



WALDZUSTANDS- BERICHT 2023



Impressum

Herausgeber

Ministerium für Klimaschutz, Umwelt, Energie und Mobilität

Kaiser-Friedrich-Straße 1

55116 Mainz

Telefon: 06131 16-0

www.mkuem.rlp.de

www.wald.rlp.de

Mainz, November 2023

Durchführung, Auswertung und Gestaltung

Zentralstelle der Forstverwaltung

Forschungsanstalt für Waldökologie und Forstwirtschaft Rheinland-Pfalz

Hauptstraße 16

67705 Trippstadt

Telefon: 06131-884-268-0, Fax: 06131-884-268-300

zdf.fawf@wald-rlp.de

www.fawf.wald.rlp.de

nur als Download

<https://fawf.wald.rlp.de/de/veroeffentlichungen/waldzustandsbericht/>

Titelbild:

Wald bei Welschneudorf im südlichen Westerwald, Altbuchen mit Naturverjüngung übergehend in nach Borkenkäferbefall abgestorbene Fichten (Foto: Friedrich Engels)

WALDZUSTANDS- BERICHT 2023

Vorwort	4
Waldzustand 2023 im Überblick	6
Waldzustandserhebung (WZE)	8
Einflüsse auf den Waldzustand	30
■ Entwicklung der Luftschadstoffbelastung	31
■ Klimawandel und Witterungsverhältnisse	37
■ Waldschutz	41
Vielfalt unserer Eichenwälder – angepasst und anpassungsfähig	46
Wiederbewaldung auf Schadflächen in Rheinland-Pfalz	60
Anhänge	
■ Entwicklung der Waldschäden	67
■ Probestaumkollektiv 2023	73
■ Regionale Abweichung vom Monatsniederschlag in Prozent (Januar bis Dezember)	74
■ Abkommen und gesetzliche Regelungen zur Luftreinhaltung	77

VORWORT



Der Waldzustandsbericht 2023 ist ein weiteres Mahnmal der Folgen des Klimawandels. Von einer „Entspannung“ der Situation in den rheinland-pfälzischen Wäldern kann keine Rede sein. Ausbleibende Niederschläge in der forstlichen Vegetationszeit verbunden mit hohen Temperaturen und der chronischen Belastung durch Luftschadstoffe setzen den Wald weiter unter Stress, daran ändert auch ein relativ nasser Sommer nichts.

Die Wälder leiden weiterhin massiv unter der Dürre vergangener Jahre. Das Schadniveau ist gegenüber dem Vorjahr noch einmal angestiegen. Der Anteil deutlich geschädigter Waldbäume ist um vier Prozentpunkte höher als im Vorjahr. Der Anteil starker Kronenschäden, abgestorbener Probestämme und infolge biotischer Schäden vorzeitig entnommener Probestämme ist nach wie vor überdurchschnittlich hoch.

Mit bereits heute circa 1,7 Grad Erwärmung ist Rheinland-Pfalz im bundesweiten Vergleich besonders stark vom Klimawandel betroffen – Menschen und Natur spüren dessen Auswirkungen somit bereits heute deutlich. Startete das Jahr 2023 nach einem milden Winter mit einem sehr niederschlagsreichen und durchschnittlich warmen Frühling, folgte gerade zum Beginn der Vegetationszeit während des Austriebs der Bäume von Mitte Mai bis Mitte Juli eine sehr trockene und warme Periode, die den Waldbäumen nach dem trockenen und warmen Vorjahr



©MKUEM/Christof Mattes

erneut Stress verursachte. Nach ersten lokalen Niederschlägen ab Mitte Juli konnten sich die Bodenwasservorräte durch gleichmäßigere Regenfälle ab Ende Juli im Laufe des Augusts wieder regenerieren.

Auch in diesem Jahr zeigt sich, dass gerade unsere wichtigste Baumart Buche weiterhin massiv unter Hitze und Dürre leidet. Gegenüber dem Vorjahr ist der Anteil deutlich geschädigter Buchen um sieben Prozentpunkte höher, der Anteil derjenigen ohne sichtbare Schadmerkmale um drei Prozentpunkte zurückgegangen. Die Bilder absterbender Buchen zeigen sich inzwischen in immer mehr Wäldern von Rheinland-Pfalz.

Die mehr als drei Jahrzehnte zurückreichenden Messreihen des Forstlichen Umweltmonitorings belegen die Erfolge der Luftreinhaltemaßnahmen, zeigen aber auch noch bestehende Defizite auf. Der Eintrag an Schwefel und Schwermetallen ist deutlich zurückgegangen. Die Stickstoffeinträge sind demgegenüber nur wenig reduziert und übersteigen die Schwellenwerte der Ökosystemverträglichkeit. Zudem liegt die Säurebelastung – ohne gezielte Gegenmaßnahmen, wie vor allem die Bodenschutzkalkung – noch über dem Pufferpotenzial vieler Waldstandorte. Auch Ozon wirkt sich nach wie vor waldschädigend aus.

Der Baumart Eiche ist im Waldzustandsbericht 2023 ein eigenes Kapitel gewidmet. Darin werden die Strategien und Anpassungsmöglichkeiten der

Eiche an den Klimawandel näher beleuchtet. Da gerade die Eiche als heimische Laubbaumart als Hoffnungsträger bei der Anpassung unserer Wälder an den Klimawandel gilt, können hierdurch wichtige Erkenntnisse gewonnen werden. Dabei zeigt sich: Entscheidend ist immer der spezielle Standort, um daraus dann die richtigen Rückschlüsse ziehen zu können.

Der Bericht bestärkt darin, sich weiterhin für einen engagierten Klimaschutz in Rheinland-Pfalz einzusetzen – auch insbesondere vor dem Hintergrund des notwendigen Ausbaus von Erneuerbaren Energien.

Zur Erarbeitung des Waldzustandsberichtes 2023 haben zahlreiche Fachleute mit umfangreichen Aufnahmen und Auswertungen in gründlicher und sorgfältiger Arbeit zusammengewirkt. Bei diesen Mitarbeiterinnen und Mitarbeitern von Landesforsten Rheinland-Pfalz, insbesondere aber der Forschungsanstalt für Waldökologie und Forstwirtschaft in Trippstadt, bedanke ich mich ganz herzlich.

Katrin Eder
Ministerin für Klimaschutz, Umwelt, Energie
und Mobilität des Landes Rheinland-Pfalz

WALDZUSTAND 2023 EIN ÜBERBLICK



Die Ergebnisse der Waldzustandserhebung zeigen für den rheinland-pfälzischen Wald 2023 im Vergleich zum Vorjahr ein weiter angestiegenes Schadniveau. Der Anteil deutlich geschädigter Waldbäume ist um 4 Prozentpunkte höher als im Vorjahr, der Anteil an Probebäumen ohne sichtbare Schadmerkmale ist um 4 Prozentpunkt zurückgegangen und die mittlere Kronenverlichtung um 2,1 Prozentpunkte angestiegen. Der Anteil starker Kronenschäden, abgestorbener Probebäume und infolge biotischer Schäden vorzeitig entnommener Probebäume ist nach wie vor überdurchschnittlich hoch. Die Absterberate, der Anteil an Probebäumen, die im Jahr der Erhebung tot (100 % Nadel-/Blattverlust) angetroffen wurden, nachdem sie im Vorjahr noch gelebt hatten, liegt bei Fichte, Kiefer und Eiche über dem langjährigen Durchschnitt.

In den letzten sechs Jahren war lediglich im Jahr 2021 der Witterungsverlauf in der Vegetationszeit relativ günstig für den Wald mit gleichmäßig verteilten Niederschlägen über das Jahr und ohne ausgeprägte Trockenphasen in der Vegetationsperiode. Alle anderen Jahre waren zu warm und zu trocken mit ausgeprägten Trockenstressphasen während der Vegetationsperiode. Unsere Wälder leiden dauerhaft unter Dürrejahre infolge des Klimawandels.

Auch wurde in den letzten Jahren keine durchgreifende Verbesserung bei den Luftschadstoffen erreicht. Die Säure- und Schadstoffbelastung übersteigt trotz der Reduktionserfolge bei Schwefeldioxid und Schwermetallen weiterhin das Pufferpotential vieler Waldstandorte. Die Stickstoffeinträge liegen weiter über dem Schwellenwert der Ökosystemverträglichkeit. Die Verträglichkeitsgrenzen von Ozon für Waldbäume werden an allen Messstandorten überschritten. All diese Belastungen durch Luftschadstoffe wirken nicht nur für sich waldschädigend, sondern verstärken noch den Trockenstress.

Bei der Fichte schreitet die Borkenkäferkalamität fort. Die hohe Ausgangspopulation im Frühjahr und Vorschädigungen aus dem Vorjahr führten zu weiterhin hohen Mengen an Kalamitätsholz.

Die warme, trockene Witterung des Frühsommers bot günstige Bedingungen für das Schwärmen der Borkenkäfer. Der kühl feuchtere Witterungsverlauf ab Mitte Juli behinderte allerdings die Anlage und Entwicklung einer dritten Käfergeneration. Auch bei den anderen Baumarten machen sich Schäden durch Borkenkäfer zunehmend bemerkbar. Insbesondere der Eichenprachtkäfer bereitet große Sorgen.

Rheinland-Pfalz ist ein Land der Eichenwälder, sie sind ökologisch wie ökonomisch sehr bedeutend. Hochwertige Eichenholzsortimente sind europaweit gefragt. Eichenwälder sind Lebensraum seltener Arten und sogar Urwaldreliktarten können hier nachgewiesen werden. Unter den gegenwärtigen Klimabedingungen ist die Eiche ausnahmslos sehr gut geeignet. Auch unter einer erwarteten starken Klimaveränderung wird sie nur in den großen Flusstälern geringfügig an Wuchspotential verlieren, grundsätzlich aber weiter geeignet sein. Ein wesentlicher Aspekt ist hierbei die Toleranz gegenüber Trockenstress. In verschiedenen Untersuchungen wurden die Strategien und das Potential von Eichen aus verschiedenen Regionen und von verschiedenen Standorten im Umgang mit Trockenstress analysiert. Der Witterungsverlauf ist jedoch auch für die Interaktion zwischen den Eichen und ihren Antagonisten von Bedeutung. Die Fähigkeit der Eichen, Schädlinge und Krankheiten abzuwehren ist daher ein ebenso wichtiger und bei der Waldentwicklung zu berücksichtigender Aspekt.

Landesforsten Rheinland-Pfalz betreibt schon seit Jahrzehnten eine aktive Überführung instabiler Nadelbaumreinbestände durch deren Anreicherung mit heimischen Mischbaumarten. Diese gesteuerte Waldentwicklung ist eine langfristige Mammutaufgabe. Der enorme Umfang der in den letzten Jahren entstandenen Kalamitätsflächen verlangt nach einem rationellen Verfahren zur Wiederbewaldung. Mit finanzieller Förderung durch das Land und einem eigens entwickelten Unterstützungssystem wird den Gemeinden und Privatwaldbesitzern die Entscheidung zum Aufbau eines standortgerechten, zukunftsfähigen Mischwaldes erleichtert.

S. 6: Einzeln stehende Altbuche mit abgestorbenen und teilweise schon herausgebrochenen Ästen in der oberen Krone aber dichtem Laubaustrieb im Kroneninneren zur Regeneration;
Foto: Jörg Homann

WALDZUSTANDS- ERHEBUNG (WZE)



Die jährliche Waldzustandserhebung stützt sich auf den Kronenzustand als Indikator für die Vitalität der Waldbäume. Veränderungen des Kronenzustands sind eine Reaktion auf Belastungen durch natürliche und durch menschenverursachte Stresseinflüsse. Die Gewichtung der einzelnen Einflüsse im Schadkomplex variiert zwischen den einzelnen Baumarten und von Jahr zu Jahr.

Im Jahr 2023 hat sich der Kronenzustand über alle Baumarten verschlechtert, dies betrifft nahezu alle Baumarten gleichermaßen, der Anteil absterbender oder schon abgestorbener Bäume ist weiter sehr hoch.

Durchführung

Die Waldzustandserhebung erfolgt seit 1984 auf einem systematischen, landesweiten Stichprobenraster. Die Stichprobe umfasst insgesamt 167 Aufnahmepunkte. An 13 Aufnahmepunkten war im Vorjahr kein für die Erhebung geeigneter Waldbestand vorhanden. Aus den nachwachsenden Waldbeständen konnten auch keine neuen Probestämme ausgewählt werden um Aufnahmepunkte zu reaktivieren. Im Jahr 2023 wurde an zwei weiteren Aufnahmepunkten der Waldbestand infolge von Sanierungshieben zur Borkenkäferbekämpfung gefällt. Damit ist derzeit an 15 Aufnahmepunkten kein geeigneter Waldbestand vorhanden, um Probestämme auszuwählen. Die Waldzustandserhebung ruht an diesen Punkten bis die nächste Baumgeneration etabliert ist. Im Jahr 2023 wurden 3648 Stichprobenbäume an 152 Aufnahmepunkten begutachtet. Die Außenaufnahmen, einschließlich Abstimmungsübung und Kontrollaufnahmen erfolgten in der Zeit vom 17. Juli bis 04. August.

Ausführliche Informationen zum Verfahren und insbesondere zur Definition der Schadstufen finden Sie auf den Webseiten der Forschungsanstalt für Waldökologie und Forstwirtschaft:

<https://fawf.wald.rlp.de/de/forschung-und-monitoring-unsere-aufgaben/forstliches-umweltmonitoring/waldzustandserhebung/>

26 Aufnahmepunkte sind zugleich Teil des europäischen Level I-Monitoringnetzes zum Waldzustand. Die an diesen Punkten erhobenen Daten gehen in die bundesdeutsche und europäische Waldzustandserhebung ein. Weitere Informationen finden Sie im Internet unter

<https://www.thuenen.de/de/fachinstitute/waldoekosysteme/arbeitsbereiche-neu/bodenschutz-und-waldzustand/waldzustandserhebung>

Das Design und Verfahren der WZE ist so abgestimmt, dass die Stichprobe mit dem Anteil an Probestämmen bestimmter Eigenschaften dem repräsentativen Anteil an ideeller Waldfläche mit Bäumen der entsprechenden Eigenschaften entspricht. Es sind statistisch abgesicherte Aussagen zum Schadensstatus und zur Schadensentwicklung auf Landesebene für den Wald allgemein und die häufigsten Baumarten Fichte, Buche, Eiche und Kiefer möglich. Für die weniger häufigen Baumarten Douglasie, Lärche, Hainbuche und Esche erlaubt sie ebenfalls Aussagen, jedoch bei geringerer statistischer Sicherheit.

Die Außenarbeiten der dritten Bodenzustandserhebung (BZE III) werden fortgeführt. Sie wird an allen 167 Punkten der WZE durchgeführt und liefert Daten zu dem aktuellen Zustand der Waldböden. Da sie in Kontinuität der BZE I (1987 – 1992) und BZE II (2006 bis 2008) steht, liefert sie auch belastbare Daten zur Entwicklung der Waldbö-

den in den letzten 30 Jahren. Neben chemischen, physikalischen und morphologischen Parametern zum Waldboden selbst werden auch Daten zum Ernährungszustand der Bäume erhoben. Mit ebenfalls erhobenen Daten zur Bodenvegetation und Struktur der Waldbestände ergibt sich zusammen mit der jährlichen Waldzustandserhebung ein umfassendes Gesamtbild zum Zustand und der Entwicklung unserer Waldökosysteme.

Waldzustand allgemein

Der Anteil deutlich geschädigter Waldbäume ist gegenüber dem Vorjahr um 4 Prozentpunkte angestiegen, der Anteil an Probestämmen ohne sichtbare Schadmerkmale liegt um vier Prozentpunkt niedriger. Die mittlere Kronenverlichtung ist um 2,1 Prozentpunkte höher. Der Anteil starker Kronenschäden, abgestorbener Probestämme und infolge biotischer Schäden vorzeitig entnommener Probestämme ist weiter überdurchschnittlich hoch. Das Schadniveau über alle Waldflächen von Rheinland-Pfalz, über alle Baumarten und Altersstufen hinweg hält damit nicht nur das sehr hohe Niveau der Vorjahre, sondern überschreitet sogar den im Jahr 2020 erreichten Höchststand.

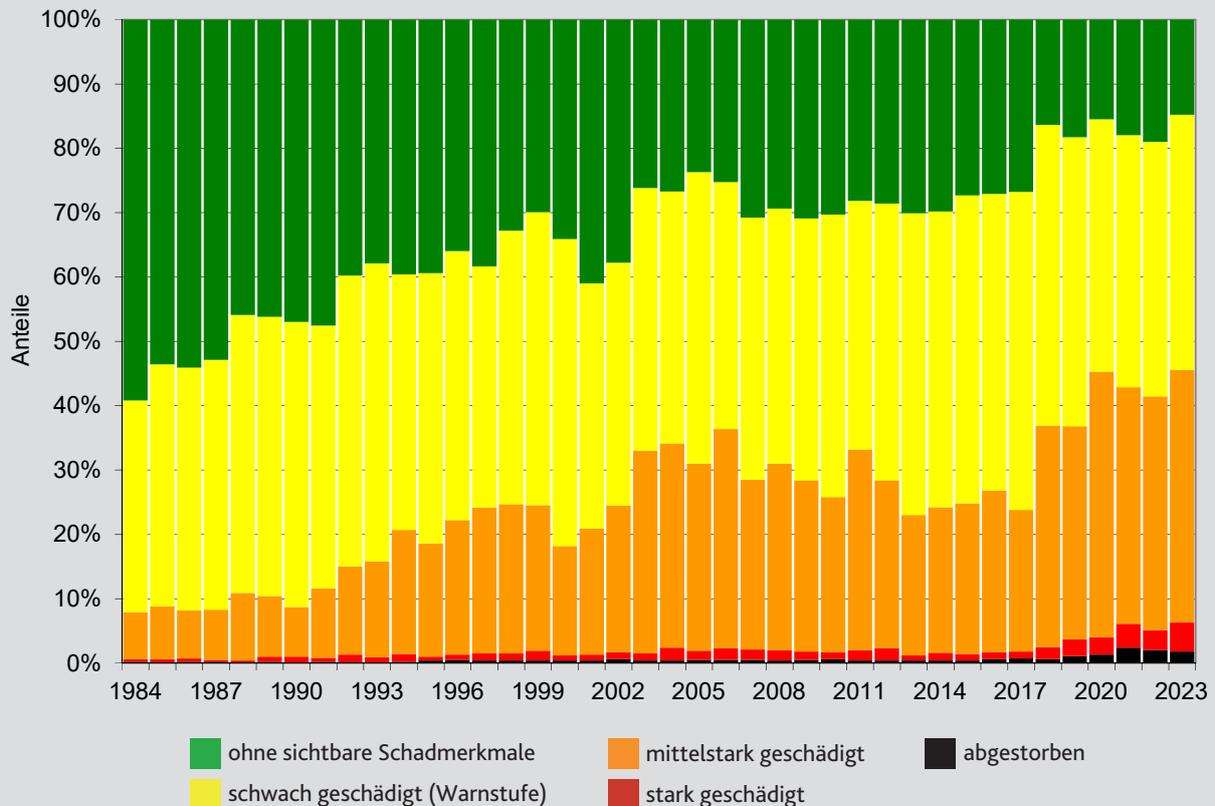
Die Winterniederschläge reichten zwar aus, um die Bodenwasservorräte oberflächennah aufzufüllen, die Grundwasserspende genügte aber nicht um die Defizite der letzten Jahre auszugleichen. Der Austrieb der Waldbäume im Frühjahr konnte jedoch relativ ungehindert erfolgen. Ab Mitte Mai setzte eine Trockenperiode ein, Niederschläge blieben vollständig aus. Die durchwurzelten Bodenhorizonte trockneten mit der Zeit tiefgründig aus, die Waldbäume waren gezwungen ihre Transpiration einzuschränken oder gänzlich einzustellen. Damit waren sie auch der Möglichkeit zur Assimilation wie auch zur Temperaturregelung ihrer Blattoorgane beraubt. Im Verlauf des Juni kam es zunächst auf flachgründigen, später auf allen Standorten zu Trockenstress mit Welkeerscheinungen, vorzeitigem Blattfall bzw. Nadel-schütten, Zweigabsprünge und auch Rückgang der Feinwurzeln.

Analysen der Daten und eine Darstellung des Ursache-Wirkungsgeschehens sind auf den Webseiten der Forschungsanstalt für Waldökologie und Forstwirtschaft zu finden:

<https://fawf.wald.rlp.de/de/forschung-und-monitoring-unsere-aufgaben/forstliches-umweltmonitoring/waldzustandserhebung/>

Erst ab Mitte Juli kam es zunächst lokal zu verstärktem Niederschlag, durch Gewitter verursachten Starkregenereignissen, aber auch Schäden durch Sturmböen oder Hagelschlag. Bis Ende Juli wurden dann durch regelmäßige Regenfälle die oberflächlichen Bodenwasservorräte wieder ergänzt. Die Waldbäume bekamen so die Möglichkeit, mit der zu diesem Zeitpunkt vorhandenen Feinwurzel- und Blatt- bzw. Nadelmasse, die Photosynthese wieder aufzunehmen und Reservestoffe zu bilden. Auf den besonders exponierten flachgründigen Standorten waren jedoch bereits irreversible Trocknisschäden aufgetreten, die zum Absterben der oberen Kronenteile oder sogar des gesamten Baumes führten. Besonders betroffen waren hiervon die auf Felsenrippen entlang der Flusstäler und des Donnersbergmassivs stockenden Wälder. In den vergangenen fünf Jahren wies nur das Jahr 2021 einen für den Wald vergleichsweise günstigen Witterungsverlauf auf, alle anderen waren durch Hitze- und Trockenperioden geprägt. Diese permanente Belastung führt die Waldökosysteme an ihre klimatische Grenze und erzwingt vielfältige Anpassungen.

Das forstliche Umweltmonitoring wurde daher in den letzten Jahren um Intensivuntersuchungsflächen ergänzt. Es wurden Kronendauerbeobachtungsflächen in klimasensiblen Gebieten des Oberrheingrabens und des Donnersbergs neu eingerichtet. Auf diesen Flächen können insbesondere die Reaktionen des Ökosystems und die Anpassungsfähigkeit der Baumarten auf Klimaänderungen durch Hitze- und Trockenstress frühzeitig beobachten werden. Ausgewählt und eingerichtet wurden zwei Flächen mit Eiche auf Trockenstandorten des Donnersbergs, zwei mit Kiefer in der Rheinebene, sowie zusätzlich eine



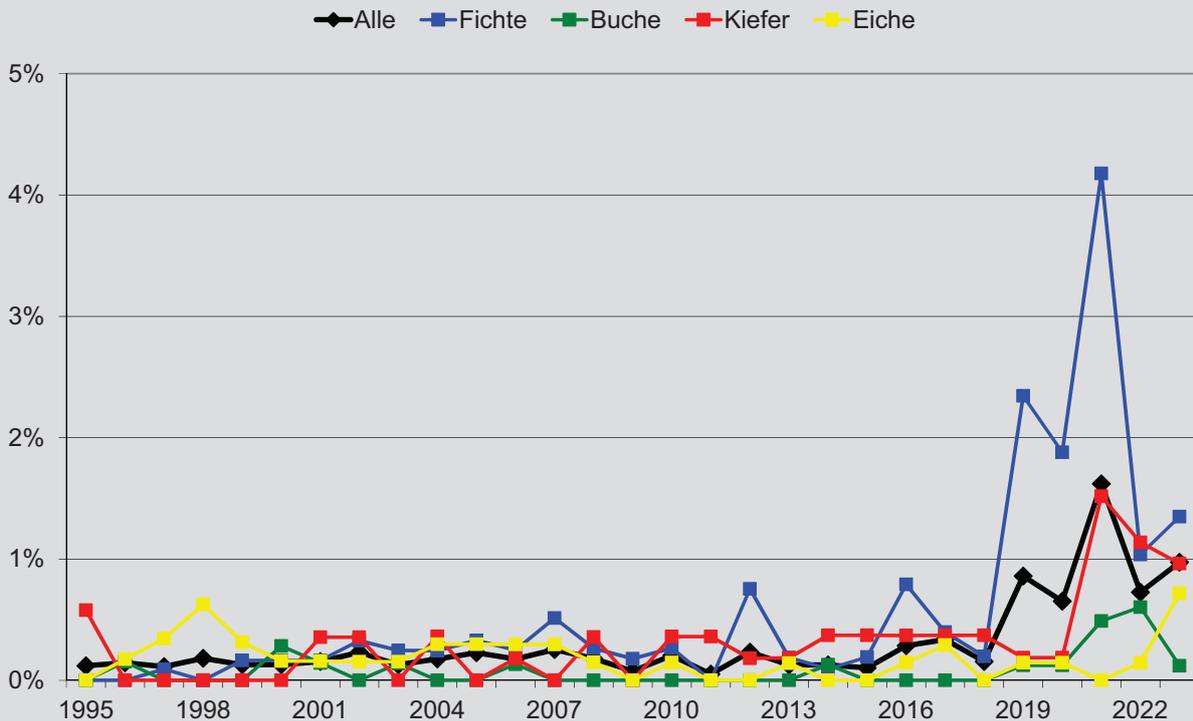
Fläche mit Robinie. Erhoben werden neben ertragskundlicher Daten und dem Kronenzustand auch die Bodentemperatur und -feuchte in verschiedenen Tiefenstufen, sowie das Bestandesinnenklima.

Bei vielen Baumarten, besonders bei Buche und Kiefer aber auch bei Douglasie, Lärche, Hainbuche und Ahorn war eine Fruchtbildung zu beobachten, was eine zusätzliche Inanspruchnahme für die Wasser- und Nährstoffversorgung bedeutet.

Absterberate und Ausscheiderate

Die Absterberate ist der Anteil an Probestämmen, die im Jahr der Erhebung tot (100 % Nadel-/Blattverlust) angetroffen wurde, nachdem sie im Vorjahr noch gelebt hatten. Im bewirtschafteten Wald ist eine natürliche oder durch Schädigungen bedingte Absterberate jedoch nicht in allen

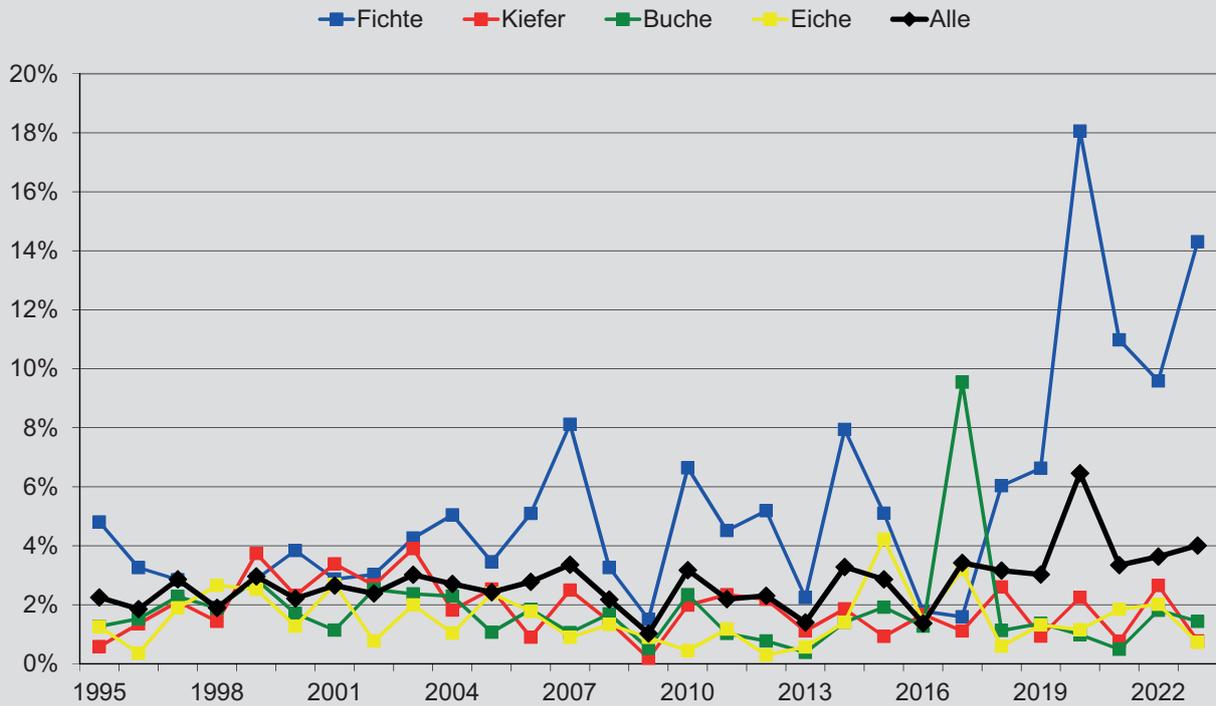
Fällen zuverlässig abzuleiten. Da die Mehrzahl der betreffenden Probestämme planmäßig oder außerplanmäßig zur Holznutzung entnommen werden, ist nicht zu erkennen, ob sie ohne den menschlichen Eingriff tatsächlich abgestorben wäre oder überlebt hätte. Bei Betrachtung der Zeitreihe ab 1995 zeigen sich nur einzelne Jahre mit höheren Werten, ansonsten Werte nahe der Null-Linie. Die Absterberate war bis 2018 unauffällig und unbedeutend. Ab dem Jahr 2019 ändert sich das Bild. Die extremen Borkenkäferschäden bei der Fichte führen zu wesentlich höheren Werten. Ab dem Jahr 2021 ist dann auch die Absterberate bei Kiefer und Buche und 2023 bei Eiche auffällig erhöht. Die Ausscheiderate ist der Anteil an Probestämmen, die zwischen zwei Erhebungsterminen aus dem Stichprobenkollektiv ausgeschieden sind. Sie wird im Wirtschaftswald vor allem durch die Intensität der Nutzung beeinflusst und ist damit für sich allein gesehen kein Indikator für die Vitalität



einer Baumart. Seit 1993 wird, soweit erkennbar, auch die Ursache des Ausscheidens eines jeden Probebaumes festgehalten. Damit ist es möglich, ein Ausscheiden infolge geplanter, regulärer Ernteeingriffe von einem ungeplanten, vorzeitigen Verlust infolge eines biotischen oder abiotischen Schadereignisses zu trennen. Die Ausscheiderate zusammen mit der Ursache des Ausscheidens gibt also einen Hinweis auf das Risiko, warum eine Baumart vorzeitig aus dem Waldbild verschwindet. Die Ausscheiderate zeigte im Verlauf der Zeitreihe schon immer stärkere Sprünge, da sie wesentlich von Ereignissen an einzelnen Aufnahmepunkten beeinflusst wird. In den letzten Jahren ist sie merklich erhöht. Über die Zeitreihe hinweg ist aber klar erkennbar, dass die Ausscheiderate der Fichte fast durchgängig überdurchschnittlich hoch ist. Auch sind bei Fichte fast durchgängig jedes Jahr zu einem hohen Anteil Schadereignisse dafür verantwortlich, dass sie vorzeitig entnommen werden musste. Bei Buche, Eiche und Kiefer ist dies nur ausnahmsweise in einzelnen Jahren der Fall, hier dominiert die planmäßige reguläre Holzernte.

Die baumartenspezifische graphische Darstellung zur Ursache des Ausscheidens finden Sie auf der Homepage der FAWF: <https://fawf.wald.rlp.de/forschung-und-monitoring-unsere-aufgaben/forstliches-umweltmonitoring/waldzustandserhebung/befunde-neueste-ergebnisse-einflussfaktoren-und-bewertung-der-schadentwicklung-ab-1984/hauptbaumarten-fichte-buche-eiche-kiefer/>

Der Anteil an Aufnahmepunkten ohne geeignete Waldbestockung ist mit 9,0 % so hoch wie zuletzt nach den Sturmwürfen des Jahres 1990. In den letzten fünf Jahren ab 2019 mussten an 11 Aufnahmepunkten die Fichten-Probebaume vorzeitig infolge Borkenkäferschäden entnommen werden, sodass an den Punkten keine Erhebung mehr erfolgen konnte, auch wenn vereinzelt Mischbaumarten noch erhalten geblieben sind.



Fichte

Im Jahr 2023 wird die Schadsituation der Fichte weiter durch den Borkenkäferbefall bestimmt. 10 % der Probestämme sind infolge Borkenkäferbefalls vorzeitig entnommen worden oder waren zum Zeitpunkt der Erhebung frisch abgestorben. Bei den verbliebenen, noch lebenden Probestämmen hat sich das Niveau der Kronenschäden gegenüber dem Vorjahr verschlechtert. Der Anteil deutlich geschädigter Probestämme ist um 3 Prozentpunkte angestiegen. Der Anteil stark geschädigter oder abgestorbener Probestämme ist zwar um 3 Prozentpunkte zurückgegangen, jedoch haben diese Probestämme sich nur ausnahmsweise erholt, sondern mussten überwiegend aus dem Aufnahmekollektiv ausgesondert werden. Der Anteil schwach geschädigter Probestämme blieb nahezu unverändert, der Anteil der Probestämme ohne sichtbare Schäden ging um 2 Prozentpunkte zurück. Die mittlere Kronenverlichtung blieb nahezu unverändert. Frisch abgestorben waren 10 Probestämme, weitere vier waren schon in den Vorjahren tot.

Von 2022 auf 2023 sind 106 Probestämme ausgeschieden. Mit 14,3 % ist die Ausscheiderate das fünfte Jahr in Folge überdurchschnittlich hoch. Hauptursache (zwei Drittel der Fälle) ist die vorzeitige Entnahme nach Borkenkäferbefall, so auch an zwei Aufnahmepunkten, an denen sämtliche Fichten-Probestämme gefällt wurden. Für 20 der noch stehenden Probestämme (3,0 %) wurde ein Borkenkäferbefall festgestellt, wovon neun zum Zeitpunkt der Erhebung noch nicht abgestorben waren. Seit 2017 ist die Anzahl der Fichten im Probestammkollektiv um rund ein Drittel zurückgegangen. Ursächlich waren 2018 zunächst vor allem Sturmwürfe und in den folgenden Jahren Schäden durch Borkenkäfer.

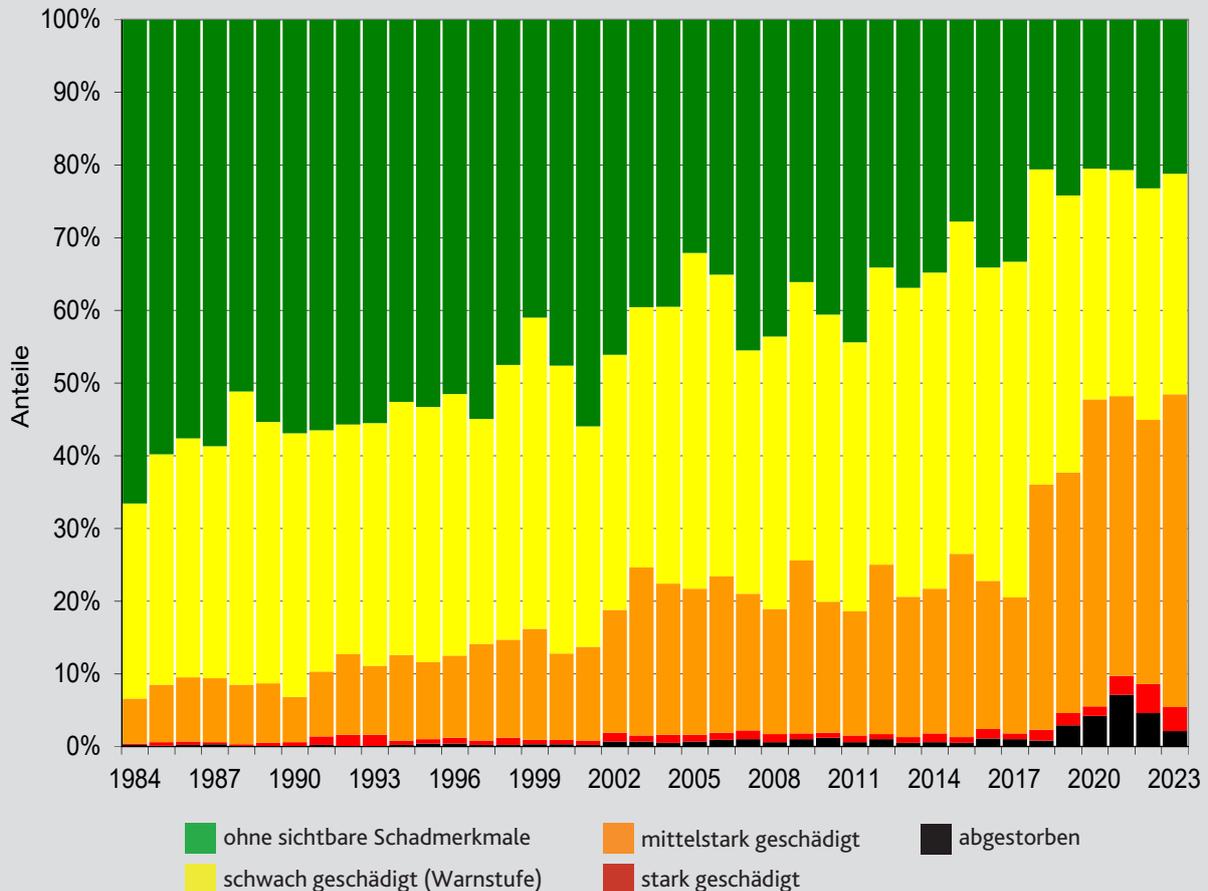
Die Intensivuntersuchungsflächen (Level II) für Fichte des forstlichen Umweltmonitorings zeigen 2023 infolge der andauernden Borkenkäferkatastrophe ein extremes Bild. Die fünf noch bestehenden Versuchsflächen mussten aufgegeben werden.

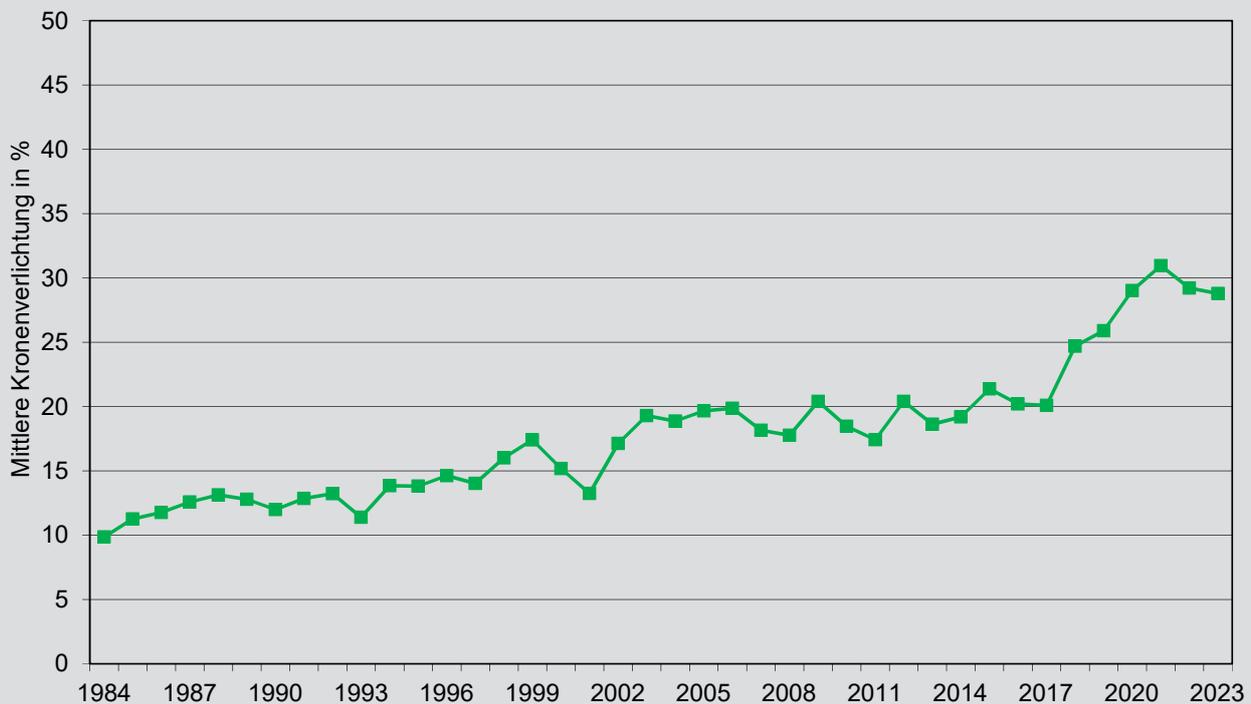
Im Jahr 2023 hat die Fichte kaum geblüht und Zapfen ausgebildet (4 % der Probestämme), häufig war jedoch noch Behang mit den alten Zapfen des Vorjahres zu sehen. Starke Fruchttore waren neben 2022 schon die Jahre 2020 und 2018, in den Zwischenjahren bildete die Fichte dagegen kaum Zapfen aus. So kann festgehalten werden, dass in Rheinland-Pfalz die Fichte zuletzt synchron in einem zweijährigen Rhythmus geblüht und Zapfen ausgebildet hat. Starke Fruchtbildung verändert das Erscheinungsbild des Baumes und bedeutet eine zusätzliche physiologische Belastung für die Bäume. Ein Einfluss der Fruktifikation auf die Entwicklung der Kronenverlichtung der Fichte ist aus den Daten aber nicht abzuleiten.

Insekten oder Pilze, die unmittelbar die Nadeln befallen, wurden 2023 nicht beobachtet. Nadelvergilbungen waren bis in die 1980er Jahre besonders in den Höhenlagen der Mittelgebirge ein weitverbreitetes Phänomen bei Fichten. Seit Mitte der 1990er Jahre ist die Vergilbung jedoch stark zurückgegangen. Im Jahr 2023 wurde an zwei Probestämmen eine Vergilbung beobachtet, allerdings keine merklichen oder deutlichen Vergilbungserscheinungen. Als eine wesentliche Ursache für den Rückgang der Vergilbung kann die verbesserte Magnesiumversorgung durch Bodenschutzkalkung auf stark versauerten Standorten angenommen werden.

Fichte

Entwicklung der Schadstufenverteilung





Buche

Gegenüber dem Vorjahr ist das Schadniveau der Buche angestiegen. Der Anteil deutlich geschädigter Probestämme ist um 7 Prozentpunkte höher, der Anteil derjenigen ohne sichtbare Schadmerkmale ist um 3 Prozentpunkte zurückgegangen. Die mittlere Kronenverlichtung stieg um 3 Prozentpunkte an. Diese Verschlechterung ist bei den jüngeren Buchen (Alter bis einschließlich 60 Jahren) weniger ausgeprägt wie bei den älteren Buchen (Alter ab 60 Jahren). Der Anteil starker Schäden (Schadstufe 3) ist mit jetzt 4,0 % um 0,9 Prozentpunkte höher als im Vorjahr.

Auf den Intensivuntersuchungsflächen (Level II) für Buche ist die Kronenverlichtung im Vergleich zum Vorjahr leicht angestiegen. Der stärkste Anstieg des Schadniveaus war auf den Flächen in der Pfalz zu erkennen. Neben einer starken Fruktifikation gepaart mit Kleinblättrigkeit, war dort der Einfluss des Buchenspringrüsslers auf die Kronentransparenz zu spüren. Eine Ausnahme von diesem Trend bildeten die Flächen im Westerwald bei Neuhäusel, die ihr Vorjahresniveau bei deut-

lich geringerem Fruchtbehang und ohne Fraßschäden durch den Buchenspringrüssler nahezu konstant hielten.

Im Aufnahmekollektiv der Waldzustandserhebung war ein Probestamm frisch abgestorben. Das ist im Vergleich zu den Vorjahren ein merklich niedrigerer und im Verlauf der Zeitreihe betrachtet kein auffälliger Wert. Da der Anteil stark geschädigter Probestämme jedoch weiterhin hoch ist, bleibt die Absterberate ein Indikator, der auch in Zukunft kritisch beobachtet werden muss. Für die Buche wurde die Absterberate zurückverfolgend als Zeitreihe ab dem Jahr 1985 berechnet. Die Absterberate war bis zum Jahr 2021 unauffällig und unbedeutend, pro Jahr waren nur maximal zwei Probestämme betroffen.

Zum Jahr 2023 sind 12 Probestämme aus dem Stichprobenkollektiv ausgeschieden, davon sieben schon abgestorbene oder stark geschädigte infolge des Ausbruchs der Äste in der oberen Lichtkronen. Der Anteil ausgeschiedener Probestämme liegt mit 1,4 % im langjährigen Mittel.

Im Jahr 2023 wurde bei 28 % der Probestämme, und damit vergleichsweise häufig, Dürreisig beobachtet. Der Anteil an Buchen an denen Dürreisig in größerem Ausmaß (mehr als 5 % Anteil) beobachtet wurde und auch die Stärke der abgestorbenen Äste, ist ab 2021 merklich höher als in den Jahren davor. Dürres Feinreisig und abgestorbene Äste im Lichtkronenbereich werden seit Beginn der Erhebung 1984 bei der Bewertung der Kronenverlichtung berücksichtigt und gehen anteilmäßig in die Beurteilung des Blattverlustes mit ein. Der Anteil variiert in der Zeitreihe recht stark und zeigt keinen gerichteten Trend. Da bei der Buche das dürre Reisig in der Regel im Laufe eines Jahres herausbricht, ist das beobachtete dürre Feinreisig überwiegend seit der letzten Erhebung neu dazugekommen. Etliche Bäume trieben nur in den Bereichen der Unterkrone oder im Kroneninneren aus und wiesen in der Kronenperipherie hohe Anteile abgestorbener Zweige, Äste oder ganzer Kronenpartien auf. Unter günstigen Bedingungen können solche Buchen aus dem Kroneninneren und der Unterkrone heraus neue Triebe bilden und ihre Belaubung regenerieren; brechen die toten Äste dann heraus, so erscheinen die Bäume wieder mit einer relativ vitalen Belaubung, obgleich die ursprüngliche Baumhöhe und das Kronenvolumen geringer wurden.

Seit Juni 2023 werden im Rahmen des Projektes „Klimawald 2100“ Sonderuntersuchungen an ausgewählten Buchenwaldorten im ganzen Land durchgeführt. Erste Beobachtungen und die vorläufigen Befunde weisen darauf hin, dass die Feinwurzeln im Oberboden infolge der anhaltenden Dürre im Juni und der ersten Julihälfte in erheblichem Umfang abgestorben waren. Trotz der schon erfolgten Wiederbefeuchtung des Oberbodens war an einigen Probestandorten der Wasserstatus der Buchen schlecht. Daraus darf gemutmaßt werden, dass die Buchen nach der Wiederbefeuchtung des Oberbodens zunächst gezwungen sind ihre Feinwurzeln zu regenerieren bevor sie wieder Wasser für die Transpiration und Assimilation aufnehmen können. Die Trockenstressperiode ist für die Buchen daher merklich länger, als die Niederschlagssituation und Bodenfeuchte erwarten ließe.

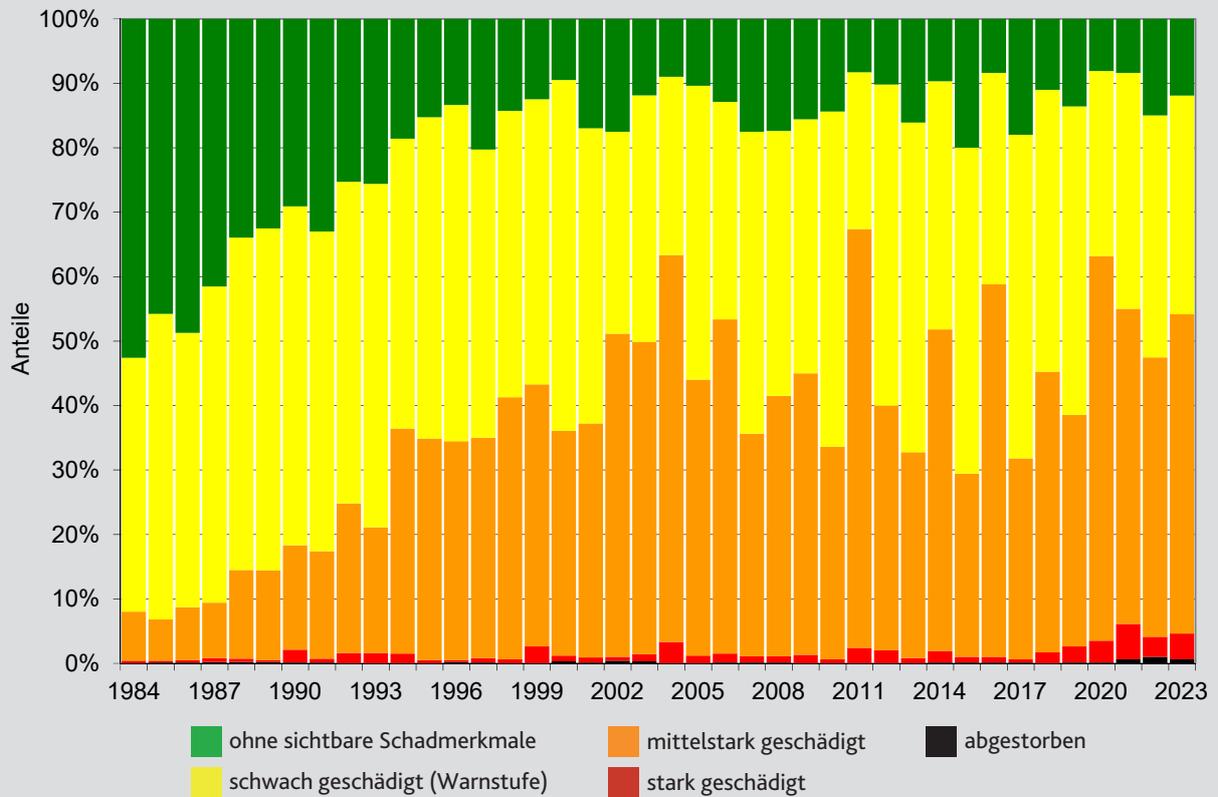
Im letzten Jahrzehnt bildeten die Buchen nahezu jedes zweite Jahr Bucheckern. 2023 trugen wieder 66 % aller Probestämme Bucheckern (bei den über 60-jährigen Buchen 79 %). Im Vorjahr war der Fruchtbehang moderat (32 %) und 2021 recht gering (5 %). Entgegen der Beobachtungen aus früheren Jahren zeigte sich 2023 kein eindeutiger Einfluss der Intensität des Fruchtbehanges auf die Entwicklung der Kronenverlichtung. Die nicht fruktifizierenden Buchen-Probestämme zeigten auch unter Ausschluss der abgestorbenen Probestämme einen vergleichbaren Anstieg der mittleren Kronenverlichtung wie die deutlich fruktifizierenden. Bei den schwach fruktifizierenden Buchen war der Anstieg der Kronenverlichtung am geringsten. Es ist davon auszugehen, dass der Fruchtbehang die Buchen belastet, er ist aber nicht Auslöser des Schadanstieges im Jahr 2023.

Schäden durch blattfressende Insekten, insbesondere ein Loch- und Minierfraß durch den Buchenspringrüssler (*Rhynchaenus fagi*), trat an rund 34 % der Probestämme auf und war damit häufiger als im Vorjahr (30 %) zu beobachten. Meist handelt es sich jedoch um leichten Fraß (bis zu 5 % der Blattmasse betroffen). Entgegen den Erwartungen und früheren Befunden hat 2023 der Insektenfraß keinen erkennbaren Einfluss auf die Entwicklung der Kronenverlichtung. Die Probestämme ohne Fraßschäden zeigten sogar eine höheren Anstieg der Kronenverlichtung als befreite Buchen-Probestämme. Dennoch ist davon auszugehen, dass der Insektenfraß an Blättern die Buchen belastet, auslösend für den Schadanstieg im Jahr 2023 ist aber eine andere Ursache.

Ein Befall durch Blattpilze, wie der Blattbräune (*Apiognomonium errabunda*), wurde zwar gelegentlich (an sieben Probestämmen) beobachtet, jedoch meist nur im Bereich der Schattenkrone. Damit blieb die Blattbräune ohne Einfluss auf den bewerteten Kronenzustand. Vergilbungen wurden insgesamt an 11 Probestämmen, davon an zwei in nennenswertem Umfang, notiert.

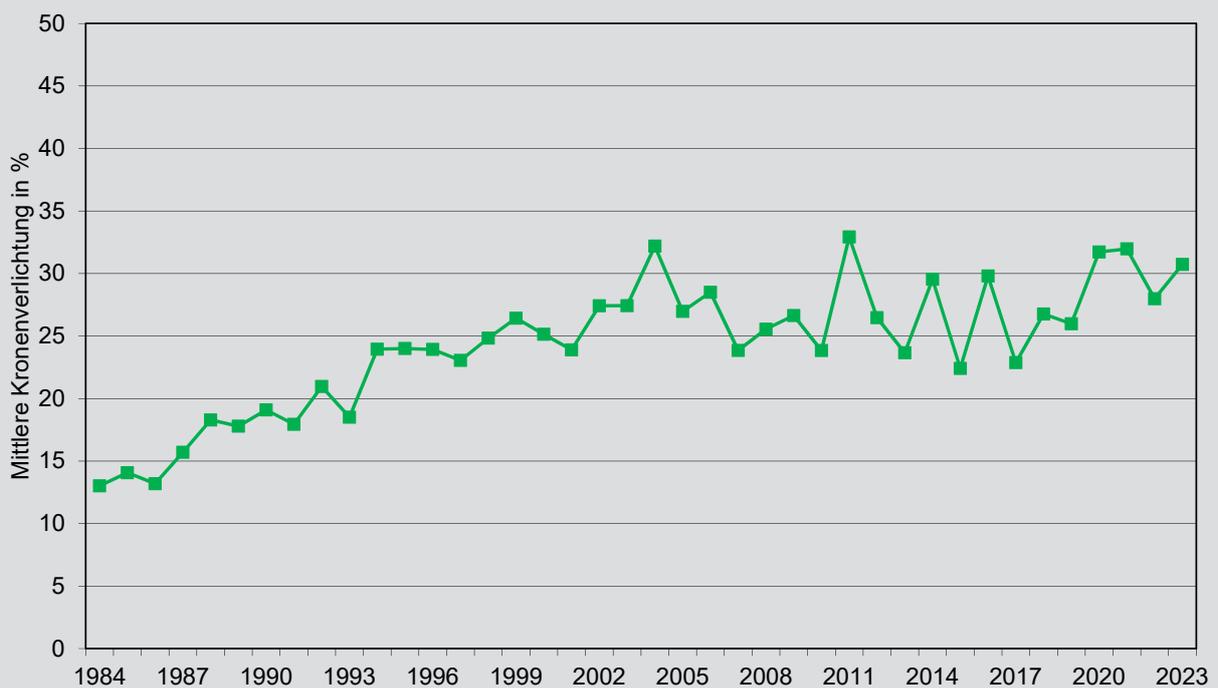
Buche

Entwicklung der Schadstufenverteilung



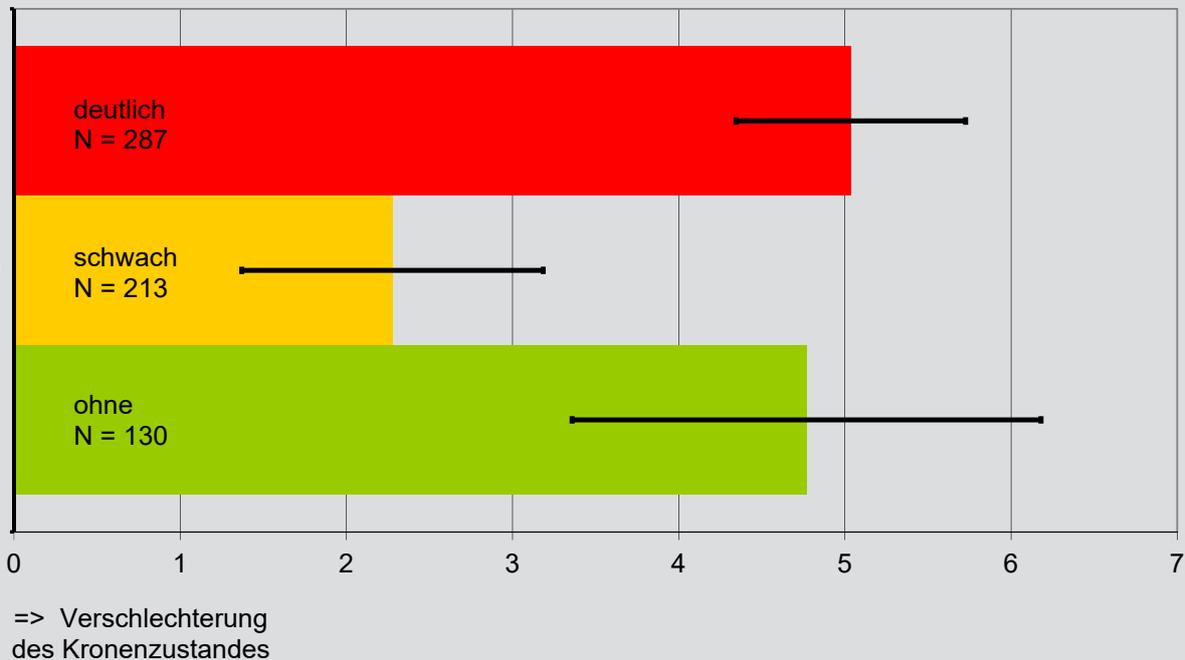
Buche

Entwicklung der mittleren Kronenverlichtung



Buche

Veränderung der mittleren Kronenverlichtung der über 60-jährigen Buchen in Prozentpunkten von 2022 auf 2023 bei unterschiedlicher Intensität des Fruchtbehanges



Eiche

Der Kronenzustand der Eichen hat sich verschlechtert. Der Anteil deutlich geschädigter Probestämme ist gegenüber dem Vorjahr um 4 Prozentpunkte, die mittlere Kronenverlichtung um 3,7 Prozentpunkte, angestiegen. Die Eiche ist damit wieder auf dem Niveau der maximalen Schäden der Periode von 1996 bis 2010 angekommen. Stark geschädigt oder abgestorben waren 9,1 % der Probestämme, frisch abgestorben waren fünf Probestämme. Diese Werte sind in der Zeitreihe bisher nicht in solcher Höhe beobachtet worden. Die Ausscheiderate dagegen liegt mit 0,7 % unter dem langjährigen Schnitt der Zeitreihe. Gut ein Viertel der Eichen-Probestämme wies abgestorbenes Feinreisig oder Astpartien bis hin zum Absterben der gesamten Oberkrone auf. Unter günstigen Umständen kann die Eiche aber trotz solcher Schäden mit Ersatztrieben im unteren Kronenbereich oder am Stamm überleben und langfristig sogar ihre Krone wieder neu ausbilden. An drei Probestämmen wurde Insektenbefall im Stammbereich vermutlich durch den

Zweipunktigen Eichenprachtkäfer (*Agrilus biguttatus*) festgestellt. Dieser tritt in der Regel an stark geschwächten Eichen auf und führt dann zum Absterben des Baumes.

Die Eichen auf den Intensivuntersuchungsflächen (Level II) des forstlichen Umweltmonitorings zeigen 2023 ebenfalls einen Schadanstieg.

Die Eichen erleiden regelmäßig mehr oder minder starke Schäden durch blattfressende Insekten. Häufig wird der Wiederaustrieb durch den neobiotischen Eichenmehltau (*Microsphaera albitoides*) befallen. Insektenfraß aber auch Mehltaubefall haben sich als bedeutsame Einflussfaktoren auf die Entwicklung des Kronenzustandes bei der Eiche erwiesen. Im Jahr 2023 wurden an 53 % der Probestämme Fraßschäden beobachtet. Damit ist der Anteil gegenüber dem Vorjahr (30 %) merklich höher. Die Fraßintensität blieb zwar überwiegend gering, doch zeigt sich, dass sich die von Fraßschäden betroffenen

Eichen in ihrem Kronenzustand signifikant stärker verschlechterten wie die ohne Fraßschäden. Der Mehltaupilz ist allgegenwärtig und befällt regelmäßig die Eiche, besonders betroffen sind meist die Sommertriebe. Das Ausmaß und die Intensität des Befalls sind jedoch sehr unterschiedlich und nicht immer zuverlässig zu erkennen, sodass der Befall wahrscheinlich unterschätzt wird. Zum Zeitpunkt der Erhebung 2023 war Mehltau an 20 Probestämmen (2,8 %) festzustellen. Die Schäden durch blattfressende Insekten oder der Befall durch Blattpilze haben 2023 als Stressfaktoren zu dem Anstieg des Schadniveaus beigetragen, sind aber nicht hauptursächlich.

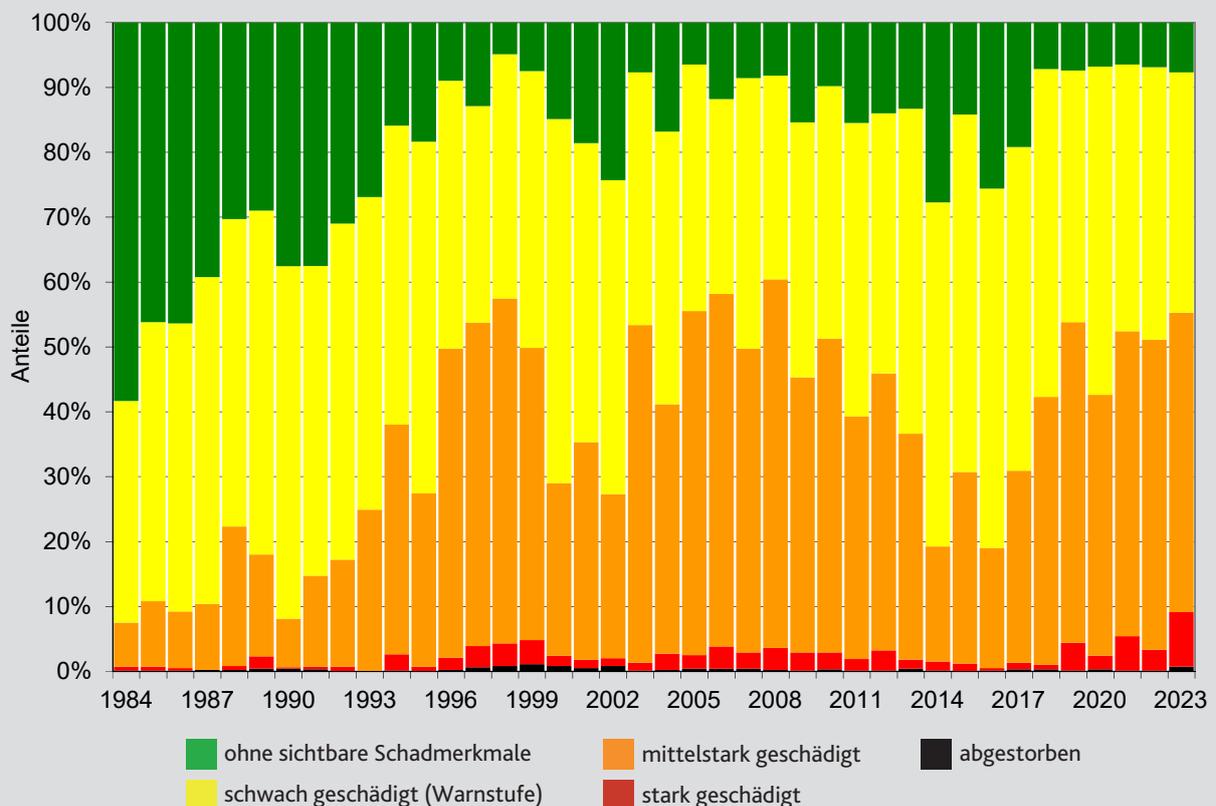
Der Eichen-Prozessionsspinner ist in verschiedenen Wuchsgebieten außerhalb der Hochlagen an insgesamt fünf Aufnahmepunkten festgestellt worden. Es traten aber nur unbedeutende Fraßschäden und die typischen Gespinnstnester auf.

Aus den Waldzustandserhebungen der vergangenen Jahre und den bei der Blattprobennahme für die Waldernährungserhebung 2022 gemachten Beobachtungen darf jedoch davon ausgegangen werden, dass der Eichenprozessionsspinner an zahlreichen Waldorten mit Eichen vorkommt, bisher jedoch in so geringer Dichte, dass er bei einem normalen Waldbegang meist unbemerkt bleibt.

2023 war nur an wenigen Eichen Fruchtbehang festzustellen. Die Früchte der Eiche sind zum Zeitpunkt der Waldzustandserhebung aber meist noch zu klein, um den Fruchtbehang sicher abschätzen zu können. Bisher war der Fruchtbehang nur in wenigen Jahren (2018, 2020 und 2022) gut erkennbar, doch auch mit diesen Daten war es nicht möglich abzuschätzen, ob die Fruchtbildung bei der Eiche einen Einfluss auf die Entwicklung der Kronenverlichtung hat.

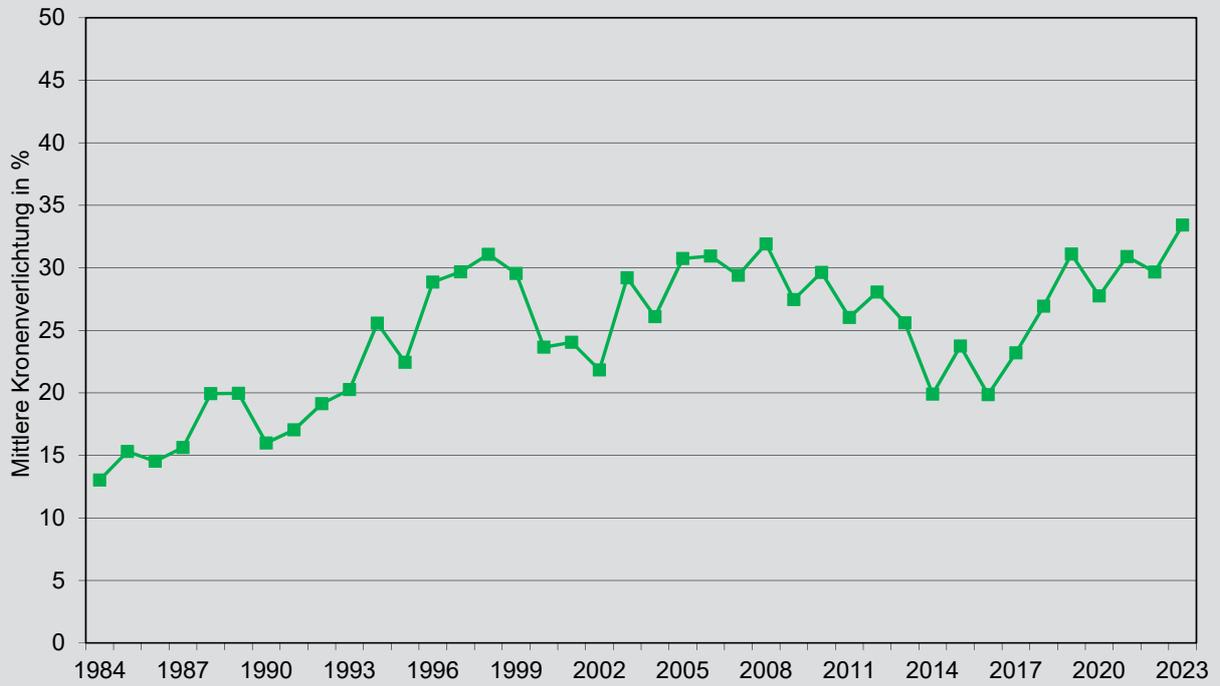
Eiche

Entwicklung der Schadstufenverteilung



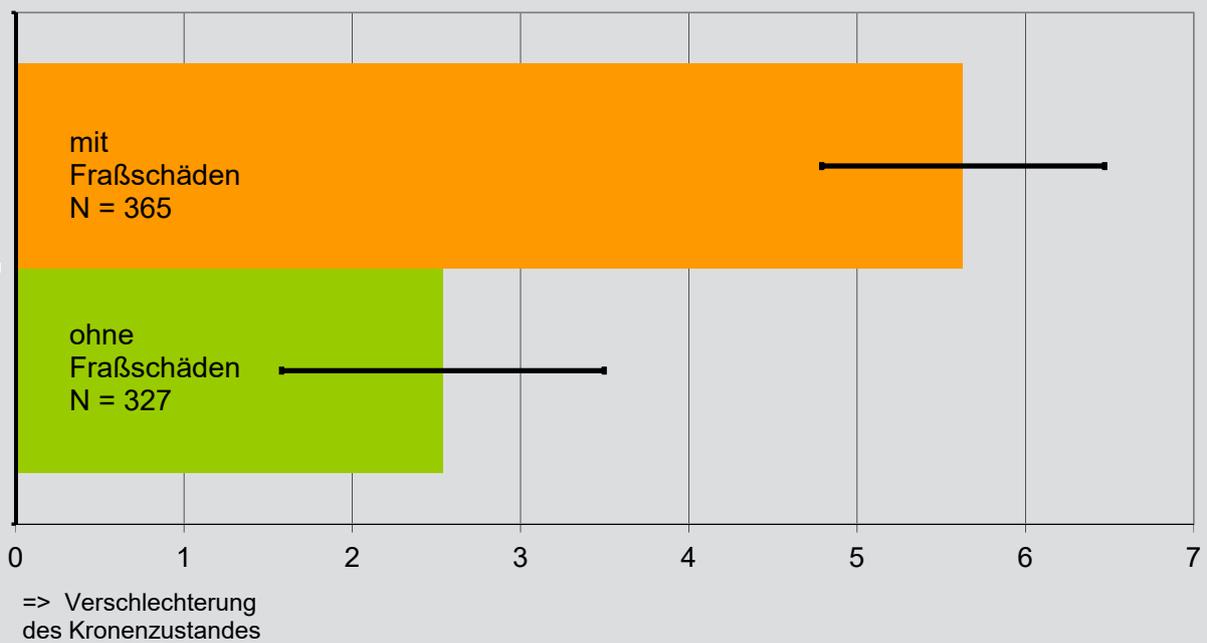
Eiche

Entwicklung der mittleren Kronenverlichtung



Eiche

Veränderung der mittleren Kronenverlichtung der Eichen in Prozentpunkten von 2022 auf 2023 mit bzw. ohne Schäden durch Insektenfraß oder Mehltau



Explizite Ursachen für die Schwankungen im Schadniveau der letzten Jahre bei den Eichen sind allein aus den Daten der Waldzustandserhebung nicht erkennbar oder abzuleiten.

An einigen Eichen werden ins Gelbliche gehende Verfärbungen der Blätter oder hellgrüne bis gelbe Partien zwischen den Blattrippen beobachtet. Die genaue Ursache hierfür ist nicht bekannt. Es könnte sich um Virenbefall, Pilzinfektionen oder Störungen der Nährstoffversorgung handeln. Stärkere Blattvergilbungen wurden 2023 an sieben Probestämmen beobachtet, unbedeutende Vergilbungen an weiteren 31 Probestämmen.

Kiefer

Bei der Kiefer hat sich der Kronenzustand gegenüber dem Vorjahr etwas verschlechtert. Der Anteil an Probestämmen mit deutlichen Schäden bleibt unverändert hoch, die mittlere Kronenverlichtung ist um 1,5 Prozentpunkte angestiegen. Das Schadniveau bleibt damit aber noch im Rahmen der Streuung der Zeitreihe. Stark geschädigt oder abgestorben sind 4,1 % der Probestämme, was einen neuen Höchstwert im Verlauf der Zeitreihe bedeutet. Auf den Intensivuntersuchungsflächen (Level II) für Kiefer 2023 ist die Entwicklung der Kronenverlichtung uneinheitlich und kaum verändert, Verbesserungen auf einigen Flächen stehen Verschlechterungen auf anderen Flächen gegenüber.

Im Kollektiv der Waldzustandserhebung waren fünf Probestämme frisch abgestorben (Absterberate 1,0 %), was nun das dritte Jahr in Folge ein überdurchschnittlich hoher Wert innerhalb der Zeitreihe ist. Der Anteil der ausgeschiedenen Probestämme liegt mit 0,8 % dagegen unter dem langjährigen Durchschnittswert. Für acht Probestämme wurden Vergilbungserscheinungen notiert, in nennenswertem Umfang (15 % oder mehr der Nadelmasse) nur in einem Fall. Für fünf Probestämme wurden auch braune Nadeln vermerkt, die aber abgestorben sind und damit in den Nadelverlust mit eingehen. Solche Nadelverfärbungen sind ein typisches Symptom für die normale

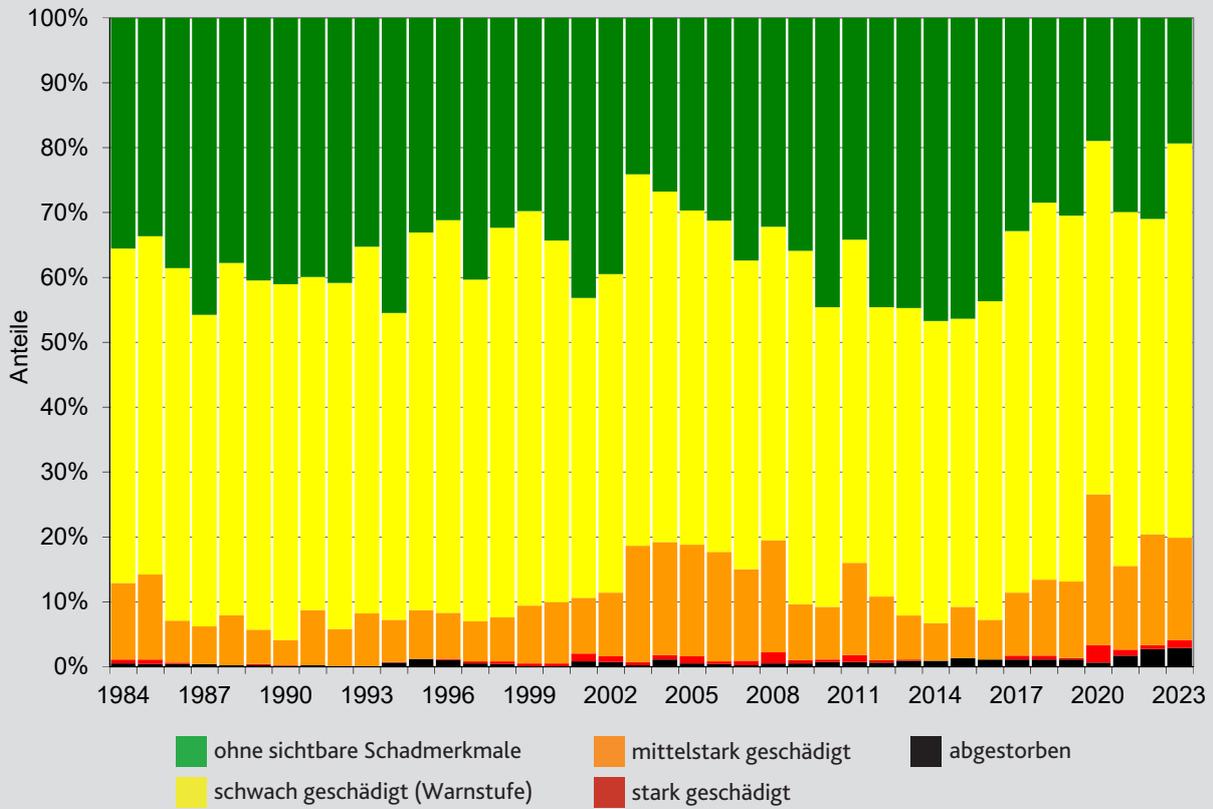
Nadelalterung, wenn sie im Herbst an dem dritten Nadeljahrgang auftreten. Bei anhaltender Trockenheit setzt diese Prozess jedoch schon früher ein. Auch Pilzbefall kann zu Nadelverfärbungen und vorzeitiger Schütte führen. Mit nur drei Nadeljahrgängen reagiert die Kiefer in Rheinland-Pfalz vergleichsweise flexibel mit variabler Benadelungsdichte und kann Verluste aus dem Vorjahr, die sich auf den ältesten Nadeljahrgang beschränken, auch schnell wieder ausgleichen. Die Kiefern zeigen regelmäßig einen Zapfenbehang und haben im Jahr 2023 reichlich getragen. Ein Zusammenhang zwischen der Intensität des Zapfenbehanges und der Entwicklung der Kronenverlichtung ist nicht erkennbar.

Bei 14 % der Kiefern war Reifefraß durch den Großen oder Kleinen Waldgärtner (*Tomicus piniperda* oder *T. minor*) zu beobachten. Durch den Reifefraß dieser auf Kiefern spezialisierten Borkenkäfer sterben einjährige Triebe ab. Bei wiederholtem Befall kann es dadurch zu Störungen in der Verzweigung kommen, die dann zu einem schlechteren Kronenzustand führen. Befall mit Nadelpilzen, Kienzopf oder durch rindenbrütende Insekten wurde jeweils nur an einzelnen Probestämmen festgestellt.

An 21 % der Probestämme wurde Mistelbefall beobachtet. Extrem ist der Mistelbefall in der Rheinebene, wo drei Viertel (75 %) aller Kiefern-Probestämme betroffen sind. Im Pfälzerwald sind 11 % der Kiefern-Probestämme mit Kiefernmistel befallen, damit hat sich der beobachtete Befall im Pfälzerwald gegenüber dem Vorjahr nahezu verdoppelt. In allen übrigen Wuchsgebieten wurden Kiefernmisteln nicht festgestellt. Die Kiefernmistel verdrängt die Nadeln des Baumes und sorgt für eine erhöhte Wasserverdunstung. In Trockenzeiten verstärkt sich damit der Trockenstress des Baumes. Starker Mistelbefall äußert sich daher in der Regel in einem schlechteren Kronenzustand und kann im Extremfall auch zum Absterben des Baumes führen.

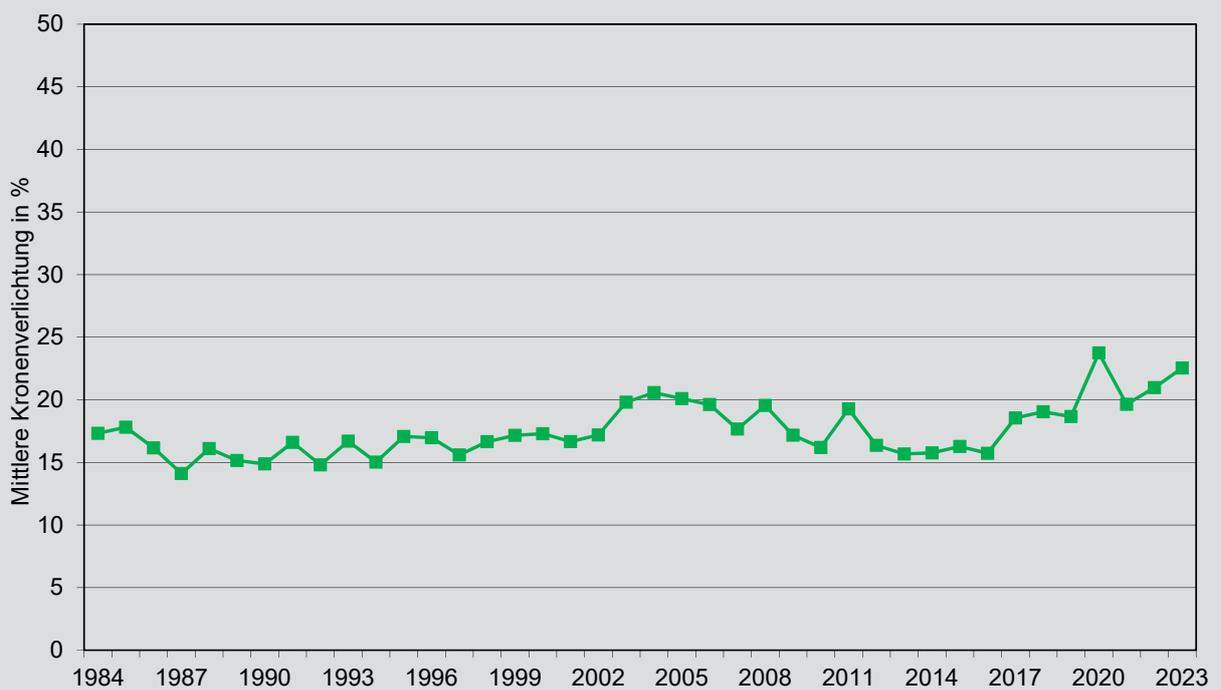
Kiefer

Entwicklung der Schadstufenverteilung



Kiefer

Entwicklung der mittleren Kronenverlichtung



Im Wuchsgebiet „Oberrheinisches Tiefland“ (der Rheinebene) ist die Schadsituation für die Kiefer besonders schlecht. Der Anteil deutlich geschädigter Probestämme liegt mit 36 % um 16 Prozentpunkte über dem Landesmittel. Hier findet sich auch ein überdurchschnittlich hoher Anteil der stehenden, toten (Schadstufe 4) und auch der frisch abgestorbenen Probestämme.

Douglasie

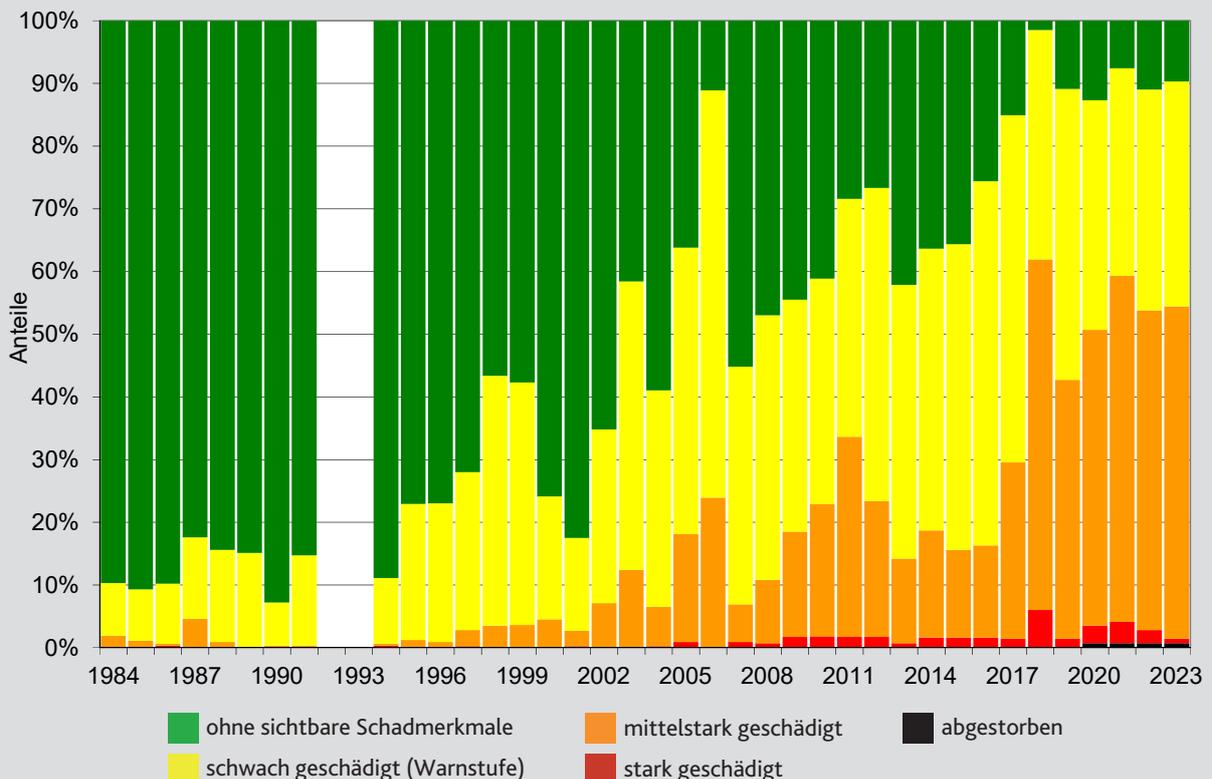
Bei der Douglasie hat sich das Schadniveau gegenüber dem Vorjahr kaum verändert. Der Anteil deutlich geschädigter Probestämme ist unverändert. Die mittlere Kronenverlichtung ist um 0,3 Prozentpunkte angestiegen, diese Veränderung ist nicht signifikant. Stark geschädigt oder abgestorben waren 1,4 % der Probestämme, frisch abgestorben war keiner der Probestämme und auch keiner der Probestämme ist aus dem Stichprobenkollektiv ausgeschieden.

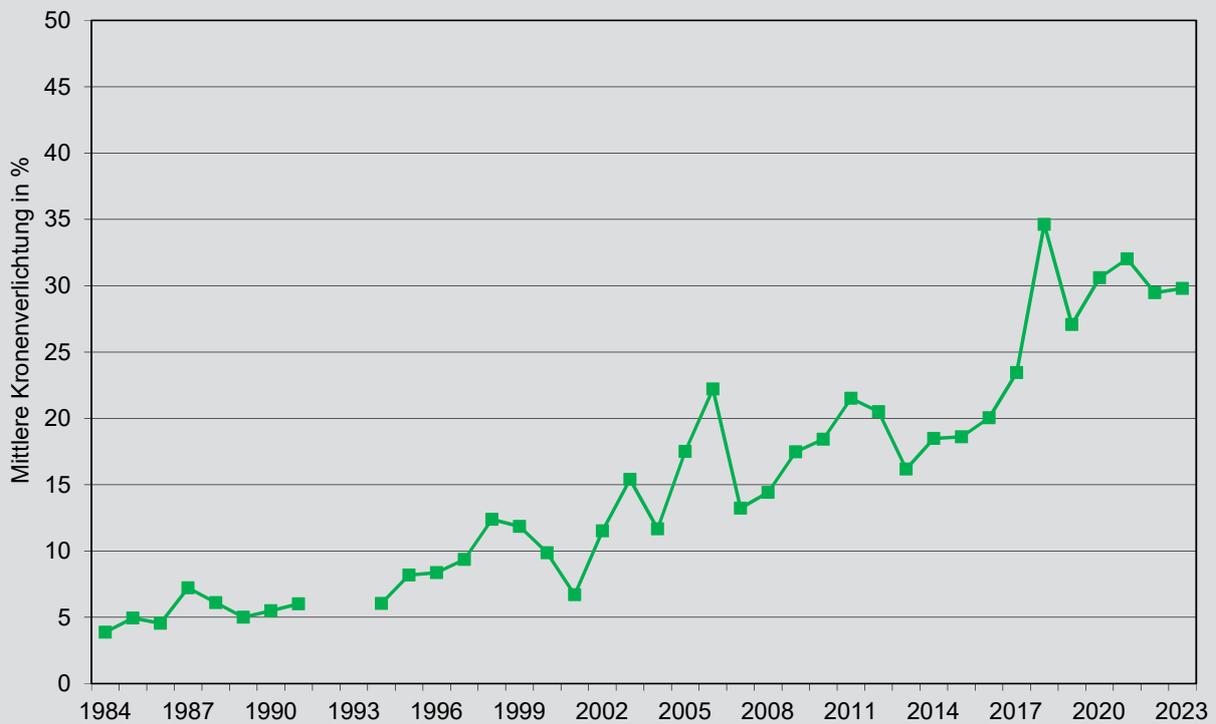
Die Douglasie wird aufgrund ihrer hohen Trockenheitstoleranz sowie der Möglichkeit einer erfolgreichen Mischung mit Buche als potentiell geeignete Ergänzung im laubbaumgeprägten Mischwald gesehen. Sie hat allerdings andere Nährstoffansprüche als Fichte, Kiefer oder Tanne. Douglasien benötigen z.B. größere Mengen an Phosphor und Kalium und könnten höhere Stickstoffausträge verursachen. Die Nährstoffansprüche und Wechselwirkungen zwischen Douglasie und Standort werden daher in einem Verbundforschungsprojekt Douglas-Nutrition (DoNut) der Nordwestdeutschen Forstlichen Versuchsanstalt (NW-FVA) und der Forschungsanstalt für Waldökologie und Forstwirtschaft (FAWF) analysiert. Neben bodenphysikalischen und -chemischen Messungen werden Mykorrhizen untersucht und Wasserhaushaltsmodellierungen durchgeführt. Das von April 2023 bis März 2026 laufende Projekt wird durch die Fachagentur für Nachwachsende Rohstoffe (FNR) gefördert.

Informationen zum Projekt: <https://holz.fnr.de/index.php?id=16064&fkz=2221NR045B>

Douglasie

Entwicklung der Schadstufenverteilung





Die Rußige Douglasenschütte (*Phaeocryptopus gaeumannii*) ist landesweit in allen Douglasienbeständen gegenwärtig. Sie betrifft die älteren Nadeljahrgänge. Je nach Disposition der Douglasien und Witterungsverlauf treten die Symptome unterschiedlich stark in Erscheinung. Seit einigen Jahren prägt die Schütte das Erscheinungsbild der Douglasie. Im Jahr 2023 wurde Schütteebefall nur für 6 % der Probestämme notiert, doch der Befall früherer Jahre bleibt sichtbar. Infektionen weiterer Pilze, die die diesjährigen Triebe betreffen können, wurden 2023 nicht beobachtet. Die Douglasien-gallmücke (*Contarinia pseudotsugae*) wurde an einem der Probestämme festgestellt, andere Insekten nicht. Abiotische Schäden wurden an den Aufnahmepunkten der WZE nicht festgestellt.

Im Jahr 2023 war an 53 % der Probestämme Fruchtbearbeitung zu beobachten (Vorjahr 32 %). Bei Sturmereignissen werden bei der Douglasie regelmäßig in erheblichem Umfang Zweige aus

Eine ausführlichere Darstellung zum Ausscheiden und Ersatz von Probestämmen finden Sie auf den Webseiten der FAWF:

<https://fawf.wald.rlp.de/de/forschung-und-monitoring-unsere-aufgaben/forstliches-umweltmonitoring/waldzustandserhebung/befunde-neueste-ergebnisse-einflussfaktoren-und-bewertung-der-schadentwicklung-ab-1984/ausscheiden-und-ersatz-von-probestaemmen/>

der Oberkrone herausgebrochen. Die Baumkronen älterer Douglasien erhalten so ein typisch zerzaustes Aussehen. Eine Vergilbung ist bei der Douglasie ohne Bedeutung und wurde im Jahr 2023 nur an fünf Probestämmen, meist in unbedeutendem Ausmaß, beobachtet.

Andere Baumarten

In unseren Wäldern findet sich neben den bereits genannten Arten noch eine Vielzahl anderer Baumarten. Die Waldzustandserhebung erfasst mit ihrer Stichprobe insgesamt 32 verschiedene Baumarten. Einige werden nur in einzelnen Exemplaren, andere aber auch mit mehr als 100 Probestämmen erfasst, sodass eine baumartenspezifische Aussage zum Kronenzustand möglich ist. Wegen des geringeren Stichprobenumfangs sind die Aussagen hier jedoch mit höheren Unsicherheiten behaftet und die Veränderungen sind häufig nicht signifikant. Im Jahr 2023 ist das Schadniveau der Nebenbaumarten insgesamt angestiegen.

Bei den Lärchen ist der Anteil der deutlichen Schäden gegenüber dem Vorjahr um 8 Prozentpunkte und die mittlere Kronenverlichtung um 1,2 Prozentpunkte angestiegen. Diese Veränderung ist aber nicht signifikant. Stark geschädigt oder abgestorben waren 7,2 % der Probestämme, frisch abgestorben ist ein Probestamm, an einem weiteren war Befall durch Borkenkäfer erkennbar. Aus dem Stichprobenkollektiv ausgeschieden sind zwei Lärchen-Probestämme.

Im Jahr 2023 wurde an 59 % der Probestämme ein frischer Zapfenbehang beobachtet. Schon in den Vorjahren war ein häufiger Fruchtbehang (2022 68 % und 2021 41 % der Probestämme) festgestellt worden. Die Lärche fruktifizierte in den letzten Jahren recht regelmäßig und häufig auch stärker. Beobachtungen im Laufe der Zeitreihe zeigen, dass die Lärche in den Bereichen der Zweige, an denen sehr viele Zapfen gebildet werden, nur noch wenige benadelte Seitentriebe (Lang- und Kurztriebe) ausbildet. Auch bleiben ältere, bereits geöffnete Zapfen noch im Folgejahr am Zweig hängen. In der Folge sind teilweise gänzlich unbenadelte Partien im Bereich der Lichtkrone sichtbar. Offensichtliche Schäden durch Insektenfraß oder Pilzbefall an den Nadeln waren 2023 nicht erkennbar.

Das Schadniveau bei der Esche ist seit 2015 extrem hoch. Der Anteil deutlich geschädigter Probestämme ist um 11 Prozentpunkte, die mittlere Kronenverlichtung um 7,0 Prozentpunkte gegenüber dem Vorjahr angestiegen. Eschen ohne sichtbare Schadmerkmale sind im Kollektiv der Probestämme selten zu finden. Die Anteile stark geschädigter oder abgestorbener Probestämme sind weiter sehr hoch. Frisch abgestorben sind vier Probestämme, einer dieser Probestämme wurde im Vorjahr noch als weitgehend ungeschädigt eingestuft. Ausgeschieden sind fünf Eschen-Probestämme. Es wurden nur drei Eschen als Probestämme neu ausgewählt. Die Anzahl und der Anteil der Eschen im Kollektiv der Waldzustandserhebung gehen seit 2016 kontinuierlich zurück.

Das Eschentriebsterben ist in allen Landesteilen und allen Altersstufen gegenwärtig. Diese Infektionswelle eines neobiotischen Pilzes aus Ostasien, des Falschen Weißen Stengelbecherchens (*Hymenoscyphus fraxineus*), ist für das Schadniveau der Esche prägend. An rund 27 % aller Eschen (im Vorjahr 37 %) wurden Symptome des Eschentriebsterbens notiert. Die infolge der Erkrankung abgestorbenen Triebe oder Blätter gehen in die Bewertung der Kronenverlichtung mit ein. Die Esche regeneriert dann, soweit sie es vermag, über neu gebildete Triebe aus dem Kroneninneren heraus. Auch wenn an den Probestämmen keine frischen Symptome des Eschentriebsterbens erkennbar sind, ist der Pilz im Wald doch allgegenwärtig. An allen Aufnahmepunkten mit Eschen unter den Probestämmen, wurden im Verlauf der letzten Jahre Eschen mit Schadsymptomen beobachtet.

An 28 % der Probestämme wurden Blattschäden durch Insektenfraß beobachtet (Vorjahr 32 %). Im Jahr 2023 trugen 11 % der Eschen Früchte. Die büschelartige Anordnung der Früchte, bei fruchttragenden Bäumen anstelle normaler Blätter, führt tendenziell zu einer geringeren Belaubungsdichte. Blattvergilbungen wurden an einem Probestamm festgestellt.

Häufigste Nebenbaumarten

Entwicklung der Schadstufenverteilung

Baumart (bzw. Gattung)	Jahr	Anzahl an Probebäumen	Anteile der Schadstufen (in %)			mittlere Kronenverlichtung
			0	1	2-4	
Lärche	2023	140	3	40	57	33,1
	2022	142	11	40	49	31,9
	2021	141	17	42	41	28,1
	2013	355	34	52	14	18,0
	2004	357	20	49	31	24,3
	1994	357	50	35	15	15,8
	1984	349	75	21	4	7,7
Esche	2023	112	2	35	63	43,0
	2022	115	13	35	52	36,0
	2021	119	17	34	49	34,1
	2013	198	24	51	25	20,5
	2004	152	26	54	20	21,1
	1994	103	63	31	6	12,2
	1984	96	92	7	1	4,6
Hainbuche	2023	106	7	39	54	32,7
	2022	106	21	42	37	27,6
	2021	105	10	57	33	27,7
	2013	328	37	54	9	16,9
	2004	291	13	31	56	30,4
	1994	241	37	49	14	17,8
	1984	224	63	29	8	11,9
Andere Laubbaum- arten	2023	361	26	49	25	23,0
	2022	357	30	45	25	21,7
	2021	349	40	36	24	19,3
	2013	947	48	40	12	15,2
	2004	786	39	38	23	19,9
	1994	619	60	27	13	13,5
	1984	498	76	17	7	9,1

Die Vitalität der Hainbuche hat sich gegenüber dem Vorjahr merklich verschlechtert. Der Anteil der deutlichen Schäden ist um 17 Prozentpunkte, die mittlere Kronenverlichtung um 5,0 Prozentpunkt angestiegen. Stark geschädigt sind 5,7 % der Probebäume, frisch abgestorben ist keiner der Probebäume.

Die Hainbuche wächst vergleichsweise häufig in den Gebieten alter Niederwälder in den Seitentälern von Rhein und Mosel und ist an die dort herrschenden Standortverhältnisse gut angepasst. Diese Standorte sind aber auch vergleichsweise trocken.

Im Jahr 2023 wurde an 99 % der Hainbuchen ein Fruchtbehang festgestellt und damit extrem häufig (Vorjahr 8 %). Bei etwa zwei Drittel der Probebäume ist der Fruchtbehang auch sehr stark, teilweise sind in der gesamten Lichtkrone keine Laubblätter, sondern nur Fruchtstände zu sehen. Die Fruchtstände der Hainbuche sind jedoch durch grüne Hochblätter getragen, die zur Photosynthese des Baumes beitragen und daher zur normalen Laubmasse gerechnet werden. Damit führt der Fruchtbehang bei der Hainbuche nicht automatisch zu einer höheren Kronenverlichtung. Bei extremen Fruchtbehang ist jedoch die Struktur verändert und die Transparenz der Baumkrone

höher, sodass 2023 der festgestellte Anstieg der Kronenverlichtung doch dem extremen Fruchtbehang geschuldet sein dürfte.

Schäden durch Insektenbefall wurden an 8 % der Probebäume beobachtet, damit seltener als im Vorjahr und nur in geringer Intensität und ohne erkennbaren Einfluss auf den Kronenzustand.

Vergilbung wurde an 8 % der Probebäume notiert (im Vorjahr 25 %, davon 6 % merklich), hier dürfte der Zeitpunkt der Erhebung einen wesentlichen Einfluss gehabt haben, da die Fruchtstände merklich früher im Jahr verfärbten als normale Laubblätter.

Bei den weiteren Baumarten tendieren die meisten zu einer Verschlechterung ihres Kronenzustandes. Besonders die Ahorne waren betroffen, die 2023 vergleichsweise starken Fruchtbehang aufwiesen, dieser starke Fruchtbehang führt auch meist zu einer reduzierten Blattmasse und höherer Transparenz der Baumkrone. Bei Birke, Eberesche, Roteiche, Erle und Tanne war ebenso ein merklicher Anstieg der Kronenverlichtung zu verzeichnen. Ein tendenzieller Rückgang des Schadniveaus gegenüber dem Vorjahr konnte nur bei der Edelkastanie, Kirsche, Linde und Pappel festgestellt werden.

Einfluss ausgeschiedener und ersetzter Probebäume

Von den markierten Stichprobenbäumen scheiden jedes Jahr einige aus dem Beobachtungskollektiv aus. Die Waldteile, in denen die Aufnahmepunkte der Waldzustandserhebung angelegt und die Stichprobenbäume markiert sind, werden meist regulär bewirtschaftet.

Maßgeblich sind dabei die Ziele der jeweiligen Waldbesitzenden. Einzelne Probebäume werden daher im Zuge von Pflege- oder Ernteeingriffen gefällt. Zudem werden durch Sturmwurf, Schneebruch oder Insektenbefall betroffene Bäume entnommen. Probebäume scheiden aber auch, ohne dass sie im Rahmen von Hiebsmaßnahmen entnommen wurden, nach Sturmwurf, einem Kronenbruch oder wenn sie von Nachbarbäumen

überwachsen wurden aus dem Stichprobenkollektiv aus. Ein Ersatz ausgeschiedener Probebäume ist notwendig, damit die Waldzustandserhebung den aktuellen Zustand des Waldes widerspiegelt. Im Jahr 2023 sind insgesamt 148 Probebäume ausgeschieden, von denen 100 ersetzt werden konnten. Insgesamt sind zwei Aufnahmepunkte komplett ausgeschieden. Bis zur Etablierung des Baumnachwuchses ruht die Erhebung an diesen Punkten. Von den im Jahr 1984 angelegten 148 Aufnahmepunkten und den damals ausgewählten 3.480 Probebäumen sind noch 1.166 im Kollektiv der Stichprobe erhalten. Das sind 33,5 % des ursprünglichen Gesamtkollektivs.

Stehende, abgestorbene Probebäume verbleiben mit 100 % Nadel-/Blattverlust als bewertbare Probebäume im Aufnahmekollektiv, bis das feine Reisig aus der Krone herausgebrochen ist. Danach werden sie aus dem Probebaumkollektiv entfernt. Insgesamt wurden 64 abgestorbene Probebäume im Kollektiv vermerkt, davon waren 28 bereits beim letzten Erhebungstermin 2022 tot. Im Jahr 2023 selbst waren 36 Probebäume frisch abgestorben, das entspricht einer Absterberate von 1,0 %. Von den im Jahr 2022 bereits abgestorbenen Probebäumen schieden 46 aus dem Stichprobenkollektiv aus, da das Feinreisig herausgebrochen war, sie im Zuge einer regulären Holzernte mit entnommen wurden, sie umgefallen waren oder von Nachbarbäumen deutlich überwachsen wurden.

Insgesamt ist der Einfluss des Ersatzes oder der Neuaufnahme von Probebäumen auf die Entwicklung der Schadstufenverteilung des gesamten Stichprobenkollektivs gering aber stetig und gleichgerichtet. Auch im Jahr 2023 war der Anteil der deutlich geschädigten Ersatzbäume merklich geringer als unter den ausgeschiedenen Probebäumen im Vorjahr. In den letzten Jahren wurden auch vergleichsweise häufig bereits abgestorbene Bäume entnommen. Über die gesamte Zeitreihe hinweg bis zum Jahr 2020 betrachtet, unterschied sich die Schadstufenverteilung der Ersatzbäume nicht wesentlich von der ihrer Vorgänger zum letzten Bonitieringstermin. Lediglich

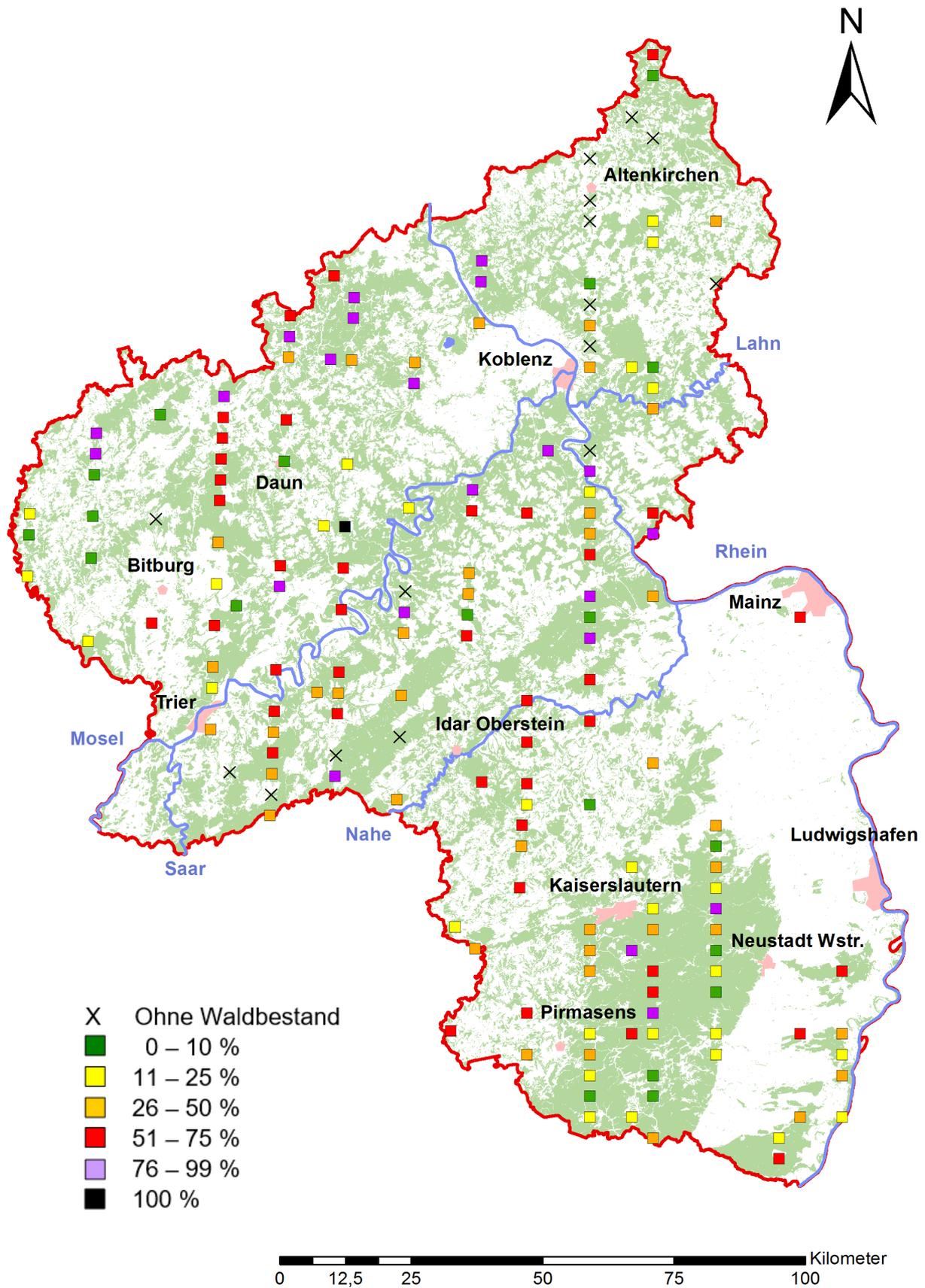
stark geschädigte oder abgestorbene Bäume (Schadstufen 3 und 4) waren schon immer eher aus dem Stichprobenkollektiv ausgeschieden, wohingegen die Ersatzbäume nur selten in diese beiden Schadstufen fielen. Wegen der geringen absoluten Anzahl ausgeschiedener und ersetzter Probebäume machte sich dieser Effekt im Gesamtkollektiv der Probebäume bisher nicht wesentlich bemerkbar. Seit 2020 erreichen die absoluten Anzahlen allerdings Werte, die sich in der Schadstufenverteilung bemerkbar machen, in Summa sind 237 Fichten-Probebäume infolge Borkenkäferschäden ausgeschieden, die an jetzt ruhenden Aufnahmepunkten standen. Für die Fichte bedeutet dies einen massiven Rückgang im Stichprobenkollektiv. Wären diese Probebäume noch im Aufnahmekollektiv vorhanden, so würden sie als abgestorben den Anteil an Fichten in der Schadstufe 4 um 4,4 (2021) bis 12,9 (2020) Prozentpunkte höher ausfallen lassen, im Jahr 2023 um 7,2 Prozentpunkte.

Wird jedoch die Entwicklung der Verteilung nach Blatt-/Nadelverlust in 5% Stufen der Gesamtkollektive 1984 und 2023, der der Probebäume, die seit 1984 im Stichprobenkollektiv vorhanden sind (identische Probebäume) gegenübergestellt, so lässt der Vergleich dieser beiden Kollektive keine unterschiedliche Interpretation der Schadentwicklung zu. Der einzige merkliche Unterschied der Verteilung des Gesamtkollektives 2023 gegenüber den identischen Probebäumen besteht im Bereich der Bäume ohne sichtbare Schadmerkmale (Schadstufe 0; 0 % bis 10 % Blatt-/Nadelverlust), da bei den seit 1984 im Kollektiv befindlichen Probebäumen logischerweise die in der Regel wenig geschädigten Altersstufen der jungen Bäume bis 40 Jahre fehlen; entsprechend sind die Anteile bei den schwachen Schäden höher.

Regionale Verteilung der Waldzustandsbefunde

Der am einzelnen Aufnahmepunkt festgestellte Grad der Schädigung sagt unmittelbar nur etwas über die Probebäume selbst und allenfalls über den in Artenszusammensetzung und Alter entsprechend umgebenden Waldbestand aus. Das Schadniveau der einzelnen Aufnahmepunkte variiert erheblich. Punkte, die keine oder nur wenige deutlich geschädigte Probebäume aufweisen, liegen in direkter Nachbarschaft von solchen, an denen über die Hälfte oder fast alle Probebäume deutlich geschädigt sind. Erst die Zusammenfassung der Ergebnisse aus einer gewissen Anzahl von Aufnahmepunkten erlaubt eine repräsentative Aussage für eine Region. Je höher dabei die Zahl der Stichprobenbäume ist, umso zuverlässiger ist die gewonnene Aussage.

Eine ausführliche Darstellung der Regionalisierung der Kronenverlichtung für den Wald insgesamt und die Baumarten Fichte, Buche, Eiche und Kiefer findet sich in der Internetpräsentation der Forschungsanstalt für Waldökologie und Forstwirtschaft:
<https://fawf.wald.rlp.de/de/forschung-und-monitoring-unsere-aufgaben/forstliches-umweltmonitoring/waldzustandserhebung/befunde-neueste-ergebnisse-einflussfaktoren-und-bewertung-der-schadentwicklung-ab-1984/regionale-verteilung/>



EINFLÜSSE AUF DEN WALDZUSTAND



Der Zustand unseres Waldes wird von einer Vielzahl natürlicher und menschenverursachter Faktoren beeinflusst.

Die mehr als drei Jahrzehnte zurückreichenden Messreihen des Forstlichen Umweltmonitorings belegen die Erfolge der Luftreinhaltemaßnahmen, zeigen aber auch noch bestehende Defizite auf. Der Eintrag an Schwefel und Schwermetallen ist deutlich zurückgegangen. Die Stickstoffeinträge sind demgegenüber nur wenig reduziert und übersteigen die Schwellenwerte der Ökosystemverträglichkeit. Zudem liegt die Säurebelastung - ohne gezielte Gegenmaßnahmen, wie vor allem die Bodenschutzkalkung - noch über dem Pufferpotenzial vieler Waldstandorte. Auch Ozon wirkt sich nach wie vor waldschädigend aus.

Im Rahmen des Forstlichen Umweltmonitorings werden alle wesentlichen Einflussfaktoren auf den Waldzustand erfasst und die Reaktionen der Waldökosysteme auf die komplexen Stresswirkungen untersucht. Nachfolgend sind die wichtigsten Befunde zusammengefasst. Eine detaillierte Darstellung der Zeitreihen zur Luftschadstoffbelastung und der natürlichen Stresseinflüsse sowie ihrer vielfältigen Wechselbeziehungen findet sich auf den Webseiten der Forschungsanstalt für Waldökologie und Forstwirtschaft Rheinland-Pfalz:

<https://fawf.wald.rlp.de/de/forschung-und-monitoring-unsere-aufgaben/forstliches-umweltmonitoring/dauerbeobachtungsflaechen/forschung-an-dauerbeobachtungsflaechen/>

ENTWICKLUNG DER LUFTSCHADSTOFFBELASTUNG

Die Einwirkungen von Luftverunreinigungen auf die Waldökosysteme erfolgen sowohl über den Luftpfad als auch über den Bodenpfad. Über den Luftpfad wirken vor allem gasförmige Luftverunreinigungen wie Schwefeldioxid, Stickstoffdioxid, Ammoniak und Ozon unmittelbar auf die Nadeln und Blätter der Bäume ein und verursachen physiologisch-biochemische Stressreaktionen. Luftverunreinigungen, die von Wolken- und Regentropfen aufgenommen oder von den Baumkronen ausgefiltert werden und dann mit den nachfolgenden Niederschlägen auf den Boden

gelangen, beeinflussen die Waldökosysteme über den Bodenpfad. Sie verändern das chemische Bodenmilieu insbesondere über Versauerung und Eutrophierung und können durch Veränderungen im Nährelementangebot und Schädigung der Baumwurzeln den Wasser- und Nährstoffhaushalt der Bäume beeinträchtigen. Nicht zuletzt beeinträchtigen sie das hochvernetzte tierische, pflanzliche, pilzliche und bakterielle Bodenleben. In dem Stressorenkomplex, der auf den Wald einwirkt, stellen Luftschadstoffe meist eine chronische Belastung dar, die langfristig destabilisierend wirkt. Die Waldökosysteme werden hierdurch anfälliger gegenüber kurzfristig einwirkenden Stressfaktoren wie Witterungsextremen, Insektenfraß, Pilzbefall oder starker Fruchtbildung.

Schwefel

Schwefelverbindungen werden insbesondere bei der Verbrennung fossiler Brennstoffe in Kraftwerken, Industriefeuerungsanlagen und Heizungen freigesetzt. Durch Rauchgasentschwefelung in Kraftwerken, Altanlagenanierung und Einsatz schwefelarmer bzw. schwefelfreier Kraft- und Brennstoffe im Kraftfahrzeug- und Hausbrandbereich konnte die Schwefeldioxidemission überaus wirksam reduziert werden. Aktuell werden in Deutschland noch etwa **254.000** Tonnen SO₂ ausgestoßen, gegenüber fast **5,5** Millionen Tonnen im Jahr 1990. Dies entspricht einer Reduktion um 95 %. Die Emissionsminderung hat sich auch in einer erheblichen Verringerung der

Entwicklung der Schadstoffemissionen in Deutschland

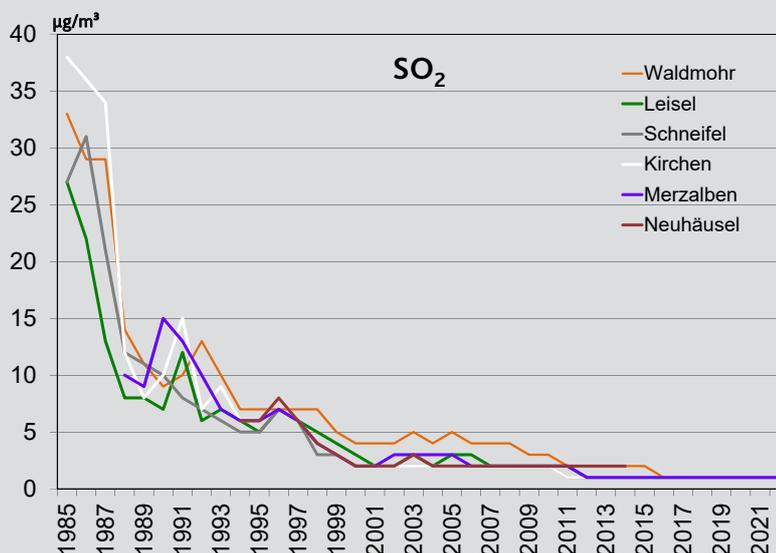
Schadstoffe in Kilotonnen [kt]	1980	1990	2000	2010	2020	2021	Veränderung in % 1990 - 2021
Schwefeldioxid (SO ₂)	7514	5460	643	403	233	254	- 95 %
Stickoxide (NO _x)	3334	2839	1893	1445	978	966	- 66 %
Ammoniak (NH ₃)	835	718	624	614	537	516	- 29 %
Flüchtige organische Verbindungen [ohne Methan] (NMVOC)	3224	3892	1806	1362	1036	1044	- 74 %

Quelle: Umweltbundesamt (März 2023): <https://www.umweltbundesamt.de/daten/luft/luftschadstoff-emissionen-in-deutschland#entwicklung-der-luftschadstoffbelastung-;>
für 1980: UNECE 2012: www.emep.int

Belastung der Waldökosysteme ausgewirkt: Mitte der 1980er Jahre lagen die Jahresmittelwerte der Schwefeldioxidkonzentrationen an den Waldstationen des Zentralen Immissionsmessnetzes (ZIMEN) noch zwischen 25 und 40 µg/m³. Aktuell werden dagegen nur noch Jahresmittelwerte von 1 µg/m³ ermittelt. Selbst bei austauscharmen Wetterlagen im Winter steigen die SO₂-Gehalte kaum mehr über 10 µg/m³ im Tagesmittel an. Der Grenzwert für den Schutz von Ökosystemen von 20 µg/m³ im Kalenderjahr und im Wintermittel wird seit vielen Jahren eingehalten. Entsprechend der merklichen Abnahme der Schwefeldioxidemission und -immission ist auch die Belastung der Waldökosysteme über den Bo-

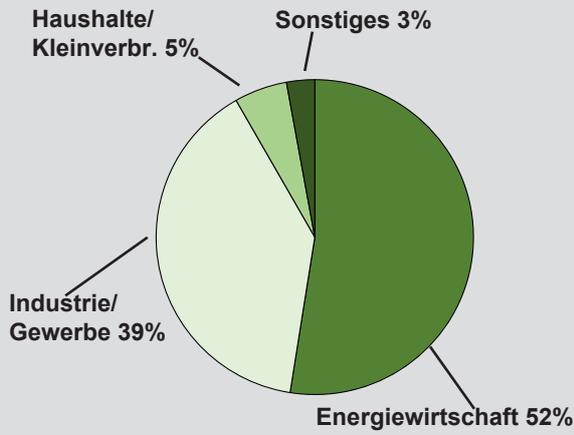
denpfad deutlich zurückgegangen. Während der Schwefeleintrag in Fichtenbeständen zu Beginn der Messreihe Mitte der 1980er Jahre meist zwischen 40 und 70 kg/ha lag, gelangen aktuell meist nur noch 2-7 kg Schwefel auf den Waldboden. Allerdings wurden in Zeiten hoher Einträge große Schwefelvorräte in den Waldböden aufgespeichert, nach den Messdaten der Bodenzustandserhebung II aus dem Jahr 2007 betragen die Schwefelvorräte in unseren Waldböden noch 400 bis 2000 kg/ha, meist in Form von Aluminium-Sulfat. Diese werden langsam wieder gelöst und mit dem Sickerwasser ausgewaschen, so führen diese Altlasten immer noch zu Nährstoffverlusten und tragen zur Bodenversauerung bei.

Jahresmittelwerte der Schwefeldioxidkonzentrationen in Waldgebieten

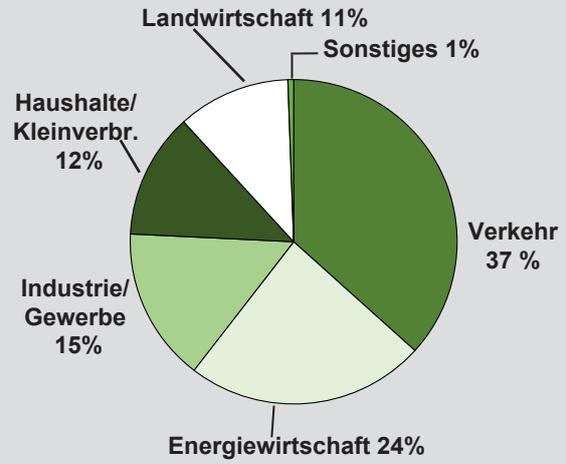


Verteilung der Emissionsquellen wichtiger Luftschadstoffe in Deutschland

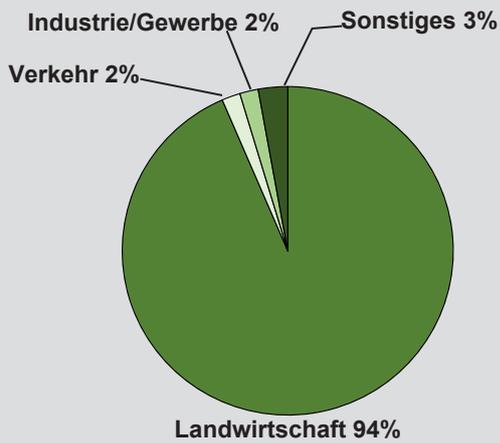
Schwefeldioxid (SO₂)



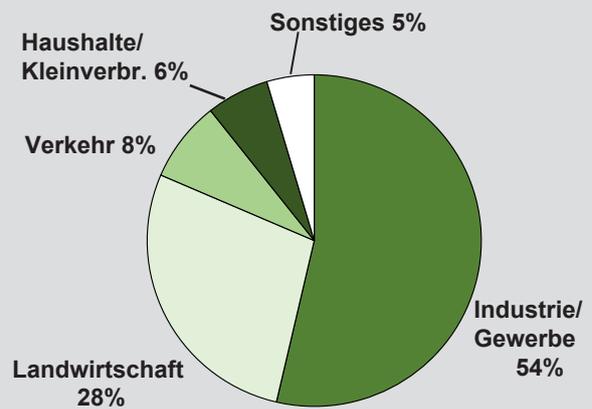
Stickstoffoxide (NO_x)



Ammoniak (NH₃)



Flüchtige organische Verbindungen ohne Methan (NMVOC)



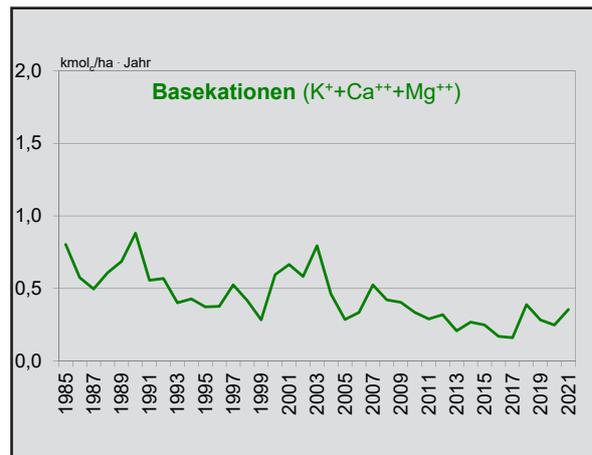
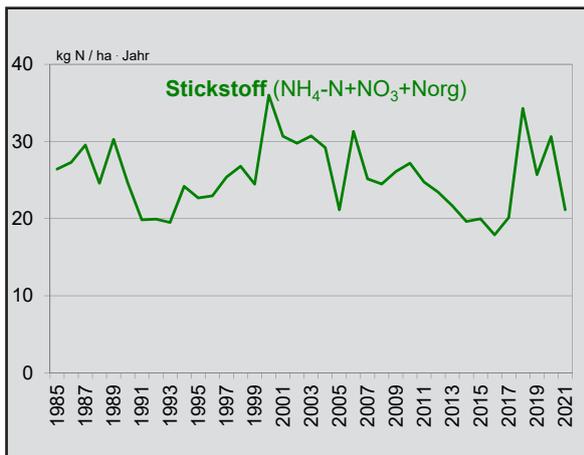
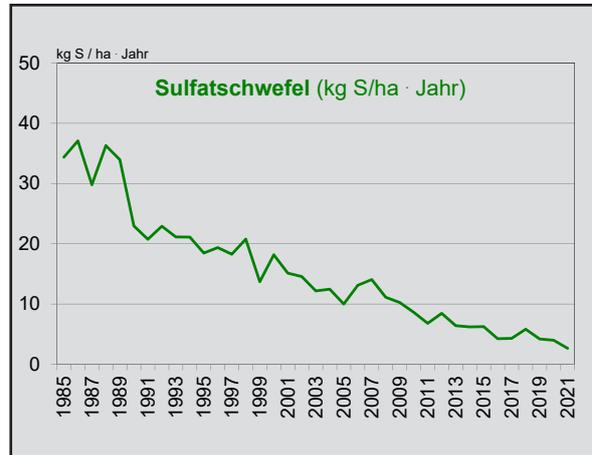
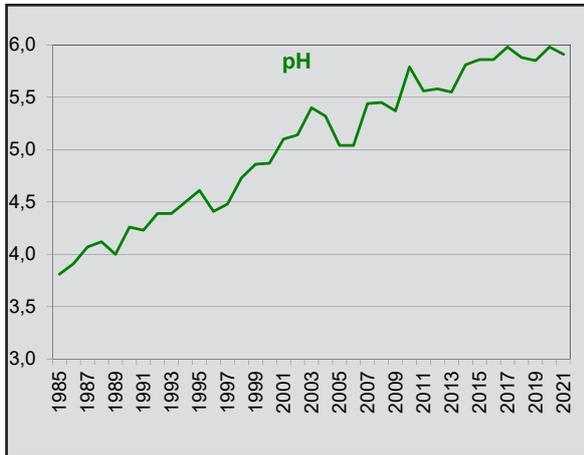
Quelle: Umweltbundesamt 2021: <https://www.umweltbundesamt.de/daten/luft/luftschadstoff-emissionen-in-deutschland>

Verlauf der NO₂-Spitzenkonzentration (98 %-Wert) an der ZIMEN-Waldstation Leisel



Langzeitmessreihe des pH-Wertes im Kronentraufwasser und der Einträge an Sulfatschwefel, Stickstoff (Summe Nitrat-N, Ammonium-N, organisch gebundener N) und Basekationen (Summe K^+ , Ca^{++} , Mg^{++}) in einem Fichtenökosystem im Forstamt Birkenfeld, Hunsrück.

Daten weiterer Messstationen des forstlichen Umweltmonitorings: <https://fawf.wald.rlp.de/de/forschung-und-monitoring-unsere-aufgaben/forstliches-umweltmonitoring/dauerbeobachtungsflaechen/forschung-an-dauerbeobachtungsflaechen>



Stickstoff

Stickstoff in oxidierter Form wird bei Verbrennungsprozessen durch Reaktion des im Brennstoff und in der Verbrennungsluft enthaltenen Stickstoffs, in reduzierter Form hingegen beim mikrobiellen Abbau von Harnstoffen, Proteinen oder ähnlichen biogenen Ausscheidungsprodukten sowie durch Zersetzung ammoniumhaltiger Dünger freigesetzt. Hauptquelle der Stickoxide ist der Straßenverkehr, gefolgt von Kraft- und Heizwerken. Reduzierter Stickstoff (Ammoniak) stammt in Deutschland mit aktuell 94 % aus der landwirtschaftlichen Tierhaltung die restlichen 6 % kommen aus der Herstellung und Anwendung stickstoffhaltiger Mineraldünger, der Rauchgasentstickung und dem Kraftfahrzeugverkehr.

Die Emission der Stickoxide (NO und NO_2 , kalkuliert als NO_2) ist in Deutschland insbesondere durch den Einsatz von Katalysatoren in Kraftfahrzeugen und Entstickungsanlagen in Kraft- und Heizwerken seit 1990 um mehr als 60 % zurückgegangen. Dementsprechend sind auch die Stickstoffdioxidkonzentrationen in der bodennahen Luft, vor allem die NO_2 -Spitzenwerte in den rheinland-pfälzischen Waldgebieten, merklich gesunken.

Bei den reduzierten Stickstoffverbindungen (Ammoniak) konnte die Emission demgegenüber nur wenig (**von 1990 auf 2021 um 29 %**) reduziert werden. Die in der EU-Richtlinie über nationale Emissionshöchstmenge (NEC-Richtlinie

2001/81/EG) für das Jahr 2010 für Deutschland festgelegte Ammoniak-Emissionshöchstmenge von 550 kt je Jahr **wird seit 2020 unterschritten**. Die Ende 2016 verabschiedete Nachfolgerichtlinie (EU 2016/2284) sieht für Deutschland bei Ammoniak eine Emissionsminderungsverpflichtung für 2020 bis 2029 von nur 5 % vor. Erst ab 2030 sollen die Emissionen um 29 % gegenüber dem Jahr 2005 gesenkt sein. Die Projektionen des im Mai 2019 veröffentlichten Nationalen Luftreinhaltprogramms gehen allerdings davon aus, dass die NH_3 -Emissionen bis 2030 lediglich um 8 % vermindert werden können, wenn kein umfangreiches Maßnahmenpaket eingeführt wird. Die schwerwiegende Belastung unseres Waldes durch überhöhte Stickstoffeinträge wird sich mit ihren schädigenden Wirkungen in allen Bereichen des Ökosystems, insbesondere durch die besorgniserregende Schwächung der Bodenlebensgemeinschaften, somit voraussichtlich noch lange auswirken.

Auf den Stickstoffeintrag in den Waldboden (Deposition) hat sich die bislang vornehmlich bei NO_x erreichte Emissionsminderung nur gering ausgewirkt. Auf den über Rheinland-Pfalz verteilten Messflächen des forstlichen Umweltmonitorings liegt allein der Ammonium-Eintrag im Mittel bei 8 kg N/ha, allein dadurch wird bereits die critical loads für Stickstoff für die Mehrzahl unserer Waldökosysteme überschritten. An der Mehrzahl der Messstationen des forstlichen Umweltmonitorings im Wald ist kein signifikant abwärts gerichteter Trend der Stickstoffdeposition zu erkennen.

Säureeinträge

Aufgrund der beträchtlichen Reduktion der Emission von Schwefeldioxid sind die pH-Werte im Niederschlagswasser deutlich angestiegen. Mitte der 1980er Jahre wurden im Freilandniederschlag meist pH-Werte zwischen 4 und 4,5 und im Kronentraufwasser der Fichtenbestände sogar zwischen 3,5 und 3,8 gemessen. Heute liegen die pH-Werte sowohl im Freilandniederschlag als auch in der Kronentraufe **meist über 5**, also mehr als eine pH-Einheit höher. Trotz des mit dem pH-Anstieg im Niederschlagswasser verbundenen

Rückgangs der Säureeinträge in den Waldboden ist die Säurebelastung der Waldökosysteme nach wie vor vielfach zu hoch. Dies ist vor allem auf die hohen Eintragsraten des aus der Landwirtschaft stammenden Ammoniums und auf „Altlasten“ in Form von im Boden gespeicherten Sulfaten zurückzuführen. Letztere stammen aus dem bis in die 1990er Jahre hinein hohen Eintrag an Schwefelverbindungen aus der Emission von Luftverunreinigungen. Auch der Basenentzug mit der Holzernte und die Auswaschung organischer Anionen tragen zur Bodenversauerung bei. Auf den in Rheinland-Pfalz häufig basenarmen Waldböden reichen die Basenfreisetzung aus der Mineralverwitterung und der Basekationeneintrag aus der atmosphärischen Deposition meist nicht aus, diese Säurebelastungen ökosystemverträglich zu puffern. Daher sind zum Schutz unserer Waldökosysteme nach wie vor weitere Anstrengungen zur Verringerung der Emission der Säurevorläufer und eine Fortsetzung der Bodenschutzkalkungen erforderlich. Einen wesentlichen Beitrag leistet auch die systematische standortdifferenzierte Belassung von Holzbiomasse in den Wäldern zur Gewährleistung der Nährstoffnachhaltigkeit der Waldböden. Dieser ist auch die konsequente Umsetzung der Biotopbaum-, Altbaum- Totholz-Richtlinie (BAT-Richtlinie) zuträglich. Sie sichert mit besonderem Augenmerk auf eine Vernetzung die existenziellen Grundlagen der stofflichen, aber auch der energetischen und der lebensraumbezogenen Ausstattung zur Aufrechterhaltung der Biodiversität.

Ozon

Ozon ist eine sehr reaktionsfreudige Form des Sauerstoffs mit drei O-Atomen (O_3). Das in der bodennahen Atmosphäre befindliche Ozon kann über die Spaltöffnungen ins Blattinnere von Pflanzen gelangen. Hohe Ozonbelastungen beeinträchtigen das Pflanzenwachstum und reduzieren die Kohlenstoffspeicherung. In der Stratosphäre befindliches Ozon schützt uns demgegenüber vor schädlicher ultravioletter Strahlung.

Ozon entsteht als sekundäre Luftverunreinigung aus Vorläufersubstanzen, im Wesentlichen aus Luftsauerstoff (O_2), Stickoxiden (NO_x) und flüchtigen Kohlenwasserstoffen (NMVOC), unter der Einwirkung der Sonneneinstrahlung. Die Ozon-

vorläufersubstanzen gelangen aus natürlichen und anthropogenen Quellen in die Atmosphäre. In Mitteleuropa entstammt das waldbelastende Ozon im Wesentlichen der photochemischen Ozonbildung aus anthropogenen Vorläufersubstanzen.

Entscheidend für die Ozonkonzentration ist nicht nur die Konzentration der Vorläufersubstanzen, sondern insbesondere auch der Witterungsverlauf. Hohe Ozonkonzentrationen sind daher vor allem in sonnenscheinreichen Sommern zu erwarten. Trotz der bereits erheblichen Verringerung der Emission der Ozonvorläufersubstanzen Stickoxide und flüchtige Kohlenwasserstoffe, ist das Ozonbildungspotenzial nach wie vor hoch.

Ozonmessungen erfolgen im Rahmen des rheinland-pfälzischen Forstlichen Umweltmonitorings an fünf ZIMEN-Waldstationen sowie an einem weiteren Standort mit Passivsammlern. Die Befunde werden nach der MPOC (Maximum Permissible Ozone Concentration)-Methode, dem AOT 40 (Accumulated Ozone exposure over a Threshold of 40 parts per billion) und dem Ozonfluss basierten PODy (Phytotoxic Ozone Dose) bewertet.

Alle Bewertungsverfahren belegen, dass unsere Wälder trotz des Rückgangs bei den kurzfristigen Ozonspitzenwerten nach wie vor einer erhebli-

Eine detaillierte Darstellung der Luftschadstoffbelastung der rheinland-pfälzischen Wälder und eine Bewertung der Befunde finden Sie auf den Webseiten der Forschungsanstalt für Waldökologie und Forstwirtschaft:

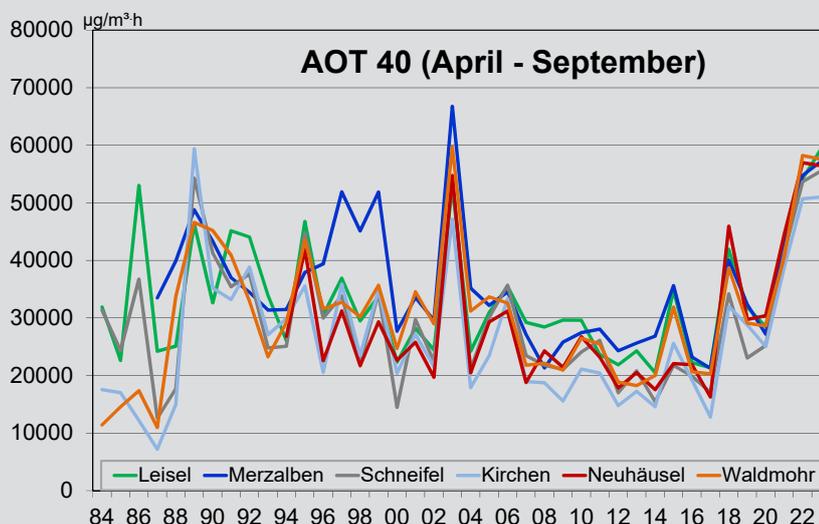
<https://fawf.wald.rlp.de/de/forschung-und-monitoring-unsere-aufgaben/forstliches-umweltmonitoring/luftschadstoffe/luftschadstoffbelastung-des-waldes/>

Tagesaktuelle Luftschadstoffdaten enthält die Internetpräsentation www.luft.rlp.de

chen Ozonbelastung ausgesetzt sind. An allen Standorten werden die Verträglichkeitsgrenzen deutlich überschritten. Dies belegt die Notwendigkeit weiterer Maßnahmen zur Reduktion der Emission der Ozonvorläufersubstanzen Stickstoffoxide und flüchtige Kohlenwasserstoffe.

Eine eingehendere Darstellung der Ozonbelastung unserer Wälder mit Kalkulationen der für die Entstehung von Ozonschäden an Bäumen entscheidenden Ozonaufnahme über die Spaltöffnungen der Blätter oder Nadeln enthält der Beitrag „Ozonbelastung rheinland-pfälzischer und saarländischer Waldökosysteme“ im Waldzustandsbericht 2015 (<https://fawf.wald.rlp.de/de/veroeffentlichungen/waldzustandsbericht/>).

AOT 40-Werte - April bis September - an den ZIMEN-Waldstationen (Messhöhe 3 m)



KLIMAWANDEL UND WITTERUNGS- VERHÄLTNISSE

In den letzten Jahren ist die Witterung in Rheinland-Pfalz in mehrfacher Hinsicht als außergewöhnlich zu bezeichnen, trat doch in jedem Jahr mindestens ein Extremereignis auf: Hitzeperioden, langanhaltende Trockenperioden in den Vegetationszeiten, Nass-Schneefälle im Winter oder beginnendem Frühjahr oder Sommerhochwasser. So muss man sich der Erkenntnis stellen, dass solche Extremereignisse wohl nunmehr immer häufiger zum Verlauf eines jeden Jahres gehören.

Die Witterung wirkt in vielfältiger Weise auf den Wald ein. Zum einen können unmittelbar Schäden an den Bäumen entstehen, beispielsweise durch sommerliche Trockenheit, Früh- oder Spätfrost, Nassschnee, Sturm oder Hagel. Zum anderen beeinflusst die Witterung die Ozonkonzentration, den Bodenchemismus, die Bildung von Blütenknospen, die Fruktifikation und viele andere Abläufe in den Waldökosystemen. Von besonderer Bedeutung, auch wenn sie sich der unmittelbaren Wahrnehmbarkeit entzieht, ist die Wirkung der Witterung auf das hochvernetzte tierische, pflanzliche, pilzliche und bakterielle Bodenleben. Dies gilt im Wald besonders mit Blick auf die Wurzelsysteme mit den Mykorrhizapartnern der Bäume. Einen großen Einfluss hat die Witterung auch auf Massenvermehrungen von Schadinsekten und Pilzkrankheiten. Daher ist auch der Witterungsverlauf für die von Jahr zu Jahr auftretenden Veränderungen im Kronenzustand der Bäume mitverantwortlich.

Der Vitalitätszustand der Bäume wird nicht nur von der Witterung des aktuellen Jahres, sondern auch von den Witterungsverläufen der Vorjahre beeinflusst. Die forstlichen Vegetationszeiten (Mai bis September) waren seit 1997 im Vergleich zum langjährigen Mittel der Referenzperiode 1881 bis 1910 fast ausnahmslos zu warm. Für die Periode 1993 bis 2022 liegt die mittlere Temperatur der Vegetationsperiode mittlerweile mit 16,2 °C um 1,5 °C höher als das langjährige Mittel der Referenzperiode 1881 bis 1910 mit 14,7 °C. In diesen Daten werden die Auswirkungen des

Die Daten der *rheinland*-pfälzischen Waldklimastationen und vieler weiterer Messstationen in Rheinland-Pfalz finden Sie im Landesportal <https://www.wetter.rlp.de>

Neben aktuellen und vergangenen Messwerten können für alle Stationen auch Wettervorhersagen abgefragt werden.

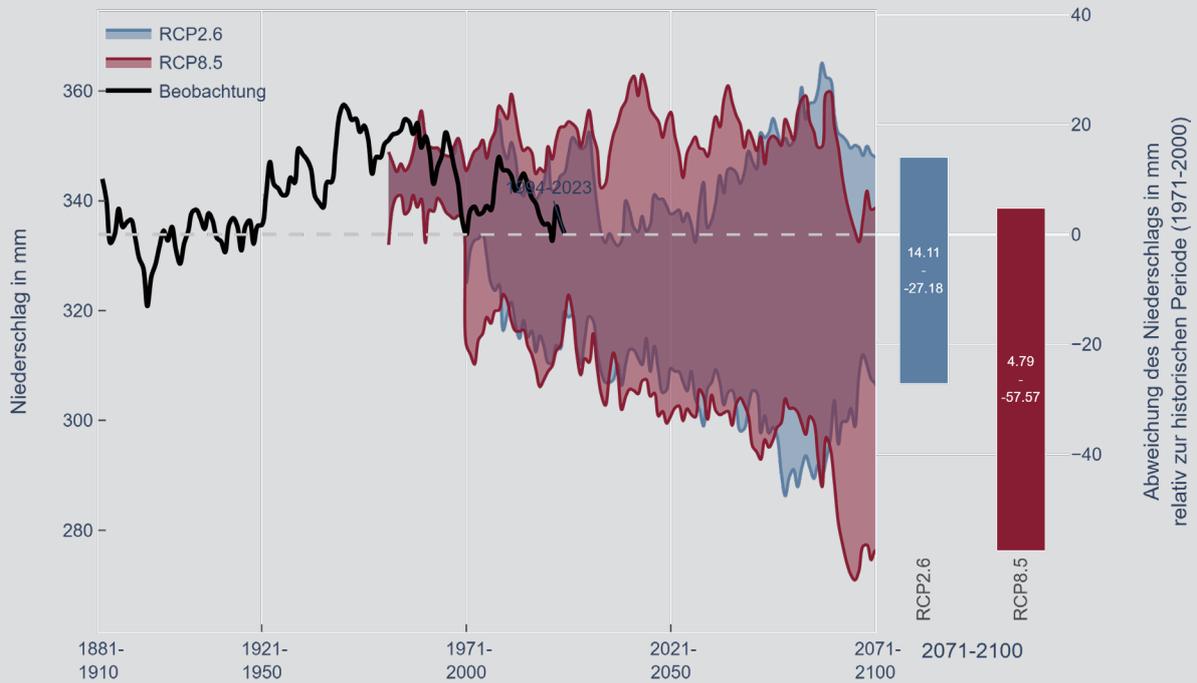
Informationen zum gegenwärtigen Klima, dem detaillierten Witterungsverlauf seit 1951, zu Projektionen des möglichen zukünftigen Klimas in Rheinland-Pfalz, den möglichen Folgen des Klimawandels und Hintergrundinformationen zu den Themen Klima, Klimawandel und Klimawandelfolgen sowie Forschungsprojekten finden Sie im Internet unter www.kwis-rlp.de

Klimawandels sichtbar. Regionale Klimamodelle projizieren für Rheinland-Pfalz in der forstlichen Vegetationszeit bis zum Ende des Jahrhunderts einen Temperaturanstieg von ca. 2,6 bis 4,4 °C gegenüber dem Vergleichszeitraum 1971 bis 2000 im Szenario „kein Klimaschutz“. Bei der möglichen zukünftigen Niederschlagsentwicklung sind die Unsicherheiten in den Klimaprojektionen noch groß. Es deutet sich insbesondere eine Abnahme der Niederschlagsmengen im Sommer und in der forstlichen Vegetationszeit an.

Die letzten Jahre zeigten eine sehr ungleichmäßige Verteilung der Niederschläge sowohl im Jahresverlauf als auch zwischen den Regionen. Daher ist eine Zunahme der direkten und indirekten witterungsbedingten Schäden in den Waldökosystemen zu befürchten.

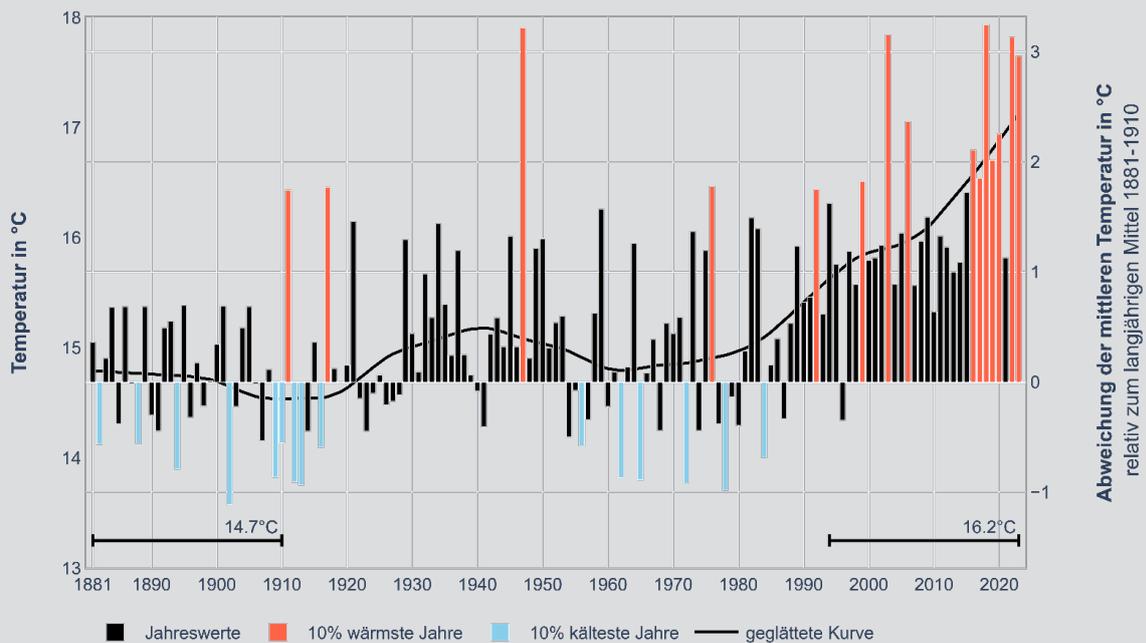
Das Vorjahr war geprägt durch einen sehr trockenen und sonnenreichen März. Generell lagen im Frühjahr 2022 die Temperaturen über, die Niederschläge dagegen merklich unter dem langjährigen Mittel 1991 - 2020. Nach einem wechselhaften April folgte ein sehr trockener, warmer und sonnenreicher Sommer. Dies führte besonders in den Monaten Juli und August in allen Tiefenschichten zu geringen Bodenfeuchtwerten, die für die Waldbäume Trockenstress bedeutet. Erst der September sorgte für ausreichend Niederschläge.

Beobachteter Verlauf des Niederschlags in der forstlichen Vegetationszeit (Mai – Sept.) von 1881 bis 2023 und die Bandbreite seiner Projektion bis 2100 nach zwei verschiedenen Klimaszenarien.
(Vergleich anhand des Flächenmittels für Rheinland-Pfalz). Quelle: Deutscher Wetterdienst



Datenverarbeitung: Rheinland-Pfalz Kompetenzzentrum für Klimawandelfolgen
Beobachtungsdaten: Deutscher Wetterdienst
Visualisierung: RLP-KfK und LfU RLP (Landesamt für Umwelt)
Projektionsdaten: bias-adjustiertes RLP-Ensemble (Datengrundlage CORDEX und ReKlIEs-De)

Abweichung der Temperatur in der forstlichen Vegetationsperiode (Mai - Sep.) im Vergleich zum 30-jährigen Mittel der vorindustriellen Zeit (1881 - 1910).
(Vergleich anhand des Flächenmittels für Rheinland-Pfalz). Quelle: Deutscher Wetterdienst



Datenquelle: Deutscher Wetterdienst

Datenverarbeitung: Rheinland-Pfalz Kompetenzzentrum für Klimawandelfolgen

Generell war der Herbst auffallend warm und nass. So fiel in Rheinland-Pfalz nach dem Saarland deutschlandweit der meiste Niederschlag.

Das Jahr 2023 startete nach einem milden Winter mit einem sehr niederschlagsreichen und durchschnittlich warmen Frühling. Besonders im März fiel mit 106 mm fast doppelt so viel Niederschlag wie im langjährigen Mittel. Jedoch folgte gerade zum Beginn der Vegetationszeit während des Austriebs der Bäume von Mitte Mai bis Mitte Juli eine sehr trockene und warme Periode, die den Waldbäumen nach dem trockenen und warmen Vorjahr erneut Stress verursachte. Der in dieser Zeit fallende Niederschlag war lokal durch Unwetter mit Starkniederschlägen, Hagel und Sturm geprägt. Die Umweltmessstationen im Wald verdeutlichen mit ihren Ergebnissen die noch günstige Wasserversorgung der Waldbäume im Frühjahr zum Beginn der Vegetationsperiode. Im Mai setzte eine lange Trockenperiode ein, die Bodenfeuchtwerte gingen kontinuierlich zurück

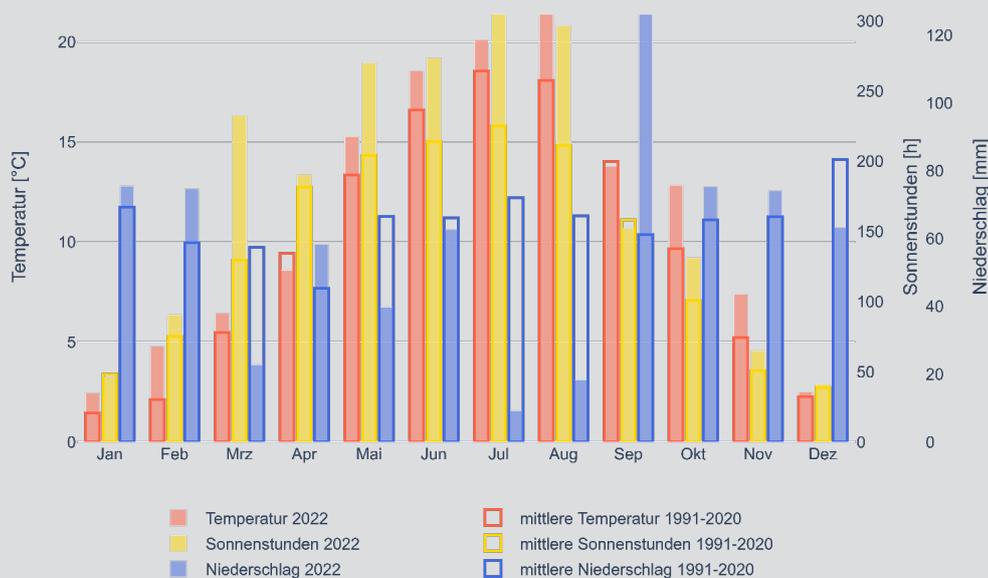
Wetter bezeichnet den Zustand der Atmosphäre zu einem bestimmten Zeitpunkt.

Witterung bezeichnet den allgemeinen, durchschnittlichen oder auch vorherrschenden Charakter des Wetterablaufs eines bestimmten Zeitraums (von einigen Tagen bis zu ganzen Jahreszeiten) bezeichnet.

Klima beschreibt den mittleren Zustand der Atmosphäre über einen längeren Zeitraum, in der Regel von 30 Jahren. Neben dem mittleren Zustand sind auch die Schwankungen im Jahresverlauf und die Variabilität, möglicherweise auftretende Extremwetterereignisse, von Bedeutung.

und erreichten Anfang Juli kritische Werte. Nach ersten lokalen Niederschlägen ab Mitte Juli konnten sich die Bodenwasservorräte durch gleichmäßigere Regenfälle ab Ende Juli im Laufe des Augusts wieder regenerieren.

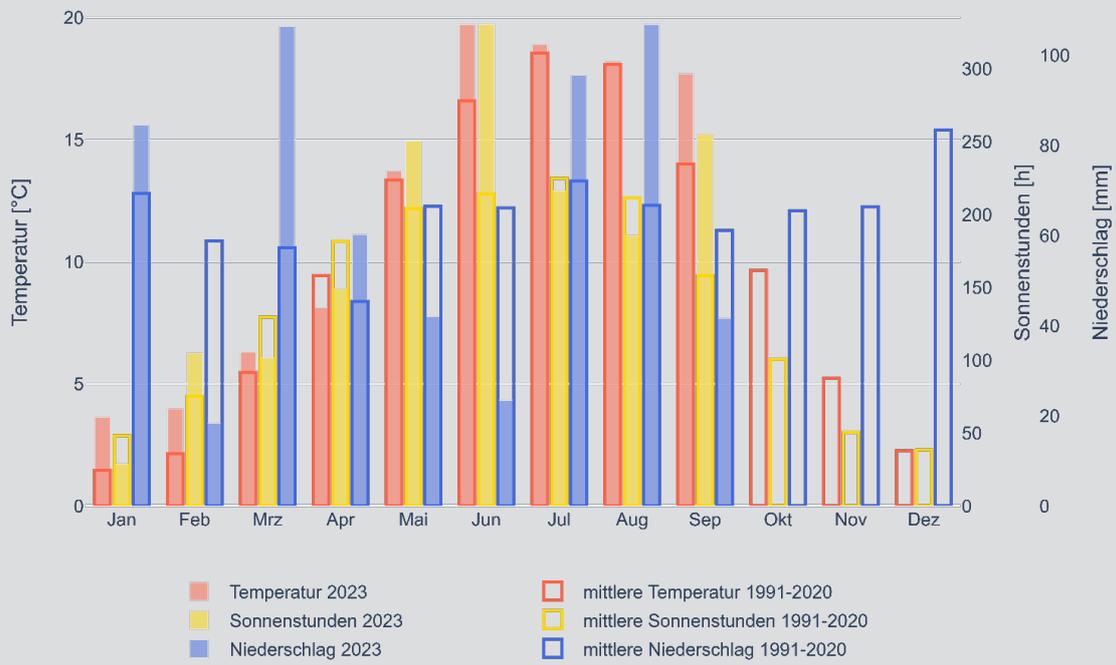
Klimadiagramm für das langjährige Mittel 1991 - 2020 und das Einzeljahr 2022 zum Vergleich für Rheinland-Pfalz



Datenquelle: Deutscher Wetterdienst

Datenverarbeitung: Rheinland-Pfalz Kompetenzzentrum für Klimawandelfolgen

Klimadiagramm für das langjährige Mittel 1991 - 2020 und das Einzeljahr 2023 zum Vergleich für Rheinland-Pfalz



Messstation in der Westeifel bei Wascheid, für Witterungsverlauf, Luftschadstoffkonzentration und Stoffeintrag; Foto: Mike Brando

WALDSCHUTZ

Trockenheit und Hitze führten im vergangenen Jahr zu einer weiteren, häufig örtlich konzentrierten Vitalitätsschwächung der Bäume. Da geschwächte Bäume für den Befall durch Schadorganismen anfälliger sind, werden die Auswirkungen häufig erst in den darauffolgenden Jahren deutlich. Kühle und feuchte Witterungsverläufe bremsen phasenweise die Entwicklung vieler Insektenarten, wie zum Beispiel die des Buchdruckers (*Ips typographus*), und begünstigten die Waldbäume. Trockenheit und Hitze, wie im Monat Juli, verschärfte allerdings nicht nur die örtliche Waldschutz- sondern auch die Waldbrandgefahrensituation. Auch 2023 kam es zu etlichen meist kleineren Waldbrandereignissen. Die Anzahl und die betroffene Waldfläche lagen auf dem Niveau vom langjährigen Durchschnitt, war jedoch wesentlich geringer als im Vorjahr. Die Haupt-Brandsaison lag in der trocken-heißen Periode von Ende Mai bis Ende Juli.

Fichte

Wie im vergangenen Jahr blieben die Wälder von größeren Winterstürmen verschont. Größere Absterbeerscheinungen von Fichtenwäldern betrafen vor allem den westlichen Hunsrück.

Monitoring des Buchdruckers

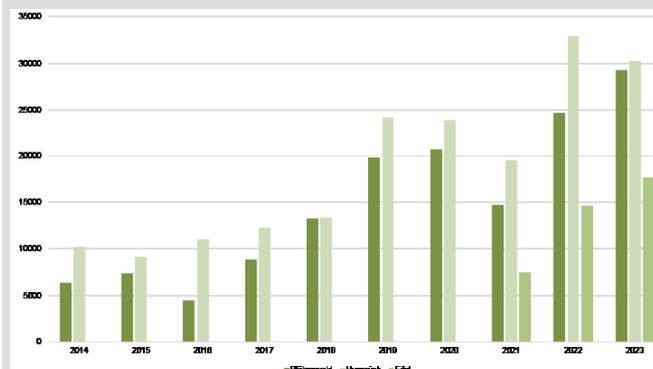
Der Buchdrucker wird gegenwärtig in den Regionen Eifel, Hunsrück und Pfälzerwald mit Hilfe von Schlitzfallen überwacht. Zudem werden an den Standorten im Hunsrück und im Pfälzerwald Brutbeobachtungsstämmen ausgelegt, um die Entwicklung zu verfolgen.

Auf Grundlage dieser Daten werden fortlaufend Empfehlungen zur effektiven Kontrolle der Fichtenwälder auf Stehendbefall für die Waldbesitzenden abgeleitet und wöchentlich aktualisiert (<https://www.wald.rlp.de/de/bewahren/waldschutz-schutz-vor-gegenspielern/borkenkaefer/aktuelle-situation-und-prognose-der-borkenkaeferentwicklung/>).

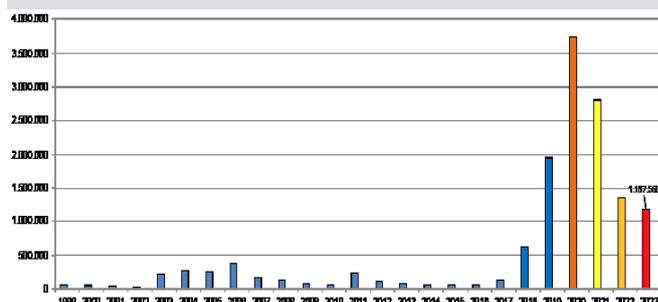


Abgestorbene Fichte; Foto: Tobias Stubenazy

Durchschnittliche Fangzahlen Buchdrucker je Region und Jahr (Eifel: 3 Fallen; Hunsrück: 6 Fallen; Pfälzerwald: 4 Fallen)



Jährliche Käferholzmengen 1999 - 2023 [fm]



Im Vergleich zum Vorjahr nahmen die Käferfangzahlen pro Woche und Falle in den Regionen Eifel und Hunsrück ab. Im Pfälzerwald stiegen die Käferfangzahlen pro Falle im Vergleich zum Vorjahr hingegen leicht an. In den Fichtenschwerpunktgebieten kam es in der Regel zu keiner Anlage einer dritten Käfergeneration mit Ausnahme in tieferen, wärmebegünstigten Lagen.

Rotbuche

Die warmen und trockenen Witterungsverhältnisse der vergangenen Jahre haben die Vitalität der Rotbuchen geschwächt. Gerade ältere Buchen zeigen deutliche Trocknisschäden.



Buchenspringrüssler; Foto: Tobias Stubenazy

Zusätzlich zu aktuellen Trocknisschäden tritt der Buchenspringrüssler (*Orchestes fagi*) in Erscheinung. Häufig kommt neben den Fraßspuren des Buchenspringrüsslers auch ein Befall durch die Buchengallmücke (*Mikiola fagi*) vor. Beide Insekten verursachen aber keine erheblichen Vitalitätsminderungen.

Partielles Kronensterben der Buche; Foto: Tobias Stubenazy

Eiche

Auch die in Mitteleuropa autochthonen Eichenarten weisen aktuell häufig Trocknisschäden auf. Als Profiteur des Klimawandels, nimmt der Befall durch den Zweipunktigen Eichenprachtkäfer (*Agrilus biguttatus*) an den geschwächten Bäumen gegenwärtig deutlich zu. Die sich unter der

Rinde entwickelnden Käferlarven unterbrechen den Saftstrom und bringen bei intensivem Befall einzelne Stark-Äste oder sogar den ganzen Baum zum Absterben. Gerade Extremstandorte, wie zum Beispiel am Donnersberg, sind dieses Jahr massiv betroffen.

Schleimfluss (oben links) und Spechtabschläge (oben rechts) als gut sichtbare, äußere Krankheitssymptome. Unter der Rinde sind die ursächlichen zickzackartigen Fraßgänge der Larven des Eichenprachtkäfers erkennbar (unten links). Nach der Besiedlung mit Prachtkäfern ist der Stofftransport des Baums soweit gestört, dass er in der Regel abstirbt (unten rechts); Fotos: Tobias Stubenazy



Kiefer

Trockenschäden sind zurzeit auch bei Kiefern zu beobachten. Hinzu kommt ein in der Rheinebene inzwischen generell verbreiteter Befall durch die Mistel (*Viscum album subsp. austriacum*), der sich inzwischen auch zunehmend in den Pfälzerwald ausdehnt. Dieser immergrüne Halbschmarotzer beeinträchtigt seine Wirtsbäume hauptsächlich durch die Störung des Wasserhaushalts.

Die durch Hitze und Dürre geschwächten Kiefern werden in zunehmendem Umfang durch Pilzkrankungen, wie das durch *Sphaeropsis sapinea* hervorgerufene Diplodia-Triebsterben, oder auch durch Kiefernborckenkäfer und den Kiefernprachtkäfer befallen und zum Absterben gebracht.

In den letzten Jahren verschärfte sich dieses Phänomen. In der Rheinebene kam es zum Teil zum flächenweisen Absterben von Kiefern.

Weißtanne

Es waren im ganzen Land auch einzelne bis hin zu größeren Gruppen von absterbenden Tannen zu beobachten, häufig in tieferen, exponierten und oftmals flachgründigen Lagen. Die Bäume wurden durch auf Tannen spezialisierte Borken- oder Rüsselkäfer befallen, nachdem sie durch Trockenheit oder Wurzelschäden geschwächt waren.

Douglasie

An Douglasie zeigten sich im Jahresverlauf unterschiedliche Tannenborckenkäferarten, die sich erfolgreich eingebohrt und vollständig entwickelt hatten. Zu nennen sind der Krummzählige Tannenborckenkäfer (*Pityokteines curvidens*) oder der Westliche Tannenborckenkäfer (*Pityokteines spinidens*), die regelmäßig zum Absterben von einzelnen bis hin zum gruppenweisen Absterben von Douglasien beitrugen. Augenscheinlich war dieses Phänomen im Nordpfälzer Bergland aber auch im Moseltal und dem westlichen Hunsrück.



Erfolgreiche Brutanlage von Tannenborckenkäfern an Douglasie; Foto: Tobias Stubenazy

Esche

Das von dem aus Ostasien stammenden neobiologischen Pilz *Hymenoscyphus fraxineus* verursachte Eschentriebsterben hat landesweit zu einem verbreiteten Absterben unzähliger, vor allem junger Eschen sowie zu erheblichen Störungen in den Wäldern geführt, die von dieser Baumart geprägt waren. Betroffen ist insbesondere die Rheinaue mit ihren zahlreichen Fluss- und Bachtalwäldern und ihren eschenreichen Wäldern der nährstoffreichen Waldstandorte. Es besteht allerdings die begründete Hoffnung, dass ein, wenn auch geringer, Teil der Eschen diesem neuen Schaderreger eine natürliche Resistenz oder Toleranz entgegensetzen kann, sodass ein völliges Verschwinden der Eschen nicht zu befürchten ist. Die ökologischen Störungen mit Blick auf die zahlreichen mit der Esche vergesellschafteten oder gar an sie gebundenen Organismen, aber auch die wirtschaftlichen Einbußen durch den Ausfall dieser hochwertigen Holz liefernden Baumart sind beträchtlich.

Ahorn

Ein weiterer neobiotischer Pilz, *Cryptostroma corticale*, der aus Nordamerika eingeschleppt wurde, hat in den vergangenen Jahren erhebliche Schäden vor allem an Bergahornen verursacht und auch Bäume zum Absterben gebracht. Bei dem Erreger handelt sich um einen weiteren Schwächeparasiten, der von den Hitze- und Dürrejahren profitiert. Er löst die sogenannte Rußrindenkrankheit aus. Dabei können die Sporen dieses Pilzes auch beim Menschen zu Atemwegsbeschwerden führen.

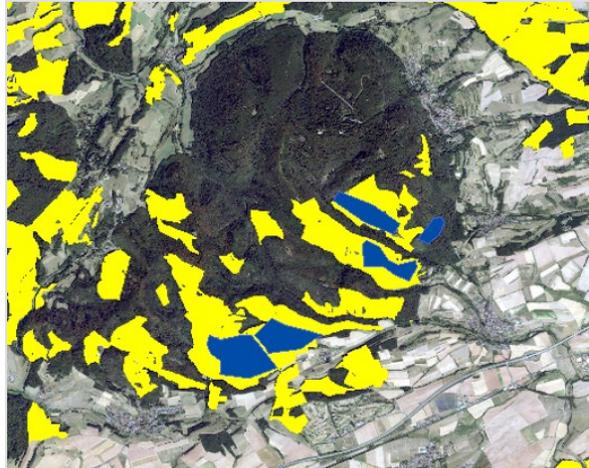
Birke

Landesweit sind vermehrt absterbende Birken in allen Altersklassen zu beobachten. Auch diese Erscheinung ist wesentlich mit den vergangenen Dürre- und Hitzejahren in Zusammenhang zu bringen, in denen selbst diese als widerstandsfähig geltende Pionierbaumart an vielen Stellen empfindlich geschwächt wurde. Als Pioniergehölz kommt den Birkenarten eine entscheidende waldökologische und waldwirtschaftliche Bedeutung bei der Wiederbewaldung von störungsbedingten Freiflächen zu.

Monitoring

Um zu verstehen, wie sich die Bedingungen ändern, und um Baumarten zu schützen, werden die Wälder jährlich auf das Ausmaß und die Intensität des Befalls von Insekten und Krankheiten untersucht. Die Erfassung von Informationen zur Waldschutzsituation aus den Forstämtern blickt auf eine über 60-jährige Tradition zurück. Die Waldschutzsituation wurde immer im Nachgang über die jährliche Waldschutzmeldung der Forstämter erfasst. Seit fünf Jahren erfassen nun die Revierförsterinnen und Revierförster direkt, digital und flächenscharf das Waldschutzgeschehen, auch mit der Möglichkeit, unterjährig relevante Entwicklungen sofort erfassen und melden zu können – etwa mit einem Outdoor-Tablet vom Wald aus.

Luftaufnahme vom Donnersberg mit dem hervorgehobenen Eichenvorkommen (gelbe Flächen) und dem Prachtkäfervorkommen im Jahr 2023 (blaue Flächen).



Die Zahlen aus dem Waldschutzmeldewesen zwischen 2019-2023 unterstreichen die gute Einbeziehung des digitalen Meldeprozesses in die Reviere. Gerade durch die zeitliche unterjährig als auch örtliche Flexibilität der Eingabe. So sind durch die aufmerksamen Praktikerinnen und Praktiker vor Ort zwischen 2019 und 2023 im dWSM über 35.000 Eintragungen und mehr als 100.000 ha an Flächen eingegangen. Mehr als 80 % der Reviere haben sich bisher am dWSM beteiligt. Auch mit Blick auf die visuelle Kontrolle unserer Wälder auf Befall durch Quarantäneschadorganismen werden die Informationen immer wichtiger.

Durch die landesweite Vernetzung werden Waldschutzphänomene sehr schnell transparent. Außerdem helfen die Meldungen aus den Revieren, dass die Daten beschleunigt und vereinfacht in Auswertungen einfließen können. Gerade das Zusammenarbeiten zwischen Bundes- und Landesbehörden und anderen Fachgruppen ist hier sehr eng, um diese Informationen für die Waldentwicklung zu nutzen und um sicherzustellen, dass widerstandsfähige Wälder auch in Zukunft nachhaltig wachsen und bewirtschaftet werden.

VIelfalt UNSERER EICHENWÄLDER – ANGEPA SST UND ANPASSUNGSFÄHIG



Die Eiche ist in Rheinland-Pfalz weit verbreitet, vornehmlich Trauben- und Stiel-Eiche, vereinzelt auch Flaum- und Zerr-Eiche. Die Eichenwaldgesellschaften sind ökologisch wie ökonomisch sehr bedeutend. Unter den gegenwärtigen Klimabedingungen ist die Eiche ausnahmslos sehr gut geeignet und auch unter erwarteten starker Klimaveränderung wird sie nur in den großen Flusstälern geringfügig verlieren aber weiter geeignet sein. Ein wesentlicher Aspekt ist hierbei die Toleranz gegenüber Trockenstress. In verschiedenen Untersuchungen wurden daher die Strategien und das Potential von Eichen aus verschiedenen Regionen und von verschiedenen Standorten im Umgang mit Trockenstress betrachtet. Der Witterungsverlauf ist jedoch auch für die Interaktion zwischen den Eichen und ihren Antagonisten von Bedeutung, die Fähigkeit der Eichen Schädlinge und Krankheiten abzuwehren ist daher ein ebenso wichtiger und zu berücksichtigender Aspekt. In Anbetracht des sich abzeichnenden zunehmenden Befalls durch Prachtkäfer muss dringend gemahnt werden auch die Eichen nur in Mischwäldern anzubauen.

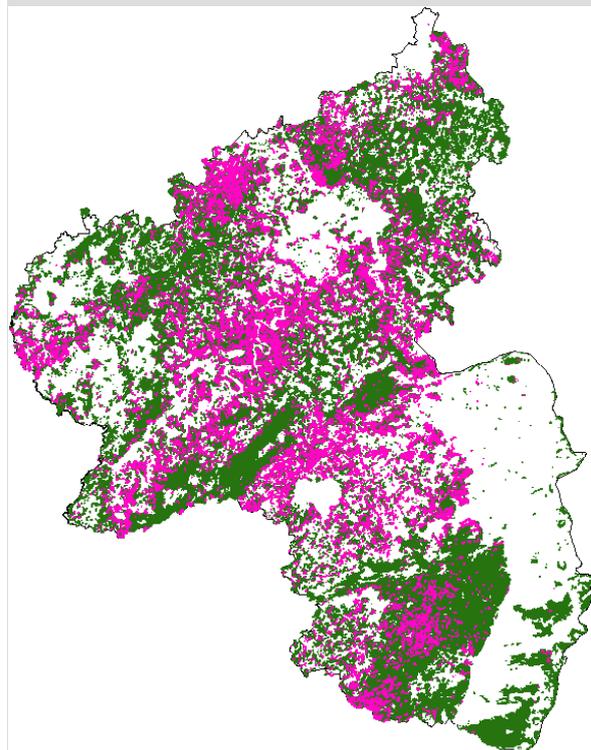
Die rheinland-pfälzischen Eichenwälder

Rheinland-Pfalz ist schon heute die prägnanteste Eichenregion unter den deutschen Ländern: Hier liegt nicht nur der Waldanteil mit insgesamt ca. 42 % besonders hoch, auch die Eichen wachsen mit 20 % doppelt so oft wie anderswo in den Wäldern. Das lässt sich sicher auch geschichtlich erklären, war doch die bäuerliche Waldwirtschaft in der Dorfgemeinschaft bei uns seit dem Mittelalter besonders stark repräsentiert. Diese Wirtschaftsweise sorgte dafür, dass die Eichen wegen ihrer vielfältigen Vorteile für das Leben der Menschen bevorzugt wurden, lieferten sie doch energiereiches Brennholz, Mast für die Viehhaltung, Gerbstoffe für die Lederherstellung, Rohstoff für die Käferei und nicht zuletzt das beste Bauholz sowie vielfältig verwendbares dauerhaftes Nutzholz. Und heute stehen die Eichen beispielsweise aus dem Pfälzerwald für die wertvollsten Stammholzsortimente aus unseren Wäldern, die für hochwertigste Verwendungen international zu Höchstpreisen gehandelt werden.

In Rheinland-Pfalz wachsen vor allem Traubeneichen. Stieleichen kommen entlang des Rheins von Natur aus auf größeren Flächen vor. Flaumeichen finden sich allenfalls punktuell an der Mosel und

S. 46: Aufnahme am Punkt 464 der Waldzustandserhebung bei Sauerthal im Taunus, Eichen auf einem Extremstandort direkt auf dem Felsengrat; Foto: Friedrich Engels

Eichenwälder in Rheinland-Pfalz



Waldorte mit mind. 30 % Anteil Trauben-Eiche (violett), übernommen aus den Daten der Forsteinrichtung für den öffentlichen Wald vor der gesamten Waldfläche (grün), aufbereitet vom Kompetenzzentrum für Klimawandelfolgen Rheinland-Pfalz

Zerreichen vereinzelt im Wasgau. Im übrigen ist die Stieleiche, die vom Eichelhäher selektiv bevorzugt wird, die bestimmende Eichenart der Waldsukzessionsflächen. Allen eichengeprägten Lebensgemeinschaften ist gemeinsam, dass sie eine außergewöhnlich hohe Artenzahl von Mikroorganismen (darunter viele Pilze und Flechten), Pflanzen und Tieren beherbergen. Auch wenn dies gelegentlich mit gewissen Waldschutzproblemen einhergeht, so gelten die Eichen doch als widerstandsfähig gegen biotische und abiotische Belastungen. Insbesondere wird ihnen nachgesagt, dass sie besonders gut mit Trockenheit und Hitze umgehen können. Darauf deutet bereits hin, dass sie eine Mischbaumart auch der submediterranen Laubwälder sind. Auch die Eiche leidet unter den Folgen des Klimawandels, jedoch wird prognostiziert, dass sich das Eichenareal im Klimawandel bei uns deutlich ausweiten könnte.

Aber wie schaffen es diese Bäume, mit belastenden Umweltbedingungen fertig zu werden? Was machen sie anders als andere Baumarten, dass sie sich selbst dann noch gut entwickeln, wenn andere nicht mehr gedeihen? Auf diese Fragen geben die folgenden Ausführungen nicht zuletzt aufbauend auf eigenen Untersuchungen der FAWF in Trippstadt einige Antworten.

Unsere Eichenwälder – Hotspots der Biodiversität

Unter den Eichenwäldern gibt es sowohl solche, die auf trockenen Standorten waldbirtschaftlich immer etwas abseits standen und vom Menschen nur sporadisch aufgesucht wurden. Es gibt aber auch solche, die immer im Mittelpunkt des forstlichen Interesses standen und intensiv bewirtschaftet wurden.

Wir haben uns gefragt, ob den wenig veränderten Reliktbeständen eine andere Bedeutung für die Biodiversität zukommt als den Wäldern, denen die Menschen regelmäßig mehr Aufmerksamkeit geschenkt haben. Zu diesem Zweck haben wir in einem vom Ministerium für Klimaschutz, Umwelt, Energie und Mobilität geförderten Projekt untersucht, welche Habitatstrukturen die Wälder für



Beispiele für einen Eichen-Wirtschaftswald (links) und einen ariden Eichenwald im Pfälzerwald (rechts);
Fotos: FAWF

die Käferfauna vorhalten und welche Käferarten diese Lebensraumrequisiten nutzen. Die Käfer brauchen besondere Habitatstrukturen, die Nahrung und Schutz bieten sowie die Fortpflanzung ermöglichen. In den untersuchten Wäldern gab es Totholz in großer Vielfalt, neben einigen Dürreständern und Stümpfen vor allem Totäste, aber auch häufig Zwiesel, Kronenbrüche oder Rindenrisse. Die trockenen Eichenbestände waren reicher an Totholz als die Wirtschaftswälder. Insbesondere anbrüchige Altbäume und stärker dimensioniertes Totholz bieten günstige Voraussetzung für das Vorkommen von Urwaldreliktarten. Hierbei handelt es sich um solche Arten, die nur vorkommen, wenn die Totholztradition eines Waldes nie grundlegend gestört worden ist. Klarheit über den Lebensraumwert unserer gering veränderten Eichenwälder hat aber erst die eingehende Untersuchung der Totholzkäferfauna in zwei Bestandespaaren aus einem trockenem Reliktbestand und einem frischem Vergleichswald, zum einen an der Mosel bei Beuren und zum anderen im Pfälzerwald bei Neustadt an der Weinstraße im Jahr 2021 gebracht.

Aus Rheinland-Pfalz sind rund 5.000 Käferarten, von denen etwas mehr als 1.000 an Totholz gebunden sind, bekannt. Von diesen entwickeln sich etwa 40 % ausschließlich oder auch an Eiche. Ins-



Beispiel einer Leimringfalle im trockenen Eichenbestand in der Pfalz (links; Foto: Jonas Köhler) sowie einer Flugfalle (Lufteklektor) im frischen Bestand an der Mosel (rechts; Foto: Frank Köhler)

Verteilung der Käferarten auf die vier untersuchten Wälder und Lebensräume.

Habitatpräferenz	Trockene Reliktbestände		Frische Wirtschaftswälder		insgesamt
	Mosel	Pfalz	Mosel	Pfalz	
Boden	48	44	60	34	110
eurytop	11	16	19	13	23
Pilze, Nester, Faulstoffe	66	59	74	49	153
Totholz	202	274	218	154	432
Vegetation	79	130	132	62	257
Wasser	0	0	3	0	3
Summe	406	524	506	312	978

gesamt haben wir in den vier Eichenwäldern mit verschiedenen Fallentechniken und manuellen Aufsammlungen fast 1.000 Käferarten gefunden, also fast 20 % der Landesfauna.

Mit fast 260 Arten gab es in den untersuchten Eichenbeständen sehr viele Spezies, die sich von Pflanzenteilen oder an ihnen lebenden Organis-

men ernähren. Die Artenzahl der xylobionten Käfer mit über 430 nachgewiesenen Spezies sticht besonders hervor. Trotz der früheren Bewirtschaftung aller Flächen wurde etwa 40 % der heimischen Fauna registriert, wobei die Artenvielfalt der einzelnen Standorte durchaus vielen Naturwaldreservaten entspricht.

Die meisten xylobionten Käfer brüten in festem Holz (151). Es gab aber auch viele eher unspezialisierte Arten, die sich in und unter Rinde entwickeln (128). In älteren und im Zerfall befindlichen Wäldern kommen vor allem Totholzkäfer vor, die auf Baummulm und Holzpilze angewiesen sind. Von diesen charakteristischen Spezialisten wurden 77 bzw. 76 Vertreter gefunden.

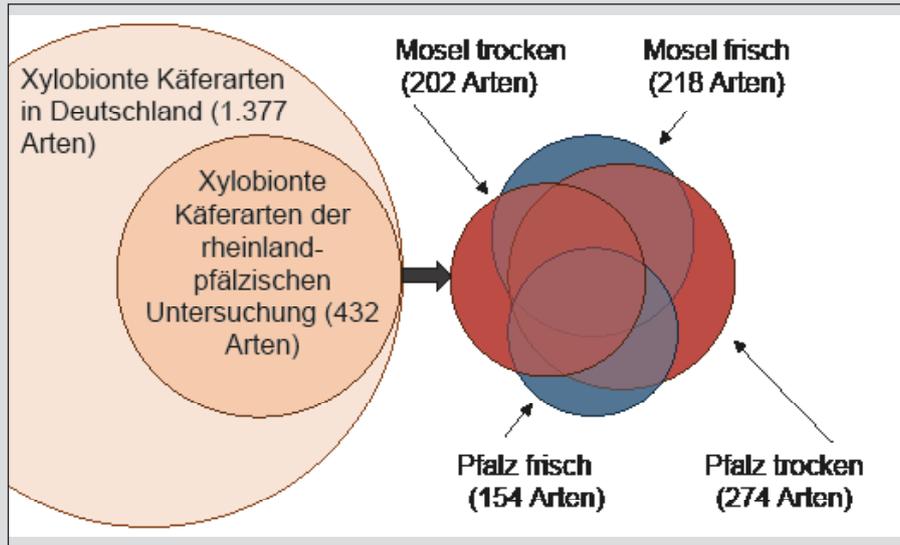
Die große Bedeutung der untersuchten Eichenwälder für den Arten- und Naturschutz wird durch die große Zahl seltener und gefährdeter Käferarten deutlich. Neben 73 in Deutschland gesetzlich geschützten Käferarten, darunter mit dem Großen Goldkäfer *Protaetia speciosissima* und dem Eichenbuntkäfer *Clerus mutillarius* zwei streng geschützte Vertreter, wurde mit dem Hirschkäfer (*Lucanus cervus*) eine europaweit geschützte FFH-Art beobachtet. Unter den 152 Käferarten, die in den aktuellen Roten Listen Deutschlands geführt werden, sind die Totholzkäfer mit 109

Spezies vertreten. Zu ihnen gehören auch 15 vom Aussterben bedrohte oder stark gefährdete Arten, darunter acht Urwaldreliktarten.

Unsere Eichenwälder können wohl mit Recht als besondere Brennpunkte der Artenvielfalt an Käfern betrachtet werden. Alle vier untersuchten Bestände haben zu diesem Urteil beigetragen. Es gab viele xylobionte Käferarten, die überall vorkamen. Andererseits hat aber auch jeder Einzelbestand, egal ob frisch und regelmäßig bewirtschaftet oder trocken und außer regelmäßiger Bewirtschaftung, zur Käfervielfalt spezifisch beigetragen. Nicht eindeutig ist zu erkennen, ob die unbewirtschafteten trockenen Eichenwälder artenreicher als die bewirtschafteten frischen Bestände waren. Tendenziell waren aber die totholzreicheren Bestände in der klimatisch begünstigten Pfalz artenreicher als an der Mosel und tendenziell die trockenen Bestände artenreicher als die



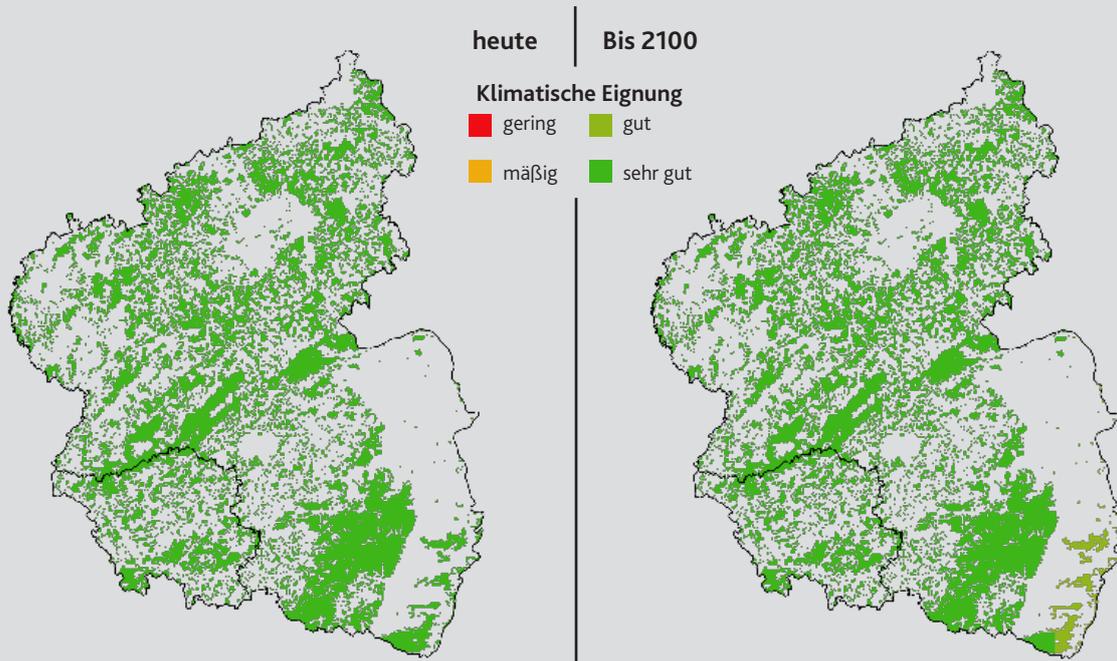
Beispiele für Rote Liste Arten der Untersuchungen in rheinland-pfälzischen Eichenwäldern: Bohrkäfer (*Lichenophanes reticulatus*, links oben) und Rüsselkäfer (*Gasterocercus depressirostris*, rechts oben), Großer Goldkäfer (*Protaetia speciosissima*, links unten) und Eichenbuntkäfer (*Clerus mutillarius*, rechts unten); Fotos: Frank Köhler



frischen, wobei der Moselbestand als Niederwald mit schwach dimensionierten Bäumen herausfällt. Von den insgesamt 52 aktuell in Rheinland-Pfalz vorkommenden Urwaldreliktarten fanden sich acht in den beiden pfälzischen Flächen, und zwar alle im trockenen Reliktbestand, drei aber auch im angrenzenden frischen Wirtschaftswald, hier aber etwa nur 5 % der Individuen. Damit unterscheiden sich die Flächen von den allermeisten Wirtschaftswäldern und sogar Naturwaldreservaten, in denen heute keine Urwaldreliktarten mehr vorkommen. In Rheinland-Pfalz gibt es heute nur noch zwei Gebiete mit mehr als 30 dieser Spezialisten, die pfälzischen Flächen fallen somit unter die TOP 10 des Landes und eine eingehendere Untersuchung lässt weitere Überraschungen erwarten. Offensichtlich hat die Bewirtschaftung dieser beiden Eichenwälder die Habitattradition nicht gänzlich unterbrochen: Im Wesentlichen ist dies darauf zurückzuführen, dass es sich um ursprüngliche Eichenstandorte handelt. Die Untersuchung unterstreicht die Bedeutung naturnah bewirtschafteter Eichenwälder für die Artenvielfalt der Tothholzkäfer und zeigt am Beispiel der Urwaldrelikte, dass auch unter Bewirtschaftung eine ungebrochene Biodiversität erhalten werden kann.

Die Zukunft unserer Eichenwälder im Klimawandel

Weiter fortschreitende starke Klimaveränderungen lassen in Kombination mit künftig zunehmend zu erwartenden aufeinanderfolgenden extrem warmen und trockenen Jahren befürchten, dass zahlreiche standortheimische Baumarten an ihre physiologische Grenze gelangen. Im Sinne einer vorsorgenden Strategie erschien es daher folgerichtig, die Eignungspotenziale der in Rheinland-Pfalz vorkommenden Baumarten bis 2100 unter der Annahme eines starken Klimawandels zu ermitteln. Gemessen an der natürlichen Verbreitung der Traubeneiche und des beobachteten Klimawandels ist es zunächst wenig überraschend, dass sie unter den gegenwärtigen Klimabedingungen in Rheinland-Pfalz ausnahmslos sehr gut geeignet ist. Nicht unbedingt so zu erwarten war dagegen, dass bei starkem Klimawandel bis Ende des Jahrhunderts die höchste Eignungsstufe nahezu auf der ganzen Waldfläche erhalten bleibt und lediglich im Oberrheingraben partiell eine Verschiebung in die Stufe „gut“ erfolgt. Vor diesem Hintergrund gelten die Eichen als aussichtsreiche Baumarten, um den Klimawandel zu bewältigen.



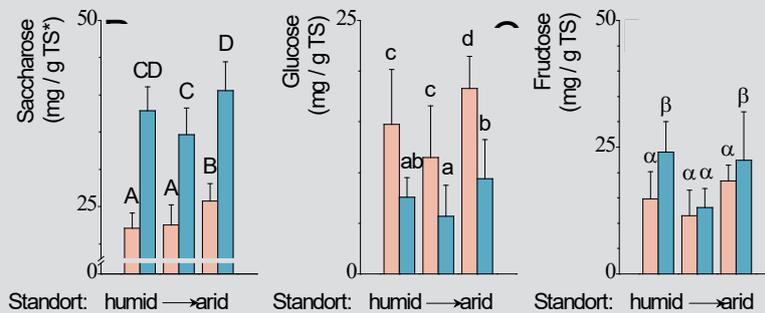
Die Eignung wurde ausschließlich klimatisch bewertet und schließt weitere relevante Einflussfaktoren wie Veränderung des Standorts, Witterungsextreme und Entwicklung von Krankheiten und natürlichen Gegenspielern sowie die Ertragsfähigkeit aus (Quelle: HYRAS (Deutscher Wetterdienst); Darstellung: RLP Kompetenzzentrum für Klimawandelfolgen)

Allerdings stellen die neuen Witterungsverhältnisse auch die Eichen vor besondere Herausforderungen. Längere und trockenere Sommer fordern die Anpassungsfähigkeit der Bäume heraus. Deshalb dürfte die Trockenheitstoleranz in Zukunft ausschlaggebend für die Leistungsfähigkeit der Eichen sein. Die Trockenheit bedeutet nicht nur einen störenden Umwelteinfluss, sondern umreißt, was die Witterung auch typischerweise im Sommer bringen kann. Toleranz ist die Fähigkeit, auch angesichts von Trockenheit die Fitness aufrechtzuerhalten. Die Trockenheitstoleranz hängt ganz wesentlich mit dem sogenannten „antioxidativen System“ und den Gerbstoffen der Bäume zusammen sowie mit den osmotisch wirksamen Substanzen. Die osmotisch wirksamen Substanzen helfen den Bäumen, einen günstigen Wasserstatus aufrecht zu erhalten. Zu den osmotisch wirksamen Substanzen zählen die Einfachzucker, allen voran Traubenzucker und Fruchtzucker. Steigt der Gehalt an Einfachzuckern in der Zellflüssigkeit, so nehmen die Zellen leichter Wasser auf und geben es nicht so leicht wieder ab. So haben Alteichen im Soonwald bei trockener



Probengewinnung in einem Altbestand im Soonwald;
Foto: FAWF

Vorkommen von Kristallzucker (Saccharose, links), Traubenzucker (Glucose, Mitte) und Fruchtzucker (Fructose, rechts) in Blättern von Alteichen aus unterschiedlich trockenen Waldstücken im Soonwald.



*, TS, Trockensubstanz. Die Balkenhöhen geben die Mittelwerte von jeweils acht untersuchten Bäumen wieder, die Antennen auf den Balken sind die mittleren Abweichungen. Unterschiedliche Buchstaben kennzeichnen Unterschiede zwischen den Wäldern bzw. Witterungen mit mindestens 95-%iger Wahrscheinlichkeit.

Witterung vor allem Traubenzucker in größeren Mengen angehäuft. Dazu haben sie Saccharose (Kristallzucker) abgebaut, der wohl aus Zeiten mit guter Wasserversorgung stammte. Das hat dazu beigetragen, dass die Eichen auch in der trockenen Witterung den Gaswechsel über ihre Spaltöffnungen aufrechterhalten konnten.

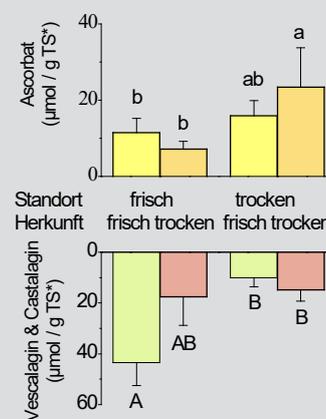
Offene Stomata sind notwendig, um oxidativen Stress zu vermeiden. Wenn die Bäume ihre Spaltöffnungen schließen müssen, verarmen sie innerlich an Kohlendioxid, sodass sie keinen Zucker mehr assimilieren können. Stattdessen entstehen in den Zellen der Blätter vermehrt reaktive Sauerstoffspezies, darunter vor allem Wasserstoffperoxid. Diese Substanz tötet die Zellen ab, wenn es den Pflanzen nicht gelingt, sie unschädlich zu machen. Dazu bedienen sie sich einer ganzen Kaskade von Antioxidantien, von denen Vitamin C (Ascorbat) nur das bekannteste ist. In Standortaustauschexperimenten mit jungen Eichen konnten wir zeigen, dass nur die Absaaten trockener Herkünfte unter widrigen Bedingungen in der Lage sind, dieses System zu aktivieren und größere Mengen an Vitamin C zu bilden.

Daneben können aber auch die Gerbstoffe antioxidative Eigenschaften entfalten. Die Eichen sind sehr reich an Gerbstoffen. Das Besondere an unseren Eichen ist, dass sie die Abwehr des



Schutzrahmen gegen Wildverbiss für den Standortaustauschversuch am trockenen (links) bzw. frischen (rechts) Standort im Soonwald; Fotos: FAWF

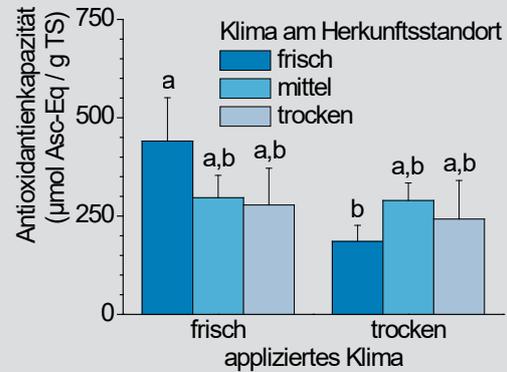
Ascorbat- (oben) und Tanningehalte (unten) (nur Vescalagin und Castalagin)



*, TS, Trockensubstanz. Die Balkenhöhen geben die Mittelwerte von jeweils acht untersuchten Bäumen wieder, die Antennen auf den Balken sind die mittleren Abweichungen. Unterschiedliche Buchstaben kennzeichnen Unterschiede zwischen den Wäldern bzw. Witterungen mit mindestens 95-%iger Wahrscheinlichkeit.

oxidativen Stresses ganz wesentlich auf ihren Gerbstoffen aufbauen. In der Regel rühren über 80 % ihrer Kapazität zur Abwehr ungünstiger Umweltbedingungen von den Gerbstoffen her. Die wichtigsten Eichengerbstoffe sind das Vescalagin und das Castalagin. Diese beiden Substanzen sind sehr nahe miteinander verwandt. Sie bestimmen unmittelbar die Antioxidantienkapazität, die die Gerbstoffe auslösen. Die Eichen produzieren sie nur bei frischer Witterung. Bei Trockenheit verbrauchen sie sie wieder, um das Wasserstoffperoxid zu beseitigen. In den Standortaustauschexperimenten konnten wir regelmäßig zeigen, dass vor allem die Nachkommenschaften frischer Eichenbestände diese Strategie verfolgen. Diese Beobachtung konnten wir auch in Klimakammerexperimenten an den Nachkommenschaften von Eichenbeständen in ganz Südwestdeutschland zwischen Mosel, Spessart und Südschwarzwald sowie in den Vogesen zwischen Kaiserslautern und Belfort in Frankreich immer wieder bestätigen. Es handelt sich also nicht nur um eine physiologische Umweltreaktion, sondern unterscheidet Trockeneichen auch erblich von den Eichen frischer Standorte. Allerdings machten Pflanzgartenversuche und Klimakammerexperimente, bei denen junge Eichen gezielt trockenen Verhältnissen ausgesetzt wurden, deutlich, dass die Strategie der frischen Eichen ebenso wie die der Trockeneichen eine effektive Stressantwort darstellt.

Antioxidantienausstattung verschieden trockener Eichenherkünfte bei guter Wasserversorgung und bei Trockenheit.

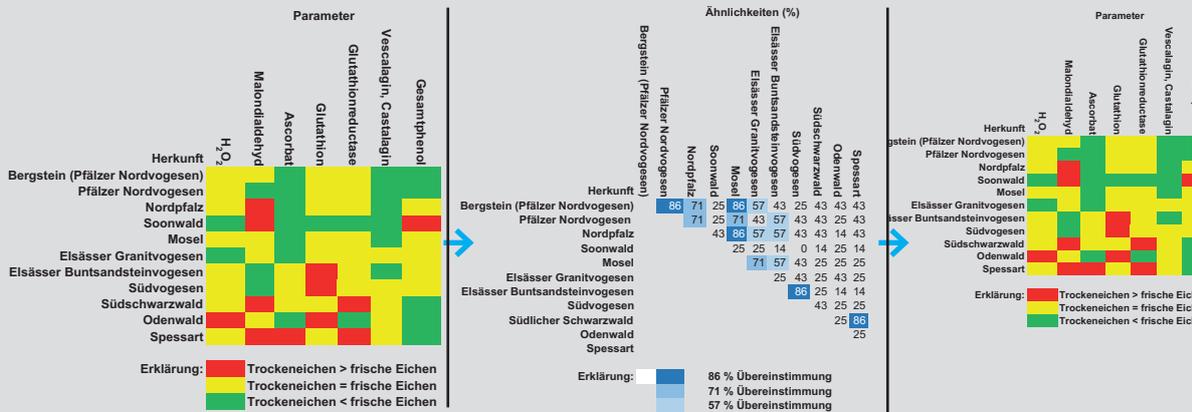


Aber auch über die Ankersubstanzen der Stressabwehr hinaus wurde deutlich, dass die stressphysiologischen Kennwerte von Nachkommenschaften frischer und trockener Eichenbestände je nach Herkunftsregion in typischen Verhältnissen zueinander stehen. So verhalten sich die Eichen zwischen Mosel, Nordpfalz und Pfälzer Nordvogesen sowie zwischen den mittleren und südlichen Vogesen in Frankreich jeweils ganz ähnlich. Besonders auffällig war, dass es über den Rhein hinweg dagegen gar keine Ähnlichkeiten gab. Weil wir nicht wissen, welche Bedeutung diese Beobachtung für die regionale Anpassung der Eichen besitzt, sollten die Wirtschaftler darauf



Versuchsaufbau zur Trockenstressuntersuchung von Eichen im Freiland; Fotos: FAWF

Physiologische Untersuchungen an Nachkommenschaften (links), Definition ähnlicher Verhältnisse zwischen frischen und trockenen Provenienzen (Mitte) sowie geografische Darstellung der Ähnlichkeiten (rechts) (Hintergrundkarte aus Wikipedia).



achten, Eichensaatgut nicht nur entsprechend der Herkunftsaridität einzusetzen, sondern generell darauf verzichten, Vermehrungsgut der Eichen über größere Distanzen auszutauschen.

Schäden und Krankheiten im Blick behalten

Die Eichenwälder bieten vielen Lebewesen erwünschte Habitate. Sie beherbergen aber auch eine Reihe von Insekten, die für die Wälder und darüber hinaus problematisch werden können. So sorgen Eichenprachtkäfer und Kernholzkäfer immer wieder für Holzschäden an alten Eichen. Gravierender sind die periodischen Massenvermehrungen der Eichenfraßgesellschaft von Eichenwicklern und Frostspannern, die zu Vitalitätsminderungen führen können und Sekundärschädlingen mitunter den Weg zu ihrem oft tödlichen Befall ebnen. In der jüngeren Vergangenheit haben sich darüber hinaus die Eichenprozessionsspinner und die Schwammspinner sehr unangenehm bemerkbar gemacht. Die Eichenprozessionsspinner fressen ebenfalls an den frisch ausgetriebenen Blättern. Sie können mit ihren giftigen Brennhaaren für Menschen gefährlich werden. Nicht ganz so allergen sind die Haare der Schwammspinnerraupen. Die Schwammspinner haben aber in den 90er Jahren des vergangenen Jahrhunderts weite Teile des Bienwaldes im Süden von Rheinland-Pfalz kahlgefressen und das

Eichensterben dort deutlich befeuert.

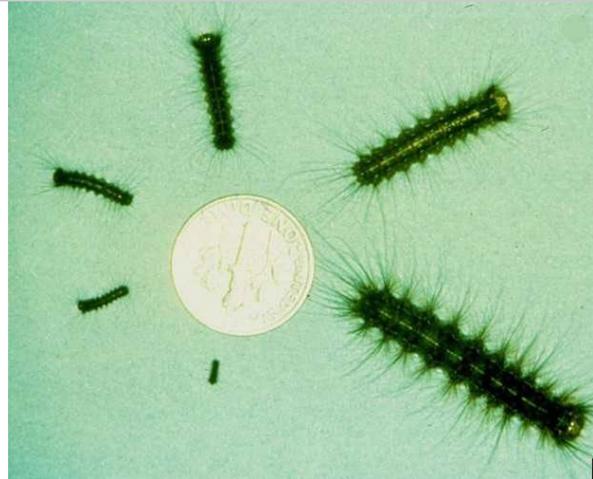
Vor diesem Hintergrund haben wir uns mit der Frage auseinandergesetzt, wie sich die Eichen gegen den Insektenfraß wehren und wie die blattfressenden Schmetterlinge die Schutzstrategien der Eichen überwinden. Wir haben diese Fragen anhand der Schwammspinner untersucht. Für den Schutz der Bäume vor Schäden sind lignifizierte Zellwände und Tannine ausschlaggebend. Die Zellwände machen es vor allem den Eiräupchen schwer, die Blätter zu zerkauen. Leider neigen ausgerechnet die Trockeneichen dazu, weniger Lignin zur Armierung in die Zellwände einzulagern. Besonders benachteiligt erscheinen in diesem Zusammenhang die Stieleichen trockener Standorte.

Die Tannine dagegen können die Eiräupchen zwar nicht aufhalten, bestimmen aber direkt, ob die älteren Räupchen wachsen können oder sterben. Das hängt damit zusammen, dass die älteren Raupen im Gegensatz zu den Eiräupchen die Tannine aus den Blättern aufnehmen und sich daran vergiften.

Um die Frage zu beantworten, wie die Schwammspinner trotz der Tannine von den Eichen leben, haben wir Experimente mit Larven an Keimlingen, Jungpflanzen und adulten Bäumen angestellt. Schwammspinnerbefall wirkt sich auf die Eichen

wie Trockenstress aus: Der Wasserstatus der Blätter verschlechtert sich messbar und die Tanningehalte gehen zurück. Wenn die Raupen die Tanninbarriere überwunden haben, fangen sie an zu wachsen und können ihren Entwicklungszyklus erfolgreich abschließen.

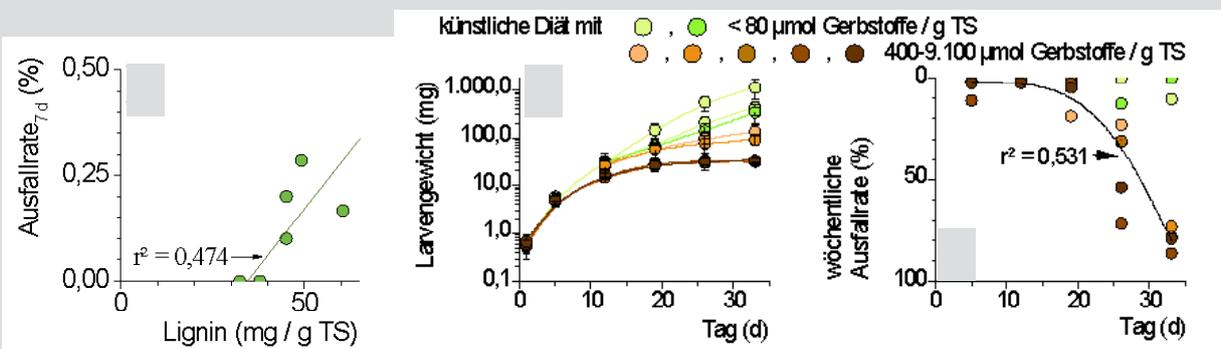
Um solche Entwicklungen zu limitieren, sollten wir besonders trockene Eichenbestände im Frühsommer im Auge behalten. Wenn es darum geht, Eichenbestände künstlich zu begründen, sollten wir möglichst wenig Eichenherkünfte mit schwächerer Tanninausstattung im Wald ausbringen. Das wird es den blattfressenden Schmetterlingen schwerer machen, eine bedrohliche Gradation hervorzubringen. Andererseits können sie aber dennoch in ihrer Nische ohne weitere Eingriffe des Menschen ihr Auskommen finden. Wir können der Gefahr durch ungeeignete Herkünfte begegnen, wenn wir die Möglichkeiten zur Naturverjüngung der Eichen ausnutzen. Unter den Methoden zur Naturverjüngung eignet sich das Lichtkegelverfahren als punktwirksames Vorgehen besonders gut, um auf natürlichem Wege mehr Eichen in unsere Wälder zu bringen. Um die Eichen auf solchen kleinen Flächen zu verjüngen, müssen wir uns aber auch mit der Frage auseinandersetzen, ob sich die jungen Bäume erfolgreich gegen den Eichenmehltau wehren können. Der Mehltau hindert die jungen Eichen daran, in den



Larvenstadien des Schwammspinners; Foto: FAWF

ersten Jahren ihrer Konkurrenz mit ihren Sommertrieben davonzuwachsen. Manchmal sterben die Keimlinge sogar ab. Für die Forstpraktiker ist es nun entscheidend, ob es in den Naturverjüngungen Individuen gibt, die krankheitsresistent oder -tolerant sind. Vorläufige Befunde machen deutlich, dass es unter den Bäumchen immer wieder solche gibt, die auch nach mehreren Jahren frei von Mehltau bleiben und ungestört wachsen können. Ursache hierfür scheint zu sein, dass der Pilz die Tannine der Bäumchen auch unter schwerem Infektionsdruck nicht herausfordern kann und die Bäumchen ihre Assimilate ohne Einbußen für ihr Wachstum nutzen.

Einfluss der Ligningehalte auf das Überleben der Eirümpchen (links) sowie der Tanningehalte auf die Larvengewichte (Mitte) und Absterberaten älterer Larven (rechts).

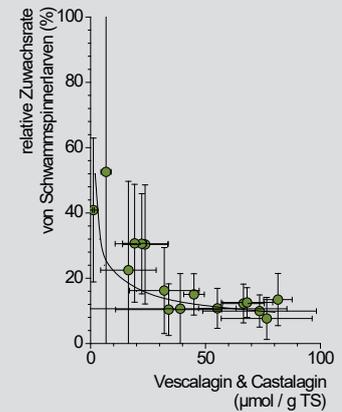
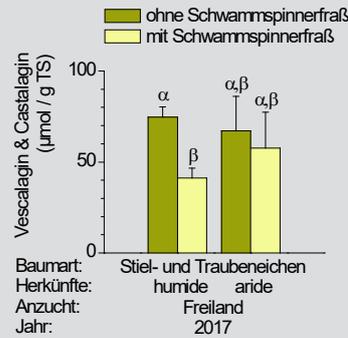
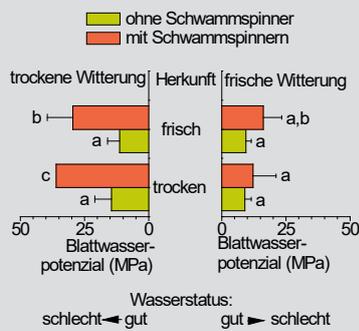


Jeder Punkt stellt ein Experiment mit fünf bis acht Eirümpchen an jungen Stieleichen dar (links). Die Experimente wurden mit jeweils ca. 150 Raupen ab dem dritten Larvenstadium auf künstlicher Diät mit unterschiedlicher Gerbstoffzugabe durchgeführt (Mitte, rechts).



Fraßexperimente mit Schwammspinnerlarven; Fotos: FAWF

Auswirkungen auf den Wasser- und Tanninstatus der Eichenblätter (links, Mitte) sowie Überwindung der Tanninbarriere durch den Fraß (rechts).

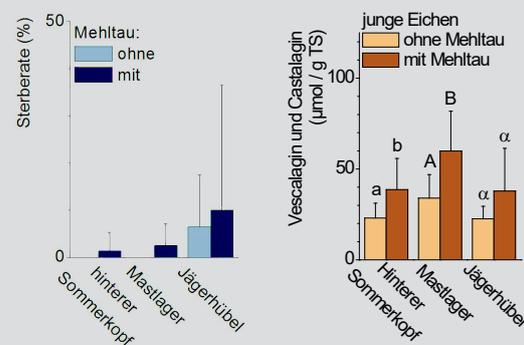


Das Blattwasserpotenzial (links) ist ein Maß für den Wasserstatus der Bäume. Je größer der Wert ist, umso weniger Wasser haben die Bäume zur Verfügung. Die Darstellung (rechts) fasst die Ergebnisse von 16 unabhängigen Fraßexperimenten an jungen und adulten Stiel- und Traubeneichen in Klimakammern und im Freiland zusammen.

Sterberaten (links) und Tanningehalte (rechts) unter dem Einfluss von Mehltau.



Lichtkegelverjüngung (rechts) und Mehltauerekrankung der Eiche (rechts); Fotos: FAWF



Die Untersuchungen wurden in drei Waldstücken mit Lichtkegelverjüngungen durchgeführt (siehe Foto links). Unterschiedliche Indices kennzeichnen signifikante Unterschiede zwischen gesunden und kranken Eichenpflänzchen.

Fazit

Der Klimawandel greift mit beispielloser Wucht in unsere Wälder ein. Dies stellt auch die Waldbesitzerinnen und Waldbesitzer vor die Herkulesaufgabe, kurzfristig komplexe Entscheidungen zu treffen, um ihre Wälder langfristig klimaresilient zu machen. Eine tragende Rolle kommt dabei wohl den Eichen zu, wird ihnen doch nachgesagt, dass sie sommerlichen Trockenstress gut bewältigen können. Allerdings wird für die Entscheidung über diesen Gemeinplatz hinaus fundiertes Fachwissen benötigt, um das Notwendige sicher zu entscheiden und keinen fatalen Fehleinschätzungen aufzusitzen. Vor diesem Hintergrund konnte die FAWF in den vergangenen Jahren einige Beiträge zur professionellen Wissensbasis der Verantwortlichen beisteuern:

- Es gibt tatsächlich Trockeneichen, die auf eine ganz eigene Weise mit Sommertrocknis umgehen. Allerdings scheint derzeit auch die Strategie der Eichen frischer Standorte nach wie vor zur Bewältigung widriger Umweltbedingungen zielführend zu sein. Außerdem machen die speziellen Abwehreigenschaften ausgerechnet die Trockeneichen empfindlicher für blattfressende Schmetterlingsarten wie den Schwammspinner, möglicherweise auch den Eichenprozessionsspinner. Deshalb würde es das Waldschutzrisiko unverantwortlich erhöhen, in großem Umfang Trockeneichen in die frischen Eichenwälder einzubringen.
- Die ökologisch differenzierten Eichenwälder stehen je nach Herkunftsregion mit einer Vielzahl von physiologischen Eigenschaften mit Bezug auf trockenheiße Verhältnisse in einem jeweils typischen Beziehungsgeflecht zueinander in Verbindung. Zwischen den Regionen gibt es dagegen kaum Ähnlichkeiten. Weil wir nicht wissen, wie es zu diesen regionalen Ähnlichkeiten gekommen ist, wäre derzeit wohl grundsätzlich davon abzuraten, Eichenvermehrungsgut über die Ähnlichkeitsregionen hinaus zu verbringen.

- Vielmehr gilt es, lokales Saatgut zu verwenden und kleinflächige Verfahren zur Naturverjüngung voranzubringen. Diese Verfahren bieten Aussicht auf Erfolg, gibt es doch immer wieder Individuen in den Naturverjüngungen, die bisher mit dem Mehltau gut umgehen konnten. Vor diesem Hintergrund arbeitet die FAWF derzeit daran, die Resistenz oder Toleranz bestimmter Eichenpflanzen besser zu verstehen und für das Verjüngungsdesign möglicherweise nutzbar zu machen.

Insgesamt bleiben aber noch viele Fragen weiterhin offen: Welchen Beitrag könnten südosteuropäische Eichenarten zu unseren Wäldern leisten und wo sind ihrer Einbringung Grenzen gesetzt? Zu ihnen gehören die Zerreiche und Flaumeiche, denen immer wieder nachgesagt wird, sie seien besser an warm-trockene Klimabedingungen angepasst. Vielleicht könnten sie das Baumartenspektrum künftig bereichern. Als ergänzende Baumarten sollten sie allerdings stets nur kleinräumig und mit geringen Flächenanteilen beigemischt und in sogenannten Praxis-Versuchsanbauten in ihrer Entwicklung beobachtet werden. Denn mit neuen Baumarten können auch neue Antagonisten eingebracht werden. So beispielsweise die Knopperngallwespe (*Andricus quercuscalicis*), ein Insekt, das zur Fortpflanzung auf die Zerreiche angewiesen ist. Die Wespe vollzieht dann einen Wirtswechsel zur Stieleiche, die dann durch die Missbildung der Samenkelche selektiv benachteiligt werden kann. Ein Musterbeispiel dafür, wie einseitige Lösungsansätze in der Waldbewirtschaftung zu unerwünschten Folgewirkungen führen können. Zur dieser Wespenart weiß man zwar viel, zur synökologischen Wirkung in unseren Waldökosystemen aber noch erstaunlich wenig. Gelingt die kleinflächige Naturverjüngung mit unseren heimischen Eichenarten auch auf schon heute sehr trockenen Standorten? Welchen Einfluss haben die bei uns weit verbreiteten über-

höhten Wildbestände, insbesondere Muffelwild auf die empfindlichen trockenen Eichen-Ökosysteme? Wie entwickelt sich die Population des Prachtkäfers, wandelt er sich vom Schwäche- zum Primärparasiten? Welche Rolle spielt künftig der invasive Eichenmehltau auf die Konkurrenzkraft der Eichen? Diese und weitere Fragen sollten so rasch wie möglich beantwortet werden, um

unsere Wälder auch in Zukunft in der Vitalität zu erhalten, die ihnen die Bewältigung des Klimawandels abfordert.



Infolge Prachtkäferbefalls absterbende Eiche im Pfälzerwald; Foto: Tobias Stubenazy

WIEDERBEWALDUNG AUF SCHADFLÄCHEN IN RHEINLAND-PFALZ

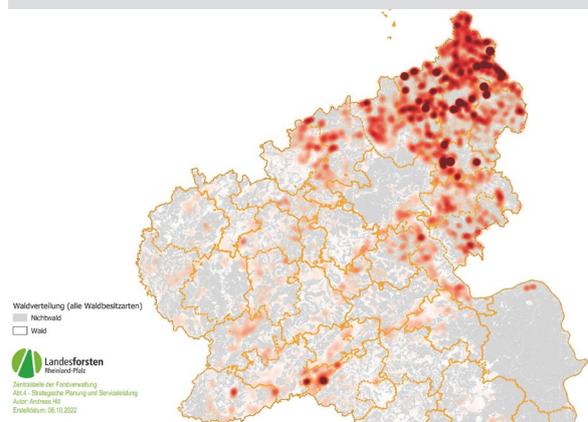


Bereits seit einigen Jahren ist der Waldzustand wieder verstärkt in den Fokus des öffentlichen Interesses getreten. Die Häufung von extrem trockenen und heißen Jahren seit 2018 führte zu auffälligen Trocknis- und Absterbeerscheinungen an nahezu allen Hauptbaumarten. Die Entstehung von großen Kahlflächen durch das flächige Absterben der Fichte hat zudem deutlich sichtbare Spuren in unseren Wäldern hinterlassen. Die Waldökosysteme leiden bereits deutlich unter den Auswirkungen des Klimawandels und auch in Zukunft muss mit einem gehäuftem Auftreten dieser Extreme gerechnet werden.

Oberstes Ziel der **naturnahen Waldbewirtschaftung** in Rheinland-Pfalz ist deshalb der Aufbau klimaresilienter, struktur- und artenreicher laubbaumgeprägter Mischwälder. Zur Erreichung dieses Zieles betreibt Landesforsten Rheinland-Pfalz bereits seit Jahrzehnten aktive Überführung, das heißt die Anreicherung instabiler Nadelbaumreinbestände (überwiegend Fichte und Douglasie) mit heimischen Laub- und Nadelbaumarten. Durch den historisch bedingt hohen Anteil der Baumarten Fichte (ca. 19,5 %) und Douglasie (ca. 6,4 %) über alle Waldbesitzarten in Rheinland-Pfalz (BWf³, 2012) ist die gesteuerte **Waldentwicklung** eine Mammutaufgabe, der im Zuge der Klimawandelfolgen im Wald in den letzten und auch den nächsten Jahren eine besondere Bedeutung zukommt.

Seit dem Jahr 2018 kommt es durch die trockenwarmen Bedingungen zu einer jährlichen Massenzunahme des Buchdruckers, der bundesweit für das in vielen Regionen flächige Absterben der Fichte ursächlich ist. In Rheinland-Pfalz ist die **Borkenkäferkalamität** bisher im Westerwald besonders schwerwiegend. Weitere Schwerpunkte finden sich im Taunus, in der östlichen Eifel sowie im westlichen Hunsrück.

Verteilung und Intensität der Nadelwaldverluste im Nordteil von Rheinland-Pfalz. Abgestorbene Nadelwälder sind rot eingefärbt. Die Größe der roten Flächen gibt den Flächenumfang der Verluste an. Die Intensität der Farbe stellt den Anteil der abgestorbenen Bäume an der Gesamtbaumzahl im Gebiet dar. Grundlage: Sentinel-2-Daten, Bezugszeitraum März 2018-März 2022.



S. 60: Kahlflächen im Westerwald, entstanden durch die Entnahme von Fichten, die vom Borkenkäfer befallen waren; Foto: Jonathan Fieber

Wurden die betroffenen Nadelwälder vor dem Hintergrund der Vorsorge bereits aktiv mit schattentoleranten, heimischen Baumarten wie der Rotbuche, Hainbuche, Winterlinde oder Weißtanne angereichert, so sind auch bei flächigem Absterben der Bäume meist keine weiteren Maßnahmen der Wiederbewaldung notwendig. Durch diese gezielte Waldentwicklung wurde der Grundstein der nächsten Waldgeneration bereits frühzeitig gelegt. Ist in den absterbenden Nadelwäldern diese Waldentwicklung noch nicht eingeleitet worden, führt das flächige Absterben der Fichte oftmals zu großen Freiflächen, denn die vom Borkenkäfer akut befallenen Bäume müssen in den meisten Fällen zum Schutz der benachbarten Wälder notgerneht werden.



Durch flächiges Absterben der Fichte freigestellte Buchen-Vorausverjüngung. Die aktive Waldentwicklung in Nadelbaumreinbeständen verhindert die völlige Kahllage bei Absterben der Fichte. Die in Klumpen angeordneten kleinen Bäume begründen die nächste Waldgeneration. In den Zwischenräumen kann sich eine Naturverjüngung der umliegenden Bäume ansamen; Foto: Jonathan Fieber

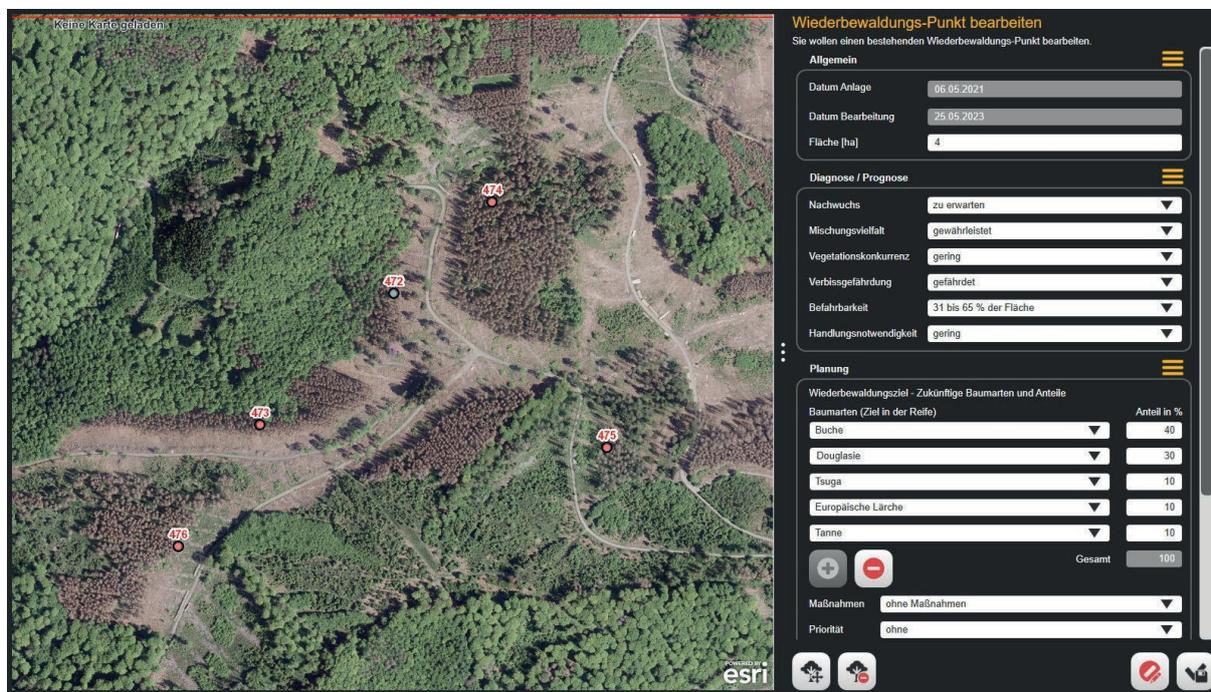
Die Entstehung von Kahlfleichen bringt enorme ökologische Verluste mit sich. Um diese auf ein mögliches Mindestmaß zu reduzieren, ist es das Ziel eine möglichst schnelle Wiederbewaldung zu

Zur Unterstützung bei der Bewältigung der Borkenkäferkalamität wurde im Hunsrück ein „Lagezentrum Borkenkäfer“ gegründet, welches gemeinsam mit den betroffenen Forstämtern und dem Nationalpark Hunsrück-Hochwald eine Waldschutzstrategie entwickelt hat. Das Lagezentrum fungiert als Informationszentrale und setzt sich aus Vertretern der verschiedenen Fachbereiche Waldschutz, Technische Produktion, Holzmarkt, Naturschutz und Kommunikation zusammen. In regelmäßigen Austauschformaten werden regionale, forstamtsübergreifende Entscheidungen zur strategischen Vorgehensweise getroffen und wichtige Informationen ausgetauscht.

gewährleisten. Die Größe der aktuellen Schadfläche in Rheinland-Pfalz ändert sich täglich, denn es handelt sich um ein sehr dynamisches Geschehen. Schätzungsweise sind seit 2018 ca. **45.000 Hektar Schadfläche** in allen Waldbesitzarten entstanden.

Insbesondere vor dem Hintergrund des fortschreitenden Schadensverlaufes und für die zielgerichtete **Begleitung und Unterstützung der natürlichen Wiederbewaldung** ist die Dokumentation dieser Schadflächen unverzichtbar. Aus diesem Grund werden im Staatswald des Landes alle Kalamitätsflächen, die seit dem Jahr 2018 entstanden sind und eine Fläche > 0,5 ha umfassen, mit einer speziell entwickelten WaldIS-App erfasst und die ggf. notwendigen ergänzenden Pflanz- und Pflegemaßnahmen geplant. Bei der Erstaufnahme wird der aktuelle Zustand der Wiederbewaldungsfläche beschrieben sowie die zukünftige Entwicklung der Naturverjüngung und der Begleitvegetation prognostiziert. Unter Nennung der angestrebten Baumartenanteile wird ein Waldentwicklungsziel definiert und die erforderlichen Maßnahmen zur Wiederbewaldung abgeleitet. Derzeit (Stand 07/2023) wurden im Staatswald landesweit 1.557 Wiederbewaldungspunkte mit einer Gesamtfläche von 2.740 ha erfasst. Auf 75 % dieser Fläche, das entspricht

Bildschirmfoto der Wiederbewaldungs-App zur exemplarischen Darstellung der Vorgehensweise. Die Schadflächen werden jeweils mit allgemeinen Daten, Hinweisen zur Diagnose, Prognose und einer Wiederbewaldungsplanung erfasst. Die Umsetzung der Maßnahmen wird begleitet und in der App dokumentiert.



2.050 ha, hat eine Wiederbewaldung bereits erfolgreich stattgefunden oder es wurde mit der Umsetzung aktiver Maßnahmen begonnen. Die App steht auch zur Nutzung im Kommunal- und Privatwald zur Verfügung. Dort wurden bislang über 1.600 Punkte zur weiteren Bearbeitung erfasst.

Bei der Wiederbewaldung der entstandenen Kahlfelder gilt immer der Grundsatz des Vorrangs spontaner natürlicher Verjüngung. Das heißt alle Bäume, die sich natürlich ansamen, werden erhalten. Oftmals sind das vor allem zunächst die sogenannten Pionierbaumarten wie Birke, Vogelbeere und Lärche, die später meist von weiteren Baumarten der umliegenden Wälder begleitet werden (häufig Fichte und Buche). Auf ca. 30 % der betroffenen Fläche im Staatswald wird die nächste Waldgeneration rein aus einer solchen Naturverjüngung entstehen. Es sind dann zunächst keine oder nur geringe Pflege- und Schutzmaßnahmen der aufkommenden Jung-

bäume notwendig. Etabliert sich die Naturverjüngung aber nicht in ausreichender Anzahl, Dichte oder gewünschter Baumartenzusammensetzung, wird die **Waldentwicklung** aktiv unterstützt um auch hier klimaresiliente Mischwälder entstehen zu lassen. Zusätzliche Jungbäume erwünschter Mischbaumarten werden dabei aber nicht flächig gepflanzt, sondern punktwirksam in kleinen Gruppen mit einem Durchmesser von 5-7 m, den sogenannten „Klumpen“, angeordnet. In den Bereichen zwischen den Klumpen bleibt dann genügend Platz für eine natürliche Ansamung, sodass bereits früh die Grundlagen für einen reich strukturierten Wald geschaffen werden.

Landesforsten Rheinland-Pfalz hat sich in einem betriebsinternen Konzept zum Umgang mit großflächigen Störungen das Ziel gesetzt, stets einen gewissen Anteil abgestorbener Bäume zu erhalten, sofern keine Erfordernisse des Wald- und/oder Arbeitsschutzes entgegenstehen. Diese belassenen, abgestorbenen Bäume leisten mitunter

einen wichtigen Beitrag zum Schutz des Lebensraums, da sie direkte Sonneneinstrahlung, damit verbundene Hitze, Schlagregen und aushagernde Windbewegungen abmildern. Ein kluges System aus Bereichen mit stehenden toten Bäumen und Bereichen ohne stehende tote Bäume ermöglicht auch zukünftig alle Handlungsspielräume in diesen Wäldern.

Jahr für Jahr wird die ökologische Wiederbewaldung auf den entstandenen Kahlflächen so in Gang gesetzt. Oftmals stehen die Försterinnen und Förster vor Ort aber vor der wichtigen Entscheidung, welche Baumarten auf die Flächen gepflanzt werden sollen. Denn Bäume, die heute gepflanzt werden, müssen in Zukunft unter ganz anderen Bedingungen wachsen. Es ist nicht abzusehen, wie rasant der Klimawandel in den nächsten Jahrzehnten voranschreiten und wie das Waldökosystem sich aufgrund der Klimawandelfolgen anpassen und verändern wird. Das langfristige Ziel der Waldentwicklung ist ein standortgerechter laubbaumgeprägter Mischwald.

In der besonders betroffenen Region des Westerwaldes wurden im Mai 2023 zwei große Schadflächen zu sogenannten Naturwaldreservaten erklärt. Auf diesen insgesamt 200 Hektar findet keine Waldbewirtschaftung mehr statt. Die Flächen müssen und werden sich auf natür-

liche Weise wiederbewalden und eröffnen so die Möglichkeit, die natürlichen Klimawandelfolgen zu beobachten, zu erforschen und Maßnahmen der naturnahen Waldbewirtschaftung abzuleiten. Die natürliche Waldentwicklung wird hier von der Forschungsanstalt für Waldökologie und Forstwirtschaft (FAWF) begleitet.

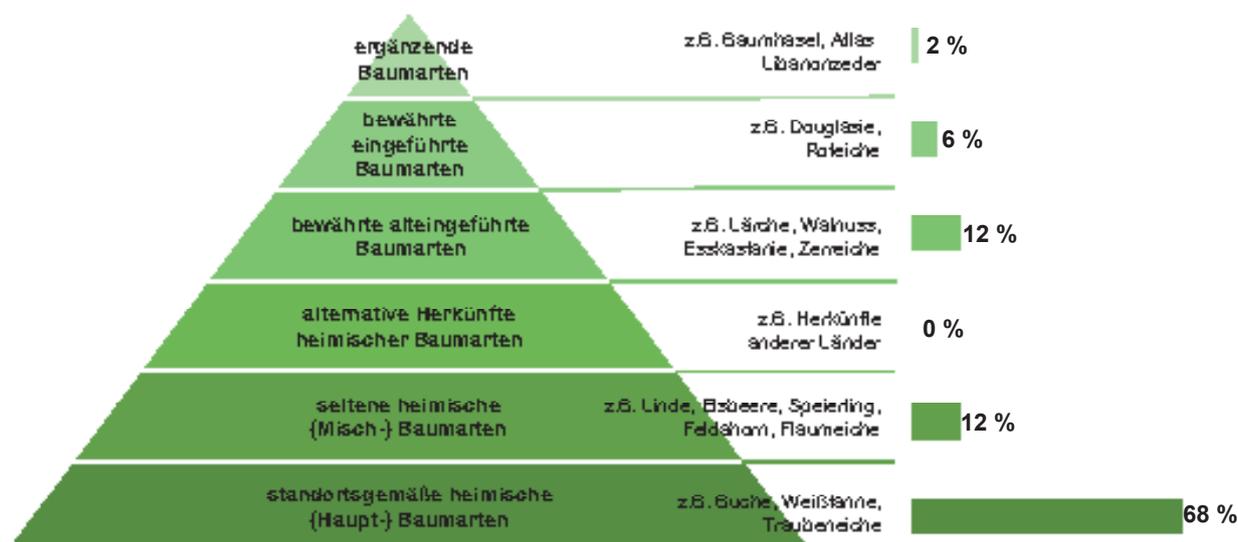
Das Fundament der Baumartenzusammensetzung werden auch zukünftig unsere heimischen Haupt- und selteneren heimischen Mischbaumarten darstellen. So sollen gemäß einer betrieblichen Zielsetzung zur Waldverjüngung im Klimawandel Eichen, Buchen und andere heimische Laubbaumarten nach Abschluss der Wiederbewaldung auf mindestens 25 % der jeweiligen Fläche präsent sein. Betrachtet man die zur Pflanzung ausgewählten Baumarten im Staatswald im Jahr 2022 so zeigt sich, dass die heimischen Baumarten den Schwerpunkt bilden und auch in den nächsten Waldgenerationen als Hauptbaumarten erhalten bleiben werden. Gemäß der prognostizierten Klimaveränderung könnte es aber zu einer Erhöhung der Konkurrenzfähigkeit der (noch) seltenen heimischen Mischbaumarten kommen. Besonders häufig wurden daher die Baumarten Kirsche, Bergahorn, Spitzahorn, Elsbeere und Winterlinde zur Wiederbewaldung verwendet.

Neben diesem Vorrang der heimischen Baumarten ist vielerorts im Sinne der Risikominimierung die Beteiligung von weiteren nicht-heimischen Baumarten an der Waldentwicklung geboten. Hierunter fallen zum einen bewährte (alt-)eingeführte Baumarten, wie etwa die Douglasie, die Roteiche, die Lärche und die Esskastanie, für die schon zahlreiche regionale Anbauerfahrungen vorliegen. Die Esskastanie beispielsweise ist nach



**Viele Wege führen zum Ziel eines gemischten, strukturreichen Waldes. Naturverjüngung und ergänzende Klumpenpflanzung bilden gemeinsam die Grundlage der ökologischen Wiederbewaldung. Die abgestorbenen Fichten rechts im Bild spenden weiterhin Schatten und verhindern so negative Auswirkungen einer völligen Kahl-
lage; Foto: Jonathan Fieber**

Links: Baumartenklassifikation zur Verbildlichung der Ziel-Baumartenzusammensetzung als Hilfsmittel zur Baumartenwahl bei der Waldverjüngung im Klimawandel. Rechts: Tatsächliche Anteile der klassifizierten Baumarten an den im Jahr 2022 im Staatswald zur Wiederbewaldung ausgebrachten Pflanzen.



Traubeneiche, Buche und Weißtanne die im Jahr 2022 im Staatswald meistgepflanzte Baumart. Zum anderen können auch sogenannte „ergänzende Baumarten“ eine wichtige Erweiterung des **Baumartenspektrums** darstellen. Wichtig ist dabei aber, dass diese Baumarten in unsere Waldökosysteme ohne negative Auswirkungen integrierbar sind. Aus diesem Grund greift man vor allen Dingen auf Arten mit überlegener Hitze- und Trockenheitstoleranz aus Südeuropa und dem europäisch-asiatischen Kontaktbereich zurück, da diese Arten überwiegend auf eine Koevolution mit unseren heimischen Baumarten zurückblicken und somit hinsichtlich ökologischer Standortverträglichkeit und biotischer Risiken keine großen Abweichungen erwarten lassen.

Solche ergänzenden Baumarten, die den prognostizierten Klimaveränderungen in Rheinland-Pfalz trotzen könnten sind unter anderem: die Baumhassel, die Atlas- und Libanonzeder, die Flaum- und

Zerreiche, der Zürgelbaum, der Tulpenbaum, die Hopfenbuche und die Kaukasische Flügelnuß. Im Staatswald des Landes soll der Anteil der bewährt (alt-) eingeführten und der ergänzenden Baumarten 20 % nicht übersteigen. Wichtig ist es, die Pflanzungen dieser Baumarten zu dokumentieren und, wo immer möglich, wissenschaftlich zu begleiten. Nur so lässt sich feststellen, ob sie langfristig Bestandteil unserer zukünftigen Waldgesellschaften werden können.

Weitere Informationen zur Baumarteneignung im Klimawandel und der zugrundeliegenden Methodik finden Sie unter folgendem Link: <https://www.klimawandel-rlp.de/de/klimawandelfolgen/wald/>

Finanzielle Förderung für Wiederbewaldung im Kommunal- und Privatwald

Um die Waldbesitzer in Rheinland-Pfalz finanziell bei der Umsetzung solcher Wiederbewaldungsmaßnahmen zu unterstützen, stehen Fördermittel des Landes und des Bundes zur Verfügung, welche durch einen Antrag bei der Zentralstelle der Forstverwaltung abgerufen werden können. So wurden in den letzten drei Jahren (2020 bis 2022) insgesamt **1.595 Anträge** (1.046 Anträge aus dem Kommunalwald und 549 Anträge von Privatwaldbesitzenden) für Maßnahmen der Wiederbewaldung gestellt und ausgezahlt. Die Auszahlung beläuft sich auf eine Gesamtsumme von knapp **21 Mio. €** (13.665.102 € für den Kommunalwald und 7.293.735 € für den Privatwald).

Um eine Förderung für ein Projekt zu erhalten, müssen die Waldbesitzenden gewisse Grundanforderungen erfüllen, mit dem Ziel, durch die Wiederbewaldung einen standortangepassten und zukunftsfähigen Wald zu schaffen. So kann beispielsweise die Wiederbewaldung durch Pflanzung ab einer Mindestflächengröße von 0,3 ha bei einem Waldbesitz von weniger als 20 ha in Rheinland-Pfalz finanziell gefördert werden. Damit ein zukunftsfähiger und artenreicher Mischwald

entsteht, müssen pro Projekt immer mindestens zwei Baumarten mit mindestens 30 % Laubbäumen und 30 % standortheimischen Baumarten gepflanzt werden, wovon keine über 70 % einnehmen darf.

Insgesamt wurde in den Jahren 2020 - 2022 die Wiederbewaldung auf einer Fläche von **3.436 ha** durch finanzielle Förderung unterstützt. Davon befinden sich 66 % der Flächen (2.279 ha) im Kommunalwald, 34 % (1.157 ha) davon im Privatwald. Hierbei wurden vor allem Buchen und Eichenarten, sowie Weißtanne und Bergahorn gepflanzt.

Neben der Wiederbewaldung durch Pflanzung wird seit 2022 vermehrt auf die Möglichkeit der Förderung der Naturverjüngung gesetzt. Zum einen werden auf den Projektflächen Verjüngungsblockaden aufgehoben, wie beispielsweise die Begleitvegetation zurückgeschnitten oder der Waldboden punktuell oder streifenweise freigelegt, um das spontane Keimen von Baumsamen zu erleichtern. Zum anderen führen geförderte Maßnahmen der Begleitwuchsregulierung zugunsten natürlich angesamter klimatoleranterer Baumarten zu resilienteren Mischwäldern.



Die Eiche als heimische Baumart gilt als wärmeliebend und trocken tolerant, weshalb sie voraussichtlich zukünftig an Bedeutung in unseren Wäldern gewinnen wird. Sie gehört deshalb schon jetzt zu den Spitzenreitern der gepflanzten Baumarten; Foto: Jonathan Fieber

Anhang 1

Entwicklung der Waldschäden nach Baumarten im Vergleich der Jahre 1984 bis 2023 über alle Alter

Alle Baumarten		Anteile der Schadstufen [in %]						Mittlere Kronenverlichtung
Jahr	Anzahl Probebäume N	ohne Schadmerkmale 0	schwach geschädigt 1	Summe deutlich geschädigt 2 bis 4	mittelstark geschädigt 2	stark geschädigt 3	abgestorben 4	
2023	3648	14,8	39,6	45,6	39,3	4,5	1,8	29,4
2022	3696	19,0	39,5	41,4	36,3	3,1	2,0	27,3
2021	3720	18,0	39,2	42,9	36,8	3,7	2,4	28,2
2020	3768	15,5	39,3	45,3	41,3	2,7	1,3	28,1
2019	3840	18,3	44,9	36,8	33,1	2,6	1,1	25,9
2018	3840	16,4	46,7	36,9	34,4	1,9	0,6	25,4
2017	3864	26,8	49,4	23,8	22,0	1,1	0,7	21,3
2016	3864	27,1	46,1	26,8	25,1	1,1	0,6	21,6
2015	3864	27,3	47,8	24,8	23,4	1,0	0,4	21,2
2014	3912	29,8	45,9	24,2	22,6	1,2	0,4	20,8
2013	11328	30,1	46,9	23,0	21,8	0,8	0,4	20,2
2012	3936	28,6	43,0	28,4	26,1	1,9	0,4	22,0
2011	3864	28,2	38,6	33,2	31,2	1,6	0,4	22,9
2010	3888	30,3	43,9	25,8	24,1	1,1	0,6	21,1
2009	3912	30,9	40,7	28,4	26,6	1,3	0,5	21,7
2008	11136	29,4	39,6	31,0	29,0	1,6	0,4	22,2
2007	3912	30,8	40,7	28,5	26,4	1,6	0,5	21,5
2006	3936	25,3	38,4	36,4	34,1	1,8	0,5	23,9
2005	3960	23,7	45,3	31,0	29,1	1,4	0,5	23,0
2004	11160	26,7	39,1	34,1	31,7	2,0	0,4	23,4
2003	3960	26,2	40,8	33,0	31,5	1,1	0,4	22,6
2002	3912	37,8	37,7	24,5	22,8	1,1	0,6	19,5
2001	11136	41,0	38,1	20,9	19,6	0,9	0,4	17,6
2000	3888	34,1	47,7	18,2	17,0	0,8	0,4	18,6
1999	3888	29,9	45,5	24,5	22,6	1,5	0,4	20,6
1998	3888	32,8	42,5	24,7	23,2	1,1	0,4	20,1
1997	11016	38,4	37,5	24,2	22,7	1,1	0,4	19,0
1996	3528	36,0	41,8	22,2	20,9	0,8	0,5	19,2
1995	3456	39,4	42,0	18,6	17,6	0,6	0,4	17,7
1994	9912	39,6	39,7	20,7	19,3	1,2	0,2	18,0
1993	1440	37,9	46,3	15,8	14,9	0,8	0,1	16,3
1992	1440	39,8	45,2	15,0	13,7	1,3	0,0	16,9
1991	9192	47,5	40,8	11,6	10,8	0,6	0,2	14,9
1990	9192	47,0	44,3	8,7	7,7	0,9	0,1	14,5
1989	3408	46,2	43,4	10,4	9,4	0,8	0,2	15,1
1988	3432	45,9	43,2	10,9	10,5	0,3	0,1	15,1
1987	3432	52,9	38,8	8,3	7,8	0,3	0,2	12,6
1986	10080	54,1	37,7	8,2	7,5	0,5	0,2	12,9
1985	10128	53,6	37,6	8,8	8,2	0,5	0,1	13,1
1984	10248	59,2	32,9	7,9	7,3	0,4	0,2	11,9

Fichte		Anteile der Schadstufen [in %]						Mittlere Kronenverlichtung
Jahr	Anzahl Probebäume N	ohne Schadmerkmale 0	schwach geschädigt 1	Summe deutlich geschädigt 2 bis 4	mittelstark geschädigt 2	stark geschädigt 3	abgestorben 4	
2023	669	21,2	30,3	48,4	43,0	3,3	2,1	28,8
2022	741	23,2	31,8	44,9	36,3	4,0	4,6	29,2
2021	772	20,7	31,1	48,2	38,5	2,6	7,1	31,0
2020	838	20,5	31,7	47,7	42,2	1,3	4,2	29,0
2019	958	24,2	38,1	37,7	33,1	1,7	2,9	25,9
2018	981	20,6	43,3	36,0	33,7	1,5	0,8	24,7
2017	1011	33,3	46,2	20,5	18,7	0,8	1,0	20,1
2016	1009	34,1	43,1	22,8	20,4	1,3	1,1	20,2
2015	1013	27,8	45,7	26,5	25,2	0,8	0,5	21,4
2014	1039	34,8	43,5	21,7	19,9	1,2	0,6	19,2
2013	2865	36,9	42,5	20,6	19,3	0,8	0,5	18,6
2012	1071	34,1	40,9	25,0	23,3	0,7	1,0	20,4
2011	1061	44,4	37,0	18,6	17,1	0,9	0,6	17,4
2010	1086	40,6	39,5	19,9	18,0	0,7	1,2	18,5
2009	1129	36,1	38,3	25,6	23,8	0,8	1,0	20,4
2008	3011	43,6	37,5	18,9	17,2	1,1	0,6	17,8
2007	1136	45,5	33,5	21,0	18,8	1,2	1,0	18,2
2006	1170	35,1	41,5	23,4	21,5	1,0	0,9	19,9
2005	1197	32,1	46,2	21,7	20,1	0,9	0,7	19,7
2004	3133	39,5	38,1	22,4	20,8	1,1	0,5	18,9
2003	1229	39,5	35,7	24,6	23,1	0,8	0,7	19,3
2002	1220	46,1	35,1	18,8	16,9	1,2	0,7	17,1
2001	3168	55,9	30,3	13,7	12,9	0,6	0,2	13,2
2000	1222	47,6	39,6	12,8	11,9	0,6	0,3	15,2
1999	1226	41,0	42,8	16,2	15,3	0,6	0,3	17,4
1998	1221	47,5	37,8	14,7	13,5	1,0	0,2	16,0
1997	3142	54,9	30,9	14,1	13,3	0,6	0,2	14,0
1996	1089	51,5	36,0	12,5	11,3	0,8	0,4	14,6
1995	1076	53,3	35,1	11,6	10,6	0,6	0,4	13,8
1994	2838	52,6	34,8	12,6	11,8	0,6	0,2	13,8
1993	317	55,5	33,4	11,1	9,5	1,6	0,0	11,4
1992	316	55,7	31,6	12,7	11,1	1,6	0,0	13,2
1991	2722	56,5	33,2	10,3	8,9	1,2	0,2	12,9
1990	2731	56,9	36,3	6,8	6,2	0,6	0,0	12,0
1989	1190	55,4	36,0	8,7	8,2	0,5	0,0	12,8
1988	1188	51,2	40,4	8,5	8,2	0,3	0,0	13,1
1987	1190	58,7	31,9	9,4	8,8	0,3	0,3	12,6
1986	3316	57,6	32,9	9,5	8,8	0,5	0,2	11,8
1985	3320	59,8	31,7	8,5	7,9	0,5	0,1	11,3
1984	3371	66,5	26,8	6,6	6,2	0,2	0,2	9,9

Kiefer		Anteile der Schadstufen [in %]						Mittlere Kronenverlichtung
Jahr	Anzahl Probebäume N	ohne Schadmerkmale 0	schwach geschädigt 1	Summe deutlich geschädigt 2 bis 4	mittelstark geschädigt 2	stark geschädigt 3	abgestorben 4	
2023	520	19,4	60,7	19,9	15,8	1,2	2,9	22,5
2022	519	31,0	48,6	20,4	17,1	0,6	2,7	21,0
2021	528	29,9	54,5	15,5	12,9	0,9	1,7	19,6
2020	527	19	54,5	26,6	23,3	2,7	0,6	23,7
2019	535	30,5	56,4	13,1	11,8	0,2	1,1	18,7
2018	537	28,5	58,1	13,4	11,7	0,6	1,1	19,0
2017	538	32,9	55,8	11,4	9,7	0,6	1,1	18,6
2016	540	43,7	49,1	7,2	6,1	0,0	1,1	15,7
2015	541	46,4	44,4	9,2	7,9	0,0	1,3	16,3
2014	539	46,8	46,6	6,7	5,8	0,0	0,9	15,8
2013	1567	44,8	47,4	7,9	6,8	0,2	0,9	15,7
2012	540	44,6	44,6	10,8	9,8	0,4	0,6	16,4
2011	550	34,2	49,8	16,0	14,2	1,1	0,7	19,3
2010	556	44,6	46,2	9,2	8,1	0,4	0,7	16,2
2009	555	35,9	54,4	9,6	8,6	0,5	0,5	17,2
2008	1620	32,2	48,3	19,5	17,3	1,7	0,5	19,6
2007	559	37,4	47,6	15,0	14,1	0,7	0,2	17,7
2006	562	31,3	51,1	17,7	16,9	0,4	0,4	19,6
2005	559	29,7	51,5	18,8	17,2	1,1	0,5	20,1
2004	1653	26,8	54,0	19,2	17,4	0,7	1,1	20,6
2003	552	24,1	57,2	18,6	17,9	0,5	0,2	19,8
2002	564	39,5	49,1	11,4	9,8	0,9	0,7	17,2
2001	1683	43,2	46,2	10,6	8,6	1,2	0,8	16,7
2000	562	34,3	55,7	9,9	9,4	0,5	0,0	17,3
1999	561	29,8	60,8	9,4	8,9	0,5	0,0	17,2
1998	562	32,4	60,1	7,6	6,8	0,4	0,4	16,7
1997	1685	40,4	52,7	7,0	6,2	0,3	0,5	15,6
1996	522	31,2	60,5	8,3	7,1	0,2	1,0	17,0
1995	519	33,1	58,2	8,7	7,5	0,0	1,2	17,1
1994	1627	45,5	47,3	7,2	6,5	0,1	0,6	15,0
1993	329	35,3	56,5	8,2	8,2	0,0	0,0	16,7
1992	328	40,9	53,4	5,8	5,8	0,0	0,0	14,8
1991	1545	39,9	51,3	8,7	8,5	0,0	0,2	16,6
1990	1545	41,1	54,9	4,1	3,9	0,1	0,1	14,9
1989	524	40,5	53,8	5,7	5,3	0,2	0,2	15,2
1988	547	37,8	54,3	7,9	7,7	0,0	0,2	16,1
1987	548	45,8	48,0	6,2	5,8	0,0	0,4	14,1
1986	1620	38,6	54,3	7,1	6,5	0,2	0,4	16,2
1985	1614	33,7	52,2	14,2	13,1	0,7	0,4	17,8
1984	1633	35,6	51,6	12,9	11,8	0,6	0,5	17,3

Buche		Anteile der Schadstufen [in %]						Mittlere Kronenverlichtung
Jahr	Anzahl Probebäume N	ohne Schadmerkmale 0	schwach geschädigt 1	Summe deutlich geschädigt 2 bis 4	mittelstark geschädigt 2	stark geschädigt 3	abgestorben 4	
2023	846	11,9	34,0	54,1	49,5	4,0	0,6	30,7
2022	836	15,0	37,6	47,5	43,4	3,1	1,0	28,0
2021	829	8,4	36,6	55,0	48,9	5,5	0,6	32,0
2020	819	8,1	28,7	63,2	59,7	3,4	0,1	31,7
2019	815	13,6	47,9	38,6	36,0	2,5	0,1	26,0
2018	806	11,0	43,7	45,2	43,5	1,7	0,0	26,8
2017	802	18,0	50,2	31,8	31,2	0,5	0,1	22,9
2016	786	8,4	32,8	58,8	57,8	0,9	0,1	29,8
2015	785	20,0	50,6	29,4	28,4	0,9	0,1	22,4
2014	784	9,7	38,5	51,8	49,9	1,8	0,1	29,5
2013	2388	16,1	51,1	32,7	31,9	0,8	0,0	23,7
2012	783	10,2	49,8	39,9	37,9	2,0	0,0	26,5
2011	781	8,3	24,3	67,3	64,9	2,4	0,0	32,9
2010	783	14,4	52,0	33,6	33,0	0,6	0,0	23,8
2009	769	15,6	39,4	45,0	43,7	1,3	0,0	26,6
2008	2308	17,4	41,1	41,5	40,4	1,0	0,1	25,6
2007	770	17,5	46,8	35,6	34,5	1,0	0,1	23,9
2006	760	12,9	33,7	53,3	51,8	1,4	0,1	28,5
2005	761	10,4	45,6	44,0	42,8	1,2	0,0	27,0
2004	2244	9,0	27,6	63,3	60,0	3,3	0,0	32,2
2003	742	11,9	38,3	49,9	48,5	1,1	0,3	27,4
2002	718	17,5	31,3	51,1	50,1	0,6	0,4	27,4
2001	2187	17,0	45,8	37,2	36,3	0,8	0,1	23,9
2000	705	9,5	54,5	36,1	34,9	0,9	0,3	25,1
1999	705	12,5	44,3	43,3	40,7	2,6	0,0	26,4
1998	701	14,3	44,5	41,3	40,7	0,6	0,0	24,8
1997	2139	20,3	44,7	35,0	34,2	0,7	0,1	23,1
1996	659	13,4	52,2	34,5	34,0	0,3	0,2	23,9
1995	655	15,3	49,9	34,9	34,4	0,5	0,0	24,0
1994	1939	18,6	44,9	36,4	34,9	1,5	0,0	24,0
1993	375	25,6	53,3	21,1	19,5	1,6	0,0	18,5
1992	375	25,3	49,9	24,8	23,2	1,6	0,0	21,0
1991	1777	33,0	49,6	17,4	16,7	0,6	0,1	17,9
1990	1775	29,1	52,6	18,3	16,2	2,0	0,1	19,1
1989	624	32,5	53,0	14,4	13,9	0,3	0,2	17,8
1988	624	34,0	51,6	14,5	13,8	0,5	0,2	18,3
1987	626	41,5	49,0	9,4	8,6	0,6	0,2	15,7
1986	1880	48,8	42,6	8,7	8,2	0,4	0,1	13,2
1985	1902	45,8	47,4	6,8	6,4	0,3	0,1	14,1
1984	1918	52,6	39,4	8,0	7,6	0,4	0,0	13,0

Eiche		Anteile der Schadstufen [in %]						Mittlere Kronenverlichtung
Jahr	Anzahl Probebäume N	ohne Schadmerkmale 0	schwach geschädigt 1	Summe deutlich geschädigt 2 bis 4	mittelstark geschädigt 2	stark geschädigt 3	abgestorben 4	
2023	711	7,7	37,0	55,2	46,1	8,4	0,7	33,4
2022	697	6,9	42,0	51,1	47,8	3,2	0,1	29,7
2021	969	6,5	41,1	52,4	47,0	5,3	0,1	30,9
2020	706	6,8	50,6	42,6	40,2	2,1	0,3	27,8
2019	693	7,4	38,8	53,8	49,4	4,3	0,1	31,1
2018	685	7,2	50,5	42,3	41,3	0,7	0,3	26,9
2017	672	19,2	49,9	30,9	29,6	1,0	0,3	23,2
2016	691	25,6	55,3	19,0	18,5	0,4	0,1	19,9
2015	688	14,2	55,1	30,7	29,5	1,2	0,0	23,7
2014	711	27,7	53,0	19,2	17,7	1,4	0,1	19,9
2013	2151	13,3	50,1	36,6	34,8	1,4	0,4	25,6
2012	708	14,0	40,1	45,9	42,7	3,1	0,1	28,1
2011	685	15,5	45,3	39,3	37,4	1,8	0,1	26,0
2010	683	9,8	38,9	51,2	48,3	2,6	0,3	29,6
2009	680	15,4	39,3	45,3	42,4	2,8	0,1	27,5
2008	2061	8,2	31,4	60,4	56,8	3,4	0,2	31,9
2007	678	8,6	41,7	49,7	46,8	2,5	0,4	29,4
2006	676	11,8	30,0	58,1	54,3	3,4	0,4	30,9
2005	676	6,5	38,0	55,5	53,0	2,1	0,4	30,7
2004	2038	16,8	42,0	41,1	38,4	2,5	0,2	26,1
2003	673	7,7	38,9	53,3	52,0	1,2	0,1	29,2
2002	653	24,3	48,4	27,3	25,3	1,2	0,8	21,8
2001	1991	18,6	46,1	35,3	33,5	1,3	0,5	24,0
2000	631	14,9	56,1	29,0	26,6	1,6	0,8	23,7
1999	630	7,5	42,7	49,9	45,1	3,7	1,1	29,6
1998	634	4,9	37,7	57,5	53,2	3,5	0,8	31,1
1997	1984	12,9	33,4	53,8	49,9	3,3	0,6	29,7
1996	581	9,0	41,3	49,8	47,7	1,9	0,2	28,9
1995	572	18,4	54,2	27,4	26,7	0,7	0,0	22,4
1994	1774	15,9	46,1	38,0	35,4	2,5	0,1	25,6
1993	309	26,9	48,2	24,9	24,9	0,0	0,0	20,3
1992	303	31,0	51,8	17,2	16,5	0,7	0,0	19,1
1991	1634	37,5	47,7	14,7	14,0	0,4	0,3	17,0
1990	1627	37,6	54,4	8,1	7,5	0,2	0,4	16,0
1989	517	29,0	53,0	18,0	15,7	1,9	0,4	20,0
1988	521	30,3	47,4	22,3	21,5	0,6	0,2	19,9
1987	522	39,3	50,4	10,4	10,2	0,0	0,2	15,6
1986	1710	46,4	44,4	9,2	8,7	0,4	0,1	14,5
1985	1718	46,2	43,0	10,8	10,1	0,6	0,1	15,3
1984	1718	58,4	34,2	7,5	6,8	0,6	0,1	13,0

sonstige Baumarten		Anteile der Schadstufen [in %]						Mittlere Kronenverlichtung
		ohne Schadmerkmale 0	schwach geschädigt 1	Summe deutlich geschädigt 2 bis 4	mittelstark geschädigt 2	stark geschädigt 3	abgestorben 4	
Jahr	Anzahl Probebäume N							
2023	902	15,5	42,0	42,5	35,0	4,7	2,8	29,4
2022	903	21,6	40,5	37,9	32,0	3,9	2,0	26,8
2021	895	26,3	38,1	35,6	30,4	3,2	2,0	25,2
2020	878	22,6	38,2	39,3	34,7	3,9	0,7	26,8
2019	839	17,3	47,4	35,3	30,4	3,9	1,0	25,9
2018	831	16,4	43,2	40,4	35,1	4,3	1,0	27,7
2017	841	29,7	48,0	22,2	19,0	2,4	0,8	21,5
2016	838	27,0	52,9	20,2	17,5	2,3	0,4	20,9
2015	837	32,0	44,1	23,9	21,6	1,9	0,4	20,9
2014	839	33,3	49,2	17,5	15,6	1,4	0,5	18,8
2013	2357	41,8	44,6	13,6	12,6	0,7	0,3	16,5
2012	834	40,8	40,8	18,4	15,0	3,2	0,2	18,6
2011	787	33,2	41,4	25,5	23,4	1,7	0,4	20,3
2010	780	39,6	44,4	16,0	14,0	1,4	0,6	18,1
2009	779	48,3	37,2	14,5	12,6	1,4	0,5	16,7
2008	2136	41,0	42,3	16,8	15,3	1,2	0,3	17,4
2007	769	36,9	39,4	23,6	20,5	2,6	0,5	20,1
2006	768	29,8	36,5	33,8	30,5	3,0	0,3	22,6
2005	767	34,7	45,4	19,9	17,2	2,2	0,5	19,7
2004	2092	36,0	38,6	25,3	22,4	2,5	0,4	20,4
2003	763	36,4	41,2	22,4	20,0	2,1	0,3	19,3
2002	757	54,0	30,0	15,9	14,0	1,5	0,4	15,5
2001	2107	63,0	28,0	9,2	8,1	0,9	0,2	12,2
2000	768	51,0	42,0	7,5	6,4	0,7	0,4	14,7
1999	766	47,0	42,0	11,0	9,3	1,2	0,5	15,6
1998	770	50,0	39,0	11,3	10,1	0,4	0,8	15,5
1997	2066	55,0	31,0	13,9	12,2	1,0	0,7	14,9
1996	677	60,0	27,0	13,3	11,4	0,9	1,0	15,1
1995	634	65,0	21,0	13,8	12,1	1,1	0,6	13,9
1994	1734	61,0	28,0	10,9	9,4	1,2	0,3	13,2
1993	110	74,0	20,0	5,7	4,0	0,5	1,2	10,9
1992	118	62,0	32,0	6,4	2,6	3,8	0,0	13,6
1991	1514	67,0	26,0	7,1	6,4	0,4	0,3	11,0
1990	1515	66,0	28,0	6,4	4,7	1,7	0,0	11,5
1989	553	67,0	26,0	6,5	4,7	1,0	0,8	12,6
1988	552	74,0	22,0	4,3	3,6	0,4	0,3	10,4
1987	546	76,0	19,0	4,6	4,1	0,4	0,1	9,7
1986	1554	78,0	17,0	4,8	4,0	0,8	0,0	8,6
1985	1574	78,0	18,0	4,1	3,5	0,5	0,1	8,2
1984	1608	76,5	17,3	6,2	5,2	0,6	0,4	8,3

Entwicklung des Probebaumkollektives nach Baumarten

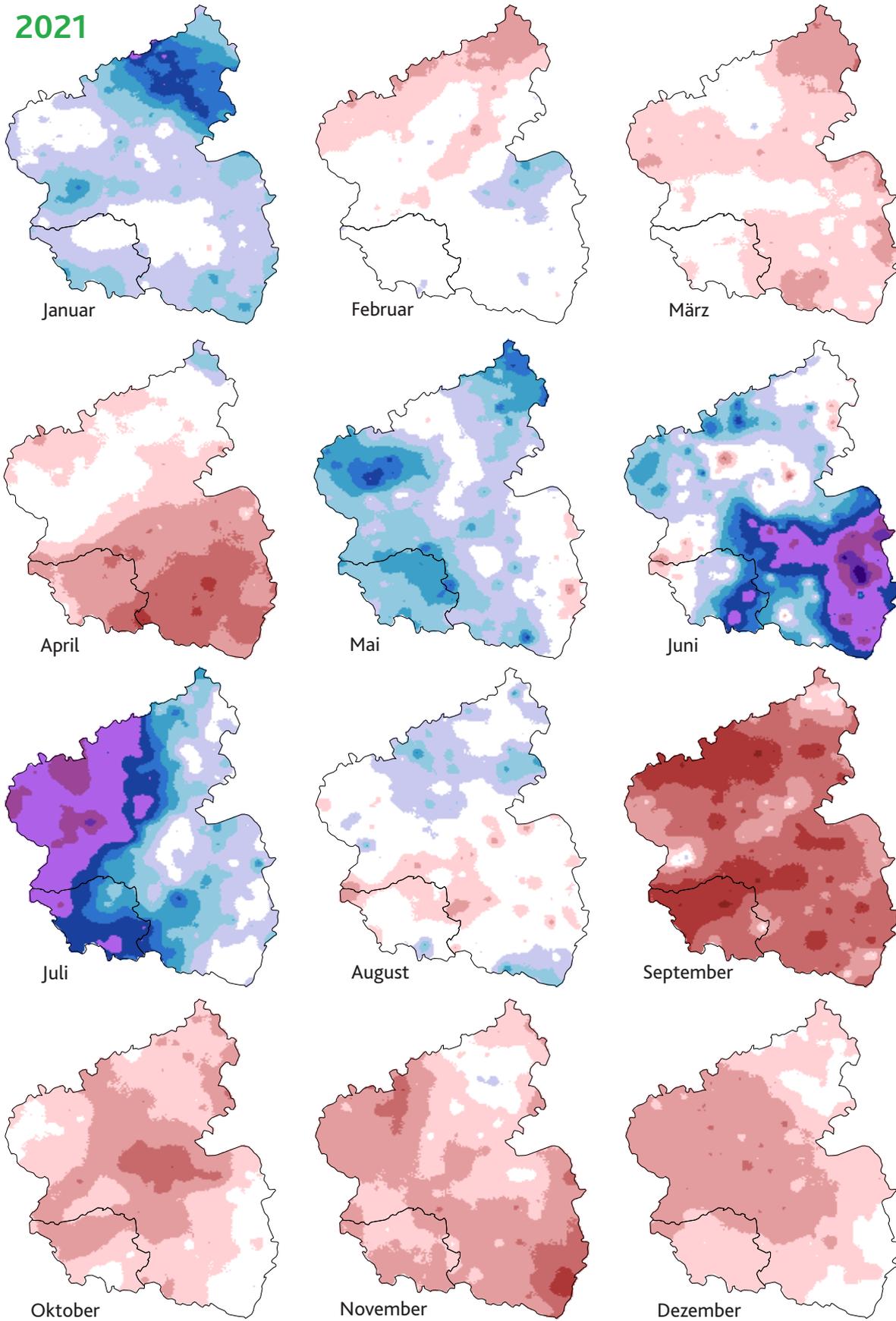
Im Jahr 1984 wurde das Stichprobenraster angelegt und die Ausgangslage zum Beginn der Zeitreihe dokumentiert. Alle folgenden Erhebungen erfolgten auf dem gleichen Grundraster, damit sind Veränderungen im Vergleich zur Ausgangslage zu erkennen. Die Zusammensetzung des Probebaumkollektives hat sich im Laufe der Jahre verändert. Der Anteil an Fichte ist wesentlich geringer geworden. Die Fichtenbestände waren durch die Stürmwürfe und Käferkalamitäten der vergangenen Jahre besonders betroffen; die Wiederbewaldungen erfolgten mit höheren Laubholzanteilen. Die Zahl der Probepunkte ist größer geworden, bei der Überprüfung des Rasters sind etliche Stichprobenpunkte, die in Wald fallen, neu angelegt worden. Diese Punkte ergaben sich aus Erstaufforstungen nach 1984 und solchen Punkten die bei der Anlage des Rasters 1984 übersehen wurden (z.B. in kartographisch nicht erfasstem Kleinprivatwald), hierbei waren überproportional die sonst weniger häufigen Laubbaumarten vertreten. Im Vergleich zu anderen Inventuren zeigt sich, dass der Fichtenanteil noch geringer, der Buchenanteil jedoch höher ist, hier sind jedoch auch Baumartenanteile unter Schirm, die von der WZE verfahrensbedingt nicht erfasst werden von Bedeutung. In den Daten der Forsteinrichtung fehlt der Privatwald. Douglasie ist vom Raster der WZE mit einem zu geringem Anteil erfasst.

In 2023 sind zwei Aufnahmepunkte mit reiner Fichte ausgefallen. An keinem der derzeit ruhenden Aufnahmepunkte hatte sich im letzten Jahr die Waldverjüngung soweit entwickelt, dass sich eine gesicherte Waldverjüngung etabliert hatte. Es konnte damit auch an keinem der ruhenden Aufnahmepunkte neue Probebäume ausgewählt werden.

Art (Gattung)	2023 Anzahl	2023 Anteil	1984 Anteil	Anteil nach Forsteinrichtung 2017	Anteil nach Bundeswaldinventur 2012
Buche	846	23,2%	18,7%	30,9%	23,6%
Fichte	771	19,5%	32,9%	18,9%	20,5%
Eiche	669	18,3%	16,8%	16,5%	16,3%
Kiefer	520	14,3%	15,9%	11,6%	6,9%
Douglasie	145	4,0%	3,5%	6,3%	5,0%
Lärche	140	3,8%	3,4%	2,3%	1,5%
Esche	112	3,1%	0,9%	1,0%	1,1%
Hainbuche	106	2,9%	2,2%	3,6%	8,9%
Ahorn	76	2,1%	0,6%	1,5%	2,4%
Birke	65	1,8%	1,2%	2,0%	4,5%
Erle	45	1,2%	0,3%	0,9%	1,6%
Edelkastanie	37	1,0%	0,5%	0,3%	0,4%
Kirsche	36	1,0%	0,3%	0,6%	1,4%
Tanne	34	0,9%	0,6%	0,8%	0,6%
Kulturpappel	26	0,7%	0,5%	0,3%	0,1%
Eberesche	24	0,7%		0,2%	0,7%
Linde	15	0,4%	0,4%	0,2%	0,6%
Roteiche	13	0,4%	0,3%	0,4%	0,8%
Aspe	9	0,2%	0,3%	0,1%	0,8%
Salweide	6	0,2%		0,0%	0,8%
Strobe	4	0,1%	0,2%	0,1%	0,1%
Elsbeere	3	0,1%		0,0%	0,1%
Robinie	2	0,1%	0,1%	0,2%	0,3%
Faulbaum	1	0,0%			
Mehlbeere	1	0,0%		0,0%	0,3%
Schwarznuss	1	0,0%		0,0%	0,0%
Ulme	1	0,0%	0,1%	0,0%	0,0%
Insgesamt	3648	100,0 %	99,7%	98,7 %	99,3 %

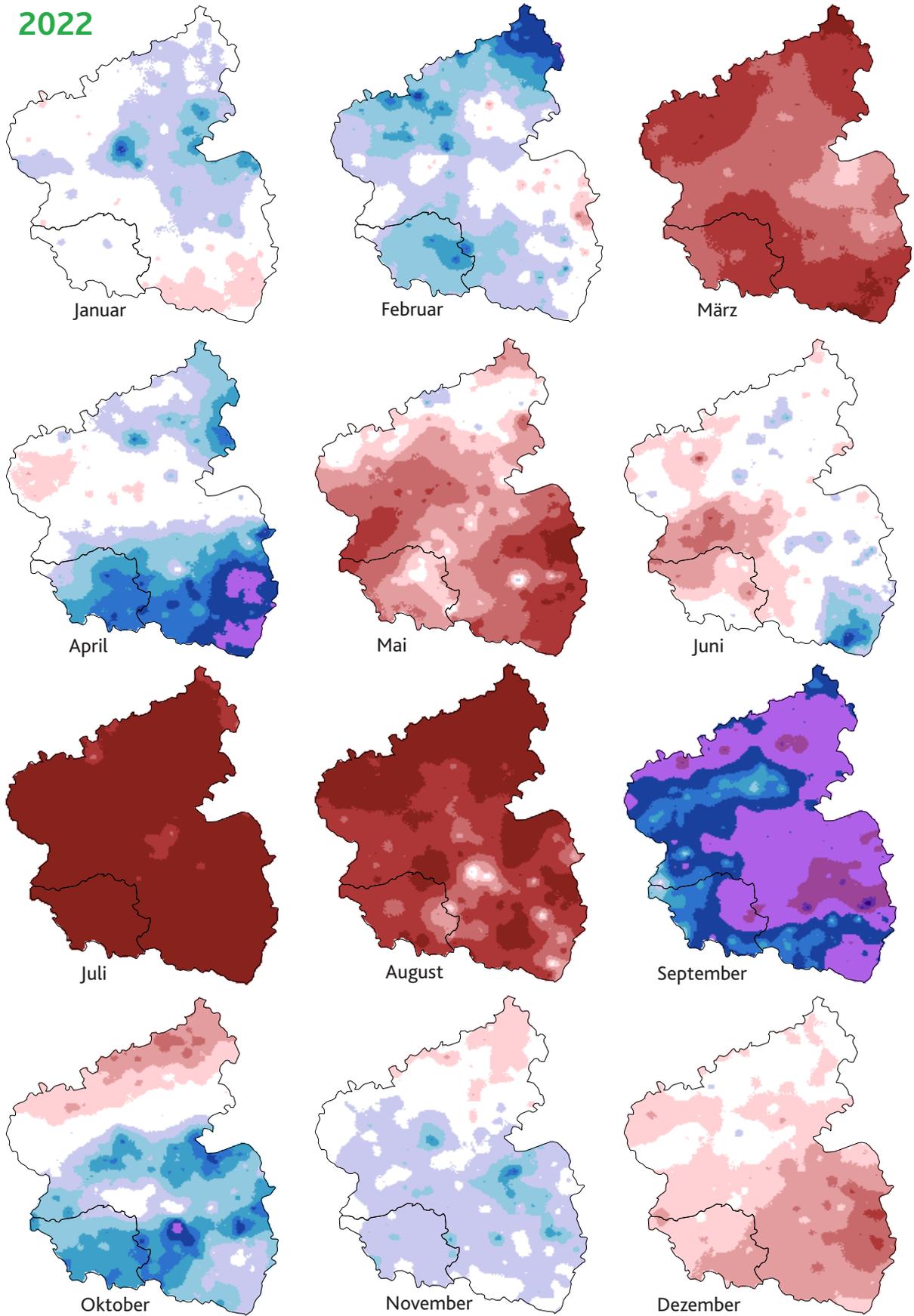
Den Fehlbetrag zu 100 % bilden mit leeren Feldern belassene Baumarten bzw. Baumarten, die nicht im Kollektiv der WZE vertreten, aber von der Forsteinrichtung oder der Bundeswaldinventur erfasst sind.

2021



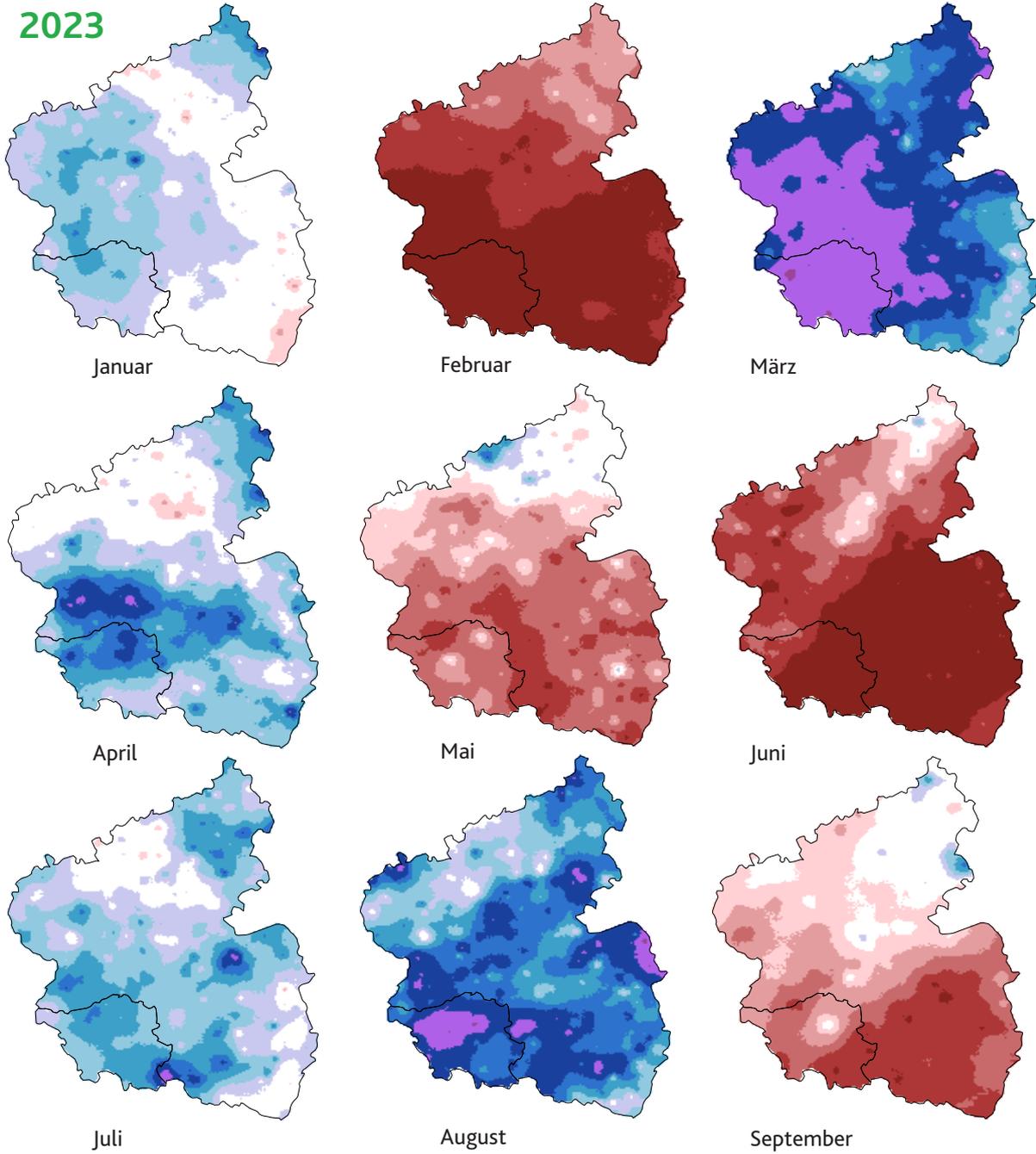
Regionale Abweichung vom Monatsniederschlag in Prozent (Januar bis Dezember)

2022

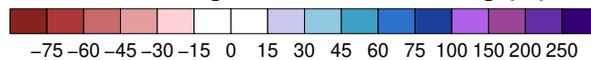


Regionale Abweichung vom Monatsniederschlag in Prozent (Januar bis September)

2023



Abweichung Monatsniederschlag (%)



Maßnahme	Jahr	Ziel
Internationale Abkommen und Richtlinien		
Montreal-Protokoll	1987	Schutz der stratosphärischen Ozonschicht
Europäische Abkommen zur Luftreinhaltung im Rahmen der UN-ECE-Verhandlungen:		
Helsinki-Protokoll	1985	1. und 2. Schwefel-Protokoll zur Rückführung der Stickstoffoxidemissionen
Sofia-Protokoll	1988	
Genfer-Protokoll	1991	Rückführung der Emissionen flüchtiger organischer Verbindungen
Oslo-Protokoll	1994	Reduzierung der Schwefelemissionen
Aarhus-Protokoll	1998	Rückführung von Schwermetallen und persistenten organischen Verbindungen
Göteborg-Protokoll	1999	Bekämpfung von Versauerung, Eutrophierung und bodennahem Ozon
VOC-Richtlinie (VOC = Volatile Organic Compounds)	1999	Begrenzung von Emissionen flüchtiger, organischer Verbindungen
Abfallverbrennungsrichtlinie	2000	Emissionsbegrenzung bei der Verbrennung und Mitverbrennung von Abfällen
Großfeuerungsanlagen-Richtlinie	2001	Begrenzung von Schadstoffemissionen von Großfeuerungsanlagen in die Luft
Richtlinie über nationale Emissionshöchstgrenzen für bestimmte Luftschadstoffe (NEC = National Emissions Ceilings)	2002	Festsetzen von nationalen Emissionshöchstgrenzen für die Mitgliedstaaten bei den Schadstoffen SO ₂ , NO _x , NH ₃ und VOC)
Richtlinie über Arsen, Cadmium, Quecksilber, Nickel und PAK in der Luft	2004	Zielwerte in der Luft, die bis 2012 eingehalten werden sollen
Richtlinie 2008/50/EG über Luftqualität und saubere Luft für Europa	2008	Beurteilung und Kontrolle der Luftqualität EU-Immissionsgrenzwerte für Schwefeldioxid, Stickstoffoxide, Benzol Partikel (PM ₁₀ , PM _{2,5}) und Blei sowie Ozon in der Luft
Richtlinie über die integrierte Vermeidung und Verminderung von Umweltverschmutzung (IVU-Richtlinie)	2008	Genehmigungspflicht für bestimmte industrielle und landwirtschaftliche Tätigkeiten mit einem hohen Verschmutzungspotential
Richtlinie über Industrieemissionen (IED-Richtlinie)	2012	Neufassung der IVU-Richtlinie Verstärkte Berücksichtigung der "besten verfügbaren Technik" (BVT)
Thematische Strategie zur Luftreinhaltung (Clean Air Policy Package mit dem Programm „Saubere Luft für Europa“) Novellierung der Richtlinie über die Reduktion der nationalen Emissionen bestimmter Luftschadstoffe (NEC = National Emission Ceilings)	2013	Kurz- und Langfristmaßnahmen im Bereich Anlagen, Verkehr, Hausbrand und Landwirtschaft zur weiteren Senkung der Emissionen und Immissionsbelastungen Festsetzung von nationalen Emissionshöchstgrenzen für die Mitgliedsstaaten für SO ₂ , NO _x , NMVOC, CO, NH ₃ , PM ₁₀ , PM _{2,5}

Maßnahme	Jahr	Ziel
Nationale Regelungen		
Bundes-Immissionsschutzgesetz (BlmSchG)	2013	Schutz vor schädlichen Umwelteinwirkungen
1. Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes (BlmSchV)	2010	Neufassung der Verordnung über kleine und mittlere Feuerungsanlagen
2. BlmSchV	2013	Neufassung der Verordnung über die Emissionsbegrenzung von leichtflüchtigen organischen Verbindungen
Nationales Luftreinhalteprogramm	2019	Aktuelle Emissionsprognosen sowie Strategien und Maßnahmen zur Erfüllung der Emissionsreduktionsverpflichtungen
10. BlmSchV	2013	Verordnung über die Beschaffenheit und Auszeichnung der Qualitäten von Kraftstoffen
13. BlmSchV	2013	Neufassung der Verordnung über Großfeuerungs- und Gasturbinenanlagen
17. BlmSchV	2013	Verordnung über die Verbrennung und die Mitverbrennung von Abfällen
20. BlmSchV	2013	Neufassung der Verordnung zur Begrenzung der Emissionen flüchtiger organischer Verbindungen beim Umfüllen und Lagern von Ottokraftstoffen
21. BlmSchV	2013	Neufassung der Verordnung zur Begrenzung der Kohlenwasserstoffemissionen bei der Betankung von Kraftfahrzeugen
28. BlmSchV	2013	Verordnung über Emissionsgrenzwerte bei Verbrennungsmotoren
31. BlmSchV	2013	Neufassung der Verordnung zur Begrenzung der Emissionen flüchtiger organischer Verbindungen bei der Verwendung organischer Lösemittel in bestimmten Anlagen
35. BlmSchV	2007	Verordnung zur Kennzeichnung der Kraftfahrzeuge mit geringem Beitrag zur Schadstoffbelastung
36. BlmSchV	2012	Verordnung zur Durchführung der Regelungen der Biokraftstoffquote
39. BlmSchV	2010	Verordnung über Luftqualitätsstandards und Emissionshöchstmengen
43. BlmSchV	2018	Verordnung zur Emissionsreduktion und Emissionshöchstmengen
44. BlmSchV	2020	Verordnung über mittelgroße Feuerungs-, Gasturbinen- und Verbrennungsmotoranlagen (1-50 MW Feuerungswärmeleistung). Nationale Umsetzung der "Medium Combustion Plant Directive" (MCP)

Maßnahme	Jahr	Ziel
Biokraftstoff-Nachhaltigkeitsverordnung	2009	Verordnung über Anforderungen an eine nachhaltige Herstellung von Biokraftstoffen (Biokraft-NachV)
TA Luft	2002	Neufassung der Technischen Anleitung zur Reinhaltung der Luft, Emissionsbegrenzung bei Industrieanlagen nach dem Stand der Technik
Änderungen der Kfz-Steuerregelung	2009	Ausrichtung der Kfz-Steuer für Pkw nach dem Emissionsverhalten und CO ₂ -Emissionen
EURO 1 Norm für Pkw	1991	Verschärfung der Abgasgrenzwerte für Pkw ab 1992/93
EURO I Norm für Lkw	1991	Verschärfung der Abgasgrenzwerte für Lkw ab 1992/93
EURO II Norm für Lkw	1991	2. Stufe der Abgasgrenzwerte für Lkw ab 1995/96
EURO 2 Norm für Pkw	1994	2. Stufe der Abgasgrenzwerte für Pkw ab 1996/97
EURO 3 Norm für Pkw	1998	3. Stufe der Abgasgrenzwerte für Pkw ab 2000/2001
EURO 4 Norm für Pkw	1998	4. Stufe der Abgasgrenzwerte für Pkw ab 2005/2006
EURO 5 Norm für Pkw	2006	5. Stufe der Abgasgrenzwerte für Pkw ab 2009/2010
EURO III Norm für Lkw	1999	3. Stufe der Abgasgrenzwerte für Lkw ab 2000
EURO IV Norm für Lkw	1999	4. Stufe der Abgasgrenzwerte für Lkw ab 2005
EURO V Norm für Lkw	1999	5. Stufe der Abgasgrenzwerte für Lkw (NO ₂) ab 2008
EURO 6 Norm für Pkw	2007	6. Stufe der Abgasgrenzwerte für Pkw ab 2014/2015
EURO VI Norm für Lkw	2007	6. Stufe der Abgasgrenzwerte für Lkw ab 2013/2014
EURO 6d-TEMP Norm für PKW	2017	Stufe der Abgasgrenzwerte für Diesel-PKW ab 2017/2019
EURO 6d Norm für PKW	2017	Stufe der Abgasgrenzwerte für Diesel-PKW ab 2020/2021
Verordnung über Erhebungen zum forstlichen Umweltmonitoring, ForUmV	2013	Datengrundlage für forst- und umweltpolitische Entscheidungen sowie Berichterstattung



Abstimmungsübung an der FAWF in Trippstadt, Vortrag zu den 2023 auftretenden Waldschädlingen; Foto: Thomas Wehner

Diese Druckschrift wird im Rahmen der Öffentlichkeitsarbeit der Landesregierung Rheinland-Pfalz herausgegeben. Sie darf weder von Parteien noch von Wahlwerberinnen und Wahlwerbern oder Wahlhelferinnen und Wahlhelfern zum Zwecke der Wahlwerbung verwendet werden. Auch ohne zeitlichen Bezug zu einer bevorstehenden Wahl darf die Druckschrift nicht in einer Weise verwendet werden, die als Parteinahme der Landesregierung zugunsten einer politischen Gruppe verstanden werden könnte.

Das Waldmonitoring in Rheinland-Pfalz ist eingebunden in das deutsche und europäische Forstliche Umweltmonitoring.

Die Kronenzustandserhebungen auf dem 16 x 16 km-EU-Raster und die Intensivuntersuchungen auf den rheinland-pfälzischen Level-II-Flächen wurden bis 2006 im Rahmen des EU-Forest Focus-Programms und von 2009 bis Juni 2011 im Rahmen des LIFE+-FutMon-Projekts (www.futmon.org) von der Europäischen Union finanziell unterstützt.





Rheinland-Pfalz

MINISTERIUM FÜR
KLIMASCHUTZ, UMWELT,
ENERGIE UND MOBILITÄT

Kaiser-Friedrich-Straße 1
55116 Mainz

www.mkuem.rlp.de
www.wald.rlp.de