

Die Zukunft der Kiefer in Franken

Eine Zeitreise in den Klimawandel

Tobias Mette und Christian Kölling

»Massenhaftes Kiefernsterben im Nürnberger Reichswald«. »Kiefernsterben Hartheimer Rheinwald«. »Kiefern sterben massiv ab: Kahlschlag in Wäldern in und um Dessau«. Das ist zwar nur eine kleine Auswahl zahlreicher Schlagzeilen 2019, doch diese sind eindeutig: Der Waldkiefer in Deutschland geht es schlecht. Aber für viele Menschen war und ist die Kiefer ein Beispiel für Robustheit, Zähigkeit und Genügsamkeit. Und so ist mancher überrascht über die Verletzlichkeit dieser wirtschaftlich so bedeutenden Baumart.

Ganz so unerwartet kommt der Zusammenbruch vieler Kiefernbestände nach den Hitze- und Dürre Jahren aber dann doch nicht. Als vor 13 Jahren mit der Waldkiefer eine der kulturell wie wirtschaftlich bedeutendsten Baumarten Deutschlands zum Baum des Jahres gekürt wurde, hieß es in einem hierzu veröffentlichten Heft der LWF (Walentowski et al. 2007): »Die Kiefer ist ein Baum der kalt-trockenen Klimate und stellt nur geringe Ansprüche an die Wasserspeicherfähigkeit der Böden. Daraus kann man jedoch auf keinen Fall auf eine geringere Anfälligkeit der gegenüber den wärmeren und trockeneren Klimaten, wie sie uns der Klimawandel bescheren wird, schließen. Vielmehr zählt die Waldkiefer gemeinsam mit Europäischer Lärche und Fichte zu den künftig anfälligen Baumarten Bayerns und Deutschlands.«

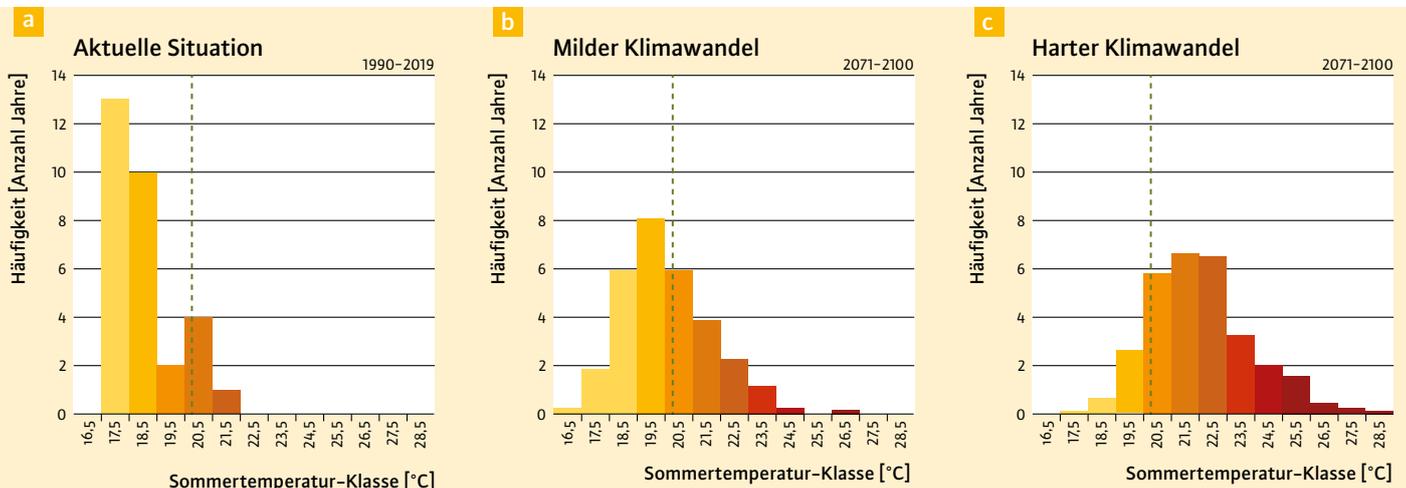
Die Kiefer erholt sich nach heiß-trockenen Sommern nicht mehr

Heute klingt dieses Zitat schon fast wie eine Prophezeiung über den nun offensichtlichen Niedergang der Waldkiefer in Franken und anderen Regionen. Dabei fußt diese Aussage rein auf nüchternen Beobachtungen, unter welchen klimatischen Bedingungen die Kiefern-Vorkommen in Europa an ihre Grenzen stoßen. Damals war schon bekannt, dass die Waldkiefer im Schweizer Wallis – am warm-trockenen Rand ihrer Verbreitung – in heißen und trocknen Sommern Vitalität einbüßte und abstarb (Rigling et al. 2013). Weniger Aufmerksamkeit erregten die Ausfälle der Kiefer in Mittelfranken und in der Oberpfalz 2006/2007 (Blaschke & Cech 2007). Erst 2016 gab es in Mittelfranken wieder Anlass zur Sorge: Die bisher so stabile Kiefer erholte sich nicht vom Trockensommer 2015 und fiel in einzelnen Beständen zu 50% und mehr aus. Damals konnte man bereits lokal die Schadbilder sehen, die heute gan-



ze Landstriche prägen (Abbildung 1). Ein eigens ins Leben gerufenes Projekt zum Kiefern-Monitoring kam zu dem Ergebnis, dass die Trockenheit des Jahres 2015 die Kiefern schwächte, wodurch sich der pilzliche Schaderreger *Sphaeropsis sapinea* (syn. *Diplodia pinea*), Auslöser des Kiefern-Triebsterbens, massiv vermehren konnte und zum Absterben der Bäume führte (Klemmt et al. 2018). Zur aktuellen Schadenslage der Waldkiefer nach den warm-trockenen Sommern 2018 und 2019 siehe Wauer & Klemmt, S. 26, in diesem Heft.

2 Häufigkeitsverteilung der Sommer-temperaturen; die vertikale Linie zeigt die Sommertemperatur 2018/2019 an
Quelle: DWD, EUROCORDEX



1 Vitale Traubeneichen schließen die Lücken unter absterbenden Altkiefern.

Foto: C. Kölling, AELF Roth



Sommer wie 2018 und 2019 sind zukünftig keine Ausnahme

Abbildung 2a zeigt, dass die Sommer 2018 und 2019 kein Zufall waren. Seit den 1980er Jahren hat sich die Sommer-temperatur in Nürnberg um 0,47 °C pro Jahrzehnt erhöht, geringfügig stärker als die Jahresmitteltemperatur. Die Sommer-niederschläge nahmen im gleichen Zeit-raum um 5% ab, etwas weniger als der Jahresniederschlag. Dieser regionale Kli-mawandel ist ein Spiegelbild der globalen Klimaänderung.

Neben den rezenten Klimabedingungen zeigen Abbildungen 2b/c auch zwei Mo-dellprognosen für die zukünftigen Klima-bedingungen in Nürnberg im Zeitraum 2071–2100. Die Prognosen beruhen auf einer Mittelung von zehn verschiedenen Klimamodellen europäischer Klimafor-schungszentren. Hinter den RCPs 4.5 bzw. 8.5 stehen Annahmen über die zukünftigen Treibhausgas-Emissionen. Beim mildereren RCP 4.5 werden zukünftig vier von zehn Sommern ähnlich heiß oder heißer als 2018/2019; beim härteren RCP 8.5 werden sogar acht von zehn Sommern heißer als 2018/2019. Wenn die Weltge-meinschaft trotz internationaler Verein-barungen weiterhin dem Emissionsszena-rio des RCP 8.5 folgt, heißt das im Klar-text: Sommer wie 2018 und 2019 sind zukünftig keine Ausnahme, sondern zäh-len eher zu den milderen Sommern.

Waldumbau – aber womit?

Waldumbau ist ein Schlagwort, das die Forstwissenschaft in den letzten 30 Jah-ren geprägt hat: weg von gleichaltrigen Nadelholz-Monokulturen, hin zu struk-turreichen Mischwäldern. Im Nürnber-ger Reichswald, wo jahrhundertlang die Kiefer den Energie- und Holzbedarf der Frankenmetropole sicherstellte, wur-de schon ab 1980 großflächig Eiche und Buche eingebracht (Brosinger & Baier 2007). Die eingebrachten Baumarten trugen zur Verbesserung der ehemals streu- genutzten Böden und zu einer Erhöhung der Artenvielfalt bei. Gleichzeitig wurden mit Eiche und Buche wärmetolerantere mitteleuropäische Baumarten der eher boreal beheimateten Waldkiefer beige-mischt – auch wenn dies damals nicht der primäre Gedanke war.

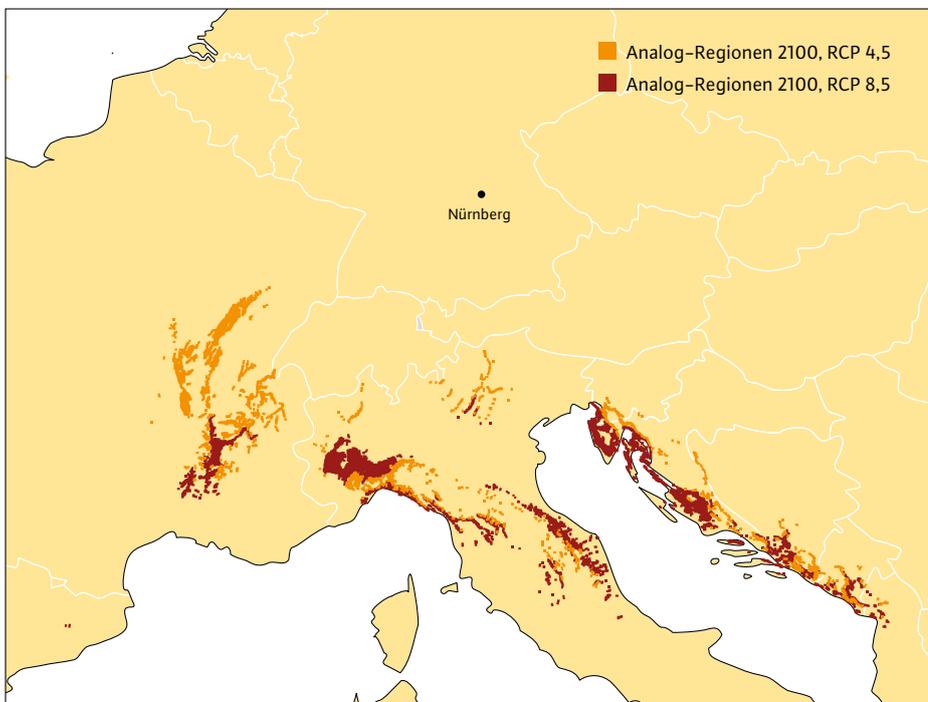
Heute hingegen lautet beim Waldumbau die prioritäre Frage, ob eine Baumart auch im zukünftigen Klima Bestand ha-ben wird. Gerade auf den heute schon warm-trockenen Standorten der Fränki-schen Platte oder am Untermain reicht der Blick auf die heimischen Baumar-ten allein nicht aus. Mit Schwarzkiefer, Atlaszeder, Edelkastanie, Zerreiche und Robinie werden einige alternative Baum-arten aus wärmeren Klimaten bereits heute diskutiert. Allerdings fehlt es an lokaler Erfahrung über Standortsansprü- che, Gefährdung, Bestandesbegründung und -erziehung und die spätere Holzver-wendung.

Wo das Klima von morgen schon heute herrscht

Um zu lernen, wie mit diesen und ande-ren Baumarten gewirtschaftet wird und wie sie sich in einem wärmeren Klima präsentieren, bietet es sich an, Regio-nen anzuschauen, in denen heute schon das Klima herrscht, das wir in Zukunft noch erwarten. Auf der Suche nach die-sen *Analog*-Regionen stützen wir uns auf drei Klimaparameter, von denen wir aus-gehen, dass sie ausschlaggebend für das Wachstum von Bäumen sind:

- Temperatur im Sommer (Jun–Aug)
- Temperatur im Winter (Dez–Feb)
- Niederschläge im Sommer (Jun–Aug)

Wir verwenden wiederum das milde RCP 4.5 bzw. das harte RCP 8.5 Szenario aus einem Ensemble von zehn Klimamodel-len. Für die Stadt Nürnberg gehen wir bis 2100 von einem sommerlichen Tem-peratur-Anstieg von 2,0 bzw. 4,3 °C und einem Niederschlagsrückgang um 4 bzw. 12% aus (verglichen mit 2000). Abbil-dung 3 zeigt eine Europakarte mit Regio-nen, in denen dieses Klima schon »heute« herrscht (wobei »heute« sich auf den Mit-telungszeitraum 1989–2010 bezieht). Ins Auge fallen vor allem die Gebiete an der französischen Rhone: die Analog-Regio-nen für das mildere RCP 4.5 liegen nörd-licher zwischen Dijon und Lyon, jene für das härtere RCP 8.5 liegen südlicher bei Nîmes und Avignon.



3 Klimatische Analog-regionen für Nürnberg im Jahr 2100: für das milde Klimawandel-Szenario RCP 4.5 und das harte Szenario RCP 8.5.

Welche Arten in diesen Analogregionen vorkommen, können wir schon heute ermitteln. Die Waldinventuren der entsprechenden Länder liegen vor (Mauri et al. 2017). Abbildung 4 stellt die Ergebnisse der Inventuren in Form einer Balkengrafik dar. Sie zeigt eine Auswahl von 22 der häufigsten Arten. Die Balkendicke skaliert die Vorkommenshäufigkeit einer Art unter drei Klimabedingungen: heute (2000, links) - bei mildem Klimawandel (RCP 4.5 2100, mittig) - bei hartem Klimawandel (RCP 8.5 2100, rechts). Die maximale Balkendicke liegt dort, wo die Art ihre maximale Häufigkeit erreicht. Sie ist deshalb für seltene und häufige Arten gleich. Allerdings sind die drei häufigsten Arten bei gegebener Klimabedingung mit einem Sternchen (*) versehen. Jene Arten setzen sich aktuell aus dem klassischen Dreiklang Kiefer, Buche und (Trauben-) Eiche zusammen, während in den Analogregionen für das Jahr 2100 unter RCP 4.5 Stieleiche, Hainbuche und Esche dominieren und unter RCP 8.5 Robinie, Manna-Esche und Flaumeiche.

Die in Abbildung 4 dargestellten Baumarten lassen sich grob in drei Gruppen einteilen:

Gruppe 1: Baumarten, die unter allen Klimabedingungen eine relativ ausgeglichene Häufigkeit aufweisen: Schwarzkiefer, Feldahorn, Esche, Vogelkirsche und bis zu einem gewissen Grad auch Traubeneiche, Stieleiche und Hainbuche.

Gruppe 2: Baumarten, die bei mildem Klimawandel (Lärche, Fichte, Tanne, Kiefer, Vogelbeere, Birke) oder bei härterem Klimawandel (Douglasie, Bergahorn, Buche) stark zurückgehen, teilweise bis auf Null.

Gruppe 3: Baumarten, die im gegenwärtigen Klima selten sind oder fehlen und die umso stärker ins Spiel kommen je stärker der Klimawandel fortschreitet: Edelkastanie, Zerreiche, Hopfenbuche, Robinie, Manna-Esche und Flaumeiche.

Klima-Analogien für die Baumartenwahl

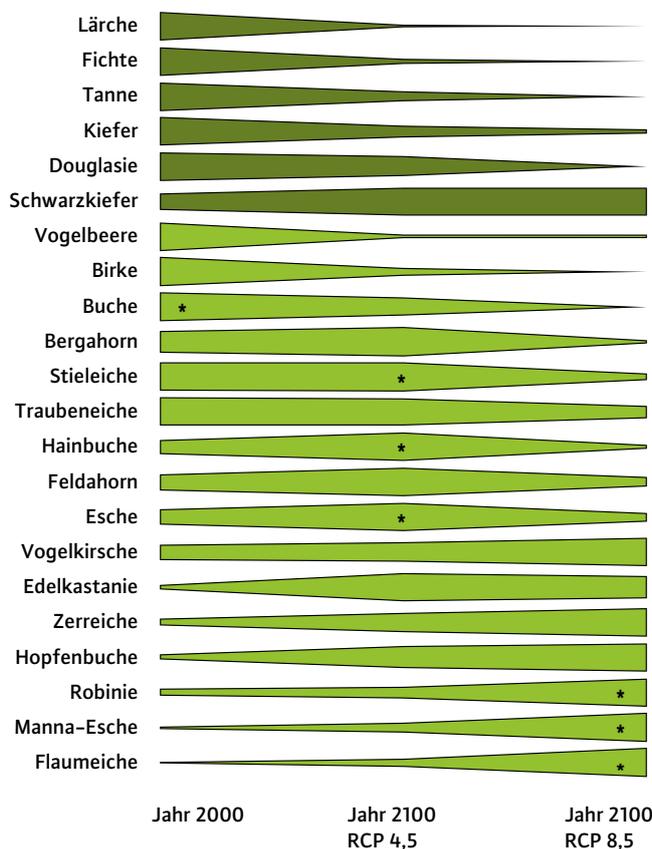
Im Folgenden möchten wir zeigen, wie diese Gruppierung der Baumarten hilft, einer der wesentlichen Unsicherheiten in der Klimawandelanpassung unserer Wälder zu begegnen: Wie kann ich heute eine sinnvolle Baumartenwahl treffen, wenn nicht einmal die Wissenschaft weiß, was der Klimawandel morgen bringt? Nun, es kommt auf die richtige Mischung aus den drei Gruppen an. Am geringsten ist das Risiko eines

Fehlgriffs in der Gruppe 1. Diese Baumarten sind weitgehend unempfindlich gegenüber dem Klimawandel. Was auch kommen mag, sowohl in der Gegenwart als auch in der Zukunft wird man bei diesen Baumarten das geringste Risiko erwarten. Anders liegen die Verhältnisse bei den Gruppen 2 und 3. Bei Gruppe 2 nimmt das Anbaurisiko im Laufe der Zeit sehr stark zu. Bei Baumarten, die schon unter RCP 4.5 gegen Null tendieren, wird ein geregelter Abschied unumgänglich, wenn man sie nicht durch katastrophale Ereignisse zwangsläufig und unkontrolliert verlieren will. Bei Baumarten, die erst im RCP 8.5 stark zurückgehen, ist das Risiko derzeit geringer und das Fenster des Waldumbaus steht länger offen. Umgekehrt ist es bei der Gruppe 3: Diese Baumarten erreichen ihr Potenzial erst in der Zukunft. Allerdings kann das gegenwärtige Risiko beim Anbau noch hoch sein, weil diese Baumarten empfindlich gegenüber Spät- und Winterfrost sind. Hier kommt es darauf an, den richtigen Zeitpunkt für den Umstieg auf diese zukunftsfähigen, aber gegenwartsrisikanten Baumartenalternativen zu finden. Von allen Arten ist die Waldkiefer einer der am schwierigsten einzuordnenden. Offensichtlich nimmt sie zwar ab in wärmeren Klimaten (Gruppe 2), allerdings ist sie auch dort immer noch vergleichsweise häufig anzutreffen. Als genetisch sehr diverse Baumart handelt es sich vermutlich um Herkunft, die an das submediterrane Klima angepasst sind. Welche waldbauliche Rolle sie in diesen Regionen spielen, muss jedoch noch recherchiert werden.

Klima-Analogien in der Praxis

Der Ansatz der Analog-Klimate bzw. Analog-Regionen besticht durch seine Transparenz und Nachvollziehbarkeit. Statt komplexer Modelle werden nur einfache Annahmen über die Klima-Ansprüche von Baumarten getroffen. Anstelle statistischer Wahrscheinlichkeiten, die das Artvorkommen beziffern, wird das Vorkommen oder Fehlen einer Art in den Inventuren der Analogregionen direkt ausgezählt. Durch diese leichte Verständlichkeit eignen sich Klima-Analogien gerade sehr gut für die Kommunikation in der Praxis. Und wenn es nicht nur beim Diskutieren bleiben soll, kann man die Wälder in den Analogregionen auch besuchen und die Zukunft des Waldes gleich-

4 Vorkommenshäufigkeit von Baumarten unter heutigen und zukünftigen Klimabedingungen am Standort Nürnberg (von links nach rechts): heute (2000) - bei mildem Klimawandel (RCP 4.5 2100) - bei hartem Klimawandel (RCP 8.5 2100). Maximale Balkendicke an der individuellen Häufigkeit jeder Art skaliert. Drei häufigste Arten unter jeder Klimabedingung mit einem Sternchen (*) markiert.





5 Die Schwarzkiefer ist eine der in der Gruppe 1 genannten Baumarten, denen bei einem milderen wie auch bei einem härteren Klimawandel gute Wachstumschancen bescheinigt werden.

Foto: K.-P. Janitz, AELF Würzburg

sam anfassen und vor Ort erfahren. Dies ist nicht nur für die Waldbesitzer von Bedeutung, sondern auch für die Baumschulen, die so ihr Angebot einer geänderten Nachfrage anpassen können. Wo nur wenig Pflanzmaterial vorhanden ist, bieten pflanzensparende »Nelder-Räder« kleinflächig effektive Lösungen (Kölling et al. 2020) beim Anbau der neuen, alternativen Baumarten.

Zusammenfassung

Die warm-trockenen Sommer 2015, 2018 und 2019 haben die Waldkiefer in Franken stark geschwächt. Begünstigt durch diese Schwächung vermehrt sich der lange Zeit latent überdauernde Schadpilz *Spaeropsis sapinea*, Erreger des Kiefertriebsterbens, massiv und führt zum Absterben des Baums innerhalb von ein oder zwei Vegetationsperioden. Auf der Suche nach Alternativen zur Kiefer wird der Ansatz der Klima-Analogien vorgestellt. Ausgehend von möglichen Klima-Zukunftsszenarien eines Standorts werden Regionen gesucht, in denen das zukünftige Klima Frankens schon heute herrscht. Die Baumartenzusammensetzung in diesen Analogregionen gibt Aufschluss darüber, welche der hiesigen Baumarten auch in Zukunft noch Bestand haben, welche Baumarten in einem wärmeren Klima mittelfristig zurückgehen oder ganz ausfallen und welche Baumarten erst in Zukunft eine bedeutendere Rolle spielen könnten. Für die fränkischen Kiefernwälder kommt es nun darauf an, sie mit wärmetoleranten Alternativen anzureichern. Bei der Auswahl können wir uns auf das Kriterium der Klimaähnlichkeit stützen, sollten aber auch andere mögliche Restriktionen (Böden, Schädlinge, Herkünfte etc.) beachten. Die Analogregionen bieten die Möglichkeit, gezielt den Kontakt zu Forstleuten vor Ort zu suchen und an ihren Erfahrungsschatz anzuknüpfen.



6 Edelkastanien-Anbauversuch bei Freising (Obb.): Mit zunehmender Klimaerwärmung rücken Baumarten aus der Gruppe 3 in den Fokus der Waldbauern. Die Edelkastanie ist heute am stärksten in Frankreich, Italien und Spanien verbreitet. Foto: T. Hase, StMELF

Im vom Waldklimafonds geförderten Projekt »Analog« wird das Motto »Wald-zukunft zum Anfassen« seit einem Jahr direkt in der Kommunikation mit den Waldbesitzern der Region Nürnberg umgesetzt. Es stößt bisher auf sehr gute Resonanz und wird auf zahlreichen Vorträgen interessiert nachgefragt.

Literatur

- Blaschke, M.; Cech, L.T. (2007): Absterbende Weißkiefen – eine langfristige Folge des Trockenjahres 2003? Forstschutz Aktuell Nr. 40, S. 32–34
- Brosinger, F.; Baier, R. (2007): Die Kiefer in Bayern. LWF Wissen 57, S. 18–25
- Klemmt, H.-J.; Taeger, S.; Lemme, H.; Buras, A.; Straub, C.; Menzel, A. (2018): Absterbeerscheinungen der Kiefer in Mittelfranken. AFZ-DerWald 11/2018, S. 20–23
- Kölling, C.; Rothkegel, W.; Ruppert, O. (2020): Das Nelderrad als sparsames und wirksames Pflanzschema. AFZ-DerWald 5/2020, S. 42–46
- Mauri, A.; Strona, G.; San-Miguel-Ayanz, J. (2017): EU-Forest, a high-resolution tree occurrence dataset for Europe. Scientific data, 4(1), S. 1–8
- Rigling, A.; Bigler, C.; Eilmann, B.; Feldmeyer-Christe, E.; Gimmi, U.; Ginzler, C.; Graf, P.; Mayer, P.; Vacchiano, G.; Weber, P.; Wohlgemuth, T.; Zweifel, M.; Dobbertin, M. (2013): Driving factors of a vegetation shift from Scots pine to pubescent oak in dry Alpine forests. Global Change Biology, 19(1), S. 229–240
- Walentowski, H.; Kölling, C.; Ewald, J. (2007): Die Waldkiefer – bereit für den Klimawandel? LWF Wissen 57, S. 37–46

Autoren

Dr. Tobias Mette bearbeitet in der Abteilung »Böden und Klima« der Bayerischen Landesanstalt für Wald und Forstwirtschaft (LWF) das vom Waldklimafonds finanzierte Projekt »Analog – Waldzukunft zum Anfassen«.

Kontakt: tobias.mette@lwf.bayern.de

Dr. Christian Kölling leitet den Bereich Forsten am AELF Roth, das dieses Projekt koordiniert.

Kontakt: christian.koelling@aelf-rh.bayern.de

Projekte

Die Arbeiten zu den Kieferschäden wurden im Rahmen des Projekts »Monitoring Kieferschäden« (ST 327) gefördert vom Bayerischen Staatsministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten. Die Studien zu den Klima-Analogien werden im Rahmen des Waldklimafonds-Projekts »Analog« vom Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft und dem Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und nukleare Sicherheit aufgrund eines Beschlusses des Deutschen Bundestages gefördert.