

Wechselwirkungen von Waldstruktur und Variabilität der klimarelevanten Ökosystemfunktionen

Tim Schacherl¹, Julia Kelly², Natascha Kljun², Alexander Knohl¹, Anne Klosterhalfen¹

¹Georg-August-Universität Göttingen, Büsingenweg 2, 37077 Göttingen, tim.schacherl@uni-goettingen.de ; ²Lund University, Sölvegatan 37, 22362 Lund, Schweden

Motivation

Die Variabilität der Ökosystemfunktionen kann als Indikator für die Resistenz von Wäldern dienen. Als Teil des EU-Horizon Europe Projekts ‚CLIMB-FOREST‘ wurden 60 Wälder in Europa, deren Reaktion auf Trockenstress und der Einfluss von Waldstruktur untersucht.

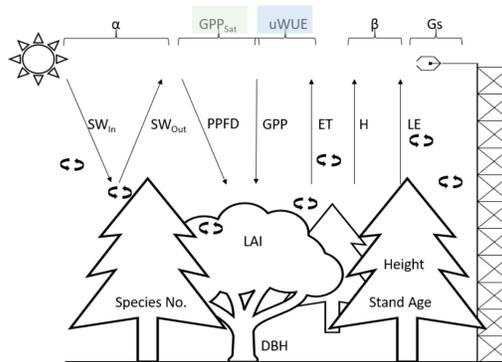


Standort der 60 Versuchswälder innerhalb Europas

Die Analyse des Struktureinflusses auf die Variabilität der Ökosystemfunktionen kann wertvolle Erkenntnisse für Bewirtschaftungsstrategien liefern, um die zukünftige Resistenz von Wäldern zu verbessern.

Klimarelevante Ökosystemfunktionstypen

Die CO₂-, Wasserdampf- und Energieflüsse wurden mit der Eddy-Kovarianz Methode auf Ökosystemebene gemessen und auf Tageswerte aggregiert. Auf deren Basis wurden die Ökosystemfunktionen auf Monats- bzw. Jahreswerten berechnet, deren Verteilung und Variabilität analysiert, und mit Waldstrukturparametern korreliert.



Ökosystemfunktionen: Albedo (α), photosynthetische Kapazität (GPP_{sat}), Wassernutzungseffizienz ($uWUE$), Bowen Verhältnis (β), Kronenleitfähigkeit (G_s)

Flüsse: ein- und austretende kurzwellige Strahlung (SW_{in} und SW_{out}), Photonenflussdichte der photosynthetisch aktiven Strahlung (PPFD), Bruttopräprimärproduktion (GPP), Evapotranspiration (ET), fühlbarer und latenter Wärmestrom (H und LE)

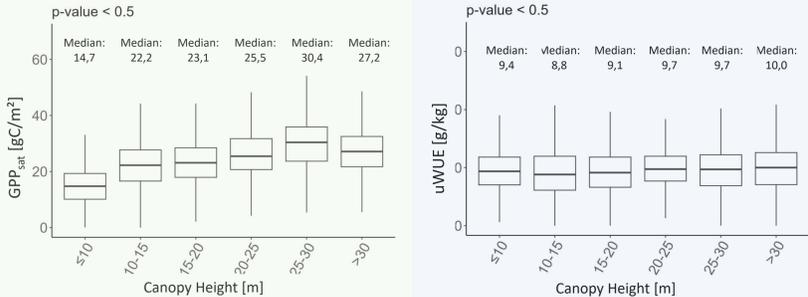
Waldstrukturparameter: Anzahl dominanter Baumarten (Species No.), Blattflächenindex (LAI), Brusthöhendurchmesser (DBH), Bestandeshöhe (Height), Bestandesalter (Stand Age)

Ergebnisse

Photosynthetische Kapazität (GPP_{sat})

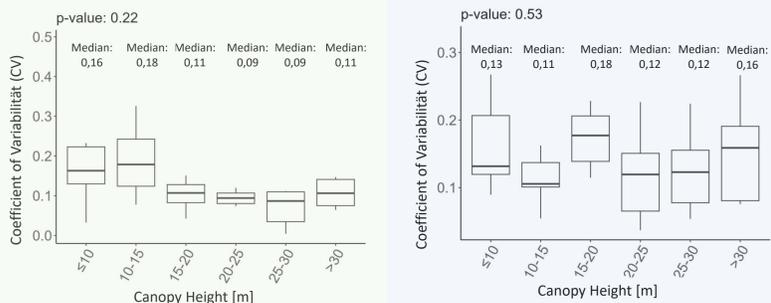
Wassernutzungseffizienz ($uWUE$)

Verteilung von GPP_{sat} und $uWUE$ nach Bestandeshöhe.



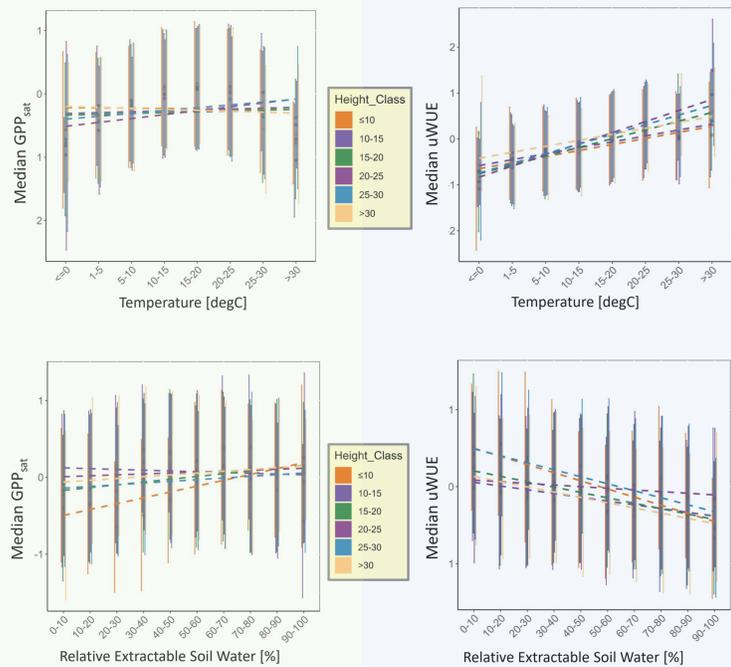
- Leichter Anstieg von GPP_{sat} mit den Höhenklassen
- Kaum Unterschied von $uWUE$ zwischen den Höhenklassen

Variabilität (CV) von GPP_{sat} und $uWUE$ nach Bestandeshöhe.

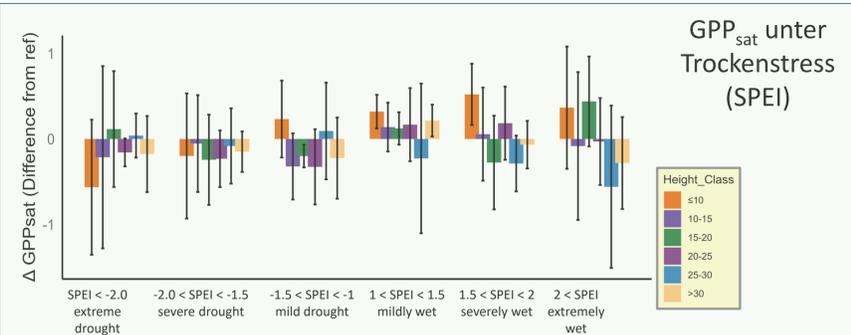


- Höhere Variabilität von GPP_{sat} in niedrigen Höhenklassen
- $uWUE$ zeigt keinen klaren Trend

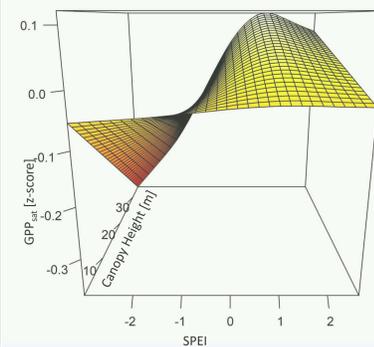
Normierte $uWUE$ und GPP_{sat} vs. Temperatur und Bodenwasser



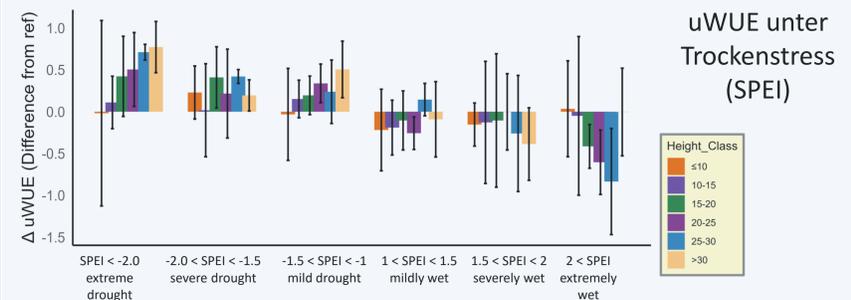
- GPP_{sat} steigt bis 25°C, danach fällt es in allen Höhenklassen
- $uWUE$ steigt mit zunehmender Temperatur in allen Höhenklassen
- GPP_{sat} sinkt in niedrigen Wäldern bei geringerer Bodenfeuchte
- $uWUE$ steigt bei sinkender Bodenfeuchte in allen Höhenklassen



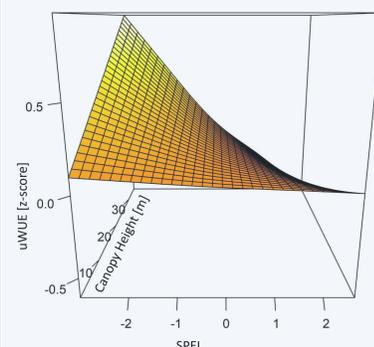
Veränderung der z-normalisierten GPP_{sat} in Trocken- bzw. Nassperioden im Vergleich zur Referenzperiode. Positive Werte bedeuten höhere, negative Werte niedrigere GPP_{sat} . Höhere Bestände verringern GPP_{sat} unter Trockenstress weniger.



Einfluss von Bestandeshöhe und Trockenstress (SPEI) auf GPP_{sat} anhand eines Generalized Additive Models (GAM). Niedrige Bestände korrelieren schwächer mit Trockenstress.



Veränderung der z-normalisierten $uWUE$ in Trocken- bzw. Nassperioden im Vergleich zur Referenzperiode. Positive Werte bedeuten höhere, negative Werte niedrigere $uWUE$. Höhere Bestände performen unter starkem Trockenstress besser, als niedrige.



Einfluss von Bestandeshöhe und Trockenstress (SPEI) auf $uWUE$ anhand eines Generalized Additive Models (GAM). Bestandeshöhe hat eine positive Korrelation der Trockenresistenz von $uWUE$.

Fazit

- Hohe Varianz der Ökosystemfunktionen innerhalb und zwischen Waldstandorten
- Temperatur und Bodenfeuchte stark mit $uWUE$ und GPP_{sat} korreliert, Bestandeshöhe kaum Einfluss
- Höhere Bestände reagieren stärker auf Trockenstress mit steigender $uWUE$
- GPP_{sat} uneinheitlich: Höhere Bestände teils besser, aber niedrigere stabiler laut GAM-Modell

Dankagung

Dieses Projekt wird von der Europäischen Union im Rahmen des Forschungs- und Innovationsprogramms Horizon Europe unter der Fördervereinbarung Nr. 101059888 gefördert. Die geäußerten Ansichten und Meinungen sind die der Autoren und spiegeln nicht notwendigerweise die der Europäischen Union oder der Exekutivagentur für Forschung wider. Weder die Europäische Union noch die Exekutivagentur für die Forschung können für diese für sie verantwortlich gemacht werden. Weiterer Dank geht an alle Mitarbeitenden der Versuchsfelder, an ICOS und FLUXNET.