



Rheinland-Pfalz

MINISTERIUM FÜR  
KLIMASCHUTZ, UMWELT,  
ENERGIE UND MOBILITÄT

# WALDZUSTANDS- BERICHT 2025



Landesforsten  
Rheinland-Pfalz



## Impressum

### Herausgeber

Ministerium für Klimaschutz, Umwelt, Energie und Mobilität  
Kaiser-Friedrich-Straße 1  
55116 Mainz  
Telefon: 06131 16-0  
[www.mkuem.rlp.de](http://www.mkuem.rlp.de)  
[www.wald.rlp.de](http://www.wald.rlp.de)

Mainz, Dezember 2025

### 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](mailto:zdf.fawf@wald-rlp.de)  
[www.fawf.wald.rlp.de](http://www.fawf.wald.rlp.de)

nur als Download

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

Titelbild:

Traktmittelpunkt mit Messmarke des Aufnahmepunktes 1151 im Biosphärenreservat Pfälzerwald in der Nähe von Hinterweidenthal auf der „Große Boll“, im Hintergrund vor den Felsen Probebäume der Aufstellung 1 (Nord); (Foto: Friedrich Engels)

# WALDZUSTANDS- BERICHT 2025

---

Vorwort .....	4
Waldzustand 2025 - Ein Überblick.....	6
Waldzustandserhebung (WZE) .....	8
Einflüsse auf den Waldzustand .....	30
■ Entwicklung der Luftschadstoffbelastung .....	31
■ Klimawandel und Witterungsverhältnisse.....	37
■ Waldschutz .....	41
Die Douglasie - Baum der Zukunft oder Dauerpatient? .....	46
 <b>Anhang</b>	
■ Entwicklung der Waldschäden .....	60
■ Statistische Signifikanz der Veränderung der mittleren Kronenverlichtung .....	66
■ Probebaumkollektiv 2025 .....	67
■ Regionale Abweichung vom Monatsniederschlag in Prozent (Januar bis Dezember).....	68
■ Abkommen und gesetzliche Regelungen zur Luftreinhaltung.....	71

# VORWORT



2025 ist eine Verschnaufpause für den Wald: Wie die Ergebnisse der Waldzustandserhebung zeigen, ist der Anteil geschädigter Bäume deutlich zurückgegangen. Bäume ohne Schäden wurden dank eines insgesamt günstigen Witterungsverlaufs wieder zahlreicher. Vergessen sind dabei schon fast wieder ein rekordverdächtig trockenes Frühjahr und die überdurchschnittlich hohen Temperaturen über das ganze Jahr. Der Wald hat nach den Krisenjahren seine Regenerationsphase und das ist gut so.

Angeichts der immer deutlicher werdenden Klimawandelfolgen bliebe diese gute Nachricht indes nur eine Randnotiz, wenn wir nicht entschlossen einen langfristig angelegten Schutz des Klimas und damit den Schutz der Wälder betreiben. Vor diesem Hintergrund ist es eine mindestens ebenso gute Nachricht, dass mit der Novelle des Klimaschutzgesetzes Rheinland-Pfalz und der Bereitstellung von 50 Mio. Euro zusätzlich in der Wald-Klima-Offensive nun auch die langfristigen Weichen für einen gesunden Wald in einem lebenswerten Klima gestellt sind. In unserem waldreichsten Bundesland sind wir auf die Leistungen der Wälder angewiesen für den Schutz z.B. des Trinkwassers, für den Wasserrückhalt und für den Schutz von Böden, Siedlungen und Infrastruktur.





©MKUEM/Christof Mattes

Es steht also viel auf dem Spiel. Dies erfordert weitere Anstrengungen beim Klimaschutz, bei der Luftreinhaltung und bei der Bewirtschaftung der Wälder. In der Art und Weise der Waldbewirtschaftung ist der rheinland-pfälzische Weg inzwischen ein bundesweit anerkanntes Markenzeichen und Sinnbild einer gelingenden Kooperation aller Waldeigentumsarten unter dem Dach des Gemeinschaftsforstamtes geworden. Nur die überzeugte Arbeit auch der kommunalen und privaten Waldbesitzenden hat den ausweislich der Bundeswaldinventur 4 guten ökologischen Zustand unserer Wälder ermöglicht.

Ein Sonderkapitel des diesjährigen Waldzustandsberichtes beschäftigt sich mit der Baumart Douglasie, die eine besondere Rolle als Wirtschaftsbaumart auch im Privat- und Körperschaftswald spielt. Inzwischen weit über ein Jahrhundert im Land etabliert und bewährt, sind allerdings viele ökologische Wechselwirkungen der Baumart in Waldökosystemen noch wenig erforscht. Gemeinsame Projekte mit Forschungseinrichtungen aus anderen Bundesländern versuchen Licht in die Zusammenhänge der Nährstoffaufnahme und Resilienz gegenüber Pathogenen zu bringen, die im Klimawandel immer bedeutsamer werden.

Das eingespielte Team von Landesforsten um die Forschungsanstalt für Waldökologie und Forstwirtschaft Rheinland-Pfalz (FAWF) hat die Erhebungen auch in diesem Jahr wieder zuverlässig und präzise ausgewertet und aufbereitet. Den zahlreichen internen und externen Fachleuten, die an ganz unterschiedlichen Stellen mit den Arbeiten befasst waren, und allen beteiligten Mitarbeitenden von Landesforsten danke ich herzlich für ihre Beiträge zum Gelingen.

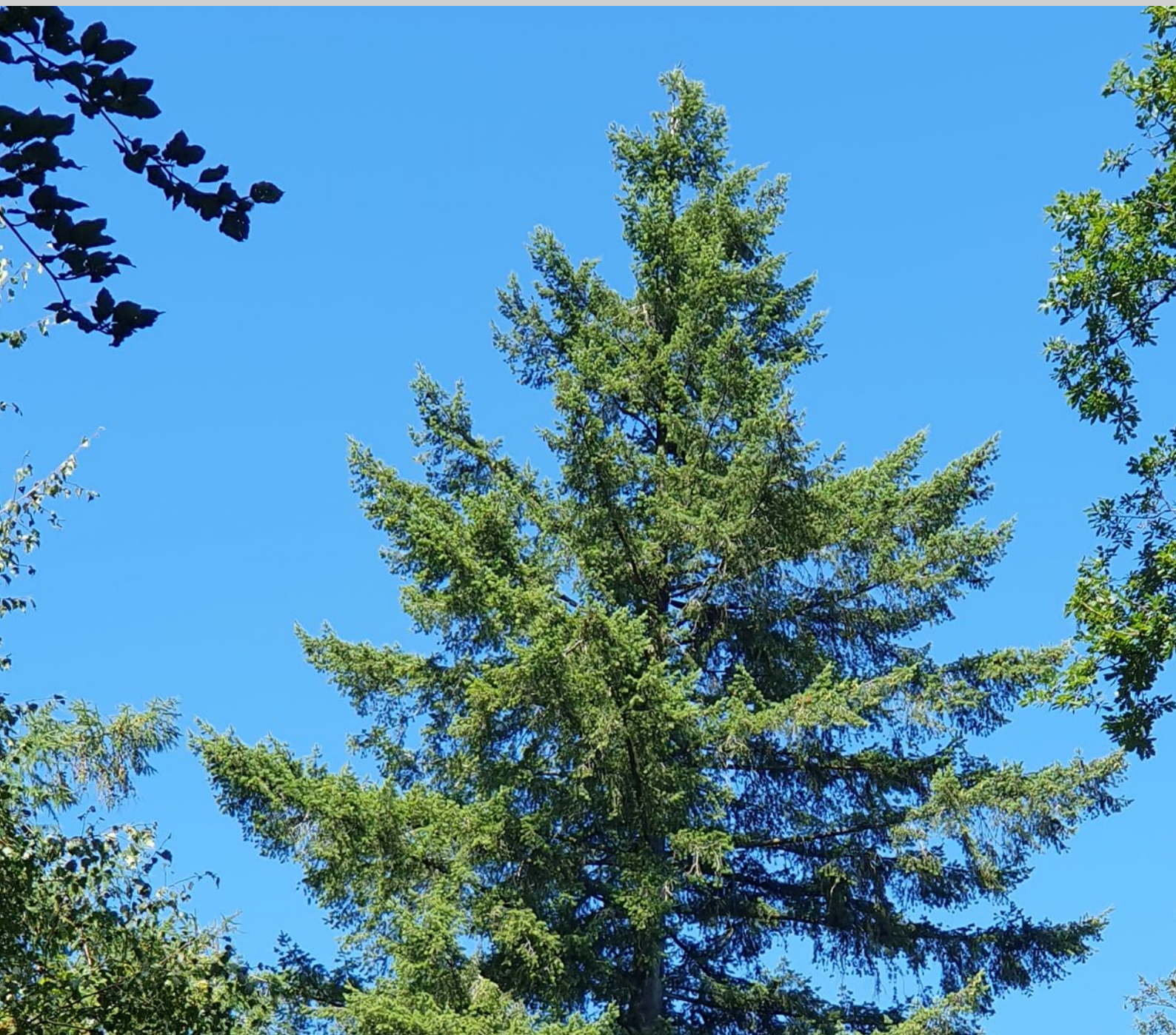
Ihnen wünsche ich spannende Erkenntnisse bei der Lektüre des Waldzustandsberichts 2025.

Ihre  
Katrin Eder

Ministerium für Klimaschutz, Umwelt, Energie  
und Mobilität des Landes Rheinland-Pfalz

# WALDZUSTAND 2025

## EIN ÜBERBLICK





Die Ergebnisse der Waldzustandserhebung zeigen für den rheinland-pfälzischen Wald 2025 im Vergleich zum Vorjahr einen Rückgang des Schadniveaus. Der Anteil deutlich geschädigter Waldbäume ist um achtzehn Prozentpunkte niedriger als im Vorjahr, der Anteil an Probestäumen ohne sichtbare Schadmerkmale liegt um sechs Prozentpunkte höher und die mittlere Kronenverlichtung ist um fünf Prozentpunkte zurückgegangen. Der Anteil starker Kronenschäden, abgestorbener Probestäume und infolge biotischer Schäden vorzeitig entnommener Probestäume ist allerdings nach wie vor hoch.

Nach 2024 brachte auch 2025 ausreichende und halbwegs regelmäßig verteilte Niederschläge. Eine Trockenperiode, überdurchschnittliche Temperaturen und Sonnenscheindauer im Frühjahr, mit einem ersten Sommertag schon im April, ließen ein Hitze- und Dürrejahr befürchten. Doch kamen ab Mitte Mai wieder hinreichend Niederschläge und das Jahr blieb zwar zu warm aber bei wechselhaftem Wetter mit genügend Niederschlägen. Der Vegetationsbeginn war früh, der Austrieb der Waldbäume konnte dank der Bodenwasservorräte auf den meisten Standorten recht ungehindert erfolgen. Die Frühjahrstrockenheit machte sich aber auf den Böden mit geringer Wasserspeicherkapazität während der Austriebsphase mit Dürrestress bemerkbar.

Bei den Luftschadstoffen wurde in den letzten Jahren keine durchgreifende Verbesserung mehr erreicht. Die Säure- und Schadstoffbelastung übersteigt trotz der Erfolge bei der Reduktion der Emissionen von 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 für sich waldschädigend und führen zu einer höheren Empfindlichkeit und vermindertem Reaktionsvermögen der Waldbäume gegenüber weiteren Stressoren und Schädlingen.

Bei der Fichte kling die Borkenkäferkalamität langsam ab. Die immer noch hohe Ausgangspopulation führt zusammen mit den Vorschädigungen weiter zum Anfall von Kalamitätsholz, doch in geringerem Ausmaß als in den Vorjahren. Auch dieses Jahr wurde in den niedrigeren Lagen eine dritte Käfergeneration angelegt. Auch bei den anderen Baumarten ist ein Befall durch rindenbrütende Käfer zu bemerken. Insbesondere der Eichenprachtkäfer bereitet große Sorgen. Anders als bei der Fichte sind hier bisher jedoch nur einzelbaumweise oder kleinflächige Ausfälle zu beobachten.

Die Douglasie ist eine der Baumarten die unsere heimischen Wälder in Zeiten des Klimawandels, verbunden mit zunehmender Trockenheit und Extremwetterereignissen, sowohl hinsichtlich der Stabilität wie auch der Erzeugung des wichtigen, klimaneutralen Rohstoffes Holz ergänzen kann. Sie ist wuchsstark, speichert große Mengen Kohlenstoffdioxid und kann auch längere Dürreperioden besser überstehen als die Fichte. Allerdings ist auch die Douglasie anfällig für Krankheiten und pathogene Erreger. Viele gute Gründe also die Douglasie genauer zu untersuchen. Die Forschungsprojekte "Wechselwirkungen zwischen der Douglasie und dem Nährstoffhaushalt des Standorts" (DoNut) und „Eine optimale Vitalität von Douglasien für die Zukunft multifunktionaler Wälder“ (VitaDou) nehmen sich dieser Herausforderungen an und widmen sich der Einflussfaktoren für die Vitalität der Bäume. Der Douglasie ist daher das diesjährige Sonderkapitel "Die Douglasie - Baum der Zukunft oder Dauerpatient?" gewidmet.



# 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 2025 hat sich der Kronenzustand über alle Baumarten verbessert, dies betrifft nahezu alle Baumarten gleichermaßen, der Anteil absterbender oder schon abgestorbener Bäume ist jedoch weiter hoch.

### Durchführung

Die Waldzustandserhebung (WZE) erfolgt seit 1984 auf einem systematischen, landesweiten Stichprobenraster. Die Stichprobe umfasst insgesamt 167 Aufnahmepunkte. An 16 Aufnahmepunkten war im Vorjahr keine Erhebung möglich. Im Jahr 2025 konnte an dem Aufnahmepunkt, der im Vorjahr nicht begehbar war, die Erhebung wieder durchgeführt werden, sodass 3.648 Stichprobenbäume an 152 Aufnahmepunkten begutachtet wurden. An 15 Aufnahmepunkten ruhte die Erhebung weiterhin, da an diesen Punkten kein für die Auswahl der erforderlichen 24 Probestämme geeigneter Waldbestand vorhanden ist. Die Außenaufnahmen, einschließlich Abstimmungsübung und Kontrollaufnahmen erfolgten in der Zeit vom 21. Juli bis 12. August.

Das Design und Verfahren der WZE sind 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

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>

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 die WZE ebenfalls Aussagen, jedoch bei geringerer statistischer Sicherheit.

An allen 167 Punkten der WZE wird aktuell auch die dritte Bodenzustandserhebung (BZE III) durchgeführt. 2025 ist die Bodenprobennahme abgeschlossen und die Bodenanalysen sind in Arbeit. Auch die Probennahme zum Nährstoffstatus der Waldbäume ist weitgehend abgeschlossen, in Arbeit sind noch junge Waldbestände und einige der selteneren Baumarten. Die BZE III liefert aktuelle Daten zum Zustand und, da in Kontinuität der BZE I (1987 – 1992) und BZE II (2006 bis 2008), auch zur Entwicklung der Waldböden in den letzten 30 Jahren. Neben chemischen, physikalischen und morphologischen Parametern zum

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/>

**S. 8: Abstimmungsbonitur des Personals der Waldzustandserhebung mit Teilnehmern aus Rheinland-Pfalz, dem Saarland und Luxemburg; wichtig um die Vergleichbarkeit der erhobenen Daten zu sichern; Foto: Thomas Wehner**

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.

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/>

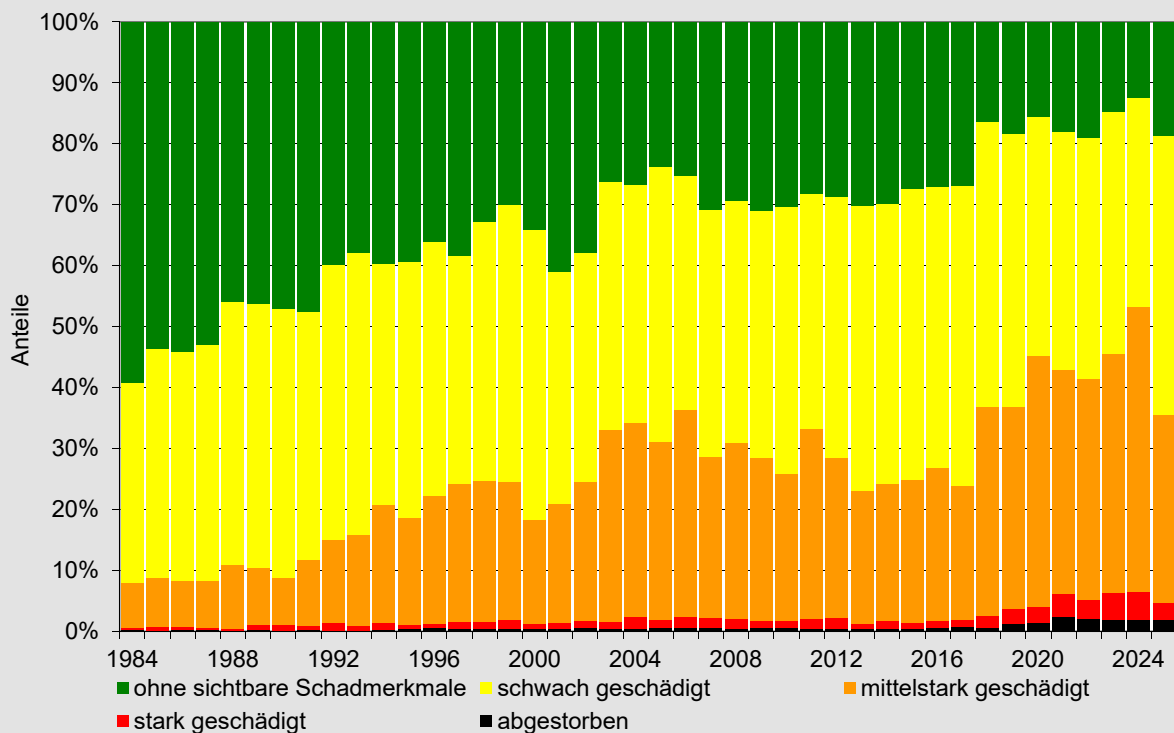
## Waldzustand allgemein

Der Anteil deutlich geschädigter Waldbäume ist gegenüber dem Vorjahr um achtzehn Prozentpunkte zurückgegangen, der Anteil an Probestäumen ohne sichtbare Schadmerkmale liegt um sechs Prozentpunkte höher. Die mittlere Kronenverlichtung ist um fünf Prozentpunkte niedriger. Der Anteil starker Kronenschäden, abgestorbener Probestäume und infolge biotischer Schäden vorzeitig entnommener Probestäume ist zwar ebenfalls zurückgegangen jedoch immer noch überdurchschnittlich hoch. Das Schadniveau über alle Waldflächen von Rheinland-Pfalz, über alle

Baumarten und Altersstufen hinweg hält damit weiterhin das sehr hohe Niveau der letzten acht Jahre.

Der Herbst des Vorjahres war merklich wärmer im Vergleich zu dem vieljährigen Mittel der Referenzperiode 1961-1990, der September 2024 brachte noch etliche Sommertage und sogar Hitzetage. Doch brachte der Herbst auch überdurchschnittliche Niederschläge. Der Winter 2024/25 war wiederum zu warm und brachte auch weniger Niederschläge als im vieljährigen Mittel. Der Frühling war ebenfalls wärmer, trockener und

Entwicklung der Schadstufenverteilung über alle Baumarten von 1984 bis 2025





sonnenscheinreicher als die vieljährigen Mittel 1961-1990. Der erste Sommertag war im April, der erste Hitzetag im Mai zu verzeichnen. Das Frühjahr 2025 war durch eine lang andauernde trockene Periode gekennzeichnet, doch kam es im Mai wieder zu hinreichenden Niederschlägen, so dass die befürchtete Frühsommerdürre ausblieb. Der Vegetationsbeginn war früh, der Austrieb der Waldbäume konnte dank der Boden-Wasservorräte auf den meisten Standorten recht ungehindert erfolgen. Die Frühjahrstrockenheit machte sich aber auf den Böden mit geringer Wasserspeicherkapazität während der Austriebsphase mit Dürrestress bemerkbar. Im Spät-Frühling setzte wechselhaftes Wetter ein, welches sich den Sommer über hielt. Kühlere Phasen mit einigen Niederschlägen wechselten mit hochsommerlichen Temperaturen. Der Sommer war dennoch insgesamt vergleichsweise zu warm, anfangs auch zu trocken, ab Juli jedoch niederschlagsreicher als die Referenzperiode. Durchziehende Gewitterfronten führten zu Starkregenereignissen und Sturmböen. Schäden blieben jedoch lokal begrenzt und stärkere Schäden durch Hagelschlag, Sturzfluten oder Überschwemmungen blieben aus.

In den klimasensiblen Gebieten des Oberrheingrabens und des Donnersbergs waren unterschiedliche Entwicklungen zu beobachten. Beide der nahe beieinanderliegenden Eichenflächen am Donnersberg verzeichnete keine Veränderung in der Kronenverlichtung. Im Oberrheingraben zeigten zwei der Kiefernflächen eine signifikante Zunahme der Kronenverlichtung, während eine weitere Kiefernfläche unverändert blieb. Auf der Robinienfläche wurden keine wesentlichen Veränderungen festgestellt. Zur besseren Charakterisierung der Standortbedingungen und genaueren Beschreibung der Bodenverhältnisse wurden auf drei Kiefernflächen sowie auf der Robinienfläche im Oberrheingraben Bodenfeuchtesensoren installiert und Bodenprofile angelegt.

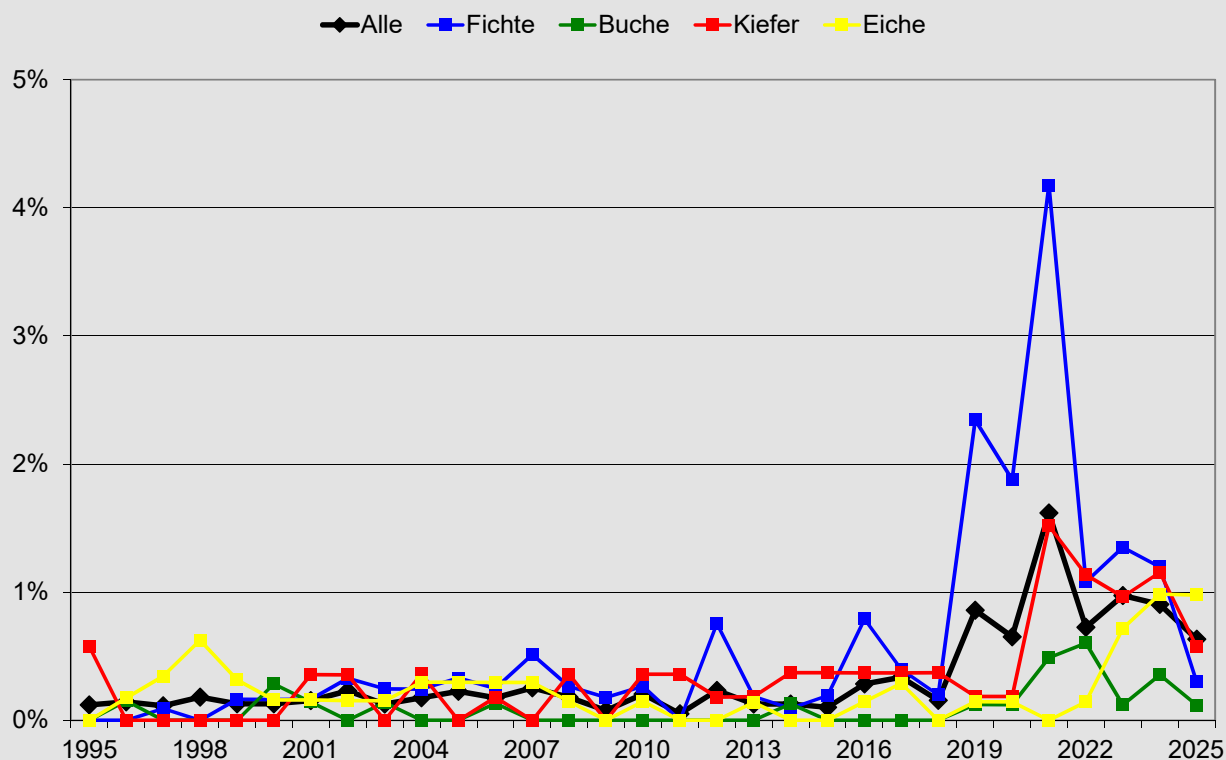
## **Absterberate und Ausscheiderate**

Die Absterberate ist der Anteil an Probestämmen, die im Jahr der Erhebung tot (100 % Nadel-/Blattverlust) angetroffen wurden, 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 wird, ist nicht zu erkennen, ob sie ohne den menschlichen Eingriff tatsächlich abgestorben wären oder überlebt hätten.

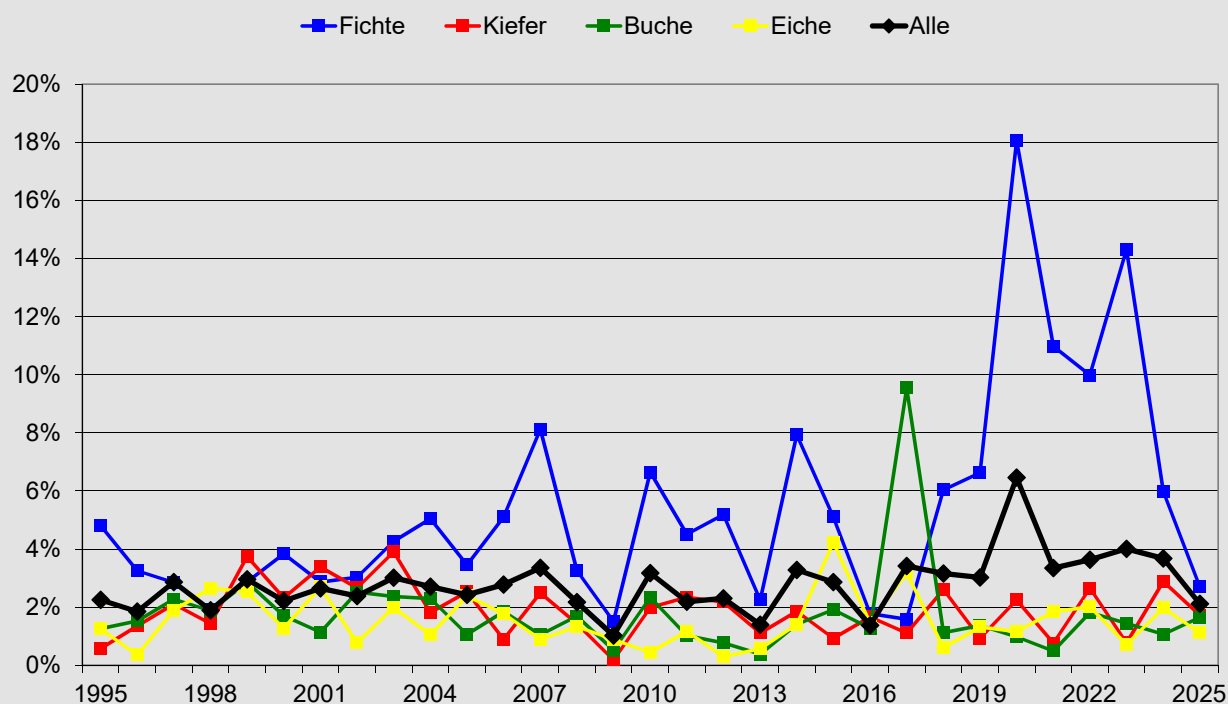
Bei Betrachtung der Zeitreihe ab 1995 zeigen sich nur einzelne Jahre mit höheren Werten, ansonsten Werte nahe der Null-Linie. Die Absterberate war bis 2018 unauffällig und unbedeutend. Ab dem Jahr 2019 ändert sich das Bild. Die extremen Borkenkäferschäden bei der Fichte führten zu wesentlich höheren Werten. Ab dem Jahr 2021 ist dann auch die Absterberate bei Kiefer und Buche und ab 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 Probestammes 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, ob und 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 über-

## Jährliche Absterberaten im Kollektiv der Waldzustandserhebung von 1995 bis 2025



## Jährliche Ausscheiderate im Kollektiv der Waldzustandserhebung von 1995 bis 2025





durchschnittlich hoch ist. Auch sind bei Fichte fast durchgängig jedes Jahr zu einem hohen Anteil Schadereignisse für die vorzeitige Entnahme verantwortlich. Bei Buche, Eiche und Kiefer ist dies nur ausnahmsweise in einzelnen Jahren der Fall, hier dominiert bisher die planmäßige reguläre Holzernte.

Der Anteil an Aufnahmepunkten ohne geeignete Waldbestockung liegt weiter bei neun Prozent. In den letzten fünf Jahren ab 2019 mussten an elf Aufnahmepunkten die Fichten-Probebäume vorzeitig infolge Borkenkäferschäden entnommen werden.

### **Fichte**

Das Niveau der Kronenschäden ist bei Fichte zurückgegangen. Der Anteil deutlich geschädigter Probepflanzen liegt um elf Prozentpunkte unter dem Vorjahreswert. Der Anteil stark geschädigter oder abgestorbener Probepflanzen ist ebenfalls etwas zurückgegangen jedoch weiterhin hoch. Der Anteil schwach geschädigter Probepflanzen stieg um acht, der Anteil der Probepflanzen ohne sichtbare Schäden um drei Prozentpunkte an. Die mittlere Kronenverlichtung ging um 4,9 Prozentpunkte zurück. Frisch abgestorben waren zwei Probepflanzen, weitere zwölf waren schon im Vorjahr tot. Von 2024 auf 2025 sind 18 Probepflanzen ausgeschieden. Mit 2,7 Prozent liegt die Ausscheiderate damit nach sechs Jahren erstmals wieder unter dem langjährigen Durchschnitt der Zeitreihe. Doch bleibt die vorzeitige Entnahme nach Borkenkäferbefall hauptursächlich. Für sieben noch lebende Probepflanzen wurde ein Borkenkäferbefall festgestellt, für diese Probepflanzen wird der Kronenzustand am Tag der Erhebung festgehalten, auch wenn offensichtlich ist, dass sie noch im Verlauf des Berichtsjahres absterben werden. Seit 2017 ist die Anzahl der Fichten im Probestaumenkollektiv um rund ein Drittel zurückgegangen. Ursächlich waren 2018 zunächst vor allem Sturmwürfe und in den folgenden Jahren Schäden durch Borkenkäfer.

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/>

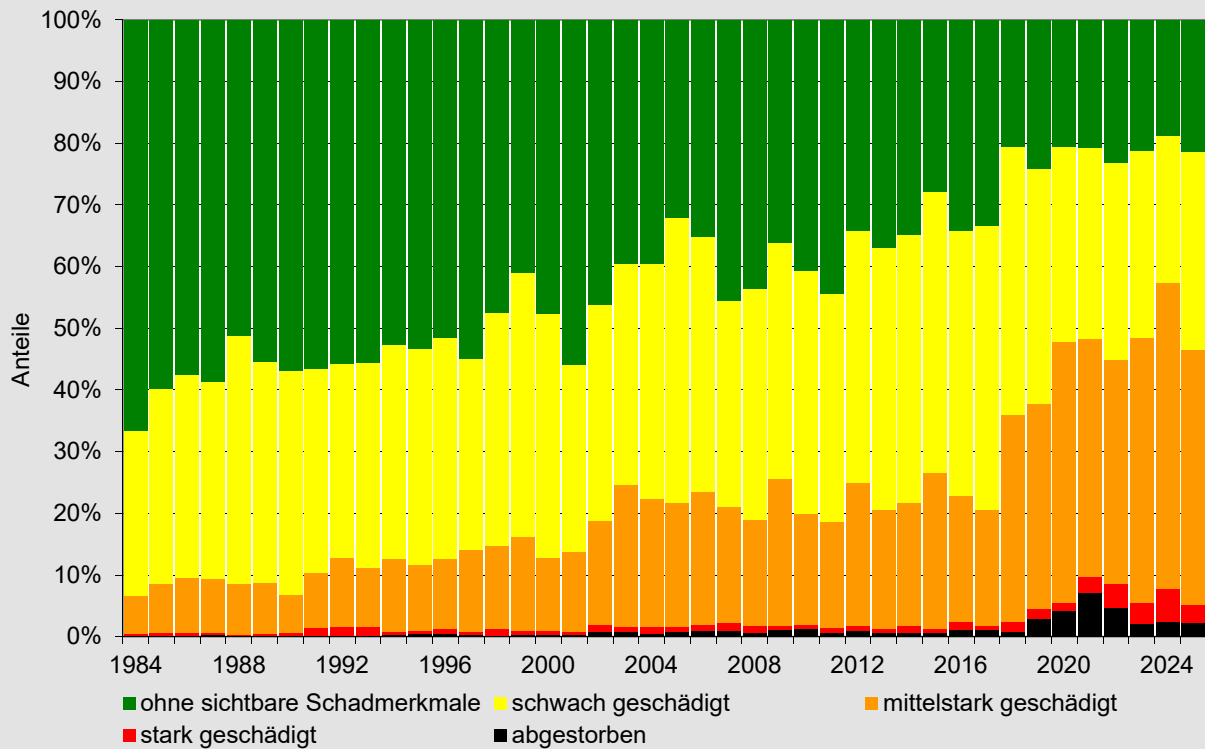
Auf den Intensivuntersuchungsflächen für Fichte zeigte sich insgesamt keine Veränderung in der Kronenverlichtung im Vergleich zum Vorjahr. Nur auf einer Fläche im Hunsrück wurde eine signifikante Zunahme der Kronenverlichtung festgestellt.

Die Fichte blüht und fruktifiziert in den letzten Jahren synchron in einem zweijährigen Rhythmus. Nachdem 2024 reicher Behang mit sich frisch entwickelnden Zapfen zu beobachten war, ist 2025 nur schwache Fruchtbildung beobachtet worden. An vielen Fichten war jedoch noch der alte Zapfenbehang aus dem Vorjahr zu sehen. Starke Fruchtbildung verändert das Erscheinungsbild des Baumes und bedeutet eine zusätzliche physiologische Belastung für die Bäume. Es darf davon ausgegangen werden, dass stärkere Zapfenbildung bei der Fichte mit einer Veränderung der Verzweigungsstruktur, weniger einjährigen Trieben und damit auch geringerer Benadelung einhergeht. 2025 zeigen die Fichten ohne frische Zapfenbildung eine durchgreifendere Verbesserung des Kronenzustandes als die fruchtragenden Fichten. Ein durchgehend signifikanter Einfluss der Fruktifikation auf die Entwicklung der Kronenverlichtung der Fichte ist aus den Daten aber nicht abzuleiten.

Insekten, die unmittelbar die Nadeln befallen, wurden 2025 nicht beobachtet. An einzelnen Fichten waren braune, auf Befall durch Nadelpilze hindeutende Verfärbungen zu erkennen. Echte Gelbfärbungen der Nadeln waren 2025 nur an wenigen Fichten festgestellt worden. Na-

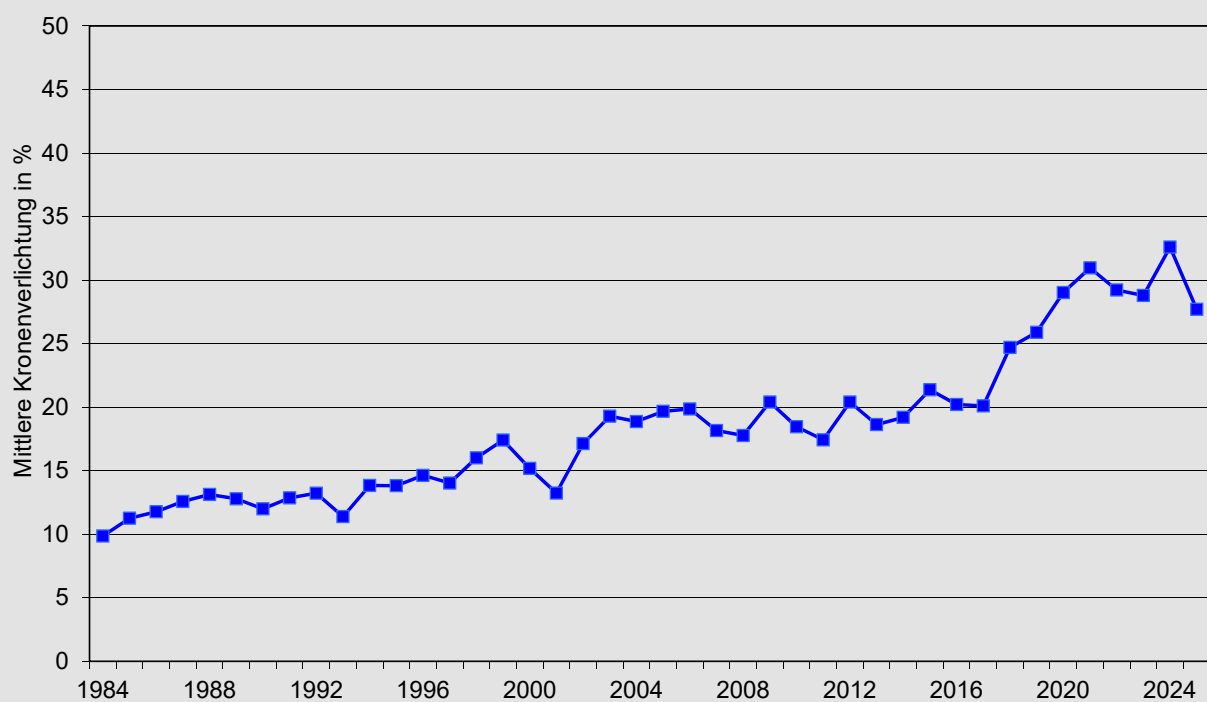
## Fichte

Entwicklung der Schadstufenverteilung von 1984 bis 2025



## Fichte

Entwicklung der mittleren Kronenverlichtung von 1984 bis 2025





delvergilbungen 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. Als eine wesentliche Ursache für den Rückgang der Vergilbung kann die verbesserte Magnesiumversorgung durch Bodenschutzkalkung auf stark versauerten Standorten angenommen werden.

### Buche

Gegenüber dem Vorjahr ist das Schadniveau der Buche merklich zurückgegangen. Der Anteil deutlich geschädigter Probestämme ist um 28 Prozentpunkte niedriger, der Anteil derjenigen ohne sichtbare Schadmerkmale ist um elf Prozentpunkte angestiegen. Die mittlere Kronenverlichtung liegt um 8,5 Prozentpunkte niedriger. Der Anteil starker Schäden (Schadstufe 3) ist mit jetzt 1,5 Prozent um zwei Prozentpunkte geringer als im Vorjahr. Im Aufnahmekollektiv der Waldzustandserhebung war ein Probestamm frisch abgestorben, was im Verlauf der Zeitreihe betrachtet wieder ein durchschnittlicher Wert ist. Zum Jahr 2025 sind vierzehn Probestämme aus dem Stichprobenkollektiv ausgeschieden, davon fünf schon abgestorbene oder stark geschädigte infolge des Ausbruchs der Äste in der oberen Lichtkrone. Der Anteil ausgeschiedener Probestämme liegt mit 1,6 Prozent in etwa im langjährigen Mittel.

Auf den Intensivuntersuchungsflächen für Buche ging die Kronenverlichtung auf nahezu allen Flächen merklich zurück. Lediglich auf einer Fläche in der Eifel wurde ein ähnliches hohes Schadniveau wie im Vorjahr festgestellt.

Im Jahr 2025 wurde bei 24 Prozent der Probestämme, zwar weniger oft, als im Vorjahr doch immer noch überdurchschnittlich häufig, Dürre- und Feinreisig beobachtet. Der Anteil an Buchen, an denen Dürre- und Feinreisig in größerem Ausmaß (mehr als fünf Prozent 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



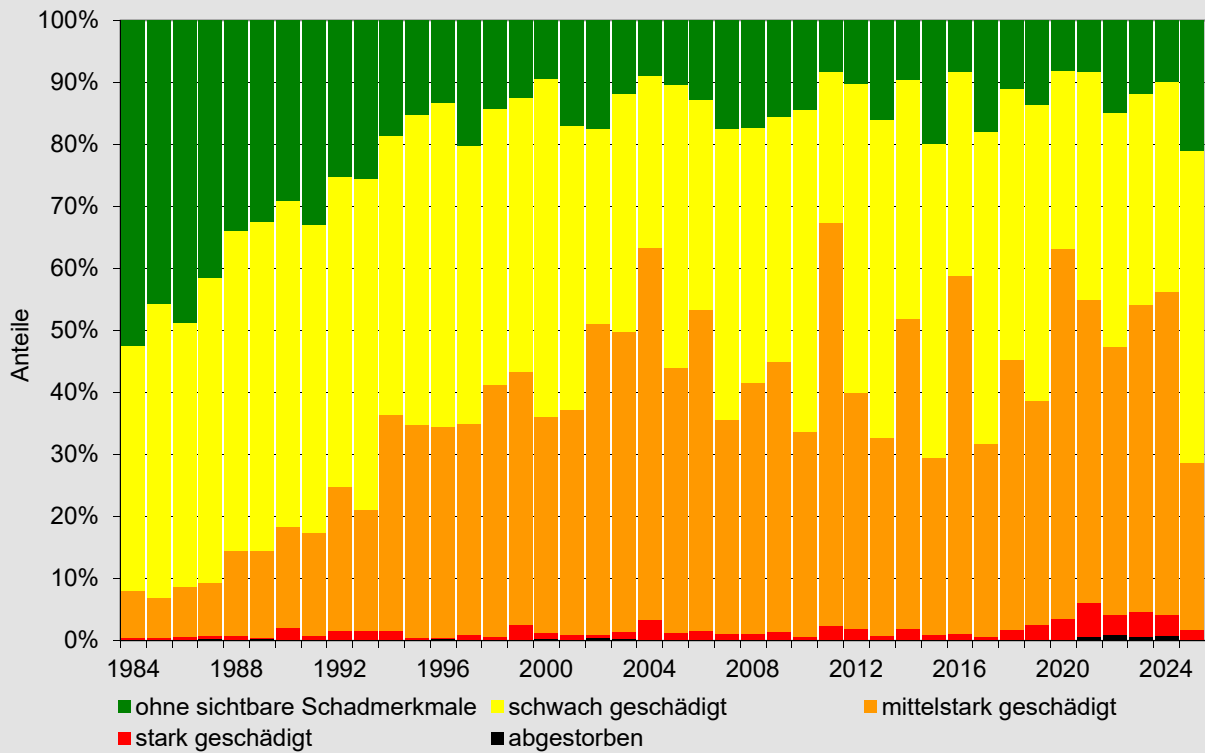
**Ein extremer Fall, fast die gesamte Lichtkrone ist abgestorben, aber die Buche versucht eine Regenerationsbelaubung an den verbliebenen Ästen direkt am Stamm zu bilden;; Foto: Friedrich Engels**

werden seit Beginn der Erhebung 1984 bei der Bewertung der Kronenverlichtung berücksichtigt und gehen anteilmäßig in die Beurteilung des Blattverlustes mit ein. Seit 2008 wird Dürre- und Feinreisig in der Lichtkrone gesondert erhoben. Der Anteil betroffener Probestämme variiert in der Zeitreihe recht stark und zeigt einen ansteigenden 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. 2025 konnte beobachtet werden, dass etliche solcher Buchen aus dem Kroneninneren und der Unterkrone heraus neue, dichte Triebe gebildet hatten und ihre Belaubung zum Teil regenerieren konnten, wohingegen die in den Vorjahren abgestorbenen Äste herausgebrochen waren. So erscheinen diese Bäume wieder mit einer relativ vitaleren Belaubung, obgleich die ursprüngliche Baumhöhe und das Kronenvolumen geringer wurden.

Im letzten Jahrzehnt bildeten die Buchen nahezu jedes zweite Jahr Bucheckern. 2025 trugen 34 Prozent aller Probestämme Bucheckern (Vorjahr 52 Prozent). Auch 2025 wurde erkennbar, wie

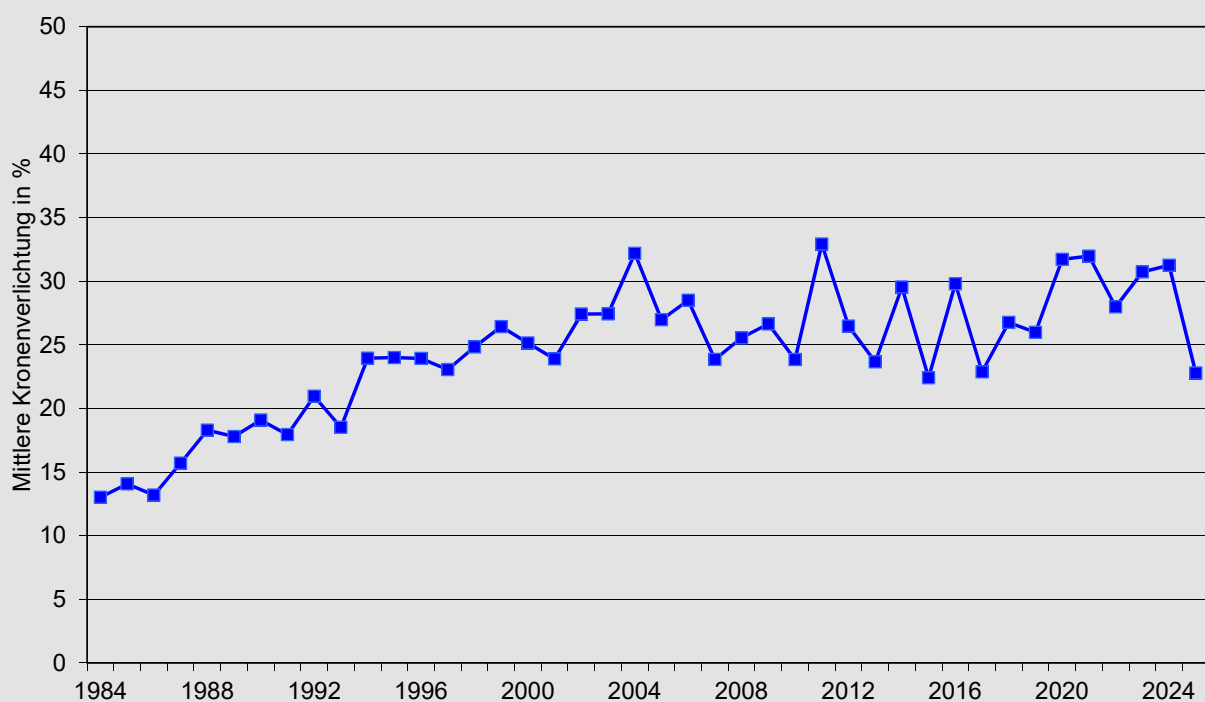
## Buche

Entwicklung der Schadstufenverteilung von 1984 bis 2025



## Buche

Entwicklung der mittleren Kronenverlichtung von 1984 bis 2025





die Intensität des Fruchtbehanges die Entwicklung der Kronenverlichtung bei der Buche beeinflusst. Die nicht fruktifizierenden Buchen-Probeebäume zeigten im Vergleich zu den fruktifizierenden eine etwas deutlichere Verbesserung in ihrem Kronenzustand.

Schäden durch blattfressende Insekten, insbesondere ein Loch- und Minierfraß durch den Buchenspringgrüssler (*Rhynchaenus fagi*), trat an rund 23 Prozent der Probeebäume und damit merklich seltener als im Vorjahr (47 Prozent) auf. Fast ausschließlich handelt es sich um leichten Fraß (bis zu fünf Prozent der Blattmasse betroffen), sodass der Einfluss des Insektenfraßes auf den Kronenzustand gering blieb. Tendenziell ist die Verbesserung des Kronenzustandes bei den Buchen ohne erkennbaren Insektenfraß etwas höher ausgefallen.

Ein Befall durch Blattpilze, wie der Blattbräune (*Apiognomonina errabunda*), wurde zwar vereinzelt (an vier Probeebäumen) beobachtet, jedoch meist nur im Bereich der Schattenkrone. Damit blieb die Blattbräune ohne Einfluss auf den bewerteten Kronenzustand.

Vergilbungen wurden insgesamt an 31 Probeebäumen notiert, jedoch nur in unbedeutendem Umfang (5 oder 10 Prozent der vorhandenen Blattmasse). Es waren jedoch immer wieder Farbanomalien wie gelbliches oder bräunliches Grün der Blätter zu sehen, die im Ausmaß jedoch unterhalb einer deutlichen eigenen Gelb- oder Braunfärbung blieben und daher bei der WZE nicht miterfasst werden. Solche unterschwelligen Verfärbungen können eine Vielzahl von Ursachen wie Photostress, Ozon oder blattsaugende Insekten haben. Besonders auffällig waren bronzefarbene Verfärbungen an südlich exponierten Waldinnenrändern, die auf eine vorzeitige Blattseneszenz durch intensive Sonneneinstrahlung in Kombination mit Ozonschäden zurückzuführen sein dürften.

## Eiche

Der Kronenzustand der Eichen hat sich merklich verbessert. Der Anteil deutlich geschädigter Probeebäume ist gegenüber dem Vorjahr um 25 Prozentpunkte, die mittlere Kronenverlichtung um 6,3 Prozentpunkte zurückgegangen. Doch ist der Anteil stark geschädigter oder abgestorbener Probeebäume mit 7,7 Prozent nur geringfügig unter dem des Vorjahres und damit in der Zeitreihe von überdurchschnittlicher Höhe. Ebenso ist die Anzahl frisch abgestorbener Probeebäume mit sieben unverändert hoch. Die Ausscheiderate bleibt mit 1,1 Prozent dagegen unter dem langjährigen Schnitt der Zeitreihe. Rund ein Drittel der Eichen-Probeebäume 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. 2025 konnte beobachtet werden, dass etliche solcher Eichen aus dem Kroneninneren, der Unterkrone oder auch



Eichen auf den Oberhangstandorten der Moselhänge, die oberen Lichtkronen sind häufig abgestorben doch regenerieren die Eichen an den Starkästen und im Stammbereich; Foto: Friedrich Engels

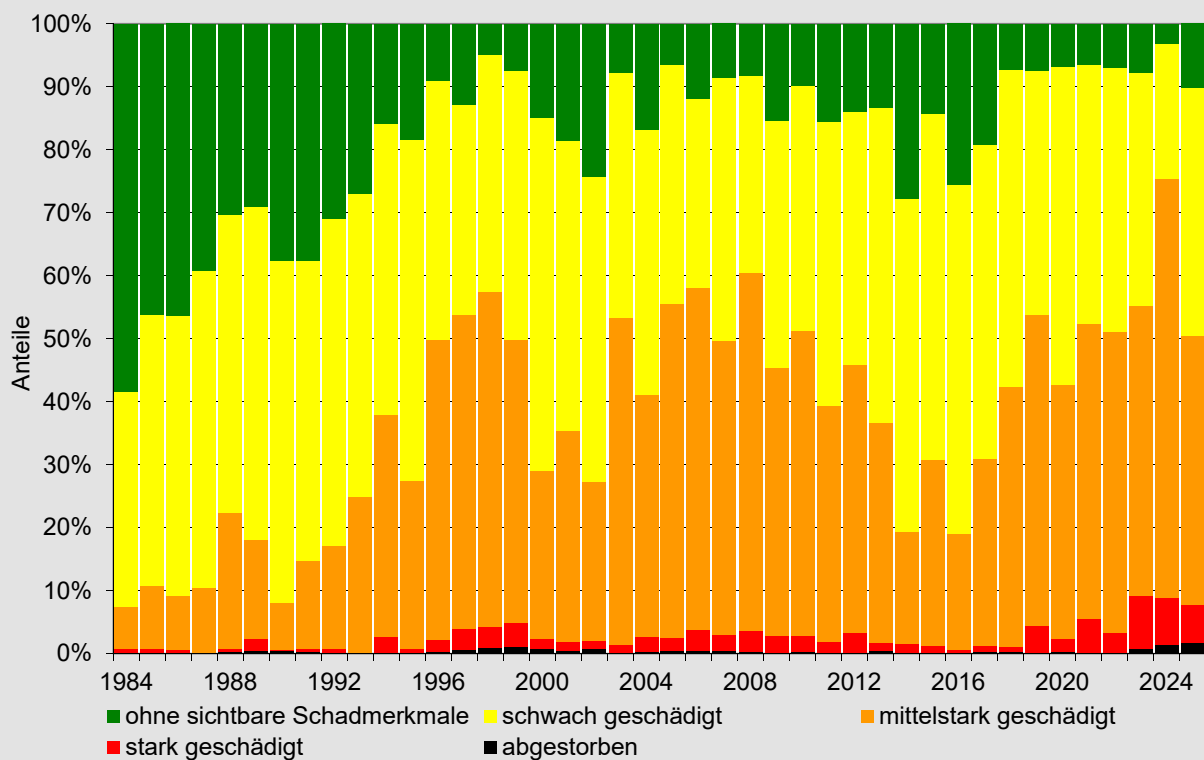
direkt vom Stamm heraus neue, dichte Triebe gebildet hatten und ihre Belaubung so teilweise regenerieren konnten, wohingegen die in den Vorjahren abgestorbenen Äste herausgebrochen waren. So erscheinen diese Bäume wieder mit einer relativ vitalen Belaubung, obgleich die ursprüngliche Baumhöhe und das Kronenvolumen geringer wurden. Nicht allen betroffenen Eichen gelingt dies freilich, wie die vergleichsweise hohe Zahl abgestorbener Eichen zeigt. Häufig ist hier auch der Befall durch rindenbrütende Käfer, meist des Zweipunktigen Eichenprachtkäfers (*Agrilus biguttatus*), ursächlich. 2025 wurde an drei der abgestorbenen, aber auch an drei noch lebenden Probestäumen Insektenbefall im Stammbereich festgestellt.

Die Eichen auf den Intensivuntersuchungsflächen wiesen insgesamt einen Rückgang in der Kronenverlichtung auf. Auf zwei Flächen war dieser

Rückgang signifikant. Auch waren im Berichtsjahr kaum Fraßschäden an der Eiche festzustellen. Die Eichen erleiden regelmäßig mehr oder minder starke Schäden durch blattfressende Insekten. Häufig wird der Wiederaustrieb durch den neobiotischen Eichenmehltau (*Microsphaera alphitoides*) befallen. Insektenfraß aber auch Mehлтаubefall haben sich als bedeutsame Einflussfaktoren auf die Entwicklung des Kronenzustandes bei der Eiche erwiesen. Im Jahr 2025 wurden an 48 Prozent der Probestäume Fraßschäden beobachtet, die Fraßintensität war überwiegend gering. Damit ist der Anteil gegenüber dem Vorjahr (51 Prozent) nahezu gleich geblieben. Der Mehлтаupilz 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

## Eiche

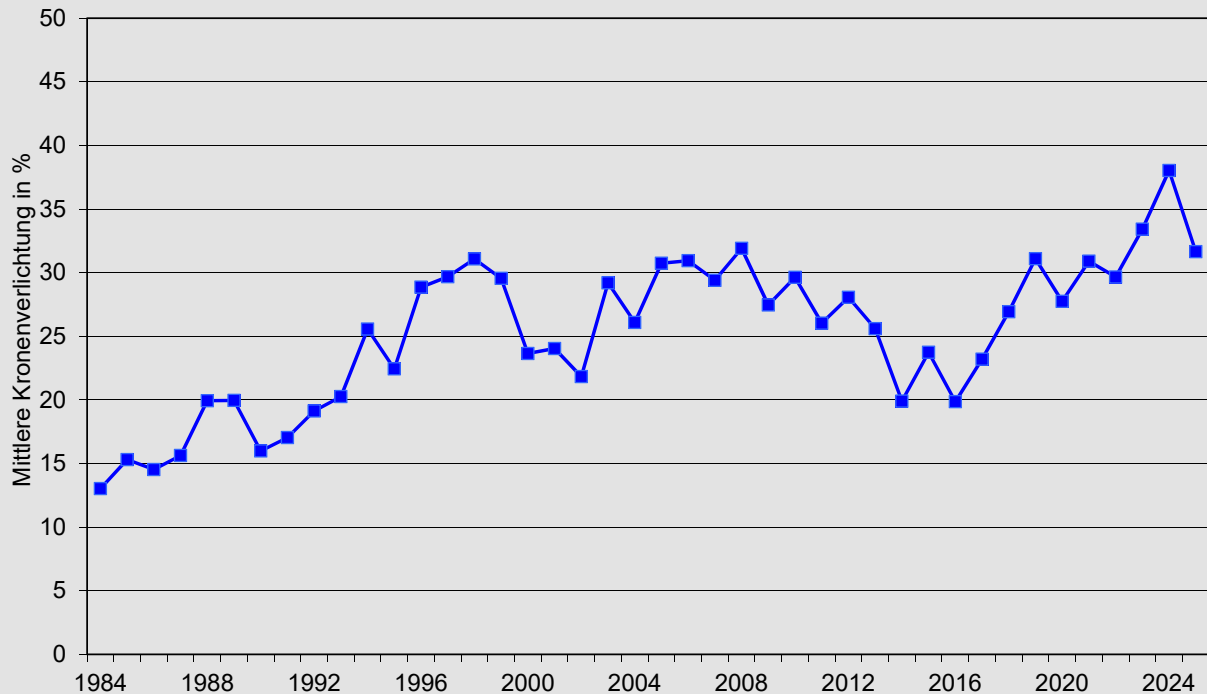
### Entwicklung der Schadstufenverteilung von 1984 bis 2025





## Eiche

Entwicklung der mittleren Kronenverlichtung von 1984 bis 2025



Zeitpunkt der Erhebung 2025 war Mehltau an 9 Probestäumen (1,2 Prozent) und damit wesentlich weniger häufiger und in geringerer Intensität als im Vorjahr (13 Prozent), festzustellen. Die Erholung im Kronenzustand wurde nur bei den Eichen ohne oder mit nur schwachen Fraß- oder Mehltauschäden festgestellt. Eichen mit stärkeren Fraßschäden oder kombinierten Fraß- und Mehltauschäden blieben in ihrem Kronenzustand gegenüber dem Vorjahr dagegen unverändert. Der Eichen-Prozessionsspinner ist 2025 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 Wald-Ernährungserhebung 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.

2025 zeigt sich bei Eiche reichlich Fruchtbehang, die Eicheln sind zum Zeitpunkt der Waldzustandserhebung aber meist noch zu klein, um Ausmaß und Intensität des Fruchtbehangs sicher abschätzen zu können. Ein Einfluss auf die Entwicklung der Kronenverlichtung durch die Fruchtbildung konnte bisher auch in den wenigen Jahren mit gut erkennbarer Fruchtbildung nicht nachgewiesen werden.

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 Blattvergilbung wurde 2025 an einem ohnehin stark verlichteten Probestaum beobachtet, unbedeutende Vergilbungen (5 oder 10 Prozent der vorhandenen Blattmasse) an vierzehn Probestäumen.

## Kiefer

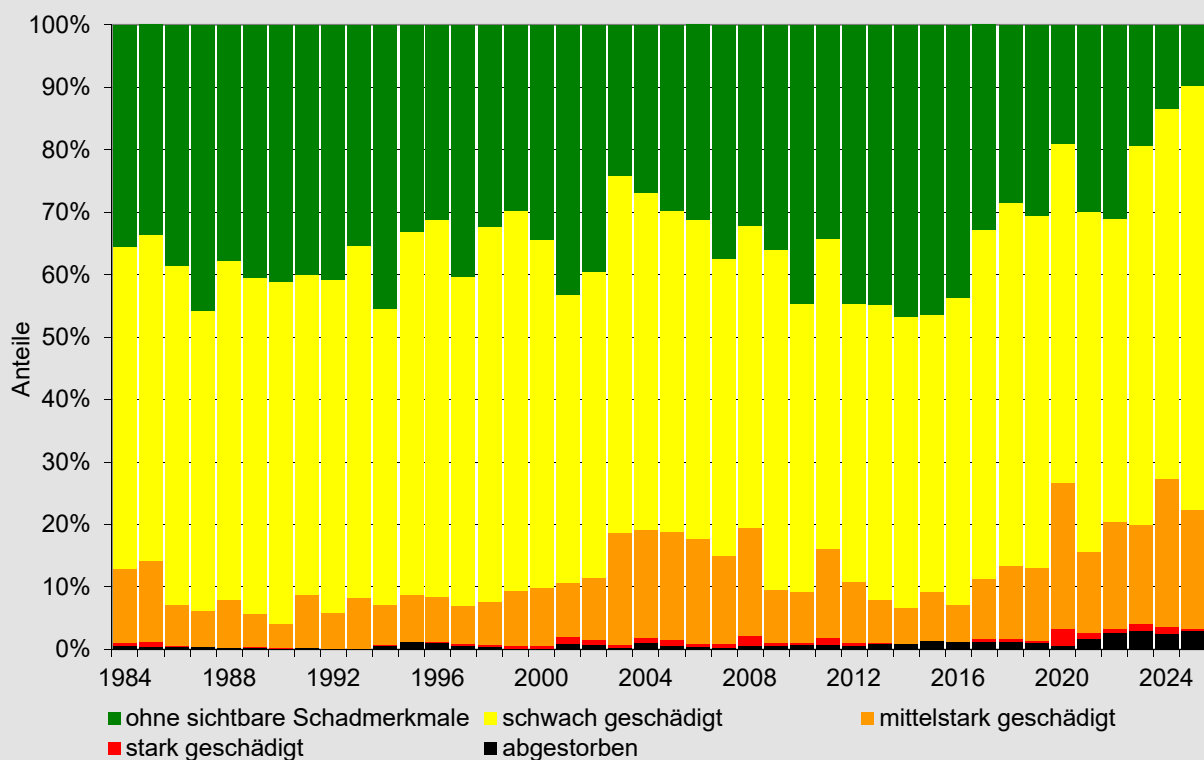
Bei der Kiefer hat sich der Kronenzustand gegenüber dem Vorjahr tendenziell verbessert. Der Anteil an Probestäumen mit deutlichen Schäden ist um fünf Prozentpunkte, die mittlere Kronenverlichtung um einen Prozentpunkt zurückgegangen. Das Schadniveau liegt damit weiterhin am oberen Rand der Streuung der Zeitreihe. Stark geschädigt oder abgestorben sind 3,3 Prozent der Probestäume, was etwas unterhalb des Vorjahreswertes bleibt. Im Kollektiv der Waldzustandserhebung waren drei Probestäume frisch abgestorben (Absterberate 0,6 Prozent), was nun das fünfte Jahr in Folge ein überdurchschnittlich hoher Wert innerhalb der Zeitreihe ist. Der Anteil der ausgeschiedenen Probestäume liegt dagegen mit 1,7 Prozent etwas unter dem langjährigen Durchschnittswert.

Auf den Intensivuntersuchungsflächen für Kiefer war insgesamt eine leichte Zunahme in der Kronenverlichtung im Vergleich zum Vorjahr zu verzeichnen. Auf einer Fläche im Pfälzerwald stieg die Kronenverlichtung signifikant an, während das Schadniveau auf einer anderen Flächen im Pfälzerwald sowie einer Fläche im Bienwald unverändert blieb.

Für neun Probestäume wurden Vergilbungsercheinungen notiert, jedoch nicht in nennenswertem Umfang (15 Prozent oder mehr der Nadelmasse). Braune Nadeln, die auf Pilzbefall, Trockenschäden oder vorzeitige Seneszenz hindeuten können, wurden an fünf Probestäumen beobachtet. Mit nur drei Nadeljahrgängen reagiert die Kiefer in Rheinland-Pfalz vergleichs-

## Kiefer

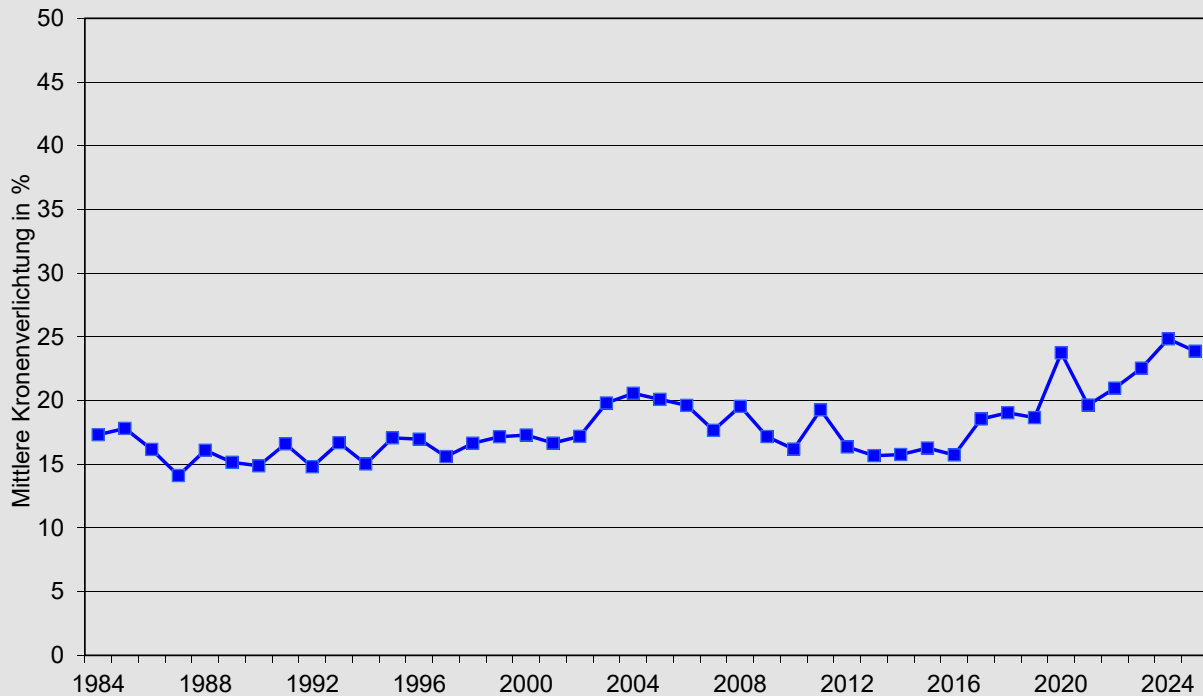
Entwicklung der Schadstufenverteilung von 1984 bis 2025





## Kiefer

Entwicklung der mittleren Kronenverlichtung von 1984 bis 2025



weise 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 2025 reichlich getragen. Ein Zusammenhang zwischen der Intensität des Zapfenbehanges und der Entwicklung der Kronenverlichtung ist nicht erkennbar.

Bei 29 Prozent 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 kommt es dadurch zu Störungen in der Verzweigung, die dann zu einem schlechteren Kronenzustand führen. Befall mit Nadelpilzen, der Kiefernschütte, wurde an fünf Probestäumen beobachtet.

Kienzopf war an keinem der Probestäume festgestellt worden. Befall mit rindenbrütenden Insekten wurde an einem Probestaum notiert.

An 21 Prozent der Probestäume wurde Mistelbefall beobachtet. Extrem ist der Mistelbefall in der Rheinebene, wo rund drei Viertel aller Kiefern-Probestäume betroffen sind. Im Pfälzerwald sind knapp ein Zehntel der Kiefern-Probestäume mit Kiefernmisteln befallen. 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.

Im Wuchsgebiet "Oberrheinisches Tiefland" (der Rheinebene) ist die Schadsituation für die Kiefer besonders schlecht. Der Anteil deutlich geschädigter Probestäume ist mit 35 Prozent merklich höher als im Landesmittel. Hier findet sich auch ein überdurchschnittlich hoher Anteil der stehenden, toten (Schadstufe 4) und auch der frisch abgestorbenen Probestäume.

## Douglasie

Bei der Douglasie hat sich das Schadniveau gegenüber dem Vorjahr kaum verändert. Der Anteil deutlich geschädigter Probebäume ist um zehn Prozentpunkte niedriger als im Vorjahr. Die mittlere Kronenverlichtung ist um 1,5 Prozentpunkte zurückgegangen, diese Veränderung ist allerdings nicht signifikant. Stark geschädigt oder abgestorben waren 3,2 Prozent der Probebäume, frisch abgestorben war ein Probebaum und ebenfalls ein Probebaum ist aus dem Stichprobenkollektiv ausgeschieden.

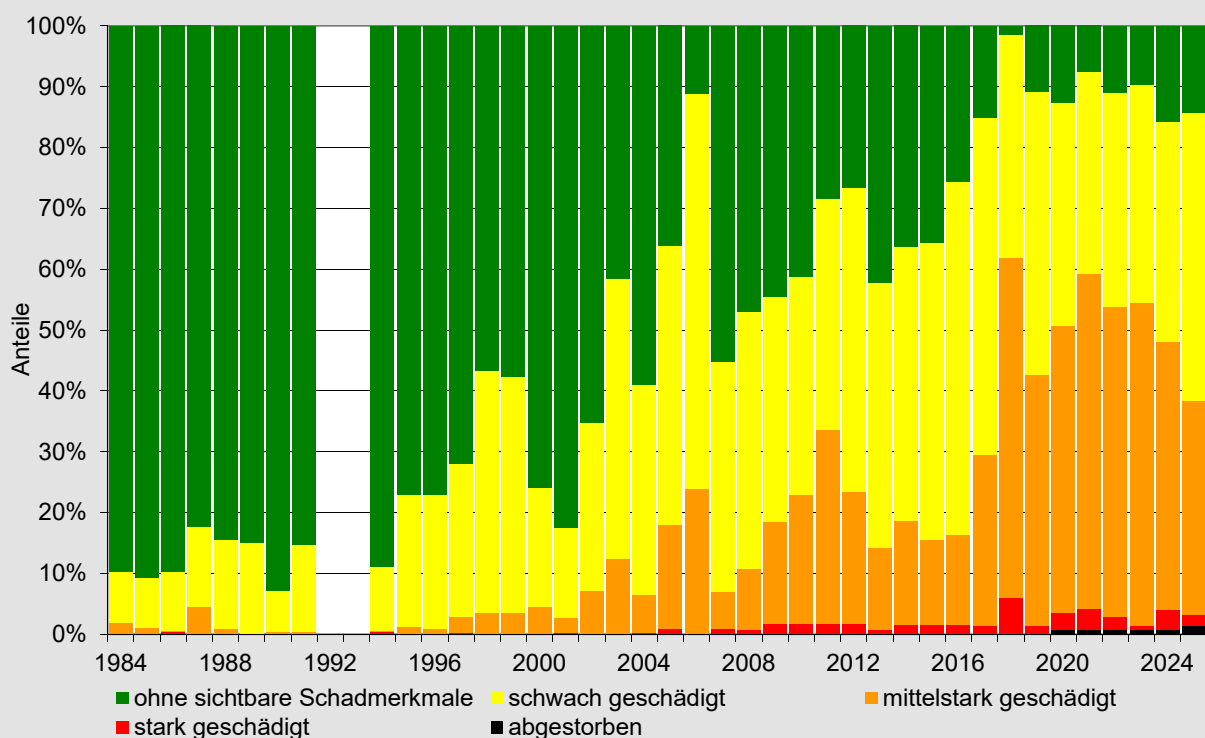
Die Rußige Douglasienschütte (*Phaeocryptopus gaeumannii*) ist landesweit in allen Douglasienbeständen gegenwärtig. Sie betrifft die älteren Nadeljahrgänge. Je nach Disposition der Douglasien und Witterungsverlauf treten die Symptome unterschiedlich stark in Erscheinung. Seit einigen Jahren prägt die Schütte das Erscheinungsbild der

Die Douglasie wird aufgrund ihrer hohen Trockentoleranz 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. 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

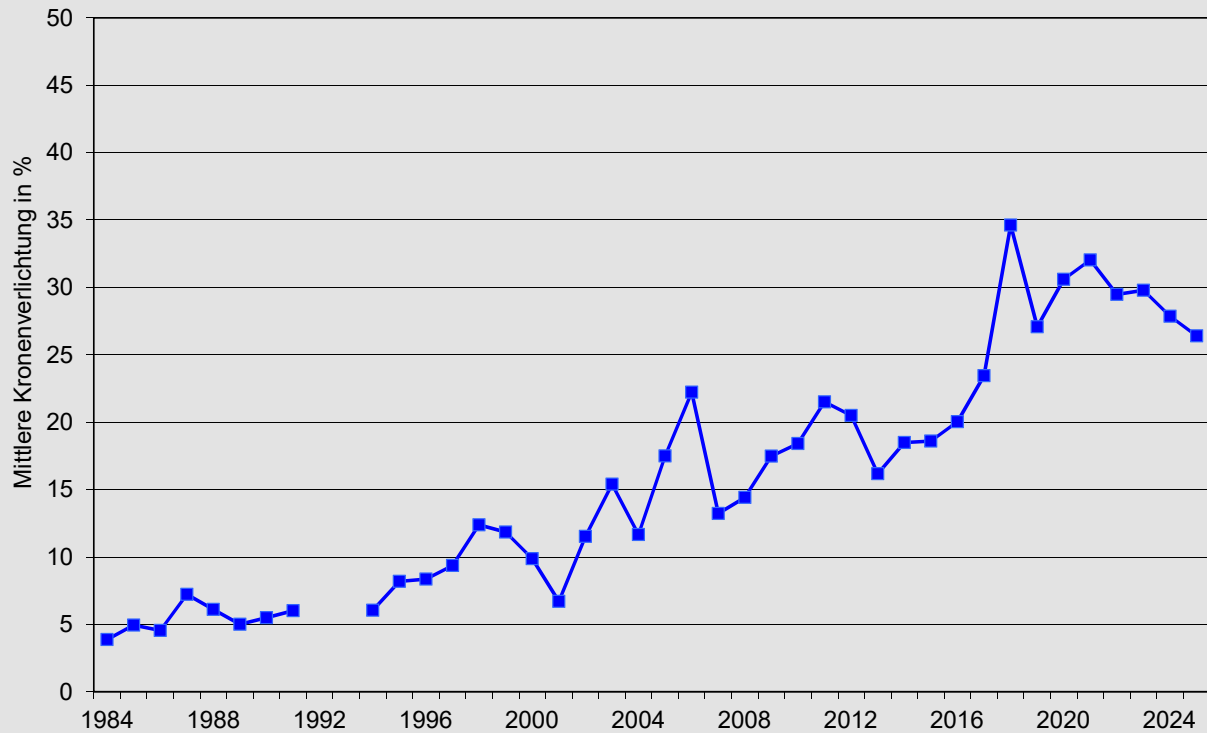
Entwicklung der Schadstufenverteilung von 1984 bis 2025





## Douglasie

Entwicklung der mittleren Kronenverlichtung von 1984 bis 2025



Douglasie. Im Jahr 2025 wurde Schüttebefall für neunzehn Prozent der Probestämme notiert, doch auch der Befall früherer Jahre bleibt sichtbar. Verbraunungen an Nadeln, die auf die Infektionen durch weitere Pilze hindeuten können, wurden 2025 an den Douglasien-Probestämmen nicht beobachtet. Die Douglasiengallmücke (*Contarinia pseudotsugae*) oder andere Insekten wurden 2025 an den Aufnahmepunkten der WZE nicht festgestellt, ebenso wenig andere abiotische Schäden. Im Jahr 2025 war an 25 Prozent der Probestämme Fruchtbehang zu beobachten (Vorjahr 37 Prozent). Bei Sturmereignissen werden bei der Douglasie regelmäßig in erheblichem Umfang Zweige aus der Oberkrone herausgebrochen. Die Baumkronen älterer Douglasien erhalten so ein typisch zerzaustes Aussehen. Nadel-Vergilbung ist bei der Douglasie ohne Bedeutung und wurde im Jahr 2025 nur an elf Probestämmen in unbedeutendem Ausmaß beobachtet.

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-probestaemen/>

## 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

Probebäumen erfasst, sodass eine baumarten-spezifische 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 2025 ist das Schadniveau der Nebenbaumarten insgesamt zurückgegangen.

Bei den Lärchen ist der Anteil der deutlichen Schäden gegenüber dem Vorjahr um 23 Prozentpunkte, die mittlere Kronenverlichtung um 9,5 Prozentpunkte zurückgegangen. Stark geschädigt oder abgestorben sind 6,4 Prozent der Probestämme, frisch abgestorben war keiner der Probestämme. An zwei noch lebenden Probestämmen war Befall durch Borkenkäfer erkennbar. Ein Lärchen-Probestamm ist dem Stichprobenkollektiv ausgeschieden.

Im Jahr 2025 wurde an 46 Prozent der Probestämme ein frischer Zapfenbehang beobachtet. Schon in den Vorjahren war ein häufiger Fruchtbehang festgestellt worden, häufig sind die älteren Zapfen noch im Baum hängend sichtbar. 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 2025 nicht erkennbar.

Das Schadniveau bei der Esche ist seit 2015 extrem hoch. Der Anteil deutlich geschädigter Probestämme ist um 18 Prozentpunkte und die mittlere Kronenverlichtung um 7,7 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

fünf Probestämme, 16 Eschen schieden aus dem Kollektiv der WZE aus, darunter auch zwei im Vorjahr bereits abgestorbene Eschen. Die wenigsten ausgefallenen Eschen wurden genutzt, meist sind sie einfach umgefallen und verblieben als Totholz im Wald. Nur eine Esche wurde als Probestamm neu ausgewählt, so geht die Anzahl und der Anteil der Eschen im Kollektiv der Waldzustandserhebung schon 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 31 Prozent aller Eschen (im Vorjahr 15 Prozent) 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 sechs Prozent der Probestämme wurden Blattschäden durch Insektenfraß beobachtet (Vorjahr dreizehn Prozent). An zwei Probestämmen sind Einbohrlöcher und Schleimfluss beobachtet worden, die auf einen Befall durch den Eschenbastkäfer hindeuten.

Im Jahr 2025 trugen 45 Prozent der Eschen Früchte. Die büschelartige Anordnung der Früchte, bei fruchttragenden Bäumen anstelle normaler Blätter, führt tendenziell zu einer geringeren Belaubungsdichte. Blattvergilbungen wurden an keinem Probestamm festgestellt.

Der Kronenzustand der Hainbuche hat sich gegenüber dem Vorjahr verbessert. Der Anteil der deutlichen Schäden ist um 28 Prozentpunkte, die mittlere Kronenverlichtung um 5,8 Prozentpunkt zurückgegangen. Stark geschädigt sind 0,9 Pro-

## Häufigste Nebenbaumarten

## Entwicklung der Schadstufenverteilung

Baumart (bzw. Gattung)	Jahr	Anzahl an Probebäumen	Anteile der Schadstufen (in %)			mittlere Kronenverlichtung
			0	1	2-4	
Lärche	<b>2025</b>	<b>141</b>	<b>19</b>	<b>52</b>	<b>29</b>	<b>25,3</b>
	2024	141	8	40	52	34,9
	2023	140	3	40	57	33,1
	2022	142	11	40	49	31,9
	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	<b>2025</b>	<b>88</b>	<b>5</b>	<b>20</b>	<b>75</b>	<b>46,2</b>
	2024	94	14	29	57	38,5
	2023	112	2	35	63	43,0
	2022	115	13	35	52	36,0
	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	<b>2025</b>	<b>111</b>	<b>11</b>	<b>60</b>	<b>29</b>	<b>23,7</b>
	2024	107	5	38	57	29,5
	2023	106	7	39	54	32,7
	2022	106	21	42	37	27,6
	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	<b>2025</b>	<b>368</b>	<b>41</b>	<b>41</b>	<b>18</b>	<b>18,7</b>
	2024	354	22	42	36	24,9
	2023	361	26	49	25	23,0
	2022	357	30	45	25	21,7
	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

zent, frisch abgestorben ist keiner der Probebäume. Ausgeschieden und ersetzt wurden zwei Hainbuchen-Probepflanzen.

Die Hainbuche wächst vergleichsweise häufig in den Gebieten alter Niederwälder in den Seitentälern von Rhein und Mosel und ist an die dort herr-

schen Standortverhältnisse gut angepasst. Diese Standorte sind aber auch vergleichsweise trocken.

Im Jahr 2025 wurde an 69 Prozent der Hainbuchen ein Fruchtbehang festgestellt (Vorjahr 12 Prozent). Schäden durch Insektenbefall wurden an



38 Prozent der Probestämme beobachtet, damit seltener als im Vorjahr und überwiegend nur in geringer Intensität. Ein Einfluss auf die Entwicklung des Kronenzustandes ist aus der Datenlage nicht erkennbar. Vergilbung wurde an einem der Probestämme notiert (im Vorjahr ebenfalls an einem Probestamm). Wobei zu berücksichtigen ist, dass die Fruchtstände merklich früher im Jahr verfärben als normale Laubblätter.

Bei den weiteren Baumarten tendieren Tanne, Edelkastanie und Kirsche zu einer Verschlechterung ihres Kronenzustandes. Ein tendenzieller Rückgang des Schadniveaus gegenüber dem Vorjahr konnte bei Ahorn, Birke, Erle, Pappel und Linde festgestellt werden.

Die Kirsche litt 2025 wie schon im Vorjahr stark unter dem Befall durch Blattpilze, der zu vorzeitiger Verfärbung und Blattfall führte. Auch traten bei verschiedenen Laubbaumarten Schäden durch blattfressende Insekten auf.

### Einfluss ausgeschiedener und ersetzter Probestämme

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

Maßgeblich sind dabei die Ziele der jeweiligen Waldbesitzenden. Einzelne Probestämme werden daher im Zuge von Pflege- oder Ernteeingriffen gefällt. Zudem werden durch Sturmwurf, Schneebruch oder Insektenbefall betroffene Bäume entnommen. Probestämme 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 Probestämme ist notwendig, damit die WZE den aktuellen Zustand des Waldes widerspiegelt. Im Jahr 2025 sind insgesamt 77 Probestämme ausgeschieden, die alle ersetzt werden konnten.

Im Vorjahr konnte an einem Aufnahmepunkt aufgrund der Bedingungen vor Ort die Erhebung nicht durchgeführt werden, was jetzt 2025 aber wieder möglich war. An diesem Punkt mussten drei Probestämme ersetzt werden, die 21 anderen konnten als noch bestehende Probestämme reaktiviert werden. Von den im Jahr 1984 angelegten 148 Aufnahmepunkten und den damals ausgewählten 3.480 Probestämmen sind noch 1.102 im Kollektiv der Stichprobe erhalten. Das sind 31,6 Prozent des ursprünglichen Gesamtkollektivs. Stehende, abgestorbene Probestämme verbleiben mit 100 Prozent Nadel-/Blattverlust als bewertbare Probestämme im Aufnahmekollektiv, bis das feine Reisig aus der Krone herausgebrochen ist. Danach werden sie aus dem Probestammkollektiv entfernt. Insgesamt wurden 71 abgestorbene Probestämme im Kollektiv vermerkt, davon waren 48 bereits beim letzten Erhebungstermin 2024 tot. Im Jahr 2025 selbst waren 23 Probestämme frisch abgestorben, das entspricht einer Absterberate von 0,6 Prozent. Von den im Jahr 2024 bereits abgestorbenen Probestämmen schieden 17 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 Probestämmen auf die Entwicklung der Schadstufenverteilung des gesamten Stichprobenkollektivs gering aber stetig und gleichgerichtet. Auch im Jahr 2025 war der Anteil der deutlich geschädigten Ersatzbäume erheblich geringer als unter den ausgeschiedenen Probestämmen 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 Bonitierungstermin. 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 bis 2020 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 ein Jahr länger im Aufnahmekollektiv verblieben, 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. Wird jedoch die Entwicklung der Verteilung nach Blatt-/Nadelverlust in 5-Prozent-Stufen der Gesamtkollektive 1984 und 2025, 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 merkbare Unterschied der Verteilung des Gesamtkollektives 2025 gegenüber den identischen Probebäumen besteht im Bereich der Bäume ohne sichtbare Schadmerkmale (Schadstufe 0; 0 bis 10 Prozent 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.

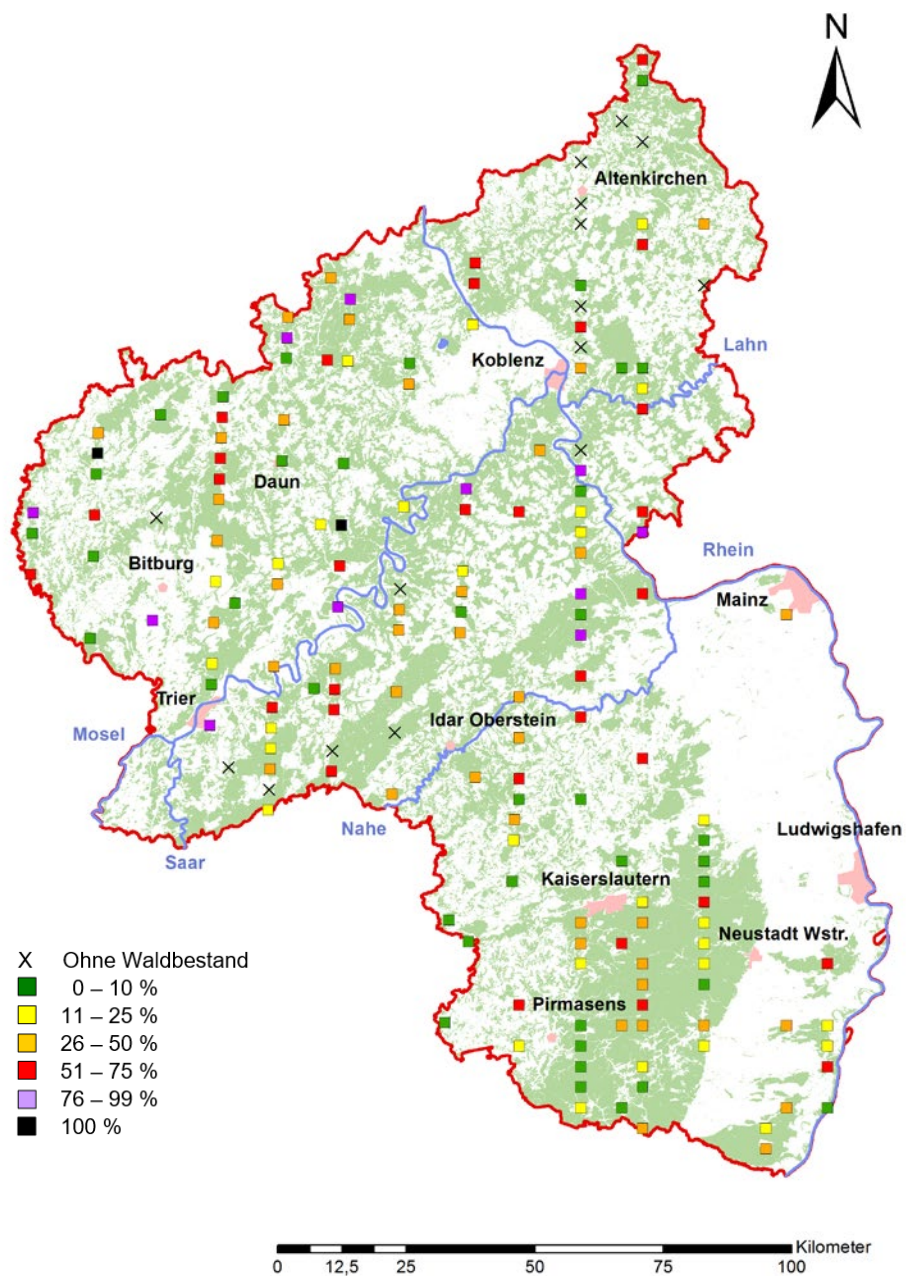
### Regionale Verteilung der Waldzustandsbefunde

Der am einzelnen Aufnahmepunkt festgestellte Grad der Schädigung sagt unmittelbar nur etwas über die Probebäume selbst und allenfalls über den in Artenzusammensetzung und Alter entsprechend umgebenden Waldbestand aus. Das Schadniveau der einzelnen Aufnahmepunkte variiert erheblich. Punkte, die keine oder nur wenige deut-

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/>

lich 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. Die ruhenden Aufnahmepunkte, an denen kein Waldbestand etabliert ist, aus dem die erforderlichen 24 Probebäume ausgewählt werden können, konzentrieren sich in den Wuchsgebieten Westerwald und Hunsrück.







Buche mit bronzefarbiger Blattverfärbung. Solche Verfärbungen waren 2025 immer wieder zu beobachten, es kann sich hierbei um die vorzeitige Blattalterung infolge von Photostress, oder Ozonschäden, Schäden durch blattsaugende Insekten oder einem Zusammenwirken mehrerer dieser Ursachen handeln; Foto: Thomas Wehner



# 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 bodennahes 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, Industrieheizungsanlagen 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 **217.000** Tonnen SO<sub>2</sub> ausgestoßen, gegenüber fast **5,5** Millionen Tonnen im Jahr 1990. Dies entspricht einer Reduktion um 96 %. Die Emissionsminderung hat sich auch in einer erheblichen Verringerung der



## Entwicklung der Schadstoffemissionen in Deutschland

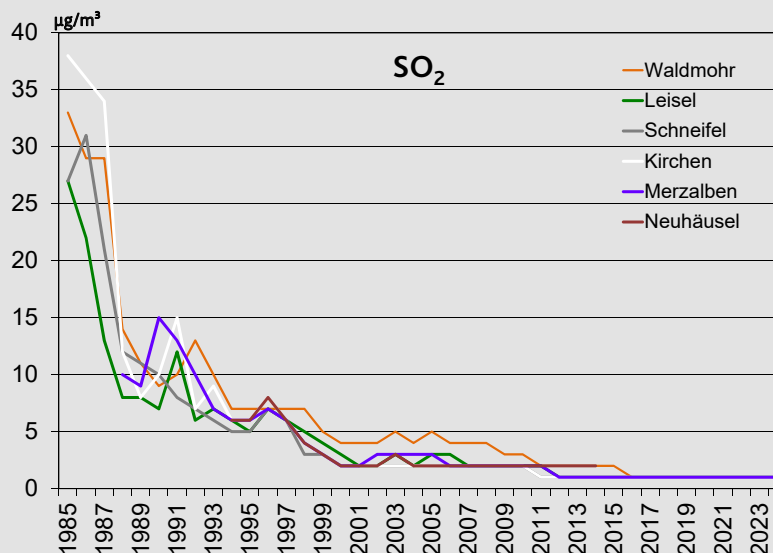
Schadstoffe in Kilotonnen [kt]	1980	1990	2000	2010	2020	2023	Veränderung in % 1990 - 2023
Schwefeldioxid (SO <sub>2</sub> )	7514	5460	643	379	239	217	- 96 %
Stickoxide (NO <sub>x</sub> )	3334	2846	1869	1461	983	845	- 70 %
Ammoniak (NH <sub>3</sub> )	835	834	734	722	611	569	- 32 %
Flüchtige organische Verbindungen [ohne Methan] (NMVOC)	3224	3954	1820	1380	1038	975	- 75 %

Quelle: Umweltbundesamt (Januar 2025): <https://www.umweltbundesamt.de/themen/luft/emissionen-von-luftschadstoffen>;  
für 1980: UNECE 2012: [www.emep.int](http://www.emep.int); NO<sub>x</sub> gerechnet als NO<sub>2</sub>

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/m<sup>3</sup>. Aktuell werden dagegen nur noch Jahresmittelwerte von 1 µg/m<sup>3</sup> ermittelt. Selbst bei austauscharmen Wetterlagen im Winter steigen die SO<sub>2</sub>-Gehalte kaum mehr über 10 µg/m<sup>3</sup> im Tagesmittel an. Der Grenzwert für den Schutz von Ökosystemen von 20 µg/m<sup>3</sup> 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-

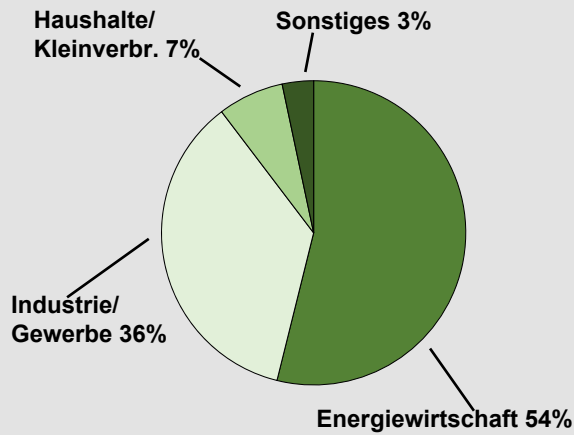
denpfad deutlich zurückgegangen. Während der Schwefeleintrag in Fichtenbeständen zu Beginn der Messreihen Mitte der 1980er Jahre meist zwischen 40 und 70 kg/ha lag, gelangen aktuell meist nur noch 2-7 kg/ha Schwefel auf den Waldboden. Allerdings wurden in Zeiten hoher Einträge große Schwefelvorräte in den Waldböden aufgespeichert, nach den Messdaten der zweiten Bodenzustandserhebung aus dem Jahr 2007 betragen die Schwefelvorräte in unseren Waldböden noch 400 bis 2.000 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

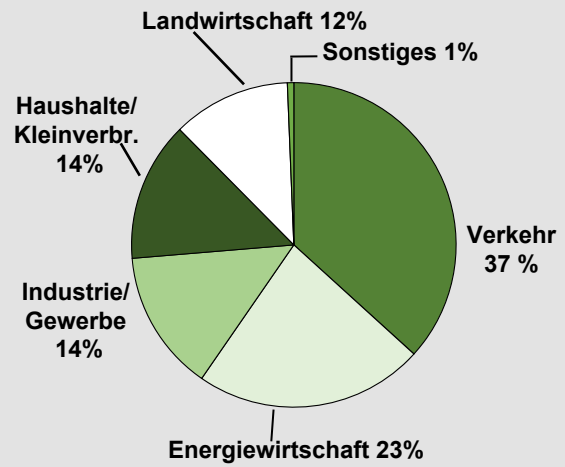


## Verteilung der Emissionsquellen wichtiger Luftschadstoffe in Deutschland

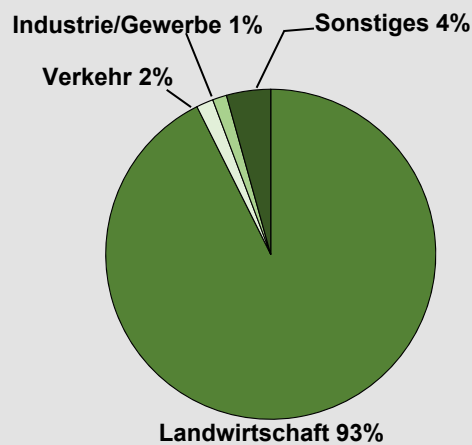
Schwefeldioxid (SO<sub>2</sub>)



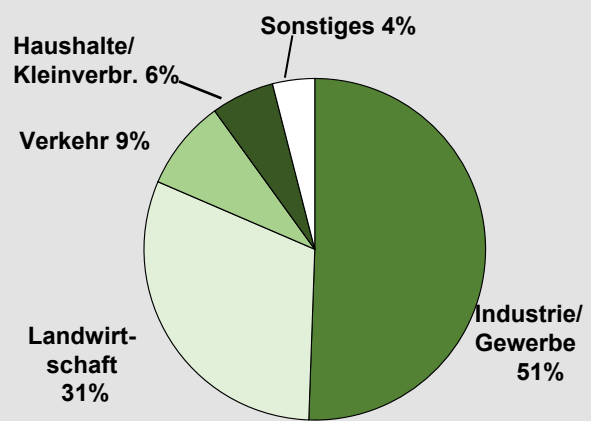
Stickstoffoxide (NO<sub>x</sub>)



Ammoniak (NH<sub>3</sub>)

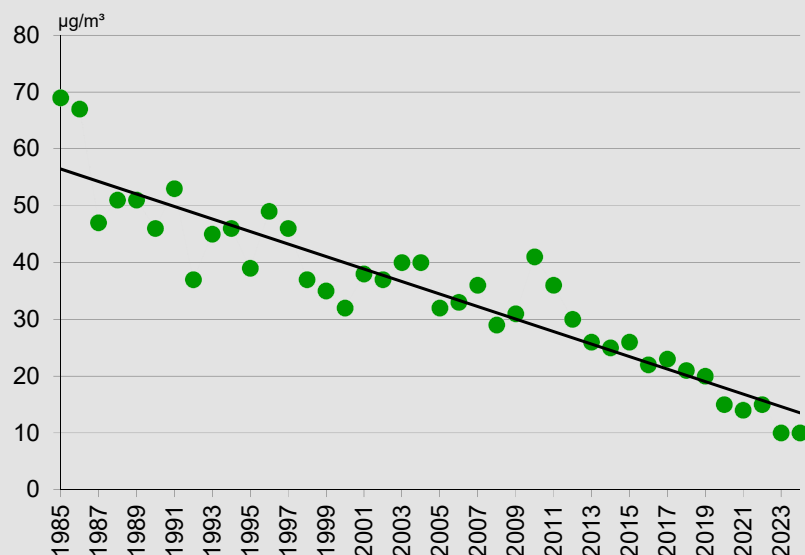


Flüchtige organische Verbindungen ohne Methan (NMVOC)



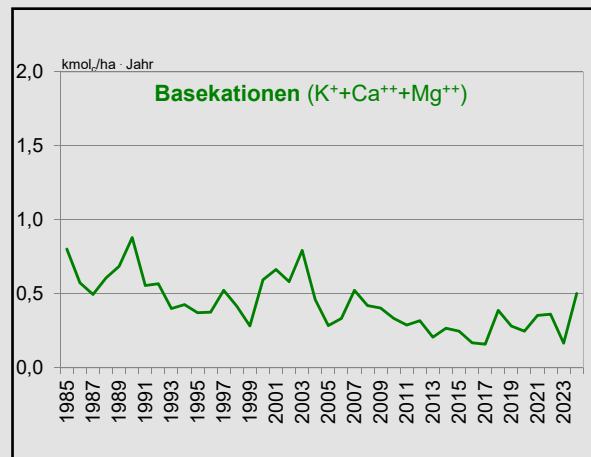
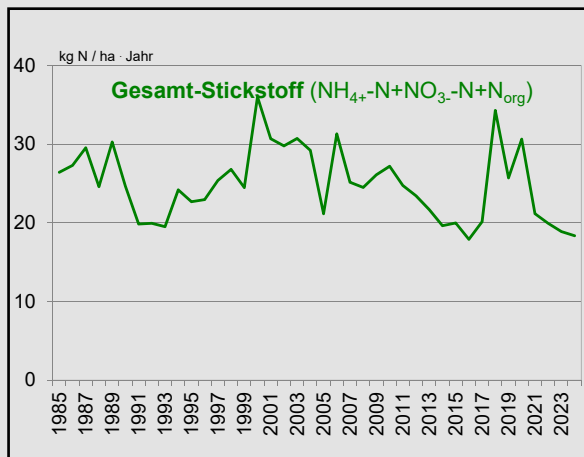
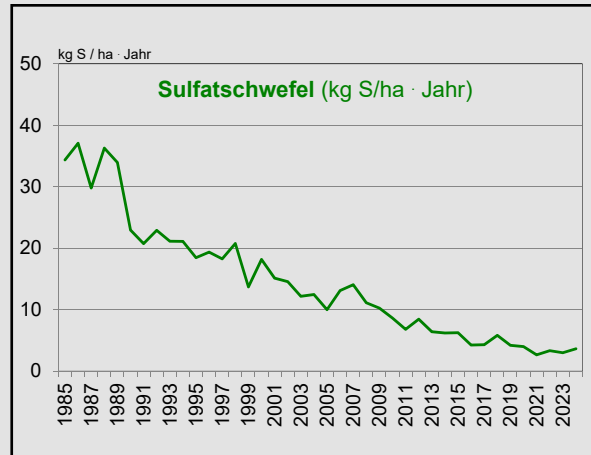
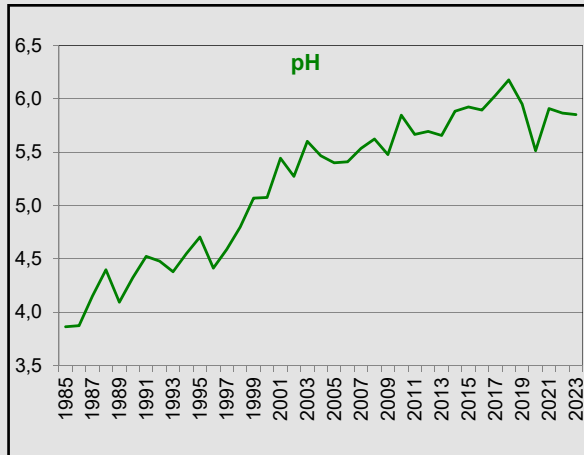
Quelle: Umweltbundesamt 2025: <https://www.umweltbundesamt.de/daten/luft/luftschadstoff-emissionen-in-deutschland#ermittlung-der-emissionsmengen>

## Verlauf der NO<sub>2</sub>-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 93 Prozent aus der landwirtschaftlichen Tierhaltung, die restlichen 7 Prozent 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 zwei Drittel 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 2023 um 32 Prozent**) verringert werden. Die in der EU-Richtlinie über nationale Emissionshöchstmengen (NEC-Richtlinie



2001/81/EG) für das Jahr 2010 für Deutschland festgelegte Ammoniak-Emissionshöchstmenge von 550 kt je Jahr wird nach den aktuellen UBA-Berechnungen noch nicht überschritten. Die Ende 2016 verabschiedete Nachfolgerichtlinie (EU 2016/2284) sieht für Deutschland bei Ammoniak eine Emissionsminderungsverpflichtung für 2020 bis 2029 von nur 5 Prozent vor. Erst ab 2030 sollen die Emissionen um 29 Prozent gegenüber dem Jahr 2005 gesenkt sein. 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<sub>x</sub> erreichte Emissionsminderung nur gering ausgewirkt. Auf den über Rheinland-Pfalz verteilten Messflächen des forstlichen Umweltmonitorings liegt der Ammonium-Eintrag im Mittel bei 7 kg N/ha. Allein dadurch werden bereits die critical loads für Stickstoff für die Mehrzahl unserer Waldökosysteme erreicht. 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<sub>3</sub>). 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<sub>2</sub>), Stickoxiden (NO<sub>x</sub>) und flüchtigen Kohlenwasserstoffen (NMVOC), unter der Einwirkung der Sonneneinstrahlung. Die Ozonvorläufersubstanzen 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 erheblichen Ozonbelastung ausgesetzt sind. An allen Standorten werden die Verträglichkeitsgrenzen deutlich überschritten. Dies belegt die Notwendigkeit weiterer Maßnahmen zur Verringerung der

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:

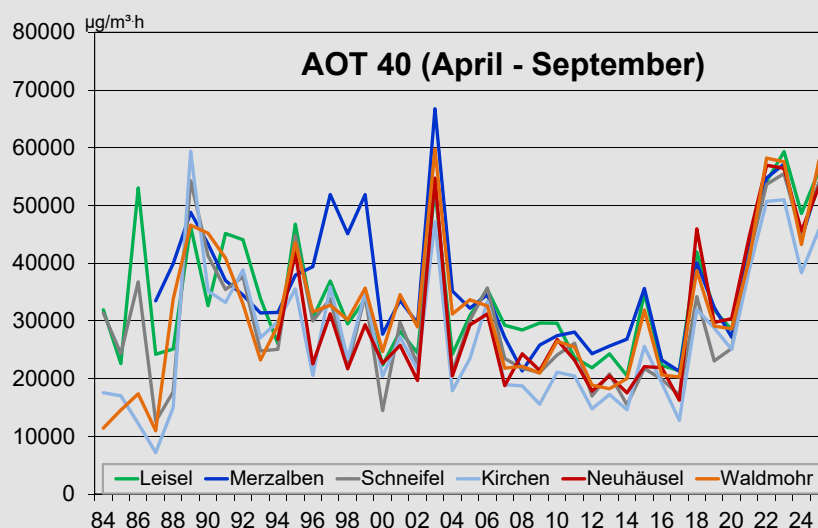
<https://fawf.wald.rlp.de/de/forschung-und-monitoring-unsere-aufgaben/forstliches-umweltmonitoring/luftschadstoffe/luftschadstoffbelastung-des-waldes/>

Tagesaktuelle Luftschadstoffdaten enthält die Internetpräsentation [www.luft.rlp.de](http://www.luft.rlp.de)

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

Nachdem die letzten Jahre entweder durch starke Trockenheit (2018, 2019, 2020 und 2022 ) oder teils durch starke Niederschläge (2021, 2024) geprägt waren, fielen der Winter 2024/25 und die Monate bis September 2025 witterungsbedingt besonders durch viel Sonnenschein auf. 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 Ozonentstehung, 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 zur frühindustriellen Zeit ausnahmslos zu warm. Für die Periode 1996 bis 2025 liegt die mittlere Temperatur der Vegetationsperiode mittlerweile mit 16,3 °C um 1,6 °C höher als das langjährige Mittel der Referenzperiode 1881 bis 1910 mit 14,7 °C. Über das gesamte Jahr betrachtet liegt die mittlere Temperatur der Periode 1995 bis 2024 um 1,7 °C höher. In diesen Daten

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.klimawandel.rlp.de](http://www.klimawandel.rlp.de)

werden die Auswirkungen des Klimawandels sichtbar. Regionale Klimamodelle projizieren für Rheinland-Pfalz in der forstlichen Vegetationszeit bis zum Ende des 21. Jahrhunderts einen Temperaturanstieg von ca. 2,5 bis 4,5 °C gegenüber dem Vergleichszeitraum 1971 bis 2000 für das Hochemissionsszenario RCP8.5. Bei der möglichen zukünftigen Niederschlagsentwicklung sind die Unsicherheiten in den Klimaprojektionen noch groß. Jedoch deutet sich insbesondere eine Abnahme der Niederschlagsmengen im Sommer und in der forstlichen Vegetationszeit und eine Zunahme in den Wintermonaten an.

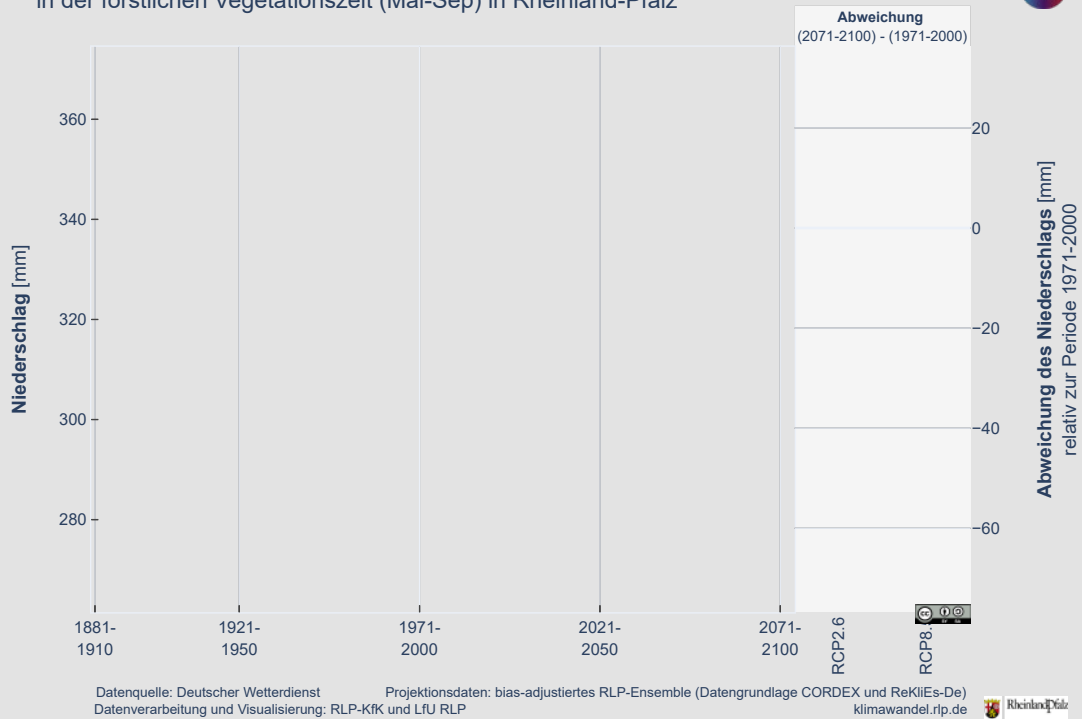
Nach dem niederschlagsreichen Winter 2023/24 und einer niederschlagsreichen forstlichen Vegetationszeit 2024 folgte nach einem nassen Januar ein trockener, warmer und besonders sonnenreicher Frühling mit 39 % mehr Sonnenschein und 45 % weniger Niederschlag im Vergleich zum langjährigen Mittel 1990 bis 2020. Besonders im März fielen mit nur 14 mm 77 % weniger Niederschlag als 1990 bis 2020.

Bereits am 12. April konnte in Rheinland-Pfalz und im Saarland der erste Sommertag (Temperatur  $\geq 25$  °C) und am 2. Mai der erste Hitzetag (Temperatur  $\geq 30$  °C) registriert werden.

Beobachteter Verlauf des Niederschlags in der forstlichen Vegetationszeit (Mai – Sept.) von 1881 bis 2025 und die Bandbreite seiner Projektion bis 2100 nach zwei verschiedenen Klimaszenarien. (Vergleich anhand des Flächenmittels für Rheinland-Pfalz).

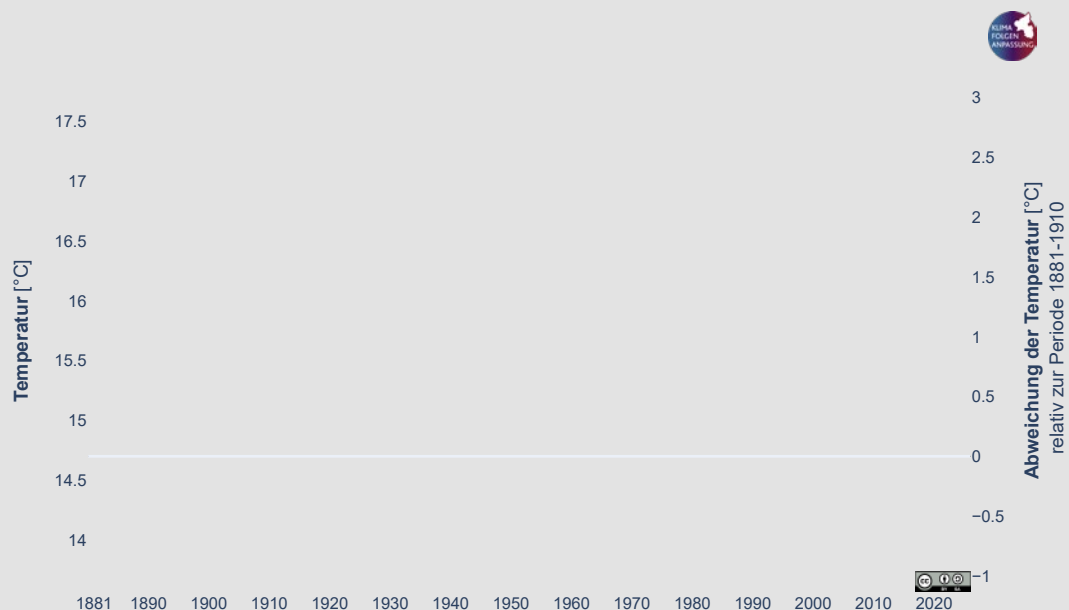
Quelle: RLP-KfK

**Projektionen des Niederschlags als 30-Jahresmittel bis Ende des 21. Jh.**  
in der forstlichen Vegetationszeit (Mai-Sep) in Rheinland-Pfalz



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: RLP-KfK





Der Sommer 2025 war zudem durch zwei markante Hitzewellen geprägt, die durch eine kühle und nasse Phase im Juli voneinander getrennt waren, sodass Auswirkungen auf den Wald abgemildert wurden. In Rheinland-Pfalz wurde am 2. Juli in Andernach mit 39,3 °C der bundesweite Spitzenwert beobachtet.

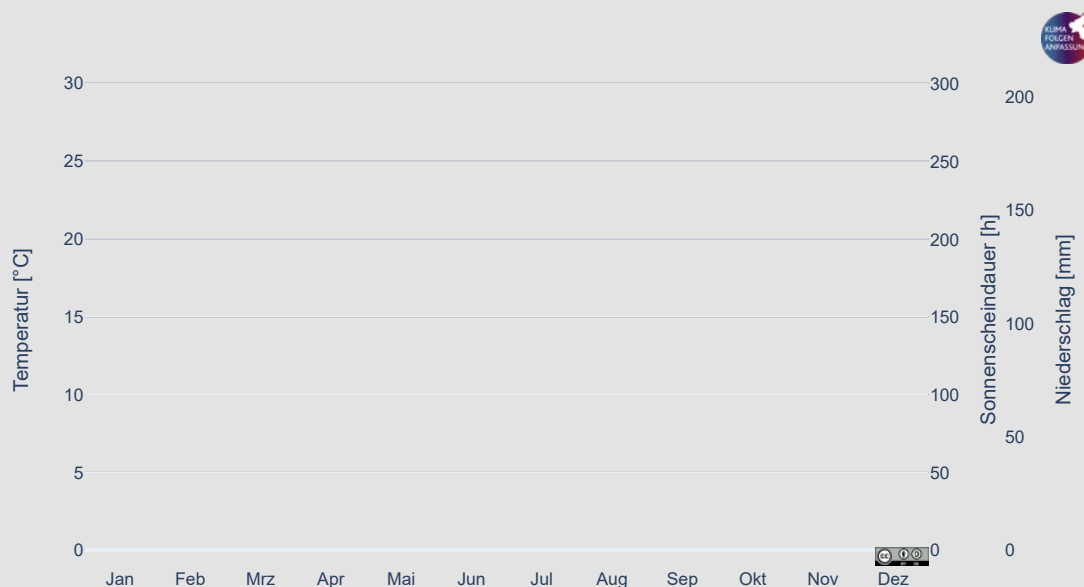
Der September schließt die Vegetationszeit mit viel Niederschlag ab. So fielen in Rheinland-Pfalz im September mit 133 mm mehr als das doppelte des zu erwartenden Niederschlags von 62 mm.

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). Für Abweichungen wird als Referenz in der Regel die letzte 30-Jahresperiode verwendet (z.B. für 2024 1991 - 2020).

Klima beschreibt den mittleren Zustand der Atmosphäre über einen längeren Zeitraum, in der Regel von 30 Jahren. Für Abweichungen wird als Referenz die frühindustrielle Zeit 1881 - 1910, die Klimanormalperiode 1961 - 1990 oder der Referenzzeitraum für Klimaprojektionen 1971 - 2020 verwendet.

Klimadiagramm für das langjährige Mittel 1991 – 2020 und das Einzeljahr 2024 zum Vergleich für Rheinland-Pfalz



Datenquelle: Deutscher Wetterdienst  
Rheinland-Pfalz Kompetenzzentrum für Klimawandelfolgen

klimawandel.rlp.de 

Klimadiagramm für das langjährige Mittel 1991 – 2020 und das Einzeljahr 2025 zum Vergleich für Rheinland-Pfalz.



Datenquelle: Deutscher Wetterdienst  
Rheinland-Pfalz Kompetenzzentrum für Klimawandelfolgen

klimawandel.rlp.de  Rheinland-Pfalz



Gewitter; Foto: Lamour/Hansen

## WALDSCHUTZ

Der günstige Witterungsverlauf in dem Jahr 2024, mit häufiger wiederkehrenden kühlen und feuchten Phasen, begünstigte die Gesundheit der Waldbäume und hat insgesamt zu einer Entspannung der Waldschutzsituation geführt. Die unmittelbar auftretenden Trockenschäden sind im Jahr 2025 spürbar zurückgegangen. Dennoch bleibt die Waldgesundheit, nach den extremen Trocken- und Hitzejahren seit dem Jahr 2018, weiterhin stark beeinträchtigt.

### Fichte

Wie im vergangenen Jahr blieben die Wälder von größeren Winterstürmen verschont.

### Monitoring des Buchdruckers

Der Buchdrucker (*Ips typographus*) wird gegenwärtig in der Eifel, dem Hunsrück, dem Pfälzerwald und dem Westerwald mithilfe von



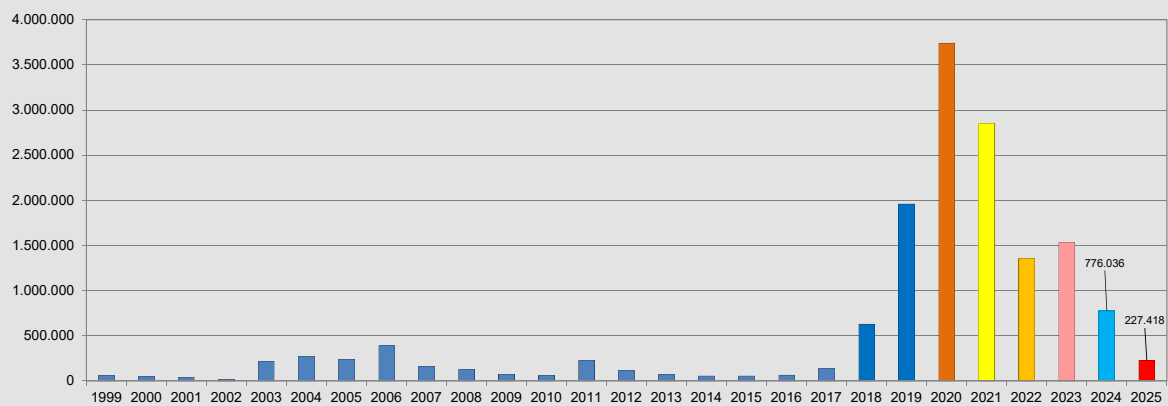
Buchdrucker-Bruten in Fichtenrinde; Foto: Wolf Hoffmann

Schlitzfallen überwacht. Zudem werden an den Standorten im Hunsrück und im Pfälzerwald Brutbeobachtungsstämme ausgelegt, um die Eiablage und die weitere Entwicklung des Buchdruckers unter der Fichtenrinde dokumentieren zu können. 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/bewahren/waldschutz-schutz-vor-gegenspielern/borkenkaefer/aktuelle-situation-und-prognose-der-borkenkaeferentwicklung/>).

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



## Jährliche Käferholzmengen 1999 - 2025 [fm]



Quelle: WinforstPRO, einschlagsverursachende Schäden, Insekten, BA-Gruppe Fichte, nur durch LF betreuter Wald

Im Vergleich zum Vorjahr nahmen die Käferfangzahlen in der Eifel und im Pfälzerwald deutlich ab. Auch im Hunsrück konnte eine abnehmende Tendenz festgestellt werden. Zu den Daten aus dem Westerwald liegen keine Vorjahresreferenzen vor. Zur teilweisen Anlage einer 3. Buchdrucker-Generation kam es wie in den vergangenen Jahren nur in tiefen bis mittleren Lagen, allerdings in diesem Jahr mit deutlich reduzierter Intensität.

## Rotbuche

Die Rotbuche ist die Baumart, die von Natur aus am häufigsten in Rheinland-Pfalz vorkommt. Ihr Anteil beträgt rund ein Viertel der Waldfläche. In der zukünftigen Waldgeneration, das heißt bei den jungen Bäumen, nimmt sie aktuell sogar einen Anteil von 43 Prozent ein. Die warmen und trockenen Witterungsverhältnisse der vergangenen Jahre haben die Vitalität der Rotbuchen geschwächt. Blätter treiben nicht mehr aus oder fallen herunter, Äste und sogar ganze Kronenteile sterben ab. Das führt im Extremfall sogar zum Absterben des gesamten Baumes. Gerade in Altbeständen sind die Schäden sehr auffällig.

Folgerichtig fand in diesem Jahr zum zweiten Mal nach dem Jahr 2021 im Juni eine „Buchenaustriebs-Inventur“ statt. Mit den Ergebnissen der Inventur ist gegen Ende dieses Jahres zu rechnen. Zusammen mit Erkenntnissen aus anderen Unter-

suchungen sollen auf ihrer Grundlage Handlungsempfehlungen für die forstliche Praxis erarbeitet werden.

Zusätzlich zur Symptomatik einer Vitalitätsschwäche kann, wie in diesem Jahr im Forstamtsbereich Idarwald, die Buchen-Komplexkrankheit auftreten.



**Vitalitätsschwäche an Rotbuche. Die Rotbuche weist einige abgestorbene Zweige im Kronenbereich auf;** Foto: Wolf Hoffmann



## Eiche

Auch die in Mitteleuropa autochthonen Eichenarten weisen in den letzten Jahren, besonders in trocken-warmen Waldregionen, vermehrt Schäden auf.

Im Vergleich zum Vorjahr nahm der Befall durch den Zweipunktigen Eichenprachtkäfer (*Agrilus biguttatus*), der ein Profiteur des Klimawandels ist und als Sekundärschädling geschwächte Bäume weiter schädigt, aber deutlich ab. Auch der häufig gemeinsam mit Prachtkäferbefall auftretende Befall durch Holzbrüter war dieses Jahr, mit Ausnahme des Forstamtsbereiches Johanniskreuz, tendenziell rückläufig.



Helles Bohrmehl auf einem Eichenstamm. Symptom für einen Befall durch holzbrütende Insekten, wie den Eichenholzbohrer (*Xyleborus monographus*) oder den Eichenkernkäfer (*Platypus cylindrus*); Foto: Wolf Hoffmann

Zudem war im Spätsommer an den Johannistrieben auch wieder vermehrt Mehltaubefall (*Microsphaera alphonseoides*) zu beobachten, wodurch die Assimulationsleistung der Eichen weiter eingeschränkt wird.

An einer Eichen-Kultur im Forstamtsbereich Trauben-Trarbach verursachte diese Jahr der Kahlnah-tige Graurüssler (*Strophosoma melanogrammus*) massive Schäden.



Welke-Symptome einer Alteiche, die durch den Zweipunktigen Eichenprachtkäfer (*Agrilus biguttatus*) befallen ist; Foto: Wolf Hoffmann

## Douglasie

Im Forstamtsbereich Cochem konnten dieses Jahr vereinzelt absterbende Douglasien beobachtet werden. Die Bäume wiesen Trockenrisse im oberen Stammbereich bzw. in der Krone auf. Analysen der Kolleg:innen der FVA ergaben, dass vorwiegend Trockenschäden als Schadursache in Frage kommen. Um eine Mangantoxizität definitiv ausschließen zu können, sollen aber noch weitere Nadelproben von Douglasien an diesem Standort untersucht werden.

## Weißtanne

Bedeutende Waldschutzprobleme an Tannenarten entstehen gegenwärtig vor allem durch Tannenborkenkäferbefall. Vom Käferbefall sind neben Weiß- besonders auch Küsten- und Edeltannen betroffen. Potentiell kommt hierbei der Befall durch den Krummzähnnigen-, Westlichen-, Mittleren- oder Kleinen Tannenborkenkäfer in Betracht. Bei Analysen konnte in den letzten Jahren bisher

ausschließlich Befall durch den Westlichen Tannenborkenkäfer (*Pityokteines spinidens*) nachgewiesen werden.

Im Forstamtsbereich Prüm gab es im Jahr 2023 auch einen Befall von Weißtannen durch den Echten Kiefernrüßler (*Pissodes pini*).

## Esche

Das Eschentriebsterben, verursacht durch den Pilz *Hymenoscyphus fraxineus*, kommt nach wie vor weit verbreitet vor.

Betroffen ist insbesondere die Rheinaue mit ihren zahlreichen Fluss- und Bachtalwäldern und ihren eschenreichen Wäldern der nährstoffreichen Waldstandorte.

Im Forstamtsbereich Rheinhessen ist seit diesem Jahr zudem auch das Phänomen zu beobachten, dass vital wirkende alte Eschen ohne erkennbare äußere Krafteinwirkung umstürzen. Diese Bäume weisen deutliche Wurzelverluste auf. Die genauen



**Samentragende Esche mit leicht belaubter Krone neben stärker belaubten Eschen ohne erkennbare Samenproduktion. Die oftmals verminderte Belaubung samentragender Bäume kann dazu führen, dass die Kronenschadenssymptome gegenüber Bäumen, die keine Samen tragen, überschätzt werden.; Foto: Wolf Hoffmann**

Das Demonstrationsvorhaben FraxForFuture brachte neue Forschungsergebnisse und Kenntnisse, die als PDF veröffentlicht sind:

## ZUKUNFT DER ESCHEN

Empfehlungen zum forstbetrieblichen Umgang mit dem Eschentriebsterben

Download Handlungsempfehlungen: [https://www.fnr.de/fileadmin/Projekte/2024/Mediathek/52.13.94\\_Broschuere\\_A5\\_Esche\\_v06\\_web.pdf](https://www.fnr.de/fileadmin/Projekte/2024/Mediathek/52.13.94_Broschuere_A5_Esche_v06_web.pdf)

Download Kurzversion: [https://www.fnr.de/fileadmin/Projekte/2024/Mediathek/52.13.94\\_Einleger\\_130x205mm\\_Esche\\_v03\\_web.pdf](https://www.fnr.de/fileadmin/Projekte/2024/Mediathek/52.13.94_Einleger_130x205mm_Esche_v03_web.pdf)

Der Inhalt befasst sich mit den Auswirkungen des Eschentriebsterbens und den bisher beobachteten Anpassungsprozessen der Esche. Es werden waldbauliche Empfehlungen im Umgang mit der Esche gegeben. Dabei wird auch auf den Erhalt der Ökosystemdienstleistungen und Aspekte der Verkehrssicherung und des Arbeitsschutzes eingegangen.

Ursachen werden zurzeit noch untersucht, eine massive Beteiligung von Hallimasch (*Armillaria* sp.) ist aber sehr wahrscheinlich.

## Lärche

Auch die Europäischen Lärchen weisen regional einen kritischen Zustand auf. Bereits im Vorjahr konnten im Pfälzerwald, im Forstamtsbereich Haardt, Symptome einer Nadelschütte festgestellt werden, die im Rahmen einer Bachelorarbeit näher untersucht wurde. Bei entsprechenden Laboranalysen konnten verschiedene pilzliche Schaderreger, darunter *Mycosphaerella laricina*, *Lophodermium laricinum*, *Phomopsis* sp., *Pestalotia* sp. und *Discosia* sp., nachgewiesen werden.

In diesem Jahr deuten Europäischen Lärchen im Forstamtsbereich Hinterweidenthal Symptome



eine Vitalitätsschwäche an. Im Forstamtsbereich Rennerod konnte zudem in diesem Jahr Hallimasch (*Armillaria sp.*) an jungen Lärchen nachgewiesen werden.



Durch die *Mycosphaerella*-Lärchennadelschütte (*Mycosphaerella laricina*) befallene Lärche; Foto: Wolf Hoffmann

### Quarantäneschädling - Japankäfer (*Popillia japonica*)

In der hessischen Stadt Trebur, nahe der Landesgrenze zu Rheinland-Pfalz, wurden 2025 erstmals wenige Japankäfer (*Popillia japonica*) gefunden, was aufgrund der räumlichen Nähe auch Folgen für Teile von Rheinland-Pfalz hat.

Der Japankäfer ist als prioritärer Quarantäneschädling eingestuft. Er kann bei mehr als 400 Wirtspflanzenarten in Obstkulturen, Weinbergen, Wäldern, Grünanlagen und Gärten Fraßschäden verursachen. Wegen der mit der Verbreitung des Japankäfers zu befürchtenden erheblichen wirtschaftlichen Schäden ist die Sorge vor der Ausbreitung des Japankäfers in Deutschland groß.



Falle für Japankäfer (*Popillia japonica*); Foto: Wolf Hoffmann

Der Japankäfer ist etwa einen Zentimeter groß, hat einen metallisch glänzenden grünen Kopf und braune Flügel. Auffallend sind fünf weiße Haarbüschel an jeder Hinterleibseite sowie zwei weitere am Ende des Hinterleibs.

Wer einen verdächtigen Käfer entdeckt, wird darum gebeten, ihn einzufangen, aufzubewahren und zu fotografieren. Das Foto sollte dann unter Angabe des Fundortes an [Japankaefer\(at\)add.rlp.de](mailto:Japankaefer(at)add.rlp.de) gesendet werden.

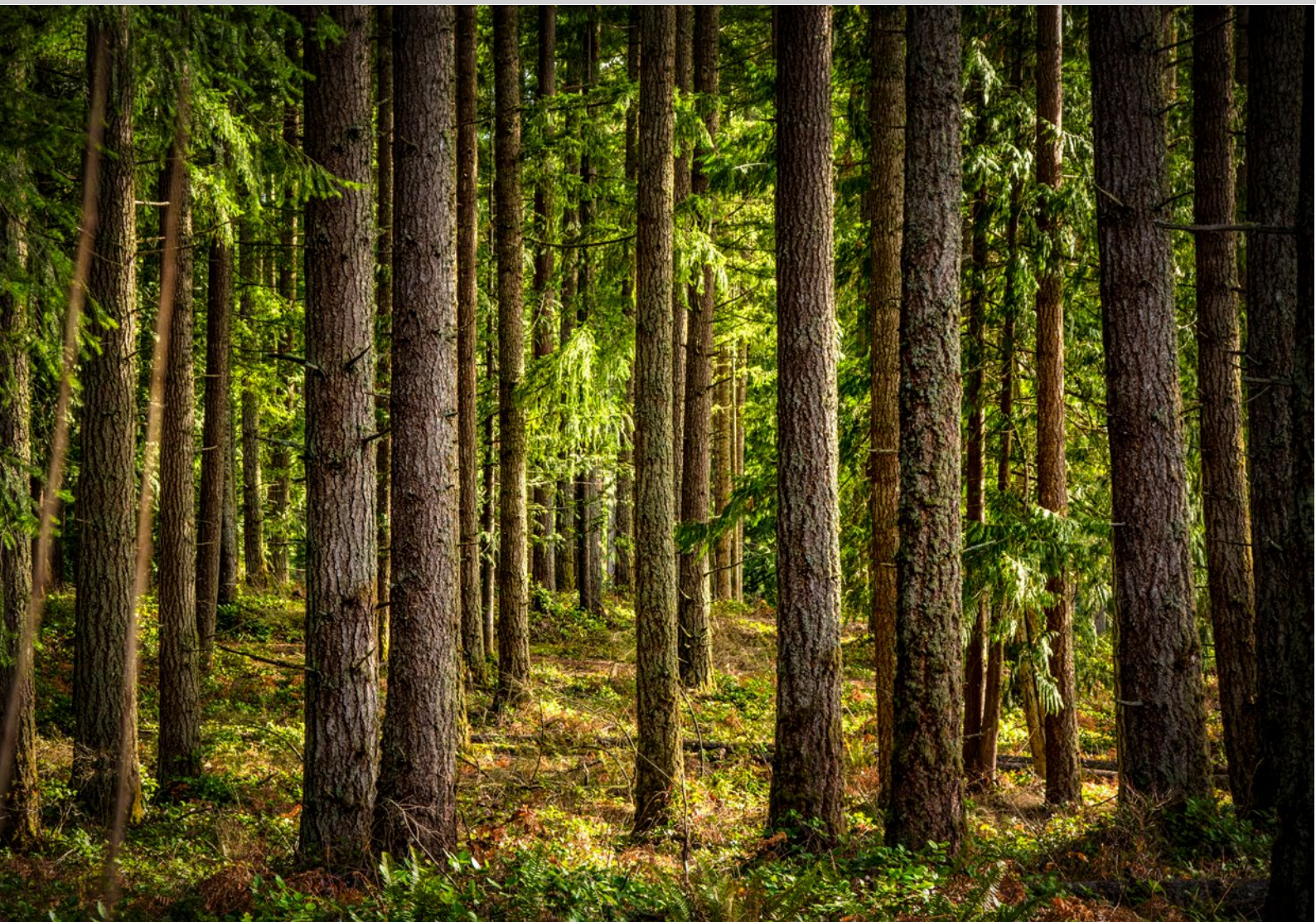


Japankäfer (*Popillia japonica*); Foto: Dr. Frederik Polzin



# DIE DOUGLASIE BAUM DER ZUKUNFT ODER DAUERPATIENT?

EIN BERICHT ÜBER DEN ZWISCHENSTAND ZWEIER  
FORSCHUNGSPROJEKTE ÜBER DOUGLASIEN





In Zeiten des voranschreitenden Klimawandels, verbunden mit zunehmender Trockenheit und Extremwetterereignissen, steigt der Bedarf an Baumarten, die die heimischen Wälder bei den künftigen Veränderungen verstärken können. Eine der Baumarten, die in diesem Zusammenhang am meisten diskutiert werden, ist die Douglasie. Sie ist wuchsstark, speichert große Mengen Kohlenstoffdioxid und kann auch längere Dürreperioden besser überstehen als zum Beispiel die Fichte. Allerdings ist die Douglasie auch anfällig für Krankheiten und pathogene Erreger. Die Forschungsprojekte "Wechselwirkungen zwischen der Douglasie und dem Nährstoffhaushalt des Standorts" (DoNut) und „Eine optimale Vitalität von Douglasien für die Zukunft multifunktionaler Wälder“ (VitaDou) nehmen sich dieser Herausforderungen an und widmen sich den Einflussfaktoren für die Vitalität der Bäume.

Wie die Waldzustandsberichte der letzten Jahre zeigen, sind über 40 Prozent der Douglasien in Rheinland-Pfalz geschädigt. Dazu kommt, dass sie deutlich größere Mengen Phosphor benötigen als andere Bäume, ein Element, an dem es Wäldern ohnehin oft mangelt. Allerdings ist ihre Nutzungseffizienz in Bezug auf andere Nährstoffe deutlich höher als bei anderen Baumarten.

Aufgrund bekannter, aber auch noch zu erforschender Vor- und Nachteile für das Waldökosystem durch den Anbau von Douglasien gibt es Unsicherheiten über den Anbau in deutschen Wäldern. Daher beschäftigen sich unter anderem die Forschungsprojekte VitaDou und DoNut mit diesen Potenzialen, mit dem Ziel, waldbauliche Empfehlungen für den zukunftsorientierten Anbau der Douglasie abzuleiten.

Das Forschungsprojekt **VitaDou** ist ein von der Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe e.V. (FNR) gefördertes Verbundvorhaben mit der Forstlichen Versuchs- und Forschungsanstalt Baden-Württemberg (FVA BW) und der Nordwestdeutschen Forstlichen Versuchsanstalt (NW FVA).

Infos zu Veröffentlichungen: Veröffentlichungen gab es bislang in Form eines Artikels im Magazin Wald.Werte.Wir (3/2022 S. 52-53), im Magazin Im Dialog (2/2022 S. 12-14), in der AFZ (16/2023 S. 26-29) und im Journal für Kulturpflanzen (2025; <https://doi.org/10.5073/JfK.2025.02.06>), sowie in Form von Vorträgen auf Tagungen und Exkursionen.

**S. 46: Ein grüner und vitaler Douglasienbestand - reales Erlebnis in künftigen deutschen Wäldern oder Wunschvorstellung? Der Wald auf diesem Foto liegt in den USA, der Heimat der Douglasien. Dort sind die Bäume sehr gut an das Klima und Schädlinge angepasst, wie sieht es bei uns aus? Foto: Ken Haines**

Für das DoNUT-Projekt wurden 50 Versuchsflächen in vier Bundesländern ausgewählt, die verschiedene Böden, Reliefs und Nährstoffverfügbarkeiten vorweisen. Um eine große Vielfalt abzubilden wurden neben reinen Douglasienbeständen auch solche mit Beimischung anderer Baumarten, undurchforstete, dichte Bestände bis hin zu lichterem Wäldern ausgewählt. 25 der Flächen liegen in Rheinland-Pfalz; die hier untersuchten Douglasien bilden dabei ein breites Spektrum in der

Map of the study area in the Central Forest Region of Baden-Württemberg, showing research plots (DoNut and VitaDou) and forest management units. The map includes labels for neighboring states (Nordrhein-Westfalen, Hessen, Bayern, Saarland) and specific locations like Biebertal, Wolfrode, and Am Birkenacker. A scale bar indicates 0 to 50 km, and the map is dated 2025-10-08.

Wachstumsphase ab: Alter zwischen 33 und 138 Jahren; Baumhöhen zwischen 19 und 56 Metern; Brusthöhendurchmesser zwischen 20 und 95 Zentimetern.

## Klima und Vitalität

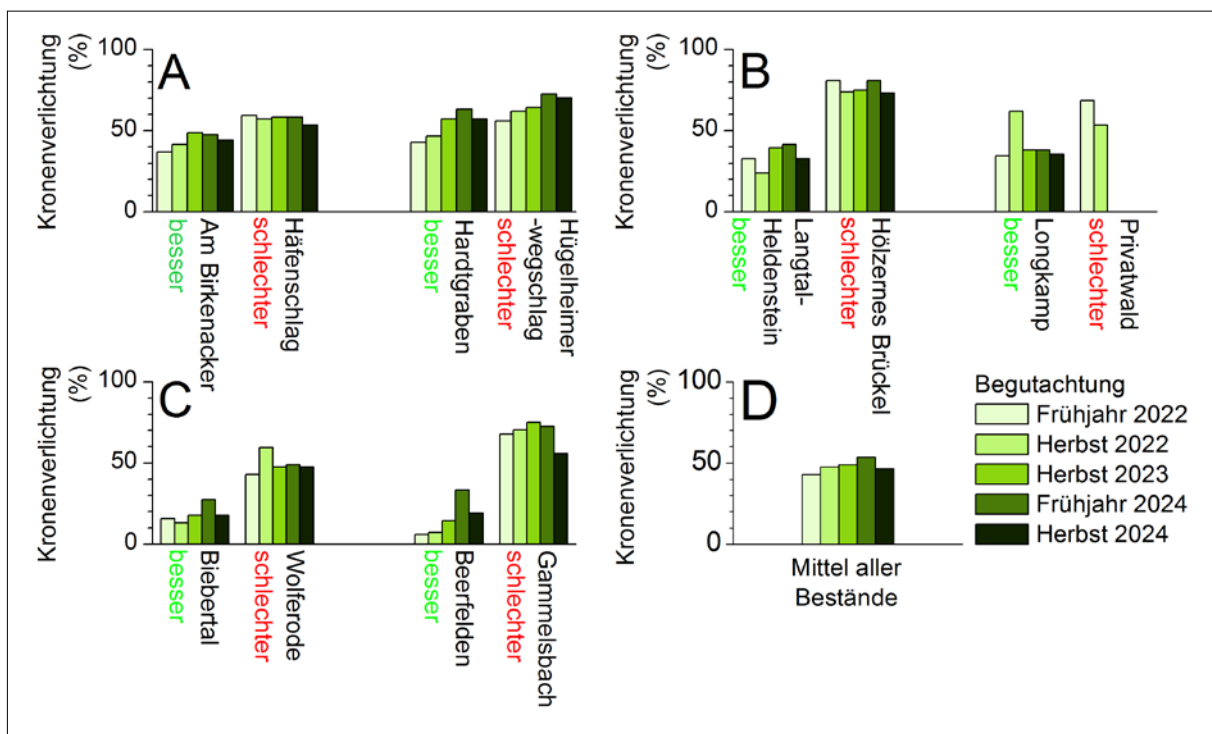
Mit einer Erhebung der Kronenverlichtung kann der Vitalitätszustand eines Bestandes erfasst werden. Wird die Bonitur über mehrere Jahre fortgeführt, so lassen sich sehr gut Veränderungen in der Bestandesvitalität abbilden. Die im Rahmen des VitaDou-Projekts durchgeführten Aufnahmen der Kronenverlichtung auf den ausgewählten Flächen fanden jeweils im Frühjahr vor dem Austrieb und im Herbst nach der Hauptvegetationsperiode statt. Die Aufnahmen aller bonitierten Bestände zeigten eine Verschlechterung des Kronenzustandes über drei Jahre. Dabei ist zu beachten, dass die Kronenaufnahmen im Frühjahr die Vegeta-

Das Forschungsprojekt DoNut ist ein von der Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe e.V. (FNR) gefördertes dreijähriges Verbundvorhaben mit der NW-FVA. Durch Analysen von Boden- und Nadelchemie, Sickerwasser und Mykorrhizen soll ein besseres Bild der Ernährung von Douglasien gewonnen werden. Das Ziel des Vorhabens ist die Konkretisierung von Maßnahmen und die Entwicklung von Leitfäden für den künftigen Anbau von Douglasien in Deutschland.

Veröffentlichungen gab es bislang in Form eines Artikels im Magazin Wald.Werte.Wir (3/2024 S. 44-48) sowie auf Tagungen.

tionsperiode des Vorjahres widerspiegeln. Der insgesamt schlechteste Kronenzustand wurde im Frühjahr 2024 erhoben, der beste im Frühjahr 2022. Es ergab sich insgesamt ein Nadelverlust von 43 Prozent. Während der Projektlaufzeit verschlechterte sich der Kronenzustand konti-

Kronenverlichtung der Probebestände des VitaDou-Projekts in Baden-Württemberg, Rheinland-Pfalz und Hessen von 2022 bis 2024 (A-C). (D) veranschaulicht den Mittelwert aller begutachteten Bestände. Die Kronenverlichtung ist halbjährlich dargestellt. Ein Bestand in Rheinland-Pfalz wurde im Laufe des Projekts vom Eigentümer eingeschlagen und stand dementsprechend nicht mehr zur Verfügung.





nuerlich auf 53 Prozent. Das feuchte Jahr 2024 ermöglichte den Probebeständen jedoch eine leichte Erholung bis zum Herbst 2024, was sich in einer rückläufigen Kronenverlichtung von 46 Prozent zeigt. Dies bestätigt, dass die Kronenverlichtung der Douglasien reversibel sein kann.

Die Trockenperioden wechselten im Untersuchungsgebiet von Jahr zu Jahr. Im Jahr 2024 gab es so gut wie keine Trockenperiode. Bestände in Nordbaden sind durch wenige längere Zeiten mit einem problematischen Verhältnis von Niederschlag und Wärme geprägt, Bestände in den Pfälzer Nordvogesen durch häufigere und kürzere. Dahingegen war in den hessischen Beständen Barfrost (Frost ohne schützende Schneedecke) von Bedeutung.

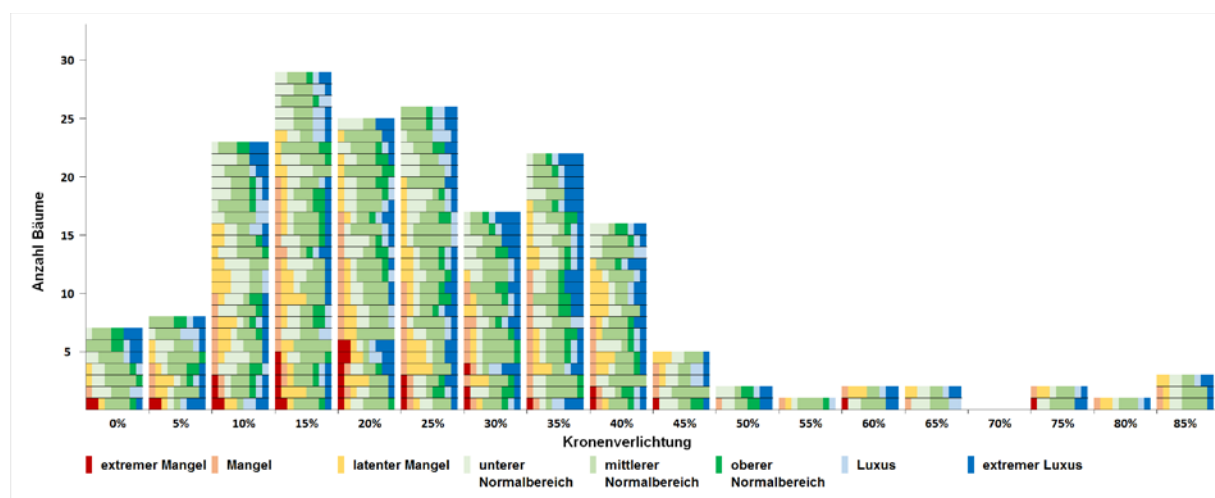
Selbst unter den als vital eingestuften Douglasien gibt es keine voll benadelten Bäume. Benadelung und Vitalitätsansprache korrelieren nicht unbedingt. Wird nach der Probenahme gezählt, wie viele Nadeljahrgänge noch vorhanden sind und wie stark benadelt die einzelnen Triebe sind, wird oftmals ein anderes Bild als durch die Vitalitätsansprache gezeichnet. Dies lässt sich dadurch erklären, dass der Baum als Gesamtbild sehr buschig durch kurze, helle Nadeln und Triebe



**Douglasienbestand in Rheinland-Pfalz im Herbst. Innerhalb eines kleinen Bestandes stehen sowohl Bäume mit hohem, als auch mit niedrigem Nadelverlust; zudem nahezu tote Bäume und grüne Naturverjüngung;** Foto: Dr. Janina Faust

erscheinen kann, bei näherer Betrachtung sind allerdings doch noch mehr Triebe vorhanden als angenommen. Der Nadelverlust der Douglasien muss allerdings nicht irreversibel sein. Zwischen der Nadelretention und der Frühjahresfeuchtigkeit gibt es einen schwachen Zusammenhang. Bei den Devitalisierungen in den beiden Untersuchungsregionen muss man wohl von unterschiedlichen Phänomenen ausgehen.

Nadelverluste der Douglasien auf DoNut-Flächen im Herbst 2023. Im Schnitt liegen die Nadelverluste niedriger als auf vielen anderen Standorten in Deutschland.



Witterungsariditäten der Untersuchungsbestände im Mai der Beobachtungsjahre. Alle Werte sind AR<sub>12d</sub> in mm / °C. Die Witterungsariditäten wurden Log2-kategorisch farblich markiert. Die Logarithmierung spiegelt wider, dass die Ariditäten mit zunehmenden Niederschlägen exponentiell ansteigen.

Land	Bestand	Vitalität	2018	2019	2020	Jahr 2021	2022	2023	2024
Baden-Württemberg	Am Birkenacker	besser	50,54	119,64	51,58	97,99	22,72	30,7	144,5
	Häfenschlag	schlechter	50,13	116,69	50,94	95,47	22,49	29,25	143,19
	Hardtgraben	besser	60,35	155,53	61,93	136,38	28,71	37,55	177,86
	Hügelsheimerwegschlag	schlechter	60,65	157,27	62,43	137,66	29,29	37,85	179,01
Rheinland-Pfalz	Langtal-Heldenstein	besser	56,44	76,32	111,48	118,12	21,67	49,06	130,81
	Hölzernes Brückel	schlechter	51,79	66,22	60,63	100,82	19,86	46,94	118,45
	Longkamp	besser	65,67	121,93	49,75	103,22	27,58	39,14	112,51
	Privatwald	schlechter	65,75	121,99	49,85	103,44	27,64	39,04	112,79
Hessen	Biebertal	besser	62,69	91,1	39,63	127,18	35,82	49,83	95,41
	Wolferode	schlechter	41,97	105,54	33,63	102,61	28,73	33,19	107,78
	Beerfelden	besser	53,53	150,2	67,19	104,89	34,05	43,1	105,39
	Gammelsbach	schlechter	48,45	128,79	60,63	90,5	29,72	38,43	95,43
Mittel			55,66	117,60	58,31	109,86	27,36	39,51	126,93
Standardabweichung			7,48	29,29	19,42	15,99	4,89	6,72	28,91

Durchschnittsaridität im Mai (mittlere AR<sub>12d</sub>; mm / °C):

< 8	32,1-64
8,1-16	64,1-128
16,1-32	> 128

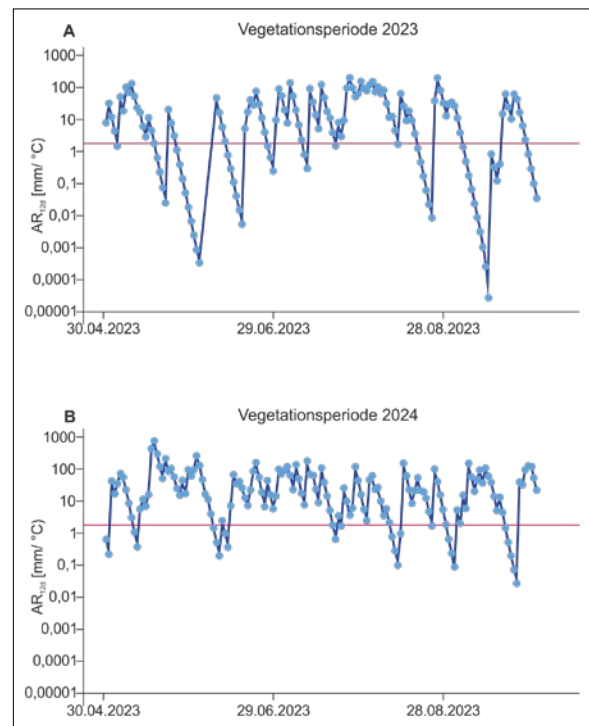
Perioden auskömmlicher Ariditäten und Trockenperioden in den VitaDou-Untersuchungsbeständen während der Projektlaufzeit. Die Aridität AR<sub>12d</sub> beschreibt, wie trocken es 12 Tage unmittelbar vor der Probenahme war. Dabei zeigt eine AR<sub>12d</sub> >2 keine Trockenperiode, Werte <2 weisen auf eine Trockenperiode hin.

Land	Bestand	Vitalität	Jahr													
			2018		2019		2020		2021		2022		2023		2024	
			Früh- Sommer	Spät- Sommer	Früh- Sommer	Spät- Sommer	Früh- Sommer	Spät- Sommer	Früh- Sommer	Spät- Sommer	Früh- Sommer	Spät- Sommer	Früh- Sommer	Spät- Sommer	Früh- Sommer	Spät- Sommer
Baden- Württemberg	Am Birkenacker Häfenschlag	besser schlechter														
	Hardtgraben Hügelsheimerwegschlag	besser schlechter														
Rheinland- Pfalz	Langtal-Heldenstein Hölzernes Brückel	besser schlechter														
	Longkamp Privatwald	besser schlechter														
Hessen	Biebertal Wolferode	besser schlechter														
	Beerfelden Gammelsbach	besser schlechter														

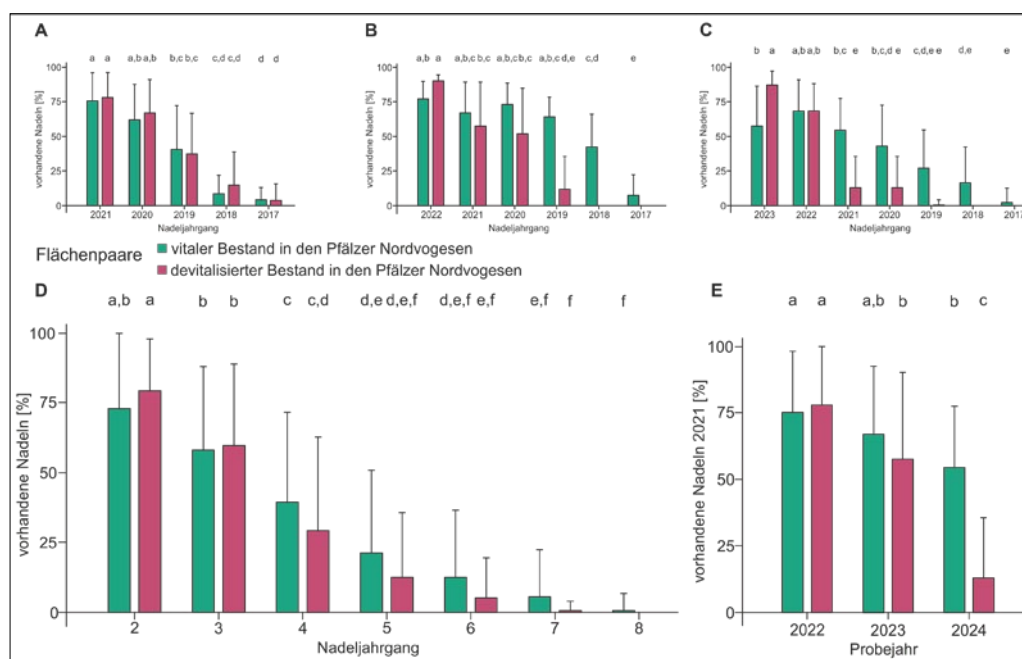
AR<sub>12d</sub> > 2,0

AR<sub>12d</sub> ≤ 2,0

Witterungsariditäten der Untersuchungsfläche am Birkenacker in den Vegetationsperioden 2023 (A) und 2024 (B). Die rote waagrechte Linie kennzeichnet die  $AR_{12d}$  von 2,0 mm/°C, bei der bspw. die Buchen ihre Stomata schließen.



Nadelretention vitaler und devitalisierter Douglasien aus einem gesünderen Bestand (grün) und einem schwächeren Bestand (pink) im Pfälzerwald in den Beobachtungsjahren 2022 (A), 2023 (B) und 2024 (C). (D) zeigt den Mittelwert aus allen drei Beprobungsjahren, ebenso wurde der Nadeljahrgang 2021 über drei Jahre hinweg betrachtet (E). Indizes kennzeichnen signifikante Unterschiede mit einer Überschreitungswahrscheinlichkeit  $\alpha \leq 0,05$ .





## Boden und Nährstoffe

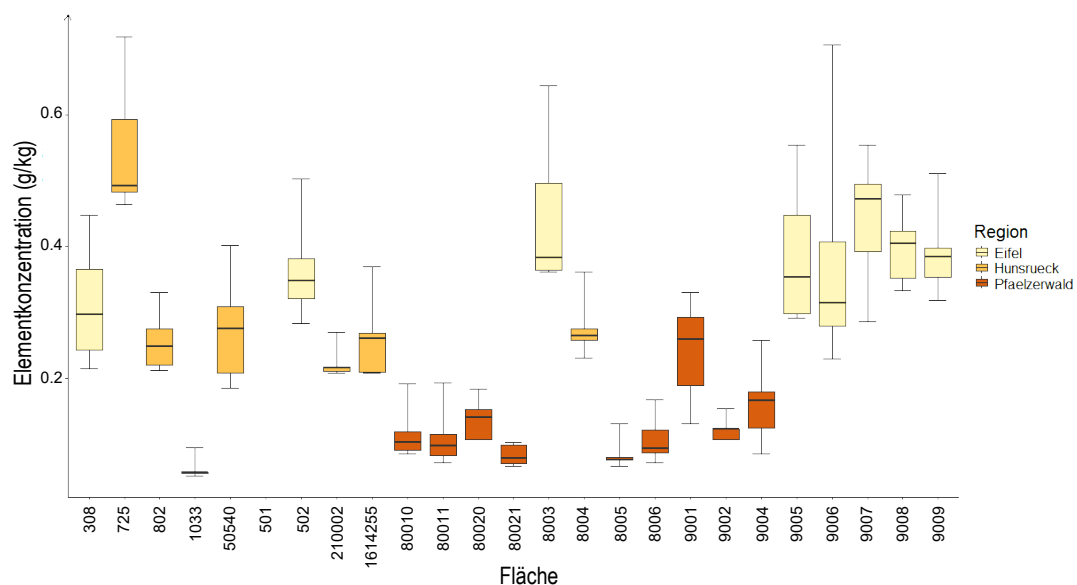
Die Standortwahl für den Douglasienanbau richtet sich jedoch nicht nach der Douglasie allein. Standorte mit fruchtbaren Böden und neutralen pH-Werten, meist aufgrund höheren Kalkgehalts, werden meistens landwirtschaftlich genutzt und kommen daher nicht für die Pflanzung eines Waldes infrage. Denn insbesondere Nadelbäume wie Douglasien eignen sich auch zum Anbau auf sauren Böden, weshalb keine Notwendigkeit besteht, sie auf kalkhaltigen Böden zu pflanzen. Böden mit hohem Kalkgehalt werden sogar als wachstumshemmend für die Douglasie angesehen. Auf allen 25 DoNut-Flächen in Rheinland-Pfalz finden sich folglich pH-Werte im sauren Bereich, die meisten aber noch oberhalb des kritischen Bereichs, in dem Aluminium mobil ist. Die Werte liegen damit im Rahmen für eine normale Wachstumsleistung der Bäume. Ursache des pH-Werts ist auch der hohe Sandgehalt der Böden. Dies sorgt in positiver Weise aber für ein großes Porenvolumen und eine hohe

Wasserleitfähigkeit. Regenwasser kann auf diesen Böden also relativ schnell versickern und ebenso schnell von Pflanzen aufgenommen werden, ohne dass viel Wasser von der Bodenoberfläche verdunstet. Für die Douglasien, die im Vergleich zu anderen Baumarten viel Wasser benötigen und auch in kurzer Zeit aufnehmen können, ist dies ein Vorteil.

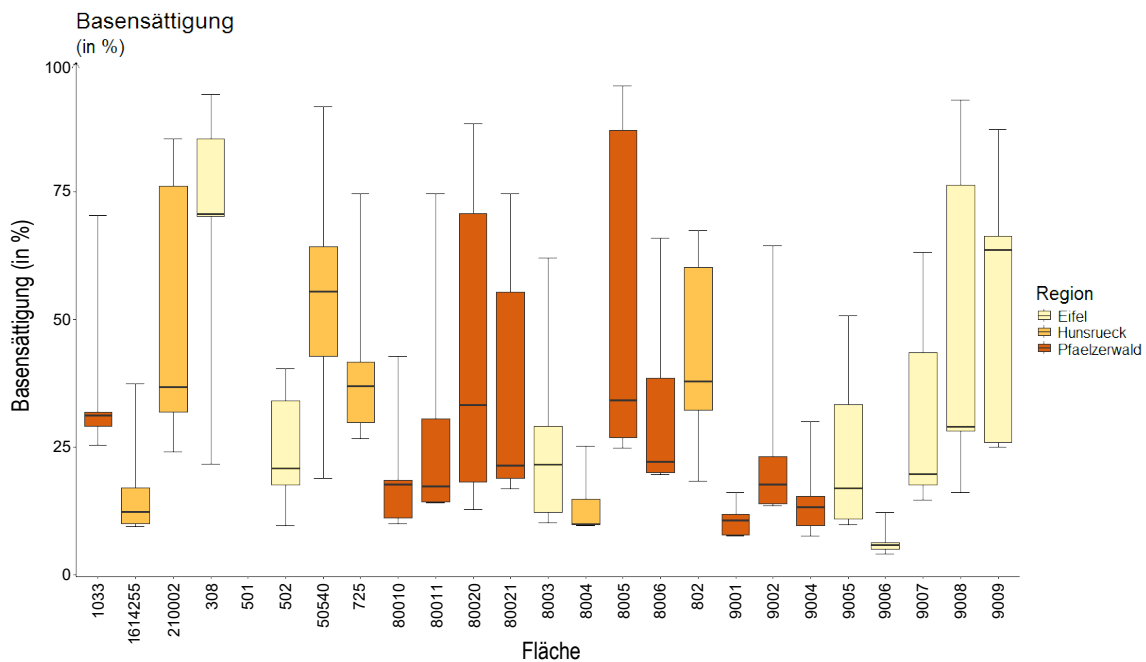
Nachteilig auf sandigen Standorten ist die Nährstoffversorgung, denn in Sand finden sich generell weniger Nährelemente, die zudem auch leicht ausgewaschen werden können. Je nach Standort schwankt der Gehalt an verschiedenen Elementen daher stark – und damit auch die Ausgangslage für die Bäume.

Je nach Bodentyp unterscheiden sich die absoluten Gehalte der verschiedenen Nährelemente im Boden zwar deutlich voneinander, die pflanzenverfügbare Menge weist jedoch deutlich geringere Differenzen auf. Sieben der 25 untersuchten

Phosphorgehalte in den Böden der DoNut-Flächen bis in einen Meter Tiefe. Die Länge der Balken verdeutlicht die Unterschiede zwischen verschiedenen Tiefenstufen.



Basensättigung der Böden der DoNut-Flächen bis in einen Meter Tiefe. Die Länge der Balken verdeutlicht die Unterschiede zwischen verschiedenen Tiefenstufen.



DoNut-Flächen wiesen eine Basensättigung von weniger als 50 Prozent auf, was eine zunehmende Versauerung indiziert. Dabei ist keine eindeutige Abhängigkeit vom Substrat erkennbar. Ursächlich könnten Bodenschutzkalkungen sein, die auf 16 Flächen durchgeführt wurden. Da diese allerdings größtenteils schon mehr als 30 Jahre zurückliegen, können hier unterschiedliche Abbauraten des Kalks deutliche Unterschiede ausmachen.

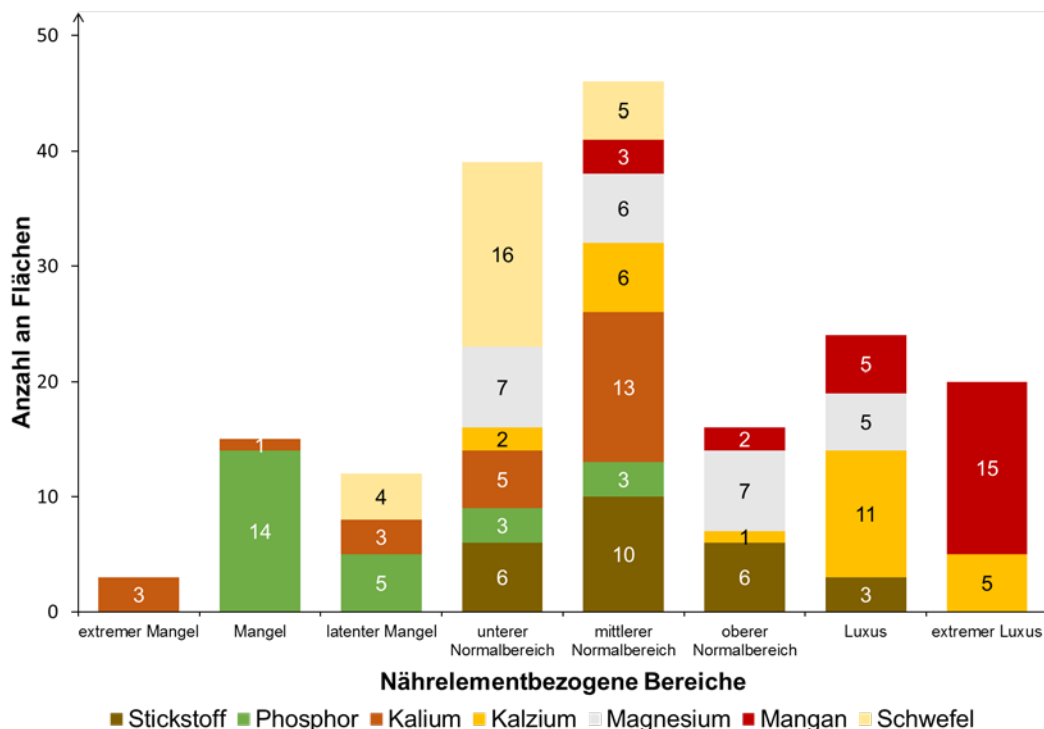
### Ernährung der Douglasie

Entscheidend für das Wachstum und die Vitalität der Bäume sind am Ende zwar pH-Werte und die Elementgehalte im Boden, aber vorrangig die Menge, die auch wirklich in der Douglasie und am Ende in den Nadeln ankommt. Die Gehalte der vom Baum aufgenommenen Nährelemente unterscheiden sich naturgemäß mitunter deutlich von dem Nährelementangebot des Bodens. Die für die Douglasie wichtigen Nährelemente Phosphor und Kalium wurden auf 76 Prozent bzw. 28 Prozent der DoNut-Flächen in mangelhaften Mengen in den Nadeln nachgewiesen.

Insbesondere auf nährstoffarmen Standorten gerät die Douglasie sehr leicht ins Phosphordefizit. Dahingegen ist das Element Mangan, welches in größeren Mengen toxisch auf die Douglasie wirkt, auf 80 Prozent der untersuchten Flächen in zu großer Konzentration in den Nadeln vorhanden. Wird Kalzium, als der Vergiftung entgegenwirkendes Element, mitbetrachtet, liegt der Anteil der als wuchsschädigend charakterisierten Flächen allerdings nur bei 16 Prozent.

Insgesamt befinden sich fast alle Bäume auf den verschiedenen Standorten in einem ausreichend ernährten Zustand, teilweise sogar in einem besseren – von den beschriebenen Defiziten bei den Elementen Phosphor und Kalium abgesehen. Die Ausgangssituation für ein gesundes Wachstum der Bäume ist von den Nährstoffen her somit größtenteils gewährleistet. Interessanterweise weisen sogar die Douglasien auf sandigen, nährstoffarmen Standorten im Pfälzerwald höhere Nährstoffkonzentrationen in den Nadeln auf als Douglasien im Hunsrück oder in der Eifel. Der absolute Nährstoffvorrat im Boden scheint somit eine untergeordnete Rolle zu spielen.

Nährstoffversorgung der Douglasien auf den 25 DoNut-Flächen auf Grundlage gängiger Grenzwerte für Nährwertkonzentrationen in Nadeln. Unterteilt werden drei Mangelstufen, drei Stufen der normalen Versorgung und zwei Überschussstufen.



### Biotische Schaderreger

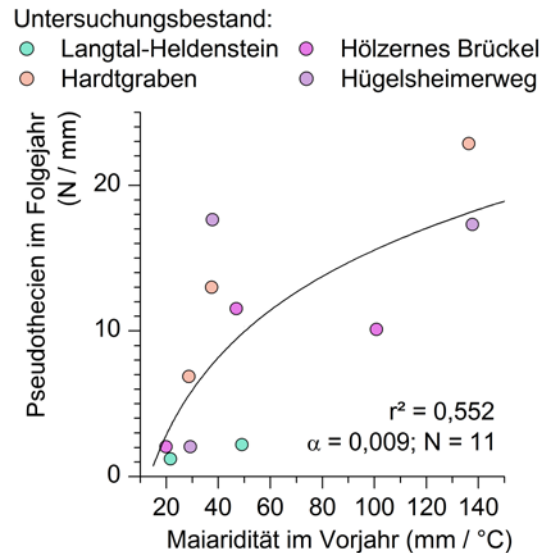
Die Vitalität selbst hängt schließlich auch von verschiedenen Krankheiten sowie Parasiten, die die Douglasien befallen, ab. Die Douglasie leidet in Deutschland an vielen unterschiedlichen Krankheiten, die Mortalität der Douglasien aufgrund dieser Belastungen ist jedoch verhältnismäßig niedrig. Dennoch sorgen die Krankheiten und auch vermehrter Harzfluss bei Douglasien dafür, dass die Qualität des Holzes abnimmt und auch die Menge an Holz, das aus einem Baum gewonnen wird, stark verringert ausfallen könnte. Ein häufiger Erreger der Douglasie ist der Pilz der Rußigen Douglasienschütte (*N. gaeumannii*). Dieser bildet Fruchtkörper, sogenannte Pseudothecien, auf der Unterseite der Nadeln aus. Die Anzahl dieser Pseudothecien bietet einen guten Vergleichswert zur Stärke des Befalls und der Vitalität der Douglasien, denn je stärker der Befall, desto kränker der Baum. Die Infektion findet jähr-

lich im Frühjahr mit Austrieb der neuen Nadeln statt. Der Pseudothecienbesatz nimmt auf den Douglasiennadeln jedoch nicht zwangsläufig von Jahr zu Jahr zu. Fruchtkörper und Nadelretention stehen in keinem augenscheinlichen Zusammenhang. Die Fruchtkörperbildung wird von der Maiaridität des Vorjahres angetrieben.

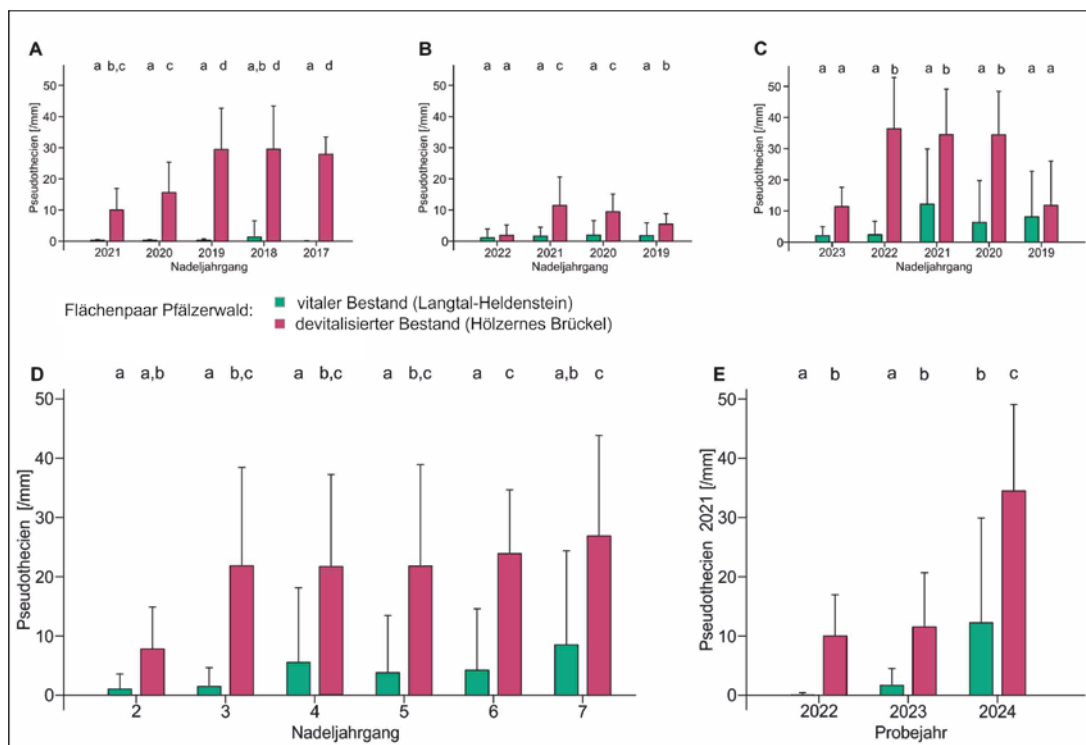
Die Trockengrenze für die Pilzfruktifikation liegt bei einer Maiaridität von etwa 15 mm / °C. Unter sehr günstigen Frühjahrsbedingungen zur Zeit der Infektion kann der Pilz nach einem Jahr bis zu 25 Pseudothecien/mm bilden. Nach der Infektion ist die Reproduktion des Pilzes kein Automatismus, sondern geschieht im Austausch mit dem Wirt. Vitale Douglasien können die Pilzfruktifikation erfolgreich limitieren.



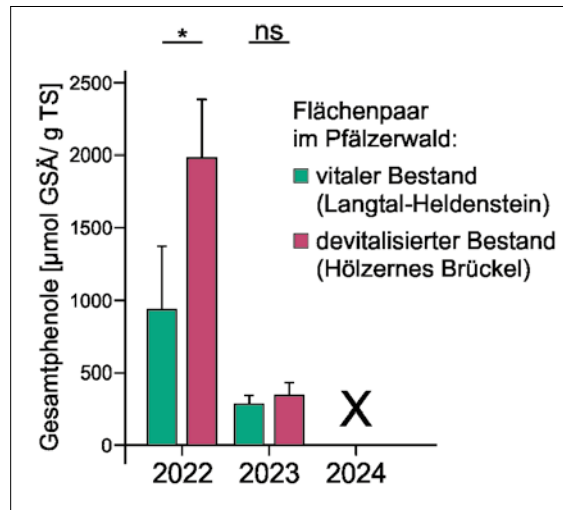
Maiaridität des Vorjahres und Fruktifikation des Schüttepilzes im Folgejahr auf den einjährigen Nadeln. Die Regression wurde mit einer logarithmischen Grundgleichung mit Hilfe der jeweiligen Flächenmittelwerte berechnet. Die Standardabweichungen kennzeichnen rein informatorisch die zufälligen Unterschiede von Baum zu Baum.



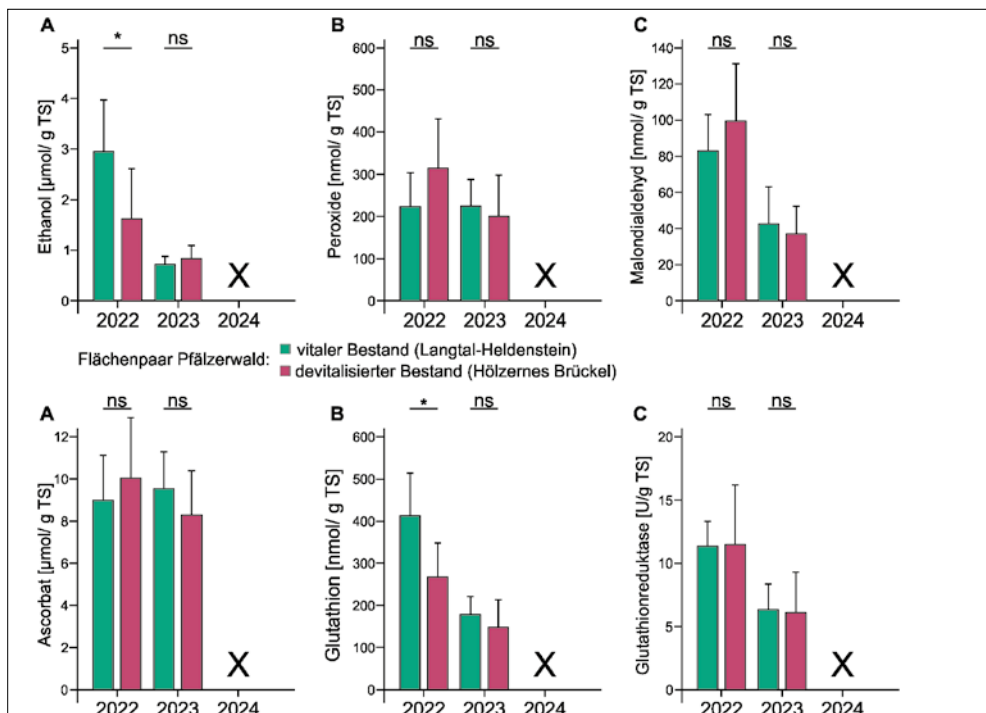
Befall einzelner Nadeltriebe mit Rußiger Douglasenschütte auf zwei Flächen in den Pfälzer Nordvogesen, gegliedert in die Probejahre 2022, 2023 und 2024 (A-C). (D) zeigt die Mittelwerte der Pseudothecien aus den drei Probejahren, außerdem wurde der Nadeljahrgang 2021 über drei Jahre verglichen (E). Jüngster ausgewerteter Jahrestrieb ist immer der Vorjahrestrieb. Indizes kennzeichnen signifikante Unterschiede mit einer Überschreitungswahrscheinlichkeit  $\alpha \leq 0,05$ .



Gesamtphenole im Bestandespaar aus den Gallsäureäquivalenten (GSÄ). Hohe Phenolwerte gehen vermutlich auf einen verstärkten Ligninaufbau der Douglasien zum Schutz gegen Schütte zurück. \*: signifikante Unterschiede zwischen dem vitalen und devitalisierten Bestand. n = 8.



Nadelgehalte von adulten Douglasien besserer und schlechterer Bestände im Pfälzerwald an Ethanol (A) Wasserstoffperoxid (B) und an Malondialdehyd (C), Ascorbat (D), Glutathion (E) und der Glutathionreduktase (F). Besonders der höhere Anteil von Glutathion in den vitalen Beständen verdeutlicht die Behinderung der Schwefelverfügbarkeit in Douglasien mit Schüttebefall. \*: signifikante Unterschiede zwischen dem besseren und schlechteren Bestand mit einer Überschreitungswahrscheinlichkeit  $\alpha \leq 0,05$ . N = 8.



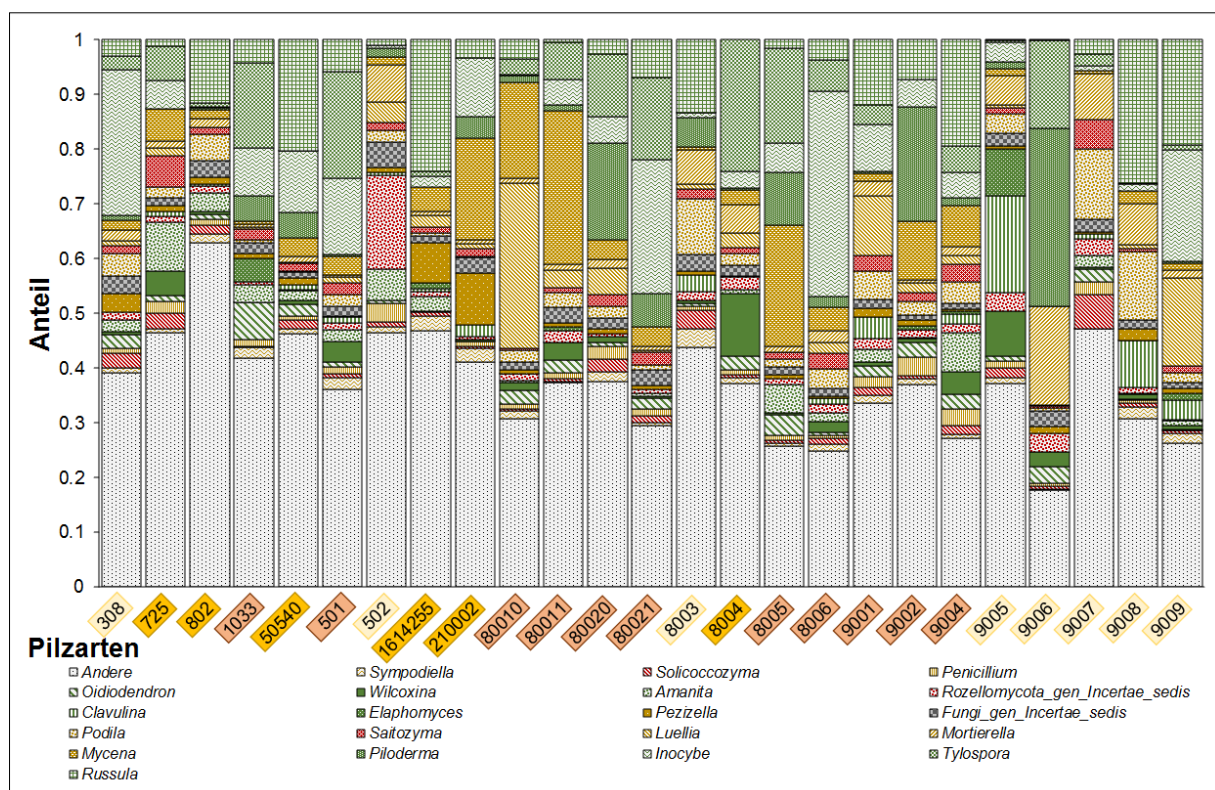
Durch die Infektion mit Rußiger Douglasien-  
schütte wird die Menge an reduziertem Schwefel  
in Form von Glutathion in den Nadeln signifikant  
verringert. Glutathion ist ein Antioxidans, welches  
sowohl für den Speicher als auch den Transport  
von Schwefel in der Douglasie zuständig ist. Der  
Schüttepilz beeinträchtigt damit nicht nur die  
Nadeln direkt, sondern schwächt die Douglasien  
systemisch. Unempfindlichkeit gegen die Störung  
der Schwefelassimilation könnte ein unabhängiger  
Faktor zur Beurteilung der Toleranz gegenüber  
der Douglasienschütte sein. Mit Rußiger Schütte  
infizierte Douglasien weisen in der Regel signifi-  
kant erhöhte Gesamtphenolwerte auf. Dies lässt  
sich nicht unbedingt auf eine allelopathische  
Pathogenabwehr durch kondensierte Tannine zu-  
rückführen. Vielmehr scheinen die Bäume Lignin-  
barrieren als mechanischen Schutz gegen den Pilz  
zu errichten. Die Gesamtphenole könnten einen  
unabhängigen Faktor für die Einschätzung der Re-  
sistenz gegen den Schüttepilz darstellen.

Die Schütteinfektion verschlechtert zudem den  
Wasserstatus der Douglasien. Dennoch führt  
dies nicht konsistent zu einem beeinträchtigten  
Gaswechsel. Damit übereinstimmend wird das  
antioxidative System nicht aktiviert. Zumindest  
unter kontrollierten Bedingungen kann es aber  
trotzdem zu Schäden an den Biomembranen  
kommen. Diese Vermutungen bekräftigen die  
Bemühungen, den Hypothesen nachzugehen, dass  
insbesondere Wasserversorgung, beziehungsweise  
Trockenstress sowie Mykorrhizapilze die größten  
Einflussfaktoren für gut ernährte Douglasien sind.

### Mykorrhizapilze

Für die Abschätzung der Mykorrhizierung wurden  
in erster Instanz zwei verschiedene Verfahren  
der DNA-Extraktion genutzt um ein Metabarcoding  
durchzuführen. Auf diesem Wege können  
sämtliche Spuren von DNA erfasst werden, die  
im Boden vorhanden sind. Über die Zahl der er-

eDNA-Analysen von Pilzspezies auf den DoNut-Flächen. Dargestellt sind die 20 häufigsten Arten über alle  
Flächen gesehen. Mykorrhizabildende Arten sind grün, saprophytische Arten gelb und parasitäre Arten rot ein-  
gefärbt.





kannten DNA-Stränge jeder Pilzart kann eine quantitative Verteilung abgeschätzt werden. Für die DoNut-Flächen zeigt sich, dass die generell weitverbreiteten Pilzarten wie *Russula*, *Tylospora* und *Inocybe* vorherrschend sind. Je nach Fläche wurde die DNA-Substanz teilweise mehr als 200 Arten zugerechnet, was sich in größeren Schwankungen des Anteils diskriminierter Arten niederschlägt. Die Auswertung der 20 am häufigsten zugeordneten Arten zeigt, dass vor allem auf den sandigen Standorten im Pfälzerwald mykorrhizierende Pilzarten vorherrschen. Auf einzelnen Standorten überwiegen wiederum saprophytische Arten, und insbesondere Standorte mit erhöhter Konzentration von Schwermetallen (502, 9007) weisen einen erhöhten Anteil von parasitären Pilzen auf. Das Metabarcoding neigt allerdings dazu, Arten zu überschätzen, die ein weitläufiges Myzel ausbilden. Zudem ist wichtig, wie viele der Arten in welchem Maße die Douglasien besiedeln. Daher werden in Kürze weitere DNA-Analysen von mykorrhizierten Wurzeln für einen quantitativen und qualitativen Vergleich erhoben.

## Fazit

Die Ergebnisse unterstützen die durch die WZE gezeigten hohen Anteile geschädigter Douglasien in Rheinland-Pfalz. Gleichwohl hat sich der Kronenzustand und damit die Vitalität der untersuchten Bestände auch während der Projektlaufzeit noch verschlechtert. Selbst unter den als vital eingestuften Douglasien gibt es keine voll benadelten Bäume. Die Infektion mit Rußiger Douglasienschütte und die Stärke des Befalls kann durch die Anzahl an Fruchtkörpern des Pilzes, den Pseudothecien, auf der Nadelunterseite ermittelt werden. Die Fruchtkörperbildung wird in erster Linie durch die Maiaridität des Vorjahres beeinflusst. Nach der Infektion erfolgt die Reproduktion des Pilzes jedoch nicht automatisch. Vitale Douglasien können diese limitieren. Der Befall mit Rußiger Douglasienschütte beeinflusst vor allem das für die Pflanze wichtige, Glutathion. Auf der anderen Seite versuchen

die Douglasien mit erhöhten Phenolgehalten, die wahrscheinlich zum Aufbau mechanischer Ligninbarrieren genutzt werden, den Pilz aufzuhalten. Die Fähigkeit dazu könnte ein Weiser für Schütteresistenz sein.

Douglasien auf nährstoffschwachen Standorten weisen in den meisten Fällen keinen ausgeprägten Mangel an Nährelementen in den Nadeln auf. Besonders auf sandigen Standorten sind die Bäume eher normalversorgt als auf vermeintlich besseren Standorten. Grund hierfür könnte ein hoher Anteil an Mykorrhizapilzen sein, der sich auf diesen Flächen findet. Der effiziente Umgang mit Nährstoffen und die starke Wuchsleistung auch unter schwierigen Bedingungen sprechen nach wie vor für den Anbau von Douglasien, inwieweit die derzeit geltende Anbauempfehlung überarbeitet werden muss, werden die kommenden Ergebnisse zeigen. Fest steht, dass Douglasien einer Vielzahl von Schädlingen und Krankheiten ausgesetzt sind und die zu beobachtenden Vitalitätsschwächen der Douglasie ein Zusammenspiel der verschiedenen Einflüsse sind. Sie ist also ein Dauerpatient, der sie jedoch bereits immer war - und kann daher dennoch eine wertvolle Baumart der Zukunft sein.

## Mehrwert von Verbundprojekten

Das abgeschlossene Verbundprojekt "VitaDou" und das noch laufende Projekt "DoNut" entspringen einer starken und umfassenden Kooperation der Forstlichen Versuchs- und Forschungsanstalt Baden-Württemberg, der Forschungsanstalt für Waldökologie und Forstwirtschaft Rheinland-Pfalz und der Nordwestdeutschen Forstlichen Versuchsanstalt. In der intensiven Zusammenarbeit zwischen den Versuchsanstalten zeigt sich ein großer Mehrwert für die einzelnen Projekte. Die Zusammenarbeit verdeutlicht die Bedeutung der Douglasie und trägt durch den intensiven Austausch dazu bei, das Interesse an weiteren länderübergreifenden Forschungsprojekten mit ähnlichen Schwerpunkten zu stärken.

# Anhang 1

Entwicklung der Waldschäden nach Baumarten im Vergleich der Jahre 1984 bis 2025 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	
2025	3648	18,6	45,8	35,6	30,9	2,8	1,9	26,1
2024	3624	12,5	34,2	53,2	46,7	4,7	1,8	31,4
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	
2025	649	21,4	32,0	46,5	41,4	2,9	2,2	27,7
2024	652	18,7	23,9	57,4	49,7	5,2	2,5	32,6
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	
2025	520	9,8	67,9	22,3	19,0	0,4	2,9	23,9
2024	523	13,4	59,3	27,3	23,7	1,1	2,5	24,8
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	
2025	856	21,1	50,1	28,7	27,0	1,5	0,2	22,8
2024	849	9,9	33,8	56,3	52,1	3,5	0,7	31,3
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	
2025	723	10,0	39,3	50,4	42,7	5,9	1,8	31,7
2024	716	3,2	21,4	75,4	66,5	7,5	1,4	38,0
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
Jahr	Anzahl Probebäume N	ohne Schadmerkmale 0	schwach geschädigt 1	Summe deutlich geschädigt 2 bis 4	mittelstark geschädigt 2	stark geschädigt 3	abgestorben 4	
2025	900	25,8	43,9	30,3	24,4	2,9	3,0	24,9
2024	884	17,4	37,8	44,8	37,1	5,3	2,4	29,1
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



### Statistische Signifikanz der Veränderung der mittleren Kronenverlichtung

Durch die Gegenüberstellung der sowohl im Berichtsjahr als auch im Vorjahr begutachteten Probebaumindividuen (identische Probebäume) lässt sich die beobachtete Entwicklung der Kronenverlichtung genauer analysieren und statistisch absichern. Die Veränderung der mittleren Kronenverlichtung bei den einzelnen Baumarten zwischen den Aufnahmeterminen werden mit Hilfe eines T Testes für abhängige (gepaarte) Stichproben auf ihre statistische Signifikanz überprüft (s. signifikant; n.s. nicht signifikant). Das Konfidenzintervall beträgt 95 %, die Irrtumswahrscheinlichkeit damit 5 %. Verglichen wird das aktuelle Jahr mit dem Vorjahr und mit 1984, dem Jahr der ersten systematischen Erhebung.

	Kollektiv der 2025 und 2024 bonitierten, identen Probebäume					
Baumart (Gattung)	Anzahl der Probepflanzen	Mittleres Verlustprozent			Signifikanz (zweiseitig)	
		2025	2024	2025-2024		
Alle Baumarten	3559	26,15	30,87	-4,73	0,000	s.
Fichte	643	27,92	31,93	-4,01	0,000	s.
Fichte o.a.B*	619	26,28	30,33	-4,05	0,000	s.
Buche	836	22,86	30,84	-7,98	0,000	s.
Eiche	708	31,55	37,57	-6,02	0,000	s.
Kiefer	514	23,87	24,54	-0,67	0,154	n.s.
Kiefer Rhe**	106	32,26	34,81	-2,55	0,020	s.
Douglasie	151	26,42	27,91	-1,49	0,147	n.s.
Lärche	140	25,39	34,96	-9,57	0,000	s.
Hainbuche	106	23,92	29,29	-5,38	0,000	s.
Esche	83	46,63	33,80	12,83	0,000	s.
Esche o.a.B*	78	43,21	31,15	12,05	0,000	s.

\* o.a.B.: Ohne die 2025 oder 2024 abgestorbenen Bäume

\*\* Rhe: Kiefer nur im Wuchsgebiet Oberrheinisches Tiefland (Rheinebene)

Kollektiv der 1984 und 2025 bonitierten, identen Probepflanzen					
Baumart (Gattung)	Anzahl der Probepflanzen	Mittleres Verlustprozent			Signifikanz (zweiseitig)
		2025	1984	2025-1984	
Alle Baumarten	1102	27,53	13,06	14,47	0,000 s.
Fichte	130	34,81	9,31	25,50	0,000 s.
Buche	274	25,80	15,29	10,51	0,000 s.
Eiche	266	30,08	13,48	16,60	0,000 s.
Kiefer	213	24,69	17,25	7,44	0,000 s.
Douglasie	36	29,44	6,53	22,92	0,000 s.
Lärche	54	25,83	8,33	17,50	0,000 s.
Hainbuche	30	23,50	11,17	12,33	0,000 s.
Esche	18	43,06	3,06	40,00	0,000 s.

### Entwicklung des Probebaumkollektives nach Baumarten

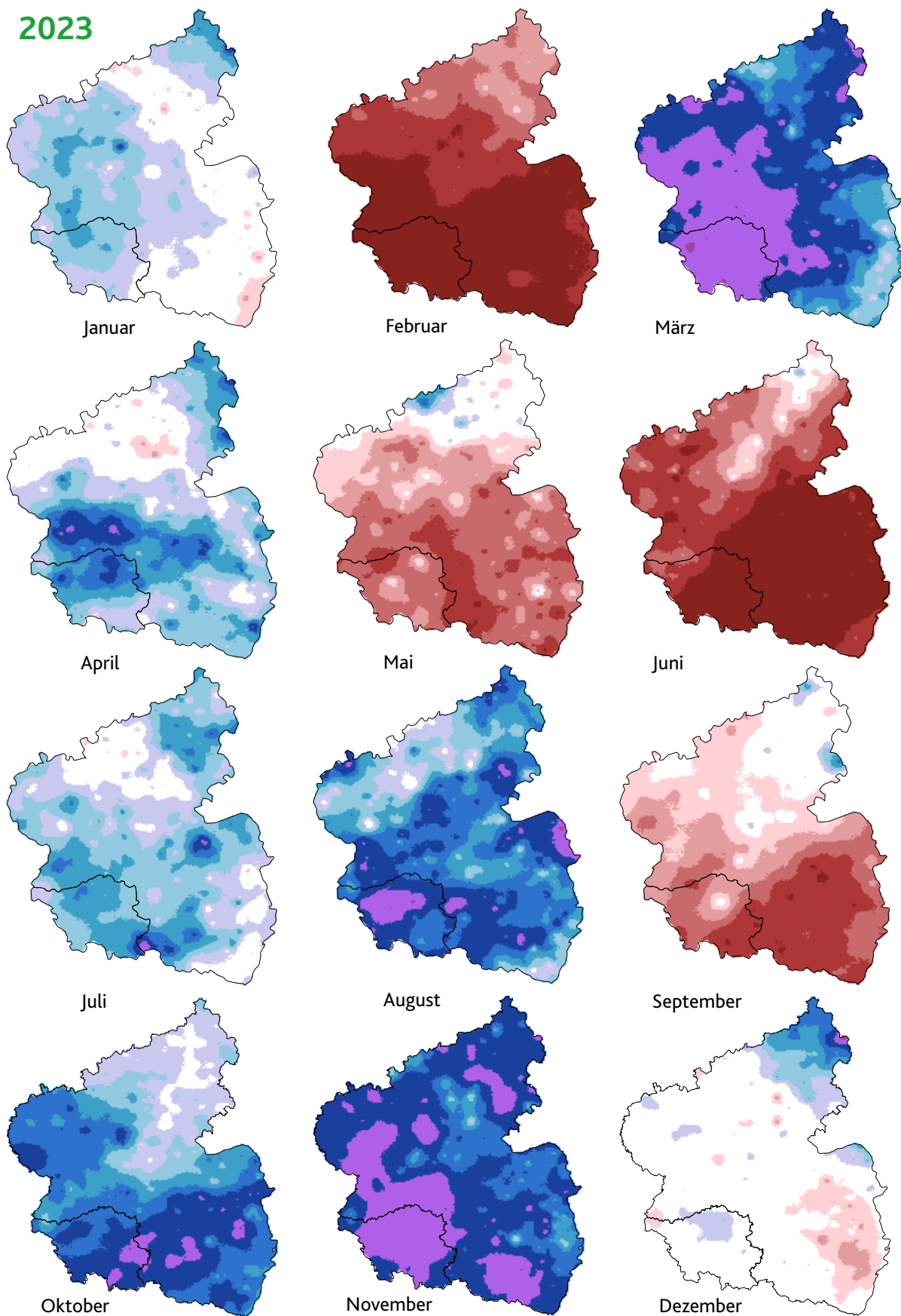
Im Jahr 1984 wurde das Stichprobenraster angelegt und die Ausgangslage zum Beginn der Zeitreihe dokumentiert. Alle folgenden Erhebungen erfolgten auf dem gleichen Grundraster, damit sind Veränderungen im Vergleich zur Ausgangslage zu erkennen. Die Zusammensetzung des Probebaumkollektives hat sich im Laufe der Jahre verändert. Der Anteil an Fichte ist geringer geworden. Die Fichtenbestände waren durch die Sturmwürfe und Käferkalamitäten der vergangenen Jahre besonders betroffen; die Wiederaufforstungen 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 Erst-aufforstungen 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 ver-fahrensbedingt 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.

2025 sind 15 Aufnahmepunkten ohne Waldbestand, an keinem dieser Aufnahmepunkte hatte sich im letzten Jahr die Waldverjüngung soweit entwickelt, dass sich eine gesicherte Waldverjüngung etabliert hat. An diesen Aufnahmepunkten muss die WZE daher weiter ruhen.

Art (Gattung)	2025 Anzahl	2025 Anteil	1984 Anteil	Anteil nach Forsteinrichtung 2025	Anteil nach Bundeswaldinventur 2022
Buche	856	23,6 %	18,7 %	32,4 %	23,1 %
Fichte	649	17,8 %	32,9 %	16,0 %	21,0 %
Eiche	723	19,8 %	16,8 %	15,9 %	16,3 %
Kiefer	520	14,3 %	15,9 %	10,5 %	9,1 %
Douglasie	154	4,2 %	3,5 %	6,3 %	7,0 %
Lärche	141	3,9 %	3,4 %	2,2 %	2,3 %
Hainbuche	111	3,0 %	2,2 %	4,0 %	3,6 %
Esche	88	2,4 %	0,9 %	1,0 %	1,1%
Ahorn	79	2,2 %	0,6 %	1,7 %	3,5 %
Birke	69	1,9 %	1,2 %	2,1 %	3,5 %
Erle	46	1,3 %	0,3 %	0,9 %	1,3 %
Kirsche	40	1,1 %	0,3 %	0,6 %	1,5 %
Edelkastanie	38	1,0 %	0,5 %	0,3 %	0,6 %
Tanne	34	0,9 %	0,6 %	0,9 %	0,7 %
Kulturpappel	27	0,7 %	0,5 %	0,2 %	0,3 %
Eberesche	14	0,4 %		0,2 %	0,7 %
Roteiche	14	0,4 %	0,3 %	0,5 %	0,6 %
Linde	15	0,4 %	0,4 %	0,2 %	0,4 %
Aspe	9	0,2 %	0,3 %	0,1 %	0,9 %
Salweide	5	0,1 %		0,1%	0,8%
Strobe	4	0,1 %	0,2%	0,1%	0,1%
Elsbeere	3	0,1 %		0,0%	0,0%
Schwarznuss	3	0,1 %			
Robinie	2	0,1 %	0,1%	0,2%	0,3%
Walnuss	1	0,0 %			
Faulbaum	1	0,0 %			
Mehlbeere	1	0,0 %		0,0%	0,1%
Ulme	1	0,0 %	0,1%	0,0%	0,0%
<b>Insgesamt</b>	<b>3648</b>	<b>100,0 %</b>	<b>99,7%</b>	<b>96,4 %</b>	<b>96,4 %</b>

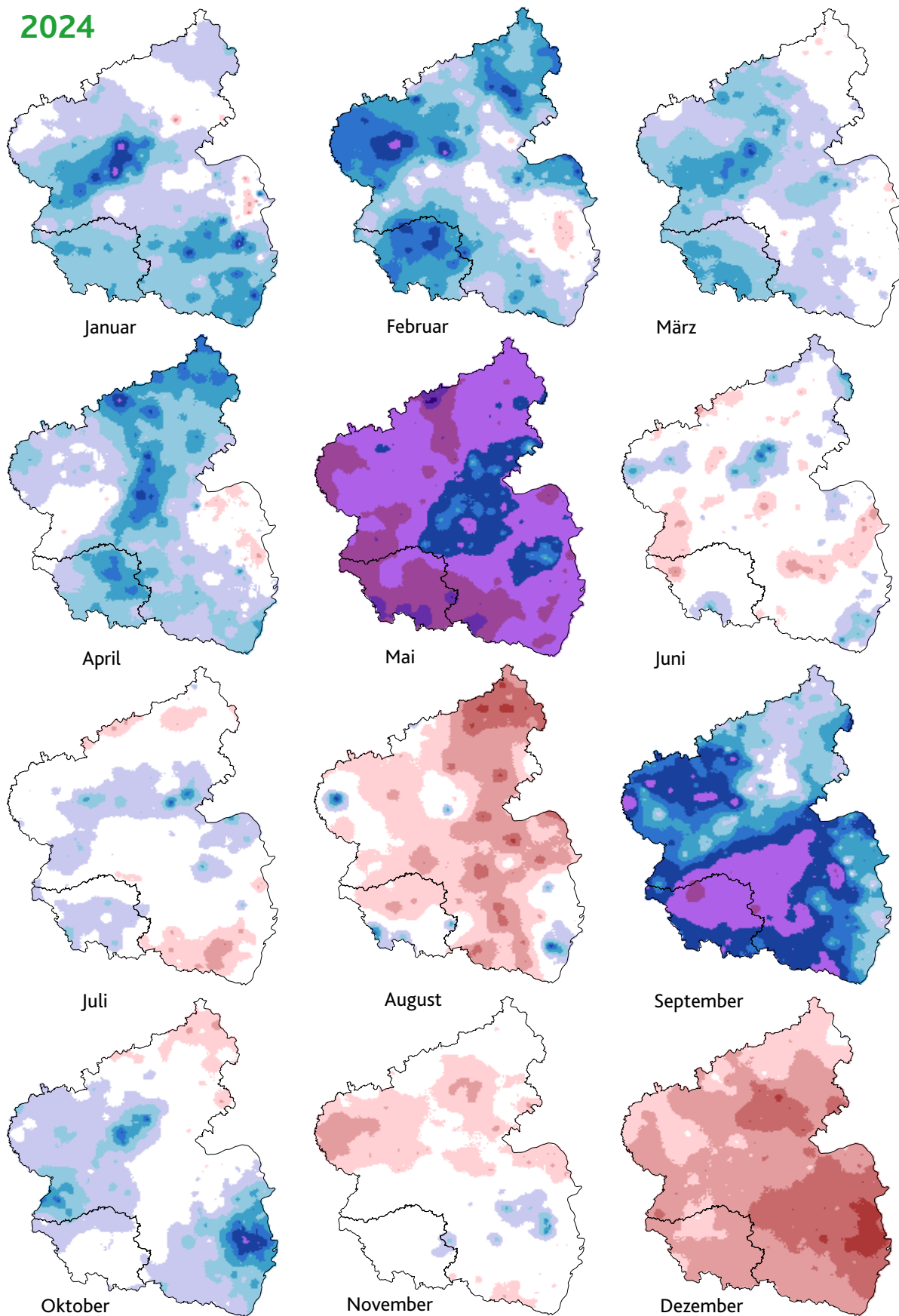
Den Fehlbetrag zu 100 Prozent bilden mit leeren Feldern belas-sene Baumarten bzw. Baumarten, die nicht im Kollektiv der WZE vertreten, aber von der Forsteinrichtung oder der Bundeswaldin-ventur erfasst sind.

2023



Regionale Abweichung vom Monatsniederschlag in Prozent (Januar bis Dezember)

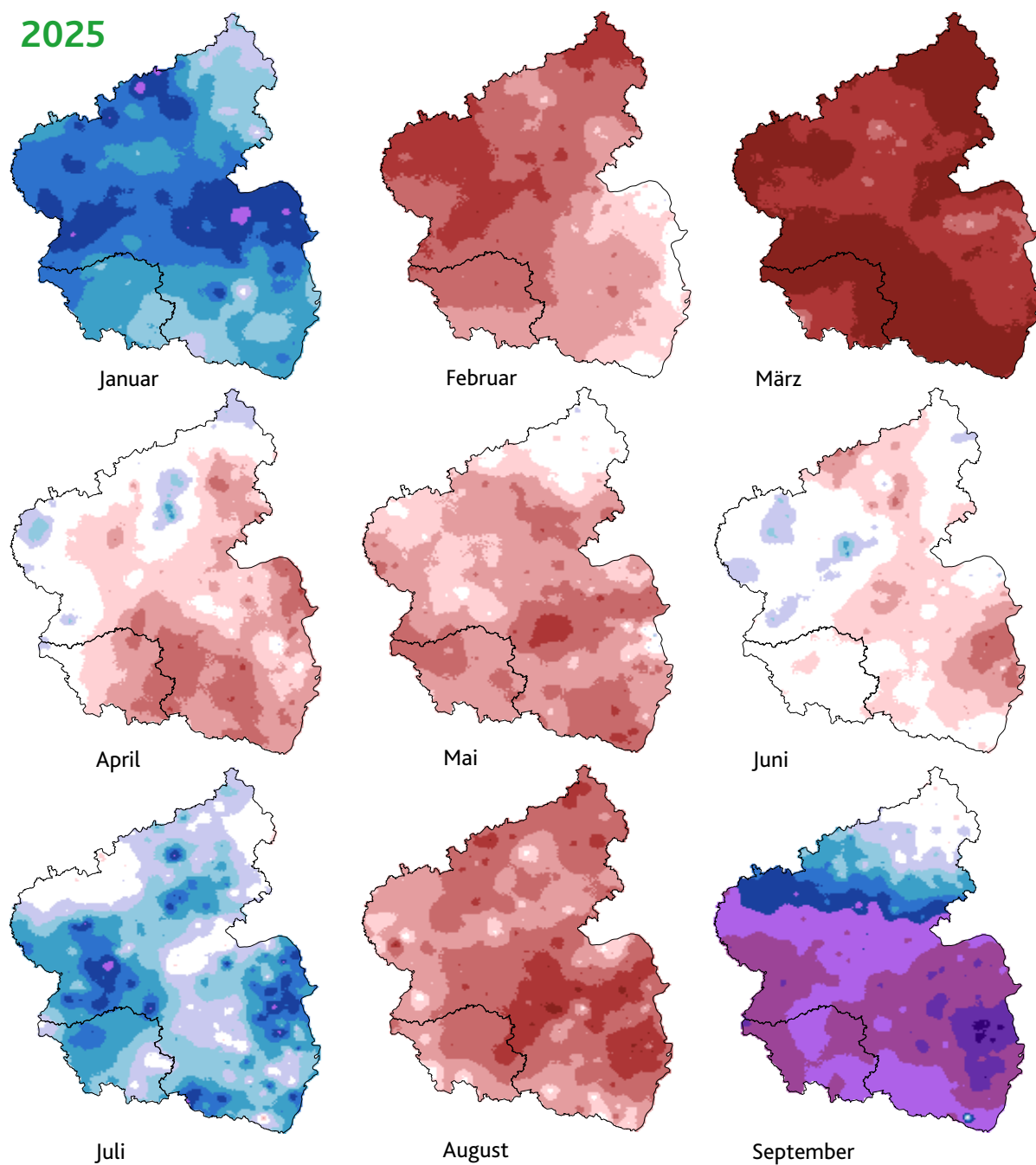
2024



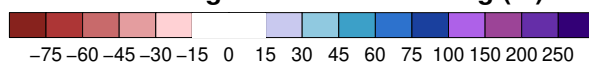


Regionale Abweichung vom Monatsniederschlag in Prozent (Januar bis September)

2025



Abweichung Monatsniederschlag (%)



Datenquelle: Deutscher Wetterdienst

Darstellung: Rheinland-Pfalz Kompetenzzentrum für Klimawandelfolgen ([www.kwis-rlp.de](http://www.kwis-rlp.de))

Maßnahme	Jahr	Ziel
<b>Internationale Abkommen und Richtlinien</b>		
Montreal-Protokoll	1987	Schutz der stratosphärischen Ozonschicht
<b>Europäische Abkommen zur Luftreinhaltung im Rahmen der UN-ECE-Verhandlungen:</b>		
Helsinki-Protokoll	1985	1. und 2. Schwefel-Protokoll zur Rückführung der
Sofia-Protokoll	1988	Stickstoffoxidemissionen
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 <sub>2</sub> , NO <sub>x</sub> , NH <sub>3</sub> 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 <sub>10</sub> , PM <sub>2,5</sub> ) 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 <sub>2</sub> , NO <sub>x</sub> , NMVOC, CO, NH <sub>3</sub> , PM <sub>10</sub> , PM <sub>2,5</sub>

Maßnahme	Jahr	Ziel
<b>Nationale Regelungen</b>		
Bundes-Immissionsschutzgesetz (BImSchG)	2013	Schutz vor schädlichen Umwelteinwirkungen
1. Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes (BImSchV)	2010	Neufassung der Verordnung über kleine und mittlere Feuerungsanlagen
2. BImSchV	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. BImSchV	2013	Verordnung über die Beschaffenheit und Auszeichnung der Qualitäten von Kraftstoffen
13. BImSchV	2013	Neufassung der Verordnung über Großfeuerungs- und Gasturbinenanlagen
17. BImSchV	2013	Verordnung über die Verbrennung und die Mitverbrennung von Abfällen
20. BImSchV	2013	Neufassung der Verordnung zur Begrenzung der Emissionen flüchtiger organischer Verbindungen beim Umfüllen und Lagern von Ottokraftstoffen
21. BImSchV	2013	Neufassung der Verordnung zur Begrenzung der Kohlenwasserstoffemissionen bei der Betankung von Kraftfahrzeugen
28. BImSchV	2013	Verordnung über Emissionsgrenzwerte bei Verbrennungsmotoren
31. BImSchV	2013	Neufassung der Verordnung zur Begrenzung der Emissionen flüchtiger organischer Verbindungen bei der Verwendung organischer Lösemittel in bestimmten Anlagen
35. BImSchV	2007	Verordnung zur Kennzeichnung der Kraftfahrzeuge mit geringem Beitrag zur Schadstoffbelastung
36. BImSchV	2012	Verordnung zur Durchführung der Regelungen der Biokraftstoffquote
39. BImSchV	2010	Verordnung über Luftqualitätsstandards und Emissionshöchstmengen
43. BImSchV	2018	Verordnung zur Emissionsreduktion und Emissionshöchstmengen
44. BImSchV	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 <sub>2</sub> -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 <sub>2</sub> ) 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





---

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](http://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](http://www.mkuem.rlp.de)  
[www.wald.rlp.de](http://www.wald.rlp.de)