

Standardisiertes Monitoring von Wachstumsreaktionen wichtiger Waldbaumarten auf klimatische Extremereignisse (MW³)

Mohammad Abdoli¹, Heye Bogena², Harrie-Jan Hendricks-Franssen², Jörg Bendix³, Boris Thies³, Theresa Blume⁴, Ingo Heinrich⁵, Anke Hildebrandt⁶, Andreas Huth⁶, Felix Pohl⁶, Burkhard Neuwirth⁷, Michael Leuchner¹

¹ Physische Geographie und Klimatologie, Institut für Geographie, RWTH Aachen University, Aachen, Deutschland

² Institut, IBG-3, Forschungszentrum Jülich GmbH, Jülich, Deutschland

³ Labor für Klimatologie und Fernerkundung (LCRS), Fachbereich Geographie, Universität Marburg, Marburg, Deutschland

⁴ Deutsches GeoForschungsZentrum (GFZ), Abteilung Hydrologie, Potsdam, Deutschland

⁵ Deutsches GeoForschungsZentrum (GFZ), Abteilung Klimadynamik und Landschaftsentwicklung, Potsdam, Deutschland

⁶ Department Hydrosystemmodellierung, Helmholtz-Zentrum für Umweltforschung (UFZ), Leipzig, Deutschland

⁷ DeLaWi - Jahrringanalytik, Windeck, Deutschland

Einleitung

Das Ziel des MW³-Projekts ist die Entwicklung eines standardisierten Monitoringsystems zur Analyse von Wachstumsreaktionen wichtiger mitteleuropäischer Waldbaumarten unter klimatischen Extremen. Das System baut auf bestehenden Plattformen (TERENO, Natur 4.0) auf und kombiniert bodengebundene Messungen, Fernerkundung und Modellierung. Untersucht werden Wachstumsreaktionen entlang eines West-Ost-Transektes und eines Höhengradienten in den deutschen Mittelgebirgen, mit Fokus auf Trockenheit und Hitzewellen. Daraus sollen Klimasensitivitäten und Prognosen abgeleitet sowie Handlungsempfehlungen für die Forstpraxis entwickelt werden.

Ergebnisse

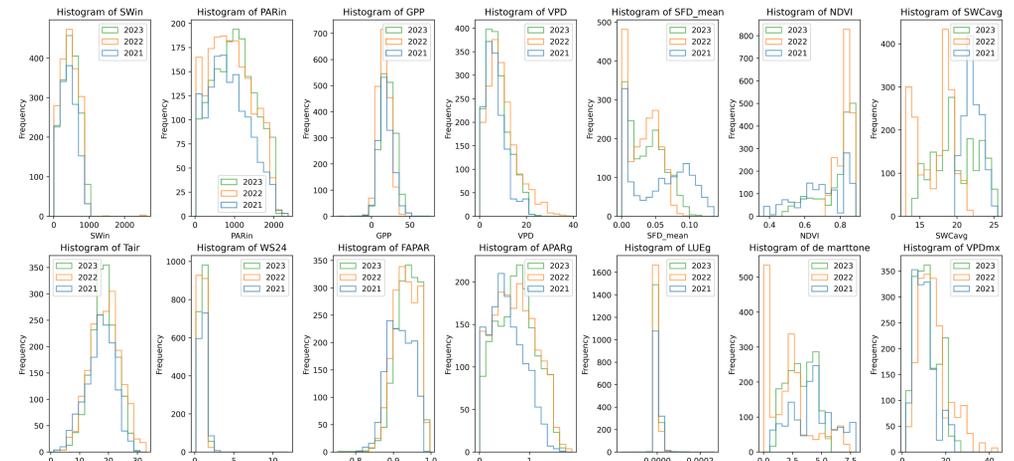


Abb. 3. Histogramm der Umgebungsvariablen für 2021-2023 in Wüstebach

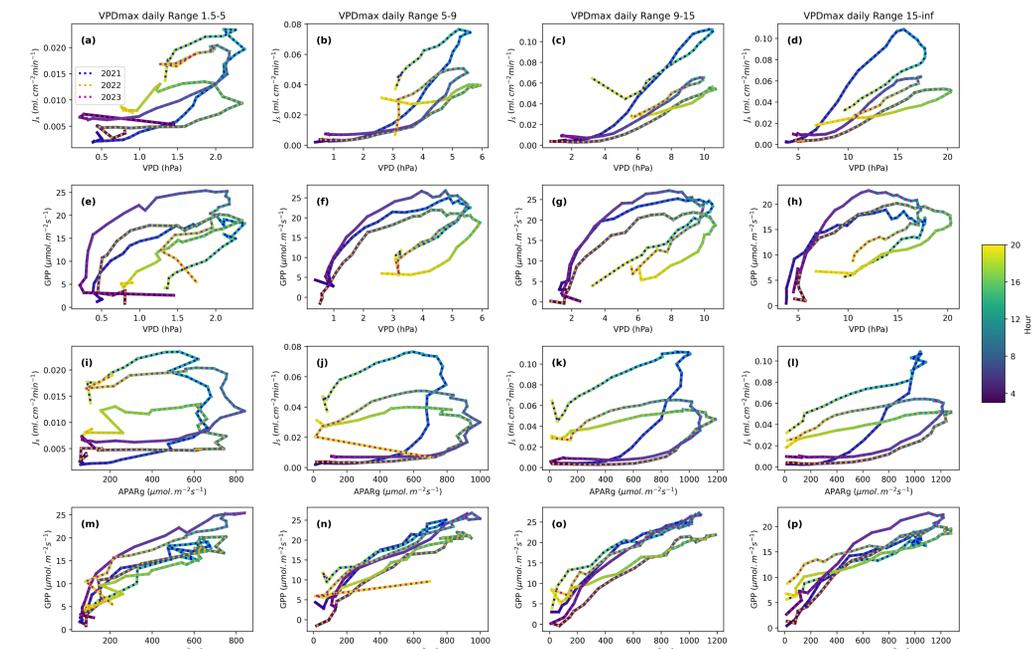


Abb. 4. Hysteresisplots zwischen (a-d) Safflussdichte (J_n) und Dampfdruckdefizit (VPD), (e-h) Bruttoprimärproduktivität (GPP) und VPD, (i-l) J_n und der von der Baumkrone absorbierten photosynthetisch aktiven Strahlung (APARg) (m-p) GPP und APARg, gemittelt für vier verschiedene tägliche maximale VPD-Klassen (Säulen).

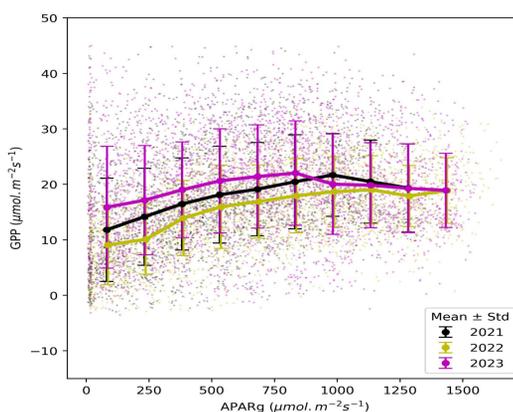


Abb. 5. Halbstündliche Bruttoprimärproduktion (GPP) gegen absorbierte photosynthetisch aktive Strahlung des grünen Kronendachs (APARg) eines Fichtenforsts der Pilotfläche Wüstebach in der Vegetationsperiode 2021-2023.

Das Jahr 2022 war das trockenste Jahr, das Jahr 2021 das nasseste und das Jahr 2023 liegt dazwischen, basierend auf der Lufttemperatur und dem durchschnittlichen Bodenwassergehalt, was sich auch in der Safflussdichte bemerkbar macht (Abb. 3). Die erste Analyse der GPP und des APARg-Vergleichs während der drei Vegetationsperioden zeigt Unterschiede in der Reaktion der GPP auf APARg in verschiedenen Jahren mit unterschiedlicher verfügbarer Energie und Wasser als wichtigste limitierende Faktoren, wobei im Jahr 2022 mit einem höheren Defizit des

Bodenwassergehalts und mehr verfügbarer Energie weniger GPP erzeugt wird, während verfügbares Wasser und weniger Energie im Jahr 2021 nicht zwangsläufig zu einer Erhöhung der GPP führen (Abb. 5). Das Jahr 2023 mit mittleren limitierenden Faktoren hat die höchste GPP, zeigt jedoch einen Anstieg während des hohen APARg, wahrscheinlich aufgrund des Wasserdefizits. Der neuartige Vergleich von Hysteresiszyklen auf zwei Skalen hat das Potenzial, von universellem Wert für die Identifizierung von Bedingungen zu sein, die die Photosynthese einschränken.

Anerkennungen

Die Forschung wurde durch den Waldklimafonds finanziert (Projekt MW³; Fördervereinbarungen 2220WK86). Der Waldklimafonds selbst wird vom Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft (BMEL) sowie vom Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, nukleare Sicherheit und Verbraucherschutz (BMUV) gefördert und von der Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe (FNR) verwaltet.

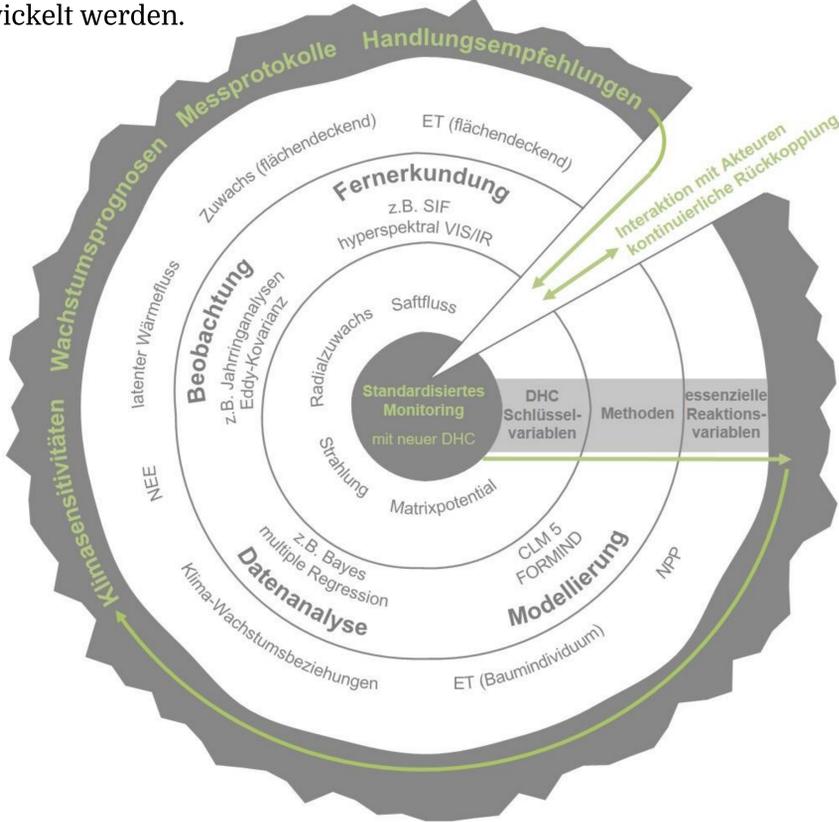


Abb. 1: MW³ Projektübersicht.

An MW³ sind neben der RWTH Aachen (Koordination) die DeLaWi Baumringanalytik, das Forschungszentrum Jülich IBG-3, die Universität Marburg, das UFZ Leipzig, das GFZ Potsdam und die Firma ecoTech beteiligt. Das Projekt besteht aus den vier Arbeitspaketen Standardisiertes Monitoring, Prozesse und Klima-Wachstumsbeziehungen, Upscaling und Prognosen sowie Koordination und Kommunikation. Im Folgenden werden erste Ergebnisse aus der Bewertung der Lichtnutzungseffizienz eines Fichtenwaldes am Wüstebach und der Analyse des Einflusses verschiedener Umwelteinflüsse auf diese Effizienz sowie der Identifizierung limitierender Bedingungen für die Photosynthese durch Verknüpfung von Safflussmessungen mit GPP- und meteorologischen Daten auf Ökosystemebene vorgestellt.

Methodik und Materialien

Für diese Studie wurde eine Vielzahl von Umweltdaten für einen europäischen Fichtenwald in Wüstebach über drei Jahre hinweg gesammelt, darunter Eddy Kovarianz abgeleitete GPP, APAR von einem Netzwerk von PAR-Sensoren, Saffluss von drei Bäumen und verschiedene Umweltvariablen, darunter Satellitenbilder.

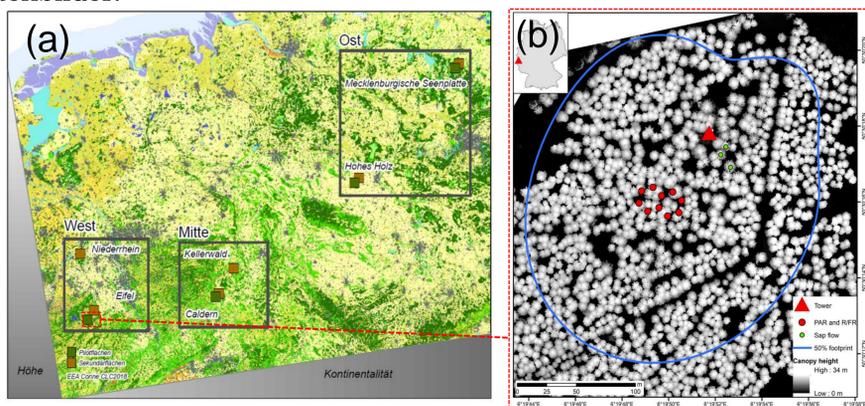


Abb. 2: (a) Karte der MW³ Untersuchungsgebiete, Pilot- und Sekundärfächen in drei Untersuchungsregionen im West-Ost-Transekt entlang der deutschen Mittelgebirgsschwelle, (b) Wüstebach Pilotfläche (Reitz et al., 2023).