Waldwissen.net WSL (2026)
ISSN 3043-0909

Klimawandel: Wie sich das biotische Risiko für Baumarten verändert

Authors

Hannes Warlo [1], Martin Moritzi [2]

[1] Forstliche Versuchs- und Forschungsanstalt Baden-Württemberg (FVA BW)
[2] Eidgenössische Forschungsanstalt für Wald, Schnee und Landschaft WSL

Citation

Warlo H., Moritzi M. (2026) Klimawandel: Wie sich das biotische Risiko für Baumarten verändert. Waldwissen.net. doi.org/10.55419/wsl:43764

Dieser Beitrag entstand in Zusammenarbeit mit dem Netzwerk TriNational ForestLab.

https://doi.org/10.55419/wsl:43764
This work is licensed under Creative Commons Attribution 4.0 International.

Klimawandel: Wie sich das biotische Risiko für Baumarten verändert

Steigende Temperaturen und zunehmende Trockenheit verändern das Schadpotenzial von Waldschädlingen gegenüber den Baumarten deutlich. Eine systematische Auswertung zeigt klare Unterschiede: Fichte und Tanne geraten stärker unter Druck, Buche und Douglasie weniger.

Abb. 1. Buchdrucker-Befallsherd in einem Fichtenbestand. Höhere Temperaturen und Trockenstress begünstigen die Entwicklung von Rinden- und Holzbrütern und erhöhen das biotische Risiko. Foto: Waldschutz Schweiz (WSL)

Wie stark Waldschädlinge vom Klimawandel profitieren, hängt nicht nur vom Standort, sondern auch von ihrer ökologischen Strategie ab. Holz- und Rindenbrüter reagieren anders auf veränderte Klimabedingungen als Blattfresser oder Krankheitserreger. Eine Auswertung von fast 200 internationalen Studien verknüpft erstmals Klimareaktionen und Schadpotenzial systematisch und ermöglicht einen vergleichenden Blick auf das biotische Risiko zentraler Baumgattungen.

Wirkungen von Temperatur und Trockenheit auf Waldschädlinge

Dass höhere Temperaturen die Entwicklung vieler Waldschädlinge begünstigen, ist gut belegt (Warlo und Kautz 2024). Insekten entwickeln sich schneller, bilden mehr Generationen pro Jahr aus und überstehen milde Winter besser. Auch viele pilzliche Pathogene wachsen bei steigenden Temperaturen rascher oder können ihr Verbreitungsgebiet ausdehnen.

Trockenheit wirkt über andere Mechanismen. Wasserstress verändert die Physiologie der Bäume, etwa durch Verschiebungen im Wasserhaushalt und in der Konzentration sekundärer Inhaltsstoffe. Dadurch verändern sich Abwehrleistung und Nahrungsqualität – mit je nach Intensität und ökologischer Strategie der Schaderreger fördernden oder hemmenden Effekten.

Entscheidend ist die funktionelle Gruppe. Holz- und Rindenbrüter profitieren besonders von geschwächten Wirtsbäumen. Blattfresser reagieren stärker auf Veränderungen der Blattchemie, die ihre Entwicklung begünstigen oder beeinträchtigen kann. Auch bei Pathogenen unterscheiden sich die Reaktionsmuster.

Abb. 2. Starker Blattfrass durch Raupen in einem Laubbestand. Trockenstress und veränderte Blattchemie können die Entwicklung von Blattfressern begünstigen – oder auch begrenzen. Foto: Valentin Queloz (WSL)

Welche Mechanismen im Vergleich stärker ins Gewicht fallen, lässt sich nicht aus Einzelstudien ableiten, sondern erfordert eine systematische Zusammenführung von Klimareaktionen und Schadpotenzial.

Biotisches Risiko nach Baumgattungen

Um die Wirkung dieser Faktoren systematisch zu vergleichen, führte die Forstliche Versuchs- und Forschungsanstalt Baden-Württemberg (FVA BW) eine umfassende Meta-Analyse durch (Warlo *et al.* 2025). Die Forschenden werteten knapp 200 Publikationen mit insgesamt 457 Beobachtungen zu 55 Insekten- und Pathogenarten aus, die an sechs wirtschaftlich bedeutenden Baumgattungen in Europa auftreten: Fichte *(Picea)*, Tanne *(Abies)*, Eiche *(Quercus)*, Kiefer *(Pinus)*, Douglasie *(Pseudotsuga)* und Buche *(Fagus)*. Für jede Art erfassten sie, wie sich höhere Temperaturen und Trockenheit auf Entwicklung, Überleben, Vermehrung und Ausbreitung auswirken. Ergänzend bewerteten Forstschutz-Expertinnen und -Experten aus Deutschland, Österreich und der Schweiz das spezifische Schadpotenzial der Arten – unter anderem nach räumlicher Ausdehnung, Schadtyp und der Fähigkeit, auch gesunde Bäume zu befallen.

Aus der Kombination von Klimareaktion und Schadpotenzial berechneten die Forschenden für jede Baumgattung einen gewichteten Gesamtwert für Temperatur- und Trockenheitseffekte. Der resultierende Risikoindex ermöglicht einen vergleichenden Blick auf das künftige biotische Gefährdungspotenzial (Abb. 3).

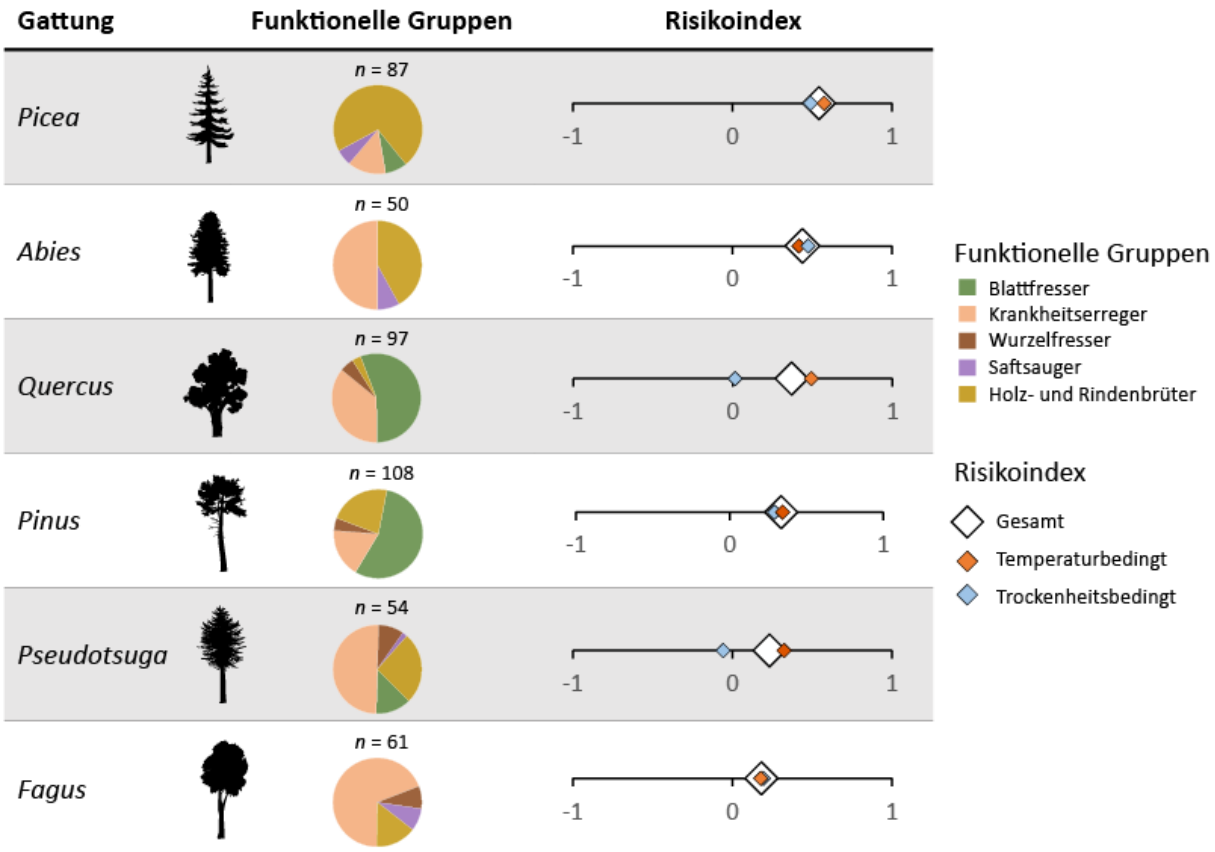

Abb. 3. Anteile der funktionellen Schädlingsgruppen (n = Anzahl der Beobachtungen) und der Gesamtrisikoindex für die Baumgattungen, zusammen mit den jeweiligen Indizes für das temperatur- und trockenheitsspezifische Risiko allein. Ein positiver Risikoindex weist auf eine Zunahme des biotischen Risikos für die jeweilige Wirtsbaumgattung unter wärmeren und trockeneren Bedingungen hin. Die Tortendiagramme zeigen, aus welchen funktionellen Gruppen sich die Beobachtungen je Gattung zusammensetzen.
Quelle: Warlo *et al.* 2025.

Rangfolge im biotischen Gefährdungspotenzial

Der Vergleich zeigt deutliche Unterschiede zwischen den Baumgattungen:

- Fichte *(Picea)* und Tanne *(Abies)* weisen das höchste biotische Risiko auf.
- Eiche *(Quercus)* und Kiefer *(Pinus)* liegen im Mittelfeld.
- Douglasie *(Pseudotsuga)* und besonders Buche *(Fagus)* zeigen aktuell die geringsten Risikoanstiege.

Diese Rangfolge bedeutet keine absolute Sicherheit oder Gefährdung einzelner Baumarten. Sie zeigt vielmehr, wo biotische Risiken unter Klimawandelbedingungen besonders stark zunehmen.

Warum Fichte und Tanne besonders betroffen sind

Bei Fichte und Tanne dominieren Holz- und Rindenbrüter, allen voran der Buchdrucker. Höhere Temperaturen ermöglichen zusätzliche Generationen pro Jahr, während Trockenstress die Abwehrkraft der Bäume reduziert. Diese Kombination wirkt besonders ungünstig.

Zudem zeigen viele dieser Schädlinge ein hohes Schadenspotenzial: Sie können nicht nur einzelne Bäume, sondern ganze Bestände oder Landschaften betreffen und führen häufig zum Absterben der Wirte. Das erklärt, warum Fichte – trotz langjähriger Erfahrung im Umgang mit Borkenkäfern – auch im Vergleich mit anderen Baumgattungen am stärksten gefährdet ist.

Eiche und Kiefer: differenzierte Effekte

Bei Eichen und Kiefern spielen Blattfresser und Krankheitserreger eine grössere Rolle. Temperaturanstieg wirkt hier meist risikosteigernd, Trockenheit hingegen deutlich uneinheitlicher.

Bei Eichen etwa erhöhen wärmere Bedingungen häufig das Risiko durch Insekten, während Trockenheit kaum zusätzliche Effekte zeigt. Bei Kiefern tragen sowohl Blattfresser als auch Borkenkäfer zum Risiko bei, allerdings weniger stark gebündelt als bei der Fichte.

Für die Praxis heisst das: Schäden werden wahrscheinlicher, verlaufen aber oft weniger explosionsartig als bei klassischen Borkenkäferkalamitäten an Fichte.

Douglasie und Buche: geringeres Risiko – mit Vorbehalt

Douglasie und Buche zeigen im Vergleich die niedrigsten Risikoindizes. Bei der Douglasie fällt auf, dass Trockenheit in den ausgewerteten Studien teils sogar zu geringerer Schädlingsaktivität führte. Bei der Buche dominieren Krankheitserreger, deren Reaktion auf Klimafaktoren weniger eindeutig ist.

Wichtig zu bemerken: Die Analyse berücksichtigt nur heute in Europa etablierte Schädlinge. Neue invasive Arten oder veränderte Wechselwirkungen können das Bild künftig verändern. Gerade bei der Douglasie ist offen, wie sich das Risiko mit zunehmender Standortsverbreitung entwickelt.

Temperatur ist der stärkere Treiber als Trockenheit

In der Mehrzahl der Fälle führten höhere Temperaturen zu einer stärkeren Erhöhung des biotischen Risikos als Trockenheit.

In den ausgewerteten Studien gehen steigende Temperaturen mehrheitlich mit einer verbesserten Entwicklung und teilweise gesteigerten Reproduktionsleistungen der betrachteten Arten einher.

Die Effekte der Trockenheit fallen deutlich uneinheitlicher aus. Bei Baumgattungen mit einem hohen Anteil an Holz- und Rindenbrütern – insbesondere Fichte und Tanne – erhöht Trockenstress das Risiko zusätzlich. Bei Gattungen mit vielen Blattfressern oder bestimmten Pathogenen bleibt der Einfluss hingegen gering oder nahezu neutral.

Temperatur wirkt damit als vergleichsweise konsistenter Treiber, während Trockenheit das Risiko je nach Schädlingsgruppe unterschiedlich verändert. Entscheidend ist das Zusammenspiel beider Faktoren und die funktionelle Zusammensetzung der Schadorganismen innerhalb einer Baumgattung.

Folgerungen für Waldbau und Waldschutz

Die Ergebnisse machen deutlich: Biotische Risiken gehören systematisch in die Baumartenwahl und in die Standortbewertung. Bei vielen bisherigen Bewertungen der Klimatoleranz stehen Wachstum, Trockenstress oder Sturm im Vordergrund. Risiken durch Insekten und Krankheitserreger werden dagegen oft nur am Rand berücksichtigt. Der hier vorgestellte Risikoindex ermöglicht es erstmals, das biotische Gefährdungspotenzial von Baumarten vergleichend einzuordnen und in Eignungsüberlegungen einzubeziehen.

Baumartenwahl und Mischungsstrategien

Bei biotisch stark gefährdeten Baumarten wie Fichte und Tanne gewinnt die Bestandesmischung weiter an Bedeutung. Mischbestände können die Anfälligkeit gegenüber einzelnen Schadorganismen reduzieren, indem sie deren Ausbreitung verlangsamen und zusammenhängende Wirtsflächen aufbrechen. Die gezielte Kombination von Baumarten mit unterschiedlichem Risikoprofil trägt zur Stabilität der Bestände bei.

Gleichzeitig bleibt der Spielraum begrenzt. In vielen Regionen ist die Zahl klimatisch geeigneter Baumarten klein. Werden biotische Risiken zusätzlich berücksichtigt, erhöht dies die Anforderungen an eine sorgfältige standörtliche Abwägung.

Abb. 4. Strukturreicher Mischbestand. Die Kombination von Baumarten mit unterschiedlichem Risikoprofil kann die Ausbreitung spezialisierter Schadorganismen begrenzen. Foto: LFI/WSL

Weiterentwicklung des Risikoindex

Der Risikoindex berücksichtigt ausschliesslich Schadorganismen, die derzeit in Europa etabliert sind. Neu eingeschleppte Arten oder veränderte Wechselwirkungen können das Gefährdungsbild deutlich verschieben. Ein konsequentes Monitoring bleibt daher zentral, um Risiken frühzeitig zu erkennen und rechtzeitig reagieren zu können. Mit neuer Datenlage kann er stetig angepasst und fortgeschrieben werden.

Fazit

Der Klimawandel erhöht das biotische Risiko für wichtige Baumgattungen in Europa – jedoch in unterschiedlichem Ausmaß. Fichte und Tanne sind besonders betroffen, Buche und Douglasie derzeit deutlich weniger. Temperatur wirkt dabei als zentraler Treiber, Trockenheit differenziert je nach Schädlingsgruppe.

Der Risikoindex ermöglicht erstmals eine vergleichende Einordnung dieser Gefährdungen und ergänzt bestehende, oft abiotisch geprägte Bewertungen der Baumarteneignung. Er ist kein Prognoseinstrument, sondern ein Werkzeug zur Einordnung auf Grundlage des aktuellen Wissens.

Literatur

Warlo H., Delb H., Albrecht A., Kautz M. (2025) Biotic risks to important tree genera under climate change in Europe. Journal of Cultivated Plants / Journal Für Kulturpflanzen, 77(2), 25–35. doi.org/10.5073/JfK.2025.02.03.

Warlo H., Kautz, M. (2024) How do global forest pests respond to increasing temperatures? – a meta-analysis. Oikos, 2024: e10842. doi.org/10.1111/oik.10842.

Weitere Verweise zur im Text verwendeten Literatur finden sich in der wissenschaftlichen Originalpublikation (PDF).

Dokumenteninfos

Autoren
Hannes Warlo (FVA BW) und Martin Moritzi (WSL)

Redaktion
Eidg. Forschungsanstalt WSL

Kontakt
Hannes Warlo
Forstliche Versuchs- und Forschungsanstalt Baden-Württemberg
Abt. Waldschutz
Wonnhaldestraße 4
DE - 79100 Freiburg

Zitierung
Warlo H., Moritzi M. (2026) Klimawandel: Wie sich das biotische Risiko für Baumarten verändert. Waldwissen.net WSL. doi.org/10.55419/wsl:43764

Open Access
Dieser Beitrag ist Open Access. Alle Inhalte, bei denen nichts anderes angegeben ist, unterliegen der Creative-Commons-Lizenz CC BY 4.0. Sie dürfen unter Angabe der Quelle frei vervielfältigt, verbreitet und bearbeitet werden.