

Assoziiertes Projekt – Arbeitspaket B3:

Simulation des Effekts von erhöhtem CO₂ auf Biomasse und Transpiration

Juliane Kellner¹, Sebastian Multsch¹, Philipp Kraft¹, Tobias Houska¹, Christoph Müller² und Lutz Breuer¹

¹ Institut für Landschaftsökologie und Ressourcenmanagement, Justus-Liebig-Universität Gießen

² Institut für Pflanzenökologie, Justus-Liebig-Universität Gießen

Einleitung

Steigende CO₂-Konzentrationen in der Atmosphäre haben vielseitige Auswirkungen auf Pflanzen und deren Wasserhaushalt. Einerseits wird auf Blattebene ein verminderter Wasserverbrauch erwartet, da unter erhöhtem CO₂ (eCO₂) eine Schließung der Stomata begünstigt wird. Auf Bestandesebene hingegen kann der CO₂-Düngeeffekt zur einer Erhöhung der oberirdischen Biomasse und damit zu einer verstärkten Verdunstung führen.

Ziel: Simulation des komplexen Systems Boden-Pflanze-Atmosphäre mit Hilfe eines gekoppelten hydrologischen Pflanzenwachstumsmodells und die Untersuchung des Nettoeffekts von eCO₂ auf Biomasse und Transpiration der Gießener Graslandfläche.

Bisherige Ergebnisse

Das gekoppelte hydrologische Pflanzenwachstumsmodell trifft die gemessenen Bodenfeuchte- und Biomassenwerte, sowohl unter atmosphärischem, als auch unter eCO₂ (Abb. 1).

Unter eCO₂ ist die simulierte Biomasse um 23.2 g m⁻² am ersten und um 34.4 g m⁻² am zweiten Erntezeitpunkt höher (Abb. 2a). Die simulierte Transpiration steigt ebenfalls in beiden Wachstumszeiträumen an (Abb. 2b). Die Wassernutzungseffizienz jedoch, welche sich durch Biomasse geteilt durch Transpiration errechnet, zeigt ebenfalls erhöhte Werte, was auf einen positiven Effekt des eCO₂ rückschließen lässt: Mehr Biomasse pro Menge transpirierten Wassers (Abb. 3).

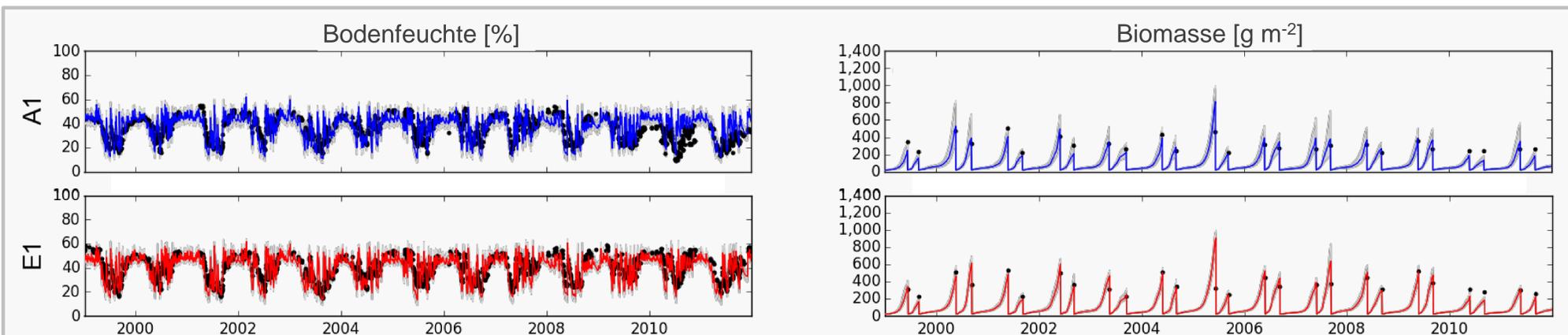


Abbildung 1: Zeitreihe der beobachteten und simulierten Bodenfeuchte und oberirdischen Biomasse für den Zeitraum 1999-2011. Exemplarisch dargestellt sind der Kontrollring A1 und der mit CO₂-begaste Ring E1. Beobachtet: schwarze Punkte; simuliert: 1) Posterior Daten (graue Fläche) mit 5% Perzentil als untere und 95% Perzentil als obere Grenze, 2) Median (rote bzw. blaue Linie).

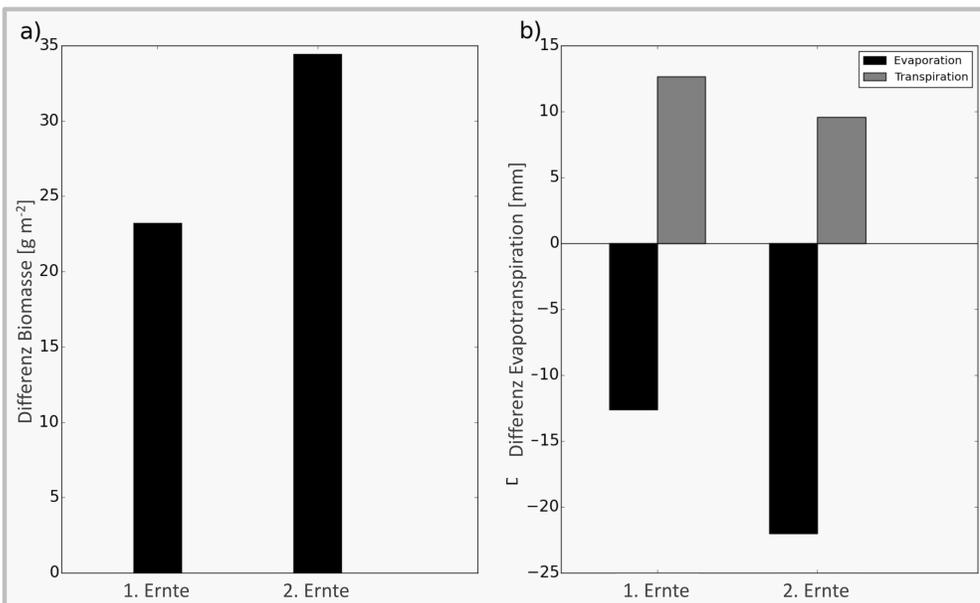


Abbildung 2: Simulierter Unterschied der Biomasse (a) und der Evapotranspiration (b) zwischen den Ringen mit erhöhtem und mit atmosphärischem CO₂ im Zeitraum 1999-2011 des Graslandes des Gießener FACE-Experiments aufgeteilt in ersten und zweiten Erntetermin.

Material & Methoden

Gekoppeltes hydrologisches Pflanzenwachstumsmodell:

- PMF¹ (Pflanzenwachstumsmodell)
- CMF² (hydrologisches Modell)

PMF wurde weiterentwickelt: Stomata und Biomassenentwicklung reagieren auf verändertes CO₂.

Unsicherheitsanalyse (GLUE):

- 18 Parameter von PMF und CMF
- zufälliges Erzeugen von 140,000 Parametersets (Latin Hypercube Algorithmus)
- Vergleich der simulierten und beobachteten Bodenfeuchte und Biomasse
- Anwenden von Ablehnungskriterien: R², bias und RMSE (siehe Tab. 1).

Daten: **Gi-FACE, 1999-2011**, Biomasse und Bodenfeuchte, meteorologische Daten, Grundwasserstände, Erntezeitpunkte

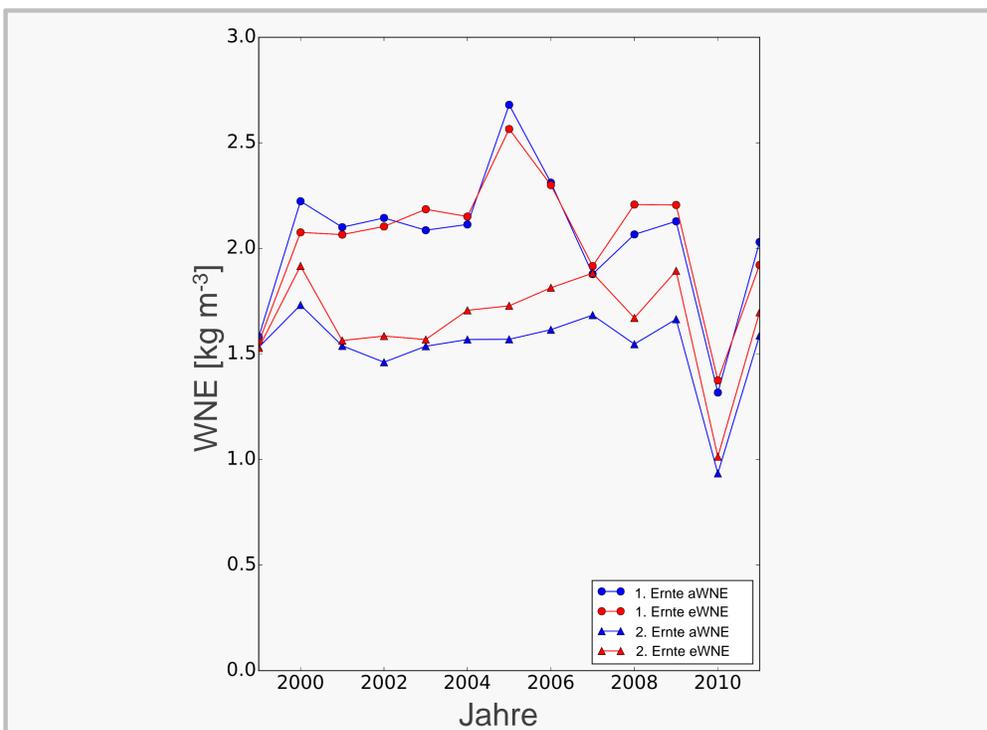


Abbildung 3: Simulierte Wassernutzungseffizienz (WNE) im Zeitraum 1999-2011 des Graslands des Gießener FACE-Experiments in den Ringen mit erhöhtem CO₂ (eWNE) und den Ringen mit atmosphärischem CO₂ (aWNE) aufgeteilt in ersten und zweiten Erntetermin.

Tabelle 1: Gewählte Kriterien, für den Vergleich beobachteter und simulierter Daten.

	R ²	bias	RMSE
Bodenfeuchte	< 0.3	> 5%	> 10%
Biomasse	< 0.3	> 40 g m ⁻²	> 140 g m ⁻²

Ausblick Auslaufphase

- Erweiterung des kombinierten Effekts von Temperatur und erhöhtem CO₂ auf die Biomassenakkumulation sowie den Wasserhaushalt mit Hilfe der Daten aus den FACE2FACE-Versuch.

Literatur:
[1] Multsch et al. (2011) MODSIM2011, 995-1001.
[2] Kraft et al. (2011) Environmental Modeling & Software 26, 828-830.