



#waldNRW

Waldzustandsbericht 2023

Bericht über den ökologischen Zustand
des Waldes in Nordrhein-Westfalen | Langfassung

www.mlv.nrw.de/wald

Die Waldzustandserhebung für Nordrhein-Westfalen ist Teil des forstlichen Umweltmonitorings NRW und trägt zur Umsetzung der Klimaanpassungsstrategie Wald NRW bei.

Wichtige Instrumente zur Umsetzung der Klimaanpassungsstrategie Wald sind das Waldbaukonzept NRW, das Wiederbewaldungskonzept NRW, das Internetportal Waldinfo.NRW mit seinen vielfältigen digitalen Karten sowie die waldbezogenen Inhalte der NRW-Fachinformationssysteme zum Klimawandel.

Weitere Informationen finden Sie online:





Vorwort

Sehr geehrte Damen und Herren,

unsere Wälder in Nordrhein-Westfalen erfüllen vielfältige, essenzielle Aufgaben. Sie sind Lebensraum für zahlreiche Tier- und Pflanzenarten, tragen maßgeblich zum Schutz von Böden und Wasser sowie zur Luftreinhaltung bei und sind damit echte Klimaschützer. Außerdem dienen sie als Erholungsraum und sind nicht zuletzt eine wichtige Einkommensquelle für die Waldbesitzerinnen und Waldbesitzer, denn sie liefern den wertvollen und nachwachsenden Rohstoff Holz.

Allerdings zeigen uns die Dürreperioden der letzten Jahre deutlich, dass unsere Wälder stark vom Klimawandel betroffen sind mit der Folge großer Waldschäden. Die Wiederbewaldung und der Schutz der Wälder werden damit zu einer der größten Aufgaben unserer Zeit.

In diesem Jahr haben nur noch ein Viertel der Waldbäume eine intakte Baumkrone, während 36 Prozent der Bäume eine geringe und 39 Prozent sogar eine starke Verlichtung, also den Verlust von Blättern oder Nadeln, aufzeigen. Leider setzt sich dieser Trend zu schlechteren Vitalitätswerten seit dem Beginn der Waldzustandserhebung im Jahr 1984 weiter fort.

Erfreulich ist jedoch, dass zumindest die Massenvermehrung der Fichtenborkenkäfer weiter abnimmt. Für die große Schadfläche von etwa 142.500 Hektar besteht die vordringliche Notwendigkeit der Wiederbewaldung mit klimangepassten Mischwäldern. Damit dies gelingt, müssen alle Akteure zusammenarbeiten und diese große und langfristige Aufgabe gemeinsam angehen. Hierbei kommt den Waldbesitzerinnen und Waldbesitzern eine Schlüsselrolle zu.

Das Land Nordrhein-Westfalen bietet bei der Anpassung der Wälder an den Klimawandel umfassende Unterstützung an:

- Das Waldbaukonzept und Waldinfo.NRW leisten fachliche Empfehlungen.
- Regionalforstämter beraten landesweit vor Ort.
- Im Rahmen der Förderrichtlinien bestehen weitreichende finanzielle Fördermöglichkeiten.

Angesichts der besorgniserregenden Entwicklung müssen alle Anstrengungen unternommen werden, die Waldökosysteme zu stärken und Schadfaktoren zu minimieren. Hierzu gehört die Anpassung der Wälder selbst, aber auch die Verringerung von Wildschäden, die Reduktion von Stoffeinträgen, die Kompensation von Bodenversauerung und der verstärkte Klimaschutz.

Ich werde mich auch in Zukunft für eine effektive Wiederbewaldung einsetzen und bin fest davon überzeugt, dass es uns gemeinsam gelingen wird, unsere Wälder zukunftsfest zu machen, damit sie auch zukünftig ihre wichtigen Funktionen in der Natur und für die Gesellschaft erbringen können.

Mit freundlichen Grüßen

Ihre

Silke Gorißen

Ministerin für Landwirtschaft und Verbraucherschutz
des Landes Nordrhein-Westfalen



Inhalt

6

Ökologischer Zustand des Waldes – Überblick

10

Vitalität der Baumkronen

30

Witterungs- und Bodenwasserverhältnisse

44

Phänologische Beobachtungen an Waldbäumen

48

Schäden durch Fichtenborkenkäfer,
Eichenfraßgesellschaft und Buchentroeknis

60

Wirkungsfaktoren für Vitalität und
forstliches Umweltmonitoring

64

Weiterführende Informationen

66

Impressum

Ökologischer Zustand des Waldes – Überblick

Kronenzustand



- Nur 25 Prozent der Bäume zeigen keine Kronenverlichtung, 36 Prozent eine geringe und 39 Prozent eine deutliche. Der mittlere Nadel-/Blattverlust stagniert auf dem hohen Niveau des Vorjahres.
- Der Trend zu immer schlechteren Vitalitätswerten seit Beginn der Erhebung 1984, insbesondere seit den seit 2018 aufgetretenen Dürreperioden, setzt sich fort.
- Der Zustand der Eiche verschlechtert sich deutlich; die Buche stagniert auf hohem Schadensniveau; der Zustand der Fichte bessert sich das zweite Jahr in Folge, was aber methodisch bedingt ist (Aufnahme jüngerer Bäume als Ersatz für abgestorbene Altbäume); die Kiefer verschlechtert sich leicht.



Witterung

- Überdurchschnittlich warmes und niederschlagsreiches Jahr bis Ende August
- Feuchte Vegetationsperiode mit einem Niederschlagsplus von insgesamt 18 Prozent im Vergleich zur Referenzperiode, unterbrochen von Trocken-/Hitzeperiode im Monat Juni.
- Trockener, sonnigster und zweitwärmster (+ 3,8 °C über Referenzperiode) Juni.



Bodenwasser

- Vegetationsperiode startete mit gefüllten Bodenwasserspeichern (bis 1,5 Meter Tiefe).
- Weitgehend gute Bodenwasserversorgung in den durchwurzelten Schichten bis 1,5 Meter Tiefe in der Vegetationszeit.
- Nach extremen Dürrejahren kaum Wasserstress der Waldbäume in 2023.



Phänologie

- Die Eiche wies in 2022 die längste Vegetationszeit seit 2001 auf.
- Die Vegetationszeit von Buche und Eiche hat sich tendenziell in den letzten 20 Jahren verlängert.
- Der Austrieb 2023 erfolgt je nach Baumart etwa 4 bis 7 Tage später als im langjährigen Mittel.
- Mittel ausgeprägte Fruchtbildung bei Buche und Kiefer



Stoffeinträge

- Deutlicher Rückgang von Säure-, Stickstoff- und Schwermetalleinträgen in die Wälder bei jedoch weiterhin hoher Belastung für Waldböden und Bäume (Spätfolgen der chronisch hohen Stoffeinträge)

Schäden durch Fichtenborkenkäfer, Eichenfraßgesellschaft und Buchentrocnis



- Die Borkenkäferkalamität an der Fichte schwächt sich ab. Je nach Höhenlage wurden zwei bis drei Generationen angelegt. Der Schwerpunkt ist mittlerweile in den Hochlagen von Sauer- und Siegerland. Die Eifel ist weniger betroffen, im Tiefland sind die Fichtenbestände weitgehend verschwunden.
- Die Nadelholz-Schadholzmenge liegt bei rund 1,9 Mio. Festmeter, seit 2018 sind insgesamt 47 Mio. Festmeter angefallen (circa 60 Prozent des Fichtenvorrats).
- Die seit 2018 entstandene Nadelholz-Kalamitätsfläche liegt bei etwa 142.500 Hektar.
- Bis September vernichteten 20 Brände rund 8 Hektar Wald.



Wiederbewaldung

- Nach vorläufigen Abschätzungen wird von einer bisher erfolgten Wiederbewaldung (durch Pflanzung und Naturverjüngung) auf über einem Viertel der Kalamitätsfläche ausgegangen

Vitalität der Baumkronen

Im Jahr 2023 weisen nur 25 Prozent der untersuchten Bäume keine Kronenverlichtung auf. Dies stellt eine Verschlechterung gegenüber dem Vorjahr dar (28 Prozent). 36 Prozent zeigen eine geringe und 39 Prozent sogar eine deutliche Verlichtung. Somit setzt sich die Verschlechterung der Vitalitätswerte insbesondere seit dem Jahr 2018, aber auch die langfristig negative Entwicklung seit Beginn der Waldzustandserhebung im Jahr 1984 fort.

Der durchschnittliche Nadel-/Blattverlust liegt bei 26,0 Prozent. Deutlich erkennbar ist auch hier die seit 1985 ungebrochene Tendenz zu immer höheren Verlustprozenten.

Buche und Kiefer hatten 2023 eine mittlere Fruktifikation, Eiche und Fichte bildeten nur in geringem Maße Früchte aus.

Die in diesem Jahr gute Bodenwasserversorgung der durchwurzeltten Schichten während der Vegetationsperiode führte nicht zu einer Verbesserung der Vitalitätswerte der Bäume. Hauptursachen für die schlechten Vitalitätswerte sind die Auswirkungen der Dürre- und Hitzeperioden des Vorjahres, erhöhter Wasserstress durch eine verlängerte Vegetationszeit aufgrund gesteigerter Temperatur, Schäden durch Insekten (in erster Linie bei der Fichte) und die langfristige Belastung der Waldböden durch Stoffeinträge.

Die Eiche konnte sich 2023, verglichen mit den Werten der Jahre 2018–2022, trotz gefüllter Bodenwasserspeicher und Ausbleiben von Wasserstress nicht erholen. Nur 7 Prozent der Eichen zeigen keine Kronenverlichtung. Das ist der geringste Anteil an nicht geschädigten Kronen seit Beginn der Waldzustandserhebung. Ihr durchschnittlicher Blattverlust stagniert auf dem hohen Niveau der Jahre seit 2018. Negativ ausgewirkt hat sich bei ihr die verstärkte Schädigung durch blattfressende Insekten.

Der Zustand der Buche stagniert trotz der 2023 deutlich verbesserten Wasserversorgung auf den hohen Verlichtungswerten der Jahre 2018–2022. Sie fruktifiziert das zweite Jahr in Folge in mittlerer Stärke.

Der Kronenzustand der Fichte bessert sich rein nominell das zweite Jahr in Folge. Bedingt ist diese scheinbare Erholung dadurch, dass durch die weiterhin fortbestehende Borkenkäferkalamität Altbäume absterben und bei den Erhebungen diese Bäume häufig durch jüngere Nachbarbäume ersetzt werden müssen. In den tieferen Lagen ist die Fichte infolge der seit 2018 anhaltenden Massenvermehrung der Borkenkäfer inzwischen fast vollständig verschwunden.

In der langfristigen Betrachtung zeigt die Kiefer von unseren Hauptbaumarten die langsamste Schadentwicklung und die geringsten Nadel-/Blattverluste. Seit 2018 stagnieren ihre Verlichtungswerte auf den höchsten Werten seit 1984. 2023 übertrifft ihre Kronenverlichtung sogar die bisherigen Höchstwerte aus dem Jahr 2019 geringfügig.

Witterung und Bodenwasser

Das Jahr 2023 zeichnete sich bis August durch ausgesprochen warme und gleichzeitig feuchte Witterungsbedingungen aus. In der Vegetationsperiode lag die mittlere Temperatur 1,5 °C über der Temperatur der Referenzperiode (1961–1990). Zugleich wurde ein Niederschlagsplus von 18 Prozent gemessen. Die im Mittel niederschlagsreiche Vegetationsperiode wurde im Juni von einer Trockenphase unterbrochen. Der Juni stellte überdies den sonnigsten und zweitwärmsten (+3,8 °C über Referenzperiode) Juni seit Aufzeichnungsbeginn durch den Deutschen Wetterdienst dar. Die stärkste Temperaturabweichung und Trockenheit wurde in der Eifel und zum Teil am Niederrhein beobachtet.

Die exemplarische Betrachtung des Bodenwasserhaushaltes von Flächen aus dem intensiven forstlichen Umweltmonitoring zeigt, dass die Vegetationsperiode 2023 mit gefüllten Bodenwasserspeichern startete

und von einer weitgehend guten Bodenwasserversorgung in den durchwurzelterten Schichten bis 1,5 m Bodentiefe geprägt war. Infolge der Trockenphase im Juni bestand in einigen Beständen zeitweise Wasserstress für die Bäume. Die erheblichen Niederschlagsüberschüsse im Juli (plus 40 Prozent) und August (plus 82 Prozent) entschärften die Situation jedoch. Somit bestand nach den extremen Dürrejahren kaum Wasserstress der Waldbäume in 2023.

Trotz der nahezu optimalen Bedingungen für die Waldbäume in 2023 wirken die außergewöhnliche Dürre und Hitze der Vorjahre weiter negativ auf den Vitalitätszustand der Bäume. Da die Wasserdefizite der Vorjahre noch nicht ausgeglichen werden konnten, ergeben sich außerdem weiterhin Folgen für den Wasserhaushalt in tieferen Bodenschichten und die Grundwasserneubildung.

Phänologie

Im Jahr 2023 wiesen die Waldbäume auf den Flächen des intensiven forstlichen Umweltmonitorings nur eine geringe Blüte auf und trieben je nach Baumart 4 bis 7 Tage später aus als im langjährigen Mittel. Der mittlere Austriebstermin von Buche und Eiche hat sich jedoch seit 2001 tendenziell nach vorne verlagert. Diese Entwicklung kann zu vermehrten Schäden zum Beispiel durch Spätfrost oder Eichenfraß führen. Überdies hat die Länge der Vegetationsperiode von Buche und Eiche in den letzten

20 Jahren tendenziell zugenommen. Die Eiche wies in 2022 sogar die längste Vegetationszeit seit 2001 auf. Eine längere Vegetationszeit kann sich grundsätzlich positiv auf die Baumvitalität, das Baumwachstum und die Bildung von Reservestoffen auswirken. Eine längere Vegetationszeit kann jedoch auch dazu führen, dass der Wasserbedarf der Bäume steigt, was wiederum in warmen und trockenen Jahren wie 2022 einen erhöhten Trockenstress der Bäume zur Folge haben kann.

Schäden durch Fichtenborkenkäfer, Eichenfraßgesellschaft und Buchentrocknis

Die Fichtenborkenkäferarten Buchdrucker und Kupferstecher sind in diesem Jahr relativ spät aus ihren Überwinterungsorten ausgeflogen. Erst Ende April sind in den niedrigeren Lagen Flugaktivitäten beobachtet worden. Der Hauptflug begann im Mai und zog sich in den Höhenlagen bis Ende Juni hin. In diesem warm-trockenen Monat Juni ist auch in den Fichtenwäldern Nordrhein-Westfalens der meiste Stehendbefall aufgetreten. Vergleicht man die Höhenlagen, so ist der Käferflug in der Eifel im Unterschied zum Sauer- und Siegerland deutlich geringer ausgefallen. Dieses Jahr bildeten die Buchdrucker in Abhängigkeit der Höhenlage zwei bis höchstens drei

Generationen. In den Niederungen sind bei den früh aus den Überwinterungsquartieren fliegenden Käfern drei vollständige Generationen und in den höheren Lagen nur bis zu zwei Käfergenerationen ausgebildet worden.

Im Jahr 2023 liegt die Kalamitätsmenge (Käfer- und Sturmholz) in der Baumart Fichte bei rund 1,9 Mio. Festmetern (Stand: September 2023). Somit verringert sich die Jahresgesamtmenge gegenüber dem Vorjahr wiederum deutlich. Dies ist vor allem auf den bereits erfolgten Verlust vieler befallsfähiger Fichtenbestände und des dort stockenden Vorrats in den Vorjahren, die seit dem

letzten Jahr tendenziell gestiegene Vitalität der Fichten sowie auf die schnellere Aufarbeitung des forstschutzrelevanten Käferholzes dank ausreichender Aufarbeitungskapazitäten zurückzuführen. Zudem sind Sturmereignisse mit nennenswerten Schadholzmengen ausgeblieben.

Werden die durch Sturm und Borkenkäfer verursachten Kalamitätsmengen für die Baumart Fichte von Anfang 2018 bis September 2023 zusammengefasst, ergibt sich eine Schadholzgesamtmenge von rund 47 Mio. Festmetern. Mittlerweile summieren sich die Vorratsverluste in der Baumart Fichte auf ca. 60 Prozent des Fichtenvorrats in Nordrhein-Westfalen.

Insgesamt zeigt sich, dass der Schwerpunkt der Kalamität wie in den letzten zwei Jahren auch im Sauer- und Siegerland liegt. In der Eifel traten im Sommer kleinere neue Käfernester auf. Diese waren im Gegensatz zu bestimmten Regionen des Sauerlandes allerdings von der Schadholzmenge übersichtlich und konnten zeitnah aufgearbeitet werden. In den tieferen Regionen Nordrhein-Westfalens wie beispielsweise Niederrhein, Münsterland, dem Ruhrgebiet, Rhein-Sieg-Kreis sowie in Ostwestfalen sind seit 2018 viele Fichten abgestorben und oft nur noch vereinzelte Fichtenaltbestände vorhanden. Der frische Käferbefall nahm im Laufe des Sommers sehr deutlich ab und die Befallsmengen verringerten sich gegenüber dem letzten Jahr.

Die durch Satellitendaten ermittelte Nadelholzkalamitätsfläche ist insgesamt in diesem Jahr auf circa 142.500 Hektar angestiegen (Stand: September 2023).

Auf der Grundlage forstfachlicher Abschätzungen wird davon ausgegangen, dass etwa über ein Viertel der Schadflächen durch Naturverjüngung und Pflanzungen wiederbewaldet sind.

Auch 2023 traten in Rotbuchenwäldern Absterbeerscheinungen auf, die auf die Hitze- und Trockenjahre seit 2018 zurückzuführen sind. Typisch für diese Buchentrocknis ist ein in der Krone beginnendes Absterben der Bäume. Neben vornehmlich älteren Altersklassen sind mittlerweile auch jüngere Rotbuchen betroffen.

In diesem Jahr traten verstärkt Fraßschäden an Eichen auf, insbesondere in der Westfälischen Bucht. Verursacher waren die Raupen des Grünen Eichenwicklers, eine Schmetterlingsart, die durch ihren Laubfraß Bäume mancherorts vollständig kahlgefressen hat. Zumeist konnte der Blattverlust von den Eichen durch den weiteren Blattaustrieb schnell kompensiert werden.

Angesichts der Witterung im Frühling und Sommer sind die meisten Waldbrände dieses Jahr im Mai und Juni aufgetreten. Bis September vernichteten 20 Brände rund 8 Hektar Wald.

Wirkungsfaktoren für Vitalität und forstliches Umweltmonitoring

Das forstliche Umweltmonitoring ist aus der Debatte über die „neuartigen Waldschäden“ hervorgegangen und untersucht seit 40 Jahren den ökologischen Zustand und die Entwicklung der Wälder. Mittlerweile stehen die Auswirkungen des Klimawandels und die Spätfolgen der Schadstoffeinträge im Fokus des Monitorings. Die Langzeituntersuchungen des Forstlichen Umweltmonitorings (ForUm) stellen eine bedeutende Informationsquelle und ein wichtiges Feedback-Instrument für Politik- und Forstwirtschaftsmaßnahmen dar. Das forstliche Umweltmonitoring basiert auf zwei sich ergänzenden Säulen, der landesweit repräsentativen Erhebung auf einem systematischen Stichprobennetz (Level I) und dem intensiven Monitoring auf ausgewählten Dauerbeobachtungsflächen (Level II).

Das „Waldsterben“ der 1980er Jahre wurde primär auf die menschengemachten Stoffeinträge („Saurer Regen“) zurückgeführt. Seit den 1980er Jahren werden der Stoffeintrag in die Wälder in Nordrhein-Westfalen sowie die Auswirkungen auf die Waldböden und Waldbäume im Rahmen des forstlichen Umweltmonitorings erfasst. Einträge von Stickstoff, Säuren und Schwermetallen sind in den letzten 40 Jahren zum Teil deutlich zurückgegangen. Die Waldböden weisen jedoch ein langes Gedächtnis auf; so spielen die Bodenversauerung und Eutrophierung immer noch eine wichtige Rolle. Die Spätfolgen der chronisch hohen Stoffeinträge stellen vielerorts eine zusätzliche Belastung für die Waldökosysteme in Zeiten des Klimawandels dar. Die dritte Bodenzustandserhebung im Wald (Datenerhebung 2022–2024) wird neue Daten und Erkenntnisse zur aktuellen Entwicklung unserer Waldböden und der Ernährungssituation unserer Waldbäume liefern.



Vitalität der Baumkronen

Die Waldzustandserhebung ist seit 1984 das Instrument zur Bewertung des Gesundheitszustandes unserer Wälder. Sie bewertet die Gesundheit von Bäumen anhand des Belaubungszustandes ihrer Kronen. Neben der Kronenverlichtung gehen dabei auch andere Faktoren, wie die Vergilbung der Blätter, die Fruktifikation sowie biotische und abiotische Faktoren in die Bewertung der Vitalität der Kronen ein. Die durch die jährliche Wiederholung der Waldzustandserhebung entstehenden Zeitreihen ermöglichen sowohl Aussagen zum aktuellen Zustand des Waldes als auch das Erkennen langjähriger Trends. Die Zusammenführung mit Witterungs- und Klimadaten erlaubt eine Analyse von Reaktionen und Wechselwirkungen.

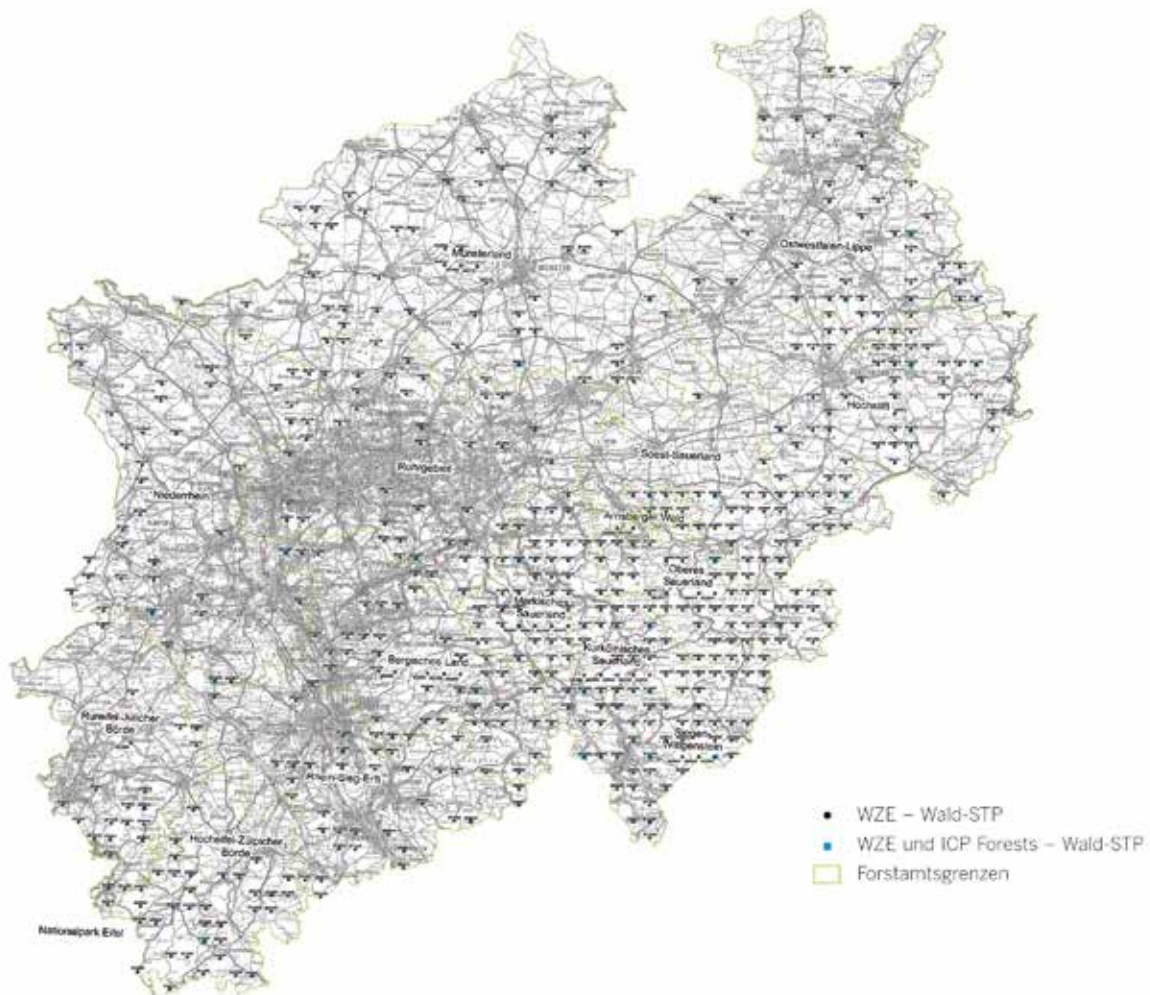
Im Zusammenspiel mit der Bodenzustandserhebung und der immissionsökologischen Waldzustandserhebung bildet die Waldzustandserhebung das Level-I-Programm des forstlichen Umweltmonitorings.

Die Daten der Waldzustandserhebung Nordrhein-Westfalen gehen mit den Ergebnissen der anderen Bundesländer in den Bundeswaldbericht ein. Die bundesweiten Ergebnisse wiederum finden Eingang in europäische und internationale Erhebungen zum Waldzustand.

In Nordrhein-Westfalen wurden im Rahmen der Waldzustandserhebung auf einem Raster von 4x4 km 563 Stichprobenpunkte mit circa 10.000 Einzelbäumen angelegt (Abbildung 1). Die Bäume sind dauerhaft markiert und werden jährlich zwischen Mitte Juli und Ende August von speziell geschulten Forstleuten begutachtet. Die Erhebung ist eine Momentaufnahme, Auswirkungen aktueller Verhältnisse manifestieren sich teilweise erst im Folgejahr. Genauso beeinflussen aber auch Bedingungen des Vorjahres das Erscheinungsbild der Bäume zum Zeitpunkt der Aufnahme.

➤ **Abbildung 1**

Das WZE-Stichprobennetz in Nordrhein-Westfalen



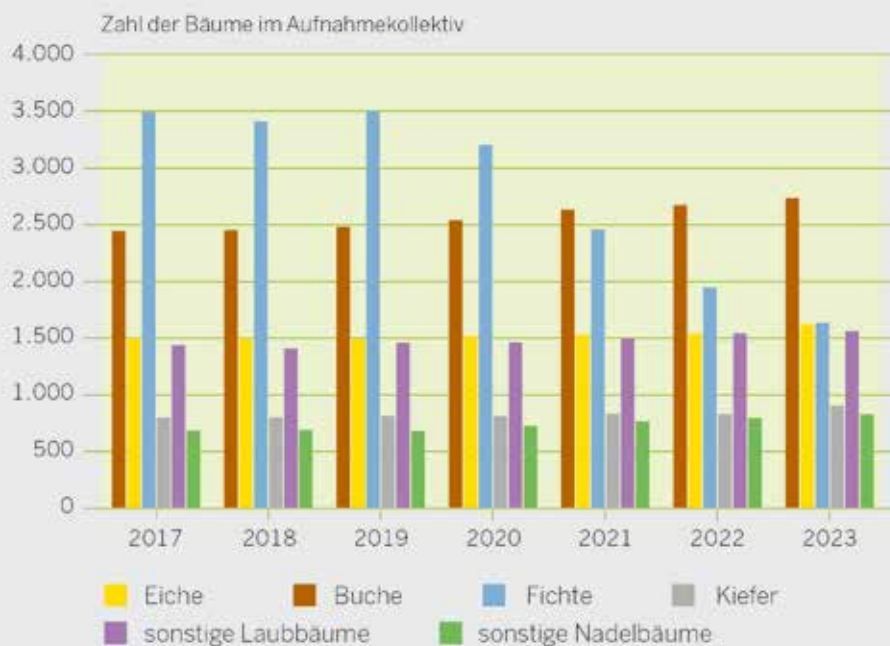
Baumartenverteilung

Seit dem Jahr 2019 ist es innerhalb des Aufnahmekollektivs zu einer signifikanten Verschiebung der Baumartenverteilung gekommen.

Durch die anhaltende Borkenkäferkalamität sind zahlreiche Blößen entstanden, die Anzahl der aufgenommenen Fichten hat sich um 53 Prozent vermindert, der Anteil der Buche hingegen wächst. 2021 hat die Buche die Fichte als häufigste Baumart abgelöst. Im laufenden Jahr liegen erstmals die Mengenanteile von Eiche und Fichte auf gleichem Niveau (Abbildung 2).

➔ **Abbildung 2:**

Baumartenverteilung | 2017 bis 2023



Die Baumartenverteilung ist im Wandel, jüngere Buchen unter abgestorbenen Fichten.

Hauptergebnisse

Im Jahr 2023 weisen nur 25 Prozent der untersuchten Bäume keine Kronenverlichtung auf. Dies stellt eine Verschlechterung gegenüber dem Vorjahr dar (28 Prozent). 36 Prozent zeigen eine geringe und 39 Prozent sogar eine deutliche Verlichtung (Abbildung 4, Seite 14). Somit setzt sich die Verschlechterung der Vitalitätswerte insbesondere seit dem Jahr 2018, aber auch die langfristig negative Entwicklung seit Beginn der Waldzustandserhebung im Jahr 1984 fort.

Die in diesem Jahr gute Bodenwasserversorgung der durchwurzelten Schichten während der Vegetationsperiode führte nicht zu einer Verbesserung der Vitalitätswerte der Bäume. Hauptursachen für die schlechten Vitalitätswerte sind die Auswirkungen der Dürre- und Hitzeperioden des Vorjahres, erhöhter Wasserstress durch eine verlängerte Vegetationszeit aufgrund gestiegener Temperatur, Schäden durch Insekten (in erster Linie bei der Fichte) und die langfristige Belastung der Waldböden durch Stoffeinträge.



Aufnahmeteam bei der Kronenansprache

Die Klassifizierung der Kronenverlichtung erfolgt gemäß der nachstehenden bundesweit einheitlichen Tabelle (Abbildung 3). Die Bäume werden nach dem Grad ihrer Verlichtung und unter Einbeziehung von Vergilbungsstufen kombinierten Schadstufen (0–4) zugeordnet. Die Schadstufen Zwei bis Vier werden zusammengefasst zur Kategorie „deutliche Kronenverlichtung“.

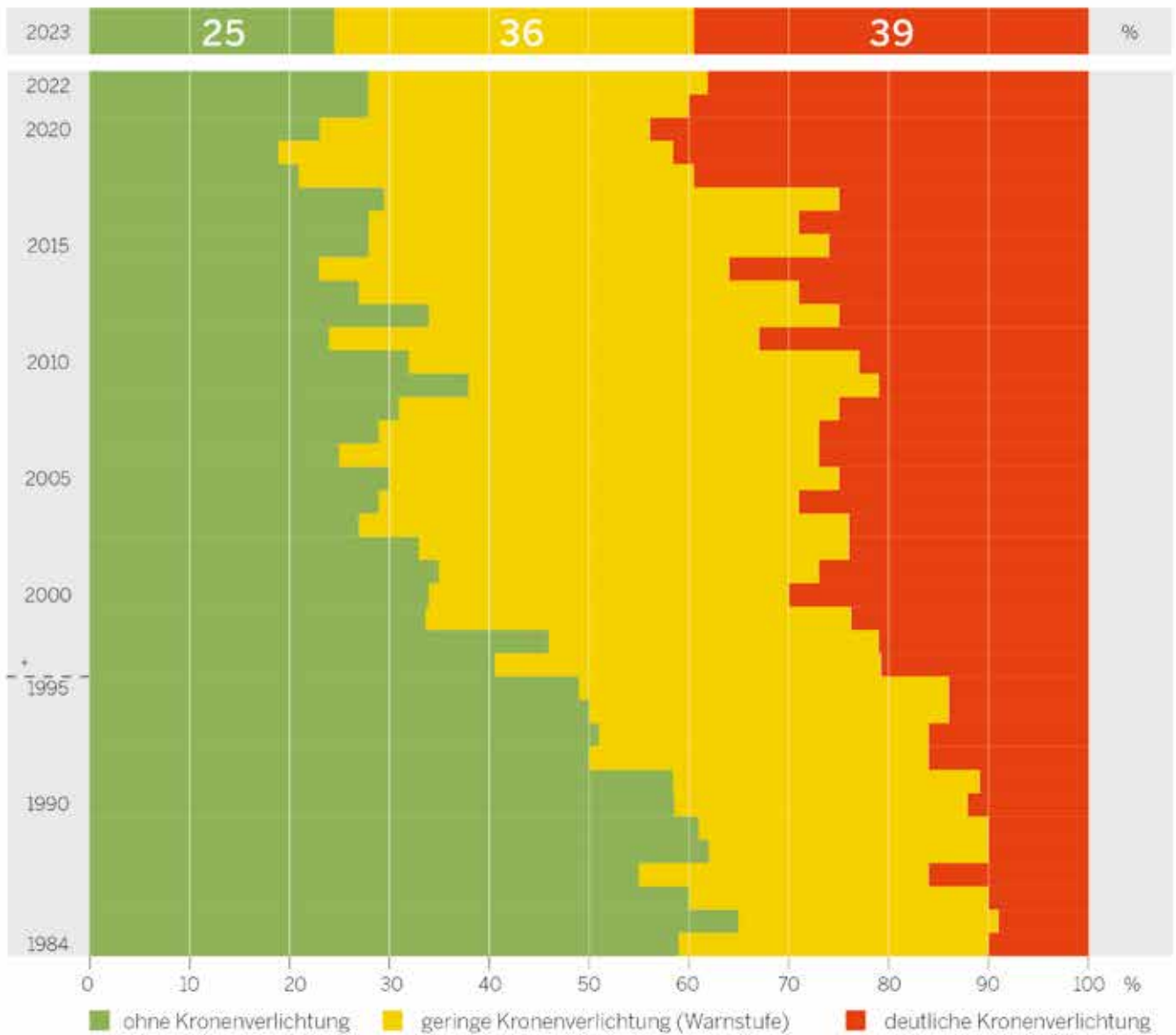
➤ **Abbildung 3**

Das System der Verlichtungsstufen

Schadstufe	Verlichtung	Bezeichnung	
0	0–10 %	ohne Kronenverlichtung	
1	11–25 %	geringe Kronenverlichtung (Warnstufe)	
2	26–60 %	mittelstarke Kronenverlichtung	deutliche Kronenverlichtung
3	61–99 %	starke Kronenverlichtung	
4	100 %	abgestorben	

Abbildung 4

Entwicklung des Kronenzustandes aller Baumarten | 1984 bis 2023

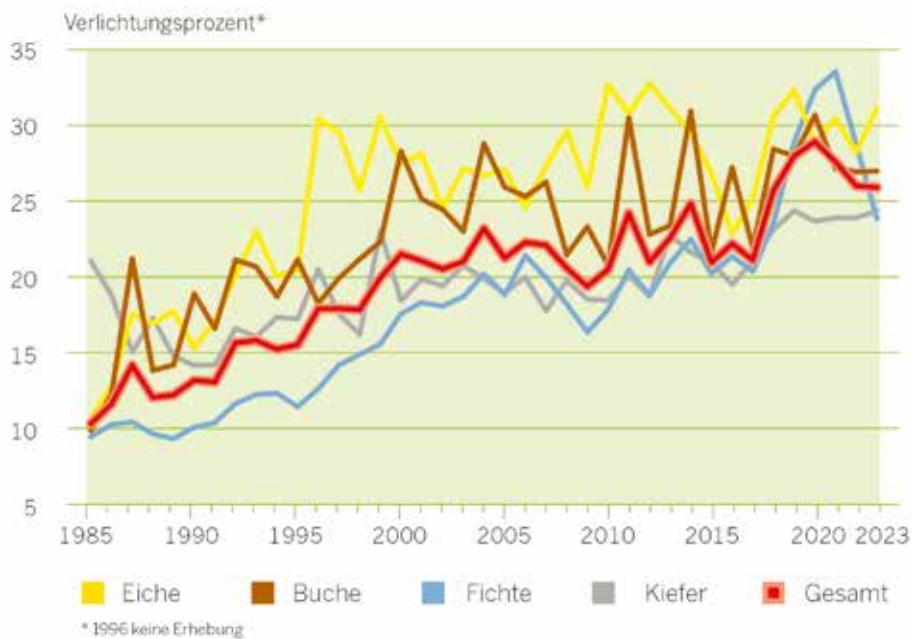


Der mittlere Nadel-/Blattverlust stagniert auf Vorjahresniveau (Abbildung 5). Bei der Darstellung der Kronverlichtung als Nadel-/Blattverlust erfolgt keine Einteilung der Bäume in Verlichtungsstufen. Deutlich erkennbar ist hier die langjährig ungebrochene Tendenz zu immer höheren Verlustprozenten (von 10 Prozent 1985 auf 26 Prozent 2023).

Die dargestellten Baumarten zeigen alle einen Trend zu immer höheren Schadprozenten. Dabei weisen die individuellen Kurvenverläufe Unterschiede auf (zum Beispiel der sprunghafte Anstieg der Nadelverluste der Fichte seit 2018 oder die nur langsam voranschreitenden Verlustprozent der Kiefer).

Abbildung 5

Mittlerer Nadel-/Blattverlust der Hauptbaumarten | 1985 bis 2023



Die Waldzustandserhebung beschreibt die Entwicklung der Vitalität von Waldbeständen. Eine gewisse Fluktuation innerhalb des Aufnahmekollektivs durch Absterben einzelner Bäume ist normal und hat keinen Einfluss auf die Ergebnisse der Erhebung.

Durch großräumige Schadereignisse (wie die seit 2018 anhaltende Borkenkäferkalamität an der Fichte) ändert sich das zur Verfügung stehende Aufnahmekollektiv jedoch rapide hinsichtlich der Anzahl und des Alters der in der Waldzustandserhebung erfassten Bäume.

Ein Indikator für das Ausmaß dieser Veränderung ist die jährliche Absterberate. Sie beschreibt, welcher Anteil der in der Waldzustandserhebung begutachteten Bäume seit dem vergangenen Jahr abgestorben ist.

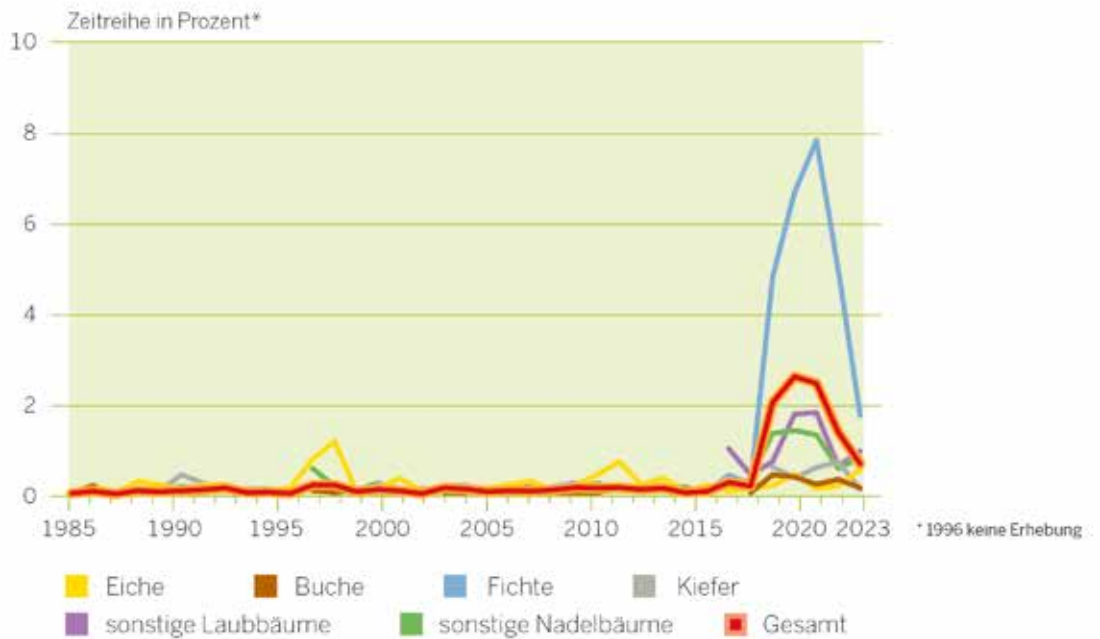
Jährliche Absterberate

Der langjährige Mittelwert der jährlichen Absterberate über alle Baumarten lag bis 2018 bei 0,1 Prozent. Dieser Wert stieg seit 2019 stark an und kulminierte 2020 bei 2,63 Prozent. Im Jahr 2023 liegt er bei 0,7 Prozent (Abbildung 6, Seite 16). Auffällig sind auch hier die Unterschiede zwischen den Baumarten: Während die Kurven

von Eiche, Buche und Kiefer auch nach 2018 bei deutlich unter 1 Prozent verharren, stieg die Kurve bei der Fichte bis 2021 steil an auf 7,9 Prozent und sank 2023 wieder ab auf 1,8 Prozent. Hier manifestieren sich die Auswirkungen der Borkenkäferkalamität.

Abbildung 6

Absterberaten aller Baumarten | 1985 bis 2023



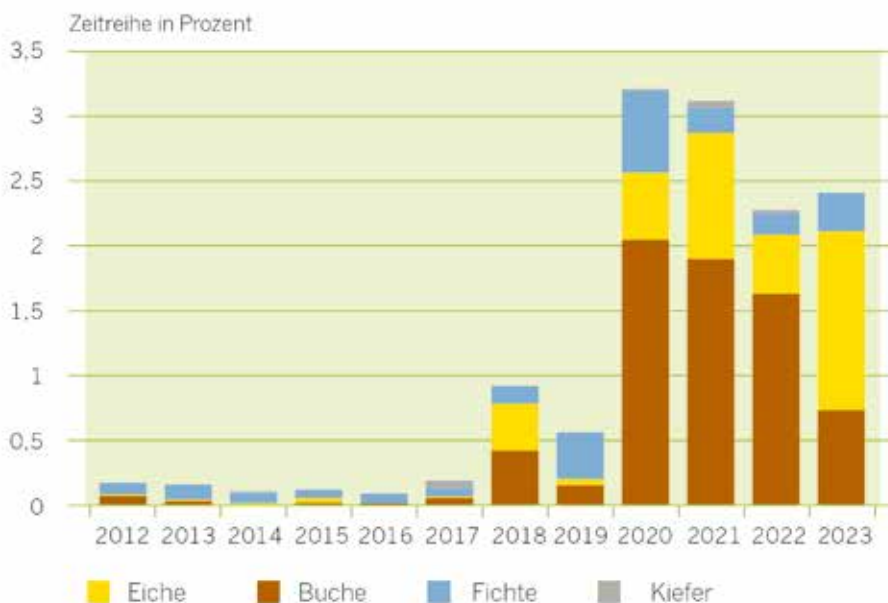
Vergilbung

Bei der Buche und der Eiche, aber auch bei der Fichte kommt es seit Beginn der Dürreperiode 2018 zu einem signifikant erhöhten Auftreten von vergilbten Blättern und Nadeln. Dieses Phänomen ist eine Reaktion der Bäume auf Trockenstress während der Vegetationszeit, die durch vorzeitiges Abstoßen der Blätter versuchen, ihren Wasserbedarf zu verringern. Abschließend beobachten

lässt sich die Vergilbung bedingt durch die auf Mitte Juli bis Ende August festgelegte Inventurzeit im Rahmen der Waldzustandserhebung allerdings nicht. Bedrohlich ist diese Entwicklung mit 2,3 Prozent der betroffenen Bäume noch nicht, zeigt aber immerhin eine Verzehnfachung des langjährigen Mittelwertes (Abbildung 7).

Abbildung 7

Vergilbung von Blättern und Nadeln | getrennt nach Baumarten | 2012 bis 2023



Der Kronenzustand der Hauptbaumarten

Seit dem Beginn der Waldzustandserhebung im Jahr 1984 lässt sich für alle Baumarten ein Trend zu immer höheren Verlichtungsgraden feststellen. Es gibt aber deutliche Unterschiede zwischen den Baumarten hinsichtlich der kurz- und mittelfristigen Entwicklung, der Stärke der Verlichtung sowie der Geschwindigkeit des Schadfortschrittes.

Eiche

Im Jahr 2023 weisen nur 7 Prozent der untersuchten Eichen keine Kronenverlichtung auf. 37 Prozent weisen eine geringe Kronenverlichtung und 56 Prozent eine deutliche Kronenverlichtung auf (Abbildung 8, Seite 18). Damit verringert sich der Anteil von Bäumen ohne Kronenverlichtung gegenüber dem Vorjahr deutlich (14 Prozent) und auch gegenüber den Jahren mit ausgeprägten Dürreperioden seit 2018. Dies ist für die Eiche der geringste Wert seit dem Beginn der Waldzustandserhebung im Jahr 1984.

Der mittlere Blattverlust steigt auf 31,3 Prozent (Abbildung 5, S. 15). Der langfristige Trend zu immer höheren Verlichtungswerten setzt sich fort.

Trotz der guten Wasserversorgung in diesem Jahr haben sich bei der Eiche die negativen Wirkungen der Dürre- und Hitzeperioden des Vorjahres auf die Bildung der Blattanlagen ausgewirkt. Hinzu kommt, dass die Schäden durch die Eichenfraßgesellschaft (in erster Linie bestehend aus blattfressenden Schmetterlingsraupen der Arten Frostspanner und Eichenwickler) im Jahr 2023 sowohl hinsichtlich der Häufigkeit (Abbildung 9, Seite 19), als auch hinsichtlich der Befallsintensität an den betroffenen Bäumen zugenommen haben. Der Befall mit dem Eichenmehltaupilz hingegen hat wieder abgenommen und liegt auf geringem Niveau.

Nach der mittleren Fruktifikation des Jahres 2022 zeigt die Eiche 2023 nur eine geringe Fruchtbildung (Abbildung 10, Seite 19).



Eiche, geringe Verlichtung

Abbildung 8

Entwicklung der Kronenverlichtung bei Eichen | 1984 bis 2023

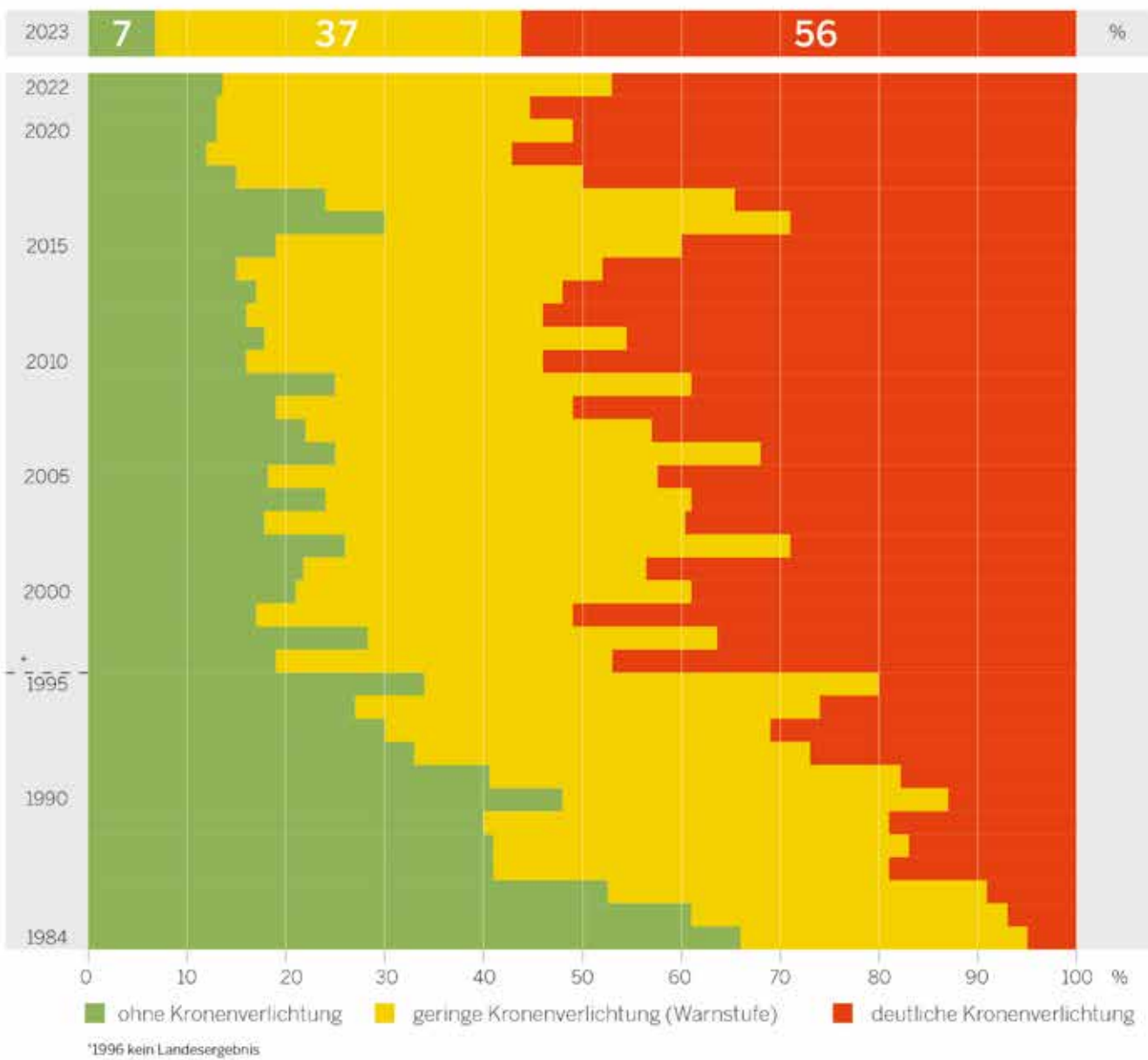


Abbildung 9

Mehltau und Blattfraß bei Eichen | 2012 bis 2023

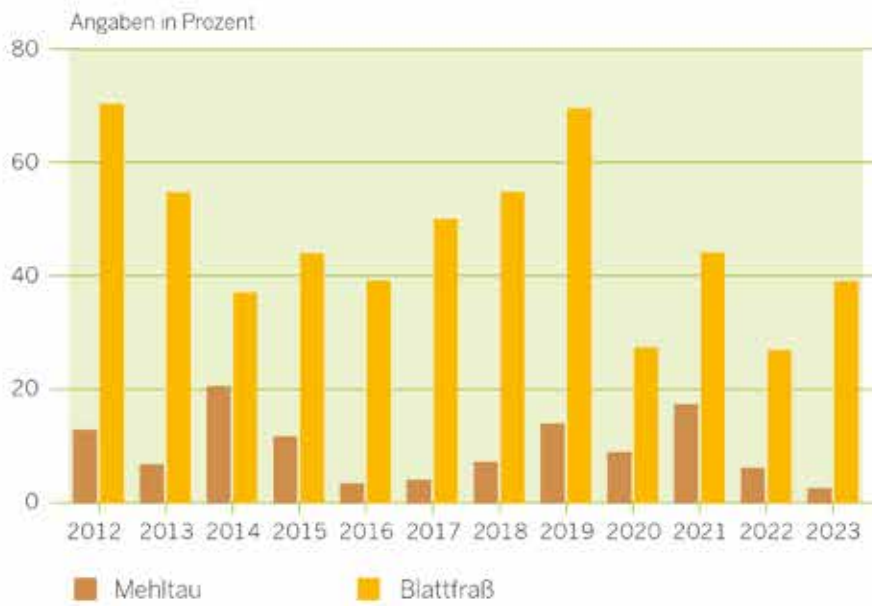


Abbildung 10

Fruchtifikation bei Eichen | 2000 bis 2023



Buche

Im Jahr 2023 zeigen 20 Prozent der Buchen keine Kronenverlichtung, 37 Prozent eine geringe Kronenverlichtung und 43 Prozent eine deutliche Kronenverlichtung auf (Abbildung 11, Seite 21). Damit verringert sich auch bei der Buche der Anteil von Bäumen ohne Kronenverlichtung gegenüber dem Vorjahr (24 Prozent) deutlich. Auch hier setzt sich der seit dem Beginn der Waldzustandserhebung zu beobachtende Trend zu sehr niedrigen Werten für die Kategorie „keine Kronenverlichtung“ fort.

Der mittlere Blattverlust steigt nur minimal auf 27,1 Prozent (Abbildung 5, Seite 15).

Trotz der guten Wasserversorgung in diesem Jahr haben sich auch bei der Buche die negativen Wirkungen der

Dürre- und Hitzeperioden des Vorjahres auf die Bildung der Blattanlagen ausgewirkt. Zudem wirkt sich eine mittlere Fruktifikation negativ auf die Belaubungsdichte aus.

Wie bereits in den letzten Jahren ist auch in diesem Jahr zu beobachten, dass es an Buchen, insbesondere in aufgerissenen Beständen und exponierten Lagen, durch starke Sonneneinstrahlung zu Hitzeschäden an Ästen, Trieben und der Stammachse kommt. Diese Erscheinung ist bei älteren Bäumen häufiger zu beobachten, hat aber noch keinen statistisch relevanten Effekt auf die Ergebnisse der Waldzustandserhebung.

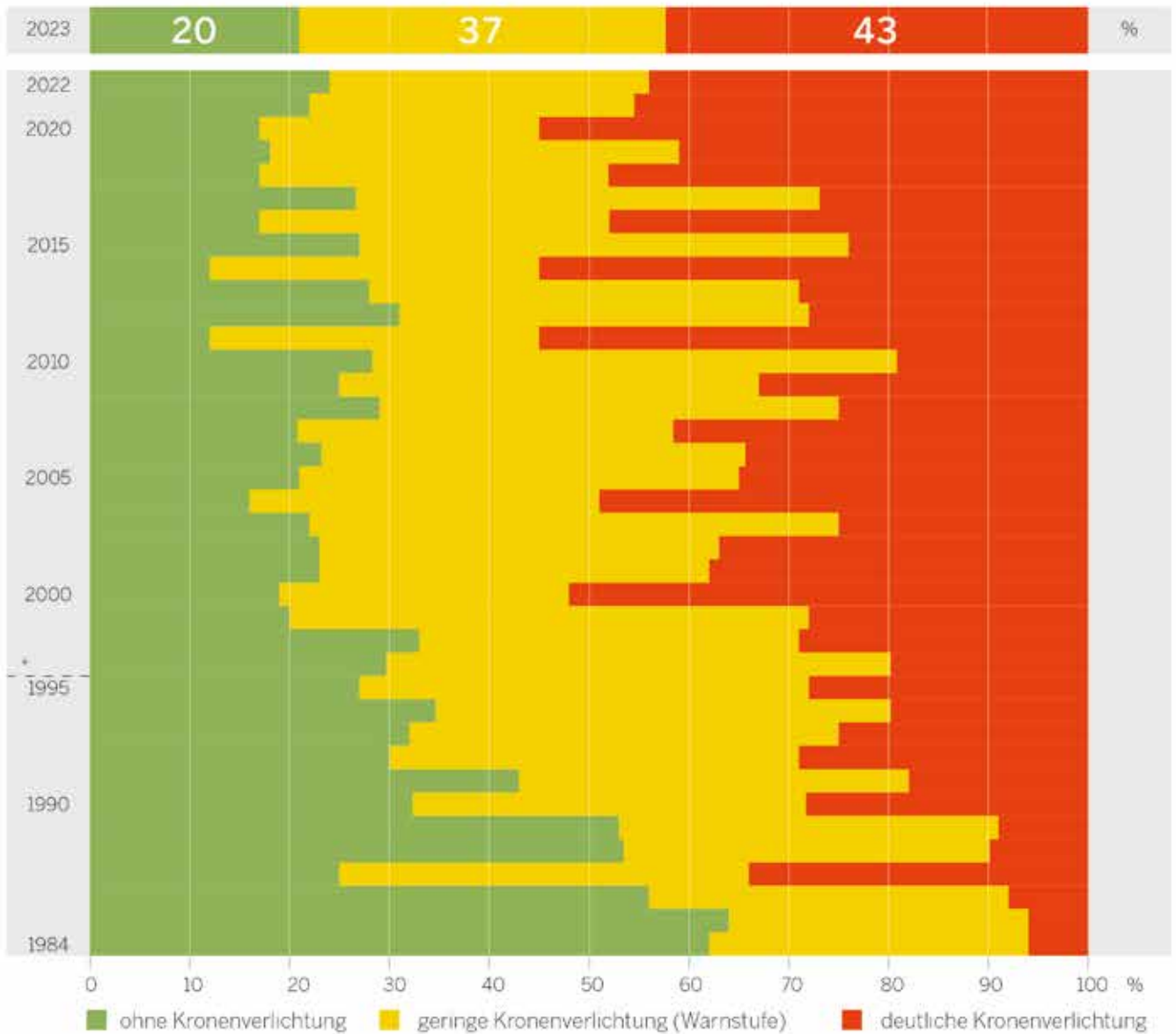
Wie schon im vergangenen Jahr hat die Buche eine Fruktifikation mittlerer Intensität (Abbildung 12, Seite 22).



Buche, mittlere Verlichtung

➤ **Abbildung 11**

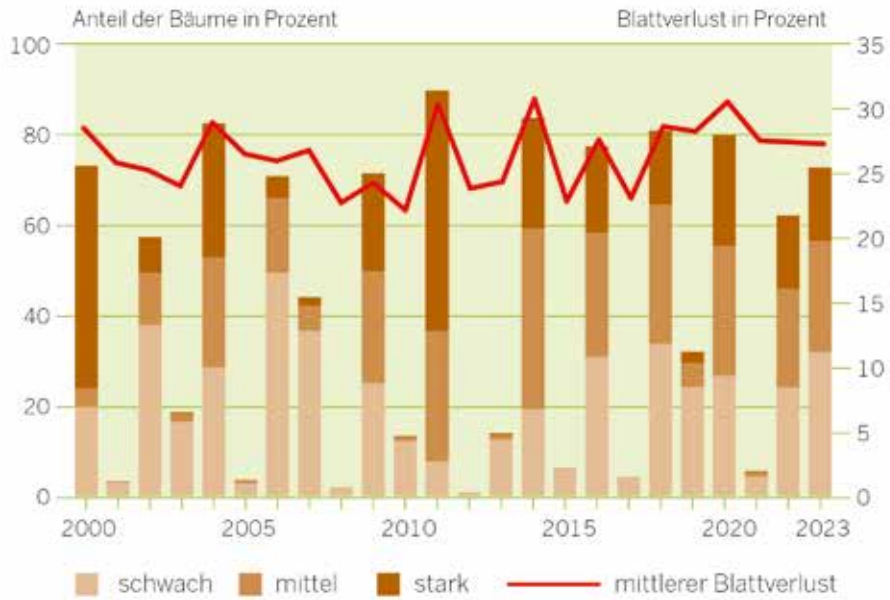
Entwicklung der Kronenverlichtung bei Buchen | 1984 bis 2023



*1996 kein Landesergebnis

➤ **Abbildung 12**

Fruktifikation und mittlerer Blattverlust bei Buchen | 2000 bis 2023



Buchenschäden im sich auflösenden Bestand

Fichte

Im Jahr 2023 zeigen 47 Prozent der untersuchten Fichten keine Verlichtung der Krone, 21 Prozent sind gering verlichtet, an 32 Prozent ist eine deutliche Kronenverlichtung festzustellen (Abbildung 13, Seite 24).

Der mittlere Nadel-/Blattverlust sinkt seit 2021 und liegt momentan bei 23,9 Prozent (Abbildung 5, Seite 15).

Gegenüber den Vorjahren hat sich der Zustand der Fichte dem Eindruck nach verbessert. Dies ist aber methodisch bedingt.

Der mittlerweile seit 2018 anhaltenden Borkenkäferkalamität sind viele, in erster Linie ältere Fichtenbestände zum Opfer gefallen. An den betroffenen Punkten der WZE werden die ausgefallenen Bäume, soweit möglich, ersetzt. Häufig sind aber infolge des bestandesweiten Absterbens der Fichte an den festliegenden Probepunkten keine Bäume der gleichen Altersklasse mehr verfügbar und die Inventur muss in die junge Bestandesschicht verlegt werden, soweit sie vorhanden ist. Ist keine Verjüngung vorhanden, so ruht der WZE-Punkt, bis er sich wieder bewaldet hat. In den tieferen Lagen ist die Fichte inzwischen fast vollständig verschwunden.

Das Fichtenkollektiv hat sich von 2019 bis 2023 um 53,4 Prozent verkleinert (von 3.525 auf 1.643). Die Fichte zeigt infolgedessen die mit Abstand größte jährliche Absterberate aller Baumarten (1,8 Prozent im Jahr 2023). Das Durchschnittsalter ist im gleichen Zeitraum um 16 Jahre gesunken (von 69 auf 53 Jahre) (Abbildung 14, Seite 25).

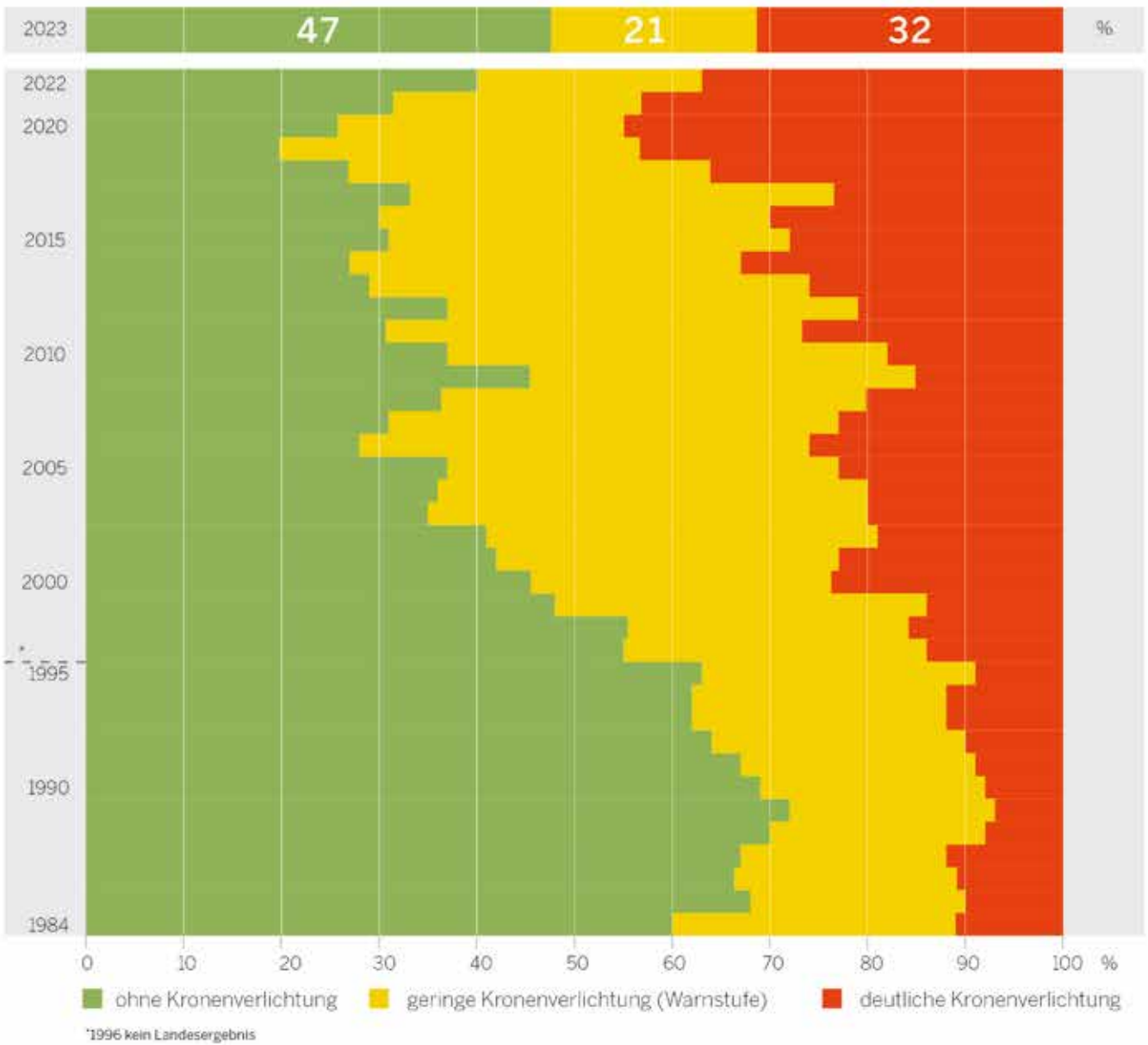
Es handelt sich hierbei, verfahrenstechnisch korrekt, um eine überproportionale Zunahme von Jungbäumen im Aufnahmekollektiv, die in der Regel noch keine nennenswerte Verlichtung aufweisen.



Fichte, deutliche Kronenverlichtung

Abbildung 13

Entwicklung der Kronenverlichtung bei Fichten | 1984 bis 2023



Stärker als die anderen Hauptbaumarten leidet die Fichte unter den Effekten des Klimawandels. Mit ihrem nur flach entwickelten Wurzelsystem leidet sie bei sommerlicher Trockenheit besonders schnell unter Wassermangel, der sich zuerst in den oberen Bodenschichten bemerkbar macht. Das starke Wasserdefizit setzt die Fichten unter hohen Stress und mindert ihre Vitalität erheblich.

Einen Borkenkäferangriff können vitale Fichten normalerweise durch erhöhten Harzfluss abwehren, die Käfer werden dann meist schon beim Einbohren in die Rinde im Harz ertränkt. Herrscht Trockenheit, sind Fichten hingegen nicht in der Lage, ausreichend Harz zu bilden, und haben somit keinen Abwehrmechanismus gegen Borkenkäfer.

Bei getrennter Auswertung der Altersklassen der Fichten jünger und älter als 60 Jahre wird deutlich, dass sich nur der Kronenzustand der unter 60-jährigen Fichten seit 2019 verbessert, während bei den über 60-jährigen keine positive Entwicklung festzustellen ist (Abbildung 15, 16, Seite 26).

Betrachtet man nur die Fichten über 60 Jahre, so zeigt sich, dass sich die seit 1984 zu beobachtende Tendenz zu immer höheren Verlichtungsprozenten auch bei der Fichte fortsetzt.



Borkenkäfer an Fichte

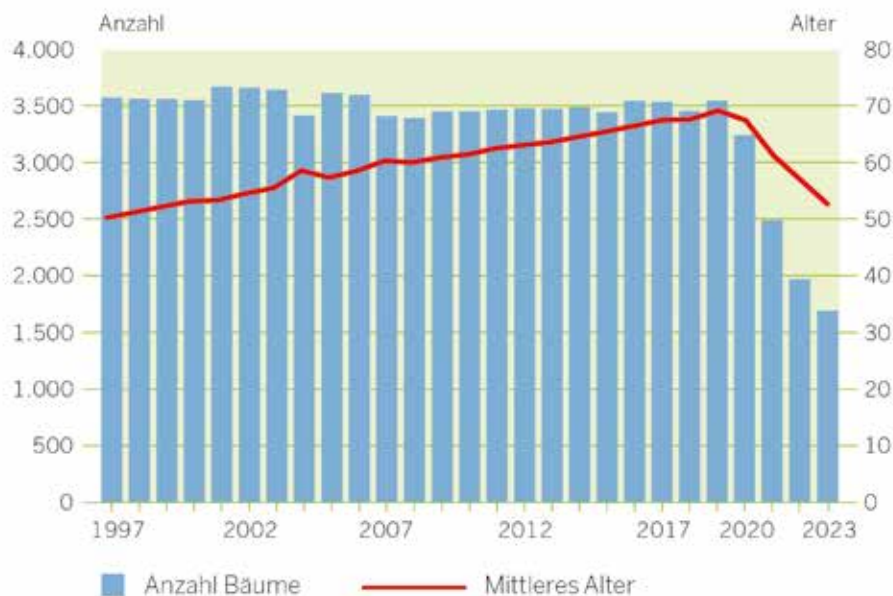
Seit Beginn der Dürreperiode zeigt sie die schnellste Schadentwicklung, die höchste Absterberate und von 2020 bis 2022 auch die gravierendste Kronenverlichtung aller Baumarten.

Der Borkenkäferbefall schwächt sich seit 2021 ab (Abbildung 17, Seite 27), was darauf zurückzuführen ist, dass in vielen Teilen Nordrhein-Westfalens die bruttfähigen Fichtenbestände dem Borkenkäfer bereits zum Opfer gefallen sind. Hinzu kommt, dass sich das Schädgeschehen immer mehr in die Höhenlagen des Landes verlagert, wo es sich aufgrund der für den Borkenkäfer weniger günstigen klimatischen Bedingungen verlangsamt.

Die Fichte wies 2023 nur eine geringe Fruktifikation auf (Abbildung 18, Seite 27).

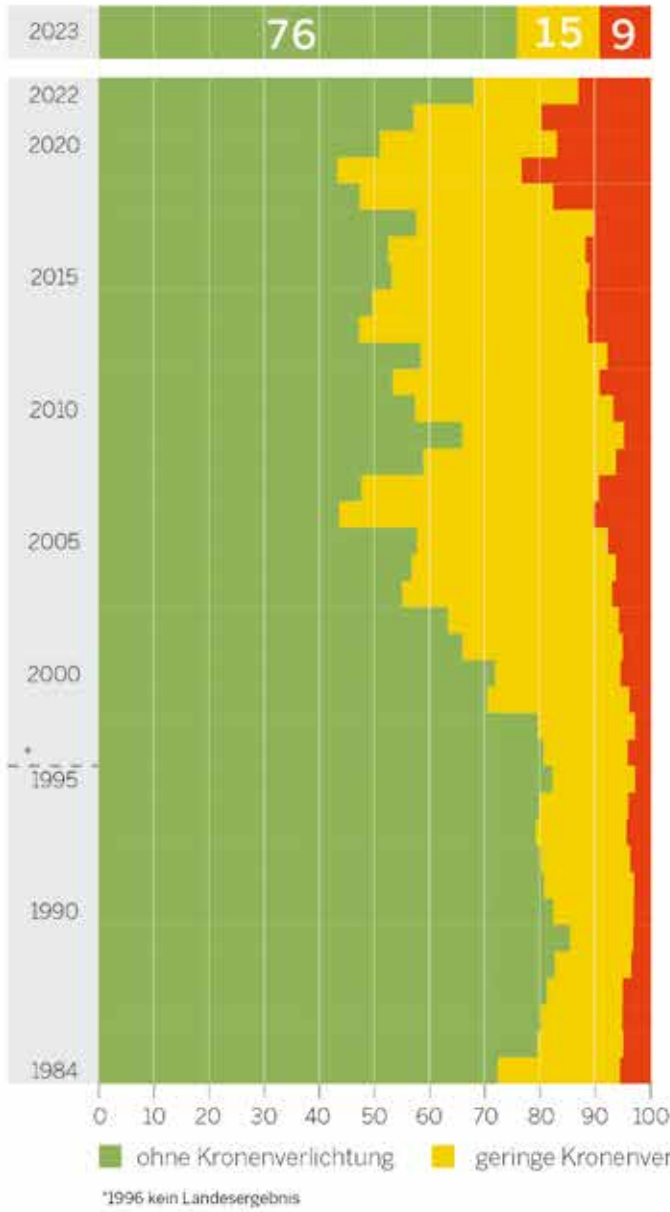
➤ Abbildung 14

Anzahl und mittleres Alter der aufgenommenen Fichten | 1997 bis 2023



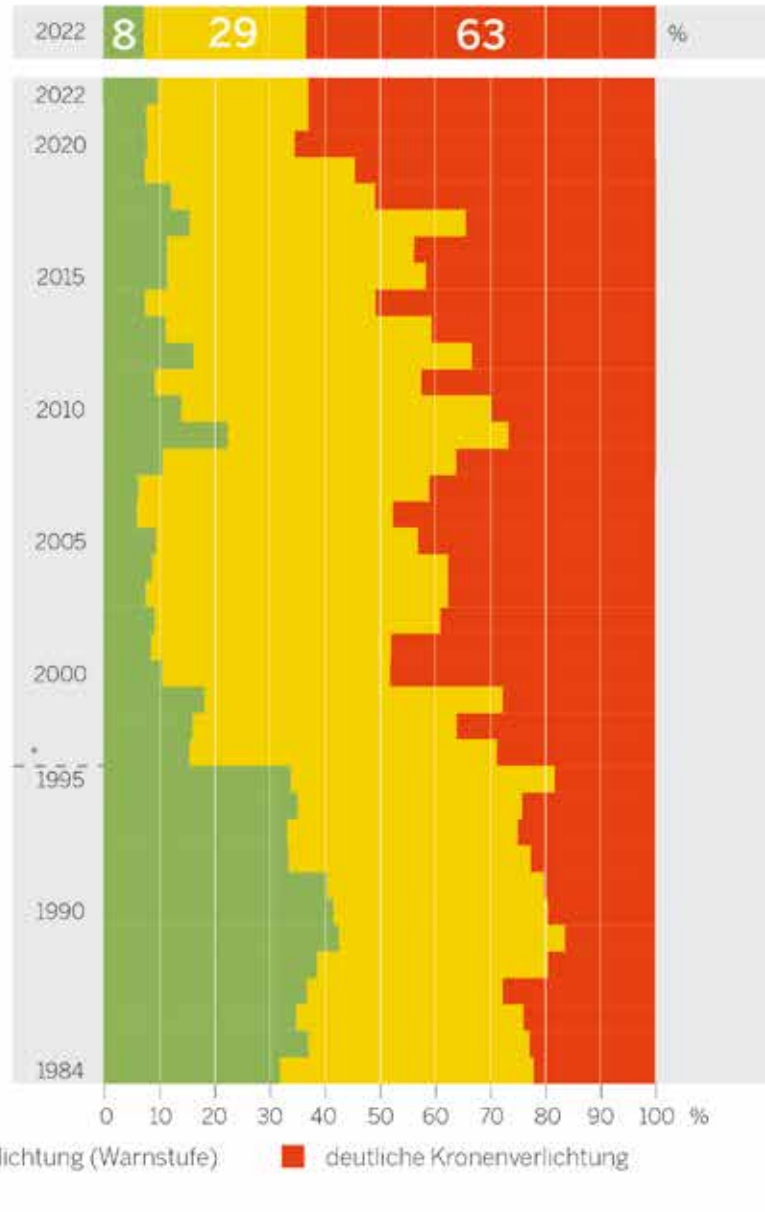
➤ **Abbildung 15**

Entwicklung der Kronenverlichtung bei Fichten | bis 60 Jahre | 1984 bis 2023



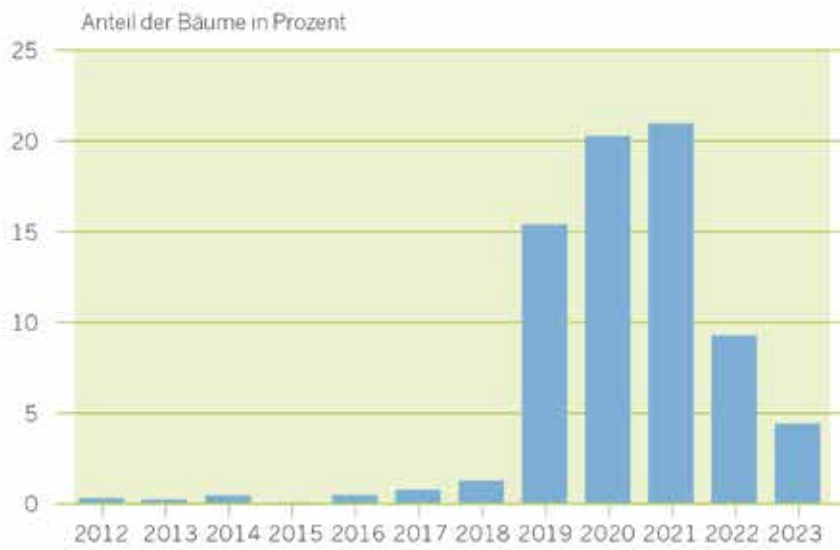
➤ **Abbildung 16**

Entwicklung der Kronenverlichtung bei Fichten | über 60 Jahre | 1984 bis 2023



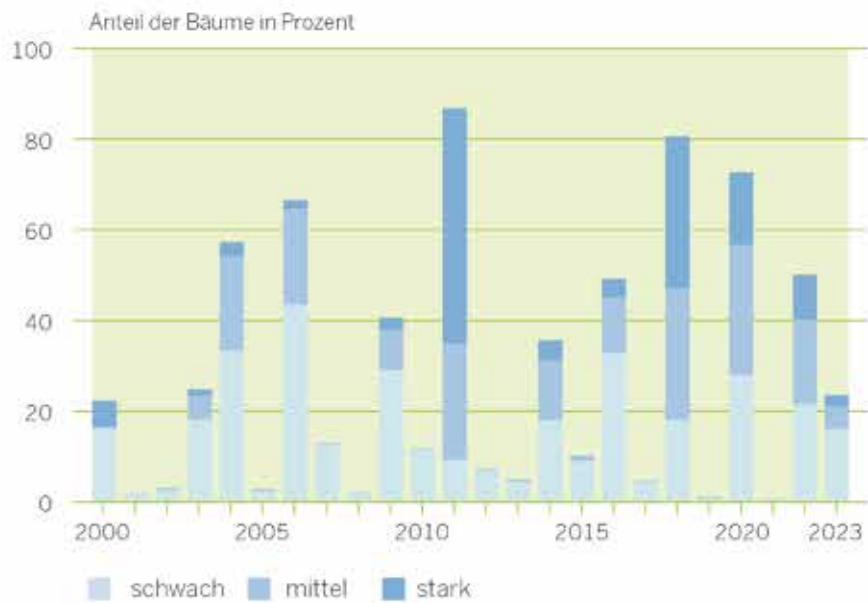
➤ **Abbildung 17**

Borkenkäferbefall bei Fichten | 2012 bis 2023



➤ **Abbildung 18**

Fruchtifikation bei Fichten | 2000 bis 2023



Kiefer

Im Jahr 2023 zeigt sich nur an 12 Prozent der untersuchten Kiefern keine Kronenverlichtung. Seit dem Beginn der Waldzustandserhebung wurde nur in einem Jahr ein noch niedrigerer Wert gemessen (11 Prozent im Jahr 2019). 55 Prozent sind gering verlichtet und 33 Prozent zeigen eine deutliche Kronenverlichtung (Abbildung 20, Seite 29).



Gesunde Kiefer

Der mittlere Nadelverlust steigt geringfügig auf 24,4 Prozent (Abbildung 5, Seite 15).

Auch bei der Kiefer setzt sich der Trend zu immer schlechteren Vitalitätswerten insbesondere seit 2018, aber auch insgesamt seit dem Beginn der Waldzustandserhebung im Jahr 1984 fort.

Ihre Kronenverlichtung zeigt allerdings über weite Strecken die geringsten Werte aller Hauptbaumarten und auch ihre Schadentwicklung schreitet langsamer voran.

Hinsichtlich Nährstoffbedarf und Wasserversorgung ist die Kiefer relativ anspruchslos, daher stockt sie im Flachland häufig auf sandigem Boden mit geringer Wasserhaltekapazität, im Bergland wurde sie oftmals auf flachgründigen, trockenen und südexponierten Standorten gepflanzt, wo sich Dürreperioden heftiger auswirken als auf günstigeren Standorten. Hier zeigen sich auch bei ihr höhere Nadelverluste und trockenheitsbedingte Absterbeerscheinungen. Die Kiefer fruktifiziert im Jahr 2023 intensiver als in den Jahren seit 2019 (Abbildung 19).

➤ **Abbildung 19**

Fruktifikation bei Kiefern | 2000 bis 2023

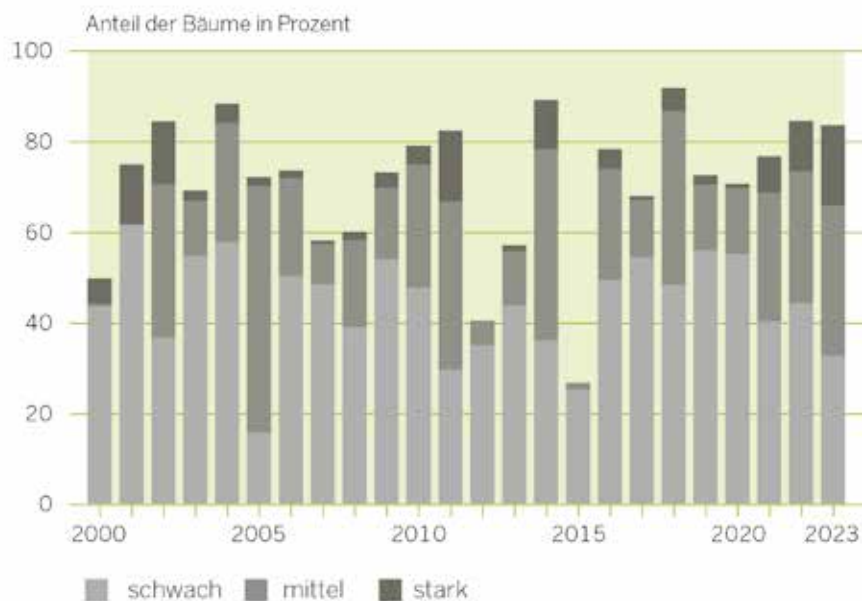
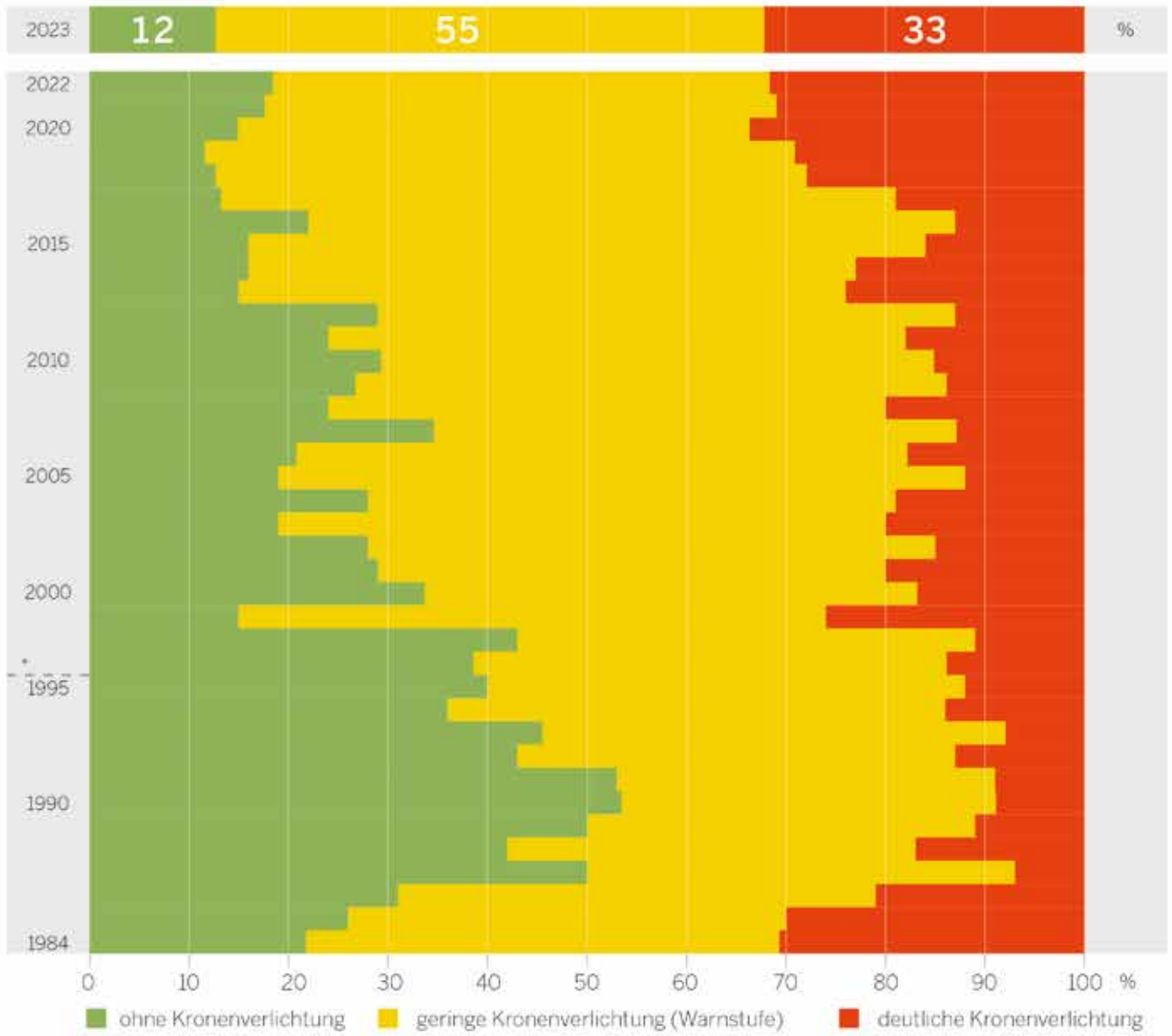


Abbildung 20

Entwicklung der Kronenverlichtung bei Kiefern | 1984 bis 2023



*1996 kein Landesergebnis



**Witterungs- und
Bodenwasserverhältnisse**

Das Jahr 2023 war bis August von warmen und gleichzeitig feuchten Witterungsbedingungen geprägt. In der Vegetationsperiode lag die mittlere Temperatur 1,5 °C über der Temperatur der Referenzperiode (1961–1990). Zugleich wurde ein Niederschlagsplus von 18 Prozent gemessen. Die Vegetationsperiode startete mit gefüllten Bodenwasserspeichern und war von einer weitgehend guten Bodenwasserversorgung in den durchwurzelten Schichten bis 1,5 m Bodentiefe geprägt. Die im Mittel niederschlagsreiche Vegetationsperiode wurde im Juni von einer Trockenphase unterbrochen. Der Juni stellte überdies den sonnigsten und zweitwärmsten (+3,8 °C über Referenzperiode) Juni seit Aufzeichnungsbeginn durch den Deutschen Wetterdienst dar. Die Trockenphase führte je nach Standort- und Bestandeseigenschaften teilweise kurzzeitig zu Wasserstress der Bäume. Die Niederschlagsüberschüsse im Juli (plus 40 Prozent) und August (plus 82 Prozent) führten jedoch dazu, dass die Böden im August bereits wieder feucht bis nass waren. Somit bestand nach den extremen Dürrejahre kaum Wasserstress der Waldbäume in 2023. Trotz der nahezu optimalen Bedingungen für die Waldbäume wirken die außergewöhnliche Dürre und Hitze der Vorjahre weiter negativ auf den Vitalitätszustand der Bäume. Das Jahr 2022 war ausgesprochen trocken und zugleich das wärmste und sonnenscheinreichste Jahr seit Aufzeichnungsbeginn. In den Waldböden wurden überdies 2022 die stärksten Austrocknungen seit Messbeginn durch das Landesamt für Natur, Umwelt und Verbraucherschutz gemessen. Schäden am Wurzelsystem oder in der Kronenstruktur können nicht innerhalb eines Erholungsjahres ausgeglichen werden. Somit muss mit weiteren Vitalitätsverlusten und Baum mortalität gerechnet werden.

Klima und Witterungsverhältnisse

Der globale Klimawandel führt auch in Nordrhein-Westfalen zu Veränderungen des Klimas und der Witterung, die wiederum Auswirkungen auf die Vitalität der Waldbäume haben. Landesweit ist die Jahresmitteltemperatur seit Beginn der Aufzeichnungen des Deutschen Wetterdienstes im Jahr 1881 um 1,7 °C angestiegen. Bereits seit Mitte der 1980er Jahre liegt die Jahresmitteltemperatur fast durchgängig deutlich über den Werten der Referenzperiode 1961–1990. Aufgrund der Langlebigkeit der Bäume wird für die Beurteilung von Auswirkungen der Klimaänderungen weiterhin diese Referenzperiode verwendet. Obwohl die mittlere jährliche Niederschlagsmenge seit 1881 um 75 mm angestiegen ist, hat die Niederschlagsmenge in den letzten fast 20 Jahren stetig abgenommen, sodass ein Auseinanderlaufen von steigender Temperatur einerseits und sinkenden Niederschlagssummen andererseits beobachtet wird (siehe LANUV 2021). Das Jahr 2022 setzte als ausgesprochen trockenes (82 Prozent der Referenz-Niederschläge) und zugleich wärmstes und sonnenscheinreichstes Jahr seit Aufzeichnungsbeginn diesen Trend weiter fort.

Die mittlere Temperatur von April bis August (Beginn der Vegetationsperiode bis zum Ende des jährlichen Aufnahmezeitraums der Waldzustandserhebung) zeigt ab Anfang der 1980er Jahre ebenfalls einen deutlichen Anstieg (Abbildung 21, Seite 32). Das Jahr 2023 zählt mit 15,3 °C zu den wärmsten Jahren seit Messbeginn 1881 in diesem Zeitraum (April–August) und reiht sich somit in den beobachteten Temperaturanstieg ein. Die mittlere Temperatur 2023 lag 1,5 °C über der mittleren Temperatur der

Bedeutung der Witterung für den Waldzustand

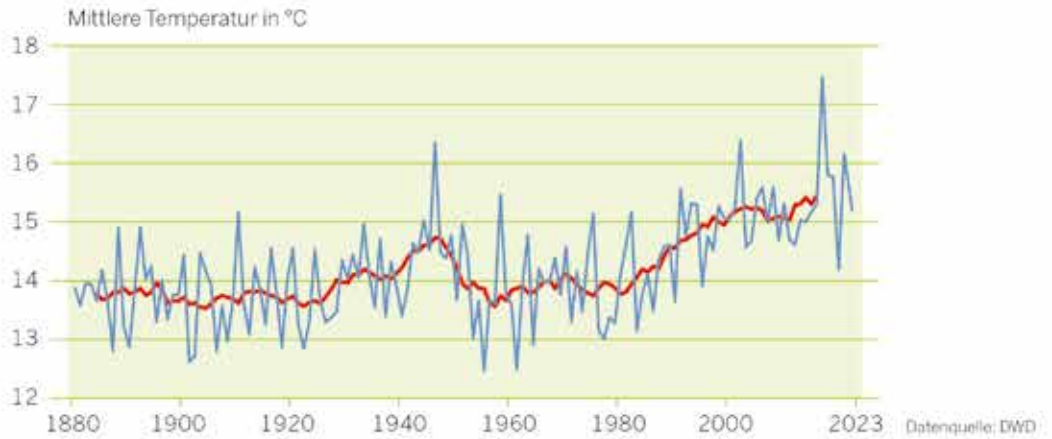
Die Witterung spielt eine entscheidende Rolle für den Waldzustand – zum einen durch direkte Effekte wie Sommertrockenheit, Stürme sowie Früh- und Spätfröste. Zum anderen gibt es indirekte Effekte, indem die Witterung zum Beispiel die Anlage von Blütenknospen beeinflusst. Von Relevanz ist nicht nur der Witterungsverlauf des aktuellen Jahres, sondern auch der Verlauf des Vorjahres. Die Wälder sind im Allgemeinen gut an die durchschnittlichen Bedingungen des jeweiligen Standorts angepasst. Daher ist durch den Vergleich der aktuellen Wetterverhältnisse mit dem langjährigen Mittel eine erste Einschätzung der aktuellen Situation möglich.

Im Folgenden werden die Witterungs- und Bodenwasserverhältnisse in Nordrhein-Westfalen bis zum August 2023 im Detail betrachtet und Rückschlüsse auf mögliche Auswirkungen auf die Waldbäume gezogen. Als Datengrundlage dienen Wetteraufzeichnungen des Deutschen Wetterdienstes sowie Messungen des Landesamtes für Natur, Umwelt und Verbraucherschutz, die im Rahmen des bundesweiten forstlichen Umweltmonitorings auf den Level-II-Flächen in Nordrhein-Westfalen durchgeführt werden.

➤ **Abbildung 21**

Zeitverlauf der mittleren Temperatur der Monate April bis August | 1881 bis 2023

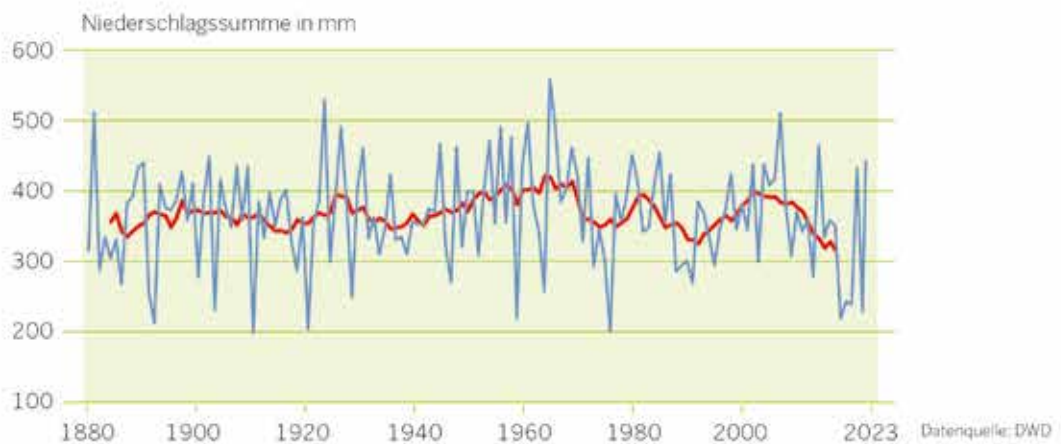
■ Mittel April bis August ■ 10-jähriger gleitender Durchschnitt



➤ **Abbildung 22**

Zeitverlauf der mittleren Niederschlagssumme der Monate April bis August | 1881 bis 2023

■ Mittel April bis August ■ 10-jähriger gleitender Durchschnitt



Referenzperiode (1961–1990; 13,8 °C). Die hohen Temperaturen im Zeitraum April bis August 2023 führen zu einer hohen Wasserverdunstung von der Bodenoberfläche sowie zu einer hohen Verdunstung durch die Waldbäume (Transpiration).

Zur gleichen Zeit sind jedoch im für das Waldwachstum wichtigen Zeitraum April bis August mit 439 mm (118 Prozent) mehr Niederschläge gefallen als im Mittel im Referenzzeitraum (373 mm) (Abbildung 22, Seite 32). Auch im gesamten Jahr bis August 2023 war es mit im Mittel 710 mm Niederschlag und somit einem Plus von 23 Prozent überdurchschnittlich feucht im Vergleich zum Referenzzeitraum (579 mm). Das Jahr 2023 war bis August somit von ausgesprochen warmen und gleichzeitig feuchten Witterungsbedingungen geprägt.

Die Betrachtung des monatlichen Witterungsverlaufs zeigt einen im Vergleich zur Referenzperiode 1961–1990 im Mittel 2,3 °C zu warmen Winter 2022/2023 in Nordrhein-Westfalen, der sich durch leicht überdurchschnittliche Niederschläge auszeichnete (Abbildung 23, Seite 34). Der März zählte mit einem Plus von 65 Prozent zu den nassesten seit Aufzeichnungsbeginn und war in Nordrhein-Westfalen bundesweit am sonnenscheinärmsten. Es folgte ein im Mittel durchschnittlicher April. Die Witterungsverhältnisse im März und April führten zu einem späten Austrieb der Waldbäume. Der Mai wurde erst in der zweiten Hälfte sommerlich warm und trocken. Am 22.05. kam es zu unwetterartigen Starkregen-

gewittern vor allem über den östlichen Landesteilen. Obwohl Nordrhein-Westfalen das nasseste Bundesland war, schien die Sonne dennoch überdurchschnittlich viel. Der Juni war der sonnenscheinreichste und mit 19,2 °C (3,8 °C wärmer als in der Referenzperiode) der zweitwärmste Juni seit Aufzeichnungsbeginn. Mit 62 mm fielen im Mittel überdies nur 73 Prozent der Referenzniederschläge, obwohl es lokal zu Starkregenereignissen mit Tagessummen bis über 100 mm kam. Die Monate Juli und August waren warm und ausgesprochen niederschlagsreich. Im Juli wurde mit 116 mm ein Niederschlagsplus von 40 Prozent und im August mit 133 mm sogar ein Plus von 82 Prozent im Vergleich zur Referenzperiode erzielt. Der August war überdies sehr sonnenscheinarm.

Neben den zeitlichen Schwankungen bestanden auch räumliche Unterschiede in den Witterungsbedingungen. Von April bis August 2023 wurden die höchsten Temperaturabweichungen in der Eifel, im südlichen Bergischen Land sowie teilweise am Niederrhein beobachtet (Abbildung 24, Seite 35). Diese Regionen waren auch insbesondere von der Hitze im Juni betroffen. Die Niederschlagsabweichungen von April bis August waren regional verschieden und zeichneten je nach Monat ein anderes räumliches Muster (Abbildung 25, Seite 35). Anders als in den vorhergehenden Dürre Jahren war in diesem Jahr insbesondere die Eifel von Trockenheit betroffen, aber auch Teile des Niederrheins. In den übrigen Regionen lagen im Mittel in diesem Zeitraum überwiegend deutliche Niederschlagsüberschüsse vor.



Bodenfeuchtemessstation auf der Level-II-Fläche Rott/Eifel



Sickerwasseranlage auf der Level-II-Kalamitätsfläche Elberndorf

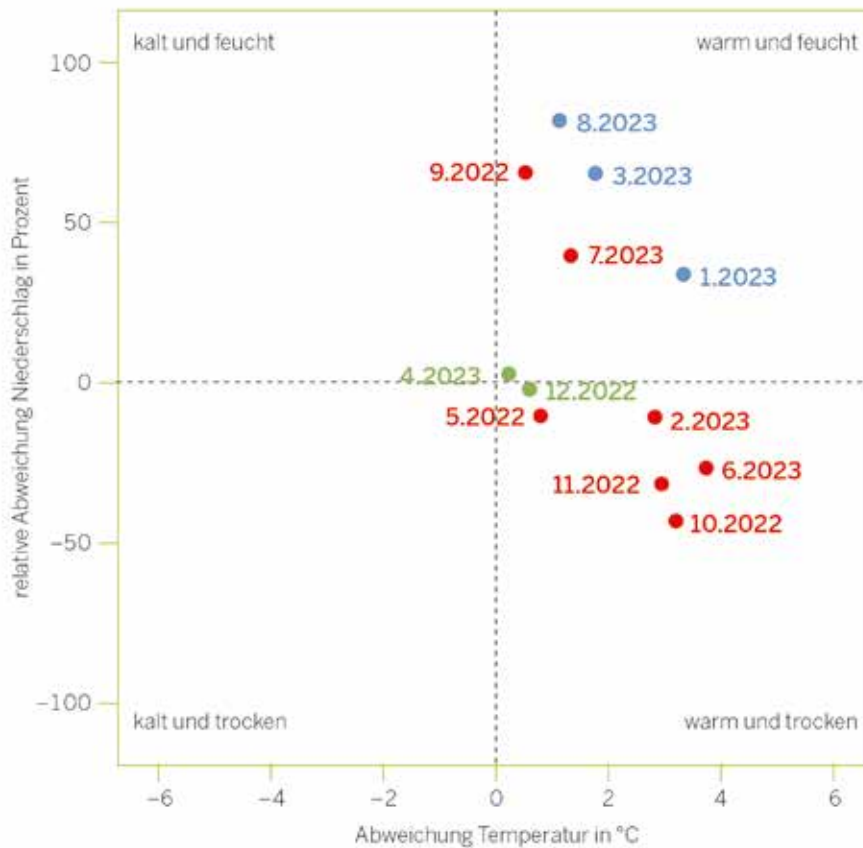
➤ Abbildung 23

Temperatur, Niederschlag und Sonnenscheindauer | September 2022 bis August 2023

Abweichung von der Referenzperiode 1961 bis 1990

Sonnenscheindauer

● positive Abweichung ● keine Abweichung ● negative Abweichung

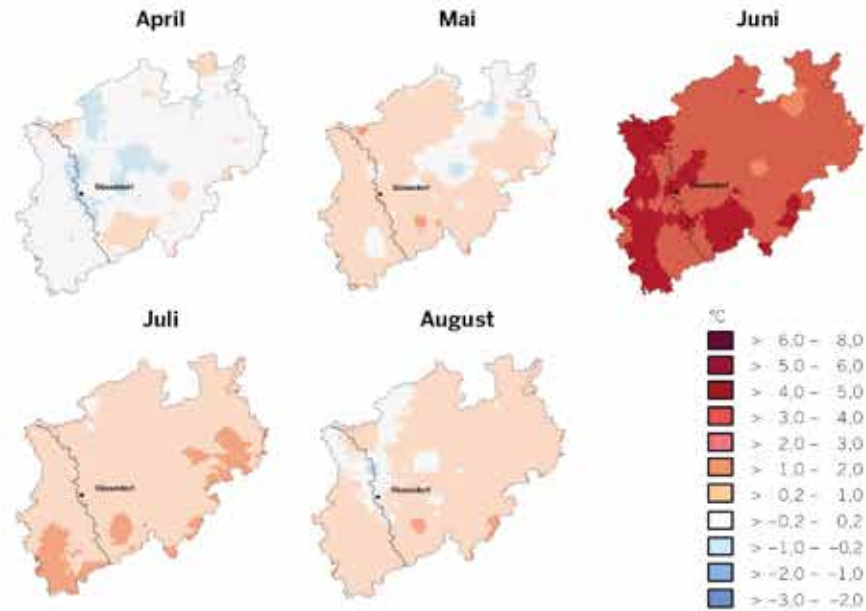


Datenquelle: DWD

➤ Abbildung 24

Regionale Temperaturabweichungen | April bis August 2023

Abweichung in °C von der Referenzperiode 1971 bis 2000¹

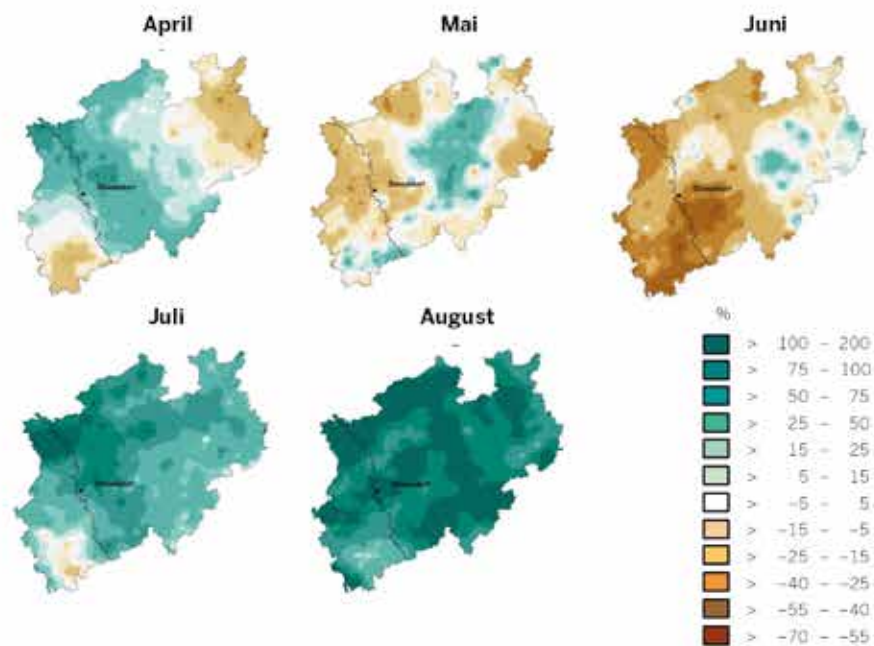


Quelle: Deutscher Wetterdienst (www.dwd.de/DE/klimaumwelt/klima/klima/klima.html, abgerufen am 06.09.2023), modifiziert

➤ Abbildung 25

Regionale Niederschlagsabweichungen | April bis August 2023

Abweichung in Prozent von der Referenzperiode 1971 bis 2000¹



Quelle: Deutscher Wetterdienst (www.dwd.de/DE/klimaumwelt/klima/klima/klima.html, abgerufen am 06.09.2023), modifiziert

¹ Begründung zur geänderten Referenzperiode siehe unter dem angegebenen DWD-Link.

Witterungsverhältnisse und Bodenwasserhaushalt der Level-II-Flächen

Die angesprochenen regionalen Unterschiede im Witterungsverlauf sowie Auswirkungen auf den Bodenwasserhaushalt lassen sich anhand der nordrhein-westfälischen Level-II-Flächen des intensiven forstlichen Umweltmonitorings verdeutlichen und vertiefen. Der Bodenwasserhaushalt wird nicht nur von der Witterung beeinflusst, entscheidend sind auch die Bodenverhältnisse und der Wasserverbrauch der aufstockenden Waldbestände. Der Bodenwasserhaushalt wird auf den Level-II-Kernflächen zum Teil bereits seit den 1990er Jahren intensiv untersucht. Im Rahmen eines Gemeinschaftsprojektes des Landesamtes für Natur, Umwelt und Verbraucher-

schutz (LANUV), des Geologischen Dienstes (GD NRW) und des Landesbetriebes Wald und Holz zum Aufbau eines landesweiten Bodenfeuchtemessnetzes im Wald werden seit 2020 weitere Flächen des intensiven forstlichen Umweltmonitorings mit Messtechnik zur Messung der Bodensaugspannung ausgestattet. Die Flächen weisen verschiedene Eigenschaften auf und repräsentieren typische Wälder Nordrhein-Westfalens (Tabelle 1, Seite 37, Tabelle 2, Seite 40). Aktuelle Messwerte und Monatsberichte können unter: www.gd.nrw.de/bo_bb_bodenfeuchtemessdaten.php eingesehen werden.



Bodenfeuchtemessstation
auf der Level-II-Fläche
Elberndorf

Bodensaugspannung und Wasserstress-Indizes

Im Winterhalbjahr füllt sich der Bodenwasservorrat üblicherweise auf. Im Frühjahr beginnen die Bäume wieder vermehrt Wasser aus dem Boden aufzunehmen, um den Wasserverbrauch, der beim Austrieb der Bäume und durch die Verdunstung der Nadeln und Blätter entsteht, auszugleichen (siehe Kapitel „Phänologische Beobachtungen an Waldbäumen“, Seite 44). Der Wasserentzug durch die Bäume führt zu einem Anstieg der Wasserspannung in den durchwurzelten Bodenschichten (Bodensaugspannung, angegeben in hPa oder als pF-Wert). Als Indikatoren für die Wasserversorgung von Waldbäumen kann zum einen die relative Bodenwasserverfügbarkeit und zum anderen die Transpirationsdifferenz herangezogen werden. Die Transpirationsdifferenz ist die Differenz zwischen potenziell möglicher (nicht durch den Bodenwassergehalt eingeschränkt) und tatsächlich realisierter Verdunstung der Bäume (ggf. durch Bodentrockenheit eingeschränkt). Eine relative Bodenwasserverfügbarkeit von ≤ 40 Prozent der nutzbaren Feldkapazität (maximale Speicherfähigkeit an pflanzenverfügbarem Wasser im Boden) (zum Beispiel Bréda et al. 2006) sowie eine Transpirationsdifferenz von > 2 mm am Tag (zum Beispiel Schultze et al. 2005) werden häufig als Schwellenwerte für Einschränkungen des Wachstums der Bäume und damit für Wasserstress angesehen. Entscheidend sind jedoch die Dauer des Wasserstresses sowie die fehlende absolute Wassermenge. Außerdem beeinflussen die Eigenschaften des Bodens und des Bestandes, ab wann tatsächlich Wasserstress bei den Bäumen auftritt.

 Tabelle 1

Intensivmonitoringflächen | Eigentümer der Bodensaugspannungsmesseinrichtung | Anzahl an Tagen im Juli, mit der Klasse „trocken“ | vier verschiedene Bodentiefen

Flächen-Nr.	Hauptbaumart	Bodentyp	Bodenart	Betreiber der Messeinrichtung	Anzahl Julitage in der Klasse „trocken“			
					20–40 cm Tiefe	40–60 cm Tiefe	90–100 cm Tiefe	150 cm Tiefe
280	Eiche	Pseudogley	Toniger Schluff	GD NRW	23	13	5	0
340	Eiche	Braunerde	Sandiger Schluff	GD NRW	31	29	28	17
502	Eiche	Pseudogley-Braunerde, schwach podsoliert	Toniger Schluff	LANUV	27	31	0	0
503	Buche	Braunerde-Podsol, pseudovergleyt	Tonig-lehmiger Sand	LANUV	0	0	3	0
506	Blöße	Pseudogley-Braunerde, schwach podsoliert	Schluffiger Lehm	LANUV	0	0	0	–
508	Buche	Braunerde, Braunerde-Pseudogley	Schluffiger Ton	LANUV	29	27	–	–
509	Fichte*	Braunerde-Pseudogley	Schluffiger Ton	LANUV	0	0	0	–
510	Kiefer	Podsol-Braunerde, pseudovergleyt	Sandiger Schluff	LANUV	31	22	0	0
513	Eiche	Braunerde, pseudovergleyt	Toniger Schluff	GD NRW	31	24	24	–
738	Douglasie	Podsol-Braunerde	Sandiger Lehm	LANUV	18	3	11	–
5071	Buche	Braunerde	Toniger Schluff	LANUV	27	30	30	–

*Borkenkäferbefall im Bestand



Sonnenbrand bei der Buche durch Hitze



Totalfraß im Frühjahr auf der Level-II-Fläche Kleve-Tannenbusch

Die durchschnittlichen Niederschläge im Winter 2022/23 und insbesondere der ausgesprochen regenreiche März sorgten dafür, dass die Böden im April auf allen Level-II-Flächen überwiegend nass waren. Die Bodenwasserspeicher waren somit zu Beginn des Austriebs der Waldbäume Anfang Mai gefüllt. Die Niederschlagsdefizite, die im Mai insbesondere im Nordwesten Nordrhein-Westfalens sowie im südlichen Weserbergland (siehe auch Abbildung 27, Seite 41) beobachtet wurden, führten zusammen mit dem Wasserentzug der Bäume zu einer beginnenden Austrocknung der Böden zunächst im Klever Raum sowie in der Egge. Die Betrachtung der mittleren Bodensaugspannung bis in maximal 1,50 Meter Bodentiefe im Juni zeigt landesweit eine Fortsetzung der Bodenaustrocknung (siehe auch Abbildung 28, Seite 42), jedoch wurden nur die Oberböden von den beiden Buchenflächen in der Eifel und der Egge im Mittel als „trocken“ klassifiziert (Abbildung 26a, Seite 39). Die sich in der Nähe befindenden Nadelholzbestände wiesen zeitgleich einen feuchteren Boden auf. Die Dürre- und Hitzeperiode im Juni zeigte sich dann erst im Juli (Abbildung 26b, Seite 39). Auf den meisten Level-II-Flächen war zumindest der Oberboden trocken. Anders als im Tiefland, wo im Unterboden weiterhin aus-

reichend Wasser zur Versorgung der Waldbäume zur Verfügung stand, zeigten einige Berglandflächen, die ohnehin durch einen flachgründigen, steinigen Boden mit geringer nutzbarer Feldkapazität charakterisiert sind, sowie eine Fläche auf einem Höhenzug bei Viersen im Monatsmittel eine Austrocknung des gesamten Bodenprofils. Allerdings lag auf keiner dieser Flächen durchgängig im Juli ein trockener Zustand vor (Tabelle 1, Seite 37, siehe auch Abbildung 28, Seite 42). Die Niederschlagsüberschüsse im Juli und August führten überdies dazu, dass die Böden im August bereits wieder feucht bis nass waren.

Die detaillierte Wasserhaushaltssituation im Jahr 2023 wird exemplarisch für die Berglandfläche Schwaney dargestellt und im Kontext der Vorjahre bewertet. Aufgrund des tonigen und flachgründigen Bodens in Schwaney ist diese Fläche typisch für das Bergland, weist jedoch eine geringere nutzbare Feldkapazität auf als die übrigen Langzeitkernflächen des Intensivmonitorings (s. Tabelle 1, Seite 37, und Tabelle 2, Seite 40). Absolut betrachtet wurde in Schwaney die stärkste tiefgründige Bodenaustrocknung in den Dürrejahren 2018, 2020 und 2022 beobachtet.

Abbildung 26a

Intensivmonitoring Waldböden | Juni

Mittlere Bodensaugspannung in vier Tiefenschichten a) im Juni und b) im Juli 2023 auf elf Flächen des forstlichen Intensivmonitorings, dargestellt in den Klassen nass (mindestens die engen Grobporen sind wassergefüllt), feucht (mindestens die Mittelporen sind wassergefüllt) und trocken (Pflanzen finden nur noch Wasser in den Mittelporen). Im Fall von flachgründigen Böden (Bergland) gibt es für die tieferen Bodenschichten aufgrund der geringeren Bodentiefe keine Angabe. Die Flächen-Nr. ist angegeben.

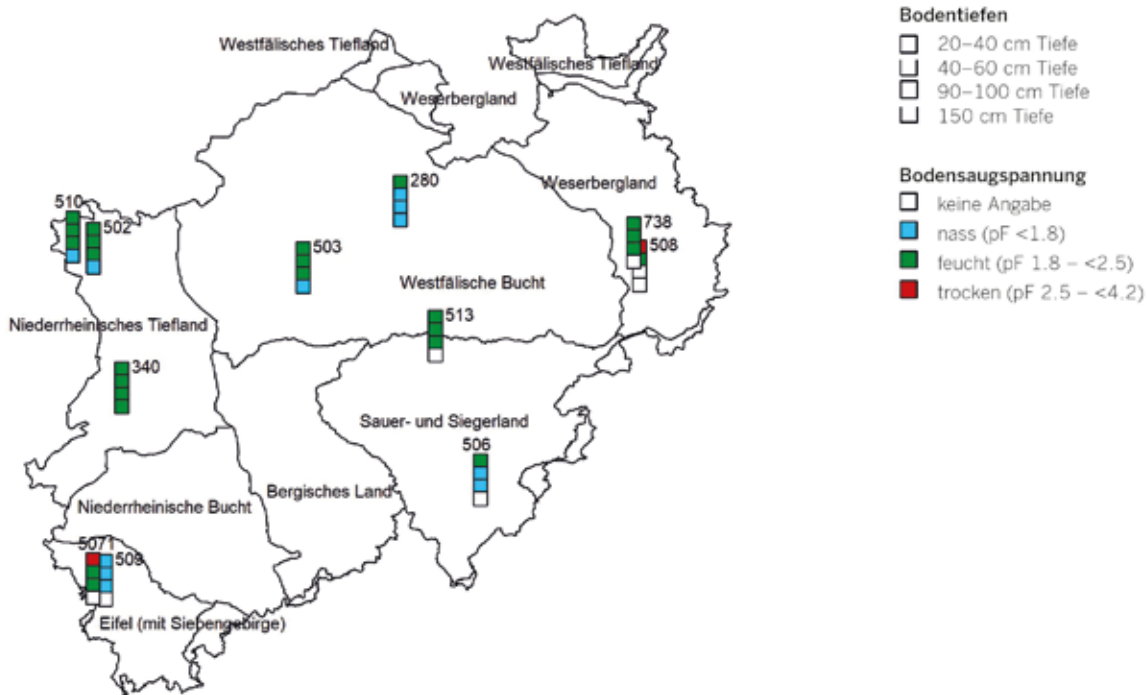
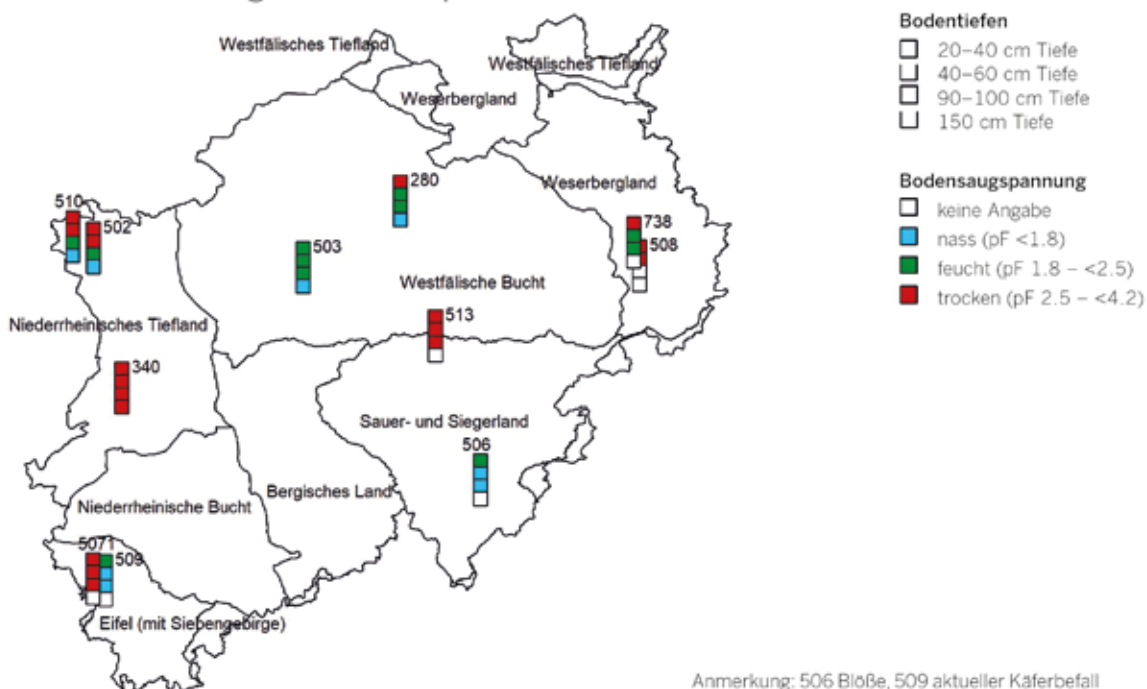


Abbildung 26b

Intensivmonitoring Waldböden | Juli



Anmerkung: 506 BlöÙe, 509 aktueller Käferbefall

🔄 **Tabelle 2**

Ausgewählte Eigenschaften | vier Langzeit-Level-II-Kernflächen

	Haard (503)	Kleve-Tannenbusch (502)	Elberndorf (506)	Schwaney (508)
Wuchsgebiet	Westfälische Bucht	Niederrheinisches Tiefland	Sauer-/Siegerland	Weserbergland (Egge)
Jahresmitteltemperatur [°C]*	10,2	10,1	6,8	8,5
Jahresniederschlags-summe [mm]*	844	819	1423	1105
Baumart(en)	Rotbuche	Stieleiche, Traubeneiche, Rotbuche	Blöße (Fichten-Kalamität)	Rotbuche mit Eiche, Bergahorn, Esche
Beispieltiefe**	12–45 cm (Bhv):	30–50 cm (Bv1):	10–29 cm (Bv):	20–40 cm (Sd)
Porosität [Vol. %]	39	45	45	42
Permanenter Welkepunkt [Vol. %]	4	8	16	30
Nutzbare Feldkapazität [Vol. %]	22	31	19	8

*langjähriges Mittel der Untersuchungsflächen: 1995–2022 für Haard, Kleve, Elberndorf und 1999–2022 ohne 2006–2008 für Schwaney.

**Die Eigenschaften der Beispiel-tiefen sind typisch für den gesamten Boden.



Messung der Bodenwasserspannung mit Tensiometern auf der Level-II-Fläche Kleve-Tannenbusch

Zu Beginn des Jahres entsprach die Menge und Verteilung der Niederschläge in Schwaney etwa dem langjährigen Mittel (Abbildung 27). Die ausgiebigen März-niederschläge bewirkten einen Niederschlagsüberschuss, der über den April hinweg bestehen blieb. Ausbleibende Niederschläge von Mitte Mai bis weit in den Juni führten im Juni zusammen mit dem Wasserentzug der Waldbäume (mittlerer Austriebstag der Hauptbaumart Buche am 3. Mai) zu einem Abfall des Bodenwasservorrats in den oberen 90 cm des Bodens (entspricht der gesamten Profiltiefe) (Abbildung 28, Seite 42). Die relative Bodenwasserverfügbarkeit von ≤ 40 Prozent der nutzbaren Feldkapazität wurde unterschritten, sodass zeitweise Wasserstress für die Bäume bestand. Ausgiebige Niederschläge Ende Juni füllten den Bodenwasservorrat sprunghaft wieder an und beendeten die erste Trockenphase (Abbildung 28, Seite 42). Eine zweite Trockenphase mit vergleichbarem Ausmaß folgte Ende Juli. Hohe Niederschläge ab Ende Juli und im August füllten den Bodenwasserspeicher jedoch sogar vollständig wieder auf. Die Situation für die Waldbäume war somit nicht vergleichbar mit der langanhaltenden extremen Bodenaustrocknung in den Dürre Jahren 2018 bis 2020 und 2022, die zu einem erheblichen Wassermangel bei den Waldbäumen führte. Zum Vergleich: Im Jahr 2022 wurde bereits Ende Mai die relative Bodenwasserverfügbarkeit von ≤ 40 Prozent der nutzbaren Feldkapazität erreicht und von Ende Juni durchgängig bis Mitte September eine kritische Bodenwasserverfügbarkeit von 10 Prozent der nutzbaren Feldkapazität unterschritten

(Abbildung 28, Seite 42). Im Zeitraum April bis August 2022 wurde mit 54 Tagen die höchste Anzahl an Tagen mit einer kritischen Transpirationsdifferenz von > 2 mm am Tag beobachtet, während es in 2023 nur 9 Tage waren (Abbildung 29, Seite 42).

Zusammenfassend lässt sich festhalten, dass das Jahr 2023 bis Ende August ausgesprochen niederschlagsreich war und somit im Mittel eine gute Bodenwasserversorgung in den durchwurzelten Schichten bis 1,5 Meter Tiefe in der Vegetationszeit vorlag. Im Juni und Juli wurden zwar Trockenphasen beobachtet, die je nach Standort- und Bestandeseigenschaften teilweise Bodenaustrocknung mit sich brachten, jedoch nur kurzzeitig zu Wasserstress der Bäume führten. Nach den extremen Dürre Jahren konnte somit in 2023 kaum Wassermangel beobachtet werden. Dennoch wirken sich die außergewöhnliche Dürre und Hitze der Vorjahre 2018 bis 2020 sowie 2022 weiter negativ auf die Baumvitalität aus. Da die Wasserdefizite der Vorjahre noch nicht ausgeglichen werden konnten (abgeleitet aus den Daten des Deutschen Wetterdienstes), ergeben sich auch weiterhin Folgen für den Wasserhaushalt in tieferen Bodenschichten und die Grundwasserneubildung. Die tendenzielle Veränderung der Niederschlagscharakteristik hin zu einer Zunahme von Starkregenereignissen führt ebenfalls dazu, dass weniger Wasser in den Boden infiltriert und für die Pflanzen und die Grundwasserneubildung zur Verfügung steht.

➤ **Abbildung 27**

Kumulierte Niederschlagsmenge | Level-II-Fläche Schwaney | Vergleich bis Ende August 2023 zum langjährigen Mittel



➤ **Abbildung 28**

Bodenwasservorrat in 0–90 cm Tiefe | Level-II-Fläche Schwaney | 2022 und 2023

Die nutzbare Feldkapazität (nFK) sowie 40 % und 10 % von der nFK (erheblicher Wasserstress auf den Böden in Schwaney) sind eingezeichnet.



➤ **Abbildung 29**

Transpirationsdifferenz (Balken) und Tage (Zahl) mit Überschreitung der kritischen Transpirationsdifferenz von 2 mm | Level-II-Fläche Schwaney | April bis August 2001 bis 2023





Messung der Bodenwasserspannung mit Tensiometern auf der Level-II-Fläche Schwaney



Freifläche der Level-II-Fläche Kleve-Tannenbusch



Stammabflussmessung auf der Level-II-Fläche Schwaney

Phänologische Beobachtungen an Waldbäumen



Die Baumvitalität wird auch von ihrer phänologischen Entwicklung beeinflusst. Der mittlere Austriebstermin von Buche und Eiche hat sich seit 2001 tendenziell nach vorne verlagert. Die Vorverlagerung kann zu vermehrten Schäden zum Beispiel durch Spätfrost oder Eichenfraß führen. Die Länge der Vegetationszeit spiegelt den Zeitraum der photosynthetisch aktiven Zeit der Waldbäume wider. Sie hat für Buche und Eiche in den letzten 20 Jahren tendenziell zugenommen. Die Eiche wies in 2022 sogar die längste Vegetationszeit seit 2001 auf. Eine längere Vegetationszeit kann sich grundsätzlich positiv auf die Baumvitalität, das Baumwachstum und die Bildung von Reservestoffen auswirken. Sie kann jedoch auch dazu führen, dass der Wasserbedarf der Bäume steigt, was wiederum in warmen und trockenen Jahren wie 2022 einen erhöhten Trockenstress der Bäume zur Folge haben kann. Der Stress kann sich in Jahren verstärken, in denen die Bäume stark blühen oder fruktifizieren. Letzteres war in 2022 ebenfalls der Fall.

Nadel-/Blattaustrieb

Der März 2023 war ausgesprochen regenreich und sonnenscheinarm. Sowohl im Berg- als auch im Tiefland wurden überdies noch bis Ende April Tagesminimaltemperaturen unter 0 °C gemessen und die Tagesmitteltemperaturen erreichten im Tiefland Mitte April und im Bergland erst Anfang Mai über mehrere Tage hinweg Werte ≥ 10 °C. Tagesmaximalwerte von ≥ 20 °C wurden erst im Laufe des Mai beobachtet. Die Waldbäume begannen 2023 daher erst vergleichsweise spät mit ihrem Austrieb. Der mittlere Austrieb der Waldbäume erfolgte je nach Baumart 4 Tage (Esche) bis 7 Tage (Eiche) später als im Mittel der 21-jährigen Zeitreihe des intensiven forstlichen Umweltmonitorings (Tabelle 3).

Buche und Eiche zeigen einen Trend zu einem generell früheren Austrieb (Abbildung 30, Seite 46). Die beobachteten Trends sind statistisch jedoch nicht signifikant.

Vegetationszeit

Das Jahr 2022 war das wärmste und sonnenscheinreichste Jahr seit Aufzeichnungsbeginn durch den Deutschen Wetterdienst. Dies führte trotz durchschnittlichen Austriebs der Waldbäume im Frühjahr zu einer langen Vegetationsperiode von Buche und Eiche (Abbildung 31, Seite 46). Für die Eiche war die Vegetationszeit mit 200 Tagen sogar die längste seit Erhebungsbeginn 2001. Sie war damit 10 Tage länger als im langjährigen Mittel und sogar einen ganzen Monat länger als im Vorjahr 2021. Die Vegetationszeit der Buche lag mit 175 Tagen 5 Tage über dem langjährigen Mittel.

Tendenziell hat sich die Vegetationszeit der Buche und Eiche in den letzten über 20 Jahren um etwa 9 Tage beziehungsweise 2 Wochen verlängert (Abbildung 31, Seite 46). Eine längere Vegetationszeit kann mit einem erhöhten Wasserbedarf der Bäume einhergehen, was in warmen und trockenen Jahren wie 2022 zu einem erhöhten Stress der Bäume führen kann. Der Stress kann sich überdies in Jahren verstärken, in denen die Bäume stark blühen oder fruktifizieren. Letzteres war in 2022 ebenfalls der Fall. Eine lange Vegetationszeit kann jedoch auch von den Bäumen genutzt werden, um insbesondere in Jahren mit außergewöhnlich langanhaltender Dürre und Hitze wie im Jahr 2022 nach einer langanhaltenden Sommerstagnation im Herbst doch noch zu wachsen und Reservestoffe zu bilden.

➔ Tabelle 3

Mittlere Austriebstage der Hauptbaumarten 2023 im Vergleich zum langjährigen Mittel (2001–2022)

Baumart	Buche	Eiche	Fichte	Kiefer
Mittel des mittleren Austriebstages ¹⁾ 2001–2022	120	120	140	128
Mittlerer Austriebstag ¹⁾ 2023	125	127	145	133
Differenz Anzahl Tage	+5	+7	+5	+5

1) Kalendertag ab Jahresbeginn (120 = 30. April in 2023)

Abbildung 30

Mittlerer Austriebstermin von Buche und Eiche auf den Intensivmonitoringflächen | 2001 bis 2023

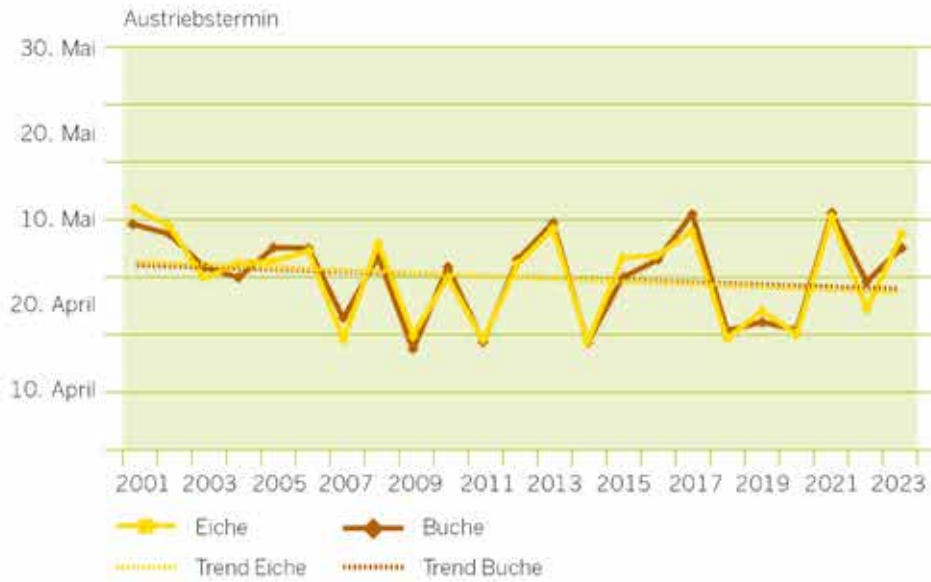
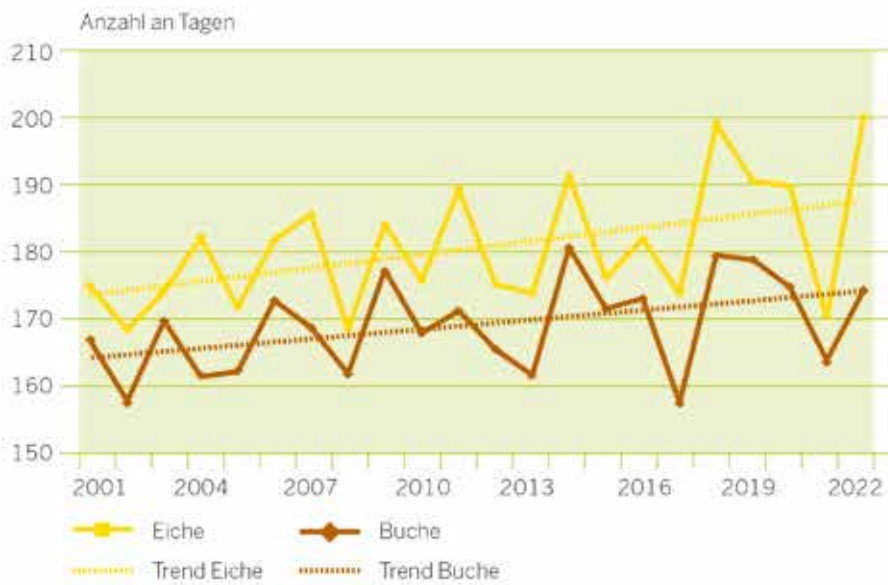


Abbildung 31

Länge der Vegetationsperiode von Buche und Eiche auf den Intensivmonitoringflächen | 2001 bis 2022



Blüte auf den Intensivmonitoringflächen

Im Frühjahr 2023 wurde an den meisten Waldbäumen der Intensivmonitoringflächen eine geringe Blüte (42 Prozent) oder eine mittlere Blüte (36 Prozent) beobachtet (Tabelle 4). Keine Blüte zeigten 16 Prozent der Bäume und nur 6 Prozent eine starke Blüte. Bei der Blüte wird die männliche Blüte aufgenommen, während die Fruchtbildung aus der weiblichen Samenanlage hervorgeht. Die Intensität der Blüte entspricht deshalb nicht unbedingt dem Ausmaß der Fruktifikation.



Fruktifikation bei der Fichte



Fruktifikation bei der Buche

Tabelle 4

Prozentuale Anteile der Bäume auf den Intensivmonitoringflächen in den vier Intensitätsstufen der Blüte | 2023

Baumart	keine Blüte	geringe Blüte	mittlere Blüte	starke Blüte
Buche	17	50	29	4
Eiche	8	38	43	11
Fichte	63	35	2	0
Kiefer	0	31	65	4
Douglasie	60	37	3	0



Fruktifikation bei der Lärche



Blattaustrieb bei der Eiche

Phänologie im Klimawandel

Das Austriebsverhalten der Waldbäume und die Länge ihrer Vegetationszeit stellen wichtige Weiser im Rahmen der Untersuchungen zum Klimawandel dar, da die phänologischen Entwicklungserscheinungen in einer engen Beziehung zur Witterung stehen. Der Zeitpunkt des Nadel-/Blattaustriebes wird neben genetischen und baumartspezifischen Veranlagungen insbesondere durch den Temperaturverlauf im Frühjahr gesteuert, wobei sowohl die mittleren Temperaturen (≥ 10 °C) als auch die Tagesmaxima eine entscheidende Rolle spielen. Der Eintritt der Herbstphasen dagegen wird von zahlreichen anderen Witterungsparametern (zum Beispiel Niederschlagsmenge im Sommer und Einstrahlung) mitbestimmt. Die für den Wald relevante Vegetationszeit ergibt sich aus phänologischer Sicht aus der Differenz des mittleren Tages von Blattverfärbung im Herbst und Austrieb im Frühjahr. Seit 2001 führt das Landesamt für Natur, Umwelt und Verbraucherschutz Nordrhein-Westfalen in Zusammenarbeit mit dem Landesbetrieb Wald und Holz Nordrhein-Westfalen phänologische Beobachtungen im Rahmen des intensiven forstlichen Umweltmonitorings durch. Die Ergebnisse von den Buchen- und Eichenflächen gehen in den Indikator „Phänologie der Buche“ beziehungsweise „Phänologie der Eiche“ des Klimafolgen- und Anpassungsmonitorings des Landes Nordrhein-Westfalen ein. Im Jahr 2023 erfolgen die phänologischen Beobachtungen zum Austrieb, zur Blüte und zur herbstlichen Blattverfärbung auf den 18 bestockten Intensivmonitoringflächen an insgesamt 755 Waldbäumen und sieben verschiedenen Baumarten.



**Schäden durch Fichtenborkenkäfer,
Eichenfraßgesellschaft und Buchentrocknis**

Schäden durch Fichtenborkenkäfer

Die seit 2018 laufende Borkenkäferkalamität hat bisher zu verheerenden Schäden in den Fichtenwäldern Nordrhein-Westfalens geführt. Auch im Jahr 2023 ist diese Kalamität in Nordrhein-Westfalen nicht zum Stillstand gekommen – sie hat sich allerdings in die Hochlagen der Mittelgebirge verlagert, dabei sind das Sauer- und das Siegerland deutlich stärker betroffen als die Eifel. Ausgehend von den im letzten Jahr befallenen Beständen setzte sich der Befall durch die beiden Fichtenborkenkäferarten Buchdrucker und Kupferstecher fort. Auffallend war, dass neben den Bestandesrändern der letztjährigen Käferflächen auch in entfernt gelegenen, bisher gesund erscheinenden Beständen Buchdruckerstehendbefall auftrat.

Witterung

Die Witterung in diesem Jahr verlief recht wechselhaft. So war der Frühling so nass wie zuletzt vor 10 Jahren. Es konnten in NRW sogar der siebnasseste März und der niederschlagsreichste April seit 2008 beobachtet werden (Quelle: DWD, Pressemitteilung: Deutschlandwetter 2023). Diese für die Vitalität der Fichte positive Witterung änderte sich mit dem sehr warmen und sonnigen Monat Juni. Der sehr warme Juni begünstigte die Käferentwicklung und den Borkenkäferbefall von

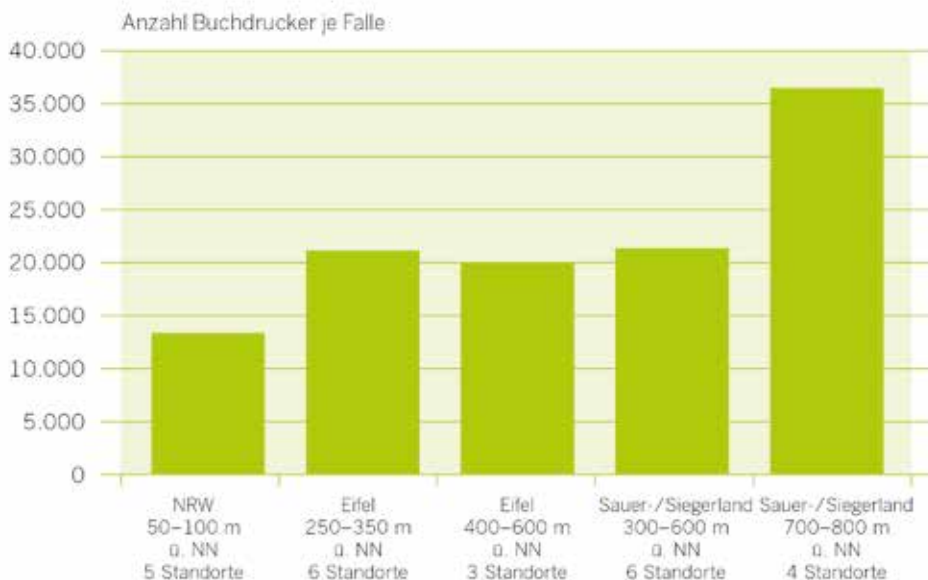
Fichten. In den darauffolgenden Monaten Juli und August fielen reichlich Niederschläge, wodurch insgesamt der Sommer wiederum regenreich und damit vermeintlich borkenkäferunfreundlich wurde. Die Temperaturen lagen im Frühjahr und im Sommer insgesamt über dem Durchschnitt, sodass die Entwicklung der Bruten bei erfolgreichem Stehendbefall vergleichsweise schnell ablaufen konnte.



Blick auf eine Fichtenkalamitätsfläche im Sauerland

➤ **Abbildung 32**

Buchdruckerfangergebnisse der Monitoringstandorte |
sortiert nach Höhenlagen und Region, je Falle |
April bis September 2023



Flugverhalten und Befall

Die Fichtenborkenkäferarten Buchdrucker und Kupferstecher sind in diesem Jahr später als letztes Jahr aus ihren Überwinterungsorten ausgeflogen. Erst Ende April waren in den niedrigeren Lagen Flugaktivitäten zu beobachten. Der Hauptflug begann im Mai und zog sich in den Höhenlagen bis Ende Juni hin. Oft war erst Mitte Juni ein bedeutend hoher Käferflug und entsprechend auch ein später Stehendbefall in den Fichtenwäldern zu beobachten. Die warm-trockenen Witterungsbedingungen in diesem Monat begünstigten den erfolgreichen Stehendbefall.

Im Gegensatz zur Eifel wurden im Sauer- und Siegerland deutlich höhere Käferfangzahlen ermittelt (Abbildung 32, Seite 49). Die Kalamität ist aktuell insbesondere in den Höhenlagen des Rothaargebirges sehr ausgeprägt.

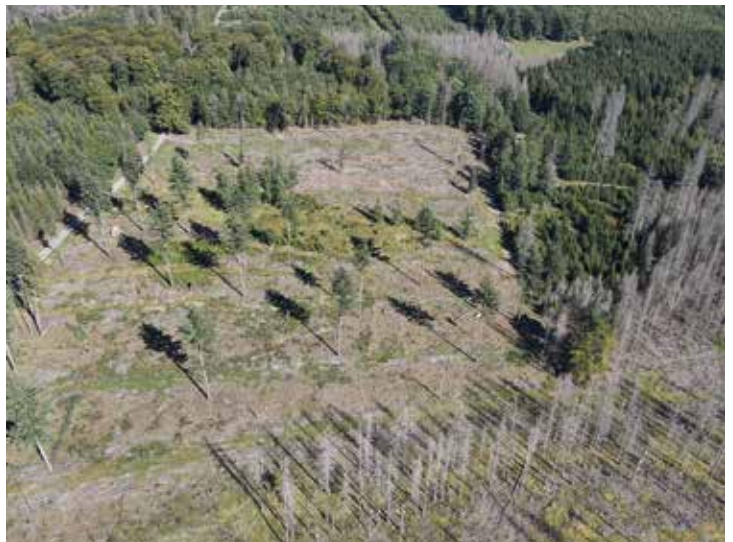
Ein Vergleich der Buchdruckermonitoringstandorte Hürtgen (Eifel) und Schmallenberg (Sauerland) verdeutlicht ebenfalls den Unterschied zwischen dem Sauerland und der Eifel (Abbildung 33, Seite 51). In Hürtgen begann der Flug im Mai und im Juni wurden die höchsten Wochenfänge ermittelt. Im späteren Jahresverlauf nahmen die Fangwerte kontinuierlich ab. Im Gegensatz zum Standort Hürtgen wurden in Schmallenberg wesentlich höhere Wochenfänge erzielt. In den

Monaten Mai bis Juli lagen diese oft über 3.000 Buchdrucker je Woche. Dies ist die Grenze, bei der von Stehendbefall gesunder Fichten ausgegangen werden muss. Erkennbar ist in der Grafik aus Schmallenberg ebenfalls, dass im August ein weiterer ausgeprägter Flug stattgefunden hat.

Dieses Jahr bildeten die Buchdrucker in Abhängigkeit der Höhenlage zwei bis höchstens drei Generationen. In den Niederungen sind bei den früh aus den Überwinterungsquartieren fliegenden Buchdruckern drei vollständige Generationen ausgebildet worden. Die etwas kühleren, für die Buchdrucker ungünstigeren Bedingungen in höheren Lagen führten gegenüber den Flachlandlagen zu einer Verzögerung der Insektenentwicklung, aber dennoch zu zwei Käfergenerationen. Dies zeigt auch das Phänologiemodell Phenips für Bad Berleburg (Abbildung 34, Seite 51). In diesem Modell wird auch in Abhängigkeit des Brutstandortes (sonnige oder schattige Lage) der schnellere und langsamere Entwicklungsverlauf dargestellt. Die zweite Generation ist hiernach in schattigen Bereichen noch nicht vollständig ausgebildet. Sie wird sich allerdings in Abhängigkeit der Witterung bis zum Jahresende vollständig entwickeln können und die Tiere auch dieser Generation werden damit ebenfalls günstige Überlebenschancen im Winter haben.



Buchdrucker auf der Rinde

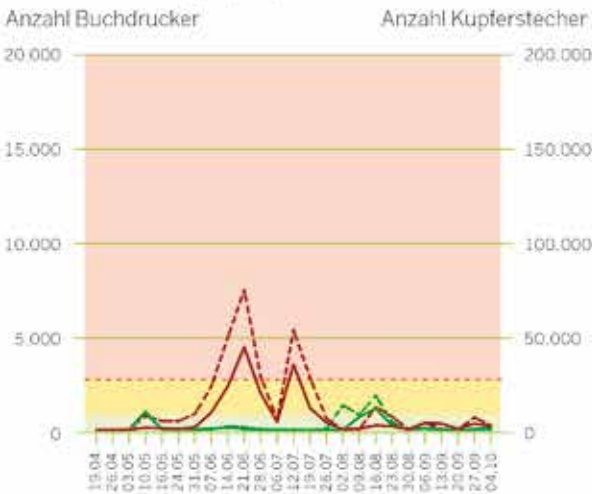


Durch Borkenkäferbefall entstandene Kahlfläche im Sauerland

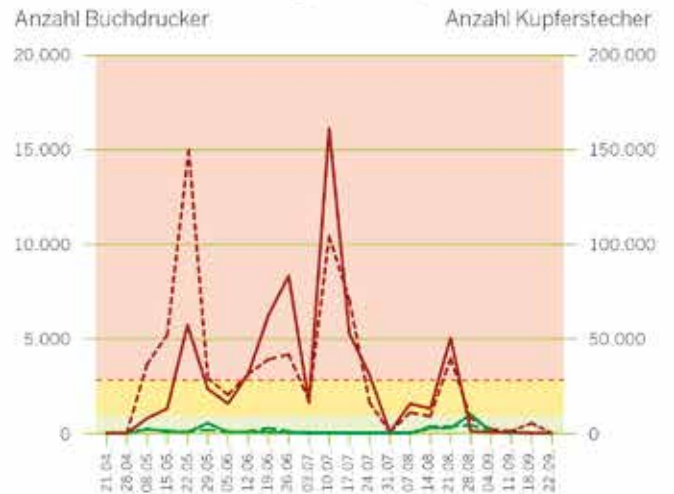
Abbildung 33

Vergleich der Borkenkäferwochenfänge | Standorte Hürtgen (Eifel) und Schmallenberg (Sauerland) | 2023

Fallenstandort Hürtgen (Eifel) 350 m ü. NN



Fallenstandort Schmallenberg (Sauerland) 750 m ü. NN



Buchdrucker — Falle 1 - - - - Falle 2

Kupferstecher — Falle 1 - - - - Falle 2

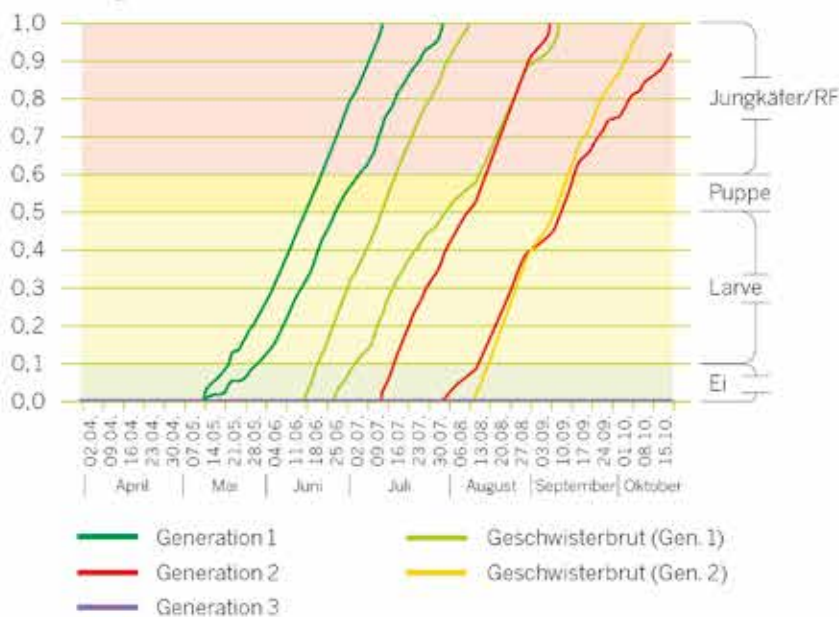
- - - - Überschreiten die Wochenfänge diese Linie, ist mit Stehendbefall völlig gesunder Fichten zu rechnen.

Abbildung 34

Generationsentwicklung des Buchdruckers | Berleburg, Bad-Stünzel | 610 m | 2023

Phänologiemoell PHENIPS der Universität für Bodenkultur Wien

Entwicklungsstand



Gleichfarbige Linien repräsentieren den minimalen und maximalen Entwicklungsverlauf der jeweiligen Generation.

Im Jahr 2023 liegt die Kalamitätsmenge (Käfer- und Sturmholz) in der Baumart Fichte bei rund 1,9 Mio. Festmetern (Stand: September 2023). Somit verringert sich die Jahresgesamtmenge gegenüber dem Vorjahr wiederum deutlich. Dies ist vor allem auf den bereits erfolgten Verlust vieler befallsfähiger Fichtenbestände und des dort stockenden Vorrats in den Vorjahren, die seit dem letzten Jahr tendenziell gestiegene Vitalität der Fichten sowie auf die schnellere Aufarbeitung des forstschutzrelevanten Käferholzes dank ausreichender Aufarbeitungskapazitäten zurückzuführen. Zudem sind Sturmereignisse mit nennenswerten Schadholzmengen 2023 ausgeblieben (Abbildung 35).

Werden die durch Sturm und Borkenkäfer verursachten Kalamitätsmengen für die Baumart Fichte von Anfang 2018 bis September 2023 zusammengefasst, ergibt sich eine Schadholzgesamtmenge von rund 47 Mio. Festmetern. Mittlerweile summieren sich die Vorratsverluste in der Baumart Fichte auf circa 60 Prozent des Fichtenvorrats in Nordrhein-Westfalen.

Zusammen mit den Ergebnissen des Borkenkäfermonitorings zeigt sich, dass der Schwerpunkt der Kalamität wie in den letzten zwei Jahren auch im Sauer- und Siegerland liegt. Vor allem dort traten teilweise neue Befallsnester

auf oder der Befall setzte sich in den betroffenen Beständen der Vorjahre fort. Die bisher bekannte Dynamik schwächte sich aber auch hier insgesamt gesehen ab. Die Käfernester konnten zumeist im Laufe des Jahres zügig aufgearbeitet werden. Trotzdem ist es im August und September wiederum zu neuem Stehendbefall gekommen. Die befallenen Bäume sind schnellstmöglich bis zum Wintereinbruch aufzuarbeiten, um die Überwinterung der Fichtenborkenkäfer zu verhindern.

In der Eifel traten im Sommer kleinere neue Käfernester auf. Diese waren allerdings von der Schadholzmenge übersichtlich und konnten zeitnah aufgearbeitet werden. Insgesamt betrachtet breitete sich somit die Kalamität vor allem im Sauerland weiter aus. In anderen Teilen des Rheinlandes sowie im Münsterland, in Ostwestfalen und dem Ruhrgebiet sind seit 2018 viele Fichten abgestorben und oft nur noch vereinzelte Fichtenaltbestände vorhanden. Der frische Käferbefall nahm in NRW im Laufe des Sommers sehr deutlich ab und die Befallsmengen verringerten sich gegenüber dem letzten Jahr auf ein Niveau, das annähernd der regulären jährlichen Holzeinschlagsmenge vor 2018 entspricht. Damit ist der Holzeinschlag in der Fichte weiterhin im Wesentlichen kalamitätsbedingt, reguläre Hiebsmaßnahmen stehen weiterhin zurück.

➔ **Abbildung 35**

Kalamitätsmengen durch Borkenkäfer und Sturm an der Fichte | 2018 bis September 2023



Kalamitätsflächenermittlung im Nadelwald mithilfe von Satellitendaten

Die aggregierte Kalamitätsfläche, also die Summe der Schäden im Nadelwald seit 2018, beträgt in NRW zum Stand Anfang September 2023 circa 142.600 Hektar.

Zwischen September 2022 und September 2023 stieg die Kalamitätsfläche um 7.958 Hektar (Tabelle 5) an. Es zeigt sich also eine geringere Zunahme der Kalamitätsfläche im Vergleich zu den Jahren 2019–2022. Nur zu Beginn der Großkalamität zwischen September 2017 und September 2018 war diese Fläche kleiner. Diese Frühphase wurde durch den Sturm „Friederike“ geprägt

und ist deshalb mit den Folgejahren, in denen die Kalamitätsfläche hauptsächlich durch Borkenkäferschäden entstanden ist, nicht vergleichbar.

Die Abbildung 36a (Seite 54) zeigt die Verteilung dieser Flächensumme auf die 16 Regionalforstämter. Die jüngeren Schäden konzentrieren sich in 2023 nahezu ausschließlich auf eine Kernschadenszone, bestehend aus den Sauerland-Forstämtern (siehe Abbildung 36b, Seite 54 und Abbildung 37, Seite 55).

↻ Tabelle 5

Zunahme der jährlichen Kalamitätsfläche |
jeweils September bis September | in ha

2018	5.714
2019	8.796
2020	41.718
2021	56.382
2022	21.990
2023	7.958

Methodische Anmerkungen:

Beim Vitalitätsmonitoring wird anhand von Referenzdaten zu geschädigten und gesunden Nadelwaldbeständen ein Vegetationsindex berechnet. Durch den Vergleich der aktuellen Werte mit einem Vergleichszeitpunkt zum Beispiel aus 2017 lassen sich Veränderungen der Vitalität (unter anderem Chlorophyll-Produktivität) ableiten. Bei steigender Abnahme der Vitalität werden die Flächen als geschädigt klassifiziert. Stark beeinflusste Flächen lassen auf bereits aufgearbeitete oder geräumte Kahlflächen schließen. Die Ergebnisse werden als digitale Karten im Internetportal Waldinfo.NRW veröffentlicht. In den über die Copernicus-Satelliten als Nadelwald erkannten Flächen (im Rahmen der Fernerkundung wurden durch Auswertung von Satellitendaten rund 340.500 Hektar als Nadelwald klassifiziert; diese Fläche ist rund 5 Prozent geringer als die bei der Landeswaldinventur als Nadelwald ausgewiesene Fläche von 359.000 Hektar) wurden mit dem geschilderten Verfahren bisher die Kalamitätsflächen der Jahre 2018 bis September 2023 abgeleitet und aggregiert. Dabei sind einige methodische Aspekte zu beachten:

- Aufgrund von überlagernden Randstrukturen oder Unterschreitung einer auf 0,1 Hektar festgesetzten Mindestflächengröße pro Kalamitätsfläche liefert das Verfahren für bestimmte Waldflächen keine Ergebnisse (4 Prozent der als Nadelwald erkannten Fläche bzw. insgesamt rund 13.600 Hektar).
- Als gesicherte Kalamitätsfläche werden nur solche Flächen berücksichtigt, die entweder der Schadstufe 2 „sichtbarer bis schwerer Käfer-/Trocknisschaden“ oder der Schadstufe 3 „aufgearbeitete oder geräumte Kahlfläche“ angehören. Dies ist die „Aggregierte Kalamitätsfläche“ (siehe auch Kartenlayer: „Aggregierte Kalamitätsfläche, Seite 55).

Abbildung 36a

Kalamitätsflächen in den einzelnen Regionalforstämtern

Verteilung der durch die Fernerkundung detektierten Kalamitätsflächen seit 2018 (Abbildung 36a) beziehungsweise der Neu-Schäden September 2022 bzw. Juni 2023 bis September 2023 (Abbildung 36b)

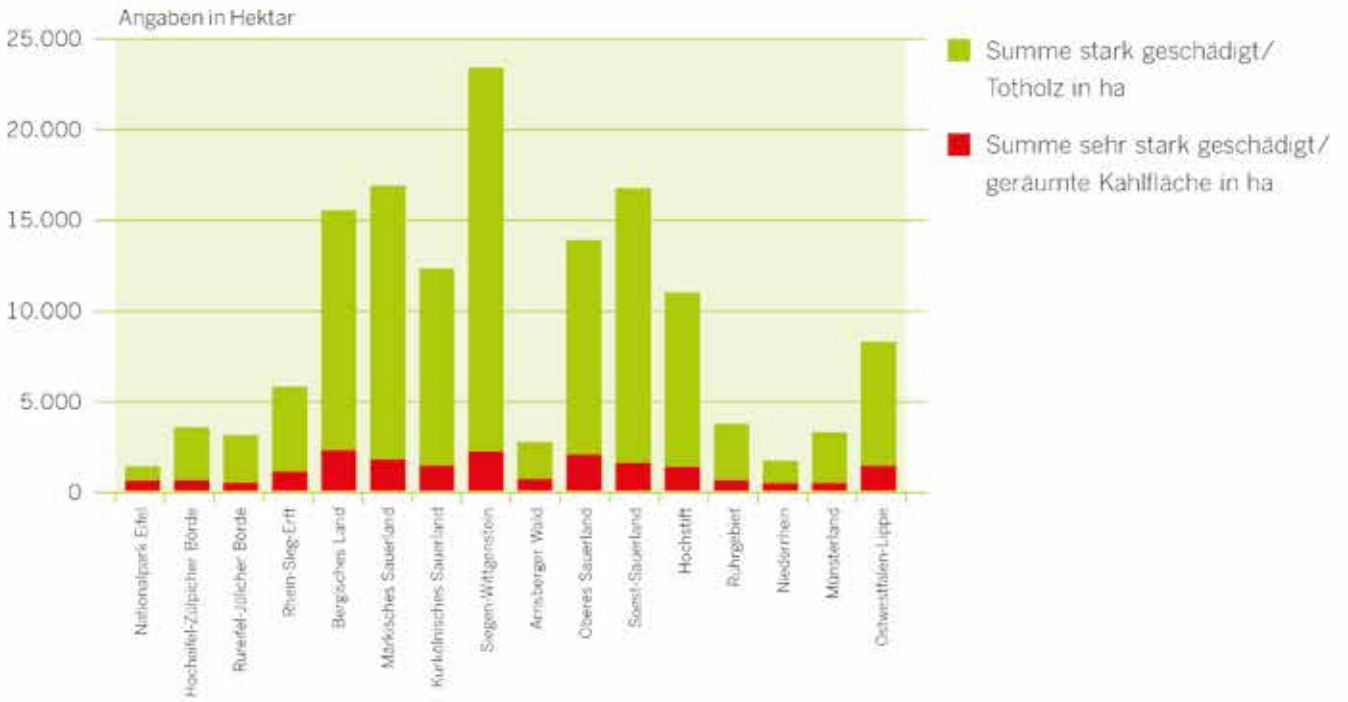
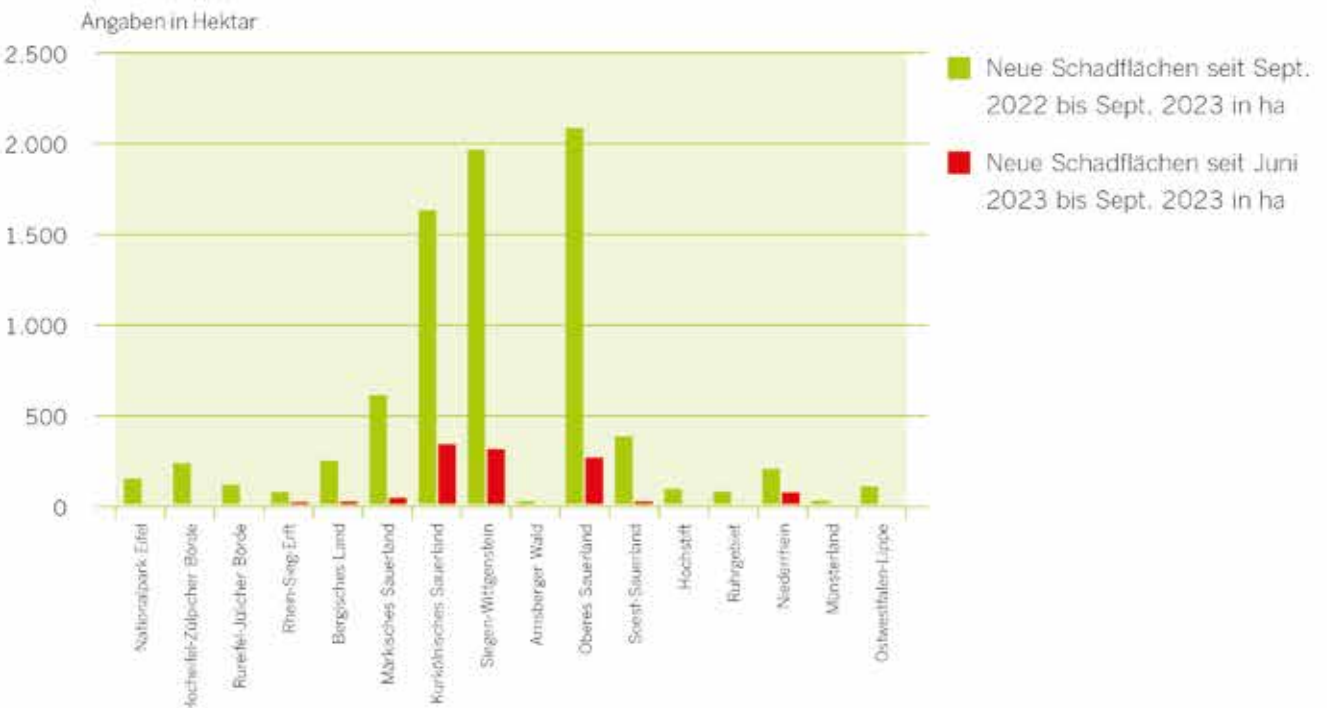


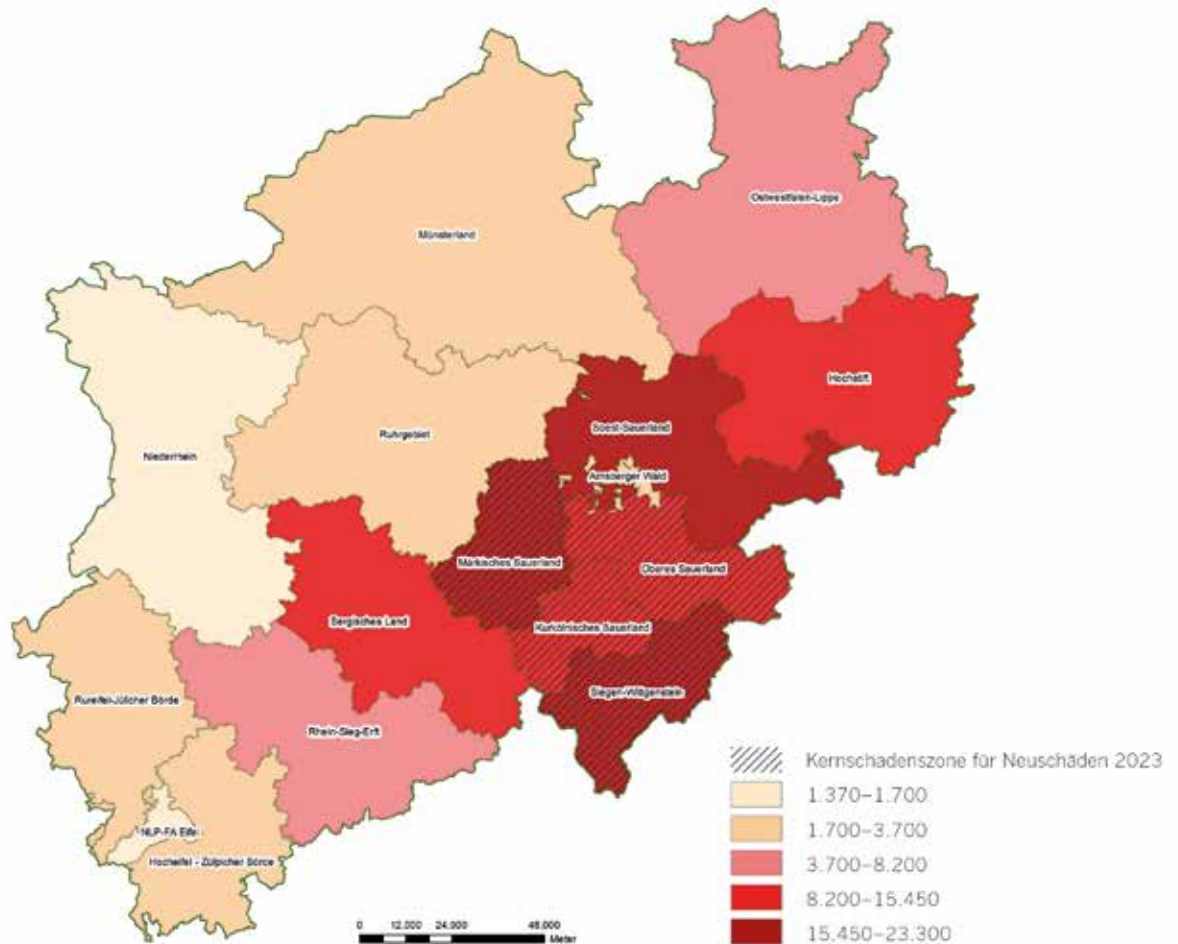
Abbildung 36b

Aufgetretene neue Schadflächen | Vergleich 2022 und 2023



➤ **Abbildung 37**

Aggregierte Kalamitätsfläche im Forstamt | September 2023 |
in Hektar



Aufarbeitung

Durch die im Juni herrschende Dürre begünstigt, ist in ganz NRW ein Stehendbefall gesunder Fichten aufgetreten. Gegenüber den Vorjahren war dieser Befall insgesamt allerdings geringer. Somit konnten diese kleineren Käfernester zumeist zügig aufgearbeitet werden. Dies verhinderte im späteren Jahresverlauf weitgehend die weitere Ausbreitung der Fichtenborkenkäfer von den befallenen Bäumen auf weitere gesunde Fichtenbestände.

Nach der Aufarbeitung und Holzpolterung war das Ziel, die Bäume möglichst schnell aus dem Wald abzufahren,

damit nicht die sich in der Rinde entwickelnden Borkenkäfer ausschwärmen und vor Ort einen Neubefall verursachen. Aufgrund der schlechteren Holzmarktentwicklung und der daraus resultierenden zögerlichen Abfuhr zum Sägewerk konnte dieses Ziel nicht immer erreicht werden. Deshalb mussten auch punktuell Holzpolter am Wegesrand mit Insektiziden behandelt werden. Trotz der in diesem Jahr relativ schnellen Aufarbeitung ist es – örtlich sehr unterschiedlich ausgeprägt – im geringen Umfang im August zum erneuten Stehendbefall von Fichten gekommen.



Durch Schmetterlingsraupen des Eichenwicklers im Frühjahr kahlgefressene und sich wiederbegrünende Eiche

Schäden durch Eichenfraßgesellschaft

Die Vitalität heimischer Eichenbestände hat sich in den letzten Jahrzehnten zunehmend verschlechtert. Fraßschäden durch die Eichenfraßgesellschaft sind dabei von zentraler Bedeutung. Die Eichenfraßgesellschaft besteht aus Raupen verschiedener Schmetterlingsarten, die sich je nach Art im Frühjahr bis in den ausgehenden Frühsommer von Knospen und Blättern beider Eichenarten monophag oder polyphag unter Einbeziehung weiterer Wirtsbaumarten ernähren. Zur Eichenfraßgesellschaft zählen insbesondere die beiden Spannerarten Kleiner Frostspanner (*Operophtera brumata*) und Großer Frostspanner (*Erannis defoliaria*), der Grüne Eichenwickler (*Tortrix viridana*), der Eichenprozessionsspinner (*Thaumetopoea processionea*) und der Schwammspinner (*Lymantria dispar*).

Die Überwachung der Populationsdichten der beiden Frostspannerarten erfolgt mithilfe von Leimringen, die im Herbst in ausgewählten Eichenbeständen angebracht werden. Wie in Abbildung 38 (Seite 57) zu erkennen ist, zeigt das durchgeführte Monitoring von 2017 bis 2020 einen deutlichen Anstieg der Populationsdichten, wobei während dieser Gradation nur im Wuchsgebiet Westfälische Bucht die Warnschwelle für Kahlfraß überschritten wurde. Hier trat in den Jahren 2018, 2019 und 2020 lokal verstärkter Fraß in Eichenbeständen auf. Seit 2021 zeigt sich eine Verringerung der Belagsdichten. Die Ergebnisse der Leimringuntersuchungen vom Herbst 2022 zeigen, dass sich die beiden Frostspannerarten weiterhin in der Latenz befinden.

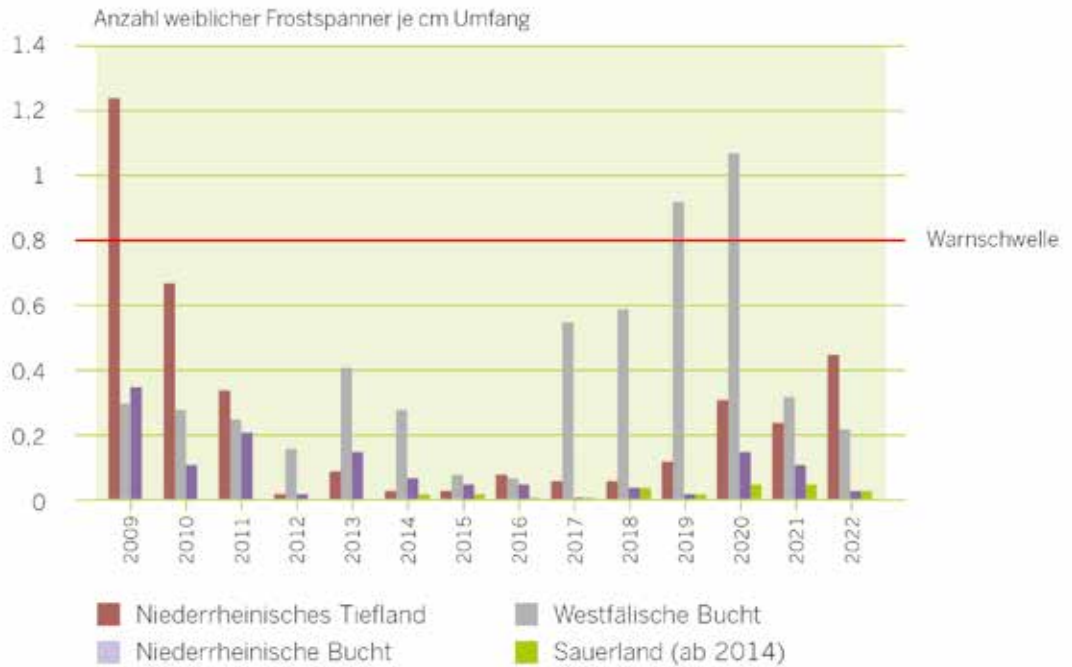
So verursachten 2023 die Frostspannerarten in den Eichenbeständen nur einen geringen Fraß.

Der Grüne Eichenwickler verursachte 2023 vor allem in der Westfälischen Bucht einen im Vergleich zu den Vorjahren bedeutenden Fraß. Vor allem betroffen waren Waldränder und Baumreihen. Erstaunlich war in diesem Jahr die anschließende schnelle Entwicklung des auf den Fraß folgenden Regenerationstriebes und des im Juni folgenden Johannistriebes. Hierdurch wurde der Fraß in der Krone optisch sehr schnell kompensiert. Der Fraß des Eichenprozessionsspinners, der sich in den vergangenen Jahren in Nordrhein-Westfalen weit verbreiten konnte und zunehmend auch in höheren Lagen beobachtet wird, war in den Waldbeständen Nordrhein-Westfalens dieses Jahr gering und unbedeutend. Nach Jahren stärkeren Befalls befindet sich dieser Schädling derzeit in der Latenz. Entsprechendes gilt für den Schwammspinner, der in Nordrhein-Westfalen bisher nur punktuell in höheren Populationsdichten auffällig wurde.

Die Waldschutzabteilung der Nordwestdeutschen Forstlichen Versuchsanstalt berichtet für Hessen und Sachsen-Anhalt über bestandesbedrohende Schäden in allen Altersklassen durch den Zweifleckigen Eichenprachtkäfer (*Agrilus biguttatus*). Der auch in Nordrhein-Westfalen einheimische Käfer profitiert von Vitalitätsschwäche und Trockenstress und kann ausgeprägte Gradationen durchlaufen. Aktuell gibt es in Nordrhein-Westfalen nur vereinzelt ein auffälliges Schadgeschehen durch diese Art.

Abbildung 38

Frostspanner-Leimringprognose | ausgewählte Eichenbestände
| 2009 bis September 2022



Eichenwicklerschmetterling

Schäden durch Buchentrocknis

Seit 2018 treten auf bestimmten Standorten Nordrhein-Westfalens in Rotbuchenbeständen bestandesbedrohende Absterbeerscheinungen infolge der Hitze und Trockenheit auf. Typisch sind Kronentrocknis, ein Absterben des Stammes von der Krone her sowie ein Auftreten von Schleimflussflecken oder auch Konsolenpilzen am Stamm. Weiterhin treten Rindenschäden in Form von Rissen und abplatzender Rinde auf. Diese Schäden können auf Sonnenbrand bzw. den Befall mit Rindenpilzen sowie Borken- und Prachtkäfern zurückgeführt werden. Später besiedeln verschiedene Arten von Holzfäulepilzen die Bäume. Ausgangspunkte des Schadgeschehens waren die Trockenstressereignisse der Jahre 2018–2020 und 2022. Die Schäden treten mittlerweile nicht nur in Altbeständen, sondern zunehmend auch an jüngeren, zuvor augenscheinlich gesunden Rotbuchen auf. In diesem Jahr war erkennbar, dass sich auf prädisponierten Standorten die Trockenheit des letzten Jahres auf die Vitalität der Buchen ausgewirkt hat. Auch ein vermehrtes Auftreten von Schleimflussflecken, die durch sekundären Buchenborkenkäfer- (*Taphrorichus bicolor*/ *Ernoporus fagi*) oder Buchenprachtkäferbefall (*Agrilus viridis*) verursacht werden, war dieses Jahr auffällig.



Durch Buchentrocknis absterbende Buchen

Waldbrände

Angesichts der Witterung im Frühling und Sommer sind in 2023 wieder deutlich weniger Waldbrände aufgetreten. Bis September vernichteten 20 Brände rund 8 Hektar Wald.

Wiederbewaldung

Seit dem Beginn der Kalamität in 2018 standen zunächst die Eindämmung der Borkenkäferentwicklung und die Aufarbeitung der Schadflächen im Vordergrund. In den letzten Jahren wurde zunehmend auch mit der Wiederbewaldung der Schadflächen begonnen.

Nach vorläufigen Abschätzungen wird davon ausgegangen, dass bisher auf über einem Viertel der Kalamitätsfläche eine Wiederbewaldung erfolgt ist, sowohl durch Naturverjüngung als auch durch Pflanzung.

Ein Wiederbewaldungsmonitoring wird hierzu weitere Informationsgrundlagen liefern.



Wirkungsfaktoren für Waldvitalität und forstliches Umweltmonitoring



Bereits seit der Debatte über das „Waldsterben“ und den „sauren Regen“ zu Beginn der 1980er Jahre besteht ein großer Informationsbedarf zur Vitalität der Waldökosysteme. Waldökosysteme sind komplexe Systeme, in denen viele Wechselwirkungen bestehen und deren Vitalität durch verschiedene Wirkungsfaktoren gesteuert wird (Abbildung 39). Die atmosphärischen Stoffeinträge sowie das Klima bzw. die Witterung stellen die beiden externen Hauptsteuergrößen dar. Atmosphärische Stoffeinträge wirken direkt (zum Beispiel Nadel-/Blattschäden durch Ozon oder Schwefeldioxid) sowie indirekt (zum Beispiel Feinwurzelschäden durch Bodenversauerung infolge von hohen Säureeinträgen) auf die Waldbäume. Auch die Steuergröße Klima bzw. Witterung beeinflusst die Waldbäume direkt (zum Beispiel Sturmwurf oder Sonnenbrand) und indirekt (zum Beispiel Wassermangel durch Bodenaustrocknung). Die Steuergröße biotische Einflüsse (zum Beispiel Borkenkäferbefall) ist wiederum selbst eng an die Witterungsbedingungen geknüpft. Überdies wirken zusätzlich zu variablen, lokalen Gegebenheiten (zum Beispiel Baumkonkurrenz) auch die permanenten, lokalen

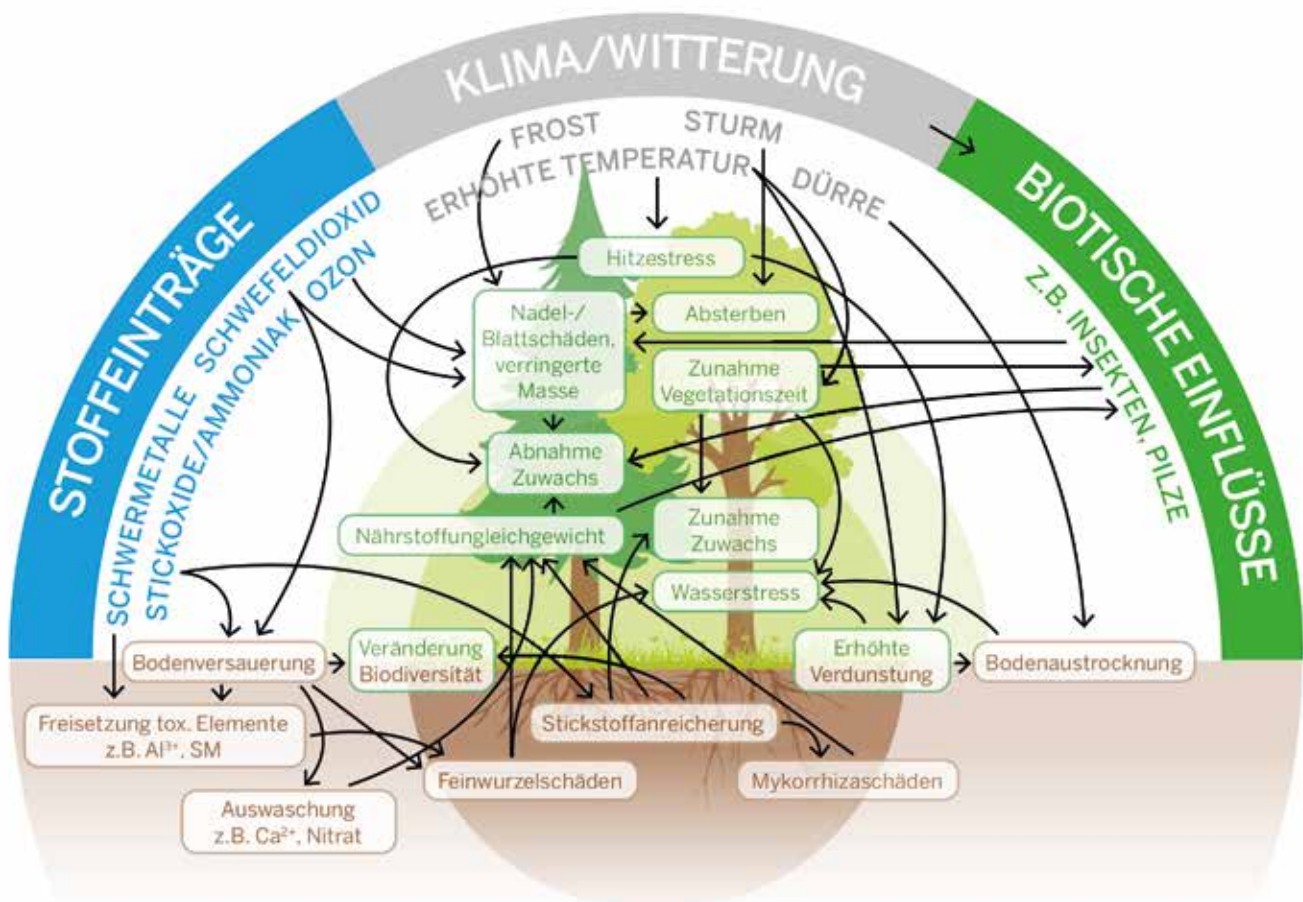
Gegebenheiten auf die Waldbäume, hierzu zählen Bodeneigenschaften wie die Bodenart, aber auch die Lage.

Das forstliche Umweltmonitoring

Das forstliche Umweltmonitoring hat sich zum übergeordneten Ziel gesetzt, den ökologischen Zustand und die Entwicklung der Wälder zu untersuchen und die Ursache-Wirkungszusammenhänge in diesem komplexen System zu analysieren. Das forstliche Umweltmonitoring wurde als Reaktion auf die Waldschäden Anfang der 1980er Jahre ins Leben gerufen. Die Monitoringaktivitäten finden seit 1985 europaweit harmonisiert im Rahmen des „Internationalen Kooperationsprogramms zur Erfassung und Überwachung der Auswirkungen von Luftverunreinigungen auf Wälder“ (ICP Forests) unter dem Dach der „Vereinbarung über weiträumige grenzüberschreitende Luftverunreinigungen“ (CLRTAP) der UNECE statt. Die Rechtsgrundlage für das forstliche Umweltmonitoring in Deutschland stellen die Verordnung über Erhebungen zum forstlichen

➤ Abbildung 39

Schematische Darstellung der Ursache-Wirkungsbeziehungen in einem Waldökosystem



Im Fall von zweifarbigem Beschriftung trifft die Wirkung sowohl auf das oberirdische (grün) als auch das unterirdische (braun) Waldökosystem zu.

Quelle: Nadine Eickenscheidt, unveröffentlicht

Umweltmonitoring (ForUmV) sowie die Verordnung über Erhebungen zum Zustand des Waldbodens (BZEV) zu § 41a Absatz 6 Bundeswaldgesetz dar. Heutzutage stehen die Auswirkungen des Klimawandels und die Spätfolgen der Schadstoffeinträge im Fokus des Monitorings.

Zur Erreichung der Ziele wird das forstliche Umweltmonitoring auf der Basis von zwei sich ergänzenden Säulen umgesetzt, der landesweit repräsentativen Erhebung auf einem systematischen Stichprobennetz (Level I) und dem intensiven Monitoring auf ausgewählten Dauerbeobachtungsflächen (Level II).

Level I

Das Level-I-Programm in Nordrhein-Westfalen beinhaltet die Waldzustandserhebung (WZE), die Bodenzustandserhebung im Wald (BZE) und die immissionsökologische Waldzustandserhebung (IWE). Die Basis für die Level-I-Untersuchungen bildet ein systematisches 4 x 4 km-Stichprobennetz mit rund 560 Stichprobenpunkten

(Abbildung 40, Seite 63). Der Landesbetrieb Wald und Holz Nordrhein-Westfalen koordiniert die Umsetzung der Waldzustandserhebung und das Landesamt für Natur, Umwelt und Verbraucherschutz die Umsetzung der Bodenzustandserhebung im Wald und der immissionsökologischen Waldzustandserhebung.

Level II

Das intensive Monitoring auf Dauerbeobachtungsflächen (Abbildung 40, Seite 63) zielt insbesondere auf dynamische Prozesse im Waldökosystem und eine detaillierte Analyse der Wirkungsbeziehungen zwischen den Beobachtungsparametern. Es vertieft die Erhebungen und Erkenntnisse aus dem Level-I-Monitoring durch eine höhere zeitliche Auflösung und ein breiteres Erhebungsspektrum (Abbildung 41, Seite 63). Das Landesamt für Natur, Umwelt und Verbraucherschutz koordiniert die Umsetzung des Intensivmonitorings. Die Intensivmonitoringflächen sind eng mit den Bodendauerbeobachtungsflächen verknüpft, die sich in direkter Nachbarschaft befinden.

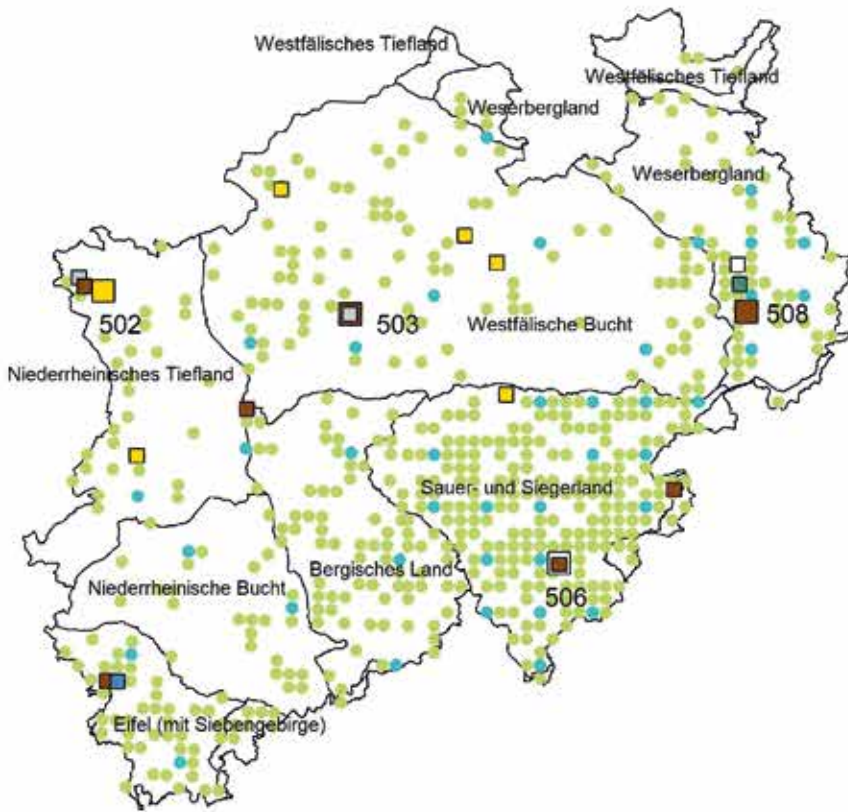
Stoffeinträge und ihre Auswirkung auf die Waldböden – Dritte Bodenzustandserhebung im Wald

Das „Waldsterben“ der 1980er Jahre wurde primär auf die menschengemachten Stoffeinträge („Saurer Regen“) zurückgeführt. Seit den 1980er Jahren werden der Stoffeintrag in die Wälder in Nordrhein-Westfalen sowie die Auswirkungen auf die Waldböden und Waldbäume im Rahmen des forstlichen Umweltmonitorings erfasst. Einträge von Stickstoff, Säuren und Schwermetallen sind in den letzten 40 Jahren zum Teil deutlich zurückgegangen. Die Stickstoffeinträge haben sich zum Beispiel um mehr als 50 Prozent verringert und die Säureinträge sogar um fast 80 Prozent. Die Waldböden weisen jedoch ein langes Gedächtnis auf, so spielen die Bodenversauerung und Eutrophierung weiterhin eine wichtige Rolle. Der Grad der Versauerung und die Nährstoffversorgung im Oberboden haben sich zwar im Mittel seit den 1980er Jahren aufgrund geringerer Einträge und der Bodenschutzkalkung verbessert, im Unterboden wird jedoch eine weiter fortschreitende Versauerung beobachtet. Stark versauerte Böden weisen eine geringe biologische Aktivität auf, die Nährstoffversorgung der Bäume ist eingeschränkt und überdies können toxische Elemente im Boden freigesetzt werden, die wiederum Feinwurzelschäden zur Folge haben können. Die weiterhin bestehende Eutrophierung der Waldökosysteme geht mit Austrägen von Nitrat mit dem Sickerwasser einher, die sich negativ auf die Qualität unseres Trinkwassers auswirken können. Auch die natürliche Artenvielfalt des Waldbodens (u. a. symbiotische Wurzelpilze) und der Bodenvegetation ist gefährdet. Die Überversorgung der Waldbäume mit Stickstoff kann überdies zu Nährstoffungleichgewichten führen. Die Spätfolgen der chronisch hohen Stoffeinträge stellen somit vielerorts eine zusätzliche Belastung für die Waldökosysteme in Zeiten des Klimawandels dar.

Gesunde Waldböden bilden die Basis für vitale und widerstandsfähige Wälder. Sie sind die Lebensgrundlage von Waldbäumen und vielen anderen Lebewesen und erfüllen vielfältige Regelungsfunktionen im Naturhaushalt. Auch bei der Anpassung der Wälder an den Klimawandel kommt den Waldböden eine wichtige Rolle zu. Die Erhaltung ihrer Funktionstüchtigkeit ist daher von zentraler Bedeutung und entsprechend zu überwachen. Die dritte Bodenzustandserhebung im Wald (Datenerhebung 2022–2024) wird neue Daten und Erkenntnisse zur aktuellen Entwicklung unserer Waldböden liefern. Im Fokus stehen die Bodenversauerung, Eutrophierung, Schwermetallbelastung und Kohlenstoffspeicherung. Zusätzlich werden die Waldernährung, der Kronenzustand, die Bestockung, das Totholz und die Bodenvegetation untersucht. Weitere Informationen zur dritten Bodenzustandserhebung im Wald in Nordrhein-Westfalen finden sich unter www.lanuv.nrw.de/bze.

Abbildung 40

Systematisches Stichprobennetz (Level I) und Intensivmonitoringflächen (Level II) des forstlichen Umweltmonitorings in Nordrhein-Westfalen

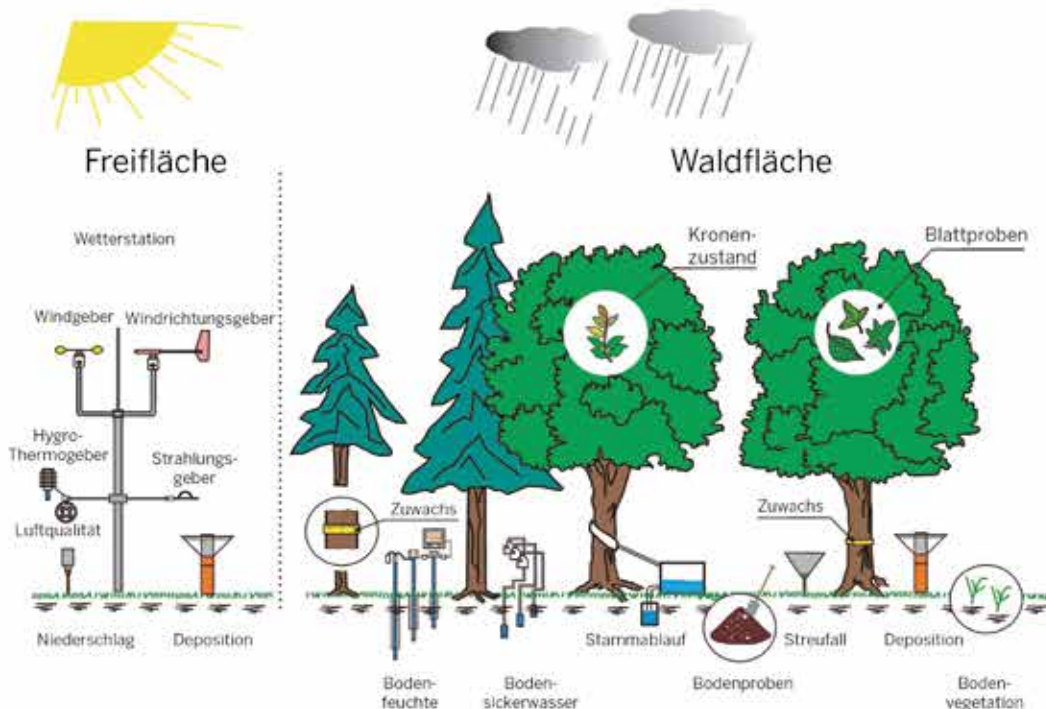


Das 4 x 4 km-Basisraster beinhaltet das 16 x 16 km-Raster des Bundes und von ICP Forests. Zu den Dauerbeobachtungsflächen des intensiven Monitorings gehören vier Langzeit-Kernflächen, auf denen das gesamte Level-II-Messprogramm mindestens seit 1995 durchgeführt wird. Diese Kernflächen sind mit einem größeren Quadrat dargestellt als die übrigen Intensivmonitoringflächen.

- Level I**
- 4 x 4 km-Raster
 - 16 x 16 km-Raster
- Level II**
- Buche
 - Eiche
 - Fichte
 - Kiefer
 - Douglasie
 - Kalamität

Abbildung 41

Aufbau und Erhebungsparameter einer Level-II-Kernfläche des intensiven forstlichen Umweltmonitorings in Nordrhein-Westfalen



Weiterführende Informationen

Internetseiten

- Ministerium für Landwirtschaft und Verbraucherschutz des Landes Nordrhein-Westfalen: www.mlv.nrw.de
- Landesbetrieb Wald und Holz NRW: Waldzustand/Waldzustandsberichte
www.wald-und-holz.nrw.de/wald-in-nrw/waldzustand/
- Landesbetrieb Wald und Holz NRW: Team Wald- und Klimaschutz
www.wald-und-holz.nrw.de/ueber-uns/forschung/waldschutzmanagement/
- Landesbetrieb Wald und Holz NRW: Borkenkäfermonitoring
<https://borkenkaefer.nrw.de/>
- Landesamt für Natur, Umwelt und Verbraucherschutz NRW: Forstliches Umweltmonitoring
www.lanuv.nrw.de/natur/forstliches-umweltmonitoring/
- Landesamt für Natur, Umwelt und Verbraucherschutz NRW: Bodenzustandserhebung im Wald
www.lanuv.nrw.de/natur/forstliches-umweltmonitoring/level-i-landesweite-stichproben/bodenzustandserhebung
- Landesamt für Natur, Umwelt und Verbraucherschutz NRW: Bodenmonitoring
www.lanuv.nrw.de/umwelt/bodenschutz-und-altlasten/bodenschutz/bodenmonitoring/bdf
- Landesamt für Natur, Umwelt und Verbraucherschutz NRW: Klimaatlas Nordrhein-Westfalen
www.klimaatlas.nrw.de
- Landesamt für Natur, Umwelt und Verbraucherschutz NRW: FIS Klimaanpassung NRW
www.lanuv.nrw.de/klima/klimaanpassung-in-nrw/fis-klimaanpassung-nordrhein-westfalen
- Geologischer Dienst NRW: Forstliche Boden- und Standortkarten
www.gd.nrw.de/bo_dk_forst-standortkarten.htm
- Geologischer Dienst NRW: www.gd.nrw.de/bo_bb_boden-und-klimawandel.htm
- Geologischer Dienst NRW: Bodenfeuchte Aktuelle Messdaten
www.gd.nrw.de/bo_bb_bodenfeuchtemessdaten.php
- Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft: Waldzustandserhebung Deutschland
www.bmel.de/DE/themen/wald/wald-in-deutschland/waldzustandserhebung.html
- Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft: Wald in Deutschland
www.bmel.de/DE/themen/wald/wald-in-deutschland/wald-in-deutschland_node
- Deutscher Wetterdienst (DWD): Wetter und Klima im Überblick
www.dwd.de/DE/Home/home_node.html
- Deutscher Wetterdienst (DWD): Deutscher Klimaatlas
www.dwd.de/DE/klimaumwelt/klimaatlas/klimaatlas_node.html
- Deutscher Wetterdienst (DWD): Waldbrandgefahrenindex
www.dwd.de/DE/leistungen/waldbrandgef/waldbrandgef.html
- International Co-operative Programme on Assessment and Monitoring of Air Pollution Effects on Forests (ICP Forests): Informations on Forests in Europe
icp-forests.net

Literatur

Witterungs- und Bodenwasserverhältnisse

- Bréda, N., Huc, R., Granier, A., Dreyer, E. (2006): Temperate forest trees and stands under severe drought: A review of ecophysiological responses, adaption processes and long-term consequences. *Ann. For. Sci.* 63: 625-644
- LANUV. 2021. Klimabericht NRW 2021. LANUV Fachbericht 120. Recklinghausen.
- Schultze, B., Kölling, B., Dittmar, C., Rötzer, T., Elling, W. (2005): Konzept für ein neues quantitatives Verfahren zur Kennzeichnung des Wasserhaushalts von Waldböden in Bayern: Modellierung – Regression – Regionalisierung. *Forstarchiv* 76: 155-163

Schäden durch Fichtenborkenkäfer, Stürme, Buchentrocknis und Waldbrände

- Lyr, H., Fiedler, H.-J., Tranquillini, W. (1992): *Physiologie und Ökologie der Gehölze*; Gustav Fischer Verlag; 620 S.
- Strasburger, E; neubearbeitet von v. Denffer, D.; Ehrendorfer, F.; Mägdefrau, K. (1978): *Lehrbuch der Botanik*; Gustav Fischer Verlag; 1.078 S.

Impressum

Herausgeber

Ministerium für Landwirtschaft und Verbraucherschutz
des Landes Nordrhein-Westfalen
Stadttor 1
40219 Düsseldorf

Fachredaktion

Ministerium für Landwirtschaft und Verbraucherschutz
des Landes Nordrhein-Westfalen
Referat III-2 Waldbau, Klimawandel im Wald, Holzwirtschaft

Landesbetrieb Wald und Holz Nordrhein-Westfalen
Fachbereich V – Zentrum für Wald- und Holzwirtschaft,
Team 4 – Waldplanung, Sachgebiet 42 – Großrauminventuren

Fachtexte

Landesbetrieb Wald und Holz Nordrhein-Westfalen
Johannes Bürvenich
Dr. Stefan Franz
Norbert Geisthoff
Lutz Jaschke
Dr. Wiebke Theisinger

Landesamt für Natur, Umwelt und Verbraucherschutz Nordrhein-Westfalen
Dr. Nadine Eickenscheidt

Fotonachweis

Carsten Arndt: S. 4 oben links, 48, 50 rechts; Stefan Befeld: S. 50 links; MLV NRW/Sondermann:
S. 3; Nadine Eickenscheidt: S. 4 alle (außer oben links, Mitte), 30, 33, 34, 36, 38, 40, 43, 44, 47, 60;
Norbert Geisthoff: S. 4 Mitte, 49, 56, 57, 58; MLV NRW/Mrosek: S. 1, 59, 68; Sachgebiet 42 Groß-
rauminventuren des Landesbetriebes Wald und Holz NRW: S. 10, 12, 13, 17, 20, 22, 23, 25, 28

Abbildungsnachweis

Soweit nicht anders angegeben, liegen die Rechte der Abbildungen bei den jeweiligen Autoren.

Gestaltung

setz it. Richert GmbH, Sankt Augustin, www.setz.it.de

Stand

November 2023

Ministerium für Landwirtschaft und Verbraucherschutz
des Landes Nordrhein-Westfalen
Stadttor 1
40219 Düsseldorf

Telefon: 0211-38 43-0
Telefax: 0211-38 43-93 91 10
E-Mail: poststelle@mlv.nrw.de
www.mlv.nrw.de



 **Facebook:**
facebook.com/MLV.NRW

 **Twitter/X:**
twitter.com/mlvnrw

 **Instagram:**
instagram.com/mlvnrw/



Website:
www.mlv.nrw.de