

WALD: BRÄNDE UND WIEDERHERSTELLUNG



© CC0 (Karsten Winegeart/unsplash)

ZUSAMMENFASSUNG

In Österreich kommt es durchschnittlich zu mehr als 200 Waldbränden im Jahr, die größtenteils direkt oder indirekt vom Menschen verursacht werden. Waldbrände haben hohe ökologische, wirtschaftliche und gesellschaftliche Kosten. Im Zuge des Klimawandels hat sich die Zahl der Brände in den letzten Jahrzehnten bereits stark erhöht, eine weitere Erhöhung der Brandrisikos ist durch längere Trockenperioden und Hitzewellen künftig sehr wahrscheinlich. Fünfzig Prozent des österreichischen Waldes besteht aus Fichten, die besonders brandgefährdet sind. Technologische Fortschritte in der Brandvorhersage und -bekämpfung sowie eine breitere öffentliche Aufmerksamkeit für das Thema können dabei helfen, das Risiko für Waldbrände zu mindern. Die Wiederbesiedlung verbrannter Flächen ist ein äußerst dynamischer Prozess, andere Arten, mehr Laubbäume und geänderte Wiederaufforstungsstrategien werden in Zukunft benötigt.

*Klimawandel:
mehr Brände erfordern
neue Strategien*

ÜBERBLICK ZUM THEMA

Die österreichische Waldbranddatenbank zeigt alle erfassten Waldbrände und unterscheidet zwischen natürlichen, menschengemachten und unbekannten Brandursachen.¹ Österreichweit wurden 2023 bisher über einhundert Brände registriert, Hauptverursacher ist der Mensch. Im gesamten Jahr 2024 wurden 129 Waldbrände registriert, von denen etwa 80 % direkt oder indirekt durch Menschen ausgelöst wurden (im langjährigen Durchschnitt sind es 85 %, weltweit sind etwa 90 % der Waldbrandereignisse menschengemacht). Typische Brandursachen sind unter anderem außer Kontrolle geratene Feuer, weggeworfene Zigaretten (die vermutlich häufigste Ursache), Funkenflug von Eisenbahnen, gekappte Stromleitungen, Brandstiftung (etwa 10 %), heiße Asche oder auch Schießübungen und Feuerwerkskörper.² Glasflaschen und -scherben sind entgegen einer weitverbreiteten Meinung als Brandursache unwahrscheinlich (T. Müller, 2007). Blitzschlag ist die einzig relevante natürliche Waldbrandursache in Österreich, die etwa 15 % der Fälle ausmacht. Nur bei wenigen Fällen ist die Brandursache unbekannt.

*Österreichweit
85 % der Waldbrände
direkt oder indirekt
menschengemacht*

Maßgeblich für das Verhalten von Waldbränden sind neben dem Brennmaterial das Wetter und die Topographie. Die Feuchtigkeit von am Boden liegenden Blättern, Nadeln, Gras etc. bestimmt die Entstehungsgefahr, es braucht aber immer einen Brandauslöser. Die höchste Brandgefahr herrscht nach langer Trockenheit bei hohen Temperaturen und starkem Wind (z. B. Föhn). Geosphere Austria (vormals ZAMG) bewertet die aktuelle, meteorologische Waldbrandgefahr aufgrund von Wetterdaten, was in den Sommermonaten sehr genaue Einschätzungen liefert. In den kühleren Jahreszeiten nimmt die Genauigkeit aber ab und auch für das Bergland ist die Abschätzung limitiert.³

*Brandgefahr:
Zustand des Waldes,
Wetter und
Topographie
maßgeblich*

Der Klimawandel verursacht einen Anstieg der Temperaturen über Landmassen und damit länger gleichbleibende Wetterverhältnisse, was zu extrem heißen und trockenen Sommerperioden führt. Wenn diese Bedingungen auf bereits trockene Böden und überdurchschnittlich trockene Wälder und Wiesen treffen, ist die Anfälligkeit für Waldbrände sehr hoch (Henner & Kirchengast, 2021). Die jährliche Zahl der Waldbrände hat sich seit den 2000er-Jahren fast verdoppelt. Mehr Hitzetage und ausgeprägtere Trockenperioden durch den menschengemachten Klimawandel sind der Haupttreiber für die gestiegene und auch in Zukunft voraussichtlich steigende Waldbrandgefahr in Österreich. Aber auch steigende Freizeitaktivitäten in der Alpenregion und enger ineinandergreifende Natur- und Siedlungsräume spielen hier eine Rolle (M. M. Müller et al., 2020).

*Klimawandel:
Waldbrände nehmen
auch in den Alpen zu*

Auch wenn Brände gehäuft im April und im Hochsommer auftreten, gibt es hierzulande keine echte Waldbrandsaison wie etwa in Südeuropa oder Nordamerika. Die Verteilung der Waldbrände kann, je nach vorherrschendem Wetter in den jeweiligen Jahreszeiten, stark schwanken. Die hiesige Waldstruktur ist auch sehr viel kleinflächiger parzelliert und sehr gut durch Forststraßen erschlossen,

*Vergleich mit
Südeuropa oder
Nordamerika nur
bedingt möglich*

¹ fire.boku.ac.at/firedb/de/.

² boku.ac.at/oekb/wald/forschung/themen/bewirtschaftungskonzepte/waldbewirtschaftung-und-klimaaenderung/waldbrand.

³ zamg.ac.at/cms/de/wetter/wetter-oesterreich/waldbrand (nur mit login verfügbar).

was eine Brandbekämpfung erheblich erleichtert. Brände treffen zudem relativ schnell auf Barrieren, die eine weitere Ausbreitung verhindern.

Trotzdem entstehen jährlich hohe Schäden, die damit verbundenen (längerfristigen) Kosten können nur teilweise ökonomisch abgebildet werden. Hohe direkte Kosten entstehen durch die Brandbekämpfung, Ausrüstung und Instandhaltung der Feuerwehren selbst, durch Ausfall von Nutzholz und verminderte Einkünfte betroffener Waldbesitzer:innen sowie durch Renaturierungsmaßnahmen auf Brandflächen. Waldbrände schädigen die Schutzfunktion von Bergwäldern, was eine erhöhte Anfälligkeit gegenüber Naturgefahren, wie Lawinen und Muren, nach sich zieht. Es entstehen Verluste von natürlichen Ressourcen, land- und forstwirtschaftliche Nutzflächen werden zerstört und die möglicherweise nachfolgende Bodenerosion schädigt Qualität und Fruchtbarkeit des Bodens, was zu verminderter Produktivität führt. Außerdem wird die Luftqualität durch freigesetzte Schadstoffe teils massiv verschlechtert, wodurch kurz- und langfristige Gesundheitsschäden entstehen – eine zukünftig nicht zu vernachlässigende zusätzliche Belastung des ohnehin schon angespannten Gesundheitssystems. Auch sind solche Gesundheitsschäden ungleich in der globalen Bevölkerung verteilt (Xu et al., 2023). Vermehrte Information zum Gesundheitsschutz der Bevölkerung bei Großbränden könnte helfen beispielsweise Maskentragen, die Nutzung von Luftfiltern oder Daheimbleiben anzuregen. Nicht zuletzt werden erhebliche Mengen an Treibhausgasen freigesetzt, womit vermehrte Waldbrände gleichzeitig Folge und Treiber des Klimawandels sind.

Hohe Schäden und Kosten – kurz- und langfristig

In anderen Ländern sind Gebiete, in denen (Wald-)Vegetation direkt an Siedlungen und Infrastrukturen heranreicht, etwa am Rand vieler Städte, besonders kritische Zonen, da die Entstehungswahrscheinlichkeit von Waldbränden sehr hoch ist und gleichzeitig hohe Schäden zu erwarten sind. In Zukunft könnten diese Gebiete auch in Österreich problematischer werden.

Grenzbereiche von Wäldern und urbanem Raum gewinnen an Brisanz

Das Aktionsprogramm Waldbrand des Bundesministeriums für Land- und Forstwirtschaft, Regionen und Wasserwirtschaft definiert konkrete kurz-, mittel- und langfristige Maßnahmen in drei Zielkorridoren (Waldbrand erforschen und verstehen; Gemeinsam Waldbrand vorbeugen und bekämpfen; Wissen über Waldbrand verbreiten und umsetzen). Diese behandeln sieben Aktionsfelder, beispielsweise von der Schaffung harmonisierter Datengrundlagen über gezielte Investitionen in die Brandbekämpfung bis zu zielgerichteten Bildungsangeboten.⁴

Zahlreiche Forschungs- und Entwicklungsaktivitäten erforschen neue Waldbrandbekämpfungstechnologien. So könnten beispielsweise unbemannte, ferngesteuerte oder automatisierte Fahr- und Flugzeuge (wie etwa Löschdrohnen) die Brandbekämpfung unterstützen. Auf Drohnen installierte 5G-Antennen für mobile Funknetze während des Einsatzes oder unbemannte Segelflieger für Echtzeitbildmaterial können zur Unterstützung der Einsatzkräfte dienen (Czerniak-Wilmes & Jetzke, 2023).

F&E neuer Waldbrandbekämpfungstechnologien

⁴ schutzwald.at/dam/jcr:25eb5825-44e7-4a6e-9460-5b38977a085c/BML_Publikation_A4_Aktionsprogramm-Waldbrand_V03_WEBVERSION_barrierefrei-1.pdf.

Die KI-gestützte Auswertung komplexer Umweltdaten aus satelliten- oder droh-nengestützter Fernerkundung hat in den letzten Jahren erhebliche Fortschritte bei der Vorhersage von Waldbränden gebracht (siehe auch [Fernerkundung mit KI](#)). Mit einer Vorhersage einer Brandwahrscheinlichkeit sind allerdings oft weitreichende Entscheidungen mit vielen Konsequenzen verknüpft. Gerade im öffentlichen Sektor könnte die Nachvollziehbarkeit und Transparenz der Modelle wichtiger werden, z. B. bei Haftungsfragen. Mittlerweile zeigen hier erste Studien, dass im Feld der Brandvorhersage Anwendungen mit erklärbaren KI-Modellen (explainable AI) gute Ergebnisse liefern. Gerade in Kontexten, in denen menschliche und natürliche Gebiete stark ineinandergreifen, könnten erklärbare KI-Modelle in Entscheidungsunterstützungssysteme integriert werden. So könnte KI beispielsweise Forstverwaltungen bei der Verhütung und Eindämmung von Waldbrandkatastrophen unterstützen und Strategien für ein wirksames Brandmanagement, die Reaktion auf, sowie die Erholung der Flächen nach Bränden, oder deren Widerstandsfähigkeit mitentwickeln (Cilli et al., 2022). Eine wichtige Strategie zur Risikominderung besteht darin, ein wirksames System zur Erkennung von Waldbränden zu schaffen, das bei Entdeckung sofort die zuständigen Behörden benachrichtigen kann. Studien zeigen, dass die Anwendung von Deep-Learning-Modellen bei der Überwachung von Waldbränden vielversprechend ist, wobei diese Genauigkeitsraten von über 90 % erreichen (Saleh, 2024). Die Technologie des [digitalen Zwillings](#) könnte zu einem wertvollen Instrument zur Verbesserung der Vorbeugung und Überwachung von Waldbränden, der Notfallmaßnahmen und der Wiederherstellungsmaßnahmen nach Bränden werden. Durch die Erstellung virtueller Modelle von Waldbränden, die die realen Bedingungen widerspiegeln, ermöglicht eine Plattform für digitale Zwillinge die Integration von Daten aus verschiedenen Quellen – einschließlich Fernerkundung, Wettervorhersagen und bodengestützten Sensoren – und bietet so eine umfassende Perspektive zur Unterstützung von Notfallmaßnahmen und fundierten Entscheidungen (Li, 2024).

*Vorbeugung
durch verbesserte
KI-Vorhersage*

Im neuen Regime des Klimawandels ändern sich die Anforderungen an das Waldmanagement. Beispielsweise kann die Widerstandsfähigkeit und Belastbarkeit heimischer Wälder durch die Förderung von brandresistenten, standortsangepassten Baumarten gefördert werden (M. M. Müller et al., 2020). Laub- und Mischwälder sind beispielsweise schwerer entflammbar als Nadelwälder. Rund 50 % der österreichischen Wälder bestehen aus Fichten, die neben der Anfälligkeit für den Borkenkäfer auch besonders brandgefährdet sind. Es wird davon ausgegangen, dass der Fichtenanteil zukünftig besonders in tieferen Lagen zurückgehen wird.⁵ Erforschung und Förderung klimaresistenterer Waldarten und Waldbewirtschaftungsmethoden werden als eine der Prioritäten für zukünftige Studien angesehen (Henner & Kirchengast, 2021).

*Prävention
durch geändertes
Waldmanagement*

In Mitteleuropa wurden in den letzten Jahren große Waldflächen bei Bränden zerstört und das Risiko wird in Zukunft zunehmen. Allerdings ist über die Sukzession, also das Nachwachsen verschiedener Arten, Wiederaufforstung und Auswirkungen der Waldbewirtschaftung in dieser Region relativ wenig bekannt. Es zeigte sich in einer rezenten Studie, dass das natürliche Nachwachsen besser funktionierte als die künstliche Wiederaufforstung (Schüle et al., 2023).

*Hoher Wissensbedarf
für Restoration*

⁵ fireblog.boku.ac.at/2021/05/12/brandgefaehrdete-fichte/.

Die Wiederbesiedlung verbrannter Flächen ist ein äußerst dynamischer Prozess, der von verschiedenen Faktoren abhängt. Die natürliche Regeneration bietet jedoch in vielen Fällen eine schnelle und kostengünstige Möglichkeit der Wiederaufforstung, die durch geeignete waldbauliche Maßnahmen gefördert werden kann. Schüle et al. (2023) empfehlen, überlebende Bäume als grüne Inseln vor Ort zu belassen, um nahe gelegene Samenquellen zu schaffen. Die Störung der Sämlinge sei zu vermeiden, deshalb sollte die Waldbewirtschaftung entsprechend der Lebenszyklen der natürlich gewachsenen Baumsämlinge durchgeführt werden. Vor allem sollten Vorteile von Laubpionierbäumen genutzt werden, um nach Waldbränden langfristig vielfältigere, weniger brandgefährdete Wälder zu schaffen.

*Natürlicher
Nachwuchs und
mehr Laubbäume
als Pioniere*

Lösungsvorschläge für die neuen Gegebenheiten im europäischen Alpenraum sind etwa: eine Anpassung der Maßnahmen und Technologien zur Brandbekämpfung, z. B. während Perioden von Wassermangel (siehe auch [Dürresilienz](#)); oder auch der Einsatz von technischen (kontrollierten) Feuern; die Förderung der Entsendung von spezialisierten Einsatzkräften zur Unterstützung lokaler Einsatzkräfte sowie die Sicherstellung einer schnellen und effizienten Luftunterstützung (M. M. Müller et al., 2020).

RELEVANZ DES THEMAS FÜR DAS PARLAMENT UND FÜR ÖSTERREICH

Die konkrete Waldbrandforschung, -vorbeugung und -bekämpfung ist zwar im Aktionsprogramm Wald (s. o.) bereits verankert, welches so dem steigenden Risiko zukunftsorientiert begegnet. Vor allem bei der Wiederherstellung verbrannter Flächen gibt es zusätzlichen Forschungsbedarf, eventuell müssen traditionelle Aufforstungsmuster überdacht werden und herkömmliche Nadelarten teilweise widerstandsfähigeren Laubbaumarten weichen. Außerdem wäre eine breiter gefasste Betrachtung des Themas sinnvoll, da neben ökologischen und wirtschaftlichen Folgen vermehrte Brände auch eine breitere gesellschaftliche Wirkung entfalten, vor allem wenn Naturräume und Siedlungsgebiete in Zukunft noch enger ineinander greifen. Die Einpreisung langfristiger Folgen vermehrter Brände in bestehende Budgets müsste realistisch erfolgen, z. B. die zu erwartende zunehmende Belastung des Gesundheitssystems durch Klimawandelfolgen wie Waldbrände. Strategien für eine bessere Berücksichtigung des Gesundheitsschutzes der betroffenen Bevölkerung bei Großbränden braucht vermehrte Aufmerksamkeit.

VORSCHLAG WEITERES VORGEHEN

Aus FTA-Sicht wäre die Abschätzung des Forschungs- und Entwicklungsstandes neuer und angepasster Waldbrandbekämpfungstechnologien und -strategien sinnvoll, um eine bessere Wissensgrundlage für die Ausrichtung forschungspolitischer Entscheidungen bereitzustellen. In Bezug auf neue Wiederaufforstungsmaßnahmen wäre ein breiter Stakeholderprozess sinnvoll, auch um Wissensbestände außerhalb der akademischen Wissenschaften, wie beispielsweise von privaten Waldbesitzer:innen oder Naturschutzorganisationen abzuholen.

*Abschätzung neuer
Brandbekämpfungs-
technologien,
Wiederaufforstungs-
strategien*

ZITIERTE LITERATUR

- Cilli, R., et al. (2022). Explainable artificial intelligence (XAI) detects wildfire occurrence in the Mediterranean countries of Southern Europe. *Scientific Reports*, 12(1), 16349, doi.org/10.1038/s41598-022-20347-9.
- Czerniak-Wilmes, J., & Jetzke, T. (2023). Waldbrandbekämpfungstechnologien, TAB, Themenkurzprofil Nr. 60, dx.doi.org/10.5445/IR/1000156299.
- Henner, D. N., & Kirchengast, G. (2021). How does climate change increase the risk of forest fires in Austria? KKL-ÖAW Study Report.
- Li, Y., et al. (2024). Review and perspectives of digital twin systems for wildland fire management. *Journal of Forestry Research*, 36(1), 14, doi.org/10.1007/s11676-024-01810-x.
- Müller, M. M., et al. (2020). Waldbrände in den Alpen – Stand des Wissens, zukünftige Herausforderungen und Optionen für ein integriertes Waldbrandmanagement. Vollständig überarbeitete deutsche Fassung des Originals: Forest fires in the Alps – State of knowledge, future challenges and options for an integrated fire management, alpine-region.eu/sites/default/files/uploads/result/2233/attachments/200717_waldbraendealpen_weissbuch_final_online_austria.pdf.
- Müller, T. (2007). Verursacht Glas Waldbrände? (Diplomarbeit). TU Braunschweig, soil.tu-bs.de/download/downloads/pubs/2007.AFZ-18-990-TMueller-Verursacht-Glas-Waldbraende.pdf.
- Saleh, A., et al. (2024). Forest fire surveillance systems: A review of deep learning methods. *Heliyon*, 10(1), doi.org/10.1016/j.heliyon.2023.e23127.
- Schüle, M., et al. (2023). Early natural tree regeneration after wildfire in a Central European Scots pine forest: Forest management, fire severity and distance matters. *Forest Ecology and Management*, 539, 120999, sciencedirect.com/science/article/pii/S0378112723002335.
- Xu, R., et al. (2023). Global population exposure to landscape fire air pollution from 2000 to 2019. *Nature*, 621(7979), 521-529, doi.org/10.1038/s41586-023-06398-6.