

Projekt: Analyse der Intensität und Andauer von Witterungsextremen unter heutigen und zukünftigen Klimabedingungen – Folgen für die Wälder in Hessen

Laufzeit von 2021 bis 2024

Projektnehmerinnen:

Dr. Henning Meesenburg (Projektleitung), Johannes Suttmöller (Projektleitung), Luca Smekal (Projektbearbeitung), Nordwestdeutsche Forstliche Versuchsanstalt, Grätzelstraße 2, 37079 Göttingen

Fazit

Die Ergebnisse dieser Studie zeigen, dass die Intensität, Häufigkeit und Dauer von Dürren in Hessen aufgrund des Klimawandels erheblich zunehmen werden. Die Wirkanalysen belegen, dass insbesondere lang anhaltende Trockenperioden gravierende Auswirkungen auf die Vitalität und Mortalität der Hauptbaumarten haben. Während moderater Trockenstress von den meisten Baumarten noch kompensiert werden kann, führen wiederholte und extreme Dürrebedingungen zu einer langfristigen Schwächung der Bestände. Der zunehmende Trockenstress beeinflusst die Vitalität der Bäume nachhaltig, reduziert ihre Widerstandskraft gegenüber biotischen Schadfaktoren und erhöht langfristig ihre Anfälligkeit für Mortalität.

Die Auswertung der WZE dokumentiert eine signifikante Verschlechterung der Vitalität der Hauptbaumarten in Hessen, insbesondere seit den außergewöhnlich trockenen und heißen Jahren 2018 bis 2020 und 2022. Die vier Hauptbaumarten Buche, Eiche, Kiefer und Fichte zeigen bereits jetzt eine erhöhte Anfälligkeit gegenüber extremen Dürreereignissen, die oft die Belastungsgrenzen überschreiten. Die individuelle Reaktion der Baumarten gegenüber Dürrestress variiert erheblich (Tab. 5.1). Alle vier Hauptbaumarten zeigten einen sprunghaften Anstieg der Mortalität ab 2019. Außer bei Fichten bleibt die Mortalität auch 2023 auf einem hohen Niveau. Während die Laubbaumarten Buche und Eiche mit einem deutlichen Laubverlust während Dürreereignissen reagieren, bleiben ihre Mortalitätsraten bislang vergleichsweise gering. Allerdings wiesen Buchen seit 2019 deutlich gestiegene Absterberaten als Reaktion auf die aufeinanderfolgenden Dürrejahre auf. Im Gegensatz dazu erleidet die Kiefer trotz geringerer Nadelverluste eine hohe Mortalität. Am deutlichsten hebt sich die Fichte von den anderen Baumarten ab, die während extremer Dürren eine erheblich gestiegene Mortalitätsrate aufweist. Die Abnahme der Mortalität bei Fichten ab 2021 ist darin begründet, dass in den Jahren 2019 und 2020 bereits viele Bäume des Gesamtkollektivs abgestorben sind und viele WZE-Plots mit ausschließlicher Fichtenbestockung stillgelegt werden mussten. Besonders betroffen war der Harz, wo in Sachsen-Anhalt der Anteil der Fichten am WZE-Kollektiv ist von ca. 15 % im Jahr 2015 auf etwa 1,3 % im Jahr 2023 gesunken ist.

Tabelle: Reaktion der Hauptbaumarten auf extreme Dürren in der Vergangenheit. Vitalitätsveränderung bewertet anhand des absoluten Nadel/Blattverlustes und der relativen Veränderung von daraus berechneten Z-Scores, sowie Mortalitätsereignisse erhoben in der Waldzustandserhebung.

	Vitalität		Mortalität
	abs. NBV	Z-Score	
Fichte	+++	+++	+++
Kiefer	+	++	++
Buche	++	++	+
Eiche	++	++	+

Der SPEI-24 erweist sich als aussagekräftiger Dürreindex im Zusammenhang zwischen Dürrestress und Baumvitalität und -mortalität. Im Gegensatz dazu erfasst der SPI, der lediglich das Niederschlagsdefizit betrachtet, die Reaktion der Bäume nicht in ausreichender Tiefe. Trotz Berücksichtigung des Bodenwasserhaushalts zeigt der SSMI keinen stärkeren Zusammenhang zwischen Dürreereignissen und der Reaktion der Bäume als der SPEI.

Modellprojektionen zeigen, dass extreme Dürreereignisse in Zukunft häufiger und extremer auftreten werden. Die Wiederkehrzeit extremer Dürren verkürzt sich deutlich, sodass in der zweiten Hälfte des Jahrhunderts durchschnittlich alle vier Jahre mit einer extremen Dürre wie 2018-2020 zu rechnen ist. Das mehrjährige Dürreereignis von 2018 bis 2021 würde somit in der Periode 2071 bis 2100 nicht mehr als außergewöhnliches Ereignis eingestuft. Die Ergebnisse dieser Studie reihen sich damit in die Erkenntnis der wissenschaftlichen Forschungsliteratur ein (Chen et al., 2025; Choat et al., 2018; Rakovec et al., 2022; Trenberth et al., 2014). Erste Auswertungen der neueren CMIP6 Klimamodelle lassen im Vergleich zu CMIP5 eine weitere Zunahme und Intensivierung von Dürreereignissen für Mitteleuropa erwarten (Ukkola et al., 2020).

Neben der Dürreproblematik stellt die Verschiebung phänologischer Prozesse eine Herausforderung für die Forstwirtschaft dar. Der früher eintretende Knospenaufbruch bei Laubbäumen verlängert die Vegetationsperiode und erhöht das Risiko von Spätfrostschäden. Dies belegen die Ergebnisse für die Stieleiche, deren Knospenaufbruch im Vergleich zu anderen heimischen Laubbaumarten relativ spät eintritt. Daraus lässt sich ein generell erhöhtes Frostisiko im Frühjahr auch für andere Laubbaumarten ableiten. Die aktuellen Klimaprojektionen projizieren eine weitere Vorverlagerung des Knospenaufbruchs, während das Datum des letzten Frostereignisses im Frühjahr weniger verlässlich vorhergesagt werden kann. Eine Zunahme des Spätfrostisikos für die Stieleiche (und ggf. weitere Laubbaumarten) kann somit nicht ausgeschlossen werden und wird möglicherweise von den Klimamodellen unterschätzt.

Ein zentrales klimatisches Phänomen, das sowohl Dürren als auch Spätfröste beeinflusst, sind blockierende Wetterlagen (Kautz et al., 2022), insbesondere in Form von stationären Hochdruckgebieten. Im Sommer begünstigen Hochdruckgebiete intensive Einstrahlung, Advektion von warmen Luftmassen und das Ausbleiben von Niederschlägen und damit die Intensivierung von langanhaltenden Dürren. Im Frühjahr hingegen können Hochdrucklagen starke nächtliche Auskühlung bewirken, wodurch Spätfröste begünstigt werden, die für Laubbaumarten dann problematisch sind, wenn gleichzeitig der Knospenaufbruch bereits erfolgt ist.

Zusammenfassend zeigen die Ergebnisse, dass sich die klimatischen Bedingungen in Hessen signifikant verändern und tiefgreifende Konsequenzen für die Waldökosysteme haben. Die zunehmende Trockenheit, in Kombination mit steigenden Temperaturen und biotischen Stressfaktoren, stellt eine erhebliche Herausforderung für die nachhaltige Forstwirtschaft dar. Zukünftige forstliche Maßnahmen sollten sich auf klimaresiliente Baumarten sowie eine nachhaltige Waldbewirtschaftung und klimaangepasste Waldplanung fokussieren, um die Resilienz der hessischen Wälder langfristig zu sichern.

Handlungsempfehlungen

Um die Widerstandsfähigkeit der Wälder gegenüber klimatischen Extremen zu erhöhen, sollten folgende Maßnahmen prioritär umgesetzt werden:

1. Förderung klimaresilienter Baumarten:

- Mischwälder mit einer höheren Vielfalt an trockenheits- und gleichzeitig frosttoleranten Baumarten
- Reduzierung des Anteils von besonders anfälligen Baumarten wie Fichte in tieferen Lagen und Kiefer auf trockenen Standorten.
- Anpassung der bisherigen Höhenbegrenzung für die Anpflanzung von Eichen nach standortklimatischen Aspekten

2. Anpassung der Waldbewirtschaftung:

- Förderung von natürlicher Verjüngung, da regional angepasste Individuen möglicherweise eine höhere Widerstandsfähigkeit gegenüber den sich ändernden klimatischen Bedingungen haben.
- Förderung von strukturreichen Wäldern mit verschiedenen Altersstufen und Baumarten zur Risikostreuung.
- Schutz und Wiederherstellung von Feuchtgebieten und Quellbereichen zur Verbesserung der natürlichen Wasserspeicherung.

Die Ergebnisse dieser Studie liefern wichtige Erkenntnisse über die Auswirkungen extremer Dürren auf die Baumvitalität und Mortalität in Hessen. Sie zeigen deutlich, dass sich die klimatischen Bedingungen signifikant verändern und erhebliche Herausforderungen für die Forstwirtschaft mit sich bringen. Allerdings lassen sich aus den bisherigen Erkenntnissen konkrete Handlungsempfehlungen für langfristige Entwicklungen nur mit einer großen Unsicherheit ableiten. Unsere Analysen basieren auf der Auswertung vergangener Extremereignisse und aktuellen Klimaprojektionen. Während sich Handlungsempfehlungen und Anpassungsstrategien für die nahe Zukunft mit einer größeren Sicherheit ableiten lassen, bleibt die Unsicherheit für zukünftige Extremereignisse hoch. Insbesondere für Szenarien mit extrem langen Dürreperioden von bis zu zehn Jahren können wir keine belastbaren Baumartenempfehlungen treffen, da keine Hauptbaumart unter diesen Bedingungen langfristig überlebensfähig erscheint. Die Ergebnisse verdeutlichen, dass der Fokus nicht mehr allein auf der Etablierung produktiver Wälder liegen kann. Vielmehr sollte der Walderhalt auf besonders gefährdeten Standorten als zentrale Strategie für den langfristigen Schutz der Waldökosysteme betrachtet werden.

Die Empfehlungen der NW-FVA zur klimaangepassten Baumartenwahl für Hessen (www.nw-fva.de/BaEm) basieren im Wesentlichen auf 30-jährigen Mittelwerten der Standortwasserbilanz (Grier & Running, 1977). Die Schwellenwerte für die Trockenstressgefährdung der Baumarten, die auf Literaturangaben, Inventurauswertungen und Expertenwissen beruhen, bewerten die Vitalität, Widerstandsfähigkeit und Leistungsfähigkeit der Baumarten, ohne jedoch bei hoher Gefährdung deren absolute Verbreitungsgrenzen aufzuzeigen (Albert et al., 2017; Böckmann et al., 2019; Overbeck & Schmidt, 2012; Spellmann et al., 2007; Suttmöller et al., 2008). Die Ergebnisse dieser Studie zeigen jedoch, dass Extremereignisse wie die Dürren 2018–2020 und 2022 die Baumvitalität und Mortalität stark beeinflussen und diese mit der SWB allein nicht ausreichend erfasst werden. Viele Kalamitätsflächen weisen laut SWB zudem nur ein geringes Trockenstressrisiko auf. Eine Modifizierung der Baumartenempfehlungen unter Einbeziehung der Mortalitätsrisiken, z. B. anhand der Häufigkeit extremer Dürren basierend auf dem SPEI, könnte die klimaangepasste Waldbauplanung verbessern.