

# Das Kranzberg Forest Roof Projekt (Kroof) - Buche, Fichte und Kiefer am Rande der Existenz

Thorsten Grams

*TU München, AG Ökophysiologie der Pflanzen*

## Etablierung des Projekts

In Folge des fortschreitenden Klimawandels sind Wälder in den letzten Jahren weltweit mit wiederholten und langanhaltenden Dürreperioden konfrontiert, die ein massives Sterben von Bäumen und Beständen verursachen. Um die Strategien einheimischer Bäume gegenüber Trockenstress zu untersuchen, haben Forstwissenschaftler und Biologen der Technischen Universität München und des Helmholtz-Zentrums München gemeinsam das Projekt „Kranzberg Forest Roof Experiment“ (Kroof) initiiert, welches primär von der Deutschen Forschungsgemeinschaft sowie den Bayerischen Staatsministerien für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten und für Umwelt und Verbraucherschutz gefördert wird. Beginnend im Jahr 2010 wurden hierfür Forschungsflächen im Kranzberger Forst nördlich von München für ein Trockenstress-Experiment an ausgewachsenen Buchen und Fichten vorbereitet. Gleichzeitig wurden entlang eines ökologischen Gradienten innerhalb Bayerns von feuchten zu trockenen Standorten die langfristigen Auswirkungen von Trockenheit untersucht, gleichfalls an Buchen- und Fichtenreinbeständen und seit 2018 auch an Kiefern, jeweils im Vergleich zu Mischbeständen dieser Baumarten.

## Auswirkungen von mehrjähriger Sommertrockenheit

In der **ersten Phase des Projekts** (Kroof1) wurden im Kranzberger Forst die Auswirkungen von Sommertrockenheit in fünf aufeinanderfolgenden Jahren an ausgewachsenen Buchen und Fichten in Rein- und Mischbeständen erfasst. Hierfür wurden 12 Plots jeweils ca. 150 m<sup>2</sup> groß und insgesamt etwa 100 Buchen und Fichten (70-90 Jahre alt) für dieses Experiment ausgewählt. Sechs Plots wurden mit Dächern versehen, in fünf aufeinanderfolgenden Jahren (2014-2018) während der Vegetationsperiode geschlossen und damit ca. 70 % der jährlichen Niederschläge ausgeschlossen. In den ersten beiden Sommern zeigten Buchen und Fichten erhebliche Einbrüche u.a. in der Photosynthese-Leistung und im Grundflächenzuwachs um 50 % bzw. 80 %. Eines der wichtigsten Ergebnisse ist, dass die Anpassung des Wasserverbrauchs der Bäume kurzfristig durch Schließen der Stomata und langfristig durch die Reduktion der Laubfläche erfolgte. Bei der Fichte führte die langsame, aber stetige Reduktion der Laubfläche um mehr als die Hälfte ab dem dritten Jahr zu einer Entspannung der Trockenstresssituation. Insgesamt war durch die Anpassungsmechanismen die Mortalität bei beiden Baumarten relativ gering.

## Erholung nach Aufhebung des Trockenstresses

In **Phase 2 des Kroof-Projekts** wurde die Regenerationsfähigkeit der Bäume betrachtet. Da in Zukunft mit einer erhöhten Frequenz von Dürreereignissen zu rechnen ist, ist die Erholung nach Trockenperioden ein weiterer, wichtiger Aspekt des Überlebens von Bäumen und Beständen,

dem bisher weniger Aufmerksamkeit geschenkt wurde. Im Frühsommer 2019 wurde dazu die Regenerationsphase durch eine zweitägige Bewässerung (90-100 mm) der ausgetrockneten Böden kontrolliert eingeleitet. So konnte der Bodenwassergehalt innerhalb weniger Tage auf das Niveau der Kontroll-Plots angehoben werden. Anschließend blieben die Dächer durchgehend geöffnet. Die trockengestressten Buchen zeigten insgesamt eine schnellere Erholung als die Fichten. Bei beiden Baumarten war die Regeneration der physiologischen Prozesse (z.B. Photosynthese und Zuckertransport im Phloem) innerhalb weniger Tage bis Wochen abgeschlossen. Im Gegensatz dazu schritt die morphologische Erholung (z.B. der Laubfläche), insbesondere bei der Fichte, nur sehr langsam voran. Hohe Priorität hatte für die Fichte die Regeneration des Wurzelsystems, welche bereits innerhalb der ersten Woche nach Aufhebung des Trockenstresses begann. Der enorme Kohlenstoffbedarf zur Regeneration des Feinwurzelsystems konnte trotz erhöhter Allokation in den Wurzelraum nicht einmal zur Hälfte von der aktuellen Photosynthese gespeist werden. Die Kohlenstoffversorgung erfolgte also zusätzliche aus Reserven, was deren Bedeutung für die Erholungsphase hervorhebt.

## **Bedeutung der Bodenmikrobiologie**

Auch an den Beständen entlang des ökologischen Gradienten durch Bayern von feuchten zu trockenen Standorten zeichnete sich ein interessanter Effekt ab. Offensichtlich stabilisiert eine erhöhte Diversität der Ektomykorrhizapilze im Boden das Wachstum der Baumarten Buche, Fichte und Kiefer. Eine der ganz wenigen vergleichbaren Studien hat gezeigt, dass der Einfluss der Ektomykorrhizapilze auf das Wachstum der Bäume stärker sein kann als der Einfluss der Klimafaktoren Temperatur und Niederschlag zusammengenommen. Dieser sehr interessante Aspekt zur Bedeutung der Bodenmikrobiologie wird nun in enger Kooperation mit der Landesanstalt für Wald und Forstwirtschaft (LWF) in Phase 3 des Projekts gezielt vertieft.

## **Ausblick: „Legacy-Effekte“ durch vorangegangene Trockenheit**

Mit Beginn dieses Jahres ist das Kroof-Projekt in die dritte Phase gestartet. Im Experiment im Kranzberger Forst steht die Bedeutung von Langzeiteffekten der vorherigen Austrocknungen, sogenannte „Legacy-Effekte“, im Fokus des Interesses. Die natürliche Trockenheit im Sommer 2022 hat dazu bereits erste Ergebnisse angedeutet. Die langsame Regeneration der Laubfläche der zuvor trockengestressten Fichten (Kroof1: 2014-2018) war während der Sommertrockenheit 2022 von Vorteil für die Bäume. Die ehemals trockengestressten Fichten hatten auch nach drei Jahren der Regeneration noch eine reduzierte Laubfläche im Vergleich zu den ungestressten Kontrollbäumen. Der dadurch reduzierte Wasserverbrauch führte zu deutlich geringeren Trockenstress-Symptomen. Hier deuten sich also bereits interessante Langzeiteffekte in der Folge von Trockenperioden an. Um die Bedeutung der zuvor beobachteten positiven Effekte der Mykorrhiza-Biodiversität im Boden zu vertiefen, wurden die Beobachtungen auf die Waldklimastationen der LWF und insgesamt 18 Standorte ausgeweitet. Die detaillierten Untersuchungen zu der bisher stark vernachlässigten Bodenmikrobiologie versprechen sehr interessante neue Einblicke in die Trockenresistenz von Buche, Fichte und Kiefer.