1 **Für die Entstehung eines Bodenfeuers ist die Feuchte in der Streuauflage und in der Bodenvegetation entscheidend.** Foto: © PantherMedia/Mironovfoto

Entwicklung der Waldbrandgefahr in Bayern

Lothar Zimmermann und Korbinian Holzapfel

Großflächig brennende Wälder in Südeuropa bestimmten im Sommer 2021 die Medien. In Bayern hingegen bestand infolge eines kalt-trockenen Frühjahrs und eines nassen Sommers nur geringe Waldbrandgefahr. Klimawandelbedingt steigende Temperaturen und zunehmende Trockenheit rücken das Thema aber auch hierzulande wieder in den Fokus. Ein Blick auf die frühere, gegenwärtige und künftige Entwicklung des Waldbrandgeschehens in Bayern lohnt sich.

Der YouTuber Rezo stellte in seinem Video für mehr Klimaschutz vor der Bundestagswahl 2021 die Gefahren des Klimawandels plakativ mit einer Karte von Deutschland dar, in der die australische Waldbrandfläche in diesem Jahr eingezeichnet war. Demnach brannte in Australien eine Waldfläche ab, die fast der Hälfte der Fläche Deutschlands entspricht. Auch die Medienberichte über die brennenden Wälder in Griechenland, der Türkei, dem Nordwesten Nordamerikas sowie in der Taiga Russlands zeigten regelmäßig Bilder von riesigen Brandflächen. Waldbrand wird – auch in Folge vermehrt auftretender Dürren und Hitzewellen – als unmittelbare Bedrohung durch den Klimawandel gesehen. Wie übertragbar sind diese Bilder auf die Situation in Bayern? Wie hat sich die Waldbrandgefahr in Bayern in den letzten Jahrzehnten dargestellt? Welche Abschätzungen gibt es für die Entwicklung der künftigen Waldbrandgefahr?

Faktoren für Waldbrände

Drei Faktoren bestimmen wie bei jedem Verbrennungsprozeß die Entstehung und das Ausmaß eines Waldbrandes: wie viel Brennstoff ist vorhanden, entsteht ausreichend Hitze und gibt es genügend Sauerstoff, um die Verbrennung zu unterhalten. Diese drei Faktoren bilden das sogenannte Feuerdreieck. Als weitere Voraussetzung müssen diese Komponenten im richtigen Mischungsverhältnis vorliegen. Sobald einer der Faktoren nicht mehr vorhanden ist, erlischt das Feuer. Um den Verbrennungsprozess zu starten, muss zunächst ausreichend Zündenergie zugeführt werden. Bei genügend Brennstoff unterhält sich die Verbrennung im Freien selbst. Rund 34 % aller Brände in Bayern sind nachweislich vom Menschen verursacht, entweder fahrlässig oder vorsätzlich durch Brandstiftung. Nur in circa 4 % der Fälle werden natürliche Ursachen wie Blitzschläge angenommen. Für die restlichen 62 % sind die Ursachen unbekannt, wobei auch hier in der überwiegenden Mehrheit menschlicher Einfluss angenommen wird (Quelle: StMELF- und BLE-Daten 2005-2020, ohne Bundeswald). Im neuen EU-Waldbrandbericht (San-Miguel-Ayanz et al. 2021) werden sogar neun von zehn Bränden auf menschliches Handeln zurückgeführt. Wieviel Zündenergie benötigt wird, hängt vom Wassergehalt im brennbaren Material ab. Dieses muss zuerst verdampfen, um den Verbrennungsprozeß zu starten. Waldbrände beginnen bei uns in aller Regel als Bodenfeuer (Abbildung 1), das heißt, zentrale Größe ist die Feuchte in der Streuauflage (Nadeln, Blätter oder kleine abgestorbene Zweige) und im Gras der Bodenvegetation. Der Deutsche Wetterdienst (DWD) arbeitet daher an einer Verbesserung des Waldbrandgefahrenindexes (Projekt WBI+), in dem die Streufeuchte stärker berücksichtigt werden soll.

Aktuelle Entwicklung in Bayern

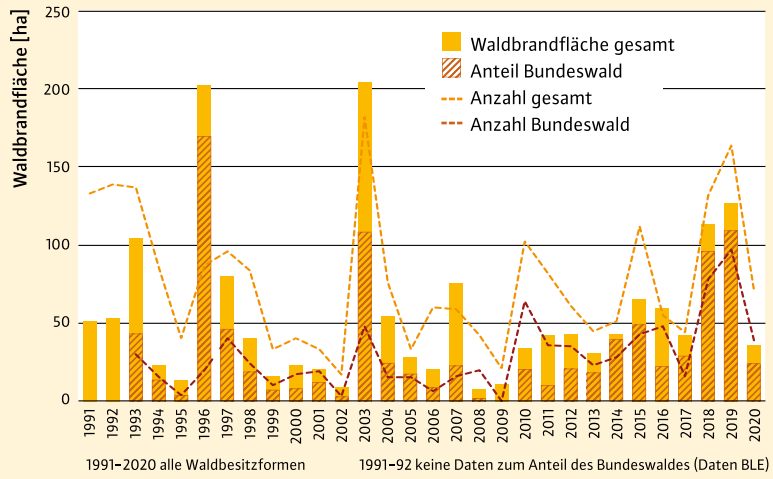
In Bayern melden die Ämter für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten (ÄELF) jährlich die in ihrem Zuständigkeitsbereich aufgetretenen Waldbrände an das Staatsministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten (StMELF). Das StMELF wiederum gibt die Daten für die bundesweite Statistik an die Bundesanstalt für Landwirtschaft und Ernährung (BLE) weiter. Parallel erhält die BLE zudem die Meldungen für den Bundesforst. Die BLE leitet die Daten an das European Forest Fire Information System (EFFIS 2021) weiter, wo die Daten in Jahresberichten der Waldbrände europaweit veröffentlicht werden (San-Miguel-Ayanz et al. 2021).

Im Mittel gab es in Bayern im Zeitraum von 1991 bis 2020 77 Waldbrände, wobei die Spannweite Faktor 10 ausmachte (2002: 17, 2003: 182) (Abbildung 2). Der Trend zeigt eine abnehmende Tendenz. Die mittlere Größe der Waldbrandfläche lag bei 57,2 ha/Jahr mit einer Spannweite von 7,5 (2008) bis 204,8 ha/Jahr (2003). Eine Tendenz ist hier kaum erkennbar. Spitzenreiter in Hinblick auf die Waldbrandfläche ist das damals noch mit dem Prädikat »Jahrhundertsommer« versehene Jahr 2003 – ein deutlicher Hinweis auf den Witterungseinfluss von Hitze- und Dürreperioden auf das Waldbrandgeschehen. Ebenso sichtbar wird der Einfluss der Witterung in den Extremjahren 2018 und 2019 mit Brandflächen über 100 Hektar. Der Flächenanteil im Bundeswald beträgt im Mittel 53 % der gesamten Brandfläche über alle Waldbesitzformen. Hinsichtlich ihrer Häufigkeit finden damit im Mittel 38 % der Waldbrände auf 2 % der Waldfläche in Bayern statt. Da ein Großteil des Bundeswaldes militärisch genutzt wird, beispielsweise an den großen Übungsplätzen Grafenwöhr und Hohenfels, ist hier die Waldbrandursache »sonstige handlungsbedingte Einwirkungen« von besonderer Bedeutung. Bei dieser Brandursache wird davon ausgegangen, dass der Brand durch bekannte Einwirkung und nicht durch Fahrlässigkeit ausgelöst wurde (z. B. durch Entzündung von Munition). In den übrigen Waldbesitzformen macht diese Brandursache laut Statistik lediglich 3 % (2010–2020) der Waldbrände aus. Die Feuerwehren auf den Übungsplätzen sind deshalb speziell auf diese Gefahr hin ausgerichtet. Insgesamt umfasst die Waldbrandfläche über alle Besitzarten im Mittel 0,02 ‰ der Waldfläche Bayerns – faktisch ist Waldbrand derzeit gegenüber den anderen abiotischen Schadensursachen wie Sturmwurf damit nur eine sehr geringe Schadensquelle. Schon 2009 wurde festgestellt, dass die Waldbrände in Bayern aufgrund ihrer niedrigen Anzahl und ihres geringen Flächenanteils nur eine untergeordnete Rolle für den Waldschutz spielen (Schunk et al. 2009).

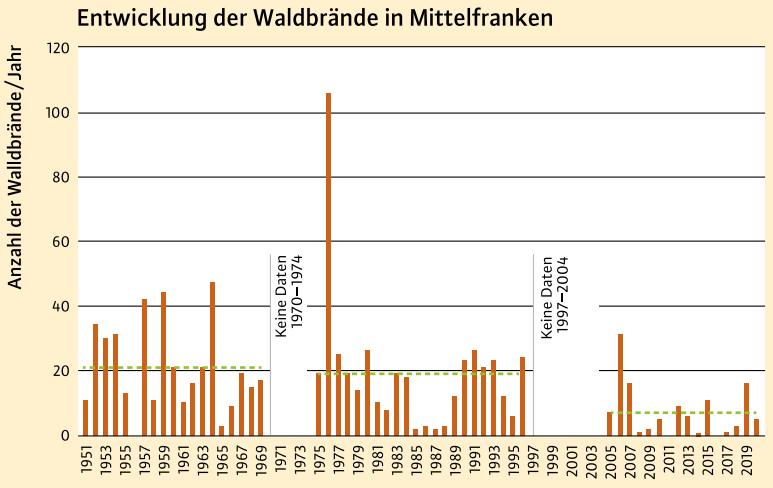
Frühere Entwicklung von Waldbränden in Bayern

Einen Blick in die Vergangenheit ermöglicht ein kleines Projekt des Kuratoriums für forstliche Forschung aus dem Jahr 1998 (Projekt ST51: »Änderungen und Trends der Waldbrandgefährdung in Bayern 1951-96«), das in Kooperation zwischen dem Lehrstuhl für Ökoklimatologie, damals noch Ludwig-Maximilians-Universität München, und der Abteilung Agrarmeteorologie (DWD) durchgeführt wurde. Der Abschlussbericht enthält Angaben zur Häufigkeit von Waldbränden im Bereich der damaligen Forstdirektion Mittelfranken, die als Schwerpunkt des Waldbrandgeschehens in Bayern galt. Zur Flächengröße der Brände liegen keine Aussagen vor. Die Zeitreihe wurde verlängert mit den Meldungen der heutigen ÄELF, die sich im Bereich der damaligen Forstdirektion befinden (Abbildung 3).

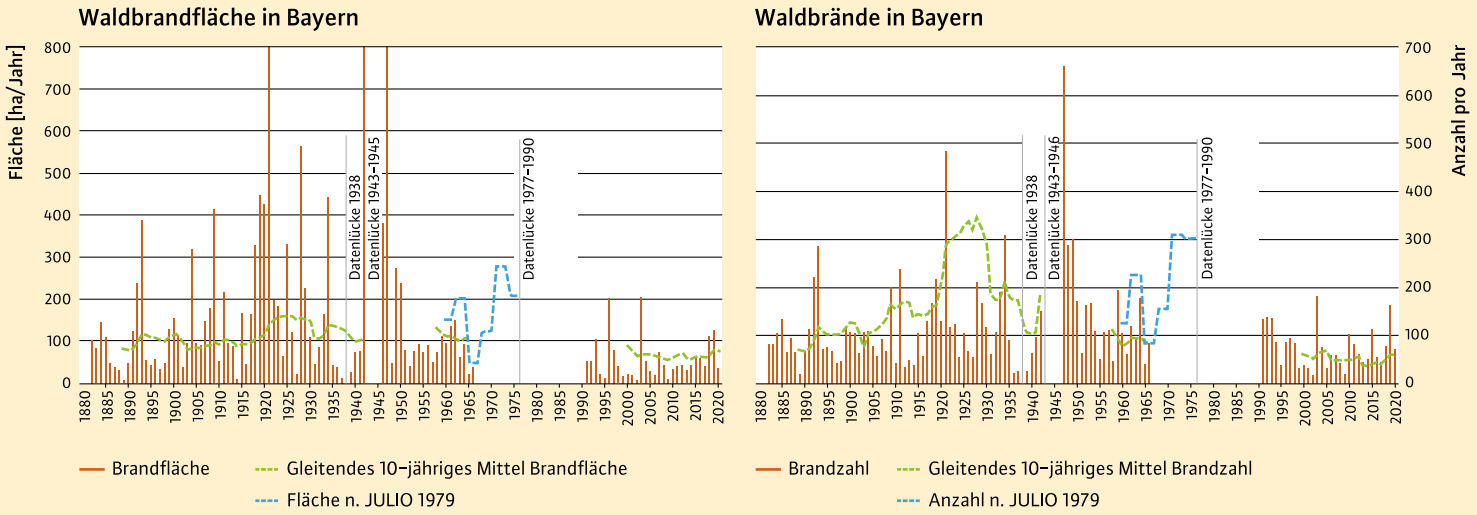
Die Mittelwerte der drei betrachteten Perioden (1951-1969, 1975-1996, 2005-2020), zwischen denen längere Zeitabschnitte mit Datenausfall liegen, zeigen für die jüngste Periode eine Abnahme der Waldbrände um mehr als die Hälfte im Vergleich zu den beiden Vorperioden. Trotz der höheren Lufttemperaturen und langen Trockenperioden als Folge des seit Beginn der 1990er Jahre zunehmenden Klimawandels sind für die Entstehung von Waldbränden



2 Der »Jahrhundertsommer« 2003 ist hinsichtlich Brandfläche und Anzahl der Waldbrände Spitzenreiter innerhalb der betrachteten Zeitreihe.



3 Insbesondere dem Waldumbau von Kiefernbeständen ist es zu verdanken, dass es in Mittelfranken innerhalb des jüngsten der drei betrachteten Zeitabschnitte weniger Brände gab als in den beiden früheren. Quelle: 1951–2020: Projektbericht ST51, StMELF



4 **Trotz Zunahme des klimatischen Waldbrandrisikos nahmen von 1991 bis 2020 sowohl die Anzahl der Waldbrände als auch die Brandfläche gegenüber früher ab. Gründe hierfür sind u. a. geändertes gesellschaftliches Verhalten und schnellere Alarmierung.** Quellen: 1882–1966, Baumgartner et al.; 1960–1976, Julio 1979; 1991–2020, BLE

offensichtlich noch andere Faktoren verantwortlich. Für den Bereich des Nürnberger Reichswaldes wirken sich nach Einschätzung örtlicher Forstleute der Waldumbau und besonders die Veränderung der Bodenvegetation positiv aus. Zwar gibt es dort lichte Kiefernwälder, jedoch ohne eine ausgeprägte Vergrasung oder viel Brennmaterial. Durch die Einstellung der Streunutzung und durch das Reichswaldunterbauprogramm hat sich die Wuchskraft der Standorte zunehmend verbessert. Zudem sind die meisten Bestände mit Laubholz unterbaut, unter dem meist hüfthohe Heidelbeere und darunter wiederum Moos wächst. Das Moos sorgt auch in heißen Sommern für Feuchtigkeit, so dass das Waldbrandrisiko gering geworden ist. Flechtenkiefernwälder ohne Beerkräuter oder nur mit Preiselbeere sind selten. Das einst hohe Waldbrandrisiko in den Kiefernreinbeständen des Reichswaldes mit geringer Nährstoffausstattung und reiner Kiefernnadelstreu resultierte maßgeblich aus der Übernutzung der Wälder insbesondere aus der Streunutzung. Großbrände gab es bei Nürnberg noch in der ersten Hälfte des 20. Jahrhunderts (z. B. 14.-15. August 1947: 900 ha, siehe Baumgartner et al. 1967). Die niedrige jährliche Anzahl an Waldbränden heute belegt die Effekte der geänderten Waldbewirtschaftung deutlich. Bei den wenigen Waldbränden fällt zudem die geringe Flächenausdehnung auf. Baumgartner et al. (1967) analysierten noch weiter zurückreichende Waldbranddaten, die die Forstdirektionen seit 1877 von den bayerischen Forstämtern erhalten und in entsprechenden Jahrbüchern veröffentlicht hatten (Abbildung 4). Zu beachten sind dabei die im Laufe der Geschichte unterschiedlichen (Wald-)Flächengrößen Bayerns (bis 1946 noch mit der damals bayerischen Pfalz inklusive des Pfälzerwalds). Darüber hinaus bezogen sich die Meldungen oft schwerpunktmäßig auf den Staatswald bzw. Reichs-/Bundeswald. Für den Zeitraum 1950-1959 meldeten die Forstämter ihre Brandzahlen nicht nur an die Forstdirektionen, sondern auch an das damalige Forstmeteorologische Institut. Hierfür wurde im Gegensatz zur Meldung an die Forstdirektionen ein detailliertes Formular verwendet, in das auch Brände mit kleiner Flächengröße eingingen. Baumgartner et al. (1967) stellten fest, dass die dem Forstmeteorologischen Institut gemeldeten Brandzahlen um 44 % höher lagen als die, die für den gleichen Zeitraum in den Jahrbüchern der Forstdirektionen aufgeführt waren. Ein Hinweis darauf, dass die Angaben in den Jahrbüchern eher eine Unterschätzung der Waldbrandsituation darstellen. Dies belegen auch die Zwei- bzw. Dreijahresmittel im Zeitraum 1960-76 (Julio 1979), die für 1960-66 ebenfalls höher lagen als die Angaben in den Jahrbüchern (Abbildung 4).

Trotz aller Unsicherheiten, gerade in Bezug auf die Daten vor 1947, wird anhand der zehnjährigen gleitenden Mittel sowie der Zwei- bzw. Dreijahresmittel deutlich, dass das Niveau der Waldbrände in der aktuellen Klimaperiode 1991-2020 niedriger ist als früher. Dieser Rückgang lässt sich zum einen mit dem veränderten Verhalten der Waldbesucher als Hauptauslöser für Waldbrände erklären (Freizeitverhalten, Raucheranteil, Umweltbewusstsein, weit verbreiteter Besitz von Mobilfunktelefonen seit Ende der 1990er Jahre etc.). Zum anderen spielen Faktoren wie technologische Entwicklungen (Umstellung von dampfbetriebenen auf elektrischen Schienenverkehr, Feuerwehrtechnik, Löschung per Helikopter in schwierigem Gelände, Luftbeobachtung zur Waldbrandwarnung) sowie Änderungen in der Baumartenzusammensetzung (Waldumbau) und Bewirtschaftung eine Rolle. All diese Komponenten haben neben klimatischen Veränderungen einen großen Einfluss auf das Waldbrandgeschehen.

Inwieweit ist die frühere und derzeitige Waldbrandsituation ein geeigneter Indikator zur Abschätzung der künftigen Waldbrandgefahr? In der Waldbrandabwehr hat sich viel seit den verheerenden Waldbränden Mitte der 1970er Jahre (1975: Großbrand in der Lüneburger Heide und im Wendland mit 13.000 ha Brandfläche, davon 8.000 ha Wald) getan. Die

Erkenntnisse aus der Vergangenheit und das Wissen über die Zusammenhänge der Waldbrandentstehung sind hilfreich, um künftige Entwicklungen von Waldbränden – auch unter veränderten klimatischen Rahmenbedingungen – besser abzuschätzen.

Räumliche Verteilung von Waldbränden

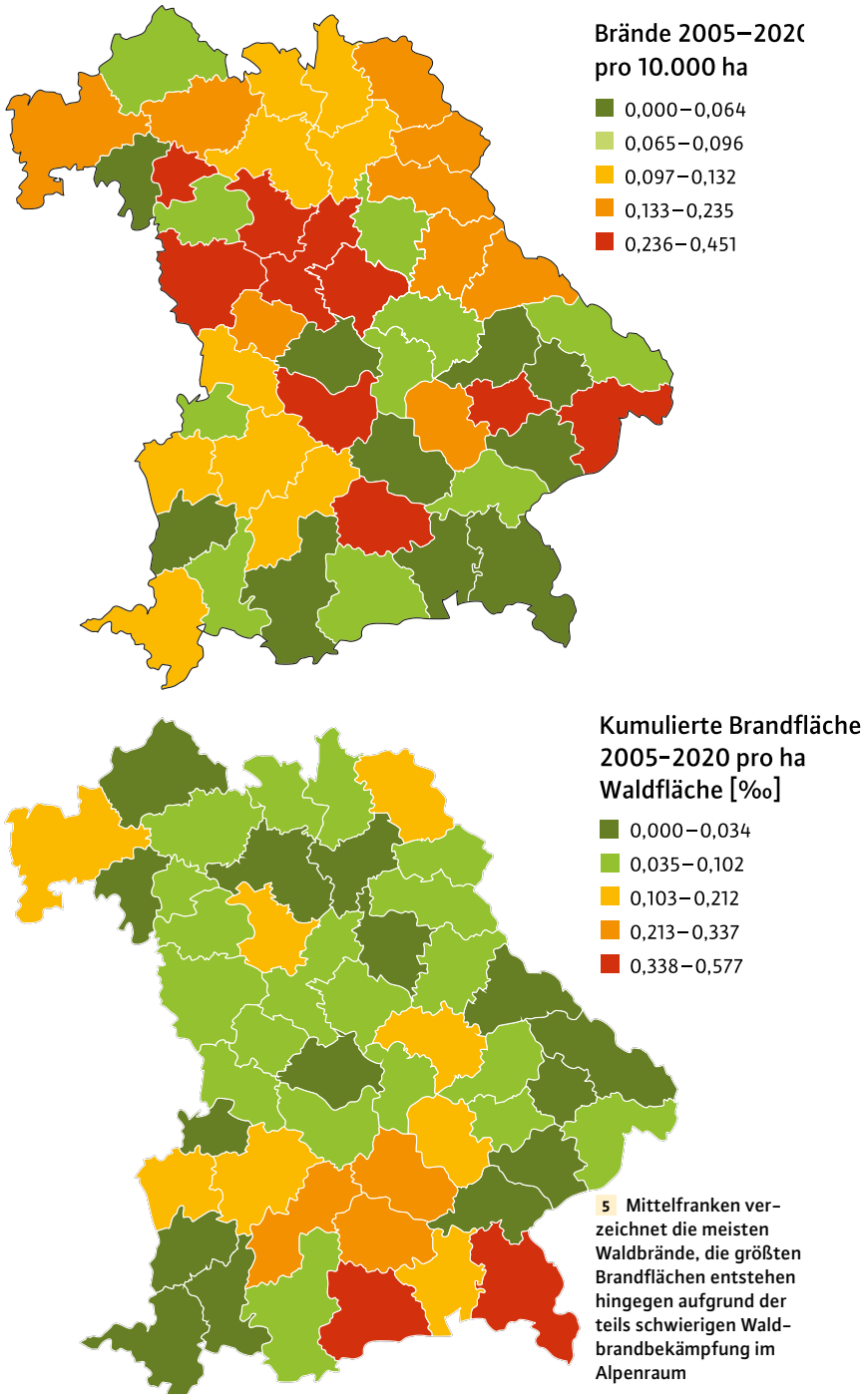
Für die räumliche Verteilung der aufgetretenen Waldbrände wurden die Meldungen der ÄELF (ohne Bundeswald) an das StMELF für die Jahre 2005–2020 herangezogen. Die Anzahl der Brände sowie die Waldbrandfläche wurden dabei auf die Waldfläche der ÄELF normiert. Die Wahl der Klassengrenzen erfolgte nach Quantilen, d. h. jede Klassengrenze trennt gleich große Flächenanteile (Abbildung 5).

Bei der Anzahl der Waldbrände ist in Mittelfranken ein AELF-übergreifender Schwerpunkt erkennbar, der bis in die südliche Oberpfalz sowie nach Unterfranken (AELF Kitzingen) hineinreicht (Abbildung 5 oben). Hinzu kommen die ÄELF Ebersberg und Ingolstadt mit Großstadtnähe sowie das AELF Passau und der nördliche Teil des AELF Landau a. d. Isar-Pfarrkirchen. Das Vorkommen großer Waldbrände hingegen konzentriert sich auf den Alpenbereich (AELF Holzkirchen und AELF Traunstein), wo der alpine Erlebnistourismus die Waldbrandentstehung fördert und die Waldbrandbekämpfung durch das steile und schwer zugängliche Gelände oft erschwert ist (Abbildung 5 unten).

Für die Nordalpen konnte für den Zeitraum 1951-2010 nur ein leicht zunehmender Trend der Waldbrandgefahr anhand mehrerer Waldbrandindices festgestellt werden. Bei der höchsten Waldbrandgefahrenstufe nahm allerdings die Wiederkehrzeit ab, das heißt, die Waldbrände traten häufiger auf. Im Bereich des bayerischen Anteils an den Nordalpen nahmen die Waldbrände (Anzahl, Fläche) während dieser Zeit ab, während die meteorologische Feuergefahr zunahm (Wastl et al. 2012).

Künftige Entwicklung der klimatischen Waldbrandgefahr

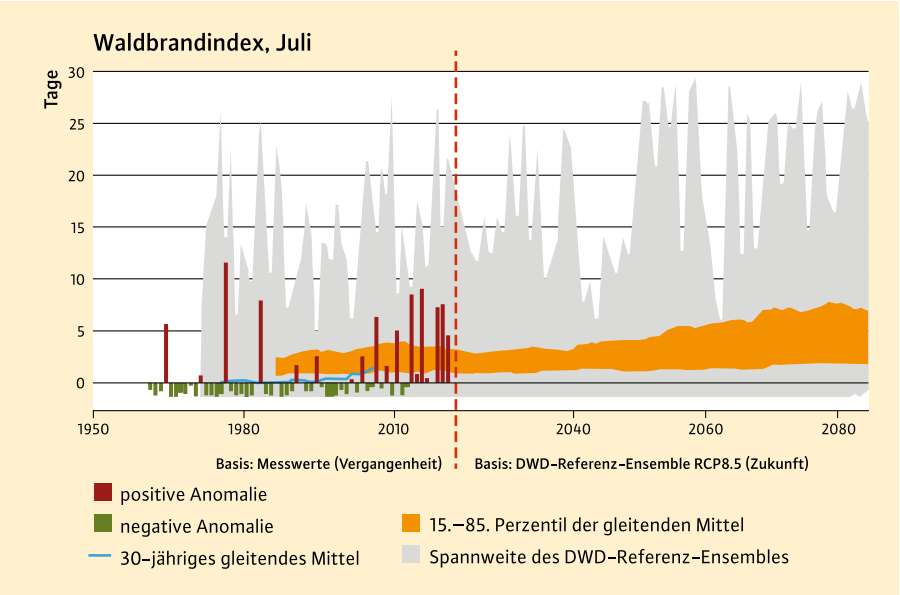
Laut EU-Waldbrandbericht 2021 (San-Miguel-Ayanz et al. 2021) werden künftig nicht mehr nur die Länder im Mittelmeerraum von Waldbränden betroffen sein. Auch die Bedrohung für Mittel- und Nordeuropa wächst. Wärmere Sommer und längere Trockenphasen verstärken das Risiko von Waldbränden. Unter dem Eindruck des Jahrhundertsommers 2003 wurde bereits in der Vergangenheit auf die Bedeutung zunehmender Hitze- und Trockenperioden für die Waldbrandgefahr hingewiesen (Schunk et al. 2009). Diese Entwicklung hat sich in weiteren Jahren mit markanten Hitze- und Trockensommern (2015, 2018, 2019 sowie teilweise in Nordbayern auch 2020) fortgesetzt. Folglich ist in den letzten Jahrzehnten die Zahl der Tage mit hohem bis sehr hohem Waldbrandrisiko gemäß DWD-Waldbrandindex gestiegen. Im Zeitraum von 1961 bis 1990 beliefen sich diese Tage deutschlandweit im Mittel auf rund 27 im Jahr, im Folgezeitraum von 1991 bis 2010 auf rund 33 Tage und im Zeitraum von 1991 bis 2020 auf rund 38 Tage im Jahr (Fuchs 2021). Der Klimaatlas des Deutschen Wetterdienstes (DWD 2021) stellt das klimatische Waldbrandrisiko in den Monaten der Hauptwaldbrandsaison für das aktuelle Klima sowie für künftige Klimaszenarien dar. Eine entsprechende Darstellung für Bayern zeigt, dass besonders in den Sommermonaten ein deutlicher Anstieg des klimatischen Waldbrandrisikos aufgrund der Häufigkeit von Tagen mit hoher Waldbrandgefahr zu erwarten ist (Abbildung 6).



5 Mittelfranken verzeichnet die meisten Waldbrände, die größten Brandflächen entstehen hingegen aufgrund der teils schwierigen Waldbrandbekämpfung im Alpenraum

Fazit

Aus den verfügbaren Statistiken geht hervor, dass Waldbrand in Bayern derzeit eine untergeordnete Rolle spielt und kein allgemein zunehmender Trend vorliegt. Dies ist jedoch nicht als Entwarnung zu verstehen, da extreme Wetterlagen mit Trocken- und Hitzewellen wie 2018, 2019 und 2020 in der Zukunft voraussichtlich zunehmen werden. Die »Hitzeglocke«, die 2021 im Nordwesten der USA und im Westen Kanadas zu Waldbränden führte, hat diese Entwicklung auf der Nordhalbkugel eindrucksvoll belegt. Das klimatische Waldbrandrisiko ist in der jüngeren Vergangenheit angestiegen und wird nach den vorliegenden Klimaszenarien künftig weiter zunehmen. Die klimawandelbedingte Verlängerung der Vegetationszeit erhöht die Waldbrandgefahr, da gleichzeitig eine vermehrte Frühjahrstrockenheit mit dem Maximum des saisonalen Waldbrandgeschehens einhergeht. Derzeit liegt das scheinbare Paradox vor, dass die Waldbrandgefahr durch die Klimaänderung zwar zunimmt, dies aber bislang nicht zu mehr Waldbränden bzw. größeren Brandflächen führte. Denn neben der klimatischen Waldbrandgefahr spielen bei den Waldbränden weitere Faktoren eine entscheidende Rolle. Dies zeigt ein Blick in die Vergangenheit, in der die Zahl der Waldbrände sowie die Waldbrandfläche deutlich höher waren als heute. Die Wälder hatten noch eine andere Struktur und Zusammensetzung und wurden anders bewirtschaftet. Der Waldumbau hin zu laubwaldreicheren Mischbeständen entfaltet hier schon seit Jahren seine positive Wirkung. Darüber hinaus erfolgt im dicht besiedelten Mitteleuropa – im Gegensatz zu den weniger dicht besiedelten und infrastrukturell schwach bis kaum erschlossenen Gebieten wie in der russischen Taiga oder in Nordamerika – in der Regel eine schnelle Alarmierung. Seit Ende der 1990er-Jahre führt ein Großteil der Bevölkerung ein Mobiltelefon mit sich. Wie eine niedersächsische Statistik für die Jahre 2015-2019 aufzeigt (Böttcher 2021), liegt die Reaktionszeit zwischen Brandmeldung und -bekämpfung meist unter der kritischen Grenze von einer halben Stunde. In Zeiten mit hoher Waldbrandgefahr sorgt zudem die Luftbeobachtung in Bayern für eine schnelle Entdeckung von Waldbränden und eine schnelle Heranführung der örtlichen Feuerwehren. Nur in schwer zugänglichem Gelände dauert die Löschung der Waldbrände länger, so dass auch größere Brandflächen entstehen können. Dies ist in den Alpen besonders dann kritisch, wenn Schutzwaldflächen betroffen sind. Der Katastrophenschutz in Bayern ist für das Thema aufgrund der Entwicklung von Waldbränden in anderen Regionen der Welt sensibilisiert. Hierzu beigetragen haben unter anderem zwei Experten-Workshops zur künftigen Waldbrandgefahr in Bayern sowie zur Verbesserung bei der Bekämpfung, die 2021 von der Feuerwehrschule Regensburg und der Ostbayerischen Technischen Hochschule (OTH) Regensburg im Auftrag des bayerischen Innenministeriums durchführt wurden (Lorenz et al. 2021). Trotz seiner derzeit geringen Bedeutung darf das Thema Waldbrand nicht vernachlässigt werden, sinnvolle Präventions- und Bekämpfungsmaßnahmen müssen rechtzeitig umgesetzt werden.



6 Tage im Juli pro Jahr mit den beiden höchsten Warnstufen des kanadischen Waldbrandindexes in Bayern seit 1971; für die Zukunft wurde das DWD-Klimaszenarien-Referenz-Ensemble für RCP8.5 verwendet
Quelle: DWD 2021

Zusammenfassung

In Bayern spielt Waldbrand bei den abiotischen Waldschäden derzeit mit durchschnittlich 77 Waldbränden und einer mittleren Brandfläche von 57 ha im Jahr (0,02 ‰ der Waldfläche) eine untergeordnete Rolle. Ein regionaler Schwerpunkt liegt in den kiefernreichen Waldbeständen Mittelfrankens und der Oberpfalz, größere Brandflächen entstehen im schwierigen alpinen Gelände. Im Vergleich zu früheren Zeiten ist die Waldbrandhäufigkeit gesunken, obwohl das klimatische Waldbrandrisiko in den letzten Jahrzehnten durch den Klimawandel gestiegen ist. Andere Faktoren, wie eine schnelle Alarmierung und Bekämpfung, ein hoher Erschließungsgrad im Wald, der Waldumbau hin zu laubwaldreicheren Mischwäldern mit anderer Bodenvegetation sowie geändertes gesellschaftliches Verhalten sorgen bisher für niedrige Waldbrandzahlen. Es besteht jedoch kein Anlass zur Entwarnung, da die prognostizierte klimatische Entwicklung in die andere Richtung weist. Das Thema bedarf deshalb weiterhin unserer besonderen Aufmerksamkeit.

Literatur

Das Literaturverzeichnis finden Sie am Ende des Online-Artikels unter *www.lwf.bayern.de*

Autoren

Dr. Lothar Zimmermann bearbeitet in der Abteilung »Boden und Klima« der Bayerischen Landesanstalt für Wald und Forstwirtschaft (LWF) den Bereich Forstmeteorologie und -hydrologie.
Korbinian Holzapfel bearbeitet im Referat F3 StMELF den Bereich Waldschutz, der auch das Thema Waldbrand umfasst.
Kontakt: *Lothar.Zimmermann@lwf.bayern.de*