

20.02.2019

## Antwort

der Landesregierung

auf die Kleine Anfrage 1951 vom 24. Januar 2019  
des Abgeordneten Andreas Keith AfD  
Drucksache 17/4939

### Waldzustandsbericht 2018

#### *Vorbemerkung der Kleinen Anfrage*

Im Waldzustandsbericht 2018 heißt es, dass die Wälder in Nordrhein-Westfalen in einem so schlechten Zustand wie zuletzt vor 34 Jahren sind. So sei fast 80 Prozent des Baumbestandes in NRW beschädigt. Knapp 39 Prozent seien sogar stark beschädigt.

**Die Ministerin für Umwelt, Landwirtschaft, Natur- und Verbraucherschutz** hat die Kleine Anfrage 1951 mit Schreiben vom 20. Februar 2019 namens der Landesregierung beantwortet.

#### **Vorbemerkung der Landesregierung**

In der Einleitung stellt der Fragesteller dar, dass fast 80 Prozent des Baumbestandes in NRW „beschädigt“ seien, knapp 39 Prozent sogar stark „beschädigt“.

Bei der Interpretation des Waldzustandsberichts ist zu berücksichtigen, dass die Ergebnisse der Waldzustandserhebung eine Kronenverlichtung wiedergeben, wobei die Kategorie der schwachen Kronenverlichtung den Charakter einer Warnstufe hat. Um eine „Beschädigung“ im eigentlichen Wortsinne handelt es sich hierbei nicht. In den Antworten wird deshalb der Begriff „Kronenverlichtung“ anstelle des vom Fragesteller verwendeten Begriffs „Beschädigungen“ verwendet.

Datum des Originals: 20.02.2019/Ausgegeben: 25.02.2019

Die Veröffentlichungen des Landtags Nordrhein-Westfalen sind einzeln gegen eine Schutzgebühr beim Archiv des Landtags Nordrhein-Westfalen, 40002 Düsseldorf, Postfach 10 11 43, Telefon (0211) 884 - 2439, zu beziehen. Der kostenfreie Abruf ist auch möglich über das Internet-Angebot des Landtags Nordrhein-Westfalen unter <a href="http://www.landtag.nrw.de">www.landtag.nrw.de</a>
--

**1. Wie viel Prozent der betroffenen Bäume können sich potentiell von den Beschädigungen wieder erholen?**

Ob und in welchem Umfang die betroffenen Bäume auch im Folgejahr Kronenverlichtungen aufweisen, hängt von verschiedenen Faktoren ab, die die Vitalität der Bäume beeinflussen. Eine Prognose kann daher nicht getroffen werden. Die langfristigen Ergebnisse der jährlichen Waldzustandserhebung zeigen aber, dass die Kronenverlichtungen i. d. R. kein Absterben der erfassten Bäume bedeuten. So liegt die Mortalitätsrate bei den erfassten Bäumen meist unter einem Prozent.

**2. Vor allem die Fichte soll von den Beschädigungen sehr stark betroffen sein. Hierfür wird insbesondere der Klimawandel als Ursache genannt. Wie möchte die Landesregierung künftig mit der Aufforstung von Fichten verfahren?**

Die Fichtenwälder in Nordrhein-Westfalen waren im Jahr 2018 vom Sturm Friederike, der Sommertrockenheit und der Borkenkäferkalamität besonders betroffen. Im Klimawandel verändern sich die forstlichen Standortbedingung langfristig und die Prognosen weisen auf häufigere Witterungsextreme hin.

Das neue Waldbaukonzept für Nordrhein-Westfalen beinhaltet auch Empfehlungen zur Bewirtschaftung der Baumart Fichte. Diese zielen hauptsächlich auf die Entwicklung standortgerechter Fichtenmischbestände ab, da diese stabiler und risikoärmer sind.

Ob und in welchem Umfang in Zukunft noch Fichten aufgeforstet werden, liegt – soweit dem keine rechtlichen Bestimmungen entgegenstehen – im Ermessen des/der Waldeigentümers/in.

**3. 63 Prozent der Wälder in Nordrhein-Westfalen sind in privater Hand von insgesamt 152.000 Waldbesitzern. Der aktuelle „Waldschaden“ wird auf mehrere Millionen Euro geschätzt. Wird die Landesregierung Zukunfts- und Förderprogramme für private Waldbesitzer initiieren?**

Sowohl die Europäische Union, als auch der Bund und das Land Nordrhein-Westfalen sehen die Förderung der Wälder als gesellschaftliche Aufgabe an. Aus diesem Grund werden, wie auch schon in der Vergangenheit, weiterhin finanzielle Mittel für die forstliche Förderung des Privatwaldes bereitgestellt.

**4. Welche weiteren Programme oder Maßnahmen sieht die Landesregierung vor, damit dem schlechten Zustand des Baumbestandes erfolgreich begegnet werden kann?**

Die Vitalität der Wälder wird maßgeblich von den Umwelt- und Standortbedingungen beeinflusst. Deshalb setzt sich die Landesregierung für den Emissions- und Klimaschutz ein. Daneben werden Maßnahmen wie die Kompensationskalkung zum Schutz der Waldböden und des Waldumbaus (s. Frage 3) gefördert. Die 2015 veröffentlichte nordrhein-westfälische Strategie für den Wald und die Waldbewirtschaftung im Klimawandel zeigt weitere Maßnahmen auf, um auch langfristig multifunktionale Wälder in Nordrhein-Westfalen zu erhalten. So hat die Landesregierung im Dezember 2018 neue Instrumente für die Waldbewirtschaftung im Klimawandel vorgestellt: das neue Waldbaukonzept für Nordrhein-

Westfalen, die landesweite forstliche Standortkarte und das neue Internetportal Waldinfo.NRW mit vielfältigen digitalen Karten zum Themenbereich Wald und Waldbewirtschaftung.





Langfassung

# Waldzustandsbericht 2018

BERICHT ÜBER DEN ÖKOLOGISCHEN  
ZUSTAND DES WALDES IN NRW



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 neue Waldbaukonzept NRW, die landesweite forstliche Standortkarte und das Waldinformationssystem NRW (insbesondere das neue Internetportal Waldinfo.NRW).

Weitere Informationen finden Sie im Bereich „Wald“ unter [www.umwelt.nrw.de](http://www.umwelt.nrw.de).

# Inhalt

<b>Vorwort</b>	<b>4</b>
<b>Der Waldzustand 2018 im Überblick</b>	<b>6</b>
<b>Die Vitalität der Baumkronen 2018</b>	<b>9</b>
<b>Die Witterungsverhältnisse bis zum Sommer 2018</b>	<b>29</b>
<b>Der Sturm „Friederike“ und der Borkenkäferbefall 2018</b>	<b>38</b>
<b>Phänologische Beobachtungen an Waldbäumen 2018</b>	<b>46</b>
<b>Das forstliche Umweltmonitoring</b>	<b>54</b>
<b>Links und weiterführende Informationen</b>	<b>59</b>
<b>Abbildungs- und Tabellenverzeichnis</b>	<b>60</b>
<b>Impressum</b>	<b>62</b>

# Vorwort



## SEHR GEEHRTE LESERINNEN UND LESER,

in diesem Jahr ist der Zustand unserer Wälder äußerst schlecht und sehr besorgniserregend – so schlecht wie schon lange nicht mehr. Allein die Dauerbeobachtungen der Baumkronen, die als Indikator für die Vitalität dienen, zeigen in diesem Jahr die schlechtesten Ergebnisse seit Beginn der Erhebungen vor über 30 Jahren. Fast 80 Prozent aller erfassten Bäume zeigen eine schwache oder deutliche Kronenverlichtung, nur etwas über 20 Prozent zeigen keine Verlichtung. Die Kronenschäden bewegen sich zwar schon seit etwa dem Jahr 2000 auf einem hohen Schadensniveau und es gab – wie in 2014 – schon früher ähnlich schlechte Jahresergebnisse, aber in diesem Jahr sind sie besonders ernst.

Als Ursachen für den schlechten Waldzustand haben in diesem Jahr gleich mehrere Faktoren sehr ungünstig zusammengewirkt. So hat zunächst zu Beginn des Jahres der Sturm „Friederike“ durch umgeworfene und abgebrochene Bäume erhebliche Schäden verursacht. Nordrhein-Westfalen war in Deutschland am stärksten betroffen. Die extreme Sommertrockenheit hat die Wälder sehr belastet und ihre Widerstandskraft geschwächt. So waren die Monate April bis August 2018 die wärmsten und sonnenscheinreichsten und gehörten zugleich zu den niederschlagsärmsten Monaten seit Beginn der Aufzeichnungen des Deutschen Wetterdienstes im Jahr 1881. Hinzu kommt noch die besonders starke Borkenkäferkalamität in den Nadelwäldern. Durch das Sturmholz, die Sommertrockenheit und die geschwächten Bäume konnten sich die beiden Borkenkäferarten Buchdrucker und Kupferstecher sehr stark vermehren. Auch wenn die Erhebungen zum Schadens-

ausmaß noch andauern, wird derzeit davon ausgegangen, dass dies die größte Borkenkäferkalamität in NRW seit mehreren Jahrzehnten ist.

Angesichts der bereits jetzt feststellbaren sowie der prognostizierten Auswirkungen des Klimawandels dürften die Belastungen für die Wälder und die Herausforderungen für die Waldbewirtschaftung weiter zunehmen. So hat sich die Jahresmitteltemperatur seit Beginn der Messungen im Jahr 1881 deutlich erhöht. Die derzeitigen Prognosen zu den Auswirkungen des Klimawandels in Nordrhein-Westfalen basieren auf globalen Modellen mit verschiedenen Szenarien und unterschiedlichen Betrachtungszeiträumen.

Für die nahe Zukunft (2021–2050) beinhalten für Nordrhein-Westfalen ausgewählte Klimaszenarien einen Anstieg der mittleren Jahrestemperatur um 0,7 bis 1,5 Grad Celsius bzw. um 0,8 bis 1,7 Grad Celsius. Bei den Szenarien für die ferne Zukunft (2071–2100) wirken sich die Modellannahmen stärker aus. Hier beinhalten die Klimaszenarien einen Anstieg der mittleren Jahrestemperatur um 1,5 bis 2,6 Grad Celsius bzw. um 3,0 bis 4,3 Grad Celsius.

Für die Niederschlagsentwicklung sind die Ergebnisse der Klimamodellrechnungen nicht so eindeutig wie für die Lufttemperatur. Dies bezieht sich sowohl auf die Richtung der Entwicklung (Zu- oder Abnahmen) als auch auf die größere Spannweite zwischen den Szenarien. Insgesamt beinhalten die Klimaszenarien eine Zunahme der Niederschläge. Für die Sommerperiode,



die für die Vegetationszeit der Wälder besonders wichtig ist, beinhalten die Szenarien jedoch auch deutliche Abnahmen der Niederschläge (z. B. für die ferne Zukunft  $-23,6$  bis  $+26,9$  %).

Die aktuellen Schadensereignisse und die zu erwartenden langfristigen Veränderungen im Klimawandel zeigen deutlich, dass unsere heimischen Wälder zunehmenden Belastungen ausgesetzt sein werden und die Waldbewirtschaftung vor großen Herausforderungen steht. In Anbetracht der bereits stattgefundenen Umweltveränderungen wie die Belastung der Waldböden durch Stoffeinträge und angesichts des Klimawandels müssen die Stabilität, die Widerstandskraft und die Resilienz der Wälder erhöht werden. Zudem sollten die Risiken für die Forstbetriebe sowie für die Waldeigentümerinnen und Waldeigentümer so weit wie möglich verringert werden.

Unsere Wälder und ihre vielfältigen Funktionen und Leistungen müssen erhalten bleiben. Wälder leisten positive Beiträge zum Boden- und Wasserschutz, zur Luftreinhaltung und zur Verbesserung des Klimas sowie zum Erhalt der Biodiversität. Wälder sind Einkommensquelle für Waldbesitzer und Produktionsstätte des nachwachsenden Rohstoffs Holz und somit Ausgangspunkt der Wertschöpfungskette im Cluster der Forst- und Holzwirtschaft.

Eine Erhöhung der Stabilität und der Resilienz der Wälder sowie eine Risikoverringering für die Forstbetriebe bedeutet, dass die Bewirtschaftungskonzepte angepasst werden müssen und verfügbare Datengrundlagen und moderne Informationstechnologien genutzt werden sollten. Dies ist umso wichtiger, weil eine zeitgemäße und zukunftsorientierte Bewirtschaftung der Wälder im Klimawandel zunehmend komplexer und aufwendiger werden wird.

Die Landesregierung hat im Kontext ihrer Klimaanpassungsstrategie wichtige neue Instrumente für den Erhalt und die Bewirtschaftung der Wälder entwickelt, die den Waldbesitz unterstützen.

Hierbei nimmt das neue Waldbaukonzept für Nordrhein-Westfalen eine zentrale Rolle ein. Es ist eine Empfehlung mit vielen Varianten und Wahlmöglichkeiten und richtet sich an alle Waldeigentumsarten des Landes. Von grundsätzlicher Bedeutung ist die Entwicklung standortgerechter und strukturierter Mischwälder. Hierbei stehen die heimischen Baumarten und die Verwendung geeigneten Vermehrungsgutes im Vordergrund. Die Landesregierung unterstützt die Anwendung des neuen Waldbaukonzepts durch Informations-, Beratungs- und Schulungsangebote sowie durch Fördermöglichkeiten.

Wichtige unterstützende Instrumente sind u. a. die landesweite forstliche Standortkarte, die Fachinformationssysteme zum Klimawandel und das neue Waldinformationssystem NRW.

In diesen Instrumenten sieht die Landesregierung einen wichtigen Anfang. Da die Anpassung der Waldbewirtschaftung an den Klimawandel eine langfristige Aufgabe ist, werden die Konzepte und Instrumente mit den sich verändernden Wissens- und Datengrundlagen periodisch weiterentwickelt.

All dies wird dazu beitragen, die Wälder Nordrhein-Westfalens als unser wertvolles Gut mit seinen vielfältigen Funktionen auch im Klimawandel für die nächsten Generationen zu erhalten und nachhaltig zu bewirtschaften.

Ihre



Ursula Heinen-Esser  
Ministerin für Umwelt, Landwirtschaft, Natur- und Verbraucherschutz des Landes Nordrhein-Westfalen

## Der Waldzustand 2018 im Überblick



Das aktuelle Jahr steht ganz unter dem Einfluss des Hitzesommers. Neben der lang anhaltenden Dürre haben sich aber noch weitere Stressfaktoren auf den Wald ausgewirkt. Fast alle Baumarten haben stärker fruktifiziert und viele Samen gebildet. Die Wetterbedingungen waren für die meisten Insekten ideal. Verbliebenes Sturmholz in den Wäldern nach dem Orkan „Friederike“ zum Jahresbeginn sorgte für ideale Brutmöglichkeiten für Borkenkäfer. Der Befall der Fichten war dementsprechend außergewöhnlich hoch.

Hinzu kommt, dass die immissionsgeschädigten Waldböden immer noch nicht wiederhergestellt sind.

Insgesamt haben sich diese Mehrfachbelastungen gegenseitig verstärkt und so zum schlechtesten Waldzustand seit Beginn der Untersuchungen 1984 geführt.

Die **EICHE** hat mit ihren tief reichenden Wurzeln auf vielen Standorten noch recht lange Wasser im Boden erreichen können. Doch dann musste auch sie der anhaltenden Trockenheit nachgeben. Raupenfraß und Bildung von vielen Eicheln verschärften die Belastungen. Die Eiche ist wieder die Baumart mit den höchsten Verlichtungsprozenten in NRW.

Unter der langen Dürrezeit hat die **BUCHE** bedeutend gelitten. Sie hat regional besonders früh ihre Blätter abgeworfen und zeigte verstärkt Trockniserscheinungen. Nach nur einer kleinen Pause im letzten Jahr war diesjährig in den meisten Buchenbeständen wieder eine starke Mast mit unzähligen Bucheckern zu verzeichnen. Viele Kulturen sind vertrocknet.

Für die **FICHTE** war durch ihr meist flaches Wurzelsystem die Beeinträchtigung durch Wassermangel früh und ausgeprägt spürbar. Dramatisch war und ist jedoch der folgende Befall mit Borkenkäfern. Das ganze Ausmaß wird man frühestens zum Jahresende, nach dem winterbedingten Erliegen der Käferaktivitäten, bemessen können. Die Fichte zeigt 2018 die schlechtesten Benadelungswerte seit Beginn der Zeitreihe.

Die **KIEFER** gilt als eine Baumart, die mit Wassermangel etwas besser zurechtkommt als die anderen heimischen Hauptbaumarten. Dennoch hat sie die lange Dürreperiode auf vielen Standorten belastet. In Verbindung mit einer starken Zapfenbildung sind so trotzdem hohe Verlichtungswerte zustande gekommen. Im Vergleich zu den anderen Baumarten ist die Kiefer jedoch noch am wenigsten geschädigt.

## WITTERUNGSVERHÄLTNISSE

Das Jahr 2018 war geprägt von neuen Hitze- und Dürrerekorden. Die Monate April bis August 2018 stellten die wärmsten sowie sonnenscheinreichsten und zugleich mit die niederschlagsärmsten Monate seit Beginn der DWD-Aufzeichnungen im Jahr 1881 dar.

Die mittlere Temperatur dieser Monate lag in NRW mit 17,4 °C um 3,6 °C über dem langjährigen Mittel (1961–1990) und übertraf die beiden bisherigen Rekordjahre 1947 und 2003 um mehr als 1 °C. Gleichzeitig wurde mit nur 214 L m<sup>-2</sup> die niedrigste Niederschlagssumme seit 1976 gemessen.

Dem ausgesprochen trockenen und kalten Februar und März 2018 folgte ein rapider Temperaturanstieg, der zu einem schnellen und frühen Austrieb der Waldbäume führte. Der April 2018 war bundesweit der wärmste April seit 1881. In NRW lag die mittlere Temperatur fast 5 °C über dem langjährigen Mittel.

Im Juli zog eine außergewöhnliche Hitzewelle über NRW, die von äußerst sonnenscheinreichen und extrem trockenen Bedingungen begleitet wurde. Im August setzten sich diese Bedingungen weiter fort. Obwohl der Bodenwasserspeicher gut gefüllt in das Frühjahr gestartet war, führte die lang anhaltende Hitze- und Dürrephase ab Ende Juli zu massivem Wassermangel, der eine erhebliche Belastung für die Waldbäume in NRW darstellte.



Die dünnblättrigen Birken waren früh von den Trockenschäden betroffen.



Dunkle Wolken über dem Wald waren selten in diesem Jahr.

## STURM UND BORKENKÄFER

Das Jahr 2018 wurde aus der Sicht des Waldschutzes vom Sturm „Friederike“ und der sich im Laufe des Jahres aufbauenden Borkenkäferkalamität geprägt. Der Hauptschwärmflug der Borkenkäfer begann in diesem Jahr Mitte April. Aufgrund der hohen Sommer- und Herbsttemperaturen konnten sich bis Ende September in vielen Landesteilen drei vollständige Generationen ausbilden.

Dem Sturm „Friederike“ fielen in NRW viele Bäume – insgesamt 2,5 Millionen Festmeter – zum Opfer. Hiermit war NRW das am meisten betroffene Bundesland. Das durch diesen Sturm angefallene bruttaugliche Fichtenholz nutzten die Borkenkäferarten Buchdrucker und Kupferstecher, um dort zu hohen Populationsdichten anzuwachsen. Begünstigt wurde dies durch die hohen Durchschnittstemperaturen des Sommers und die in diesem Jahr landesweit ausgeprägte Dürre. Die Fichten waren in diesem Jahr so stark geschwächt, dass sie sich gegen die attackierenden Borkenkäfer nicht mehr ausreichend schützen konnten. Nach bisherigen Schätzungen sind in diesem Jahr in NRW mehr als 2 Millionen Festmeter Fichtenholz von den Borkenkäferarten befallen worden. Somit handelt es sich um das seit Jahrzehnten größte Schadereignis mit weitreichenden Folgen für die betroffenen Wälder und Waldbesitzer.

## PHÄNOLOGIE

In Nordrhein-Westfalen gehören auf 18 Dauerbeobachtungsflächen phänologische Aufnahmen zum Untersuchungsprogramm des forstlichen Umweltmonitorings. Dabei werden vor allem die Hauptbaumarten Buche, Eiche, Fichte und Kiefer beobachtet.

Hohe Temperaturen bereits in der ersten Aprilhälfte führten im Frühjahr 2018 zu einem recht frühen Blattaustrieb, der bei der Eiche im Mittel 14 Tage und bei der Buche sogar 18 Tage früher als im Jahr 2017 lag. In der Zeitreihe seit 2001 ist lediglich in den Jahren 2009, 2011 und 2014 ein früherer Austrieb zu verzeichnen.

Die meisten Bäume haben auch geblüht, wobei die Blüte bei Eiche und Fichte am stärksten war.

Bei der Länge der Vegetationszeit ergibt sich bei Eiche und Buche ein deutlicher Trend zu einer zunehmend längeren Vegetationsperiode.

## FORSTLICHES UMWELTMONITORING

Das forstliche Umweltmonitoring ist aus der Debatte über die neuartigen Waldschäden hervorgegangen und wird bundesweit seit 1984 durchgeführt. Seit 1985 ist es in das europaweite Monitoring eingebunden.

Die übergeordneten Ziele des forstlichen Umweltmonitorings liegen in

- 1) der Untersuchung des Status und der Entwicklung der erfassten Waldökosysteme und
- 2) der Analyse von Ursachen-Wirkungszusammenhängen.

Daher basiert das forstliche Umweltmonitoring 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 Level-I-Programm umfasst die Waldzustandserhebung, die Bodenzustandserhebung und die immissionsökologische Waldzustandserhebung. Das intensive Monitoring vertieft die Erhebungen und Erkenntnisse aus dem Level-I-Monitoring. Die Ergebnisse des forstlichen Umweltmonitorings gewinnen auch im Hinblick auf Auswirkungen des Klimawandels auf Waldökosysteme in NRW an Bedeutung.



Markierter Probebaum

## Die Vitalität der Baumkronen 2018



Die Baumkronen sind ein aussagekräftiger Weiser für den Gesundheitszustand des Waldes. Die Waldzustandserfassung bewertet an ihnen neben dem Nadel-/Blattverlust verschiedenste Indikatoren, die Einfluss auf das Erscheinungsbild der Baumkronen haben. Dazu zählen besonders Vergilbung, Fruktifikation sowie weitere biotische und abiotische Faktoren.

Für die jährlichen Erhebungen zum Waldzustand sind für den Gesamtwald in NRW seit 1984 Stichprobenpunkte im Raster von 4 x 4 km festgelegt worden. Dabei werden aktuell an 560 Stichprobenpunkten mehr als 10.300 Einzelbäume untersucht. Die Probebäume sind dauerhaft markiert und werden regelmäßig von forstlichen Spezialisten aufgenommen.

Durch die kontinuierlichen Untersuchungen sind nicht nur Aussagen zum aktuellen Jahr möglich, sondern es können besonders gut die langjährigen Trends bei den einzelnen Baumarten durch Zeitreihen dargestellt werden. Diese Erhebungen vermögen zudem wichtige Informationen zur aktuellen Diskussion zu den möglichen Auswirkungen des prognostizierten Klimawandels beizusteuern. Zudem steht damit über einen längeren Zeitraum wertvolles Datenmaterial für das forstliche Umweltmonitoring zur Verfügung.

## DATEN FÜR DEN BUNDESDEUTSCHEN UND EUROPÄISCHEN WALDZUSTANDSBERICHT

Im Raster von 16 x 16 km erfolgt eine zusätzliche Stichprobenerhebung, deren Daten für den bundesweiten Waldzustandsbericht verwendet werden. Alle Bundesländer steuern dazu ihre Erhebungsergebnisse bei.

Die deutschen Ergebnisse finden zudem Eingang in europäische und internationale Berichte zum Waldzustand.

## VERLICHTUNGSSTUFEN

Die Klassifizierung der Kronenverlichtung erfolgt gemäß der nachstehenden bundesweit einheitlichen Tabelle (Tab. 1). Unter Einbeziehung von Vergilbungsstufen entstehen daraus die kombinierten Schadstufen. Dabei werden die Stufen 2 bis 4 zur „deutlichen Kronenverlichtung“ zusammengefasst.

In den folgenden Grafiken werden die Verlichtungsstufen zur besseren Übersicht gruppiert und in Ampelfarben dargestellt.

## HAUPTERGEBNISSE

In diesem Jahr hat sich der Waldzustand als Summe über alle Baumarten bemerkenswert verschlechtert. Im Vergleich zum Vorjahr hat die deutliche Kronenverlichtung um 14 Prozentpunkte zugenommen. Der Anteil der ungeschädigten Bäume ist auf 22 Prozent gesunken, während sich die schwache Kronenverlichtung bei 39 Prozent eingependelt hat (Abb. 1).

TABELLE 1

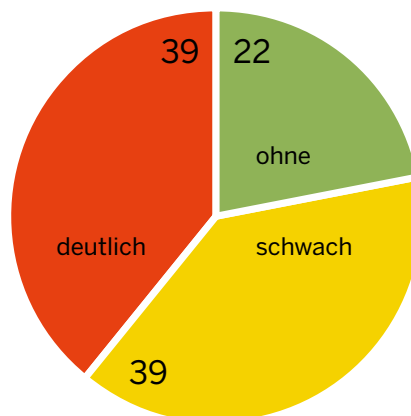
### Kronenverlichtung in Stufen

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

ABBILDUNG 1

Prozentuale Verteilung der Kronenverlichtung für die Summe aller Baumarten und Altersbereiche in NRW

Verlichtungsstufen  
Waldzustandserhebung 2018  
in Prozent



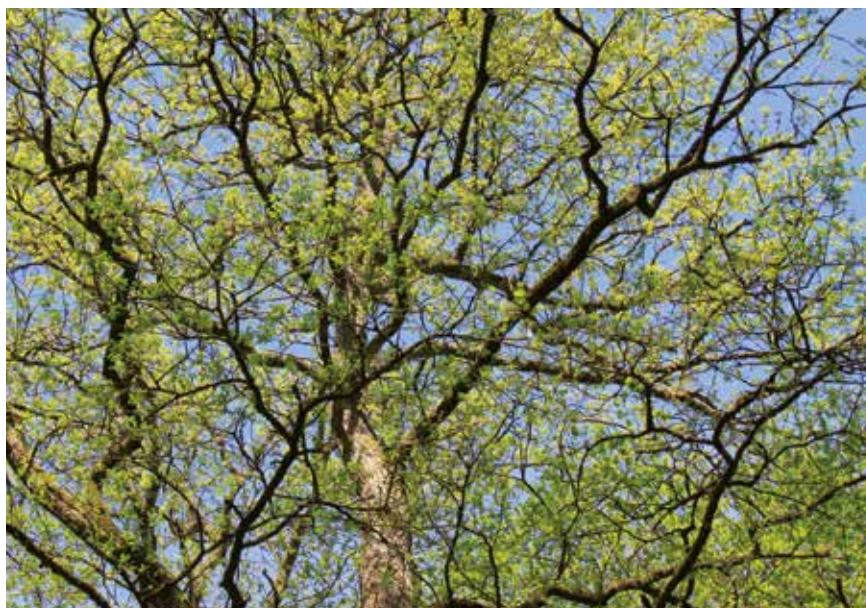
Die deutlichen Kronenschäden sind in diesem Jahr sprunghaft angestiegen. Wie in Abbildung 2 (S. 12) zu erkennen ist, haben sie den höchsten Wert seit Beginn der Untersuchungen 1984 erreicht. Nur das starke Mastjahr 2014 kann mit einem ähnlich hohen Wert aufwarten.

Der Anteil der Kronen ohne Verlichtung hat sich ebenfalls markant verschlechtert. Auch hier sind die tiefsten Werte in der ganzen Zeitreihe erreicht worden.

Mit 39 Prozent liegen die Werte der Warnstufe im mittleren langjährigen Bereich.

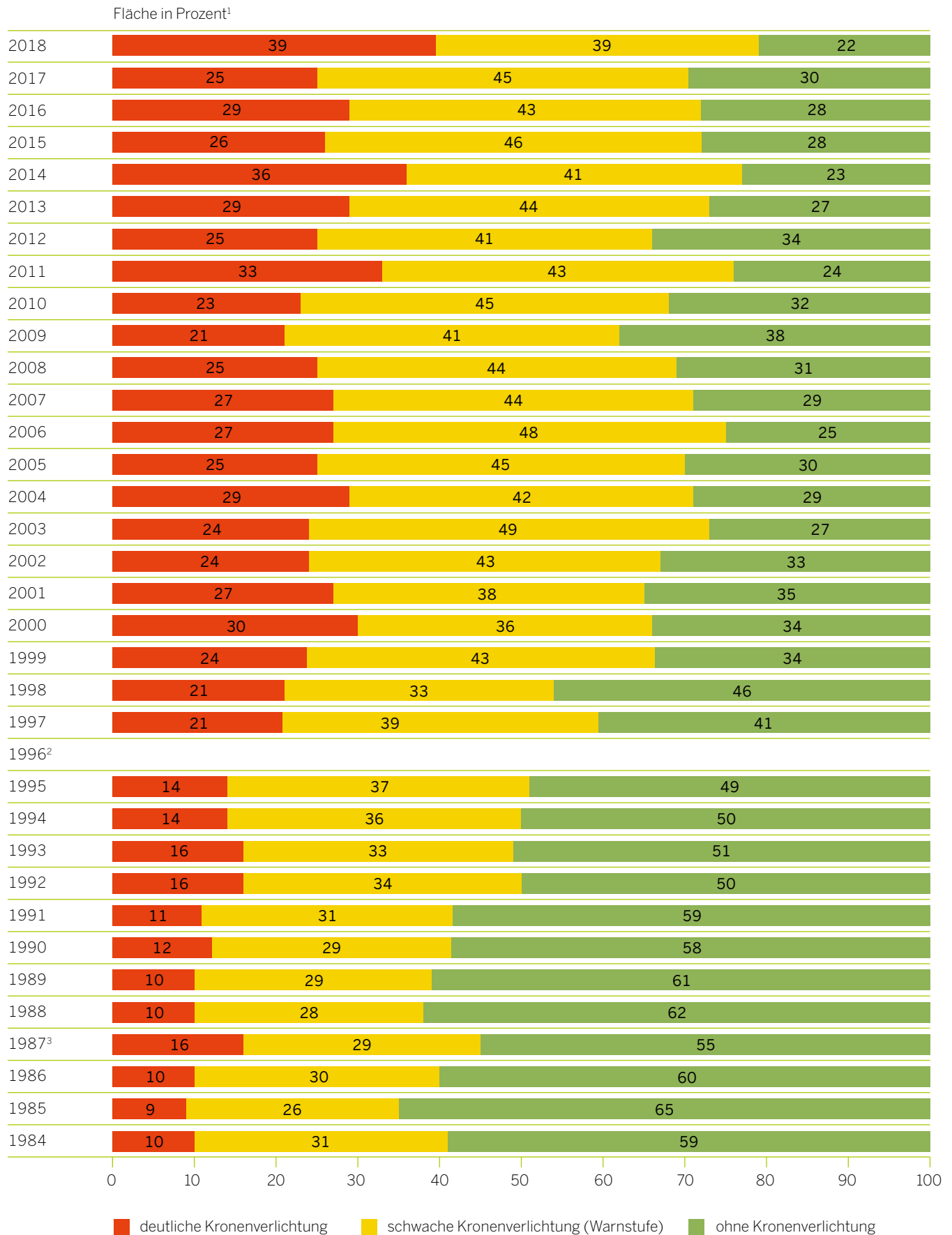


Der Wintersturm „Friederike“ hat auch im Laubholz drastische Spuren hinterlassen.



Im zeitigen Frühjahr konnten die Bäume noch gut austreiben.

Entwicklung des Kronenzustandes aller Baumarten | 1984 bis 2018



<sup>1</sup> Durch Rundungsdifferenzen können in einzelnen Jahren kleine Abweichungen in der Gesamtsumme entstehen; <sup>2</sup> kein Landesergebnis; <sup>3</sup> nur bedingt mit den übrigen Jahren vergleichbar



Neben der Sichtweise auf Verlichtungsstufen gewährt die Darstellung von Mittelwerten einen Einblick in den durchschnittlichen Schadverlauf der Baumarten. In diesem Jahr hat der mittlere Nadel-/Blattverlust einen neuen Höchststand erreicht. Mit fast 26 Prozent haben sich die bisher höchsten Werte in der Zeitreihe ergeben (Abb. 3). Die Grafik zeigt zudem, dass die Verlustwerte insgesamt über die Jahre prinzipiell stetig zugenommen haben.

Für den Gesundheitszustand des Waldes ist die Absterberate ein grundlegender Indikator. In ihn gehen die Bäume der Schadstufe 4 ein. Von den ca. 10.300 untersuchten Bäumen waren in diesem Jahr etwa 0,4 Prozent abge-

storben. Dabei muss bedacht werden, dass sich die extremen Einflussfaktoren auf den Wald in diesem Jahr erst in den Folgejahren vermehrt auswirken werden.

Die Werte der Absterberate bewegen sich in der Zeitreihe in einem engen Fenster zwischen 0,07 Prozent als Minimum und 0,44 Prozent als Maximalwert. Im Mittel über alle Jahre liegt die Absterberate bei 0,21 Prozent.

2018 ist es zu einer leichten Senkung der Absterberate bei den Hauptbaumarten gekommen (Abb. 4). Lediglich bei den Buchen musste eine geringe Zunahme verzeichnet werden. Insgesamt hat sich die Absterberate im Vergleich zum Vorjahr nur wenig verändert.

ABBILDUNG 3

### Mittlerer Nadel-/Blattverlust aller Baumarten

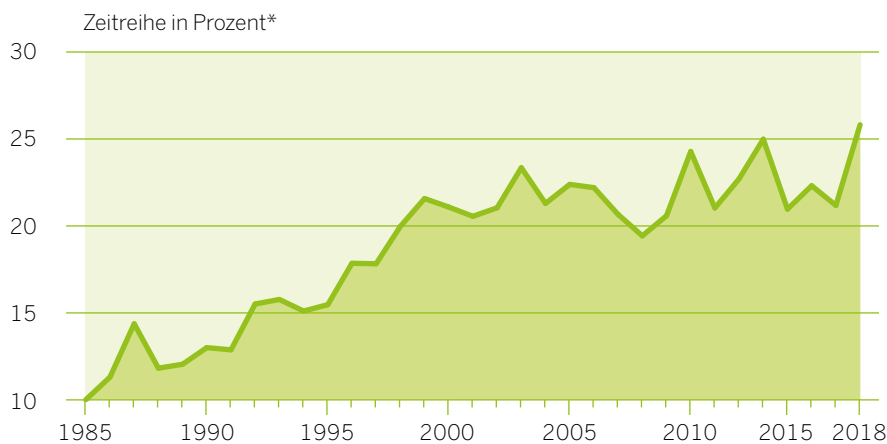
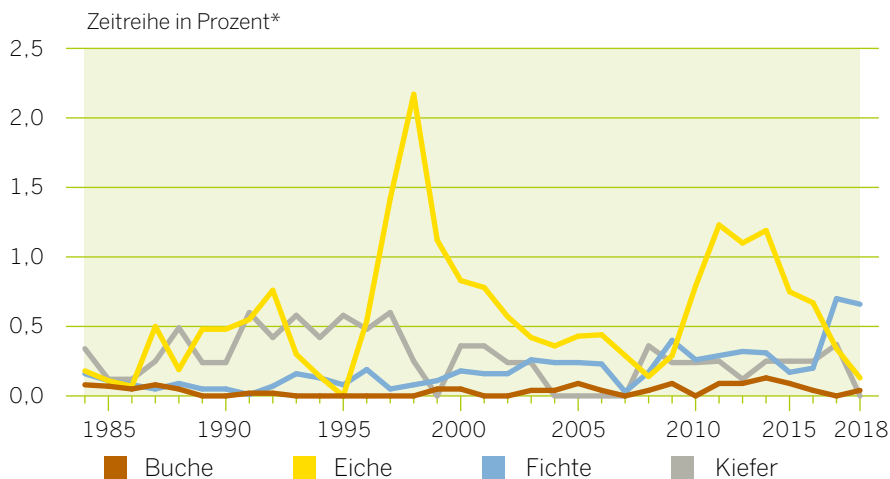


ABBILDUNG 4

### Absterberaten aller Baumarten



\* 1996 keine Erhebung

Der Kronenzustand der einzelnen Baumarten unterscheidet sich häufig von den summarischen Ergebnissen des Gesamtwaldes. Deshalb werden die Hauptbaumarten im Folgenden noch einmal getrennt betrachtet.

## ERGEBNISSE ZU DEN WICHTIGSTEN BAUMARTEN

Tabelle 2 lässt einen differenzierten Blick auf die einzelnen Baumarten zu. Dabei sind die Altersgruppen zusammengefasst. Die folgende Wertung der Ergebnisse bezieht sich auf die Veränderung zu den Zahlen des Vorjahres.

Das Diagramm in Abbildung 5 (S. 15) lässt erkennen, dass bei der Eiche die größten Häufigkeiten im roten Bereich der deutlichen Kronenverlichtung liegen. Auch bei

den anderen Hauptbaumarten werden noch recht lange hohe Verlichtungsprozente angegeben, bevor die Kurven langsam abfallen. Wie jedes Jahr, zeigt die Kurve der Kiefer das Maximum im gelben Bereich der Warnstufe.

2018 war wieder ein Samenjahr. Fast alle Waldbaumarten haben stärker fruktifiziert und viele Früchte ausgebildet (Abb. 6, S. 15). Jedoch führte die Trockenheit häufig dazu, dass die Früchte nicht ausreifen konnten und vorzeitig im unreifen Zustand von den Bäumen abgeworfen wurden. Der Anteil der tauben Samen war zudem vielerorts überdurchschnittlich hoch.



TABELLE 2

### Schadstufen je Baumartengruppe | 2018

Ergebnisse der Waldzustandserfassung (in Klammern Vergleichsdaten aus 2017)

Baumart	Baumartenfläche nach Landeswaldinventur in Hektar	Anteile der Schadstufen in Prozent		
		0 ohne Kronenverlichtung	1 schwache Kronenverlichtung	2-4 deutliche Kronenverlichtung
Fichte	260.700	27 (34)	36 (42)	37 (24)
Kiefer	65.500	12 (13)	60 (68)	28 (19)
Sonstige Nadelbäume	51.200	40 (48)	40 (39)	20 (13)
<b>Summe Nadelbäume</b>	<b>377.400</b>	<b>26 (32)</b>	<b>40 (46)</b>	<b>34 (22)</b>
Buche	167.900	17 (30)	35 (43)	48 (27)
Eiche	136.300	15 (24)	35 (43)	50 (33)
Sonstige Laubbäume	200.600	20 (29)	43 (48)	37 (23)
<b>Summe Laubbäume</b>	<b>504.800</b>	<b>18 (28)</b>	<b>38 (45)</b>	<b>44 (27)</b>
<b>Summe NRW</b>	<b>882.200</b>	<b>22 (30)</b>	<b>39 (45)</b>	<b>39 (25)</b>



ABBILDUNG 5

Verteilung der Nadel-/Blattverluste bei den Hauptbaumarten | 2018

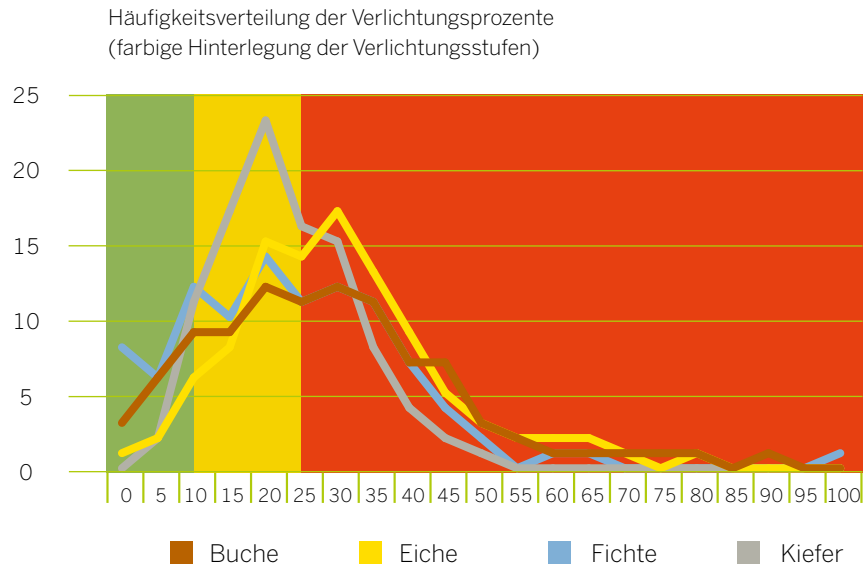
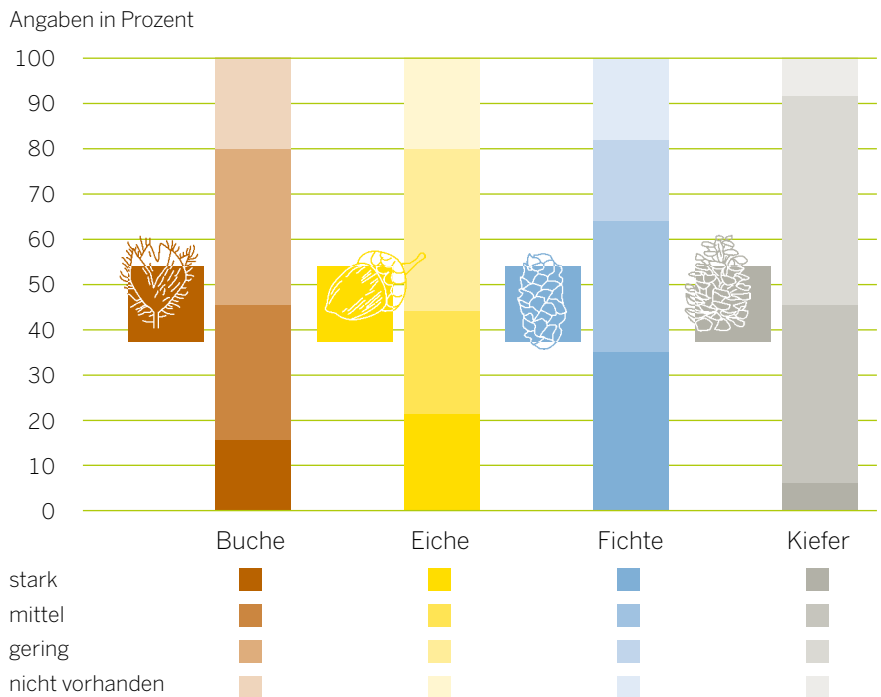


ABBILDUNG 6

Anteil der Fruktifikation je Baumart | 2018





## EICHE

Der Anteil der deutlich geschädigten Eichen ist in diesem Jahr mit einem großen Sprung von 17 Prozentpunkten angestiegen und beläuft sich damit auf 50 Prozent. Bei den Bäumen ohne Kronenverlichtung musste ebenfalls eine Verschlechterung verzeichnet werden. Die Werte haben um 9 Prozentpunkte abgenommen und betragen nun nur noch 15 Prozent. Die Warnstufe der schwachen Kronenverlichtung hat entsprechend abgenommen und liegt diesjährig bei 35 Prozent (Abb. 7, S. 17).

Mit diesem Ergebnis ist die Eiche erneut die Baumart mit dem schlechtesten Kronenzustand in NRW.

Die Eichen haben mit ihrem tief reichenden Wurzelwerk anfänglich der Trockenheit auf vielen Standorten bis Mitte/Ende Juli noch begegnen können. Ab dann zeigte die lang anhaltende Dürre jedoch auch in den Eichenwäldern Trockniserscheinungen und Blattverluste in den Baumkronen.

Die jungen Bäume haben noch stärker unter der Trockenheit gelitten. Viele Eichenkulturen sind vertrocknet und haben diesen Sommer nicht überlebt.

Die Wetterbedingungen im Frühjahr haben die Entwicklung von vielen Insektenarten begünstigt. So haben die Schmetterlingsraupen von Eichenwickler und Frostspanner, die vornehmlich an Eichenblättern fressen, eine höhere Populationsstärke ausbilden können. Dementsprechend lag der Blattfraß auf einem oberen mittleren Niveau (Abb. 8, S. 18).

Für die Baumkronen ist ein mittlerer Insektenfraß jedoch folgenschwerer, als starke Fraßaktivität. Wird die Eiche im Frühjahr stark befallen, besitzt sie die Fähigkeit, die fehlende Blattmasse durch neuen und weiteren Blattaustrieb zu regenerieren, sodass im Sommer vom Insektenfraß meist nichts mehr zu erkennen ist. Bei leichtem und mittlerem Fraß unterbleibt aber die Regeneration des Blattwerks weitestgehend und die Eiche zeigt im Sommer deutliche Fraßspuren und höhere Blattverluste. Dieser Effekt konnte auch in diesem Jahr beobachtet werden und führte so zu höheren Verlichtungsprozentsen.



Wegen der Trockenheit sind viele Eicheln zu früh und unausgereift abgeworfen worden.

Der Mehltaupilz, der insbesondere auf den Eichenblättern der frischen Regenerationsbelaubung, die sich nach Blattfraß bildet, häufig vorkommt, hat in diesem Jahr nur eine untergeordnete Rolle gespielt. Die Befallsstärke belief sich insgesamt auf einer moderaten Höhe.

Die Wärme liebenden Eichenprachtkäfer befallen die Eichen in wiederkehrenden Wellen. Sie sind auch in diesem Jahr in den Eichenkronen aktiv gewesen und haben die Bäume beeinträchtigt.

2018 war für fast alle Baumarten ein Mastjahr. Die Eichen haben landesweit stärker fruktifiziert und viele Eicheln gebildet (Abb. 6, S. 15). Das geht insbesondere in Trockenjahren auf Kosten der Blatentwicklung. Mit der Fruchtbildung ist somit eine weitere Belastung der Eichen entstanden.

Durch die Trockenheit mussten die Bäume ihren Wasserhaushalt stärker regulieren. So konnten viele Eicheln nicht bis zur völligen Reife versorgt werden und wurden vorzeitig von den Bäumen abgeworfen. Stellenweise war der Boden unter den Eichen mit unreifen und trockenen Eicheln bedeckt.

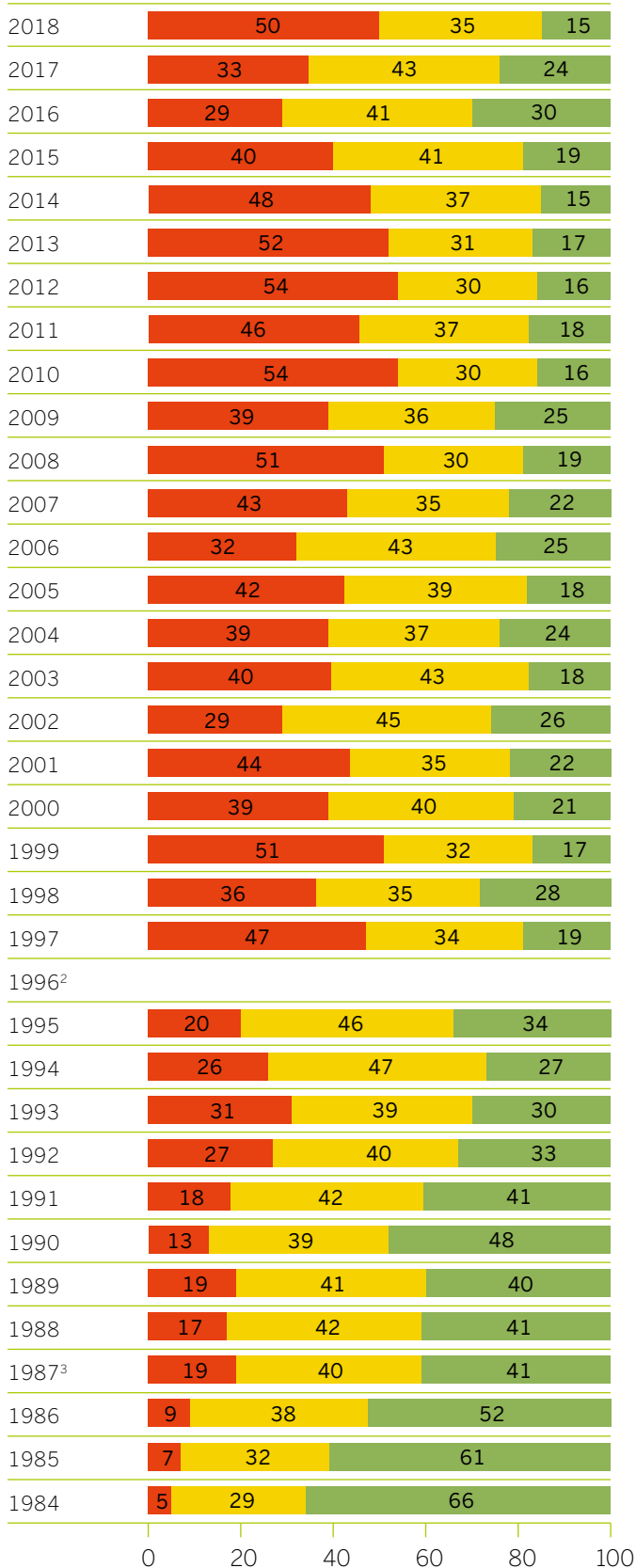
Ab 2002 sind die Eichen in der Waldzustandserfassung zusätzlich in Stiel- und Traubeneichen unterschieden und gesondert erfasst worden. Damit kann man die beiden bei uns vorkommenden Eichenarten noch einmal getrennt analysieren. Insbesondere unter der Fragestellung, welche Baumarten den Herausforderungen des Klimawandels besser begegnen können, kann eine solche Betrachtung Impulse beisteuern. Dabei zeigt sich, dass die Traubeneiche durchgängig weniger stark von Blattverlusten beeinträchtigt ist, als die Stieleiche (Abb. 9, S. 18).



ABBILDUNG 7

### Entwicklung der Kronenverlichtung bei Eichen | 1984 bis 2018

Fläche in Prozent<sup>1</sup>



Eichengruppe mit geschädigten Oberkronen

- deutliche Kronenverlichtung
- schwache Kronenverlichtung (Warnstufe)
- ohne Kronenverlichtung

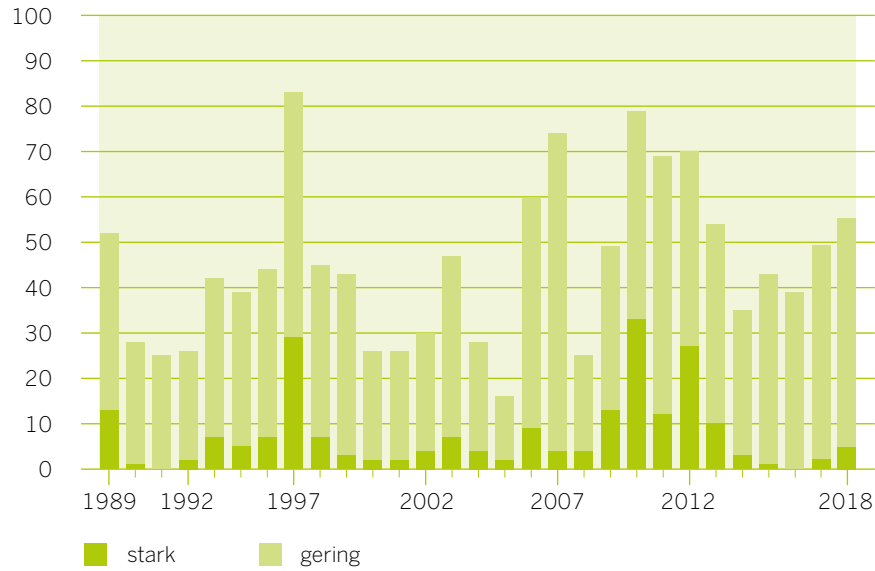
<sup>1</sup> Durch Rundungsdifferenzen können in einzelnen Jahren kleine Abweichungen in der Gesamtsumme entstehen; <sup>2</sup> kein Landesergebnis; <sup>3</sup> nur bedingt mit den übrigen Jahren vergleichbar



ABBILDUNG 8

Befall der Eichen mit Schmetterlingsraupen | 1989 bis 2018

Angaben in Prozent\*



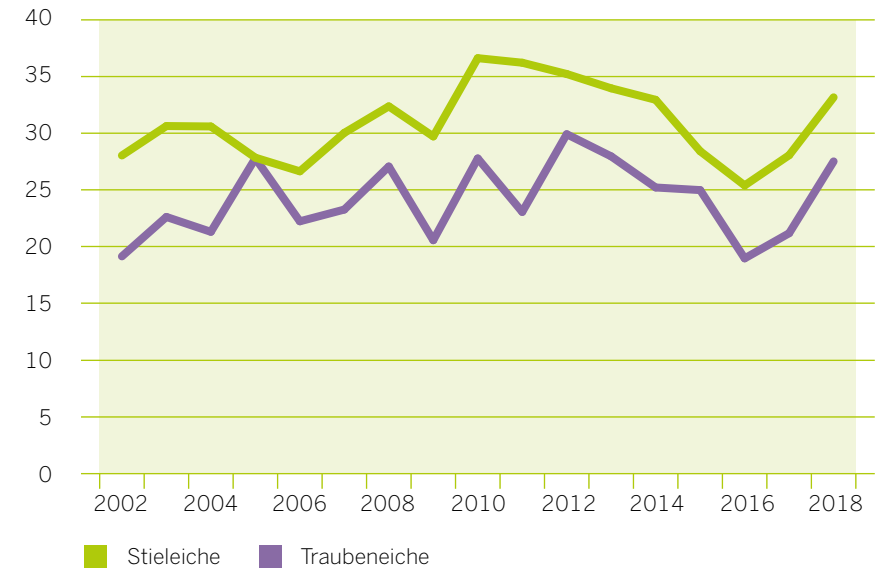
\* 1996 keine Erhebung



ABBILDUNG 9

Mittlerer Blattverlust bei Stiel- und Traubeneiche | 2002 bis 2018

Angaben in Prozent\*





## BUCHE

2018 war ein hartes Jahr für die Buche. Die deutliche Kronenverlichtung hat sich um stattliche 21 Prozentpunkte auf 48 Prozent gesteigert. Gesunde Buchen sind nur noch zu 17 Prozent vorhanden. Die Warnstufe ist mit 35 Prozent ausgeprägt (Abb. 10, S. 20).

Nach einer nur kurzen Erholungsphase im letzten Jahr ist die Buche jetzt wieder unter starken Druck geraten. Sie hat unter der Dürre beträchtlich gelitten und stellenweise schon früh ihre Blätter abgeworfen. Der vorzeitige Blattabfall, der schon vor dem durchschnittlichen Ende der Vegetationszeit begonnen hat, wird bei den Außen-aufnahmen jedes Jahr festgehalten. Abbildung 11 (S. 21) zeigt, dass dieses Phänomen in der diesjährigen Höhe in der Zeitreihe noch niemals erreicht worden ist. Stellenweise war der Waldboden unter den Buchenkronen schon Ende Juli/Anfang August mit trockenen Blättern übersät.

Zum Transpirationsschutz hatten zudem einige Buchen ihre Blätter eingerollt, was die Kronen transparenter erscheinen ließ.

Die an sich schon hohe Belastung durch die Umweltbedingungen wurde durch ein erneutes starkes Mastjahr zusätzlich verschärft. Nachdem im letzten Jahr kaum Früchte gebildet worden sind, haben die Buchen in diesem Jahr wieder, mit lokalen Unterschieden, sehr viele Bucheckern ausgebildet (Abb. 12, S. 21). Wenn dies geschieht, werden weniger und oft kleinere Blätter produziert. Die Blattanzahl und Blattmasse nimmt dann stark ab, was zu höheren Verlichtungsprozenten führt. Prinzipiell ist die Frucht- und Samenbildung kein Schaden, sondern ein normaler biologischer Vorgang. Auffallend ist jedoch die Häufigkeit dieser Mastjahre.

Die Waldbäume entwickeln nicht jedes Jahr Früchte. Zwischen den Mastjahren lagen in der Vergangenheit immer mehrere Jahre, in denen keine oder nur wenige Früchte gebildet wurden. In der letzten Zeit musste beobachtet werden, dass die Jahre mit starkem Fruchtanhang in immer kürzeren Abständen auftraten.

Wie bei der Eiche, wurden auch die Buchenfrüchte trockenbedingt teilweise vorzeitig und unreif von den Bäumen abgeworfen. Etliche Bucheckern waren obendrein taub.

Da unter dem Niederschlagsdefizit zunächst die oberen Bodenschichten austrocknen, reagieren besonders die jungen Bäume mit ihren noch nicht so tief reichenden Wurzeln auf den fehlenden Niederschlag. Etliche Kulturen wiesen Trockenschäden auf bis hin zum Totalausfall auf ganzer Fläche.

Der Befall durch den Springrüssler-Käfer bewegte sich auf einem unteren normalen Grad. Der Buchenspringrüssler ist ein beständiger Schädling in unseren Buchenbeständen. Für die Buchen in NRW kann eine gewisse Befallsstärke als normal angesehen werden, die von den Bäumen auch verkraftet wird. Erst bei stärkerem Befall kommt es zu Vitalitätseinbußen.

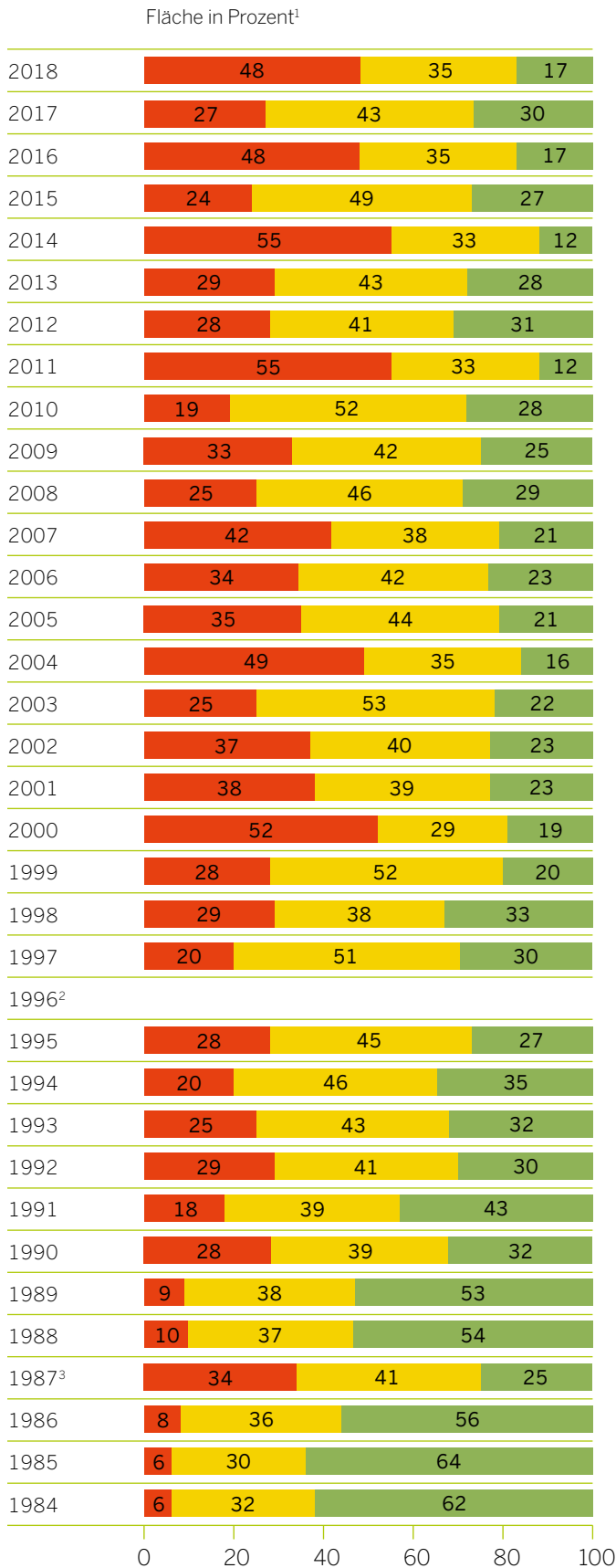


Die Buchen haben wieder in diesem Jahr viele Bucheckern gebildet.



ABBILDUNG 10

### Entwicklung der Kronenverlichtung bei Buchen | 1984 bis 2018



Um sich vor zu starker Transpiration zu schützen, rollen einige Buchen ihre Blätter ein.

- deutliche Kronenverlichtung
- schwache Kronenverlichtung (Warnstufe)
- ohne Kronenverlichtung

<sup>1</sup> Durch Rundungsdifferenzen können in einzelnen Jahren kleine Abweichungen in der Gesamtsumme entstehen; <sup>2</sup> kein Landesergebnis; <sup>3</sup> nur bedingt mit den übrigen Jahren vergleichbar





ABBILDUNG 11

### Vorzeitiger Blattabfall bei Buchen | 1989 bis 2018

Angaben in Prozent\*

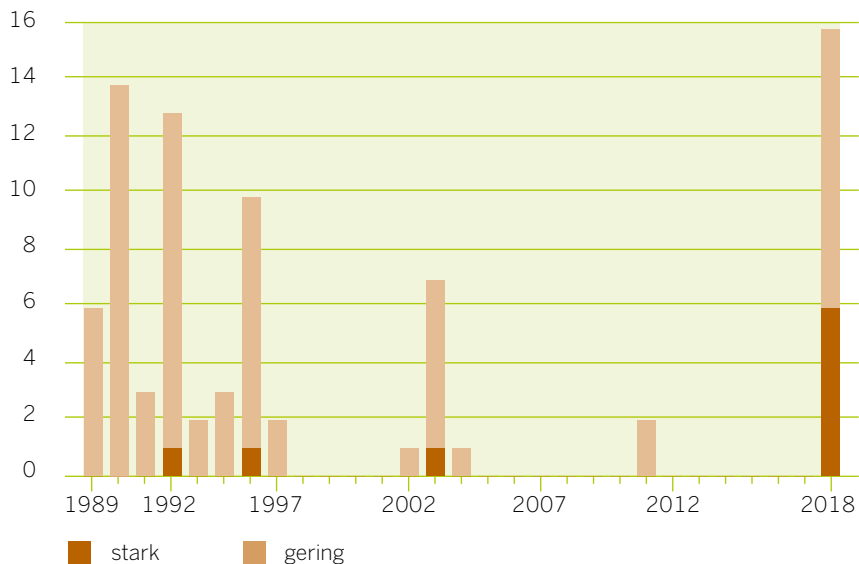
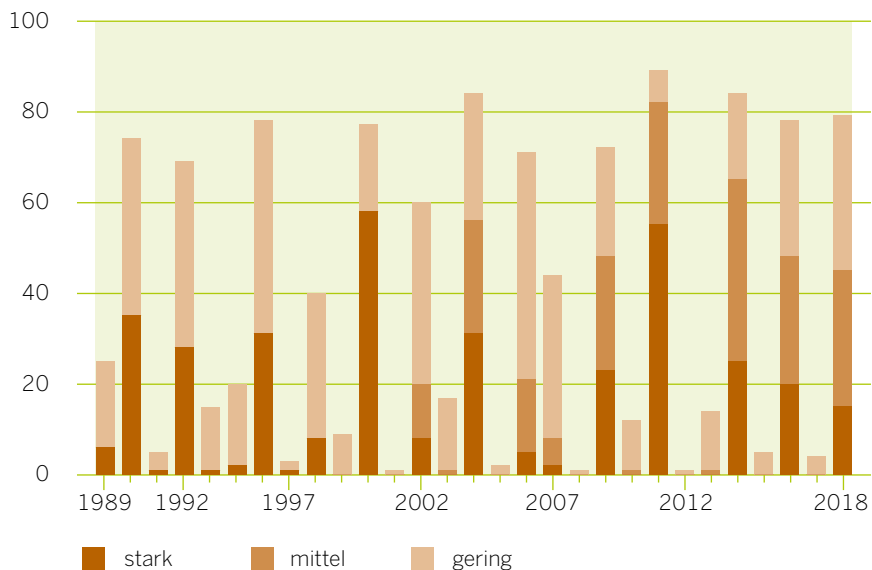


ABBILDUNG 12

### Intensität der Fruchtbildung bei Buchen | 1989 bis 2018

Angaben in Prozent\*



\* 1996 keine Erhebung



## FICHTE

Auch für die Fichte war dieses Jahr besonders belastend. Mehrere einschneidende Stressfaktoren sind zusammengekommen und haben dazu geführt, dass die schlechtesten Werte seit Beginn der Untersuchungen erzielt worden sind.

Die deutliche Kronenverlichtung hat mit 37 Prozent den bisherigen Maximalwert erreicht. Die Steigerungsrate liegt bei 13 Prozentpunkten (Abb. 13, S. 23). Auch der Anteil der gesunden Fichten hat abgenommen. Er ist um 7 Prozentpunkte auf jetzt 27 Prozent gefallen. Dieses Niveau ist schon einmal in den Jahren 2006 und 2014 erreicht worden. Die Warnstufe liegt bei 36 Prozent.

Der Fichte hat in diesem Jahr die Trockenheit besonders zugesetzt. Als Baumart, die überwiegend flach wurzelt, reagiert sie besonders schnell auf Wassermangel, der sich zuerst in den oberen Bodenschichten bemerkbar gemacht hat. Bei Kulturen ist es auf mehreren Flächen zu trockenheitsbedingten Ausfällen gekommen.

Das starke Wasserdefizit hat die Fichten unter hohen Stress gesetzt und die Vitalität der Bäume erheblich eingeschränkt. Dies wirkte sich besonders negativ auf die Abwehr von Borkenkäfern aus. Fichten können Borkenkäferangriffen normalerweise durch einen erhöhten Harzfluss begegnen. Die Käfer werden dann meist schon beim Einbohren in die Rinde im Harz ertränkt. Durch die Trockenheit in diesem Jahr waren viele Fichten aber nicht mehr in der Lage, ausreichend Harz zu bilden.

Die Borkenkäfersituation ist 2018 als besorgniserregend zu bezeichnen. Durch den Sturm „Friederike“ zu Jahresbeginn sind viele Fichten abgebrochen oder umgekippt worden. Nicht alles Sturmholz konnte bisher aufgearbeitet und aus dem Wald entfernt werden. Somit hat im warmen Frühjahr für die ersten Borkenkäfer ausreichendes Brutmaterial zur Verfügung gestanden. Die weitere Wetterentwicklung begünstigte die Käferpopulation enorm und hat zu einer Massenvermehrung mit mehreren Generationen geführt. Die geschwächten Fichten hatten dem Käferbefall nichts mehr entgegenzusetzen.

Eine weitere Erschwernis ergab sich durch die ausgeprägte diesjährige Fruktifikation (Abb. 14, S. 24). Viele Fichten haben im Frühjahr stark geblüht und in der Folge zahlreiche Zapfen ausgebildet. Das ist für die Bäume stets ein großer Kraftakt. Die an der Spitze eines Triebes gebildeten Zapfen bewirken zudem, dass der Haupttrieb des Zweiges im aktuellen Jahr ausfällt. Insgesamt wird durch die starke Fruktifikation weniger Nadelmasse gebildet, was im Erscheinungsbild der Baumkronen deutlich zu sehen ist. Die Nadelverlust-Prozente sind dementsprechend hoch.

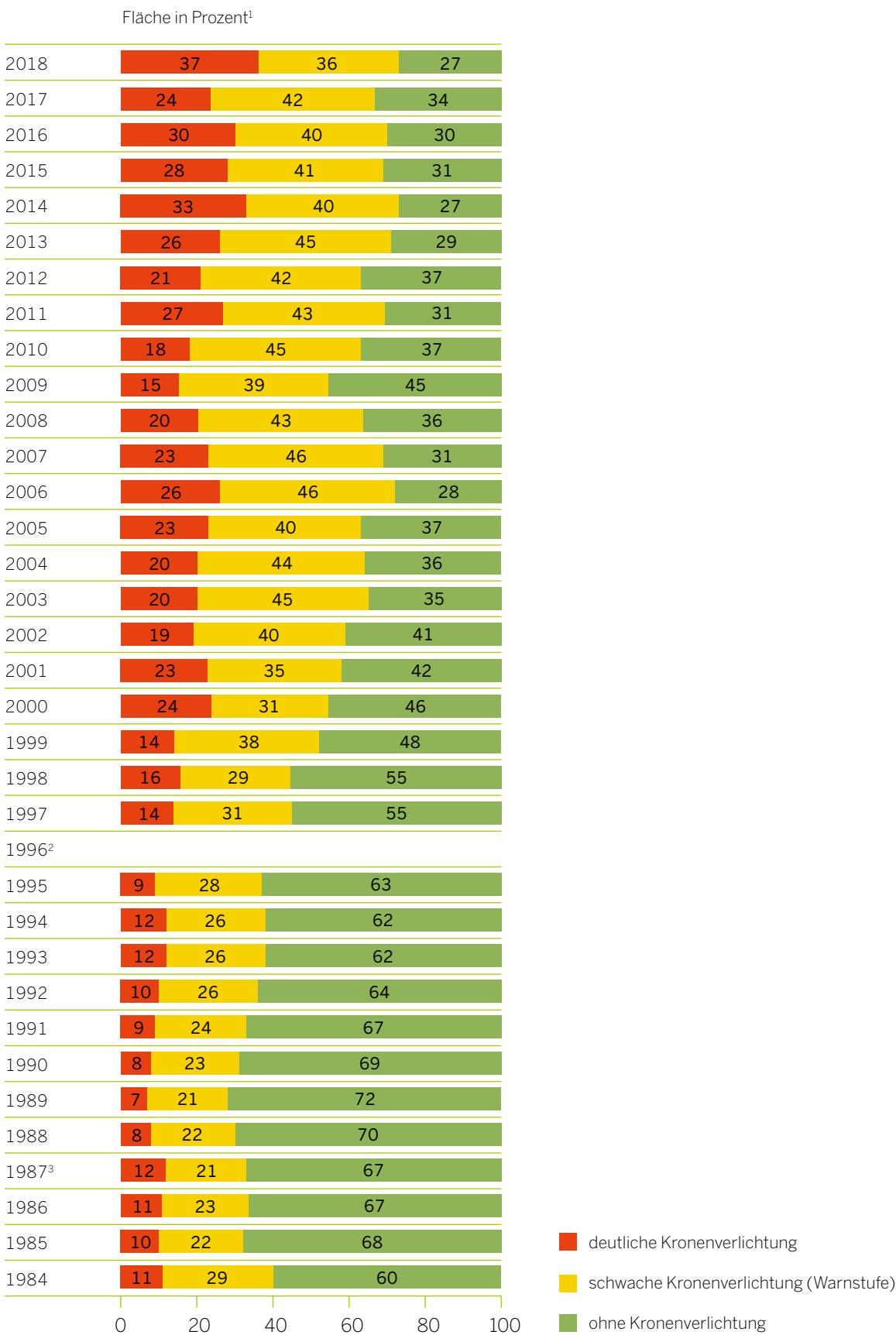


Einzelne Fichten waren in diesem Jahr mit Zapfen übersät.



ABBILDUNG 13

Entwicklung der Kronenverlichtung bei Fichten  
| 1984 bis 2018



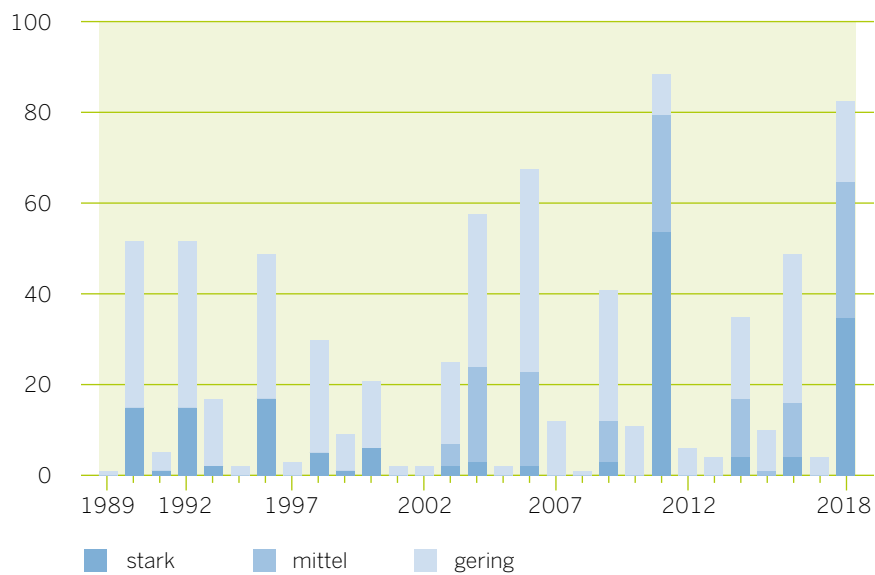
<sup>1</sup> Durch Rundungsdifferenzen können in einzelnen Jahren kleine Abweichungen in der Gesamtsumme entstehen; <sup>2</sup> kein Landesergebnis; <sup>3</sup> nur bedingt mit den übrigen Jahren vergleichbar



ABBILDUNG 14

### Intensität der Fruchtbildung bei Fichten | 1989 bis 2018

Angaben in Prozent\*



\* 1996 keine Erhebung



Borkenkäfer lassen die stark fruchtende Fichte absterben.



## KIEFER

Die Kiefer ist die Baumart in NRW, bei der die schwachen Schäden, auch als Warnstufe bezeichnet, mit 60 Prozent den höchsten Anteil einnehmen (Abb. 15, S. 26). Die Kiefer weist prinzipiell einen verhältnismäßig geringeren Anteil an deutlichen Schäden auf, aber gleichzeitig sind auch recht wenige gesund. Daraus ergibt sich ein stark ausgeprägter Bereich der schwachen Kronenverlichtung.

Bei den deutlichen Schäden hat 2018 ein stärkerer Anstieg um 9 Prozentpunkte stattgefunden. Verlichtungen in dieser Höhe hat es zuletzt um 1984 und dann wieder 1999 gegeben.

Bei den Bäumen ohne Verlichtung ist mit 12 Prozent etwa der Vorjahreswert erreicht worden. Dies ist in dieser Stufe erneut der schlechteste Wert in der Zeitreihe.

Blüte und Zapfenanhang waren in diesem Jahr beträchtlich. Auch für die Kiefer war 2018 ein stärkeres Fruchthjahr (Abb. 6, S. 15).

Generell gilt die Kiefer als trockenheitsverträglicher als die meisten anderen heimischen Hauptbaumarten. Trotzdem hat die lang anhaltende Dürre ihr auf vielen Standorten zu schaffen gemacht. In Verbindung mit der starken Mast sind so auch bei dieser Baumart erhöhte Verlichtungswerte entstanden. Trotz des gesteigerten Nadelverlustes ist die Kiefer im Vergleich zu den anderen Hauptbaumarten noch am wenigsten geschädigt.

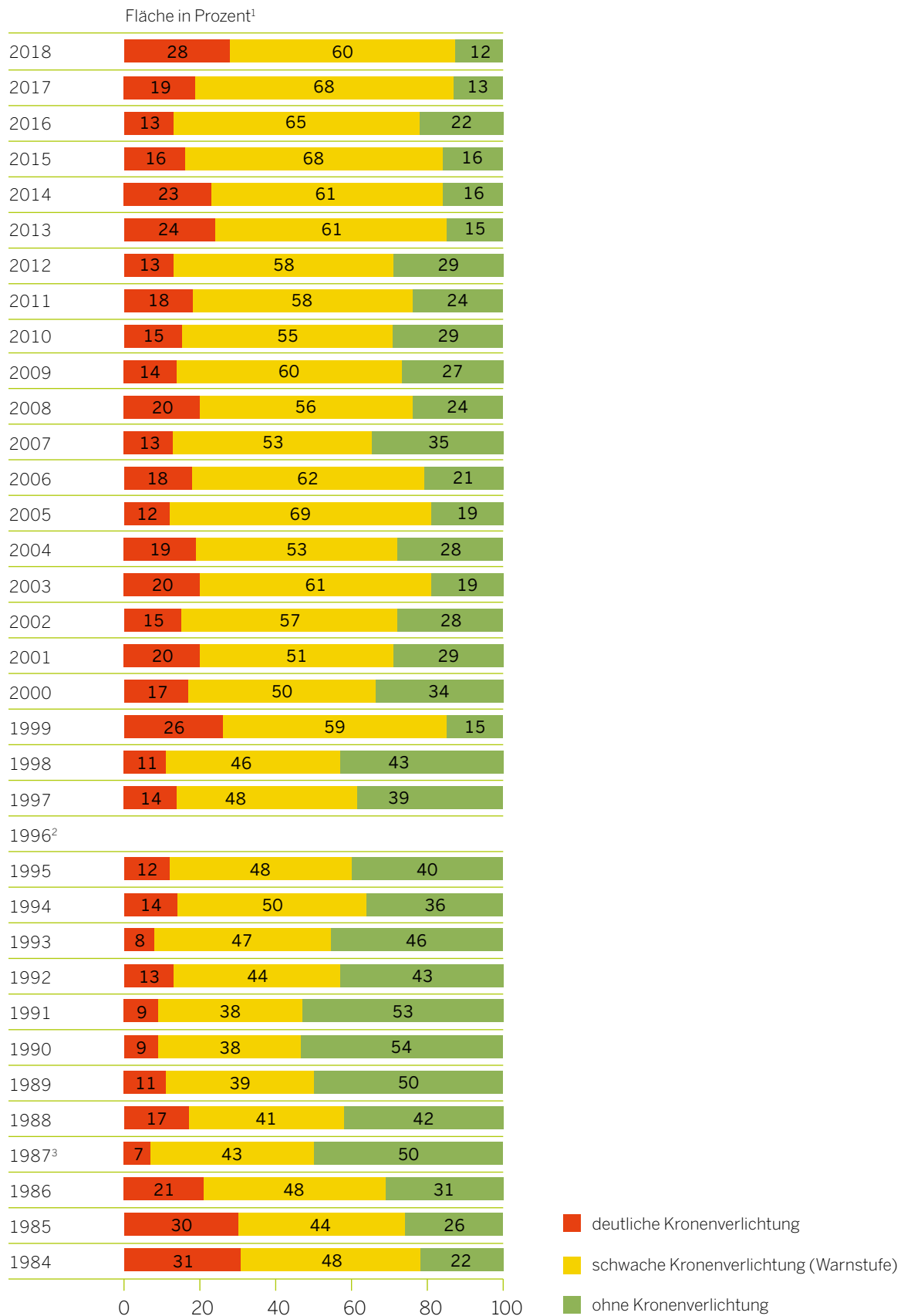


Lichter Kiefernbestand



ABBILDUNG 15

Entwicklung der Kronenverlichtung bei Kiefern  
| 1984 bis 2018



<sup>1</sup> Durch Rundungsdifferenzen können in einzelnen Jahren kleine Abweichungen in der Gesamtsumme entstehen; <sup>2</sup> kein Landesergebnis; <sup>3</sup> nur bedingt mit den übrigen Jahren vergleichbar

## FAZIT BEI DEN HAUPTBAUMARTEN

2018 steht ganz im Zeichen des trockenen „Jahrhundert-sommers“. Neben der lang anhaltenden Dürre haben aber noch weitere Stressfaktoren für den Wald Raum gegriffen. Fast alle Baumarten haben stärker fruktifiziert und viele Samen gebildet. Nicht alle konnten ausreifen. Die Wetterbedingungen waren für die meisten Insekten ideal. Der Befall der Waldbäume mit Schadinsekten war dementsprechend hoch.

Insgesamt haben sich diese Mehrfachbelastungen gegenseitig verstärkt und so zum schlechtesten Waldzustand seit Beginn der Untersuchungen 1984 geführt.



Sterbende Käferfichte mit sich ablösender Rinde

Alle Bewertungen des Waldzustandes spielen sich zudem vor der Kulisse von immer noch beeinträchtigten Waldböden ab. Zwar konnten diverse Untersuchungen eine langsame Besserung des Bodenzustandes verzeichnen, jedoch kann von einer Wiederherstellung der Böden noch nicht gesprochen werden.

- Die **EICHE** hat mit ihren tief reichenden Wurzeln auf vielen Standorten noch recht lange Wasser im Boden erreichen können. Doch dann musste auch sie der anhaltenden Trockenheit nachgeben. Raupenfraß und Bildung von vielen Eicheln verstärkten die Belastungen. Die Eiche ist wieder die Baumart mit den höchsten Verlichtungsprozenten in NRW.
- Unter der langen Dürrezeit hat die **BUCHE** bedeutend gelitten. Sie hat regional besonders früh ihre Blätter abgeworfen und zeigte verstärkt Trockniserscheinungen. Nach nur einer kleinen Pause im letzten Jahr war in diesem Jahr in den meisten Buchenbeständen wieder eine starke Mast mit unzähligen Bucheckern zu verzeichnen. Viele Kulturen sind vertrocknet.
- Für die **FICHTE** war durch ihr meist flaches Wurzelsystem die Beeinträchtigung durch Wassermangel früh und ausgeprägt spürbar. Dramatisch war und ist jedoch der folgende Befall mit Borkenkäfern. Das ganze Ausmaß wird man frühestens zum Jahresende, nach dem winterbedingten Erliegen der Käferaktivitäten, bemessen können. Die Fichte zeigt 2018 die schlechtesten Benadelungswerte seit Beginn der Zeitreihe.
- Die **KIEFER** gilt als eine Baumart, die mit Wassermangel etwas besser zurechtkommt als die anderen heimischen Hauptbaumarten. Dennoch hat sie die lange Dürreperiode auf vielen Standorten belastet. In Verbindung mit einer starken Zapfenbildung sind so trotzdem hohe Verlichtungswerte zustande gekommen. Im Vergleich zu den anderen Baumarten ist die Kiefer jedoch noch am wenigsten geschädigt.

## AUSWIRKUNG DER TROCKENHEIT AUF DIE WALDBÄUME

Trockene und heiße Sommer kommen in unseren Breiten immer wieder vor und sind prinzipiell nichts Ungewöhnliches. Unsere heimische Natur ist darauf eingestellt und kommt in der Regel mit diesem Wetter zurecht. Doch der Sommer 2018 ragt aus den langjährigen Messreihen mit mehreren Rekordwerten heraus. Insbesondere die Temperaturen und die Dauer der Dürreperiode waren außergewöhnlich hoch. Er dürfte wohl als „Jahrhundert-sommer“ eingestuft werden.

An den Waldrändern und besonders entlang der Straßen und Wege konnte man in diesem Jahr schon ab Anfang Juli die ersten trockenen Blätter an den Bäumen erkennen. Im weiteren Verlauf nahmen die Trockniserscheinungen zu und man musste vermehrt Bäume mit komplett vertrockneten Kronen beobachten.

In den geschlossenen Waldbeständen machte sich die Trockenheit meist etwas später bemerkbar. Der Wald kann mit seinem Pumpwerk an vernetzten Wurzelsystemen auch das Wasser in den tieferen Bodenschichten erreichen. Hier dauerte es, standörtlich unterschiedlich, bis ca. Anfang August, bis sich das Wasserdefizit erkennbar auswirkte. Dabei waren die flachwurzelnenden Baumarten wie die Fichte stärker betroffen.

Junge Bäume sind weniger widerstandsfähig als alter Wald. Deshalb sind sehr viele Kulturen mit Jungpflanzen der Dürre erlegen und großflächig vertrocknet.

Wassermangel bedeutet Stress für die Waldbäume. Diverse biologische Kreisläufe werden eingeschränkt. Die Bäume versuchen zunächst den Transpirationsverlust zu reduzieren. Bei einigen Laubbäumen konnte man beobachten, dass sie ihre Blätter gefaltet oder sogar eingerollt hatten. Das verringert zwar die Transpirationsfläche und schützt vor zu starker Sonneneinstrahlung, vermindert aber auch die Photosynthese.

Mit der Zunahme der Trockenheit haben besonders die Buchen ihre Blätter und die Fichten ihre Nadeln verfrüht abgeworfen. Blätter und Nadeln haben teilweise schon Ende August den ganzen Waldboden wie im Herbst bedeckt.

2018 war auch ein Mastjahr. Fast alle Baumarten haben stärker fruktifiziert. Die Früchte konnten durch die Dürre vielerorts aber nicht ausreichend versorgt werden.



Ein Feldgehölz mit spätsommerlichen Trocknisschäden

So haben besonders Eichen und Buchen ihre Früchte vorzeitig unreif und vertrocknet verloren. Häufig waren Eicheln und Bucheckern zudem taub.

Da die gesamte Energie- und Nährstoffversorgung nur noch eingeschränkt vorstättenging, lief das Wachstum der Bäume auf Sparflamme. Unter der zunehmenden Belastung muss davon ausgegangen werden, dass es bei vielen Bäumen sogar frühzeitig ganz eingestellt worden ist. Das bedeutet Zuwachsverluste, die sich in schmalen Jahresringen bemerkbar machen.

Von besonderer Bedeutung ist der Befall der Fichten mit Borkenkäfern in diesem Jahr. Das Wetter förderte die Käferentwicklung und führte zu einem außergewöhnlich hohen Borkenkäferbefall. Begünstigt wurde die Massenvermehrung durch Sturmholz aus dem Wintersturm „Friederike“, das den Käfern ideale Brutvoraussetzungen bot.

Durch den Wassermangel war die Harzbildung bei vielen Fichten nicht mehr ausreichend möglich. Mit dem Harzfluss können sich die Bäume gegen einbohrende Käfer wehren, indem sie diese ertränken. Die durch Trockenheit und Zapfenbildung schon vorgeschwächten Fichten hatten den Käfern vielerorts nichts mehr entgegenzusetzen.

Wegen der langen Trockenheit ist auch die Waldbrandgefahr deutlich angestiegen. Mehrfach hat der Waldbrandgefahrenindex des Deutschen Wetterdienstes (DWD) Höchstwerte verzeichnet. Besonders gefährdet sind dabei Nadelhölzer, die in ihrer Biomasse leicht entzündliche ätherische Öle enthalten. Stocken diese Wälder z. B. auf trocken-sandigen Standorten, steigt die Waldbrandgefahr enorm.



# Die Witterungsverhältnisse bis zum Sommer 2018



Tensiometer zur Messung der Bodenwasserspannung auf der Level-II-Fläche Haard

Das Jahr 2018 stellte neue Wetterrekorde auf. In diesem Sommer waren die bundesweiten Pressemitteilungen geprägt von Meldungen über Hitzewellen, extreme Dürre, massive Ertragseinbußen in der Landwirtschaft und erhebliche Waldbrandgefahr. Bereits der April brachte einen neuen Temperaturrekord. Die Monate April bis August 2018 stellten die wärmsten sowie sonnenscheinreichsten und zugleich mit die niederschlagsärmsten Monate seit Beginn der Aufzeichnungen im Jahr 1881 dar.

Die Witterung spielt eine entscheidende Rolle für die Entwicklung des Waldzustandes. Zum einen gibt es direkte Effekte der Witterung auf den Zustand der Waldbäume z. B. durch Sommertrockenheit, Stürme sowie Früh- und Spätfröste, zum anderen gibt es

indirekte Effekte, indem die Witterung z. B. die Anlage von Blütenknospen beeinflusst. Von Relevanz ist nicht nur der Witterungsverlauf des aktuellen Jahres, sondern auch des Vorjahres. Die Wälder sind im Allgemeinen gut an die durchschnittlichen Bedingungen des jeweiligen Standorts angepasst, daher gibt der Vergleich der aktuellen Wetterverhältnisse mit dem langjährigen Mittel eine erste Einschätzung der aktuellen Situation.

Im Folgenden werden die Witterungsverhältnisse in NRW bis zum Sommer 2018 im Detail betrachtet und Rückschlüsse für die Waldbäume gezogen. Als Datengrundlage dienen Wetteraufzeichnungen des DWD sowie Messungen des LANUV, die im Rahmen des bundesweiten forstlichen Umweltmonitorings auf den Level-II-Flächen in NRW durchgeführt werden.

## KLIMA UND WITTERUNGSVERHÄLTNISSE IN NRW

Das Klima in NRW wird durch maritimen Einfluss geprägt und geht mit kühlen Sommern und milden Wintern einher. Der globale Klimawandel führt auch in NRW zu Veränderungen, dies zeigt sich in den Messungen des Deutschen Wetterdienstes (DWD). Landesweit ist die Jahresmitteltemperatur seit Beginn der DWD-Messungen 1881 um 1,5 °C und die mittlere jährliche Niederschlagssumme um 100 L m<sup>-2</sup> (entspricht mm) angestiegen (LANUV 2018\*).

Die mittlere Temperatur ab Beginn des Nadel-/Blatt-austriebs bis zum Zeitpunkt der Waldzustandserhebung (April bis August) zeigt ebenfalls ab Anfang der 1980er- bis Ende der 1990er-Jahre einen deutlichen Anstieg (Abb. 1, S. 31). Seitdem ist die Temperatur im Mittel bis 2017 auf hohem Level konstant geblieben. Die höchsten mittleren Temperaturen (April bis August) wurden bis dahin in den Jahren 1947 und 2003 mit jeweils 16,3 °C gemessen. Das Jahr 2018 übertrifft diese beiden Jahre mit 17,4 °C bei Weitem und liegt 3,6 °C über dem Mittel der Referenzperiode (1961–1990).

Obwohl die Jahresniederschlagssumme im Mittel zugenommen hat, liegt keine Erhöhung der Niederschlagssumme von April bis August vor. Insbesondere in den letzten zehn Jahren wurden in diesen Monaten vergleichsweise niedrige Niederschlagssummen beobachtet (Referenzperiode 1961–1990: 373 L m<sup>-2</sup>, 2008–2018: 338 L m<sup>-2</sup>). Im Jahr 2018 wurde mit nur 214 L m<sup>-2</sup> die niedrigste Niederschlagssumme seit 1976 (196 L m<sup>-2</sup>) gemessen.

Der Vergleich der Monatsniederschlagssummen zeigt, dass in den letzten zehn Jahren (2008–2017) im Herbst und Winter etwa genauso viel Niederschlag gefallen ist wie in der Referenzperiode (Abb. 2, S. 31). Im Frühjahr und im Sommer dagegen wurden in den letzten zehn Jahren deutlich niedrigere Niederschlagssummen gemessen, insbesondere in den Monaten März bis Mai. Im Jahr 2018 wurden zusätzlich extrem niedrige Werte im Februar, Juni, Juli und August beobachtet.

Im Folgenden werden die Besonderheiten des Witterungsverlaufs ab der zweiten Jahreshälfte 2017 betrachtet (Abb. 3, S. 32). Die zweite Jahreshälfte war deutlich niederschlagsreich und insgesamt warm, aber sonnenscheinarm im Vergleich zur Referenzperiode. Insbesondere der Juli war mit 130 L m<sup>-2</sup> (1961–1990: 82 L m<sup>-2</sup>) sehr nass. Der

Oktober gehörte bundesweit zu den wärmsten seit 1881. Der Januar war ebenfalls außergewöhnlich niederschlagsreich und zugleich mit im Mittel 4,7 °C (1961–1990: 1,2 °C) ausgesprochen warm. Bundesweit war der Januar der sechstwärmste Januar seit 1881. Am 18. Januar zog das Orkantief „Friederike“ über NRW und verursachte schwere Schäden. Der Februar sowie der März 2018 waren trocken und kalt. Anfang April kam es zu einem rapiden Temperaturanstieg. Der April 2018 war bundesweit der wärmste April seit 1881. In NRW lag die mittlere Temperatur mit 12,8 °C fast 5 °C über dem Mittel der Referenzperiode. Gleichzeitig wies der April ein Niederschlagsdefizit bei überdurchschnittlicher Sonnenscheindauer auf. Der Mai 2018 war auch ungewöhnlich warm, niederschlagsarm und ausgesprochen sonnenscheinreich (280 h; 1961–1990: 190 h). In NRW kam es im Mai und Juni 2018 wiederkehrend zu lokal heftigen Gewitterregen. Obwohl der Juni bundesweit sehr warm, extrem trocken und sonnenscheinreich war, gehörte NRW zu den vergleichsweise kühlen und sonnenscheinarmen Bundesländern. Im Juli zog eine außergewöhnliche Hitzewelle über NRW. In Duisburg-Baerl wurde am 26. Juli die höchste Temperatur von 38 °C gemessen. Die mittlere Temperatur lag mit 20,9 °C um 3,9 °C höher als in der Referenzperiode. Gleichzeitig war der Juli äußerst sonnenscheinreich (315 h; 1961–1990: 187 h) und mit nur 25 L m<sup>-2</sup> extrem trocken (1961–1990: 82 L m<sup>-2</sup>). Damit war NRW im Juli das zweitniederschlagsärmste Bundesland. Die extreme Hitze und Dürre brachte u. a. erhebliche Auswirkungen für die Landwirtschaft (Ertragseinbußen) mit sich. Im August 2018 setzten sich die extremen Bedingungen weiter fort. Der August gehörte bundesweit zu den drei wärmsten seit 1881. Insgesamt stellten die Monate April bis August 2018 die wärmsten sowie sonnenscheinreichsten und zugleich mit die niederschlagsärmsten Monate seit Beginn der Messungen 1881 dar (vgl. Abb. 3, S. 32).

Die Temperatur- und Niederschlagsabweichungen von April bis August waren regional verschieden (Abb. 4 und Abb. 5, S. 33). Im April war ganz NRW von extrem hohen Temperaturabweichungen betroffen, während sich in den anderen Monaten deutlichere regionale Unterschiede zeigten. Im Juli wurden z. B. extrem hohe Temperaturabweichungen im Westen von NRW gemessen (Niederrheinisches Tiefland, Niederrheinische Bucht, Eifel, Bergisches Land). In der Westhälfte von NRW traten gleichzeitig außergewöhnlich hohe Niederschlagsdefizite auf. Im August war dagegen insbesondere der Osten von NRW (z. B. Weserbergland) von Hitze und Trockenheit betroffen.

ABBILDUNG 1

### Zeitverlauf der mittleren Temperatur | April bis August 1881 bis 2018

■ Mittel April bis August ■ 10-jähriger gleitender Durchschnitt

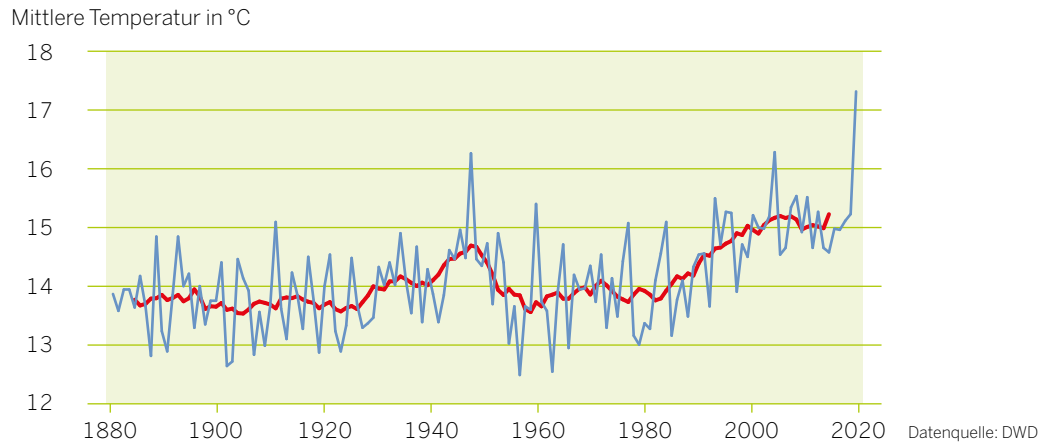


ABBILDUNG 2

### Monatsniederschlagssummen | 2008 bis 2017 und 2018 (bis August)

Vergleich mit der Referenzperiode (1961–1990)

■ 1961–1990 ■ 2008–2017 ■ 2018

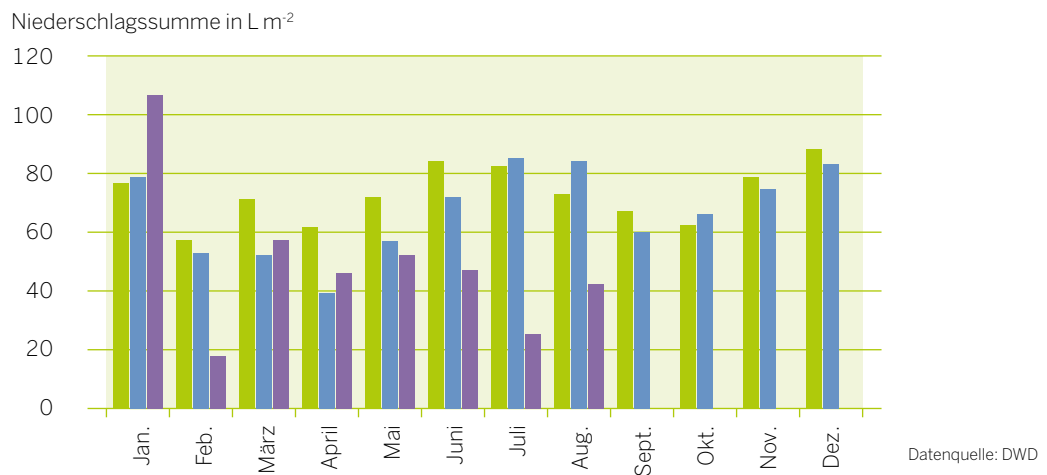
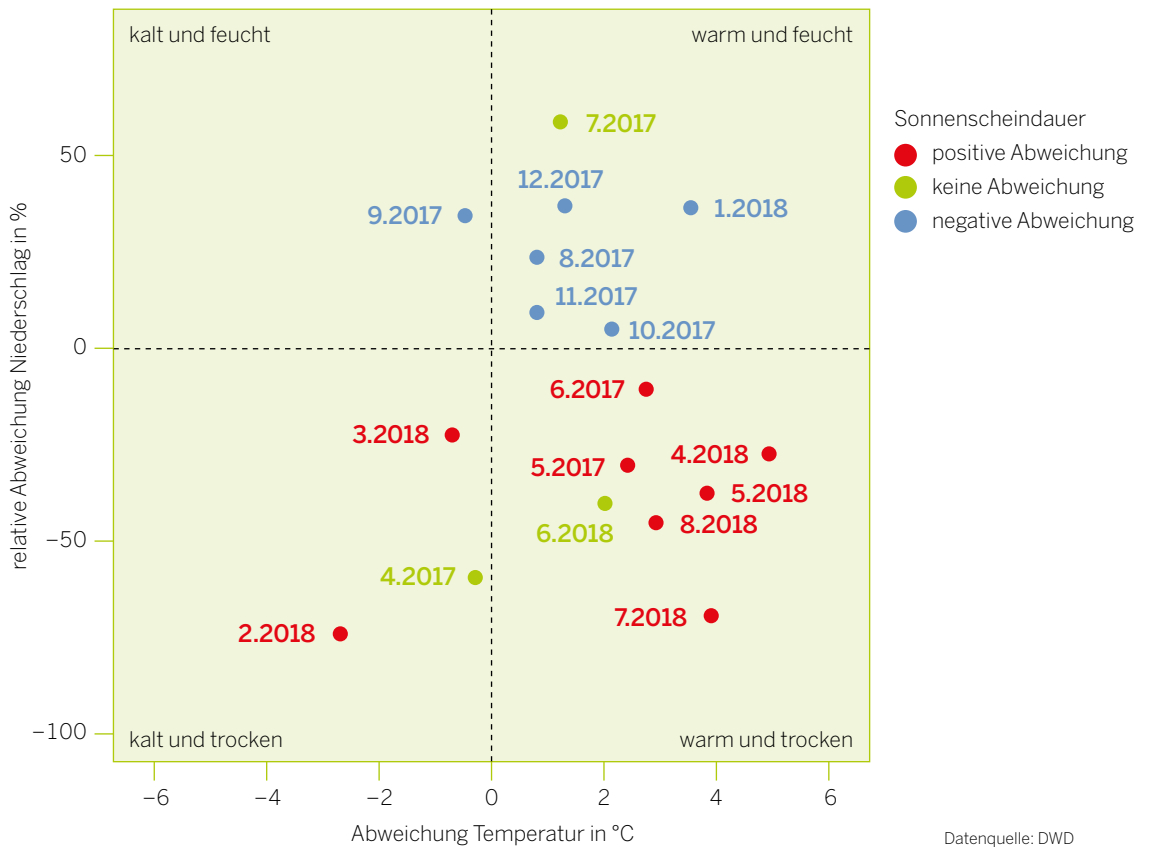


ABBILDUNG 3

Temperatur, Niederschlag und Sonnenscheindauer |  
April 2017 bis August 2018

Abweichung von der Referenzperiode 1961 bis 1990

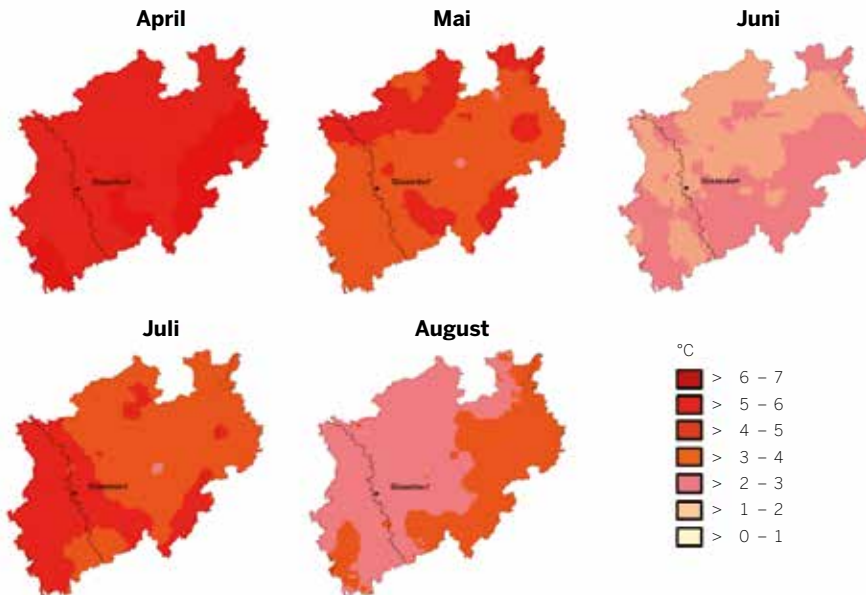


Freifläche mit Wetterstation der Level-II-Fläche Elberndorf

➤ **ABBILDUNG 4**

### Regionale Temperaturabweichungen | April bis August 2018

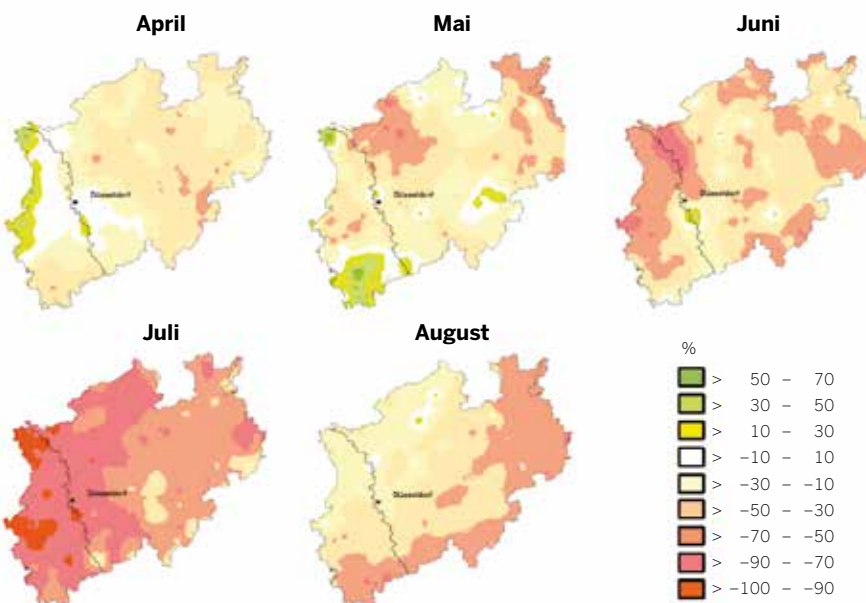
Abweichung in °C von der Referenzperiode



➤ **ABBILDUNG 5**

### Regionale Niederschlagsabweichungen | April bis August 2018

Abweichung in % von der Referenzperiode



## WITTERUNGSVERHÄLTNISSE UND BODENWASSERHAUSHALT DER LEVEL-II-FLÄCHEN

Auf den Level-II-Flächen werden meteorologische Größen (z. B. Temperatur und Niederschlag) und zusätzlich der Bodenwasserhaushalt erfasst. Der Bodenwasserhaushalt wird nicht nur von der Witterung beeinflusst, entscheidend sind auch die Bodenverhältnisse und der Wasserverbrauch der aufstockenden Waldbestände. Im Winterhalbjahr füllt sich der Bodenwasservorrat auf. Im Frühjahr beginnen die Bäume wieder vermehrt Wasser aus dem Boden aufzunehmen, um den Wasserverbrauch, der beim Austrieb der Bäume und durch die Transpiration der Nadeln und Blätter entsteht, auszugleichen. Der Wasserentzug durch die Bäume führt zu einem Anstieg der Wasserspannung in den durchwurzelter Bodenschichten. Die Ergebnisse aus dem forstlichen Umweltmonitoring werden exemplarisch für die Level-II-Fläche Haard (Kreis Recklinghausen, Westfälische Bucht) dargestellt.

Der Frühlingsaustrieb der Nadeln und Blätter wird primär durch die Temperaturbedingungen gesteuert. In Abbildung 6 (S. 35) sind forstmeteorologische Schwellenwerte (Tage mit Tagesmitteltemperaturen größer oder gleich 10 °C und Tage mit Maximaltemperaturen größer oder gleich 20 °C) für die Level-II-Fläche Haard abgebildet. Während es im März 2018 noch ausgesprochen kühl war, stieg die Temperatur Anfang April rapide an und erreichte bereits ab dem 8. April Maximalwerte von über 20 °C. Dies führte zu einem schnellen und frühen Austrieb der Bäume (Details siehe Kapitel „Phänologische Beobachtungen an Waldbäumen 2018“).

Auf der Level-II-Fläche Haard wurde von April bis August das stärkste Niederschlagsdefizit im Vergleich zum langjährigen Mittel (1995–2016) gemessen. Die Niederschlags-summe von April bis August 2018 lag in der Haard mit 303 L m<sup>-2</sup> bei nur knapp über der Hälfte der langjährigen mittleren Niederschlagssumme (Abb. 7, S. 35). Im gleichen Zeitraum lag die Temperatur um 2,2 °C höher im Vergleich zum langjährigen Mittel (Abb. 7, S. 35). Der heißen und trockenen Phase in 2018 ging jedoch eine sehr feuchte Phase mit durchschnittlichen Temperaturen voraus. Insbesondere im Juli und September 2017 sowie im Januar 2018 wurden extrem hohe Niederschlagssummen gemessen.

Die aktuelle Bodenwasserverfügbarkeit betrug gegen Ende Juli nur noch etwa 50 Prozent der nutzbaren Feldkapazität (nFK; Abb. 8, S. 36). Auf dem sandigen Boden in der Haard ist ein pflanzenverfügbare Wasservorrat von wenigstens 120 L m<sup>-2</sup> (60 % nFK) erforderlich, um eine günstige Wasserversorgung für den Buchenwald der Haard über den Sommer sicherzustellen. Ähnlich niedrige Bodenwasserverfügbarkeiten wie im Juli 2018 wurden z. B. im August 2003 beobachtet. Die Daten der modellierten Bodenwasservorräte lagen zum Redaktionsschluss nur bis Ende Juli 2018 vor. Aus den gemessenen Bodensaugspannungen kann jedoch abgeleitet werden, dass der Bodenwasservorrat im August vermutlich noch weiter abgesunken ist (Abb. 9, S. 36). Im Oberboden (15 cm Bodentiefe) wurden zwischen dem 6. und 27. August 2018 die höchsten Bodensaugspannungen seit Messbeginn gemessen. Die Bodensaugspannungen im Unterboden (75 cm Bodentiefe) waren deutlich niedriger als im Oberboden, somit war primär der Oberboden von der Austrocknung betroffen. Im Juli 2018 lag für die Fläche Haard mit 9,46 L m<sup>-2</sup> (28.07.2018) außerdem die höchste Transpirationsdifferenz seit Messbeginn 2001 vor (Werte lagen nur bis zum 31.07.2018 vor; Abb. 10, S. 36). Die Transpirationsdifferenz ist die Differenz zwischen potenziell möglicher und aktuell realisierter Transpiration der Bäume und somit ein Maß für die Wasserversorgung von Waldbeständen. Die hohe Transpirationsdifferenz weist somit auf einen ausgeprägten Wassermangel der Waldbäume hin.

Zusammenfassend lässt sich feststellen, dass die sehr feuchte Phase, die der Hitze-Trockenphase ab April 2018 vorangegangen ist, dazu geführt hat, dass der Boden mit gut gefüllten Wasserspeichern in die lange und ausgeprägte Trockenphase gestartet ist. Die Bodenwasserhaushaltssimulation hat gezeigt, dass der Bodenwasservorrat bereits ab Ende Juli 2017 allmählich wieder aufgefüllt wurde. Dies hat vermutlich dazu beigetragen, dass der außergewöhnlich starke Wassermangel trotz der lang anhaltenden Rekordhitze und -dürre erst vergleichsweise spät (ab Ende Juli) festzustellen war.

ABBILDUNG 6

Tage mit Tagesmitteltemperaturen größer oder gleich 10 °C und Tage mit Tagesmaximaltemperaturen größer oder gleich 20 °C | Level-II-Fläche Haard | 1996 bis 2018 (bis 31. August)

- Tagesmitteltemperatur größer oder gleich 10 °C
- Tagesmaximaltemperatur größer oder gleich 20 °C

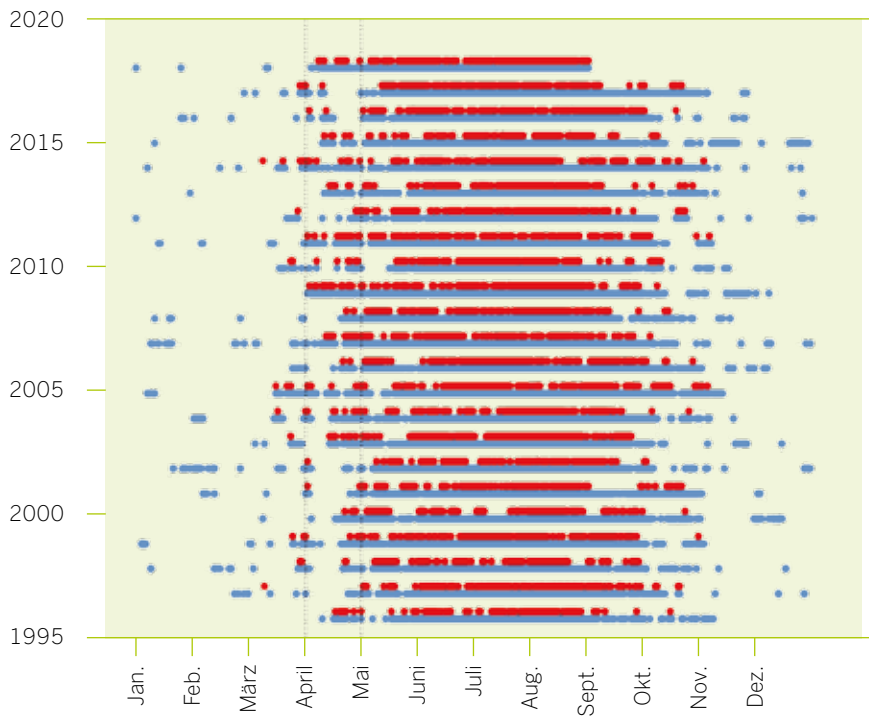
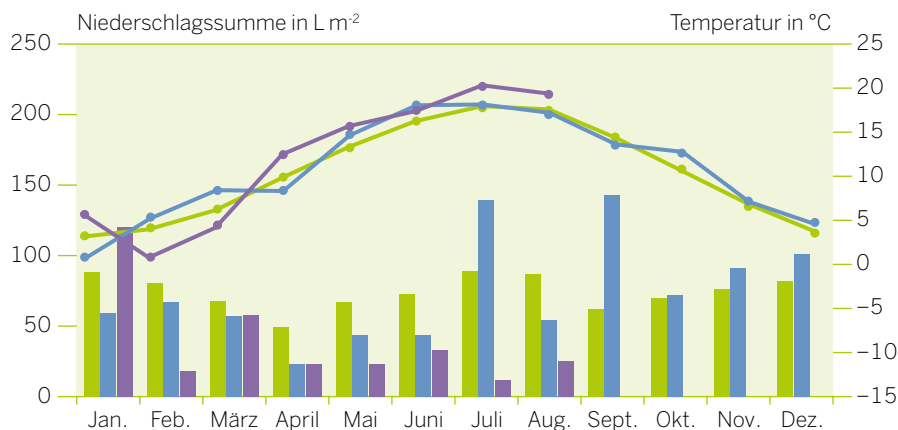


ABBILDUNG 7

Monatsniederschlagssummen und mittlerer Temperaturverlauf | Level-II-Fläche Haard | 2017 und 2018 (bis August)

Vergleich mit dem langjährigen Mittel (1995–2016)

- 1995–2016
- 2017
- 2018

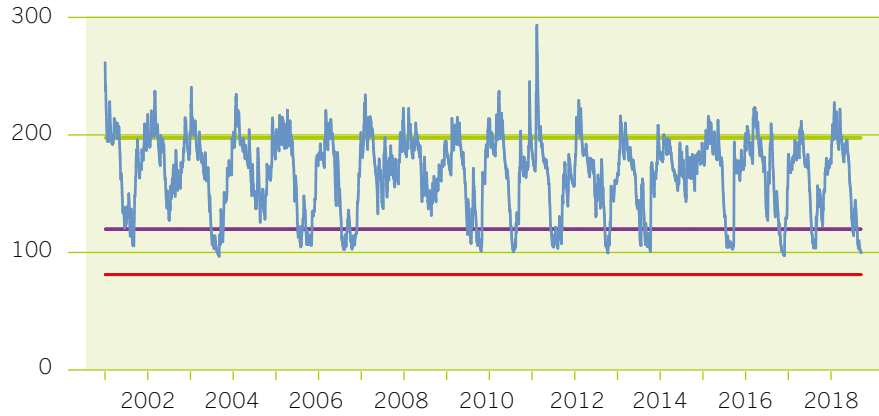


➤ ABBILDUNG 8

Aktueller Bodenwasservorrat in 0 bis 90 cm Tiefe |  
Level-II-Fläche Haard | 01.01.2001 bis 31.07.2018

aktuelle Wasserverfügbarkeit nFK 60 % nFK 40 % nFK

relative Bodenwasserverfügbarkeit in  $L m^{-2}$



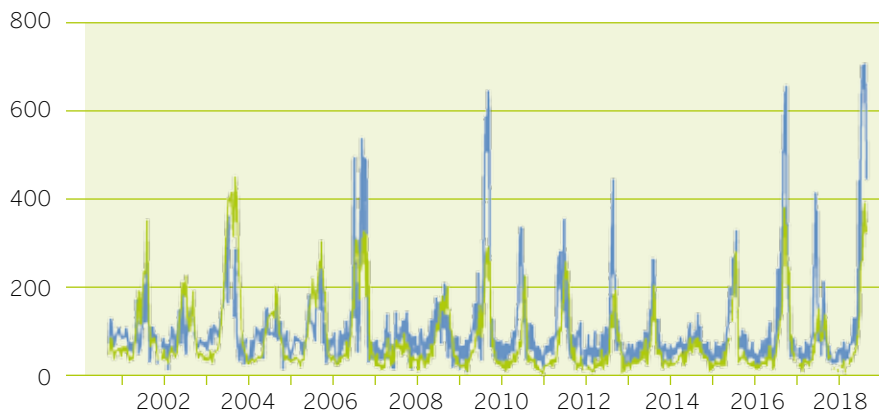
Die nutzbare Feldkapazität (nFK;  $200 L m^{-2}$ ) sowie 60 % der nFK ( $120 L m^{-2}$ ) und 40 % der nFK ( $80 L m^{-2}$ ) sind eingezeichnet.

➤ ABBILDUNG 9

Bodensaugspannung | Level-II-Fläche Haard |  
05.10.2000 bis 10.09.2018

15 cm Bodentiefe 75 cm Bodentiefe

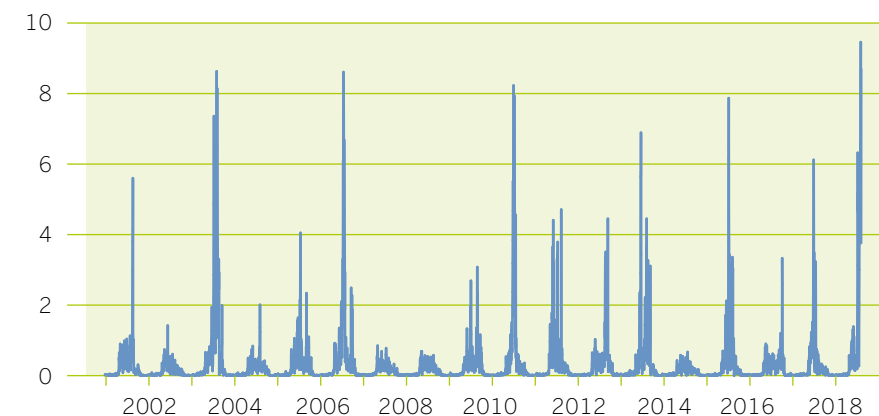
Bodensaugspannung in hPa



➤ ABBILDUNG 10

Transpirationsdifferenz | Level II-Fläche Haard |  
01.01.2001 bis 31.07.2018

Transpirationsdifferenz in  $L m^{-2}$





## ZUSAMMENFASSUNG

Das Jahr 2018 war geprägt von neuen Hitze- und Dürrerekorden. Die Monate April bis August 2018 stellten die wärmsten sowie sonnenscheinreichsten und zugleich mit die niederschlagsärmsten Monate seit Beginn der DWD-Aufzeichnungen im Jahr 1881 dar. Die mittlere Temperatur dieser Monate lag in NRW mit 17,4 °C um 3,6 °C über dem Mittel der Referenzperiode (1961–1990) und übertraf die beiden bisherigen Rekordjahre 1947 und 2003 um mehr als 1 °C. Gleichzeitig wurde mit nur 214 L m<sup>-2</sup> (57 Prozent des Mittels der Referenzperiode) die niedrigste Niederschlagssumme seit 1976 gemessen. Dem ausgesprochen trockenen und kalten Februar und März 2018 folgte ein rapider Temperaturanstieg, der zu einem schnellen und frühen Austrieb der Waldbäume führte (siehe Kapitel „Phänologische Beobachtungen an Waldbäumen 2018“). Der April 2018 war bundesweit der wärmste April seit 1881. In NRW lag die mittlere Temperatur fast 5 °C über dem Mittel der Referenzperiode. Im Juli zog eine außergewöhnliche Hitzewelle über NRW, die von äußerst sonnenscheinreichen und extrem trockenen Bedingungen begleitet wurde. Im August setzten sich diese Bedingungen weiter fort. Obwohl der Bodenwasserspeicher gut gefüllt in das Frühjahr startete, führte die lang anhaltende Hitze- und Dürrephase ab Ende Juli zu massivem Wassermangel, der eine erhebliche Belastung für die Waldbäumen in NRW darstellte. Als Folge des Trockenstresses spielte neben Trockenschäden auch der Borkenkäferbefall eine wesentliche Rolle (siehe Kapitel „Der Sturm „Friederike“ und der Borkenkäferbefall 2018“).

# Der Sturm „Friederike“ und der Borkenkäferbefall 2018



## DER STURM „FRIEDERIKE“

Am 18. Januar 2018 zog in Europa das Orkantief „Friederike“ von Westen durch Irland, das Vereinigte Königreich, die Niederlande, Belgien und Deutschland bis nach Polen. Bei diesem schweren Sturm mit Orkanböen starben zehn Menschen. „Friederike“ war in Mitteldeutschland der stärkste Sturm seit dem Orkan Kyrill im Jahr 2007 (Tab. 1, S. 39).

Im Unterschied zu „Kyrill“ handelte es sich um ein lokal begrenztes Sturmereignis, das auf einer Breite

von etwa 200 km zu schweren Schäden führte. Dieses Band zog sich vor allem durch den Norden und Nordosten Nordrhein-Westfalens, sodass NRW das am stärksten betroffene Bundesland war (Abb. 1, S. 39).

Im Wald führte „Friederike“ zusammen mit dem vorangegangenen, schwächeren Sturmereignis „Burglind“ (2./3. Januar 2018) zu einer Schadholzmenge von ca. 2,5 Millionen Festmeter, davon über 90 Prozent Fichte. Vielfach handelte es sich dabei um Einzel- und Nesterwürfe, regional auch vermehrt um Flächenwürfe größeren Ausmaßes.

TABELLE 1

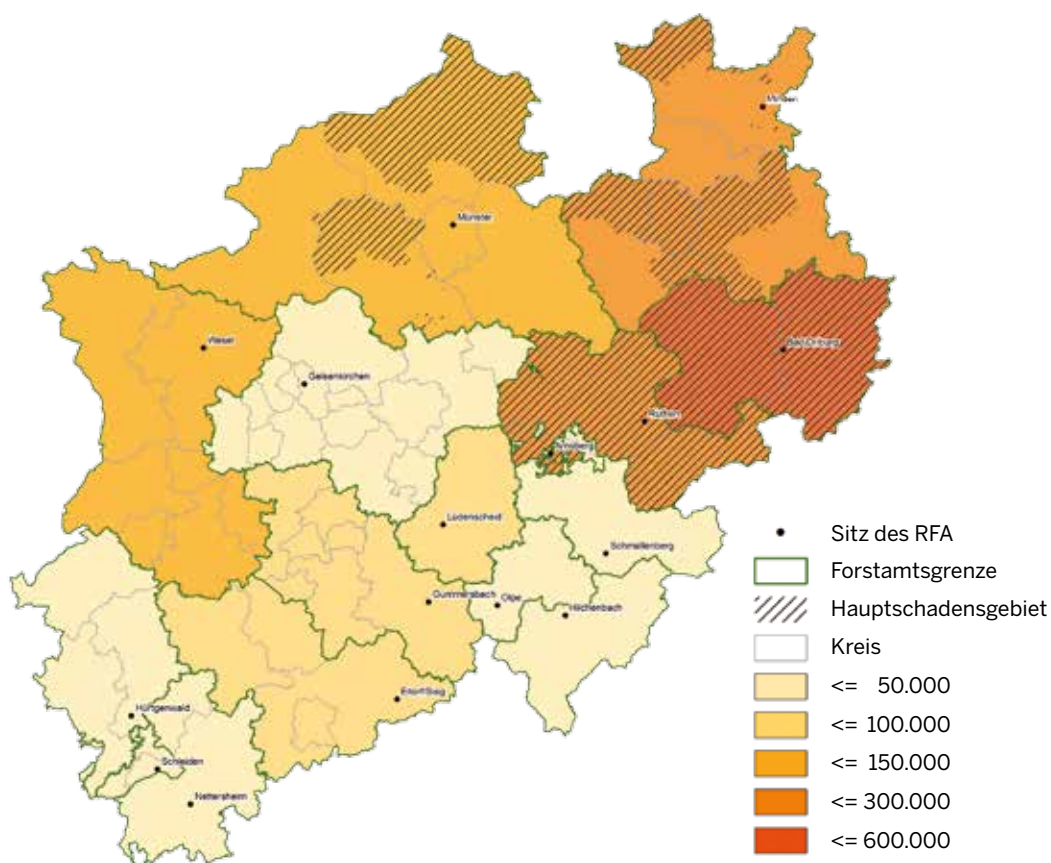
Gemessene Windspitzen

Bergland		Tiefland	
Brocken	203 km/h	Gera-Leumnitz	138 km/h
Fichtelberg	174 km/h	Frankenberg-Geismar	133 km/h
Zugspitze	158 km/h	Erfurt-Weimar	130 km/h
Feldberg	144 km/h	Leipzig/Halle	129 km/h
Kahler Asten	142 km/h	Ahaus	127 km/h

Quelle: Wikipedia

ABBILDUNG 1

Übersichtskarte zum Sturm „Friederike“



## BORKENKÄFERSITUATION

In erster Linie durch die außergewöhnlich hohen Temperaturen von April bis August 2018 und durch das zu verzeichnende sehr hohe Niederschlagsdefizit haben sich landesweit in diesem Sommer bislang nicht vorgekommene Borkenkäferpopulationsdichten aufbauen können. Die Käfer hatten leichtes Spiel, da durch den Trockenstress die natürliche Abwehr der Fichten gegen diese Eindringlinge die Harzproduktion in diesem Jahr mehr oder weniger ausfiel. Erschwerend kam hinzu, dass in einigen Teilen des Landes das durch Winterstürme verfügbare bruttaugliche Holz im Frühjahr sehr schnell von diesen Rindenbrütern besiedelt werden konnte und vielerorts die Stürme angerissene und für den Käfer attraktive offene Waldränder hinterließen. Nach bisherigen Schätzungen sind in diesem Jahr mehr als 2 Millionen Festmeter Fichtenholz von den Borkenkäferarten befallen worden. Somit handelt es sich in NRW um ein bisher nie dagewesenes Schadereignis mit weitreichenden Folgen für die betroffenen Wälder und Waldbesitzer.

### Buchdrucker und Kupferstecher

Eine besondere Bedeutung haben in NRW die an Fichten vorkommenden Borkenkäferarten Buchdrucker und Kupferstecher. Beide Arten schädigen durch ihre Fraßtätigkeit im kambialen Bereich der Rinde die Bäume. Dies führt zum Absterben der Krone bzw. des ganzen Baumes und bei einer Massenvermehrung des Buchdruckers zum Sterben ganzer Fichtenbestände oder Waldareale. Der **BUCHDRUCKER** neigt gegenüber dem Kupferstecher zu mehrjährigen Massenvermehrungen und befällt hauptsächlich Althölzer (ab dem Alter 40). Der **KUPFERSTECHER** ist deutlich kleiner als der Buchdrucker und befällt vornehmlich jüngere Fichten in Dickungen und Stangenhölzern, aber auch Durchforstungsmaterial und Schlagabraum. Im Gegensatz zum Buchdrucker wählt er sehr genau anfällige Fichten als Brutbäume aus.



Durch Borkenkäferbefall absterbende Fichten

Das von den beiden Borkenkäferarten besiedelte Holz wird als Käferholz bezeichnet. Die im letzten Jahr gegenüber den Jahren zuvor leicht angestiegene Käferholzmenge (siehe Abb. 2, S. 41) konnte in den Wäldern Nordrhein-Westfalens relativ schnell aufgearbeitet und aus dem Wald transportiert werden. Somit gingen die Borkenkäferarten Buchdrucker und Kupferstecher nur mit leicht erhöhten Populationsdichten in die Überwinterung 2017/2018. Die Überwinterungsquartiere befinden sich in den Brutgängen unter der Rinde oder in der Bodenstreu. Im Frühjahr verlassen sowohl Buchdrucker als auch Kupferstecher diese Orte, um weitere Bäume zu befallen und dort im nährstoffreichen kambialen Gewebe der Rinde ihr Brutsystem anzulegen.

Durch den Sturm „Friederike“ war für die Borkenkäfer zum Schwärmzeitpunkt reichlich Brutraumangebot durch Bruch- und Windwurfholz vorhanden. Zum Schwärmbeginn wurden hauptsächlich das Bruchholz sowie auf sonnigen, flachgründigen Standorten liegende Windwurfhölzer besiedelt. Im Laufe des Jahres breitete sich die Besiedlung auf noch liegendes Windwurfholz aus.

In diesem Sommer lagen vielerorts die Temperaturen für Borkenkäfer im Optimalbereich von 18–29 °C. In Solingen am 7. August 2018 gemessene Maximaltemperaturen der Rindenoberflächen zeigten aber an den Nordseiten der Stämme 40,67 °C und im Süden 47,78 °C auf. Auch solche Temperaturen überleben die Käfer, fallen aber ab 40 °C in eine Hitzestarre. Die hohen Temperaturen führten im August zu einer Verlagerung des Befalls in die kühleren inneren Lagen der Bestände.

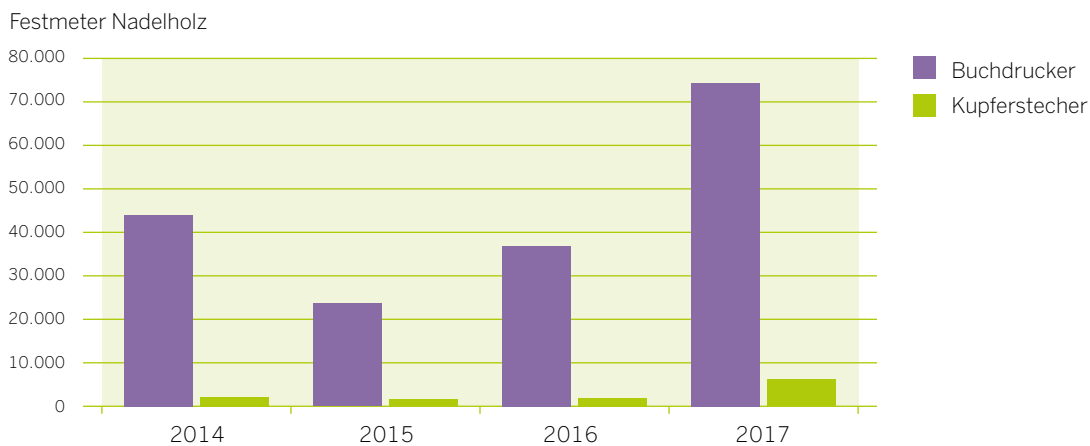
Vor allem ab Juni kam es in Nordrhein-Westfalen zu einem bis in den Herbst anhaltenden Niederschlagsdefizit, welches bei den Fichten zunehmend zu Trockenstresssituationen führte. Hierdurch konnten auch stehende Fichten leichter von Buchdrucker und Kupferstecher besiedelt werden.



Brutbild des Buchdruckers

ABBILDUNG 2

Gemeldete Käferholz mengen | 2014 bis 2017



Borkenkäferbefall in der Krone älterer Fichten (Kupferstecher und Buchdrucker)



Buchdruckerbefall



Die gemessenen Rindenoberflächen-temperaturen können 45 °C erreichen.

**Borkenkäfermonitoring**

Beim NRW-Borkenkäfermonitoring sind die Wochenfänge der Käferarten Buchdrucker und Kupferstecher in einer Flugverlaufskurve visualisiert. Die angeführten Ampelfarben Grün, Gelb und Rot zeigen den Waldbesitzern, ob sie mit einem Stehendbefall von völlig gesunden Fichten rechnen müssen. Springt die Kurve auf „Rot“ sollten alle disponierten Waldbestände auf Befall hin untersucht und befallene Fichten aufgearbeitet werden. Dies sind die Schwellenwerte und das Vorgehen in normalen Jahren. 2018 war allerdings kein „normales“ Jahr. Der Flugbeginn im Frühjahr dieses Jahres begann in NRW zunächst Anfang April sehr zögerlich mit unter 100 Käferfängen in der Woche. Mitte April kam es anschließend zum ausgeprägteren Schwärmflug (Abb. 3). Wie die Abbildung 4 (S. 43) zeigt, konnten am Fallenstandort Hennef am 19. April mehr als 2.500 Buchdrucker pro Woche gefangen werden. An diesem Fallenstandort blieben die Fangwerte in diesem Jahr häufig in der Vorwarnstufe im gelben Bereich und somit knapp unter den „normalen“ kritischen Werten von 3.000 für Buchdrucker bzw. 30.000 für Kupferstecher, obwohl Stehendbefall auftrat. Auch Ende Juli und im August wurde trotz Stehendbefall die Warnstufe in 2018 nicht erreicht. Wie ist das zu erklären? In diesem Jahr entstanden in borkenkäferbesiedeltem Windwurfholz und in den bereits mit geringen Käferdichten stehendbefallenen Fichten konkurrierende natürliche Lockstoffquellen. Die Käfer werden, wie bekannt, in solchen Situationen von den natürlichen Pheromonwolken abgelenkt und fliegen weniger in die künstlich aufgestellten Monitoringfallen. Wegen der Dürre in 2018 bildeten Fichten kaum das zur Abwehr von Borkenkäferattacken in normalen Jahren zur Verfügung stehende

Harz aus. So ist festzustellen, dass durch dieses Witterungsextrem in 2018 die Warnschwelle von 3.000 Buchdruckern pro Woche augenscheinlich in der gelben Vorwarnstufe von Normaljahren lag.

Etwas anders stellt sich die Fangsituation am Fallenstandort Heiligenborn dar (Abb. 5, S. 43). Dieser im Regenschatten des Rothaargebirges liegende Standort fing in diesem Jahr häufiger mehr als 3.000 Buchdrucker pro Falle und Woche und prognostizierte durch diese Fänge im roten Bereich deutlich den später auftretenden Stehendbefall. Eine mögliche Erklärung ist, dass hier nur sehr wenig Sturmholz gefallen ist und der Monitoringstandort weniger durch natürliche Duftquellen gestört wurde.

In der im Internet als Karte dargestellten Flugsituation (Abb. 6, S. 44) wurde in diesem Jahr vor allem im Osten und Westen Nordrhein-Westfalens die rote Gefahrenstufe erreicht.

Ab August spitzte sich die Situation zu, sodass in den meisten Bereichen Nordrhein-Westfalens ein Borkenkäferstehendbefall in der Karte zu erkennen war. Die Generationsentwicklung verlief in Nordrhein-Westfalen unterschiedlich. In den meisten Regionen kam es zur Ausbildung von drei vollständigen Generationen, wobei in wärmeren Regionen sogar die vierte Generation angelegt wurde. In den Höhenlagen des Sauerlandes entwickelt sich die dritte Generation weiter fort (Stand: 12.10.2018). Die Generationsentwicklung wird in Nordrhein-Westfalen für den Buchdrucker mit dem Phänologiemodell Phenips berechnet. Wie die Abbildung 7 (S. 44) zeigt, konnte sich in Münster (Westfalen) die dritte Generation vollständig entwickeln.

➔ ABBILDUNG 3

Borkenkäferschwärmbeginn | 20 Standorte mit 4 Fallen | Frühjahr 2018

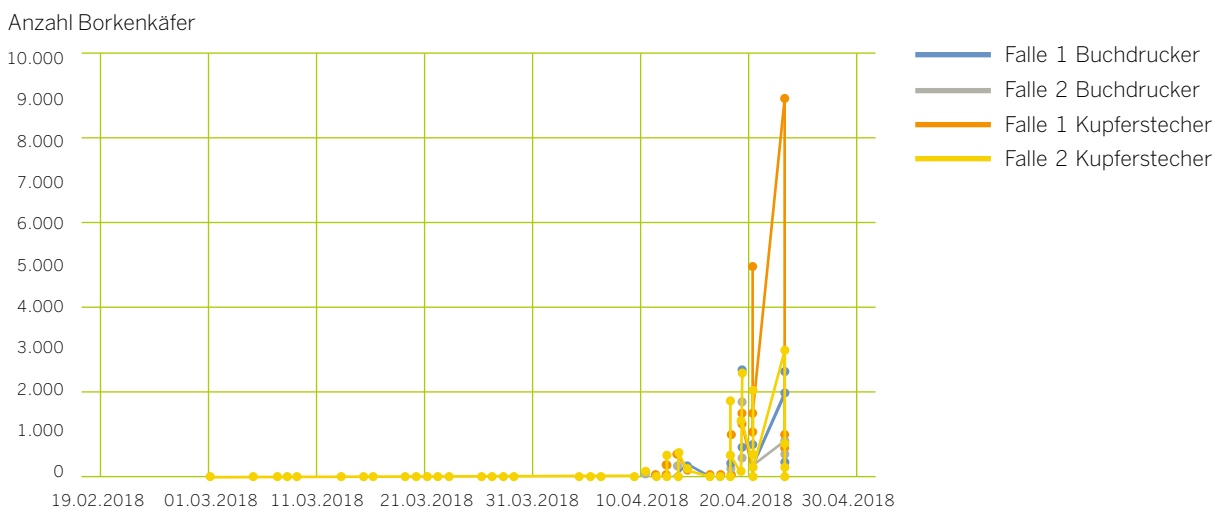


ABBILDUNG 4

Jahresverlauf der Buchdrucker- und Kupferstecherfangwerte | Hennef | 150 m üNN

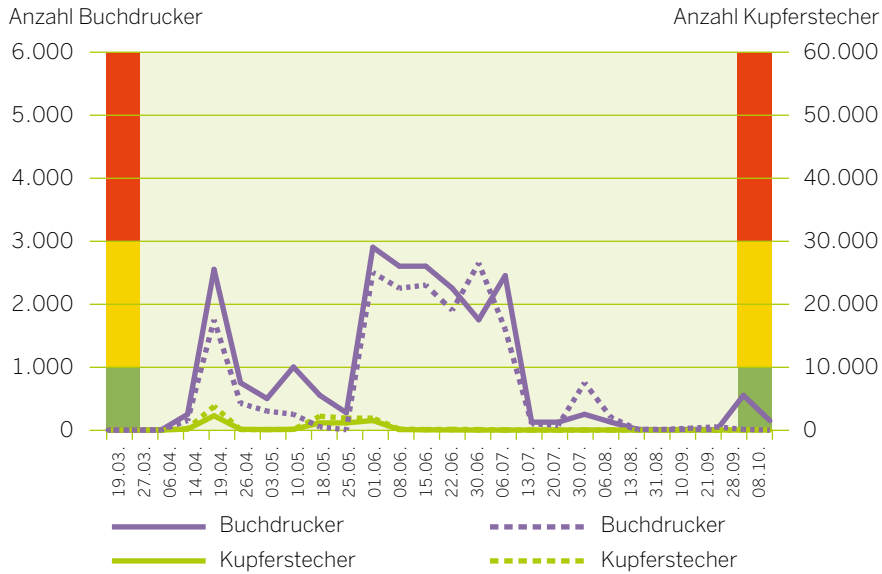


ABBILDUNG 5

Jahresverlauf der Buchdrucker- und Kupferstecherfangwerte | Heiligenborn | 600 m üNN

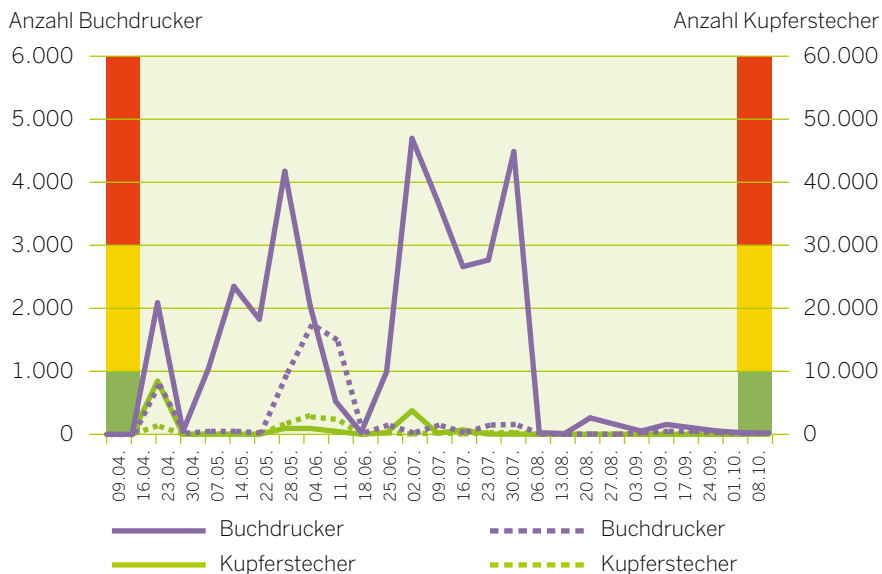
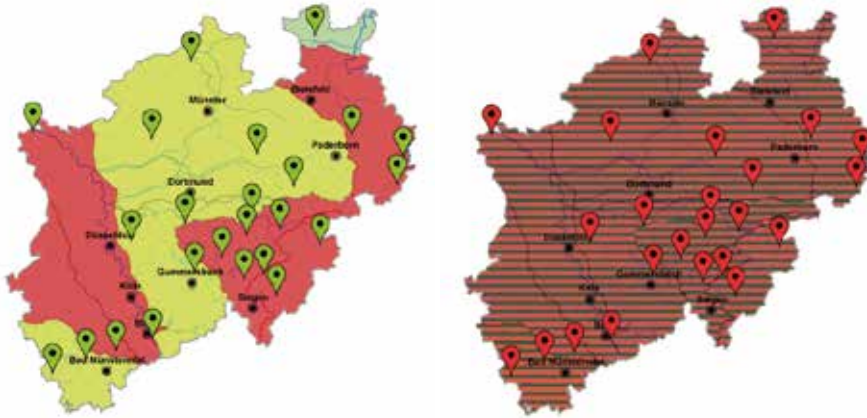


ABBILDUNG 6

### Flugsituation der Borkenkäfer

KW 27/2018

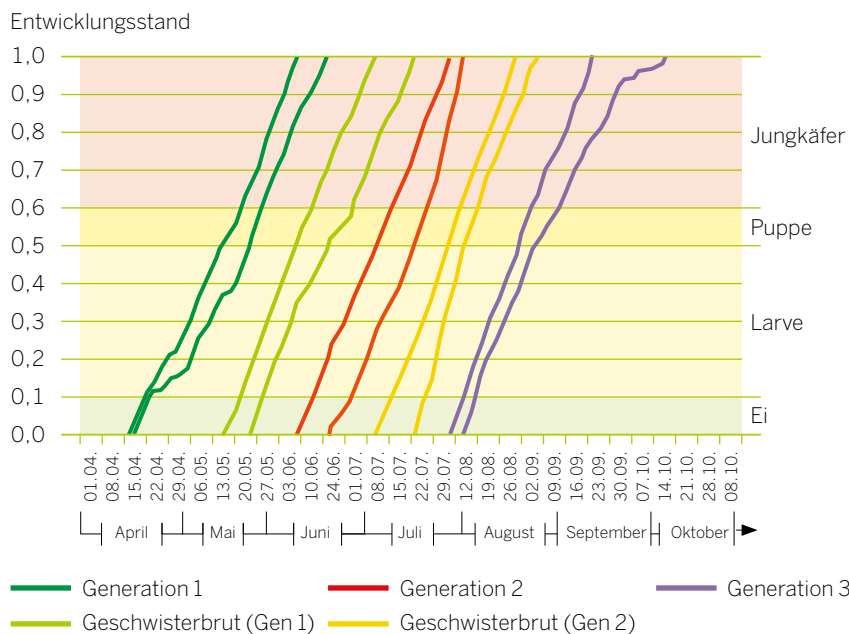
KW 35/2018



grün = Entwarnung  
 gelb = Vorwarnstufe  
 rot = Gefahrenstufe (es ist mit Stehendbefall völlig gesunder Fichten zu rechnen)  
 Fallensymbol rot und Schraffur = festgestellter Stehendbefall mit unterschiedlichen Käferentwicklungsstadien

ABBILDUNG 7

### Generationsentwicklung des Buchdruckers | Münster/Osnabrück | 2018





## ZUSAMMENFASSUNG

Das Jahr 2018 wurde aus der Sicht des Waldschutzes vom Sturm „Friederike“ und der sich im Laufe des Jahres aufbauenden Borkenkäferkatastrophe geprägt. Der Hauptschwärmflug der Borkenkäfer begann in diesem Jahr Mitte April. Aufgrund der hohen Sommer- und Herbsttemperaturen konnten sich bis Ende September in vielen Landesteilen drei vollständige Generationen ausbilden. Dem Sturm „Friederike“ fielen in NRW viele Bäume – insgesamt 2,5 Millionen Festmeter – zum Opfer. Hiermit war NRW das am meisten betroffene Bundesland. Das durch diesen Sturm angefallene bruttaugliche Fichtenholz nutzten die Borkenkäferarten Buchdrucker und Kupferstecher, um dort zu hohen Populationsdichten anzuwachsen. Begünstigt wurde dies durch die hohen Durchschnittstemperaturen des Sommers und die diesjährige landesweit ausgeprägte Dürre. Die Fichten waren in diesem Jahr so stark geschwächt, dass sie sich gegen die attackierenden Borkenkäfer nicht mehr ausreichend schützen konnten. Nach bisherigen Schätzungen wurden in diesem Jahr in NRW mehr als 2 Millionen Festmeter Fichtenholz von den Borkenkäferarten befallen. Somit handelt es sich um ein bisher nie dagewesenes Schadereignis mit weitreichenden Folgen für die betroffenen Wälder und Waldbesitzer.

## Phänologische Beobachtungen an Waldbäumen 2018



Männliche Blüte der Eiche

Auf den Dauerbeobachtungsflächen des forstlichen Umweltmonitorings in NRW gehören seit 2001 phänologische Aufnahmen, bei denen der Nadel-/Blattaustrieb, die Blüte der Bäume, die herbstliche Blattverfärbung und der Blattfall dokumentiert werden, zum Untersuchungsprogramm (s. Kapitel „Das forstliche Umweltmonitoring“).

Durch die Zusammenarbeit zwischen dem LANUV und dem Landesbetrieb Wald und Holz konnte die Anzahl der Beobachtungsflächen von anfangs zehn Flächen, von denen vier Flächen Teil des internationalen ICP-Forests-Programms sind, auf inzwischen 18 Flächen aufgestockt werden (Tab. 1, S. 47). In baumartbezogenen Zeitreihenbetrachtungen kann das zu Sprüngen führen, die in den meisten Fällen jedoch toleriert werden können. Einige Auswertungen bei der Buche wurden jedoch ohne die

Fläche in Duisburg gemacht, da diese hinsichtlich des Blattaustriebs eine Sonderstellung einnimmt.

Die phänologischen Untersuchungen des LANUV unterscheiden sich von denen des Deutschen Wetterdienstes (DWD) dadurch, dass die Aufnahmen in Waldbeständen und dort an einer Vielzahl von Bäumen gemacht werden. Der DWD betrachtet dagegen an seinen Stationen nur Einzelbäume, die auch nicht unbedingt im Wald stehen müssen.

Phänologische Aufnahmen liefern wichtige Hinweise bei der Dokumentation des Klimawandels. So gehen die Daten von den Buchenflächen als Indikator „Phänologie der Buche“ in das Klimafolgenmonitoring des Landes Nordrhein-Westfalen ein.

## Anzahl der Flächen mit phänologischen Beobachtungen

Auf einigen Flächen werden mehrere Baumarten aufgenommen. Kleinere Kollektive (< 9 Bäume) sind nicht berücksichtigt.

	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018
Buche	5	5	5	6	6	6	6	6	6	6	7	8	8	8	8	8	8	8
Eiche	3	3	3	3	3	3	3	4	6	6	8	8	8	8	8	8	8	8
Fichte	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	4
Kiefer	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Dougl.																		1

## NADEL-/BLATTAUSTRIEB 2018

Das Frühjahr 2018 war geprägt von einem relativ kühlen März und einem rapiden Anstieg der Temperaturen im April (siehe Kapitel „Die Witterungsverhältnisse bis zum Sommer 2018“). So lagen an der Waldmessstation in der Haard die Tageshöchsttemperaturen am 18. und 19. März noch um den Gefrierpunkt, erreichten dann aber bereits am 8. und 9. April Werte von 24 und 25 °C. Zwischen dem 19. und 23. April stiegen die Tagesmaxima in der Haard dann auf fast 30 °C an. Auch im Bergland lagen an den Waldmessstationen Schwaney (Weserbergland) und Elberndorf (Siegerland) die Temperaturen an diesen Tagen über 25 °C und an der Station in Kleve wurden sogar 30 °C überschritten. Beim Austriebsverhalten der Bäume zeigt die Verlaufskurve zwischen dem 19. und 22. April die größte Steigung (Abb. 1, S. 48). In dieser Zeit trieben fast alle Buchen und Eichen aus (Abb. 2, S. 48). Mit Rückgang der Temperaturen Ende April/Anfang Mai verläuft die Kurve dann wieder flacher. Hier erfolgte der

Austrieb von Esche, Kiefer, Fichte und Douglasie (Abb. 2, S. 48). In der kurzen Zeitspanne vom 20. bis 23. April war auf den Dauerbeobachtungsflächen fast unabhängig von der Höhenlage bei allen Buchen der mittlere Austriebstermin erreicht, bei dem das mittlere Austriebsprozent auf der Fläche den Wert von 50 erreicht haben soll. In der Zeitreihe von 2001 bis 2018 lag nur in den Jahren 2009, 2011 und 2014 der mittlere Austriebstermin früher. Eine Sonderstellung nimmt die Buche in Duisburg ein, die seit 2011 zum Aufnahmekollektiv gehört und deutlich früher austreibt als die Buchen auf den anderen Flächen (Abb. 3, S. 49).

In der Zeitreihe von 2001 bis 2018 zeigt sich bei Eiche und Buche ein Trend zu einem früheren Austrieb, während bei der Kiefer das Austriebsverhalten etwa gleichbleibend ist. Die Fichte dagegen tendiert zu einem späteren Austrieb. Die Austriebstermine schwanken von Jahr zu Jahr erheblich (Abb. 4, S. 49).



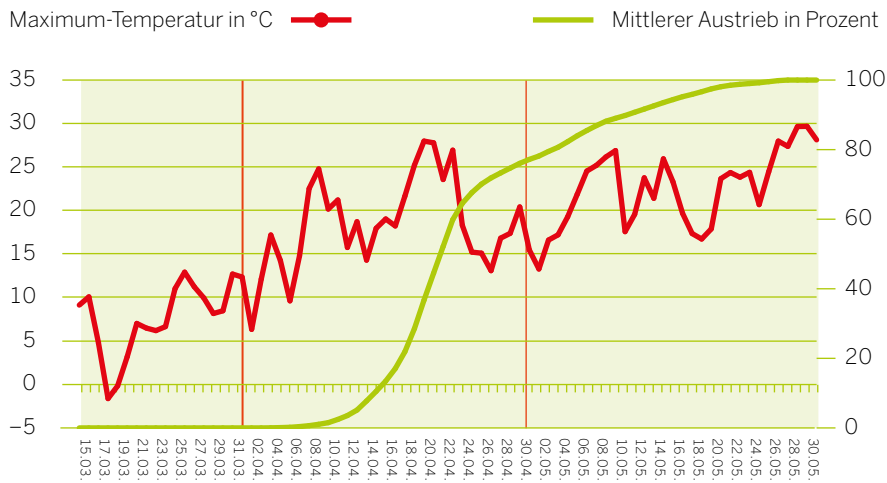
Austrieb und Blüte bei der Eiche



Austrieb und Blüte bei der Buche

ABBILDUNG 1

Mittlerer Verlauf der Tagesmaximum-Temperatur\* und des Austriebs aller Baumarten auf den Dauerbeobachtungsflächen | 2018



\* Mittelwert der Temperaturen von den Waldmessstationen Kleve, Haard, Schwaney und Elberndorf

ABBILDUNG 2

Mittlerer Austriebstag auf den Dauerbeobachtungsflächen | 2018

Tag seit Jahresbeginn (110 = 20. April)

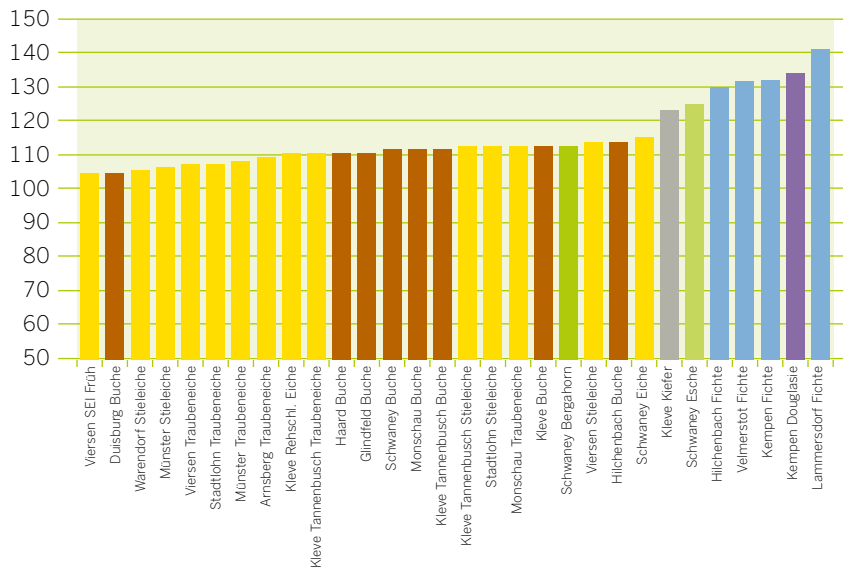




ABBILDUNG 3

Mittlerer Austrieb der Buche auf sieben Dauerbeobachtungsflächen | 2001 bis 2018

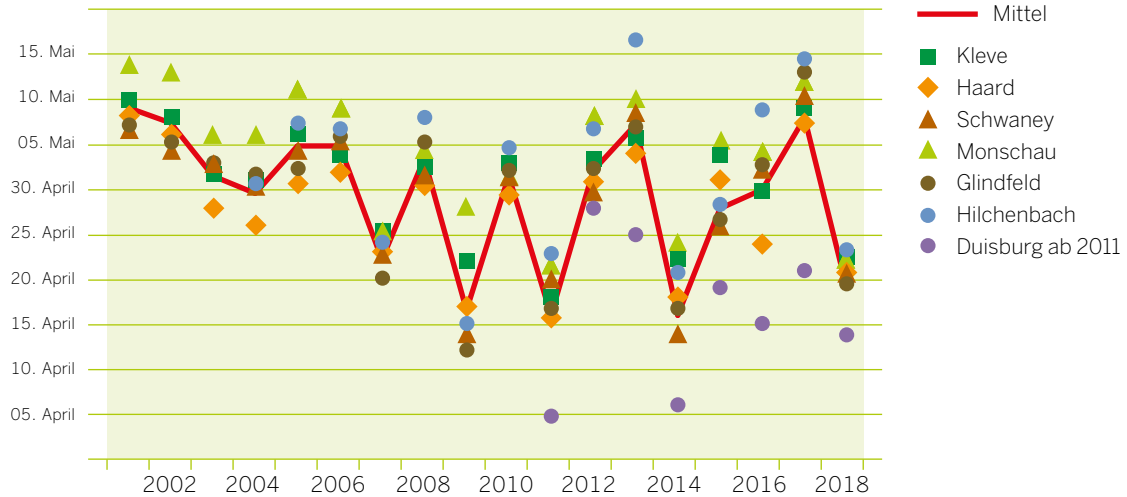
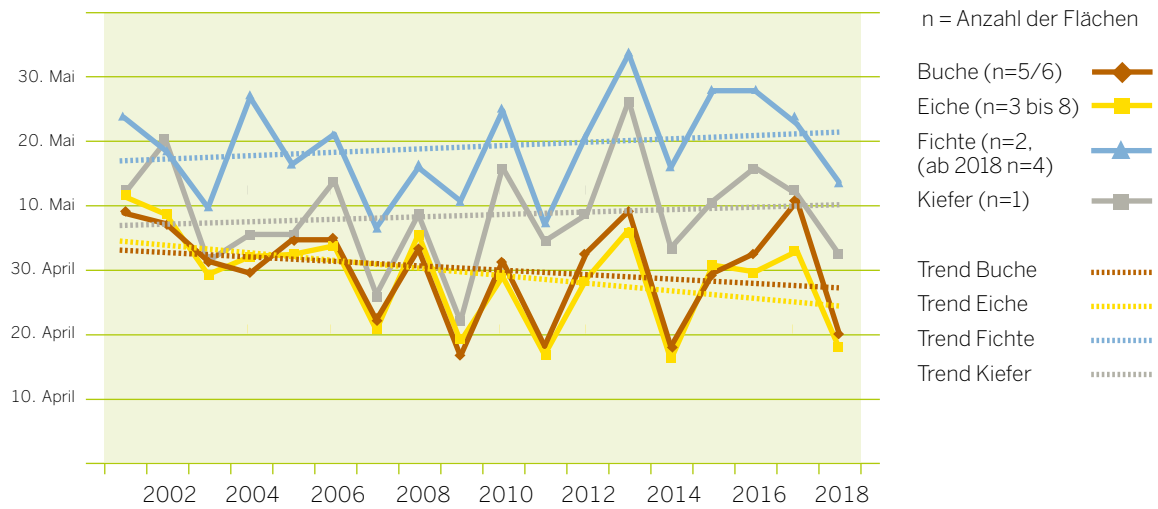


ABBILDUNG 4

Mittlerer Austriebstermin der Hauptbaumarten auf den Dauerbeobachtungsflächen | 2001 bis 2018





Blüte der Fichte



Männliche Blüte der Kiefer

## BLÜTE UND FRUKTIFIKATION 2018

Im Frühjahr 2018 blühten die Bäume auf den Dauerbeobachtungsflächen zum Teil stark. Aufgenommen wurde dabei nur die männliche Blüte. Die stärkste Blüte war bei der Fichte. Die Fruchtbildung im Sommer war allerdings bei allen Baumarten nicht so intensiv wie die Blüte. Nur drei bis fünf Prozent der Bäume fruktifizierten stark (Tab. 2 und 3). Unterschiedliche Anlage von männlicher und weiblicher Blüte und die Wetterverhältnisse zur Zeit des Pollenfluges können die Ursache für diese Differenz sein.

↻ TABELLE 2

Blüte | Prozentuale Anteile der Bäume |  
Intensitätsstufen 0 bis 3 | 2018

	in Prozent				Anzahl
	0 keine	1 geringe	2 mittlere	3 starke	Bäume
Buche	6	26	38	30	278
Eiche	7	22	28	43	239
Fichte	1	14	36	49	110
Kiefer	0	43	50	7	30

↻ TABELLE 3

Fruchtifikation | Prozentuale Anteile der Bäume |  
Intensitätsstufen 0 bis 3 | 2018

	in Prozent				Anzahl
	0 keine	1 geringe	2 mittlere	3 starke	Bäume
Buche	4	63	28	5	200
Eiche	21	60	14	5	432
Fichte	15	53	29	3	171

Hinweis zu den Tabellen 2 und 3:

Bei der Buche wird nicht auf allen Flächen eine Sommeraufnahme durchgeführt, bei der die Fruchtifikation erfasst wird. Bei Eiche und Fichte werden nicht bei allen Bäumen, die im Sommer bonitiert werden, phänologische Beobachtungen gemacht. Bei der Kiefer ist die Fruchtbildung im Jahr der Blüte noch nicht ausgereift. Sie wird erst im Folgejahr deutlich sichtbar und dann aufgenommen.

## VEGETATIONSZEIT

Die für den Wald relevante Vegetationszeit ist aus meteorologischer Sicht definiert als Zeitraum in Anzahl von Tagen mit einer Mitteltemperatur  $\geq 10$  °C. Beginn und Ende der forstlichen Vegetationsperiode ergeben sich, wenn das gleitende Mittel der mittleren Tagestemperatur über 7 Tage in Folge über bzw. unter 10 °C liegt.

Aus phänologischer Sicht ergibt sich die Länge der Vegetationszeit aus der Differenz des mittleren Tages von Blattverfärbung und Austrieb. Beim Blattaustrieb haben Tagesmaximaltemperaturen um 20 °C größeren Einfluss als Tagesmitteltemperaturen um oder über 10 °C. Im Beobachtungszeitraum von 2001 bis 2017 liegt die Anzahl der Tage bei der Buche zwischen 158 (2002) und 185 (2014) und bei der Eiche zwischen 167 (2008) und 193 (2014). Die Länge der Vegetationszeit ist von Jahr zu Jahr stark schwankend und in der Tendenz bei beiden Baumarten zunehmend. Bei der Eiche beträgt der aktuelle Trend bei der Zunahme 0,53 Tage pro Jahr und bei der Buche 0,31 Tage pro Jahr (Abb. 5, S. 52). Bei der Trendberechnung der Buche wurde die sehr früh austreibende Fläche in Duisburg (DU) nicht mit einbezogen, da sie erst ab 2011 zum Aufnahmekollektiv gehört und dadurch den Trend zu einer verlängerten Vegetationsperiode stark beeinflussen würde. Mit dieser Fläche läge die Zunahme bei 0,66 Tagen pro Jahr.

Bei Redaktionsschluss war die Vegetationszeit 2018 noch nicht abgeschlossen, sodass die Zeitreihe beim Jahr 2017 endet.

Beim Vergleich mit Daten des Deutschen Wetterdienstes (DWD) aus Nordrhein-Westfalen beträgt die Zunahme bei der Länge der Vegetationszeit bei der Buche zwischen 1951 und 2017 0,25 Tage und bei der Eiche 0,33 Tage pro Jahr. Betrachtet man bei den DWD-Daten nur den Beobachtungszeitraum, für den auch Daten von den Dauerbeobachtungsflächen (DBF) vorliegen (2001 bis 2017), so beträgt die Zunahme für diese Zeit bei der Buche 0,39 Tage pro Jahr (DBF 0,31). Bei der Eiche liegt der entsprechende Wert bei 0,49 Tagen pro Jahr (0,53 DBF). Im Vergleich der Zeiträume von 1951 bis 2000 und von 2001 bis 2017 ist bei beiden Baumarten eine zunehmende Verlängerung der Vegetationszeit festzustellen (Tab. 4, S. 52).

Die verlängerte Vegetationszeit ist im Wesentlichen auf einen tendenziell früheren Austrieb der Bäume und weniger auf eine spätere Blattverfärbung im Herbst zurückzuführen. Auf den Dauerbeobachtungsflächen ergibt sich zwischen 2001 und 2017 bei der Eiche beim Termin der herbstlichen Verfärbung im Mittel keine Veränderung. Bei der Buche ist eine geringe Tendenz zu einer späteren Verfärbung von 0,11 Tagen pro Jahr erkennbar.



Beginn der Vegetationszeit bei der Buche

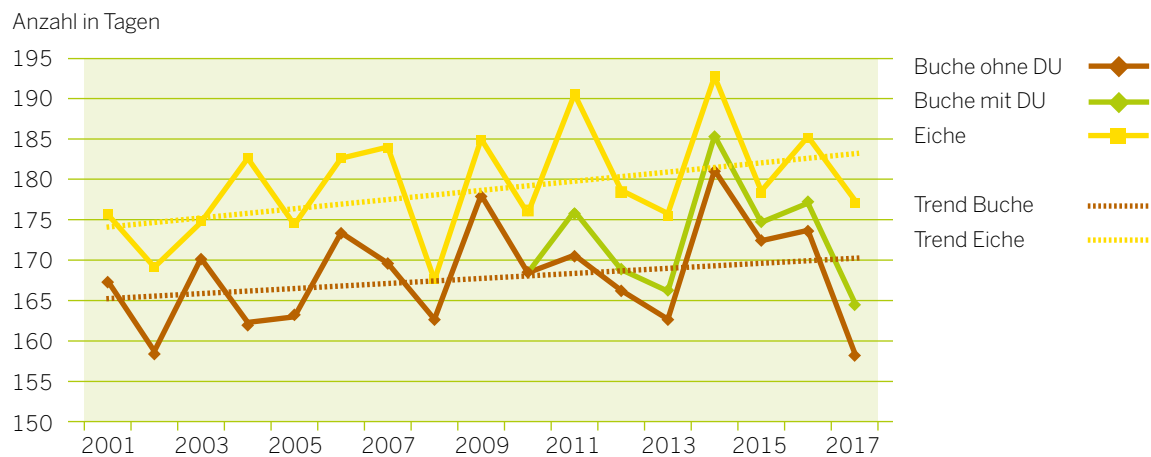


Ende der Vegetationszeit bei der Buche



➔ ABBILDUNG 5

Länge der Vegetationsperiode auf den Buchen- und Eichen-Dauerbeobachtungsflächen | 2001 bis 2017



➔ TABELLE 4

Trendberechnungen | Veränderung der Länge der Vegetationszeit für Buche und Eiche | Daten des DWD und von Dauerbeobachtungsflächen

in Tagen pro Jahr | in verschiedenen Zeiträumen

	Buche			Eiche		
	1951-2017	1951-2000	2001-2017	1951-2017	1951-2000	2001-2017
Deutscher Wetterdienst (DWD)	0,25	0,20	0,39	0,33	0,28	0,49
Dauerbeobachtungsflächen (DBF)			0,31			0,53



## ZUSAMMENFASSUNG

In Nordrhein-Westfalen gehören auf 18 Dauerbeobachtungsflächen phänologische Aufnahmen zum Untersuchungsprogramm des forstlichen Umweltmonitorings. Dabei werden vor allem die Hauptbaumarten Buche, Eiche, Fichte und Kiefer beobachtet. Hohe Temperaturen bereits in der ersten Aprilhälfte führten im Frühjahr 2018 zu einem recht frühen Blattaustrieb, der bei der Eiche im Mittel 14 Tage und bei der Buche sogar 18 Tage früher als im Jahr 2017 lag. In der Zeitreihe seit 2001 ist lediglich in den Jahren 2009, 2011 und 2014 ein früherer Austrieb zu verzeichnen. Die meisten Bäume haben auch geblüht, wobei die Blüte bei Eiche und Fichte am stärksten war. Bei der Länge der Vegetationszeit ergibt sich bei Eiche und Buche ein deutlicher Trend zu einer zunehmend längeren Vegetationsperiode.

# Das forstliche Umweltmonitoring



Die Durchführung der Waldzustandserhebung ist Teil des forstlichen Umweltmonitorings (ForUm). Das forstliche Umweltmonitoring ist aus der Debatte über die sogenannten neuartigen Waldschäden hervorgegangen. Der „Spiegel“ titelte am 16. November 1981 „Der Wald stirbt“ und brachte damit die Waldsterbensdebatte in die Öffentlichkeit. Die neuartigen Waldschäden rückten bereits seit Ende der 1970er-Jahre zunehmend in den Fokus der Wissenschaft. Verantwortlich gemacht wurde in erster Linie der saure Regen. Rauchgasschäden an Bäumen in der Umgebung von Schwefeldioxid-Emittenten waren bereits seit längerem bekannt. Neu war die räumliche Entkopplung von Emissionsquelle und der Erkrankung der Wälder. Heute gewinnen die Ergebnisse des forstlichen Umweltmonitorings im Hinblick auf die Auswirkungen des Klimawandels auf Waldökosysteme in NRW zusätzlich an Bedeutung (siehe auch Klimaanpassungsstrategie Wald NRW).

Das forstliche Umweltmonitoring wird bundesweit seit 1984 durchgeführt. Die übergeordneten Ziele des forstlichen Umweltmonitorings liegen in

- der Untersuchung des Status und der Entwicklung der erfassten Waldökosysteme
- der Analyse von Ursachen-Wirkungszusammenhängen.

Daher basiert das forstliche Umweltmonitoring auf zwei sich ergänzenden Säulen, der landesweit repräsentativen Erhebung auf einem systematischen Stichprobennetz (Level I) und dem intensiven Monitoring (IM) auf ausgewählten Dauerbeobachtungsflächen (Level II). Die Rechtsgrundlage für das forstliche Umweltmonitoring stellt die Verordnung über Erhebungen zum forstlichen Umweltmonitoring (ForUmV) zu § 41a Absatz 6 Bundeswaldgesetz dar, die am 1. Januar 2014 in Kraft getreten ist. Seit 1985 finden die Monitoringaktivitäten 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 Erhebungen im forstlichen Umweltmonitoring erfolgen nach europaweit harmonisierten Methoden und unterliegen der Qualitätskontrolle und -sicherung. Die Einbindung ermöglicht es, die landesspezifischen Ergebnisse sowohl in einem bundesweiten als auch in einem europaweiten Kontext zu bewerten.

## LEVEL I

Das Level-I-Programm in NRW beinhaltet die Waldzustandserhebung (WZE), die immissionsökologische Waldzustandserhebung (IWE) und die Bodenzustandserhebung im Wald (BZE). Die Basis bildet ein systematisches 4 x 4 km großes Stichprobennetz mit rund 550 Stichprobenpunkten und mehr als 10.000 markierten Einzelbäumen (Abb. 1, S. 56). Die Erhebungen finden in unterschiedlichen Zeitintervallen statt. Die Daten werden als flächenrepräsentative Erhebung zur landes- bzw. bundesweiten Hochrechnung genutzt. Der Landesbetrieb Wald und Holz NRW (LB WH) koordiniert die Umsetzung der WZE und das Landesamt für Natur, Umwelt und Verbraucherschutz (LANUV) die Umsetzung der BZE und der IWE.

### Die Waldzustandserhebung

Die WZE wird seit 1984 jährlich von Juli bis August durchgeführt und untersucht den aktuellen Zustand der Waldbäume und deren Veränderung im Laufe der Zeit. Die Vitalität von Bäumen lässt sich gut am Zustand ihrer Baumkrone ablesen, daher steht der Kronenzustand im Vordergrund. Neben der Kronenverlichtung bewertet die Waldzustandserhebung verschiedenste Indikatoren, die Einfluss auf das Erscheinungsbild der Baumkronen haben. Dazu zählen besonders Vergilbung, Fruktifikation sowie weitere biotische und abiotische Faktoren (z. B. Insektenbefall oder Sturmschäden). Zusätzlich wird die Mortalität erfasst. Als Bewertungsmaßstab zur Einstufung der Kronenverlichtung wird bundesweit eine Bilderserie verwendet. Zur Qualitätssicherung werden außerdem jedes Jahr Schulungen auf Bundes- und Landesebene durchgeführt. Die WZE erfolgt auf dem 4 x 4 km-Stichprobennetz. In diesem Raster sind die 16 x 16 km-Rasterpunkte des Bundes und des ICP Forests (39 Punkte) eingebettet (Abb. 1, S. 56). Die Daten werden für den bundesweiten Waldzustandsbericht verwendet, zu dem alle Bundesländer ihre Erhebungsergebnisse beisteuern. Die Bundesergebnisse finden wiederum Eingang in die europäische und internationale Berichterstattung zum Waldzustand.

### Die immissionsökologische Waldzustandserhebung

Die IWE erfasst den Belastungs- und Ernährungszustand der Waldbestände und deren Veränderung im Laufe der Zeit, identifiziert Gründe für den Zustand und für Veränderungen und entwickelt Maßnahmen. Sie ist eng mit der BZE verbunden. Untersucht werden Nadel-/Blattproben

von den vier Hauptbaumarten (Buche, Eiche, Fichte, Kiefer). Die IWE wird seit 1988 auf dem 4 km x 4 km-Raster in Beständen älter als 40 Jahre durchgeführt. Die Erhebungen erfolgen in einem Fünfjahresintervall abhängig vom Startjahr der Baumart. Von 2011 bis 2015 wurde die Erhebung auf 50 Bestände pro Baumart reduziert. Die nächste IWE ist im Rahmen der dritten Bodenzustandserhebung (BZE III; 2022–2024) geplant.

### Die Bodenzustandserhebung im Wald

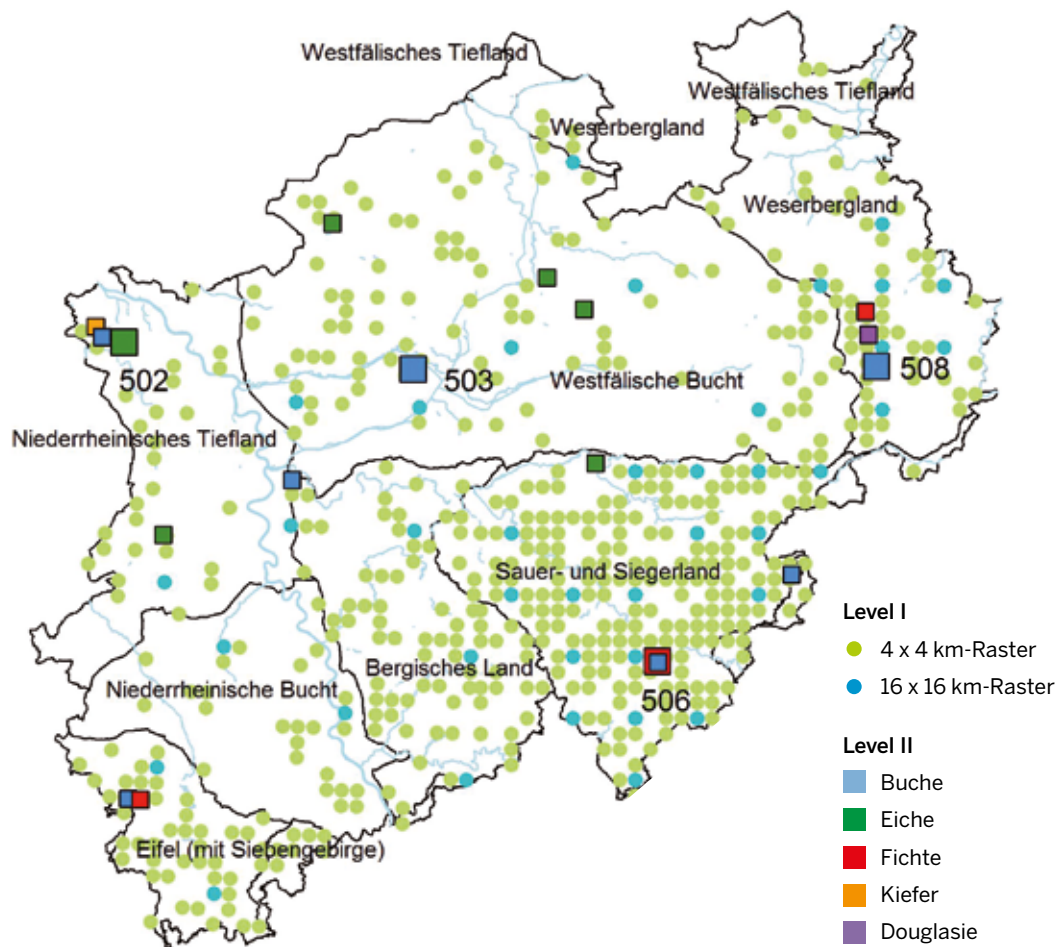
Die WZE wurde Ende der 1980er-Jahre bundesweit um die BZE ergänzt. Die BZE zielt auf den aktuellen Zustand der Waldböden und deren Veränderung im Laufe der Zeit, trägt zur Identifizierung von Ursachen für Veränderungen des Bodens sowie der Waldbäume bei und schätzt Risiken ab, z. B. für die Qualität von Grundwasser oder die nächste Waldgeneration. Sie leistet des Weiteren einen Beitrag zur Planung und Umsetzung von Maßnahmen zur Erhaltung und Verbesserung des Bodenzustands und der Nährstoffversorgung der Waldbäume. Im Rahmen der BZE werden die folgenden Erhebungen durchgeführt:

- Bodenprofilansprache
- bodenchemische und bodenphysikalische Untersuchungen der Humusaufgabe und des Mineralbodens (z. B. Bodenversauerung, Stickstoffanreicherung, Schwermetallbelastung)
- Nadel-/Blattanalysen (im Vergleich zur IWE erweitert um alle Baumarten und Bestandesalter)
- Kronenzustand
- Bestockung (inkl. Totholz)
- Bodenvegetation

Somit lassen sich Wechselbeziehungen zwischen Zustandsparametern (biotisch und abiotisch) und Einflussgrößen darstellen. Die BZE wird periodisch alle 15 bis 20 Jahre durchgeführt. In NRW erfolgte die erste BZE (BZE I) zwischen 1989 und 1991 auf dem 4 km x 4 km-Raster (Abb. 1, S. 56). Die erste Wiederholung (BZE II) fand zwischen 2006 und 2008 bundesweit auf dem nationalen 8 km x 8 km-Grundraster statt (145 Punkte). In NRW wurde bei der BZE II im Tiefland und in der Egge auf das 4 km x 4 km-Raster verdichtet, um eine landesrepräsentative Aussage treffen zu können. Insgesamt wurden rund 300 Punkte bei der BZE II beprobt. Die dritte BZE (BZE III) ist für die Jahre 2022 bis 2024 vorgesehen. Neben dem LANUV und dem LB WH ist auch der Geologische Dienst NRW (GD) an der Durchführung der BZE beteiligt.

## Systematisches Stichprobennetz (Level I) und Dauerbeobachtungsflächen (Level II) des forstlichen Umweltmonitorings

Das 4 x 4 km-Raster beinhaltet das 16 x 16 km-Raster des Bundes und von ICP Forests. Zu den 18 Dauerbeobachtungsflächen des intensiven Monitorings gehören vier Kernflächen (502 Tannenbusch, 503 Haard, 506 Elberndorf und 508 Schwaney), die mit einem größeren Quadrat dargestellt sind als die übrigen Dauerbeobachtungsflächen.



Zuwachsmessungen an einer Eiche



Stammabflussanlage an einer Buche

## LEVEL II

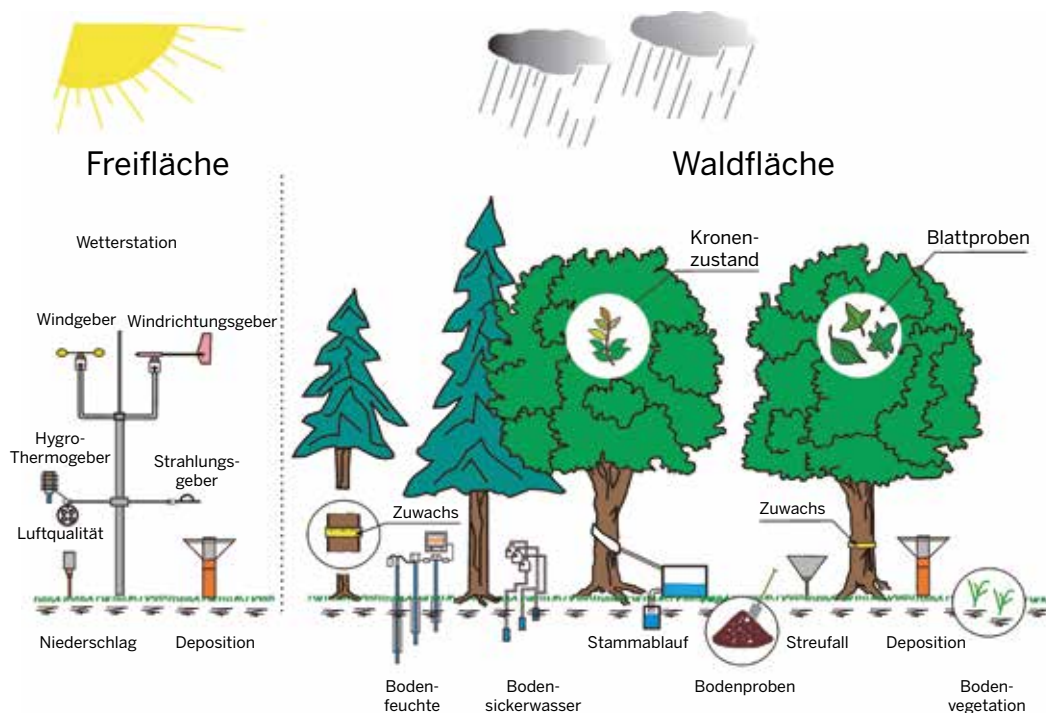
Das intensive Monitoring (IM) auf Dauerbeobachtungsflächen vertieft die Erhebungen und Erkenntnisse aus dem Level-I-Monitoring insbesondere durch eine höhere zeitliche Auflösung und ein breiteres Erhebungsspektrum. Im Vordergrund stehen die dynamischen Prozesse im Waldökosystem und die detaillierte Analyse der Wirkungsbeziehungen zwischen den Beobachtungsparametern. Thematische Schwerpunkte bilden u. a. atmosphärische Stoffeinträge und die Witterung. Die Ergebnisse des forstlichen Umweltmonitorings gewinnen somit auch an Bedeutung für die Anpassung der untersuchten Waldökosysteme an den Klimawandel. Die Parameter, die im Rahmen der WZE, IWE und BZE erhoben werden, werden ebenfalls im IM erfasst (z. T. höhere zeitliche Auflösung; Abb. 2). Zusätzlich werden folgende Parameter erhoben (Abb. 2):

- Waldstruktur
- Phänologie
- Streufall
- Baumwachstum
- Meteorologie
- Luftqualität
- atmosphärische Stoffeinträge
- Bodenwasserhaushalt
- Stoffaustrag mit dem Bodensickerwasser

Die Messrhythmen für die verschiedenen Parameter unterscheiden sich und variieren zwischen täglich (z. B. Meteorologie, Wasserhaushalt) bis hin zu alle 10 Jahre (Bodenzustand). In NRW gibt es zurzeit 18 Dauerbeobachtungsflächen, die nach regionalen und immissionsökologischen Kriterien ausgewählt wurden (Abb. 1, S. 56). Die Flächen umfassen Bestände der vier Hauptbaumarten sowie einen Douglasienbestand. Die Erhebungen im IM werden z. T. schon seit 1984 durchgeführt. Vier der Beobachtungsflächen sind Kernflächen (502 Eiche-Tannenbusch, 503 Buche-Haard, 506, Fichte-Elberndorf und 508 Buche-Schwaney), auf denen das gesamte Messprogramm seit 1995 durchgeführt wird. Sie gehören auch zu dem Programm des Bundes (§ 3 ForUmV) bzw. des ICP Forests. Die Kernflächen bestehen jeweils aus einer Bestands- und einer Freifläche (Abb. 2). Auf den übrigen Flächen aus dem landesweiten Monitoring variiert die Intensität des Messprogramms. Das LANUV koordiniert die Umsetzung des IM in NRW. Die IM-Flächen sind eng mit den Boden-Dauerbeobachtungsflächen in NRW verknüpft, die sich in direkter Nachbarschaft befinden, jedoch nicht dem forstlichen Umweltmonitoring zugeordnet werden.

➔ ABBILDUNG 2

Aufbau und Erhebungsparameter auf einer Kernfläche des intensiven forstlichen Umweltmonitorings



## ZUSAMMENFASSUNG

Das forstliche Umweltmonitoring ist aus der Debatte über die neuartigen Waldschäden hervorgegangen und wird bundesweit seit 1984 durchgeführt. Seit 1985 ist es in das europaweite Monitoring eingebunden. Die übergeordneten Ziele des forstlichen Umweltmonitorings liegen in 1) der Untersuchung des Status und der Entwicklung der erfassten Waldökosysteme und 2) der Analyse von Ursachen-Wirkungszusammenhängen. Daher basiert das forstliche Umweltmonitoring 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 Level-I-Programm umfasst die Waldzustandserhebung, die Bodenzustandserhebung und die immissionsökologische Waldzustandserhebung. Das intensive Monitoring vertieft die Erhebungen und Erkenntnisse aus dem Level-I-Monitoring. Die Ergebnisse des forstlichen Umweltmonitorings gewinnen auch im Hinblick auf Auswirkungen des Klimawandels auf Waldökosysteme in NRW an Bedeutung.

## Links und weiterführende Informationen

- NRW/MULNV-Untersuchungen zum Wald  
[www.umwelt.nrw.de/naturschutz/wald/untersuchungen-zum-wald/](http://www.umwelt.nrw.de/naturschutz/wald/untersuchungen-zum-wald/)
- NRW/MULNV-Wald und Klima  
[www.umwelt.nrw.de/naturschutz/wald/wald-und-klima/](http://www.umwelt.nrw.de/naturschutz/wald/wald-und-klima/)
- NRW/MULNV (2015): Wald und Waldmanagement im Klimawandel – Anpassungsstrategie für Nordrhein-Westfalen.  
[www.umwelt.nrw.de/mediathek/broschueren/detailseite-broschueren/?no\\_cache=1&broschueren\\_id=4953&cHash=3a2ee1c5be8699d1f2627ed8ba12f3f6](http://www.umwelt.nrw.de/mediathek/broschueren/detailseite-broschueren/?no_cache=1&broschueren_id=4953&cHash=3a2ee1c5be8699d1f2627ed8ba12f3f6)
- NRW/LANUV-Umweltmonitoring im Wald  
[www.lanuv.nrw.de/natur/forstliches-umweltmonitoring/](http://www.lanuv.nrw.de/natur/forstliches-umweltmonitoring/)
- NRW/Wald-und-Holz NRW-Waldzustand und Waldzustandsberichte  
[www.wald-und-holz.nrw.de/wald-in-nrw/waldzustand/](http://www.wald-und-holz.nrw.de/wald-in-nrw/waldzustand/)
- NRW-Klimaatlas Nordrhein-Westfalen  
[www.klimaatlas.nrw.de/](http://www.klimaatlas.nrw.de/)
- NRW/LANUV (2018): Wald und Klima in Nordrhein-Westfalen – Ein Beitrag zum Landeswaldbericht.  
[www.lanuv.nrw.de/landesamt/veroeffentlichungen/publikationen/](http://www.lanuv.nrw.de/landesamt/veroeffentlichungen/publikationen/)
- NRW/LANUV (2016): Klimawandel und Klimafolgen in Nordrhein-Westfalen – Ergebnisse aus dem Monitoringprogrammen 2016.  
[www.lanuv.nrw.de/fileadmin/lanuvpubl/3\\_fachberichte/fabe74.pdf](http://www.lanuv.nrw.de/fileadmin/lanuvpubl/3_fachberichte/fabe74.pdf)
- NRW/LANUV-Klimafolgenmonitoring  
[www.lanuv.nrw.de/kfm-indikatoren/](http://www.lanuv.nrw.de/kfm-indikatoren/)
- NRW/Wald-und-Holz NRW-Waldschutzmanagement  
[www.wald-und-holz.nrw.de/ueber-uns/forschung/waldschutzmanagement/](http://www.wald-und-holz.nrw.de/ueber-uns/forschung/waldschutzmanagement/)
- NRW/Wald-und-Holz NRW-Borkenkäfermonitoring  
[www.wald-und-holz.nrw.de/ueber-uns/forschung/borkenkaefermonitoring/](http://www.wald-und-holz.nrw.de/ueber-uns/forschung/borkenkaefermonitoring/)
- NRW/MULNV-Waldbewirtschaftung  
[www.umwelt.nrw.de/naturschutz/wald/waldbewirtschaftung/](http://www.umwelt.nrw.de/naturschutz/wald/waldbewirtschaftung/)
  
- BMEL-Waldzustandserhebung Deutschland  
[www.bmel.de/DE/Wald-Fischerei/Waelder/\\_texte/Waldzustandserhebung.html](http://www.bmel.de/DE/Wald-Fischerei/Waelder/_texte/Waldzustandserhebung.html)
- Thuenen-Institut für Waldökosysteme  
[www.thuenen.de/de/wo/arbeitsbereiche/](http://www.thuenen.de/de/wo/arbeitsbereiche/)
- Deutscher Wetterdienst-Wetter und Klima im Überblick  
[www.dwd.de/DE/Home/home\\_node.html](http://www.dwd.de/DE/Home/home_node.html)
- Deutscher Wetterdienst-Deutscher Klimaatlas  
[www.dwd.de/DE/klimaumwelt/klimaatlas/klimaatlas\\_node.html](http://www.dwd.de/DE/klimaumwelt/klimaatlas/klimaatlas_node.html)
- Deutscher Wetterdienst-Waldbrandgefahrenindex  
[www.dwd.de/DE/leistungen/waldbrandgef/waldbrandgef.html](http://www.dwd.de/DE/leistungen/waldbrandgef/waldbrandgef.html)
  
- ICP Forests-Europa  
<http://icp-forests.net/>

## Abbildungs- und Tabellenverzeichnis

### DIE VITALITÄT DER BAUMKRONEN 2018

Tab. 1: Kronenverlichtung in Stufen	10
Abb. 1: Prozentuale Verteilung der Kronenverlichtung für die Summe aller Baumarten und Altersbereiche in NRW	10
Abb. 2: Entwicklung des Kronenzustandes aller Baumarten   1984 bis 2018	12
Abb. 3: Mittlerer Nadel-/Blattverlust aller Baumarten	13
Abb. 4: Absterberaten aller Baumarten	13
Tab. 2: Schadstufen je Baumartengruppe   2018	14
Abb. 5: Verteilung der Nadel-/Blattverluste bei den Hauptbaumarten   2018	15
Abb. 6: Anteil der Fruktifikation je Baumart   2018	15
Abb. 7: Entwicklung der Kronenverlichtung bei Eichen   1984 bis 2018	17
Abb. 8: Befall der Eichen mit Schmetterlingsraupen   1989 bis 2018	18
Abb. 9: Mittlerer Blattverlust bei Stiel- und Traubeneiche   2002 bis 2018	18
Abb. 10: Entwicklung der Kronenverlichtung bei Buchen   1984 bis 2018	20
Abb. 11: Vorzeitiger Blattabfall bei den Buchen   1984 bis 2018	21
Abb. 12: Intensität der Fruchtbildung bei Buchen   1989 bis 2018	21
Abb. 13: Entwicklung der Kronenverlichtung bei Fichten   1984 bis 2018	23
Abb. 14: Intensität der Fruchtbildung bei Fichten   1989 bis 2018	24
Abb. 15: Entwicklung der Kronenverlichtung bei Kiefern   1984 bis 2018	26

### DIE WITTERUNGSVERHÄLTNISSE BIS ZUM SOMMER 2018

Abb. 1: Zeitverlauf der mittleren Temperatur   April bis August 1881–2018	31
Abb. 2: Monatsniederschlagssummen   2008 bis 2017 und 2018 (August)	31
Abb. 3: Temperatur, Niederschlag und Sonnenscheindauer   April 2017 bis August 2018	32
Abb. 4: Regionale Temperaturabweichungen   April bis August 2018	33
Abb. 5: Regionale Niederschlagsabweichungen   April bis August 2018	33
Abb. 6: Tage mit Tagesmitteltemperaturen größer oder gleich 10 °C und Tage mit Maximaltemperaturen größer oder gleich 20 °C   Level-II-Fläche Haard   1996 bis 2018 (bis 31. August)	35
Abb. 7: Monatsniederschlagssummen und mittlerer Temperaturverlauf   Level-II-Fläche Haard   2017 und 2018 (bis August)	35
Abb. 8: Aktueller Bodenwasservorrat in 0 bis 90 cm Tiefe   Level-II-Fläche Haard   01.01.2001 bis 31.07.2018	36
Abb. 9: Bodensaugspannung   Level-II-Fläche Haard   05.10.2000 bis 10.09.2018	36
Abb. 10: Transpirationsdifferenz   Level-II-Fläche Haard   01.01.2001 bis 31.07.2018	36

### DER STURM „FRIEDERIKE“ UND DIE BORKENKÄFERSITUATION 2018

Tab. 1: Gemessene Windspitzen	39
Abb. 1: Übersichtskarte zum Sturm „Friederike“	39
Abb. 2: Gemeldete Käferholzmengen   2014 bis 2017	41
Abb. 3: Borkenkäferschwärmbeginn   20 Standorte mit 4 Fallen   Frühjahr 2018	42
Abb. 4: Jahresverlauf der Buchdrucker- und Kupferstecherfangwerte   Hennef   150 m üNN	43
Abb. 5: Jahresverlauf der Buchdrucker- und Kupferstecherfangwerte   Heiligenborn   600 m üNN	43
Abb. 6: Flugsituation der Borkenkäfer	44
Abb. 7: Generationsentwicklung des Buchdruckers   Münster/Osnabrück   2018	44



## PHÄNOLOGISCHE BEOBACHTUNGEN AN WALDBÄUMEN 2018

Tab. 1: Anzahl der Flächen mit phänologischen Beobachtungen	47
Abb. 1: Mittlerer Verlauf der Tagesmaximum-Temperatur und des Austriebs aller Baumarten auf den Dauerbeobachtungsflächen   2018	48
Abb. 2: Mittlerer Austriebstag auf den Dauerbeobachtungsflächen   2018	48
Abb. 3: Mittlerer Austrieb der Buche auf sieben Dauerbeobachtungsflächen   2001 bis 2018	49
Abb. 4: Mittlerer Austriebstermin der Hauptbaumarten auf den Dauerbeobachtungsflächen   2001 bis 2018	49
Tab. 2: Blüte   Prozentuale Anteile der Bäume   Intensitätsstufen 0 bis 3   2018	50
Tab. 3: Fruktifikation   Prozentuale Anteile der Bäume   Intensitätsstufen 0 bis 3   2018	50
Abb. 5: Länge der Vegetationsperiode auf den Buchen- und Eichen-Dauerbeobachtungsflächen   2001 bis 2017	52
Tab. 4: Trendberechnungen   Veränderung der Länge der Vegetationszeit für Buche und Eiche   Daten des DWD und von Dauerbeobachtungsflächen	52

## DAS FORSTLICHE UMWELTMONITORING

Abb. 1: Systematisches Stichprobennetz (Level I) und Dauerbeobachtungsflächen (Level II) des forstlichen Umweltmonitorings	56
Abb. 2: Aufbau und Erhebungsparameter auf einer Kernfläche des intensiven forstlichen Umweltmonitorings	57

# Impressum

## Herausgeber

Ministerium für Umwelt, Landwirtschaft, Natur- und Verbraucherschutz  
des Landes Nordrhein-Westfalen  
Referat für Öffentlichkeitsarbeit  
40190 Düsseldorf

## Fachredaktion

Ministerium für Umwelt, Landwirtschaft, Natur- und Verbraucherschutz  
des Landes Nordrhein-Westfalen  
Referat III-2 Waldbau, Klimawandel im Wald, Holzwirtschaft  
  
Landesbetrieb Wald und Holz Nordrhein-Westfalen  
Lehr- und Versuchsforstamt Arnsberger Wald  
Schwerpunktaufgabe Waldplanung, Waldinventuren, Waldbewertung

## Fachtexte

Landesbetrieb Wald und Holz Nordrhein-Westfalen:  
Lutz Falkenried  
Norbert Geisthoff  
Dr. Mathias Niesar

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

## Fotonachweis

Winfried Bergen: S. 41 (unten rechts); Michael Drews: S. 19, 20, 24;  
Dr. Nadine Eickenscheidt: S. 29, 32, 54, 56; Lutz Falkenried: S. 6, 7, 8,  
9, 11, 16, 17, 25, 27; Norbert Geisthoff: S. 38, 40, 41 (oben); Anke Jacob:  
S. 4; Holger Keding: S. 22, 28; Thorsten Mrosek (MUNLV NRW): S. 64;  
Mathias Niesar: S. 41 (unten links); Uwe Schölmerich: Titelbild;  
Christof Ziegler: S. 46, 47, 50, 51

## Abbildungsnachweis

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

## Gestaltung

setz it. Richert GmbH, Sankt Augustin, [www.setzit.de](http://www.setzit.de)

## Stand

November 2018



Ministerium für Umwelt, Landwirtschaft,  
Natur- und Verbraucherschutz  
des Landes Nordrhein-Westfalen  
Schwannstraße 3, 40476 Düsseldorf  
poststelle@mulnv.nrw.de  
www.umwelt.nrw.de

