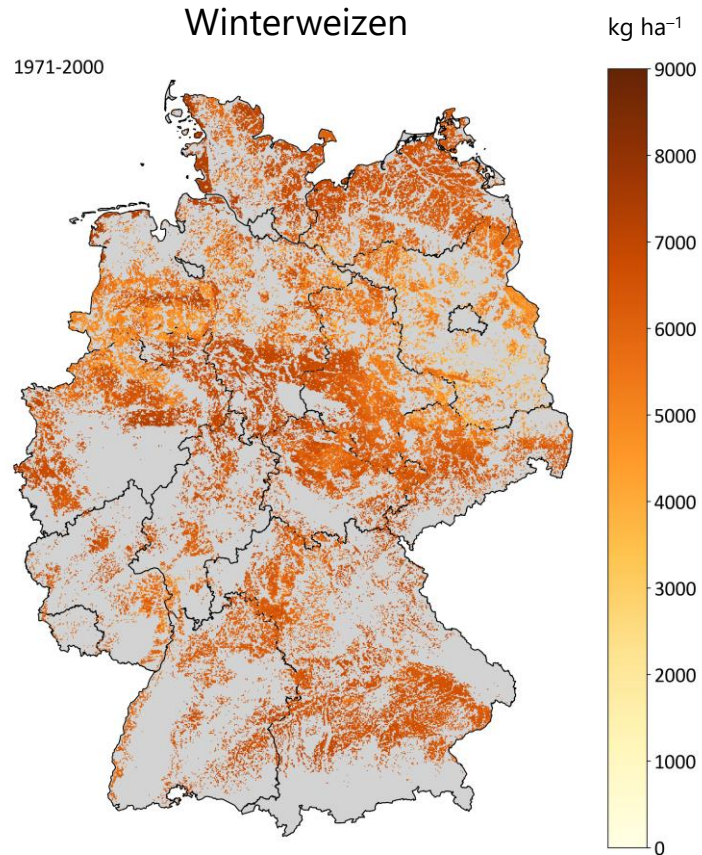
Nordrhein-Westfalen (Stella et al. 2019)

- DWD-Kernensembles
- BÜK250
- Fruchtartenmasken von 2017-2019 auf 1 km² aggregiert, bei 75% Fruchtart-Bedeckung

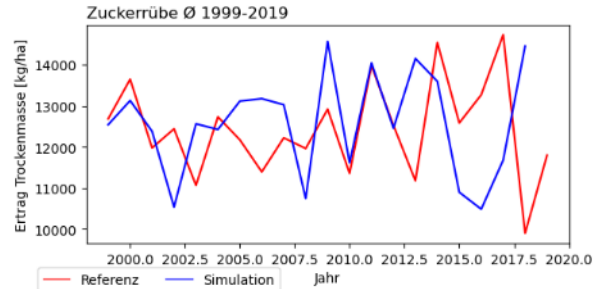
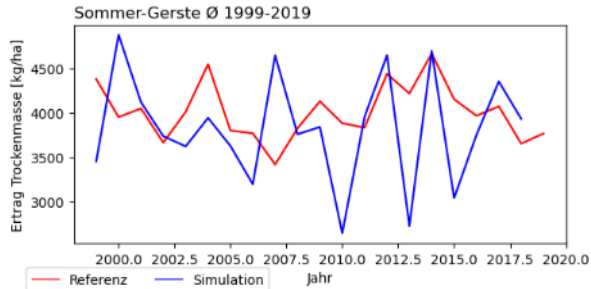
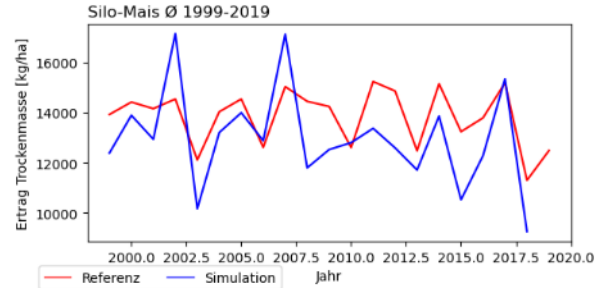
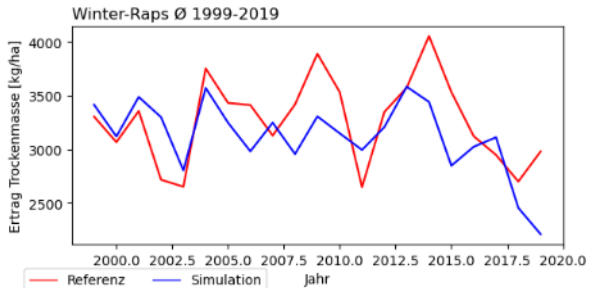
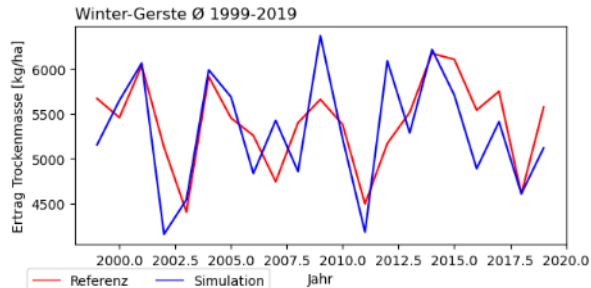
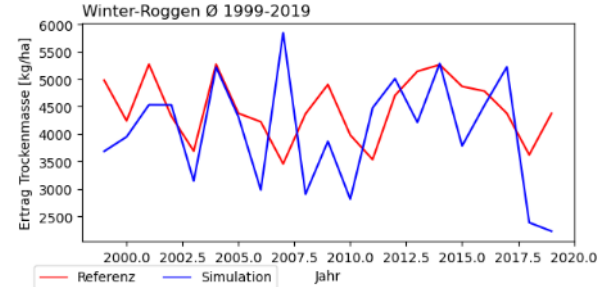
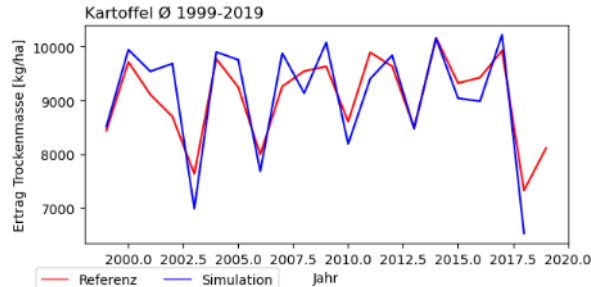
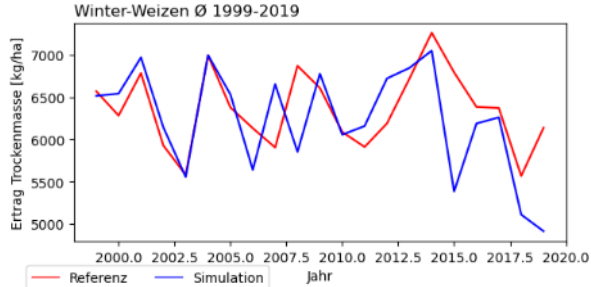
Blickensdörfer, L., M. Schwieder, D. Pflugmacher, C. Nendel, S. Erasmí and P. Hostert (2022): Multi-year national-scale crop type mapping with combined time series of Sentinel-1, Sentinel-2 and Landsat 8 data. *Remote Sens. Environ.* 269, 112831.



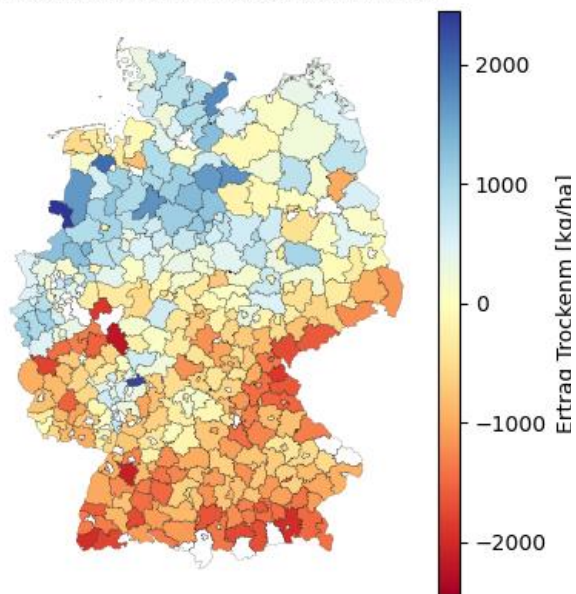
Hochaufgelöste Simulation über Deutschland



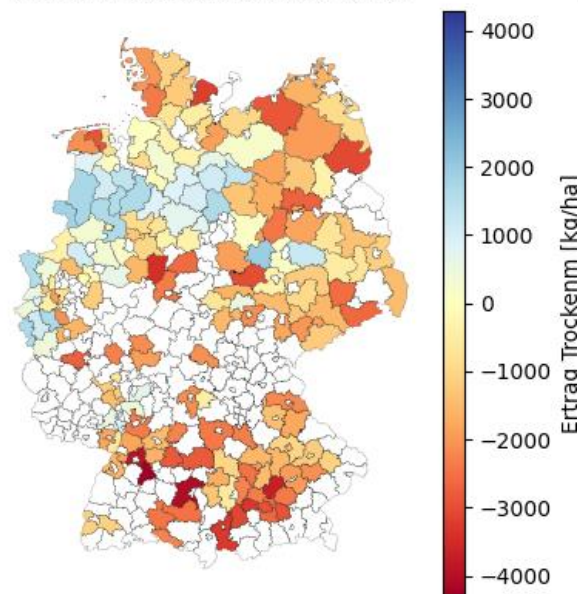
Kalibrierungsergebnisse – zeitliche Variabilität



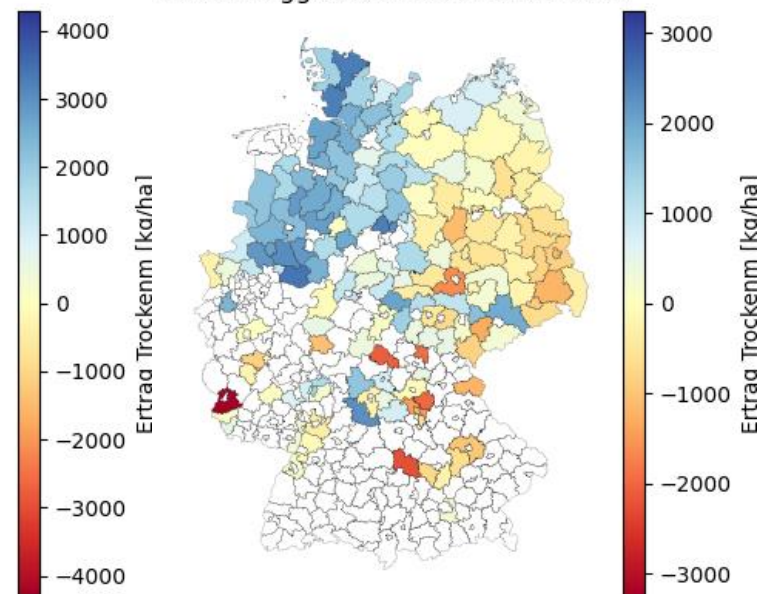
Winter-Weizen Ref-Sim Ø 1999-2019



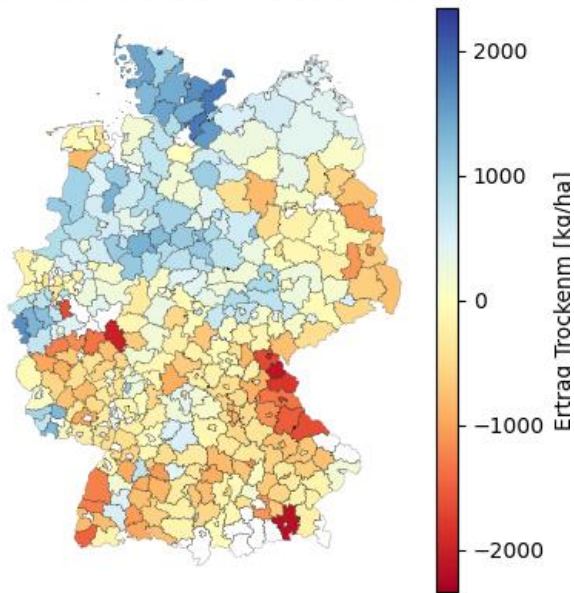
Kartoffel Ref-Sim Ø 1999-2019



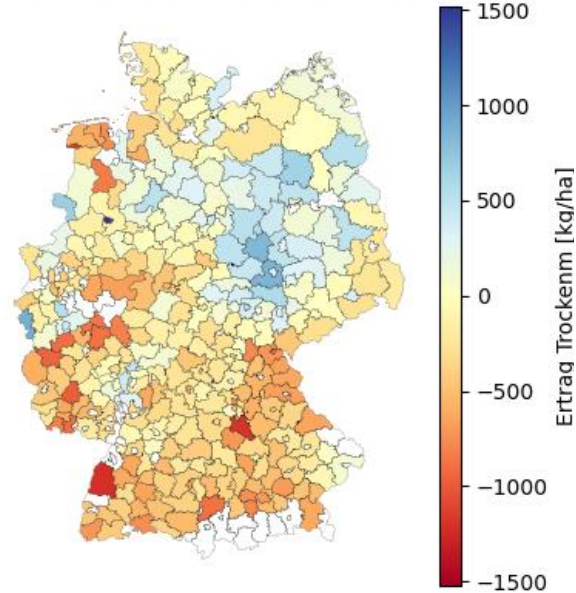
Winter-Roggen Ref-Sim Ø 1999-2019



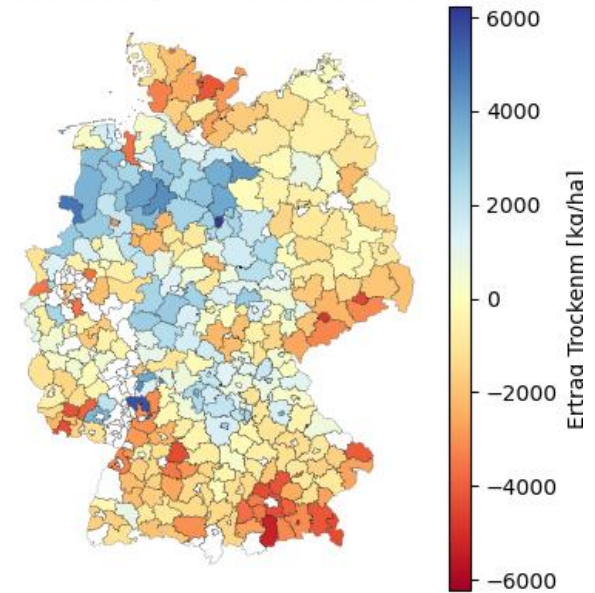
Winter-Gerste Ref-Sim Ø 1999-2019



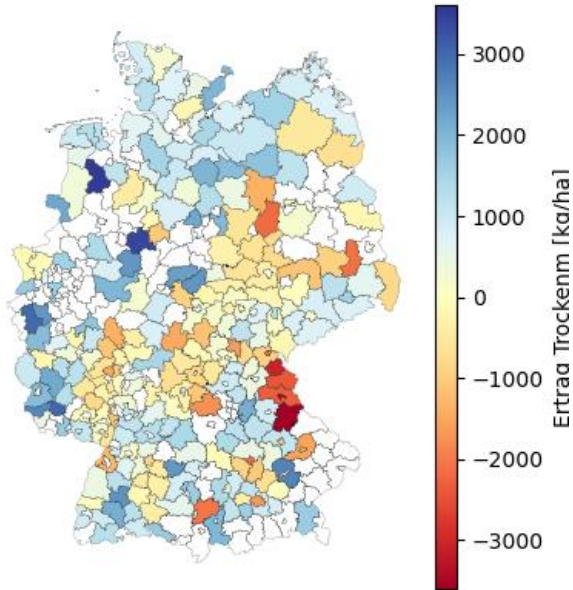
Winter-Raps Ref-Sim Ø 1999-2019



Silo-Mais Ref-Sim Ø 1999-2019

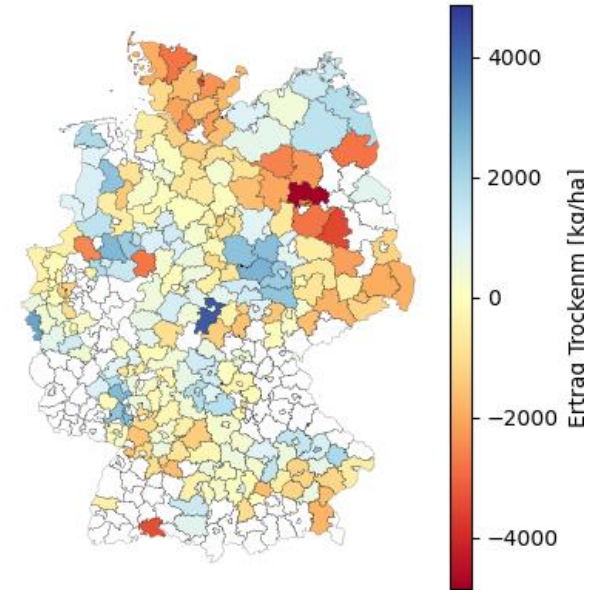


Sommer-Gerste Ref-Sim Ø 1999-2019



- Simulation der historischen Erträge mit $\sim \pm 10\%$ Genauigkeit
- Räumliche Muster oft durch nicht-standörtliche Faktoren erklärbar

Zuckerrübe Ref-Sim Ø 1999-2019

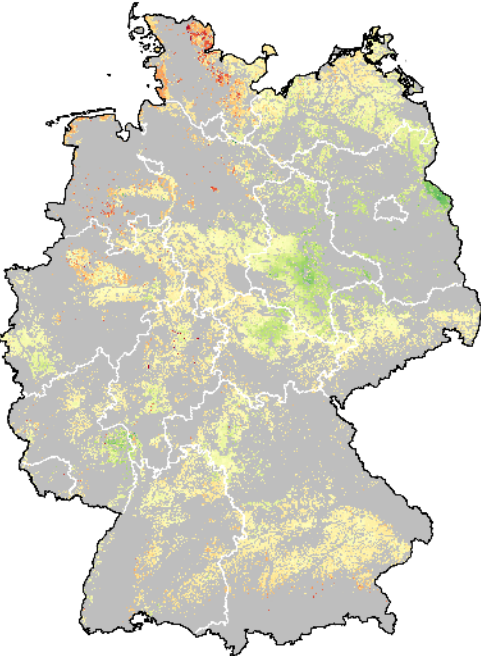


Klimawandel: was erwartet unsere Ackerkulturen?

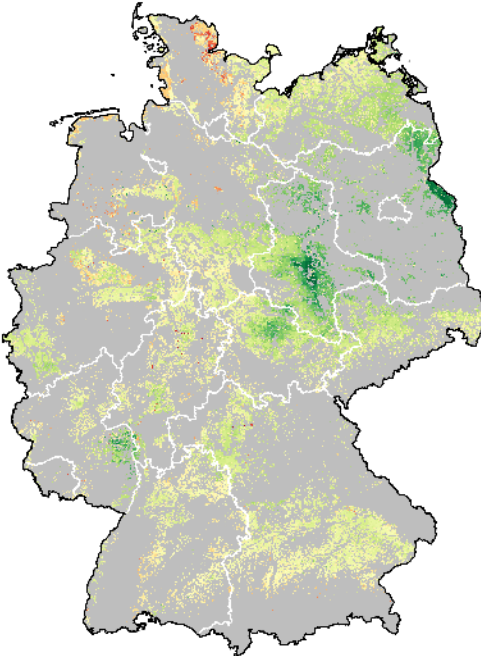
| | CO ₂ steigt | Temperatur steigt |
|------------------|------------------------------------|--|
| Positiver Effekt | Höhere Photosynthese (C3-Pflanzen) | Längere Saison |
| | Bessere Wassernutzungseffizienz | Schnellere Entwicklung → Reife noch vor den heißen Monaten |
| Negativer Effekt | | Schnellere Entwicklung → kürzere Kornfüllungsphase |
| | | Höhere Verdunstung → weniger Wasser verfügbar |
| | | Größeres Spätfrost-Risiko |
| | | Schnellere Schädlingsentwicklung |

Winterweizen

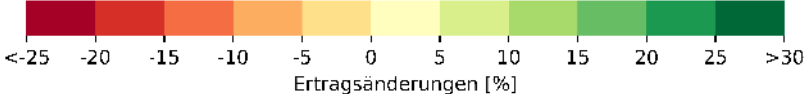
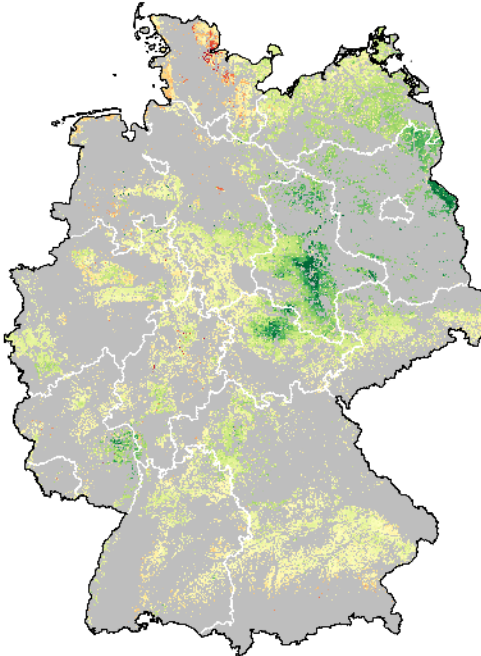
RCP 2.6



RCP 4.5

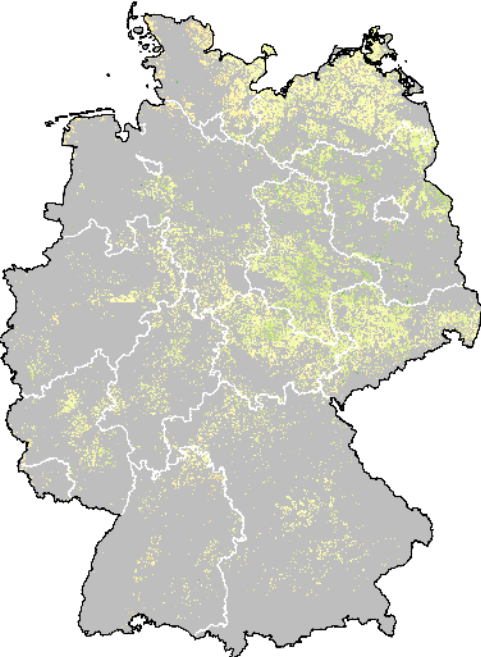


RCP 8.5

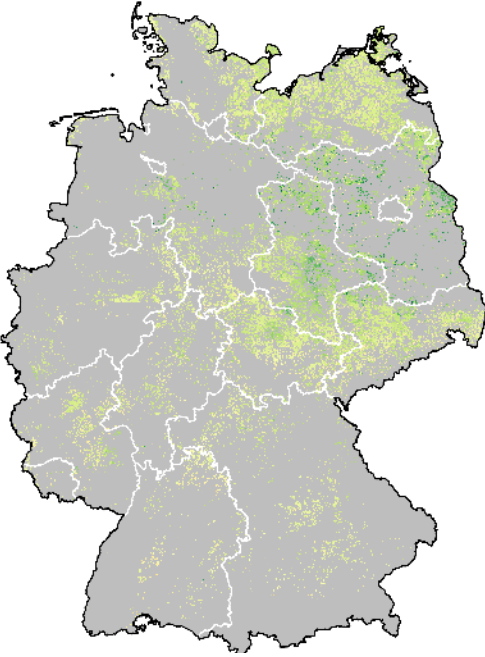


Winterraps

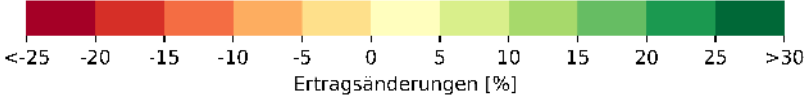
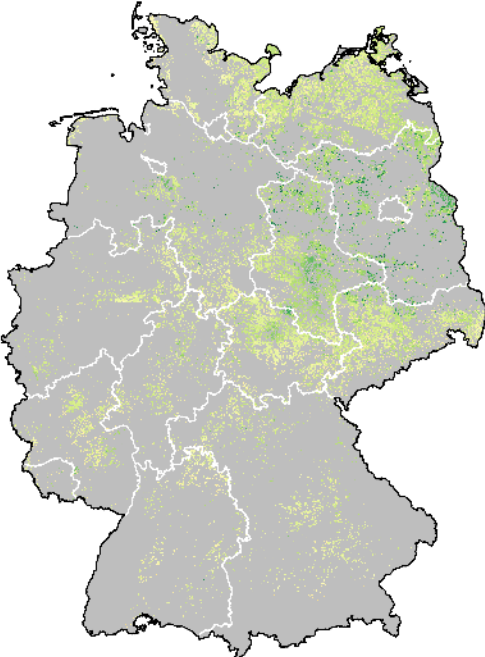
RCP 2.6



RCP 4.5

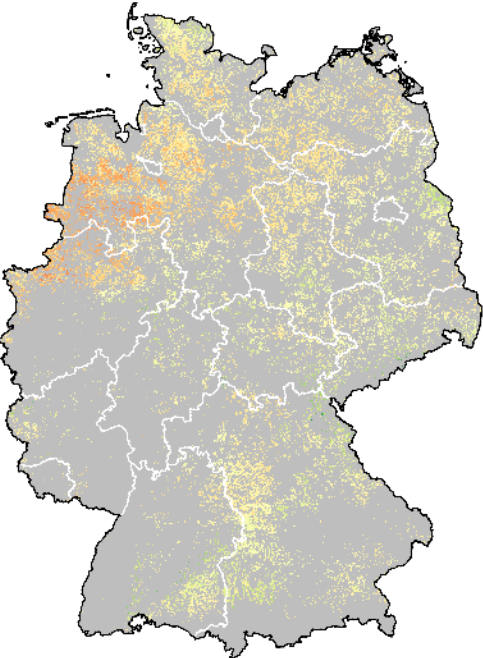


RCP 8.5

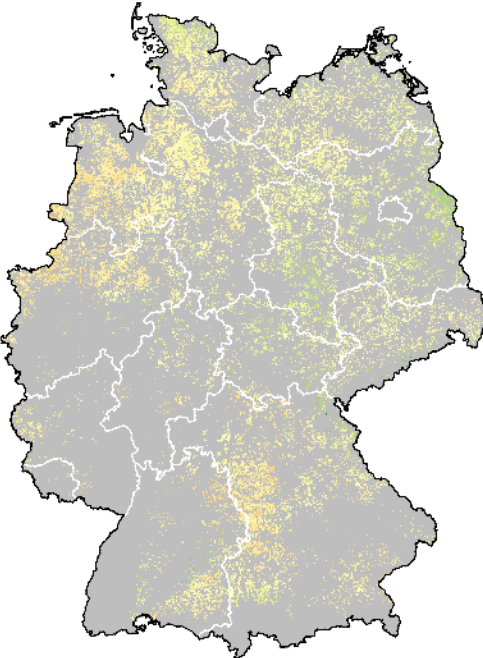


Silomais

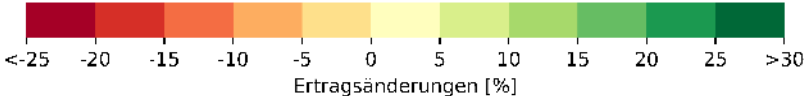
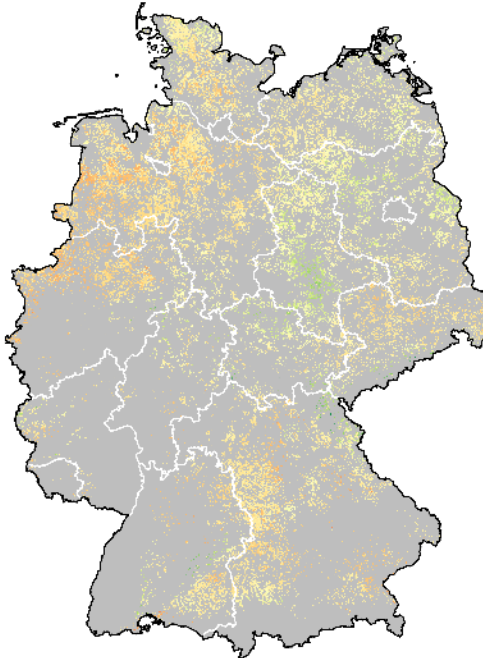
RCP 2.6



RCP 4.5

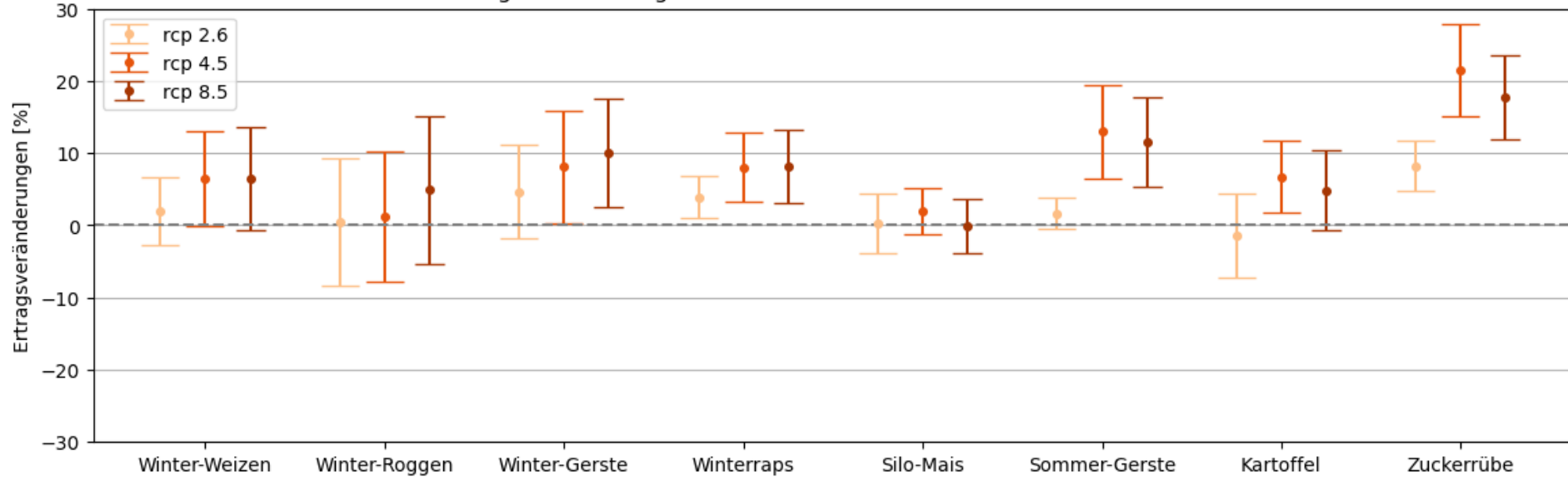


RCP 8.5



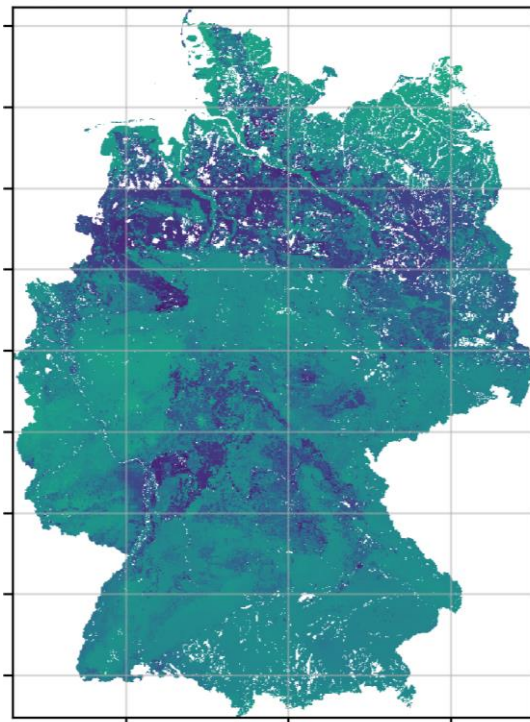
Simulationsergebnisse

Ertragsveränderungen im Mittel zwischen 1971-2000 und 2031-2060

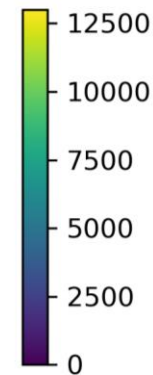
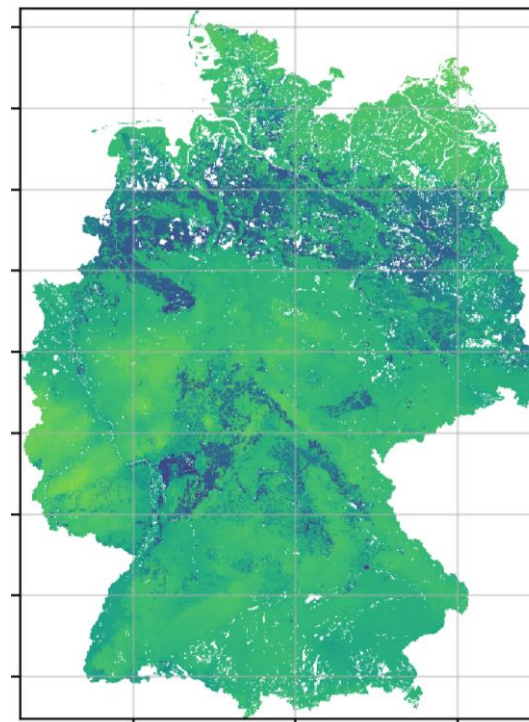


Weizenerträge im Jahr 2099 (RCP 8.5)

420 ppm



1180 ppm

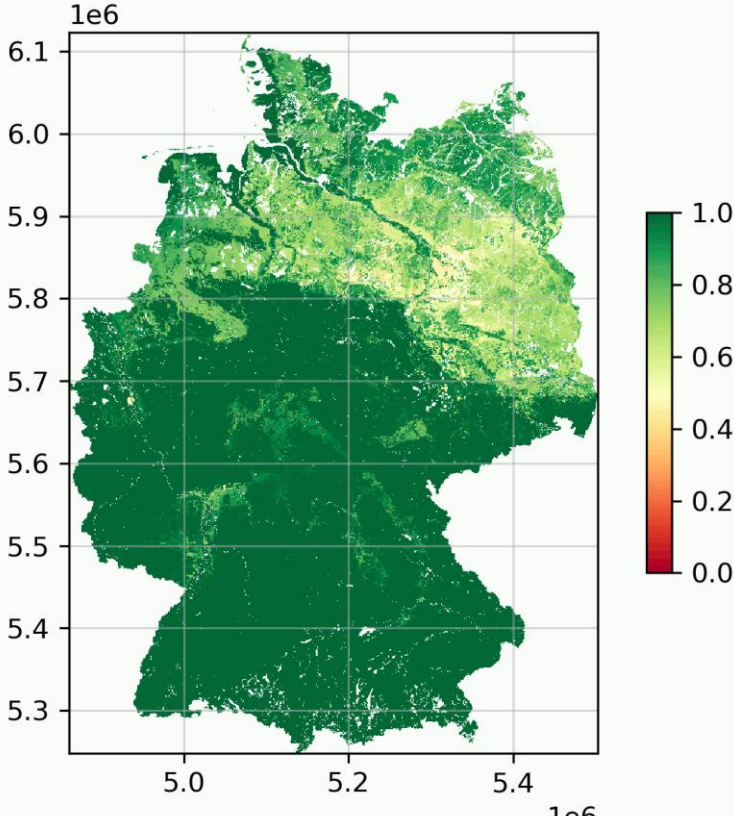


- Ertragssimulationen lassen keine drastische Ertragseinbußen bis zur Mitte des Jahrhunderts erwarten.
- Zuwächse oft in Niedrig-Ertrags-Regionen, Einbußen in Hoch-Ertrags-Regionen
- Einzig Silomais profitiert kaum vom CO₂-Anstieg

Aber:

- **Experimentelle Datensätze** zur Modell-Kalibrierung sind rar, und z.T. veraltet, insbesondere zu Trocken- und Hitzestress, sowie CO₂ > 650 ppm
- Fehlende Information zur aktuellen **Bewässerung** trübt das Ergebnis
- Gerste- und Roggen-Erträge folgen offenbar einem räumlichen Muster, das nicht klimatisch bedingt ist (**regionale Sorten-Präferenz?**)
- Unklar, ob das Klima-Ensemble **Frühsommertrockenheit** gut abbildet
- Sturm, Hagel, Überflutung sind nicht enthalten!

Durchschnittliches Transpirationsdefizit Mais



Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit.



Leibniz-Zentrum für
Agrarlandschaftsforschung
(ZALF) e.V.