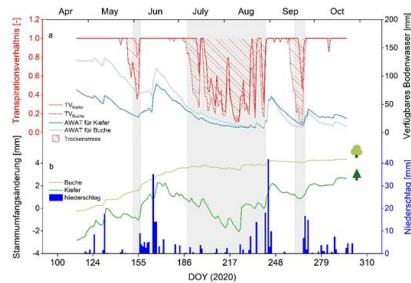


NEWSLETTER

Februar  
2022



## NEUIGKEITEN AUS DER DENDROÖKOLOGIE



## DIGITALE BILDUNG FÜR NACHHALTIGE ENTWICKLUNG

### Vorwort

---

Interesse am Klima-  
wandel hoch, signi-  
fikante Unter-  
schiede zwischen  
den Schularten

---

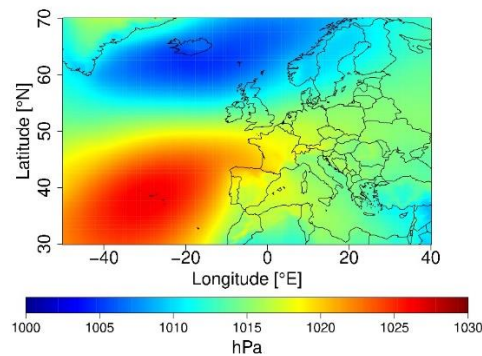
### Klimadynamik

---

Unterschiedliche  
Reaktion von Baum-  
arten auf  
Bodenwasser

---

## NEUIGKEITEN ZUR KLIMADYNAMIK



## Vorwort

Sehr geehrte Kooperationspartner von BayTreeNet,

Vielleicht haben Sie am Jahresende 2021 schon auf unseren halbjährig erscheinenden Newsletter von BayTreeNet gewartet? Ist der Newsletter, dessen vierte Ausgabe Sie nun in Händen halten bzw. auf dem Bildschirm Ihres Lesegerätes sehen, schon zu einer „lieben Gewohnheit“ geworden? Das würde uns sehr freuen!

Nun ist es Anfang 2022 geworden, bis wir diese Ausgabe fertigstellen konnten. Das Wintersemester 21/22 begann hoffnungsvoll mit Präsenz-Unterricht, doch bereits nach wenigen Wochen hatte die Welle der „Delta-Variante“ alles wieder zunichtegemacht, und sämtliche Lehrveranstaltungen mussten wieder in den online-Modus gehen. Auch war es Zeit, einen Zwischenbericht an das Ministerium anzufertigen, denn mittlerweile geht der Forschungsverbund Bayklif bereits in die „zweite Runde“. Somit war das Jahresende 2021 mit verschiedenen Verpflichtungen erfüllt, und daher erscheint diese Ausgabe nach Ende eines anstrengenden Wintersemesters.

Doch mittlerweile deutet sich eine – hoffentlich dauerhaft - Verbesserung der Pandemie-Verhältnisse an! Auch kündigt sich nach einem sehr milden Winter bereits die nächste Wachstumsperiode 2022 an, die vermutlich in wenigen Wochen einsetzen wird, je nach Höhenlage des Standorts – wir sind gespannt darauf, den zeitlichen Versatz des Wachstumsbeginns innerhalb des BayTreeNet-Netzwerks zu beobachten und werden hierüber wieder berichten! Auch freuen wir uns wieder über anregende, erkenntnisbringende und humorvolle Tweets der beteiligten Schüler:innen!

Das BayTreeNet-Team berichtet auf den folgenden Seiten wieder über spannende Ergebnisse und Trends aus den einzelnen Teilprojekten. Wir wünschen viel Freude beim Lesen und freuen uns auf eine weitere gemeinsam beobachtete Witterungs-, Wachstums- und Lernperiode und informieren Sie über deren Fortgang noch vor den Sommerferien!



Prof. Dr. Achim  
Bräuning

*Projektleitung  
Dendroökologie*



Prof. Dr.  
Thomas Mölg

*Projektleitung  
Klimadynamik*



Prof. Dr. Jan  
Christoph Schubert

*Projektleitung  
Bildung für  
nachhaltige  
Entwicklung*

Prof. Dr. Achim Bräuning

## Interesse am Klimawandel hoch, signifikante Unterschiede zwischen den Schularten

An der Haupterhebung zum Interesse am Klimawandel nahmen 4688 Schüler\*innen (2825 Gymnasium, 1247 Realschule, 601 Mittelschule, 23 keine Angabe) teil. Das Gesamtinteresse am Themenkomplex Klimawandel erweist sich dabei als hoch ( $mean = 4.33$ ,  $SD = .94$  auf einer sechsstufigen Skala von „1 = interessiert mich gar nicht“ bis „6 = interessiert mich sehr“). Hierbei zeigen sich zwischen den Schularten signifikante Unterschiede (mit mittlerer Effektstärke  $\eta^2 = 0.08$ ; Unterschiede zwischen allen drei Schularten signifikant (Post-hoc-Test, Bonferroni und GT2 Hochberg). Bei Gymnasiast\*innen ( $mean = 4.54$ ,  $SD = .84$ ) ist das Gesamtinteresse am Klimawandel positiver ausgeprägt als bei Realschüler\*innen ( $mean = 4.07$ ,  $SD = .96$ ) und Mittelschüler\*innen ( $mean = 3.87$ ,  $SD = 1.06$ ). Die praktische Bedeutsamkeit der Mittelwertsunterschiede ist besonders zwischen den Gymnasiast\*innen und den Schüler\*innen der anderen beiden Schularten gegeben (Cohens  $d$ : GYM/RS  $d = 0.53$ ; GYM/MS  $d = 0.77$ ), dagegen besteht nur eine geringe praktische Bedeutsamkeit der Mittelwertsunterschiede zwischen Realschüler\*innen und Mittelschüler\*innen (Cohens  $d$ : RS/MS  $d = 0.21$ ).

Auf der Ebene der Einzelitems zeigt sich, dass es durchaus beträchtliche Unterschiede zwischen dem interessantesten und dem am wenigsten interessanten Item gibt ( $MW_{diff} = 1.59$ ). Jedoch liegen 21 der 23 Items über dem Skalenmittelwert, das Interesse ist also für fast alle Items positiv ausgeprägt. Nur zwei Items, welche inhaltlich Messungen zum Klimawandel repräsentieren, liegen unter dem Skalenmittelwert. Insgesamt sind bei den niedrig bewerteten Einzelitems besonders solche vertreten, die sich inhaltlich auf Messungen und Prozeduren aber auch auf den eigenen Wohnort beziehen (vgl. Abb.1). Demgegenüber werden Items, welche einen globalen Bezugsrahmen besitzen, besonders hoch bewertet. Erst danach folgen Items, welche sich auf Deutschland beziehen. Aber auch hier liegen die Mittelwerte deutlich über dem Skalenmittelwert.

	..., interessiert mich.	MW	SD
1	Was global gesehen am stärksten zum Klimawandel beiträgt, ...	4,85	1,30
2	Wo auf der Erde die Folgen des Klimawandels besonders stark spürbar sind, ...	4,75	1,35
3	Welche Folgen der Klimawandels für unsere Gesellschaft hat, ...	4,70	1,29
4	Welche Länder weltweit besonders für den Klimawandel verantwortlich sind, ...	4,67	1,31
5	Inwieweit Deutschland von den Folgen des Klimawandels betroffen ist, ...	4,67	1,24
6	Welche Maßnahmen in Deutschland ergriffen werden können, um mit dem Klimawandel umzugehen, ...	4,66	1,32
...	...		

18	Durch welche Prozesse in meiner Heimatregion der Klimawandel verstärkt wird, ...	4,19	1,35
19	Wie die Folgen des Klimawandels gemessen werden können, ...	4,15	1,36
20	Wie sich mein Wohnort vor Veränderungen durch den Klimawandel schützen kann, ...	4,14	1,42
21	Wie nachgewiesen werden kann, dass Treibhausgase die Ursachen für den Klimawandel sind, ...	3,71	1,47
22	Wie die Kosten für Schutzmaßnahmen vor dem Klimawandel errechnet werden, ...	3,27	1,41
23	Mit welchen Methoden der CO <sub>2</sub> -Ausstoß gemessen wird, ...	3,26	1,44

Abb. 1: Ranking der Einzelitems zum Interesse bayerischer Schüler\*innen am Klimawandel

## Erhebungsinstrument zu Einstellungen zum Klimawandel fertiggestellt, Erkenntnisse aus der Vorstudie

Das Erhebungsinstrument zu den Einstellungen von Schüler\*innen zum Klimawandel ist nach ausführlichen Vortests inzwischen validiert und fertiggestellt. Es soll zeitnah in einer größeren Studie an bayerischen Schulen eingesetzt werden.

In den Vorstudien zeigten sich erste Tendenzen, bspw. dass die wissensbezogenen Einstellungen der Schüler\*innen positiver ausgeprägt sein könnten als die handlungsbezogenen. Dies wäre anderen Erkenntnissen aus der Umweltforschung nicht unähnlich. Die Hauptstudie sollte unter anderem hierzu verlässliche Erkenntnisse liefern.



Abb.2

## Klimadynamik

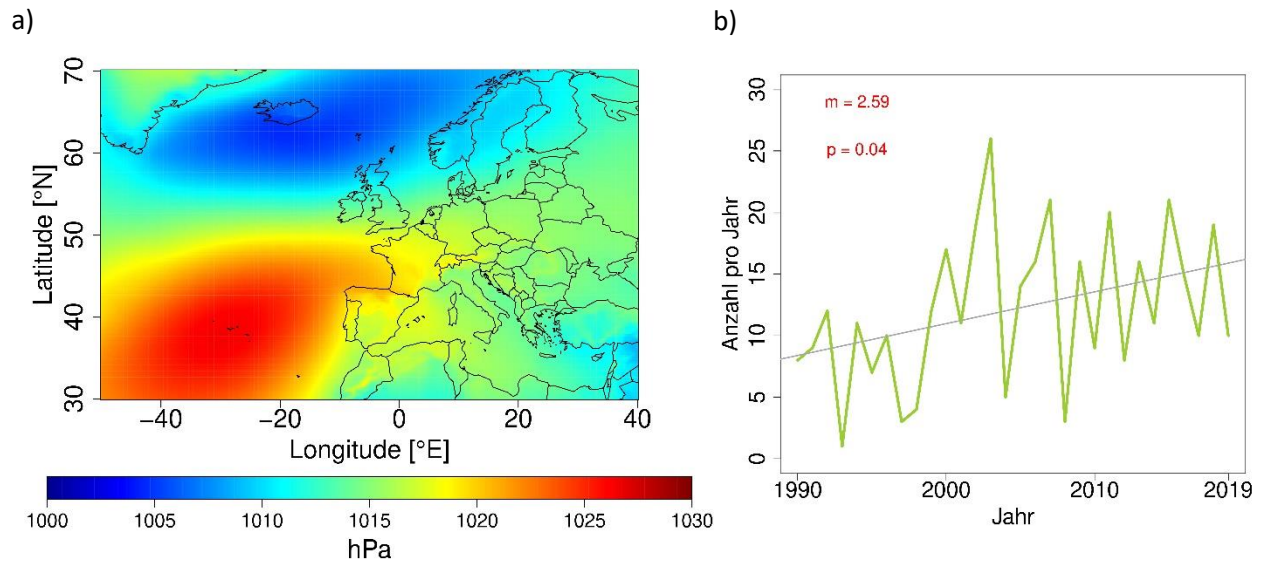


Abb. 3: a) Luftdruck auf Meereshöhe für die „Westlage“ im Frühling. b) Veränderung ihrer Häufigkeit von 1990-2019. Ein statistisch signifikanter Anstieg von +2,59 Tagen pro Jahr kann festgestellt werden. Datenbasis: ERA5.

Wie im letzten Newsletter bereits vorgestellt, haben wir mittels der Self-Organizing-Maps (einer Methode maschinellen Lernens) die automatische Klassifikation der Großwetterlagen (GWL) durchgeführt. Dafür wurden die Klimavariablen Luftdruck auf Meereshöhe und „geopotentielle Höhe auf 500 hPa“, eine wichtige Größe für den Hinweis auf die Strömungsverhältnisse in ca. 5 km Höhe, verwendet. Die Klassifizierung wurde für Frühling und Sommer getrennt vorgenommen, und das Potenzial der Ergebnisse wird hier beispielhaft an der häufigsten Wetterlage im Frühling dargestellt.

Diese Wetterlage tritt mit knapp 14 % Häufigkeit auf und ist somit eine der wichtigsten GWLs im Frühling. Sie ähnelt stark der wichtigen „Westlage“ (definiert nach dem Deutschen Wetterdienst) und zeigt ein ausgeprägtes Tiefdruckgebiet (blau in der Karte) über Island und ein ausgeprägtes Hochdruckgebiet (rot) über den Azoren. Dies führt zu einer sogenannten zonalen Zirkulationsform und den typischen Westwinden in den mittleren Breiten. Die Häufigkeit dieser GWL hat sich im Laufe der Zeit verändert und zeigt einen deutlichen Anstieg in ihrem Vorkommen (siehe Liniendiagramm). Durchschnittlich tritt diese GWL jedes Jahr im Frühling 2 - 3 Mal häufiger auf als im Vorjahr.



## Baumarten reagieren stark unterschiedlich auf die Verfügbarkeit von Bodenwasser

Im Rahmen des Teilprojekts Dendroökologie wurden die standort- und artspezifischen funktionellen Baumreaktionen auf Bodenfeuchte, insbesondere bei Trockenstress, mit Hilfe hochauflösender Dendrometermessungen untersucht. Hier zeigen wir die vorläufigen Ergebnisse unserer Untersuchungen für die Waldkiefer (*Pinus sylvestris*) und die Rotbuche (*Fagus sylvatica*) am Standort Tennenlohe (49°33' N, 11°01' E, 309 m) für die Vegetationsperiode 2020. Zur Abschätzung der täglichen Bodenfeuchtebedingungen und des Trockenstresses für die Bäume wurde der Wassergehalt des Bodens mit einem Boden-Vegetation-Atmosphäre-Transport-Modell (SVAT) LWF-BROOK90 (Hammel und Kennel 2001) berechnet. Die tägliche potenzielle und tatsächliche Transpiration ( $T_p$  und  $T_a$ ), der Bodenwassergehalt, das Bodenwasserpotenzial und die Bodenwasserflüsse wurden so für ein mit Vegetation bedecktes Bodenprofil simuliert. Für die Modellierung mit LWF-BROOK90 benötigt man verschiedene Modellangaben, wie baumartenspezifische Bestandsparameter (Bestandesalter, maximale Bestandshöhe, Blattflächenindex (BFI) und maximale Durchwurzelungstiefe), Meteorologische Messwerte (Maximale, Minimale und Mittlere Lufttemperatur, Windgeschwindigkeit, Niederschlag, relative Feuchte, Dampfdruck und Globalstrahlung) und bodenphysikalische Messwerte (Sand-, Schluff- Ton-, Gehalt an organischem Kohlenstoff, Lagerungsdichte, Steinanteil). Die meteorologischen Daten wurden von der nächstgelegenen Wetterstation (Nürnberg; 49°30'N, 11° 03'E, 314 m) vom Deutschen Wetterdienst (DWD) bezogen. Zur Bestimmung der bodenphysikalischen Parameter wurde ein 1,3 m tiefes Bodenprofil in Tennenlohe gegraben, Bodenproben entnommen und Messungen pro Horizont des Bodenprofils durchgeführt. Anhand des Modells konnten anschließend verschiedene Parameter zur Quantifizierung der Bodenfeuchtebedingungen und des Trockenstresses berechnet werden.

Abbildung 1a zeigt das täglich verfügbare Bodenwasser (AWAT) in der gesamten Wurzelzone (0 bis 130 cm) für Buche (hellblaue Linie) und Kiefer (dunkelblaue Linie), sowie das Transpirationsverhältnis (TV) beider Baumarten (Buche: durchgezogene rote Linie, Kiefer: gestrichelte rote Linie) im Jahr 2020. Das Transpirationsverhältnis wurde aus dem Verhältnis der tatsächlichen Transpiration ( $T_a$ ) zur potenziellen Transpiration ( $T_p$ ) berechnet, wobei Werte unter eins auf Trockenstress hinweisen (rot schraffierte Bereiche) (Schmidt-Walter et al. 2019). Außerdem sind in Abbildung 1b die täglichen Veränderungen des Stammumfangs von Buche (hellgrüne Linie) und Kiefer (dunkelgrüne Linie), sowie die Summe der täglichen Niederschläge dargestellt. Die Stammumfangsänderungen repräsentieren den Mittelwert von fünf Bäumen jeder Baumart.

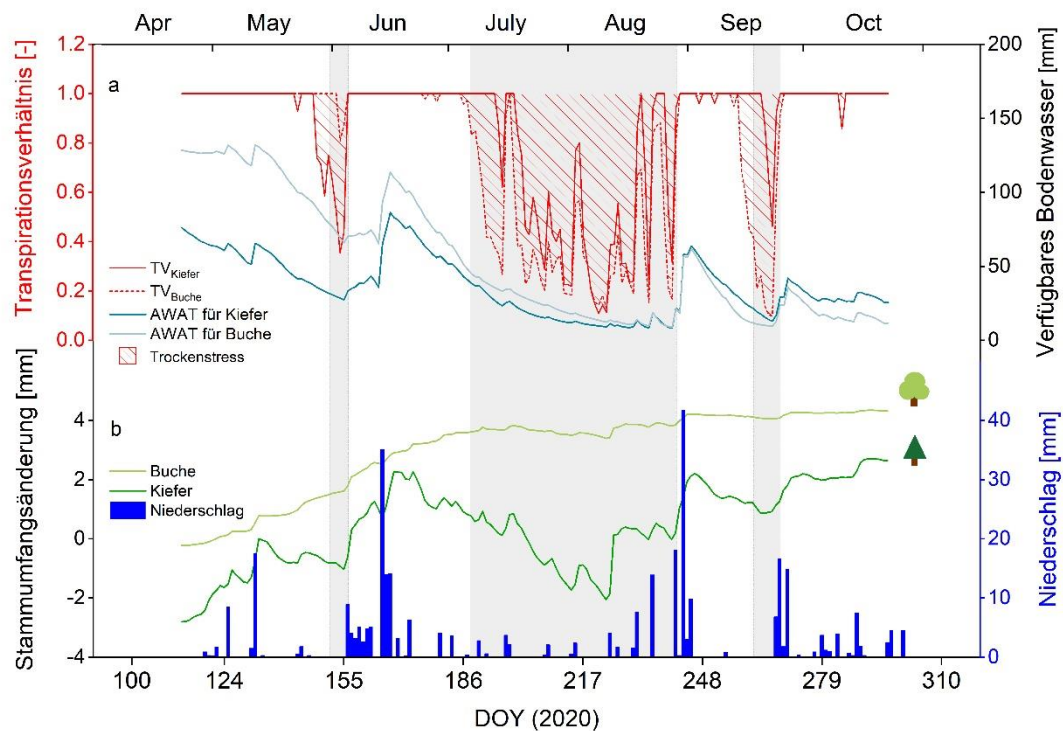


Abbildung 4: Transpirationsverhältnis, verfügbares Bodenwasser in der Wurzelzone (a) und Veränderungen des Stammumfangs für Waldkiefer (*Pinus sylvestris*) und Rotbuche (*Fagus sylvatica*), die Summe der täglichen Niederschläge (b) am Standort Tennenlohe, in der Vegetationsperiode 2020.

Unsere Ergebnisse zeigen, dass begrenzt verfügbares Bodenwasser, insbesondere im Juli und August, die Wasserversorgung für beide Baumarten stark reduzierte, was somit Trockenstress bedeutet (TV unter eins, rot schraffierte Bereiche). Als Reaktion auf den Trockenstress verringerten sich die Stammumfänge beider Baumarten (s. hervorgehobener Bereich), wobei der Umfang der Kiefer stärker und über einen längeren Zeitraum geschrumpft ist (dunkelgrüne Linie, Abbildung 1b). Dies deutet an, dass die Kiefern mehr Wasser verbraucht haben, als sie durch die Wurzeln nachliefern konnten, und dass während dieser Zeiträume kein Baumwachstum stattfand. Die Ergebnisse zeigen deutlich, dass sich Buche und Kiefer in ihrer Reaktion auf begrenzt verfügbares Bodenwasser unterscheiden. So zeigt sich die Buche gegenüber Trockenstress widerstandsfähiger als die Kiefer, was durch eine mehr oder weniger konstante Wachstumsrate über die gesamte Vegetationsperiode 2020 deutlich wird.

Derzeit führen wir eine ausführlichere Studie über die kurzfristigen funktionellen Reaktionen der untersuchten Baumarten auf Tage mit Trockenstress durch, d.h. für Tage, an denen das verfügbare Bodenwasser und andere Indikatoren für Bodentrockenheit unter einen kritischen Grenzwert fallen. Außerdem werden wir die kurzfristige, baumartenspezifische Wachstumserholung aufgrund von Niederschlagsereignissen nach Dürreperioden bewerten.

Literatur:

Hammel, K., Kennel, M., (2001): Charakterisierung und Analyse der Wasserverfügbarkeit und des Wasserhaushalts von Waldstandorten in Bayern mit dem Simulationsmodell BROOK90. Forstliche Forschungsberichte München Nr. 185. Freising.

Schmidt-Walter, P., Ahrends, B., Mette, T., Puhmann, H., Meesenburg, H., (2019): NFIWADS: the water budget, soil moisture, and drought stress indicator database for the German National Forest Inventory (NFI). Annals of Forest Science 76 (2), p. 13. DOI: 10.1007/s13595-019

**KONTAKT:**

**Friedrich-Alexander-Universität Erlangen-Nürnberg**

Institut für Geographie  
Wetterkreuz 15  
91058 Erlangen

Lehrstuhl für Didaktik der Geographie  
Regensburger Straße 160  
90478 Nürnberg

**Kontakt per E-Mail:** [geographie-baytreenet@fau.de](mailto:geographie-baytreenet@fau.de)