



Waldzustandsbericht 2011

Bericht über den ökologischen Zustand des Waldes in NRW

– Nachhaltigkeitsberichterstattung NRW –



INTERNATIONALES JAHR
DER WÄLDER • 2011

Inhalt

- 5 Vorwort

- 6 Die Waldzustandserfassung 2011 –
die wichtigsten Ergebnisse im Überblick

- 8 Die Vitalität der Baumkronen 2011

- 22 Wetterdaten zum Waldzustand 2011 –
ein Beitrag zum Klimafolgenmonitoring in Nordrhein-Westfalen

- 32 Phänologische Beobachtungen im Frühjahr 2011 –
Blüte und Austrieb der Waldbäume vor dem Hintergrund
des Klimawandels

- 44 Auswirkung der Fruktifikation auf den Zuwachs der Buche

- 56 Waldschutzsituation 2011 von Eichenschäden dominiert

- 62 Naturnaher Waldbau im Klimawandel – ein Modell mit Zukunft

- 66 Ozoneinfluss auf den Wald –
Langzeitentwicklung der Belastung und Entwarnung für 2011

Impressum

Information

Der diesjährige Waldzustandsbericht kann ebenso wie die Berichte aus den Vorjahren im Internet auf der Homepage des Landesbetriebs Wald und Holz NRW unter

www.wald-und-holz.nrw.de

in der Rubrik „Wald & Umwelt“ eingesehen und von dort abgerufen werden.

Sehr geehrte Damen und Herren,



Wald bedeckt fast ein Drittel der Landesfläche von Nordrhein-Westfalen. Und wenn wir bedenken, dass damit jedem Einwohner von NRW im Schnitt nur rund 500 m² Wald zur Verfügung stehen (bundesweit sind es 1.200 m²), so sind die Wälder unseres Landes ein knappes und teures Gut. Der Schutz unserer Wälder dient nicht nur gefährdeten Tier- und Pflanzenarten, er liegt im Interesse des Klimas und der Luftreinhaltung, des Wasserhaushaltes, der Bodenfruchtbarkeit, des Landschaftsbildes und der Erholung der Bürgerinnen und Bürger. Der Wald ist Produktionsstätte des nachwachsenden Rohstoffs Holz und damit Ausgangspunkt einer bedeutenden Wertschöpfungskette, die angesichts der begonnenen Energiewende künftig immer wichtiger werden wird.

Der Wald in Nordrhein-Westfalen hat zunehmend mit den Folgen des Klimawandels zu kämpfen und daher ist die Klimaanpassung unserer Wälder ein zentrales Ziel der Landesregierung. Ziel sind klimaangepasste, nachhaltig bewirtschaftete Dauerwälder aus heimischen und standortgerechten Baumarten, die den Folgen des Klimawandels, Schädlingsbefall und anderen Belastungen gewachsen sind. Hier setzen wir den eingeschlagenen Weg zum Umbau der Wälder in Mischwälder konsequent fort. Die nun schon seit fast 30 Jahren gewonnenen Daten zum Waldzustand sind uns dabei eine wichtige wissenschaftliche Basis.

Der nordrhein-westfälische Waldzustandsbericht 2011 sagt aus, dass sich bei allen Hauptbaumarten der Zustand der Baumkronen gegenüber dem Vorjahr weiter verschlechtert hat. Wir können vom Kronenzustand auf die Vitalität der Bäume schließen und müssen beobachten, dass sich bereits seit 2009 der Kronenzustand verschlechtert. In diesem Jahr kamen zusätzlich die Trockenheit im Frühjahr und Frühsommer sowie die starke Fruktifikation bei fast allen Baumarten hinzu. Bei der Buche haben die deutlichen Schäden stark zugenommen, bei der Fichte verschlechtert sich der Nadelzustand ebenfalls kontinuierlich, während der Zustand der Nadeln bei der Kiefer fast gleich geblieben ist. Die Eiche ist die einzige Baumart, deren Baumkronen sich in einem leicht verbesserten Zustand befinden.

Die Ergebnisse des Waldzustandsberichtes 2011 weisen uns ausdrücklich darauf hin, dass wir noch gezielter und schneller auf die sich rasch ändernden Umwelt- und Klimabedingungen in unseren Wäldern achten müssen, um sie besser schützen zu können. Wir werden die vorliegenden Ergebnisse in unsere derzeit in Arbeit befindliche „Waldstrategie 2050“ aufnehmen, sozusagen als Baustein für eine nachhaltige Waldstrategie des Landes NRW.

Ihr

A handwritten signature in black ink, appearing to read 'Johannes Remmel'. The signature is fluid and cursive, written over a light green background.

Johannes Remmel
Minister für Klimaschutz, Umwelt, Landwirtschaft,
Natur- und Verbraucherschutz des Landes
Nordrhein-Westfalen



Die Waldzustandserfassung 2011 – die wichtigsten Ergebnisse im Überblick

In diesem Jahr lassen die Waldbäume als Gesamtergebnis über alle Baumarten erneut einen verschlechterten Laub- und Nadelzustand erkennen. Nach einer mehrjährigen leichten Erholungsphase hat sich die seit 2009 begonnene stufenweise Abnahme des Kronenzustands auch in diesem Jahr fortgesetzt und zeigt jetzt den schlechtesten Kronenzustand seit Beginn der Untersuchungen. Nur weniger als ein Viertel aller Waldbäume kann noch als ungeschädigt bezeichnet werden und ein Drittel fällt in die Stufe der deutlichen Schäden. Die Waldzustandserfassung hat für das Jahr 2011 häufig Extremwerte für die untersuchten Baumarten ergeben. Bei mehreren Indikatoren sind bisherige Höchstwerte gemessen worden.

Wichtige Einflussfaktoren auf den Waldzustand sind in diesem Jahr besonders die Trockenheit im Frühjahr und Frühsommer sowie die starke Fruktifikation bei fast allen Bäumen gewesen.

Die **Eiche** ist die einzige Baumart, die sich in diesem Jahr etwas verbessert hat. Vorausgegangen war jedoch das Vorjahr mit ungünstigen Bedingungen und sehr schlechten Werten. Auch bei der Samenbildung war sie eine Ausnahme, da der Eichelanhang nur gering und lokal beobachtet werden konnte.

Bei der **Buche** haben die deutlichen Schäden stark zugenommen. Mehr als die Hälfte der Bäume befinden sich in dieser höchsten Schadstufe. Die Buche zeigt damit den schlechtesten Belaubungszustand seit Beginn der Untersuchungen im Jahre 1984. Als ausschlaggebender Faktor für den hohen Blattverlust muss aber neben der Trockenheit die starke Fruktifikation in der Buche angesehen werden. Bei ihr sind wieder Spitzenwerte erreicht worden. Eine so starke Eckernmast ist im Rahmen des Kronenmonitorings bisher nicht verzeichnet worden.

Bei der **Fichte** verschlechtert sich seit einigen Jahren der Benadelungszustand kontinuierlich. Diese Entwicklung hat sich auch 2011 fortgesetzt. Die deutlichen Schäden sind angestiegen, wohingegen der Anteil der gesunden Bäume abgenommen hat. Der Fichte hat in diesem Jahr stärker unter Trockenstress leiden müssen. Als flach wurzelnde Baumart reagierte sie besonders schnell auf Wassermangel, der sich zuerst in den oberen Bodenschichten bemerkbar gemacht hat.

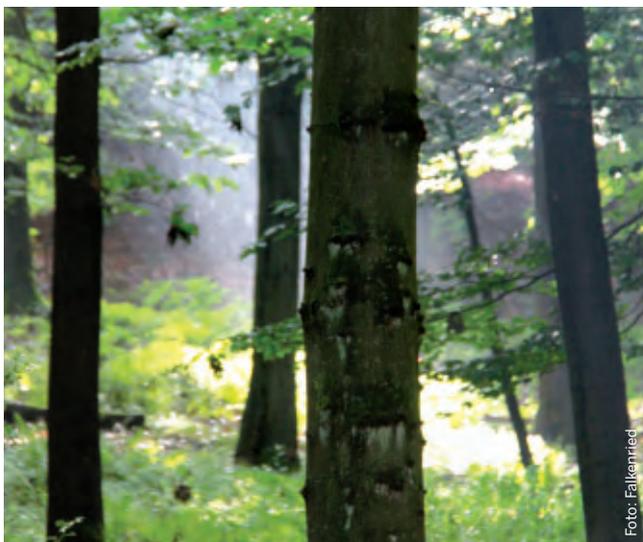
Die Daten der **Kiefer** haben sich im Vergleich zum Vorjahr nur wenig verändert. Trotzdem hat sich eine leichte Verschlechterung des Kronenzustands eingestellt. Bei den deutlichen Schäden hat sie die niedrigsten Werte von allen Baumarten. Als trockenheitsverträgliche Baumart reagierte die Kiefer nur wenig auf den Niederschlagsmangel im Frühjahr.

Die Messwerte der Wetterstationen zeigen für 2011 ein sehr warmes und trockenes Frühjahr auf. Die Lufttemperaturen in den Monaten April bis Juni lagen deutlich über den Normalwerten. Die Niederschläge von Februar bis Mai befanden sich hingegen deutlich unter dem langjährigen Mittel. Das Niederschlagsdefizit konnte auch im Juni und Juli nicht kompensiert werden und stieg sogar noch weiter an. In der ersten Jahreshälfte war die Wasserversorgung insbesondere auf flachgründigen Böden oder für Bäume mit nicht tief reichenden Wurzeln kritisch.

Auf den Dauerbeobachtungsflächen des forstlichen Umweltmonitorings konnte an den warmen und trockenen Apriltagen ein außergewöhnlicher Pollenflug vor allem bei Buche, Fichte und zum Teil auch Kiefer beobachtet werden. Aus den Blüten entwickelte sich bei diesen Baumarten ein beträchtlicher Fruchtanhang. Blüte und Mast der



Randbuche mit starker Mast



Das Spiel von Licht und Schatten in einem Buchenwald

Eiche blieben jedoch gering. Die Waldbäume sind in diesem Jahr erneut sehr früh ausgetrieben. Bei Fichte, Buche und Eiche kann dieser Trend zu frühzeitigem Austrieb in der Zeitreihe seit 2001 beobachtet werden.

Die Fruchtbildung wirkt sich nicht nur auf den Kronenzustand, sondern auch auf das Dickenwachstum – den Holzzuwachs – der Buchen aus. Auf sieben Dauerbeobachtungsflächen aus dem Intensiv-Monitoringprogramm des Landes NRW wurde ermittelt, dass bei stark fruktifizierenden Bäumen der Zuwachs am stärksten zurückgeht. Neben der Mast kann aber auch die Wasserversorgung als ein wichtiger beeinflussender Parameter angenommen werden. Aufgrund der Frühjahrstrockenheit und der starken Mast kam das Dickenwachstum der Buchen auf den Dauerbeobachtungsflächen im aktuellen Jahr 2011 fast ganz zum Erliegen. In der Zeitreihe zeigt sich jedoch, dass bei günstigen Witterungsverhältnissen im Jahr nach der Mast der Zuwachs wieder deutlich ansteigen kann.

Die Situation im Waldschutz war dominiert von Eichenschäden. Infolge der starken Beeinträchtigung des Vorjahres starben und sterben 2011 landesweit mit regional unterschiedlicher Intensität Eichen ab. Neben der üblichen Eichen-Fraßgesellschaft traten lokal pathogene Pilze in Erscheinung. Besonders Buchen und Lärchen litten unter Spätfrost, der Anfang Mai für einige Schäden sorgte. Die Population der Fichtenborkenkäfer war als unkritisch einzustufen. Erstmals seit 2001 traten wieder Massenvermehrungen von Gespinstmotten auf.

Im prognostizierten Klimawandel erfordert der Waldbau flexible Maßnahmen und Strategien, die eine kontinuierliche Anpassung ermöglichen. Eine der wesentlichsten Maßnahmen zur Erhaltung und Förderung der Biodiversität im Wald ist die naturnahe Waldbewirtschaftung. Dabei werden natürlich ablaufende Prozesse genutzt, um stabile, ökologisch intakte Waldökosysteme aufzubauen. Letztlich können Entscheidungen über waldbauliche Umstellungsprozesse im Klimawandel unter Einbeziehung aller Entscheidungsmodule nur sukzessiv, d. h. nach wiederholter Situationsanalyse getroffen werden. Insgesamt ist kompetente Forst- und Waldwirtschaft erforderlich, um auch in NRW „klimaplastische“ Wälder zu erhalten.

Bodennahes Ozon kann in hohen Konzentrationen für Mensch und Umwelt schädigend sein. Intensive Sonneneinstrahlung und hohe Lufttemperaturen begünstigen hohe Ozonkonzentrationen. In den vergangenen zehn Jahren ist der Schwellenwert der maximal erlaubten Ozonkonzentration nur in drei Jahren (2003, 2006, 2010) nennenswert überschritten worden. Die Ergebnisse der Messstationen zeigen auf, dass 2011 ein Einfluss von Ozonschäden auf die Ergebnisse der Waldzustandserhebung ausgeschlossen werden kann.



Die Vitalität der Baumkronen 2011

An den Kronen lässt sich die Vitalität der Waldbäume gut beobachten. Die terrestrische Waldzustandserhebung bewertet 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. Die Waldzustandserfassung wird in NRW seit 1984 jährlich erhoben. 2011 wurden in einem Stichprobenraster von 4 x 4 km an 525 Aufnahmepunkten landesweit etwa 9.500 Bäume untersucht¹⁾.

Durch die fortdauernden Analysen, die seit 1984 kontinuierlich durchgeführt werden, ist es zudem möglich, die langjährigen Trends bei den einzelnen Baumarten in Zeitreihen darzustellen. Damit können wichtige Informationen und Daten zur Diskussion über die möglichen Auswirkungen des prognostizierten Klimawandels beigesteuert werden.

Die Klassifizierung der Kronenverlichtung erfolgt gemäß der nachstehenden bundesweit einheitlichen Tabelle (Tabelle 1). Unter Einbeziehung von Vergilbungsstufen entstehen daraus die kombinierten Schadstufen. In den folgenden Grafiken werden die Schadstufen zur besseren Übersicht gruppiert und in Ampelfarben dargestellt.

Schadstufe	Nadel-/Blattverlust	Bezeichnung	Gruppierung
0	0–10 %	ohne Schadmerkmale	ohne Schadmerkmale
1	11–25 %	schwach geschädigt	schwach geschädigt
2	26–60 %	mittelstark geschädigt	deutlich geschädigt (Zusammenfassung der Stufen)
3	61–99 %	stark geschädigt	
4	100 %	abgestorben	

Tabelle 1: Relative Kronenverlichtung in Stufen

1) Die Ergebnisse von 39 Stichprobenflächen des „16 x 16 km“-Rasters fließen in das europaweite Waldmonitoring ein. Diese Erhebung wurde von der Europäischen Gemeinschaft über das Finanzierungsinstrument „LIFE plus“ gefördert.



Hauptergebnisse

Der Zustand des Gesamtwaldes in NRW hat sich 2011 erheblich verschlechtert. Insbesondere bei den deutlichen Schäden gab es im Vergleich zum Vorjahr einen kräftigen Sprung um 10 %-Punkte von 23 auf 33 %. Der Anteil der ungeschädigten Bäume hat sich um 8 %-

Punkte verringert und beläuft sich nur noch auf 24 %. Bei den schwach geschädigten Bäumen ergab sich mit einer Abnahme um 2 %-Punkte auf 43 % eine geringfügige Verbesserung (Abbildung 1).

Schadstufen Waldzustandserfassung 2011, zusammengefasst über alle Baumarten und Altersbereiche

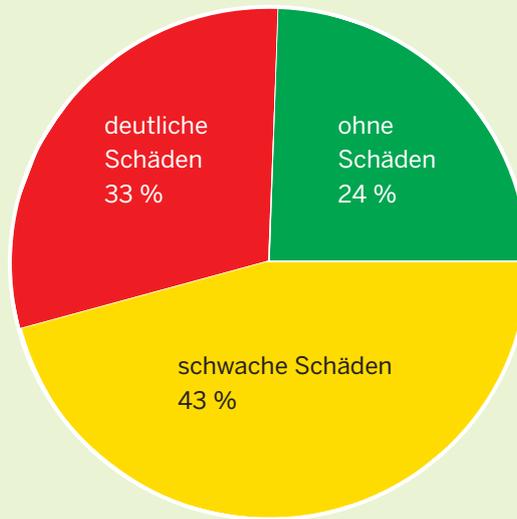


Abbildung 1: Prozentuale Schadstufenverteilung für die Summe aller Baumarten in Nordrhein-Westfalen



Die Früchte der Eberesche bieten vielen Waldbewohnern Nahrung

Nach einer mehrjährigen leichten Erholungsphase hat sich die seit 2009 begonnene stufenweise Abnahme des Laub-/Nadelzustandes auch in diesem Jahr fortgesetzt und zeigt jetzt summarisch über alle Baumarten den schlechtesten Kronenzustand seit Beginn der Untersu-

chungen. Ein Drittel aller Waldbäume fällt in die Stufe der deutlichen Schäden und nur noch weniger als ein Viertel kann als ungeschädigt bezeichnet werden (Abbildung 2). Diese Ergebnisse sind bei Laub- und Nadelbäumen prinzipiell gleich zu beobachten.

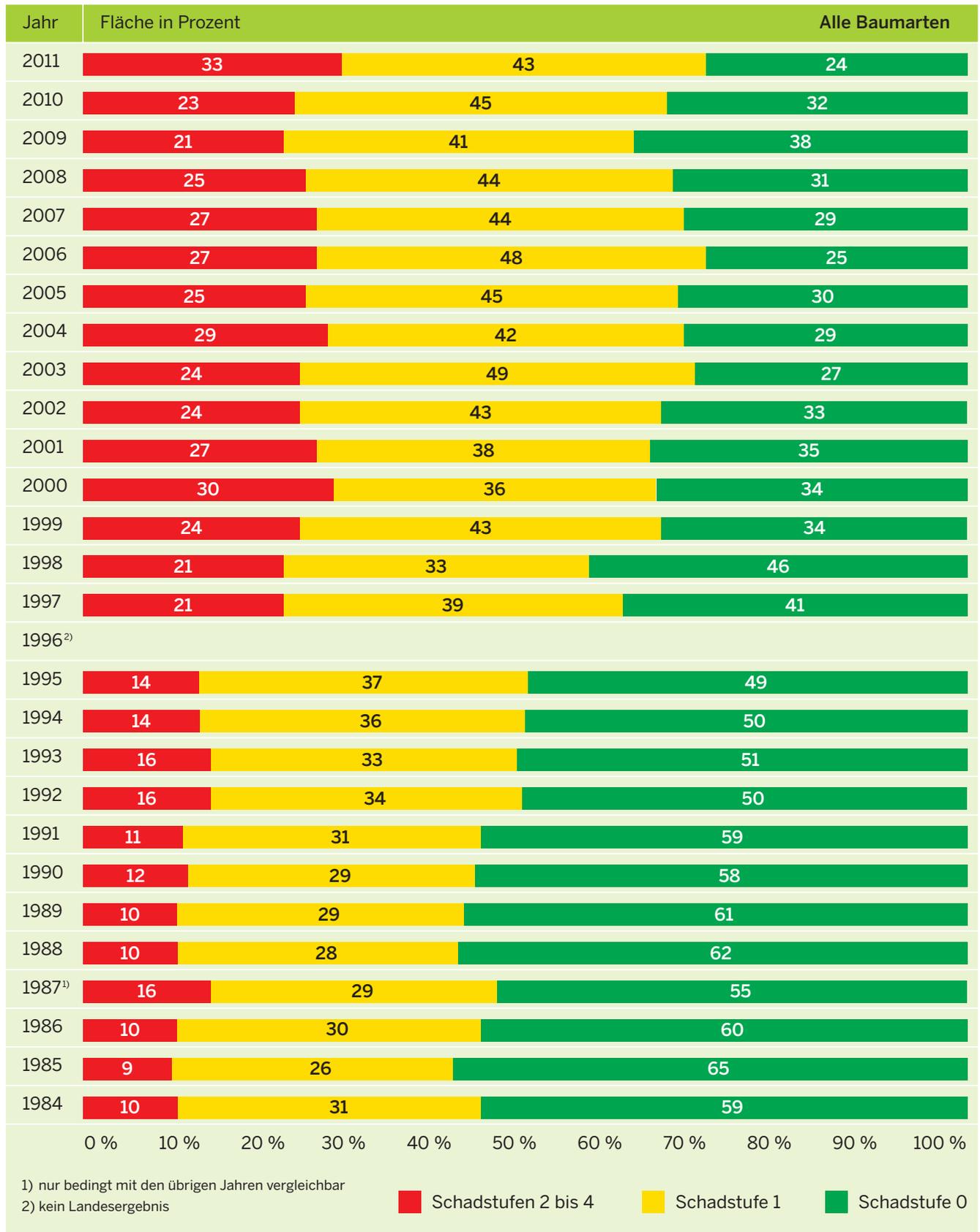


Abbildung 2: Entwicklung des Kronenzustandes in Nordrhein-Westfalen von 1984 bis 2011 in Prozent

Ergebnisse zu den wichtigsten Baumarten

Der Kronenzustand der einzelnen Baumarten unterscheidet sich häufig von den summarischen Ergebnissen des Gesamtwaldes. Deshalb werden die Hauptbaumarten im Folgenden noch einmal getrennt betrachtet. Dies ist in diesem Jahr besonders wichtig, da zum Beispiel der Zustand

der Buche außerordentlich stark ins Gewicht fällt. 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.

Ergebnisse der Waldzustandserfassung 2011 in Nordrhein-Westfalen

(in Klammern Vergleichsdaten aus 2010)

Baumart	Baumartenfläche nach Landeswaldinventur in Hektar	Anteile der Schadstufen in Prozent		
		0 ohne Schadensmerkmale	1 schwache Schäden	2-4 deutliche Schäden
Fichte	303.100	31 (37)	43 (45)	26 (18)
Kiefer	68.000	24 (29)	58 (56)	18 (15)
Sonst. Nadelbäume	44.600	36 (49)	36 (41)	28 (10)
Summe Nadelbäume	415.700	30 (36)	45 (47)	25 (17)
Buche	144.600	12 (28)	33 (53)	55 (19)
Eiche	131.000	18 (16)	37 (30)	45 (54)
Sonst. Laubbäume	187.100	25 (34)	50 (48)	25 (18)
Summe Laubbäume	462.700	19 (27)	41 (45)	40 (28)
Summe NRW	878.400	24 (32)	43 (45)	33 (23)

Tabelle 2: Schadstufen je Baumartengruppe

Abbildung 3 zeigt, dass die Kiefer 2011 insgesamt einen etwas besseren Benadelungszustand aufweist. Die höchsten Häufigkeiten liegen im Bereich von 15 Verlustprozenten. In diesem Bereich bewegt sich auch die Eiche mit ihren Spitzenwerten. Bei ihr kommt jedoch hinzu, dass die Kurve flacher abfällt und damit die höheren Verlust-

prozente deutlich häufiger getroffen werden. Noch markanter präsentiert sich die Buche. Ihre Maximalwerte liegen mit einer leichten Plateaubildung im Kurvenverlauf bei 30-35%. Damit befinden sich, anders als bei den anderen Baumarten, die höchsten Häufigkeiten im rot dargestellten Bereich der deutlichen Schäden.

Verteilung der Nadel-/Blattverluste 2011

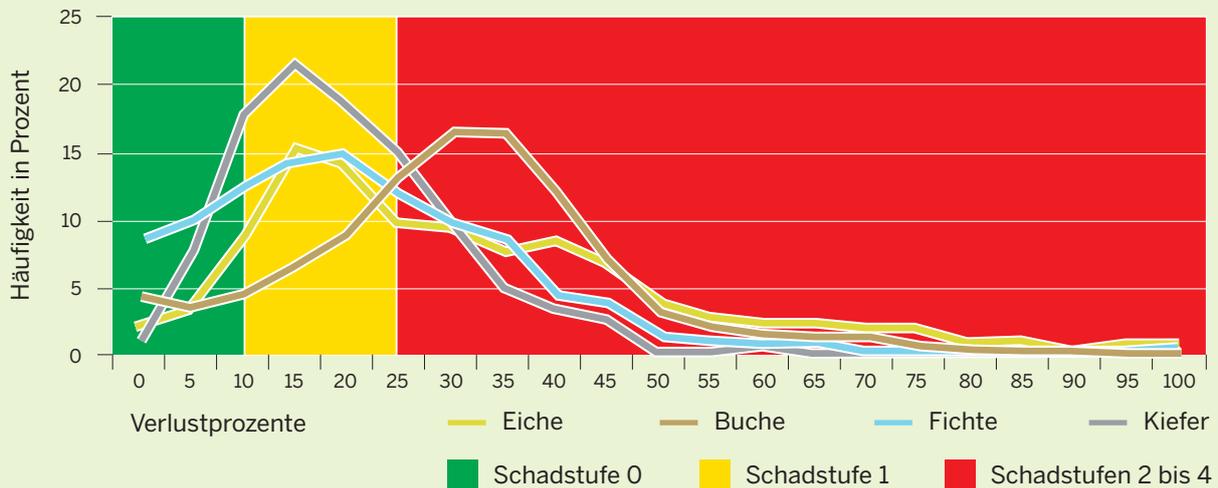


Abbildung 3: Häufigkeitsverteilung der Nadel-/Blattverluste bei den Hauptbaumarten 2011. Die Schadstufen sind farblich markiert.



Zwei spät austreibende Eichen am Wegesrand

Eiche

Die Eiche hatte im letzten Jahr stark unter Raupenfraß und gleichzeitigem Mehltaubefall gelitten. Insgesamt zeigte sie einen ungewöhnlich schlechten Gesundheitszustand. In diesem Jahr konnte sie sich jedoch etwas erholen. Ihr Kronenzustand hat sich als einzige Baumart 2011 gebessert. Besonders die deutlichen Schäden sind um 9 %-Punkte gesunken. Die ungeschädigten Bäume zeigen eine leichte Verbesserung um 2 %-Punkte.

Auch wenn in diesem Jahr eine erfreuliche Zunahme des Gesundheitszustandes festgestellt werden kann, darf nicht übersehen werden, dass die deutlichen Schäden bei der Eiche mit 45 % immer noch sehr hoch liegen (Abbildung 5).

Die relativ geringe Fruktifikation ist der Eiche ebenfalls zugutegekommen. Hier spielte sie wieder eine Sonderrolle, war doch ansonsten bei allen Baumarten die Samenbildung 2011 stark ausgeprägt (Abbildung 7).

Wie in Abbildung 4 zu erkennen ist, hat in diesem Jahr ein mittlerer, und lokal sogar starker, Raupenfraß überwiegend von Eichenwickler und Frostspanner stattgefunden. Dies ist zwar besser als im Vorjahr, jedoch führt der ständig erhöhte Fraßdruck dazu, dass den Eichen keine wirkliche Pause zuteil geworden ist.

Ein so hohes Schadenniveau, wie es sich 2010 eingestellt hat, kann aber auch nicht in einem Jahr wieder ausgeglichen werden. Dazu sind sicherlich mehrere Jahre mit für die Eiche günstigen Bedingungen nötig.

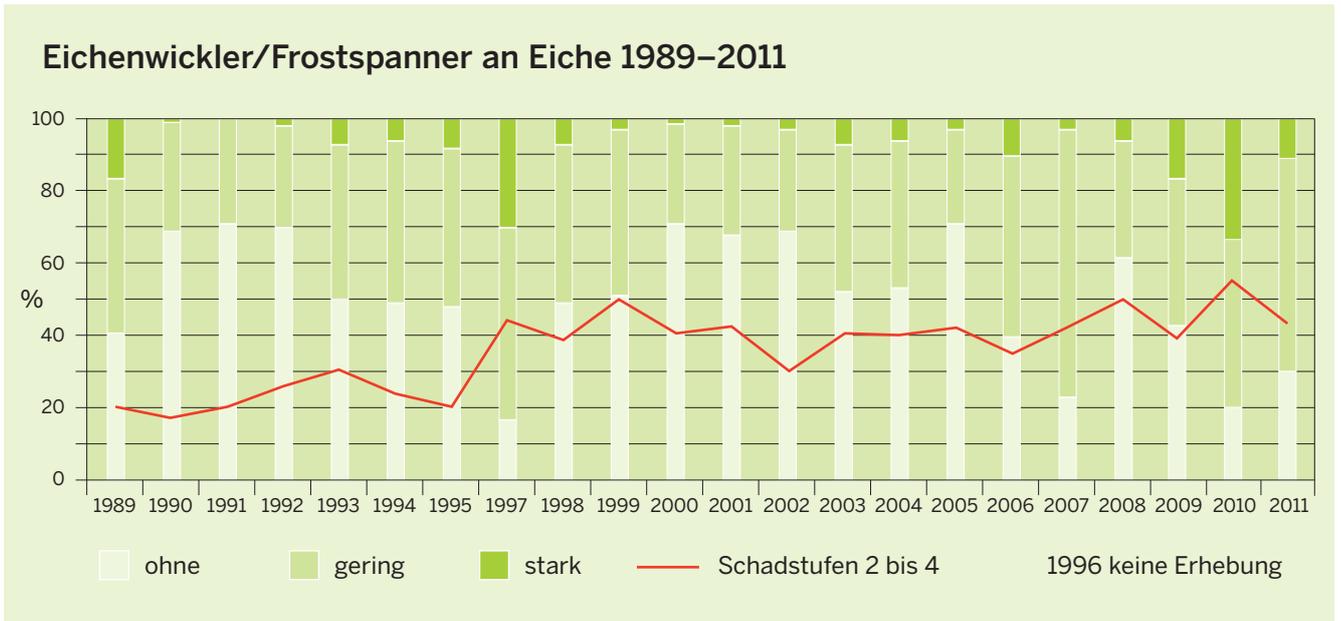


Abbildung 4: Befall der Eichen mit Schmetterlingsraupen. Die deutlichen Schäden sind zum Vergleich als Linie eingeblendet.



Eine Wespenart auf frischen Eichenblättern

Foto: Falkenried

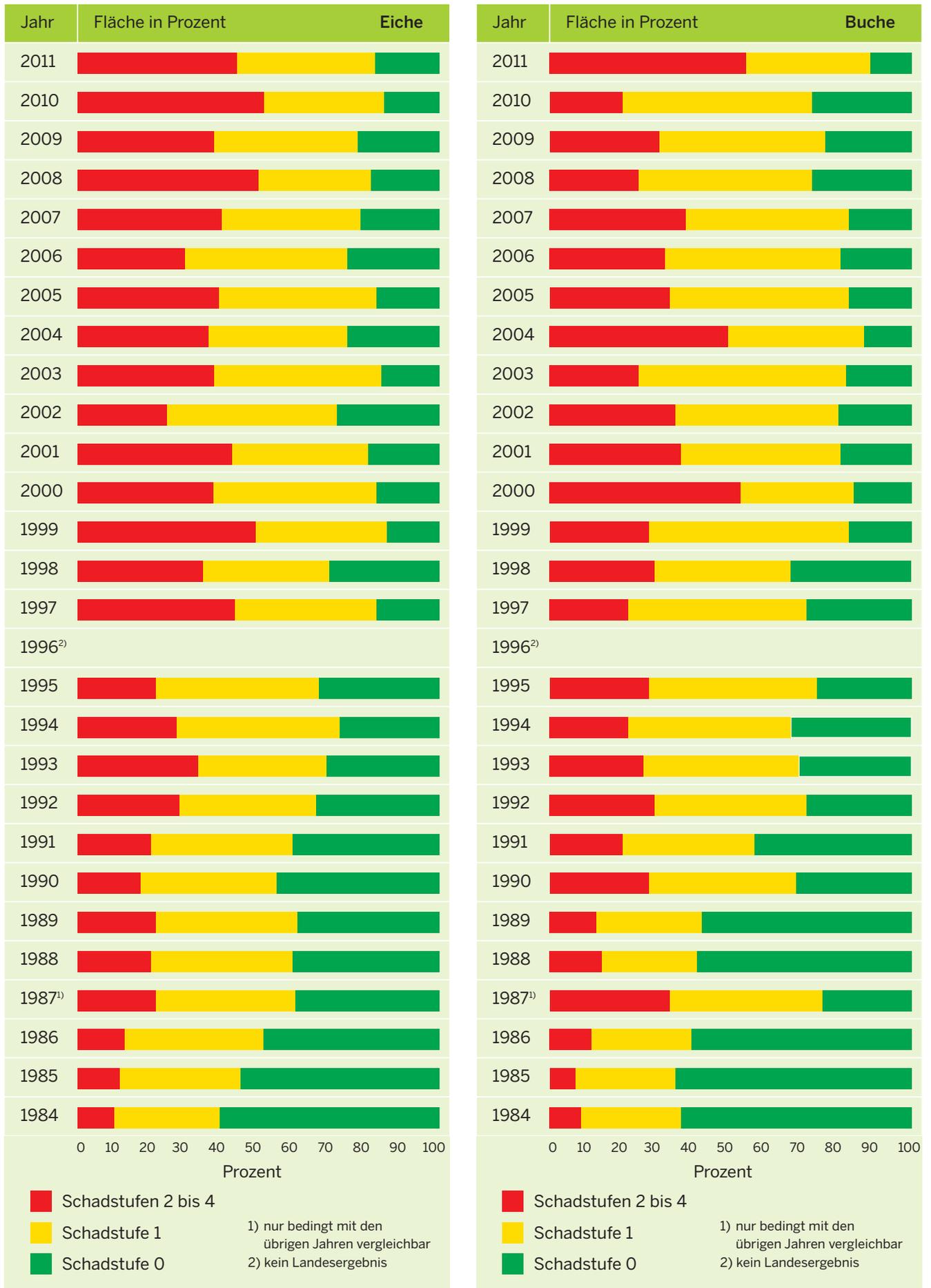


Abbildung 5: Prozentuale Entwicklung der Kronenschäden bei Eichen und Buchen von 1984 bis 2011

Buche

Bei der Buche hat sich in diesem Jahr eine bedeutende Verschlechterung des Kronenzustands eingestellt. Die deutlichen Schäden sind um einen großen Sprung von 36 %-Punkten auf 55 % gestiegen (Abbildung 5). Damit befindet sich mehr als die Hälfte der Buchen in der höchsten Schadstufe. Hinzu kommt, dass sowohl die gesunden Bäume (-6 %-Punkte) als auch die mit schwachen Schäden (-20 %-Punkte) in ihrer Anteilsfläche abgenommen haben. Die Buche hat damit 2011 den schlechtesten Belaubungszustand seit Beginn des Kronenmonitorings. Gerade bei den älteren Buchen sind nur noch etwa 2 % in ihrem Kronenbild ohne Schadmerkmale.

Das Frühjahr ist insgesamt sehr warm gestartet. Die Monate März bis Mai sind parallel dazu ausnehmend niederschlagsarm gewesen. Regional sind die Bäume unter Trockenstress geraten. Da 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.

Obwohl es im Juni wieder etwas mehr geregnet hatte, konnte das Niederschlagsdefizit auch bis zum Juli nicht kompensiert werden. So wurde, insbesondere auf flachgründigen Böden, auch für die älteren Bäume das Wasser knapp.

Besonders im Tiefland gab es zudem bis Mai immer wieder Spätfröste.



Fruchtstände mit Bucheckern

Als wichtiger Faktor für den hohen Blattverlust muss aber die starke Fruktifikation in der Buche angesehen werden. Mit regionalen Unterschieden waren die Bäume mit Bucheckern übersät. Abbildung 6 belegt, dass auch bei der Fruktifikation wieder Spitzenwerte erreicht worden sind – eine so starke Eckernmast ist im Rahmen des Kronenmonitorings bisher nicht verzeichnet worden.

Wenn viele Früchte erzeugt werden, bedeutet das für die Bäume einen erheblichen Kraftakt. Es werden weniger oder kleinere Blätter gebildet. Die Baumkronen wirken transparenter. Ein wirklicher Schaden ist starke Fruktifikation aber nicht, obwohl die Bäume stark belastet werden, was sich auch zum Teil im geringeren Holzzuwachs

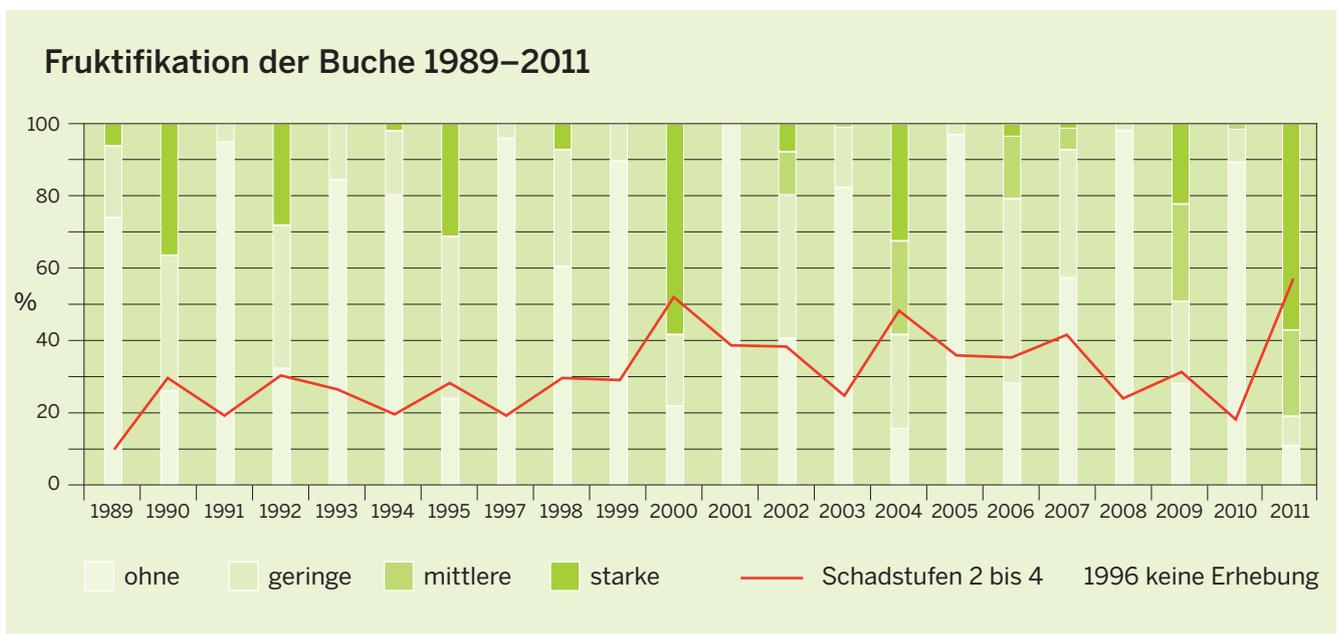


Abbildung 6: Fruktifikationsstufen bei der Buche. Die Linie der deutlich geschädigten Bäume ist zusätzlich eingeblendet.

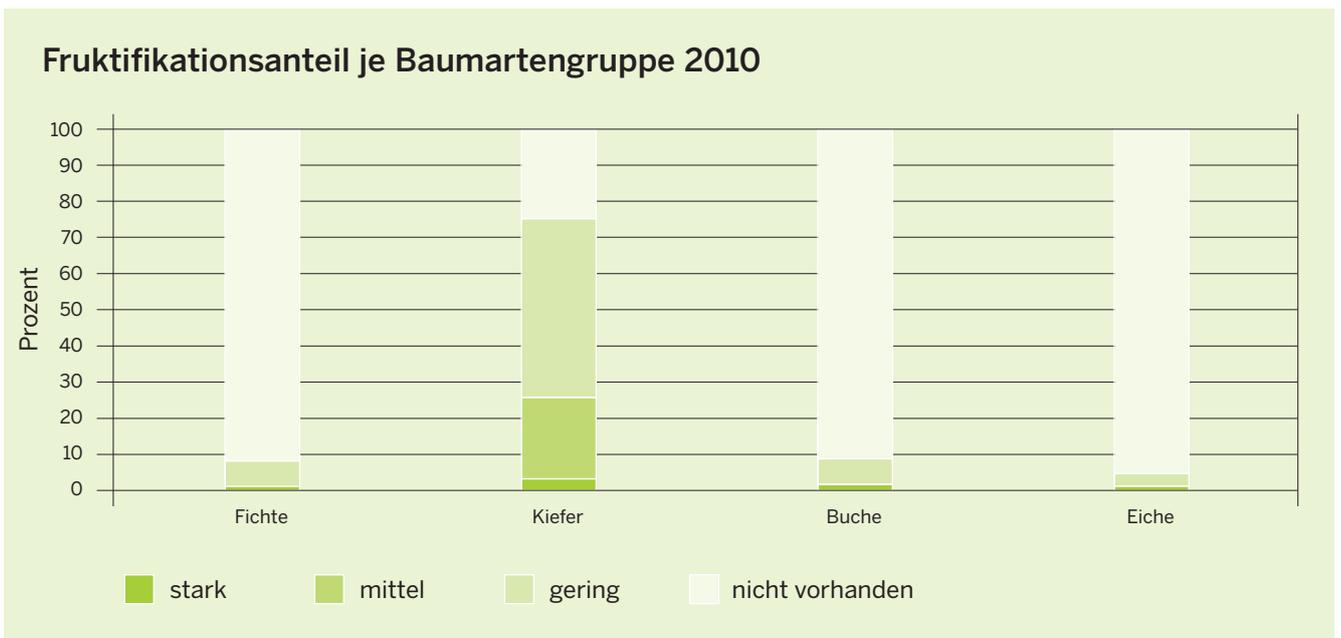
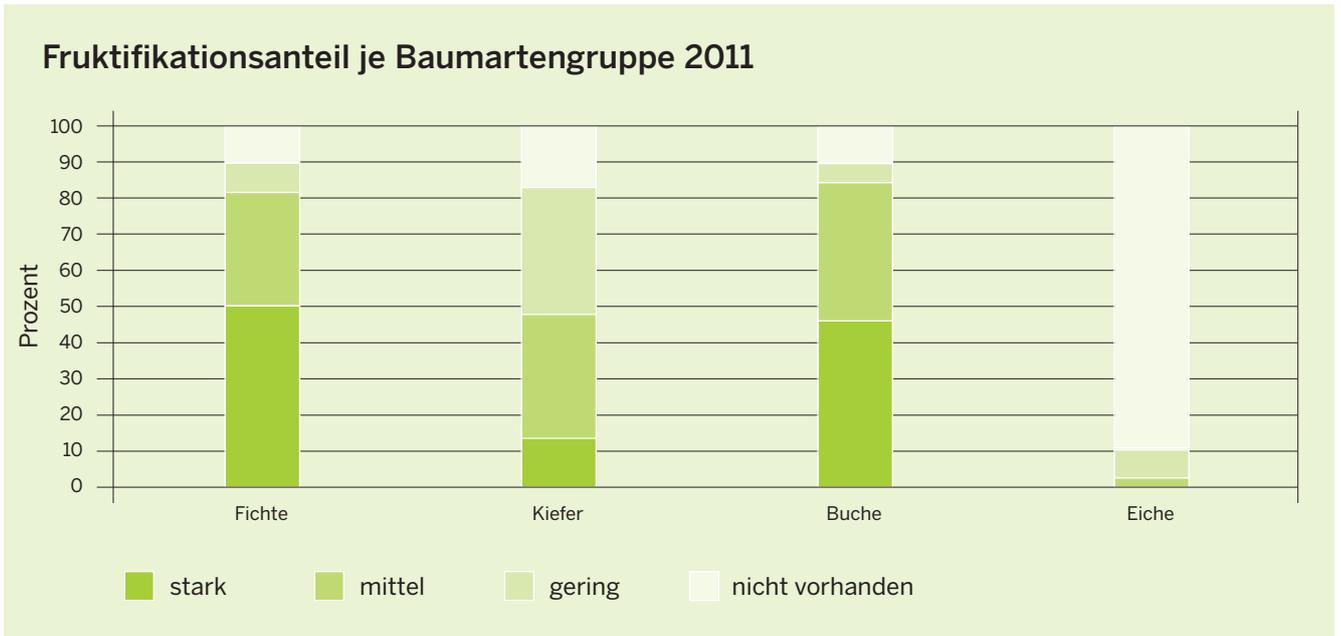


Abbildung 7: Anteil der Fruchtifikation je Baumart 2011 im Vergleich mit 2010

zeigt. Es handelt sich im Prinzip um einen natürlichen Vorgang. Auffallend ist jedoch, dass unsere Waldbäume in zunehmend engeren Zeiträumen stark fruktifizieren. Die Pausen zwischen den Vollmasten sind in den letzten Jahren immer kürzer geworden.

Wie im letzten Jahr hat auch 2011 ein etwas stärkerer Raupenfraß bei Buchen stattgefunden. In einigen Gegenden in NRW waren vereinzelt die Blätter bis auf die Blattnarbe abgefressen. Zudem konnte eine Zunahme an nekrotischen Blättern beobachtet werden. Insbesondere bei vereinzelt jüngeren Buchen waren die Blätter mit braunen Blatträndern markant.



Die Buchenrinde muss für manchen Schwur herhalten

Foto: Falkenried

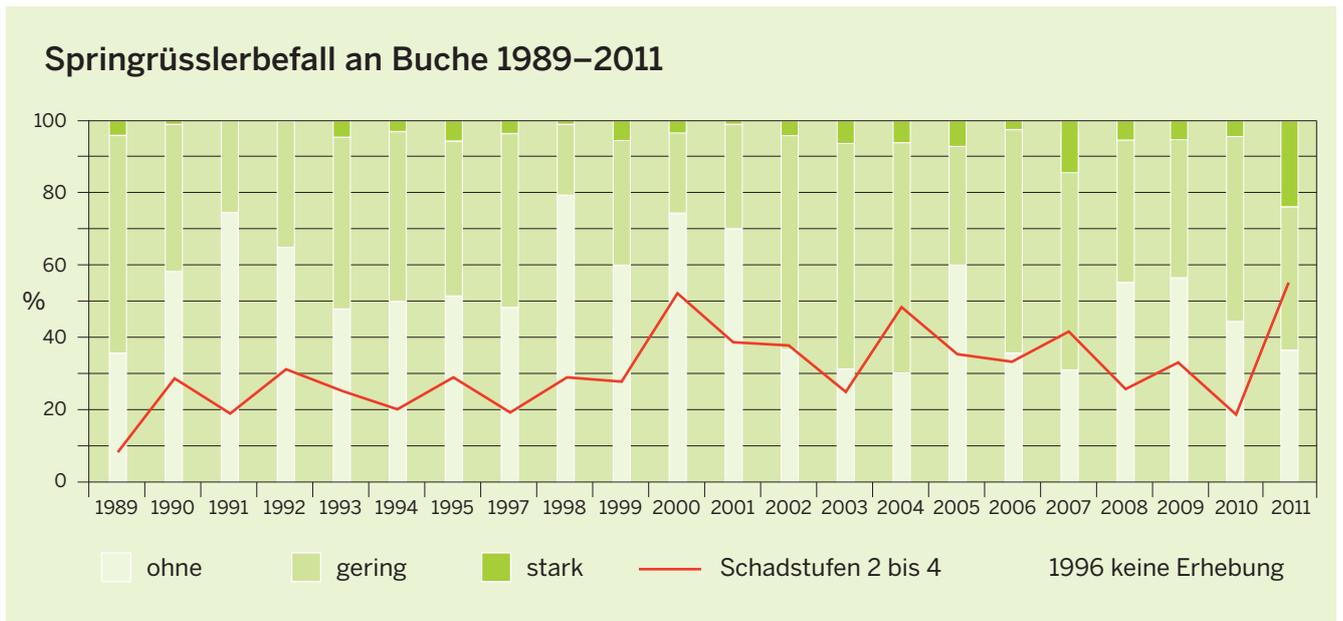


Abbildung 8: Befall der Blätter durch Buchenspringrüssler



Die Zersetzung durch Baumpilze ist in vollem Gange

Ebenso muss der Buchenspringrüssler, ein häufiger und schadverursachender Käfer an Buchenblättern, mit seinen außergewöhnlich hohen Befallswerten (Abbildung 8) als weitere verschärfende Ursache für den schlechten Belaubungszustand der Buche mit einbezogen werden. Die Stufe „starker Befall“ war so hoch wie noch nie im Kronenmonitoring ausgeprägt.

Foto: Falkenried

Fichte

Seit 2009 nimmt der Benadelungszustand bei der Fichte kontinuierlich ab. 2011 sind die deutlichen Schäden um 8 %-Punkte auf 26 % angestiegen. Der Anteil der gesunden Bäume hat sich um 6 %-Punkte verschlechtert und beträgt jetzt 31 % (Abbildung 10).

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

Wie Abbildung 9 zeigt, war auch bei der Fichte die Fruktifikation 2011 besonders heftig. Sie hatte in diesem Jahr

eine solche Stärke, wie sie beim Kronenmonitoring seit Beginn der Untersuchungen bisher nicht verzeichnet worden ist.

Die an der Spitze eines Triebes gebildeten Zapfen führen dazu, dass der Haupttrieb des Zweiges in diesem 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.

Der Borkenkäferbefall war in diesem Jahr verhalten und bewegte sich auf einem normalen Niveau. Einzelne Befallsherde waren eher kleinräumig zu finden. Die gute Holznachfrage führte dazu, dass befallenes Holz schnell abgefahren wurde und so die weitere Verbreitung von Käfern zusätzlich erschwert worden ist.



Starker Zapfenanhang in den Fichtenkronen



Ein Mistkäfer nutzt die erhöhte Warte eines Hutpilzes

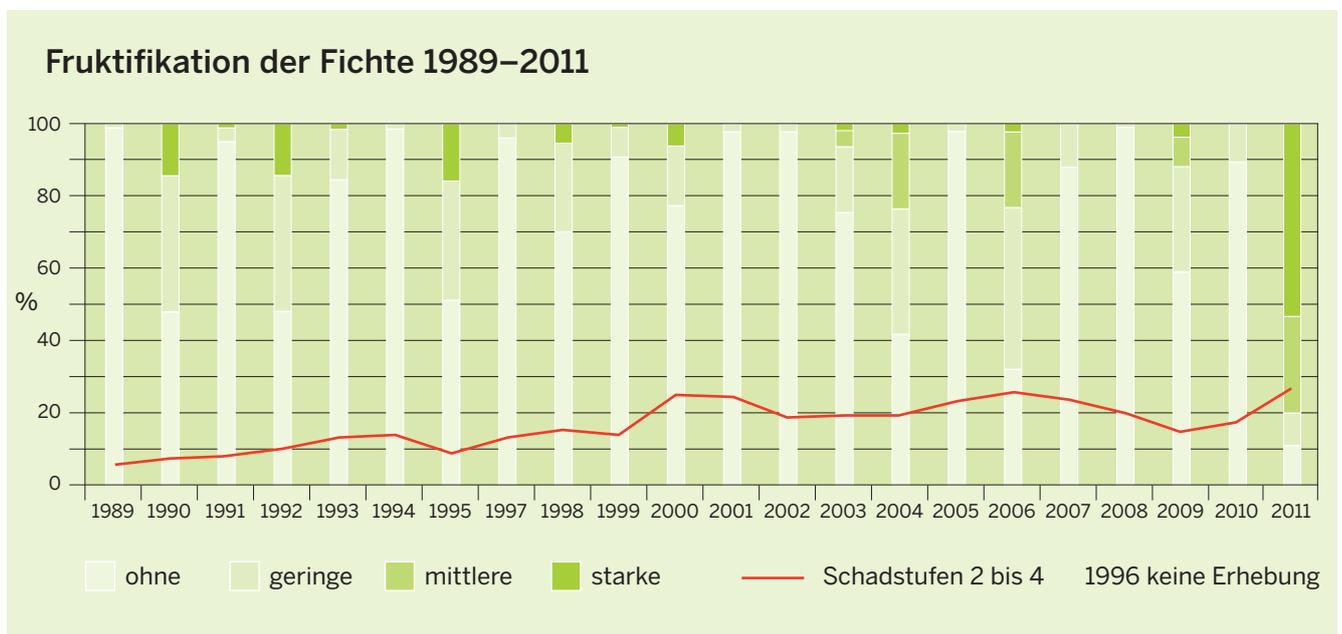


Abbildung 9: Entwicklung der Fruktifikation bei der Fichte seit 1989

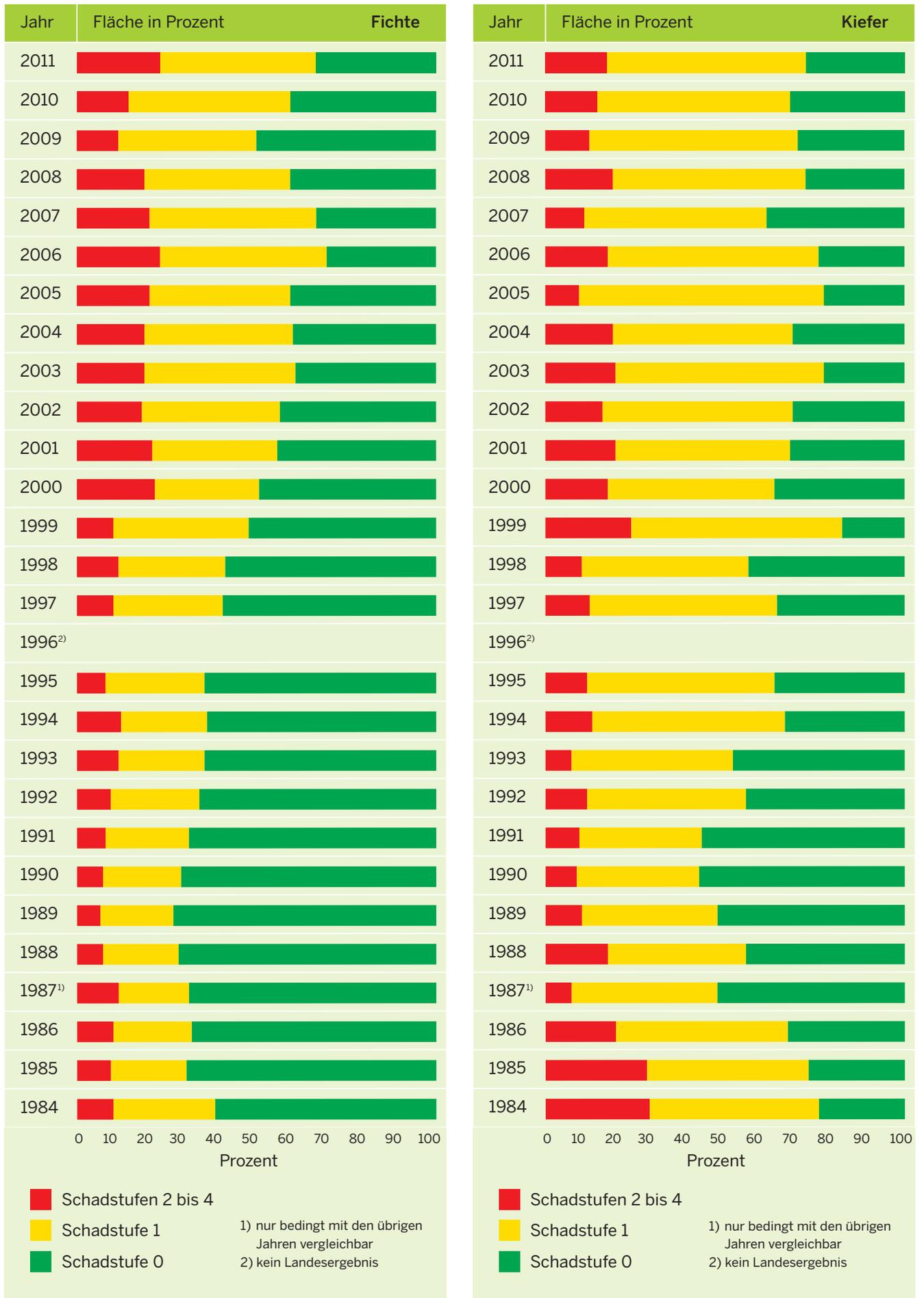


Abbildung 10: Prozentuale Entwicklung der Kronenschäden bei Fichten und Kiefern von 1984 bis 2011

Kiefer

Die Kiefer ist die Baumart in NRW, bei der die schwachen Schäden, auch als Warnstufe bezeichnet, mit 58 % den höchsten Anteil einnehmen (Abbildung 10). Bei den deutlichen Schäden hat 2011 ein nur leichter Anstieg um 3 %-Punkte stattgefunden. Mit nur 18 % stellt sich die Kiefer in dieser Schadstufe als am wenigsten betroffene Baumart dar. Die Zahl der gesunden Kiefern hat um 5 %-Punkte abgenommen. Damit ist mit 24 % noch ca. ein Viertel der Bäume ohne Schadensmerkmale.

Als trockenheitsverträgliche Baumart hat die Kiefer wenig auf den Niederschlagsmangel im Frühjahr reagiert. Dass sie jedoch partiell unter Trockenstress geraten ist, zeigt der begrenzte Befall mit Prachtkäfern, die bevorzugt in solchen Situationen die Bäume heimsuchen.

Der schneereiche Winter hat bei vielen Bäumen durch die Schneelast zu Astabbrüchen in den Kronen geführt. Neben der Kiefer waren auch Fichten und vereinzelt sogar Buchen betroffen. Der Schneebruch in der Kiefer ist häufig auch im Sommer an gebrochenen, aber noch in der Krone befindlichen Ästen zu beobachten. Die Nadeln sind dann braun und abgestorben.



Foto: Falkenried

Ein männlicher Plattbauch – eine häufige Libellenart an Waldweihern



Foto: Falkenried

Kiefernbestand mit Schneebrüchen



Altholz ist ein wichtiger Lebensraum

Fazit bei den Hauptbaumarten

2011 war für unsere Waldbäume ein Jahr, in dem viele Extremwerte erreicht worden sind. So zeigt der Zustand der Baumkronen die schlechtesten Werte, die bisher ermittelt worden sind. Im Frühjahr konnten überall auf den Wasserflächen und Autos feine Schichten aus Blütenstaub beobachtet werden. Dieses auch als Waldrausch bezeichnete Phänomen hatte seine Ursache im überreichen Blühen der Waldbäume. Der starken Blüte folgte eine ebenso starke Samenbildung. In Verbindung mit der Trockenheit im Frühjahr und zum Teil noch im Sommer resultierte daraus der kräftige Nadel-/Laubverlust bei fast allen Baumarten.

- Die **Eiche** ist in diesem Jahr die einzige Baumart, die sich in ihrem Kronenzustand etwas gebessert hat. Auch von der Fruktifikation war sie wenig betroffen. Trotzdem befinden sich ihre Schadprozentage immer noch auf einem hohen Niveau.
- Der starke Bucheckern-Anhang hat die **Buche** viel Energie gekostet. Die deutlichen Schäden haben stark zugenommen und der Anteil der gesunden Bäume hat sich markant verringert.
- Bei der **Fichte** sind die deutlichen Schäden ebenfalls angestiegen. Dieser Prozess ist schon seit 2009 zu beobachten. Parallel dazu hat die Zahl der gesunden Bäume abgenommen. Bemerkenswert ist der starke Zapfenanhang.
- Die Werte der **Kiefer** haben sich nur gering verändert. Gleichwohl weisen alle Benadelungswerte in Richtung Verschlechterung.



Wetterdaten zum Waldzustand 2011 – ein Beitrag zum Klimafolgenmonitoring in Nordrhein-Westfalen

Wie man dem ersten Klimabericht für Nordrhein-Westfalen (LANUV 2010) entnehmen kann, ist der globale Klimawandel auch in unserer Region deutlich zu spüren. So ist beispielsweise im letzten Jahrhundert ein hochsignifikanter Temperaturanstieg zu verzeichnen. Die Temperaturzunahme hat sich in den vergangenen 30 Jahren noch beschleunigt. Ebenso wie die Lufttemperatur zeigt die Jahressumme der Niederschläge in den letzten 108 Jahren einen Aufwärtstrend, wobei die Monatsniederschläge im Winterhalbjahr tendenziell zugenommen und in den Sommermonaten abgenommen haben.

In Zukunft werden Wälder durch den Klimawandel weitreichende Veränderungen erfahren. Hierbei kommt dem Wasserhaushalt eine Schlüsselstellung zu. Die Wälder werden häufiger von Trockenstress betroffen sein, mit Folgen für die Zuwachsleistung, die Belaubung der Baumkronen, die Stärke der Fruktifikation und viele weitere Auswirkungen auf die Biozönosen im Wald, die heute noch nicht voll absehbar sind. Um mehr über den Klimawandel in Wäldern in Erfahrung zu bringen, wurde mit dem forstlichen Umweltmonitoring ein Netz von Weiserflächen angelegt, auf dem neben waldkundlichen Daten auch Wetter- und Wasserhaushaltsdaten gesammelt und analysiert werden. Die Ergebnisse dienen alljährlich der Waldzustandserhebung zum Auffinden möglicher Zusammenhänge zwischen dem Kronenzustand der Waldbäume und meteorologischen Einflussfaktoren. Mit der Zeit entsteht so eine umfangreiche Datensammlung, die wertvolle Informationen zur Langzeitwirkung des Klimawandels auf Wälder bereithält.

Bezeichnung der Wetterstation	Forstlicher Wuchsbezirk	Höhenlage	EU-Flächen „FutMon“
502-Kleve	Niederrheinische Höhen	30 m	X
503-Haard	Westmünsterland	70 m	X
508-Schwaney	Egge	380 m	X
504-Velmerstot	Egge	420 m	
505-Glindfeld	Rothaargebirge	500 m	
506-Elberndorf	Rothaargebirge	675 m	X
507-Rott-Eifel	Hohes Venn	450 m	

Tabelle 1: Lage der Wetterstationen des forstlichen Umweltmonitorings im Land Nordrhein-Westfalen

Flächen und Messeinrichtungen

Wetteraufzeichnungen im Wald werden zurzeit an sieben intensiven Monitoringflächen vorgenommen. Aufgrund ihrer Verteilung über mehrere Wuchsbezirke und Höhenlagen von der planaren bis zur obermontanen Stufe (Tabelle 1) geben sie einen guten Überblick über die Wetterverhältnisse im nordrhein-westfälischen Wald. Darüber hinaus stellt das Land die Messdaten von vier Monitoringflächen dem europaweiten Waldmonitoring „FutMon“ der EU und des ICP Forests der UNECE zur Verfügung.

Jede Wetterstation umfasst Messeinrichtungen sowohl auf einer freien Fläche als auch in einem Waldbestand. Auf der Freifläche sind an einem Mast in unterschiedlicher Höhe Sensoren zur Messung der Lufttemperatur (2 m), Globalstrahlung (2 m), Windgeschwindigkeit und -richtung (5 m) angebracht. Neben dieser Einrichtung wird die Regenmenge von einer Niederschlagswaage in 1 m Höhe aufgezeichnet.

Auf einer benachbarten Fläche finden die waldkundlichen Beobachtungen und Wasserhaushaltsmessungen statt. Im Waldbestand wird der Niederschlag in der Kronentraufe und ggf. auch am Stammablauf gemessen. Die zentralen Wasserhaushaltsparameter sind der Wasservorrat im Boden, die Tiefenversickerung und die Verdunstung. Da diese Größen nicht direkt messbar sind, werden sie aus der Wasserspannung und dem Wassergehalt des Bodens abgeleitet. Die hierfür benötigten Daten erhält man von Messsonden, die sich in unterschiedlichen Tiefen und in mehrfacher Wiederholung im Boden befinden. Außerdem zählt die Aufzeichnung der Bodentemperatur innerhalb des Waldbestandes zur vollständigen Ausstattung einer forsthydrologischen Messeinheit im intensiven Monitoring.

Sonnenscheindauer

Einen ersten Eindruck von den Wetterverhältnissen im Jahr 2011 gibt die Sonnenscheindauer. Im Durchschnitt scheint die Sonne etwa 40 Stunden in den Wintermonaten und rund 200 Stunden in den Sommermonaten. Im Vergleich zur Klimanormalperiode 1961–1990 war das Jahr 2011 reich an Sonnenschein gewesen. Der Deutsche Wetterdienst hat bis einschließlich Juli 2011 an der Station Münster 107 % und auf dem Kahlen Asten 120 % der normalen Sonnenscheindauer registriert.

Die Unterschiede zwischen den einzelnen Monaten gehen aus Abbildung 1 hervor. Während die Monate Januar und Februar nur geringfügig vom langjährigen Mittel abweichen, werden die Normalwerte in den Monaten März, April und Mai um bis zu 100 Stunden je Monat überschritten. Im Juni und Juli war der Himmel wieder länger bewölkt, sodass die Sonnenscheindauer um bis zu 60 Stunden je Monat geringer ausfiel. Die Lebensvorgänge in der Natur sind somit am Beginn der Vegetationszeit durch lang anhaltenden Sonnenschein begünstigt worden.

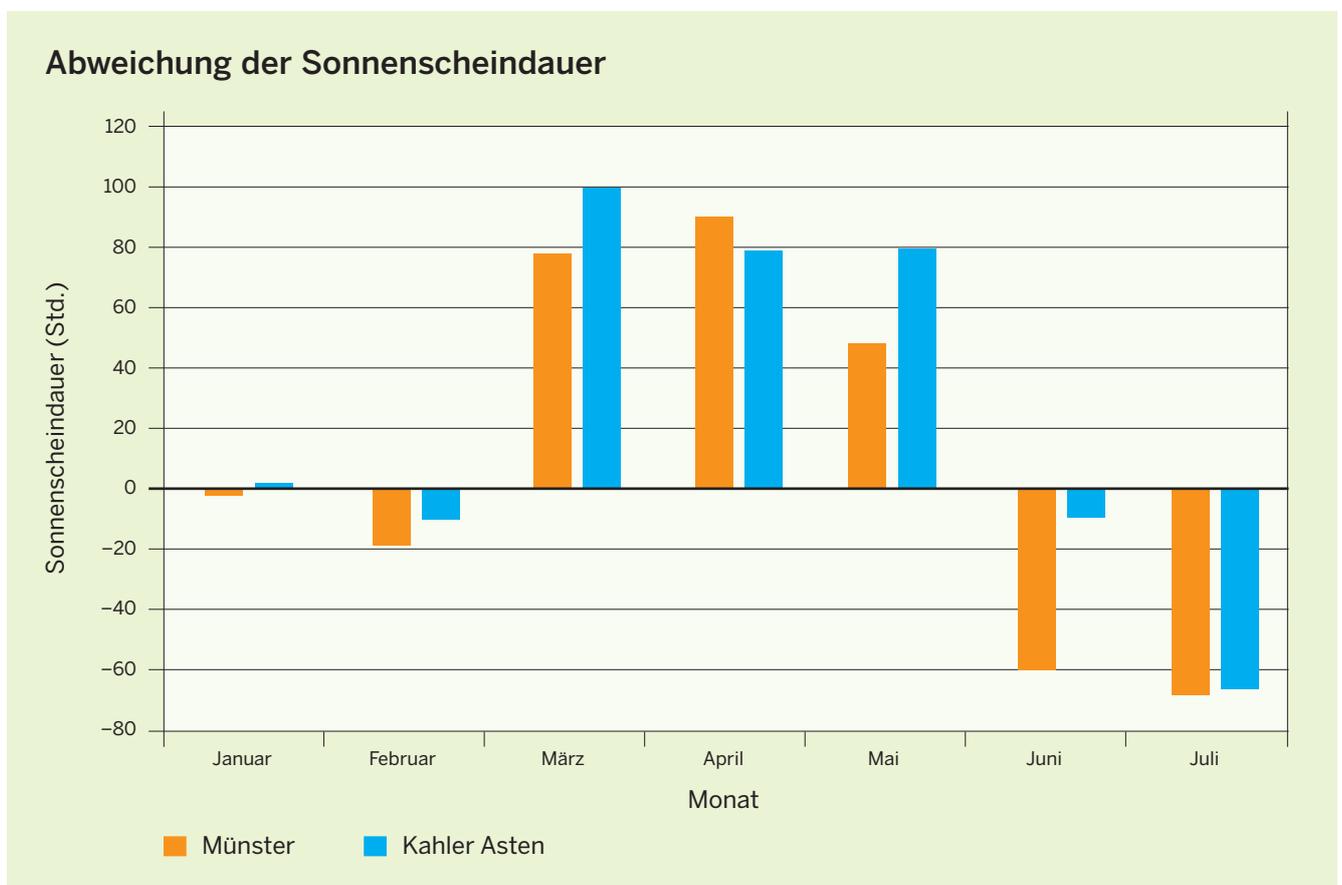


Abbildung 1: Abweichung der Sonnenscheindauer in den Monaten des Jahres 2011 von den Durchschnittswerten der Klimanormalperiode 1961–1990 nach Daten des Deutschen Wetterdienstes

Lufttemperaturen

Bedingt durch das sonnige Wetter sind in diesem Jahr auch die Lufttemperaturen stärker als sonst angestiegen. Wie sich aus den Monatsmittelwerten (Abbildung 2) ableiten lässt, ist die erste Jahreshälfte 2011 wärmer als normal gewesen. Besonders deutlich wurden die Normalwerte in den Monaten März, April und Mai überschritten. Aus dem Temperaturverlauf der DWD-Stationen Münster und Kahler Asten kann man entnehmen, dass im Bergland die

höheren Lagen von dieser Entwicklung etwas mehr profitiert haben als Standorte im Tiefland.

Da der genaue Zeitpunkt für den Austrieb der Buche von den Lufttemperaturen im April stark beeinflusst wird, wurden für diesen Monat bestimmte Schwellenwerte ermittelt. Diese wurden, wie Abbildung 3 zeigt, weit häufiger überschritten als im April des Vorjahres.

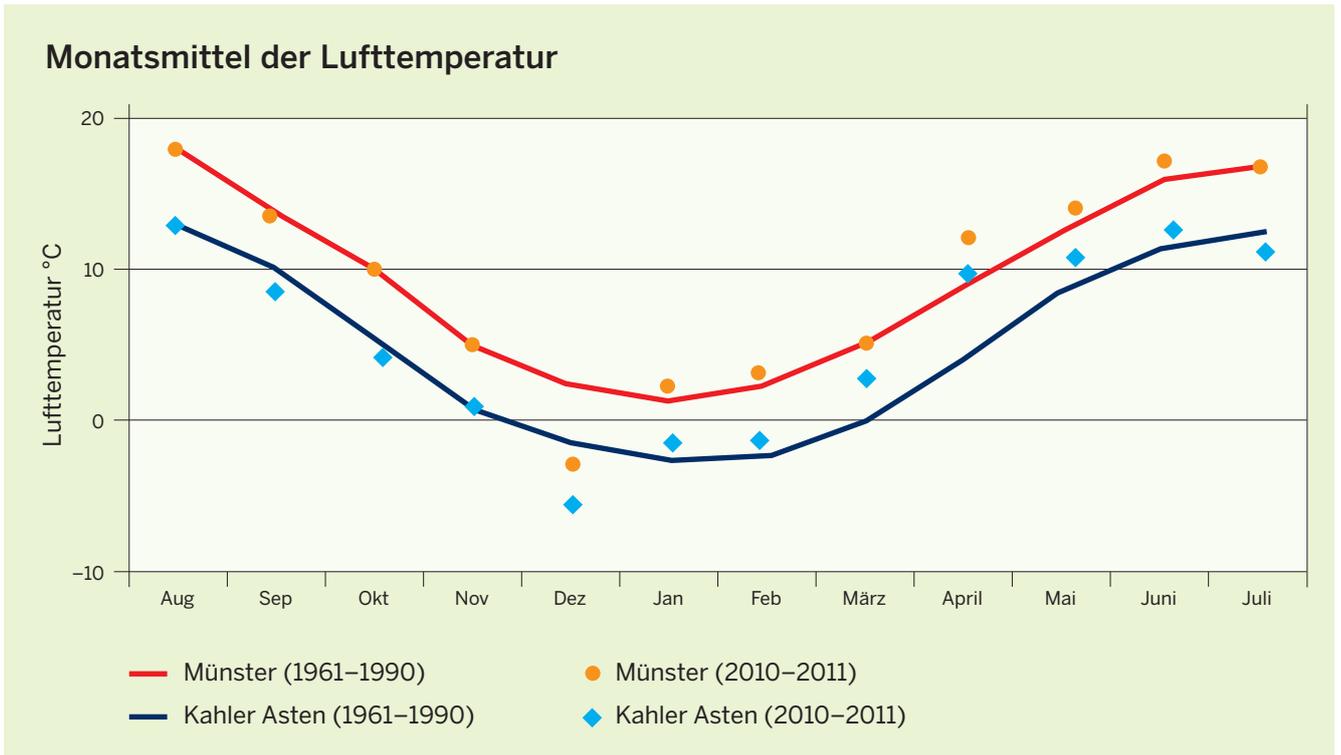


Abbildung 2: Monatsmittel der Lufttemperatur August 2010 bis Juli 2011 im Vergleich zur Klimanormalperiode 1961–1990 nach Daten des Deutschen Wetterdienstes

Besonders günstige Verhältnisse für einen frühen Beginn der Vegetationszeit liegen außerdem vor, sobald das Tagesmittel der Lufttemperatur erstmals mehrere Tage in Folge über 10 °C ansteigt. Hierzu lässt sich der Abbildung 4 entnehmen, dass solche Wetterverhältnisse an der

Waldmessstation Haard im Beobachtungszeitraum 1995 bis 2011 zwischen Mitte März und Mitte Mai eingetreten sind. Im Vergleich zu vorangegangenen Jahren zeichnet sich 2011 also auch in dieser Hinsicht aus.

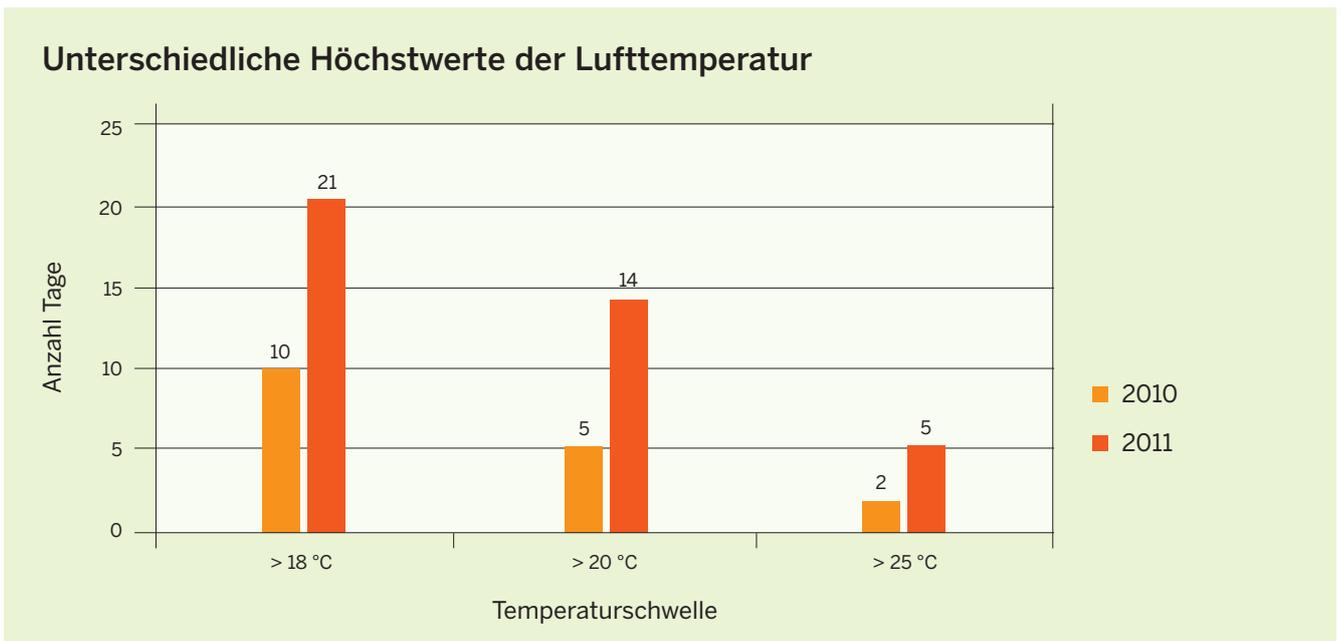


Abbildung 3: Anzahl der Tage mit unterschiedlichen Höchstwerten der Lufttemperatur an der Waldmessstation 503-Haard im Monat April

Lufttemperaturen über 10 °C an der Waldmessstation 503-Haard

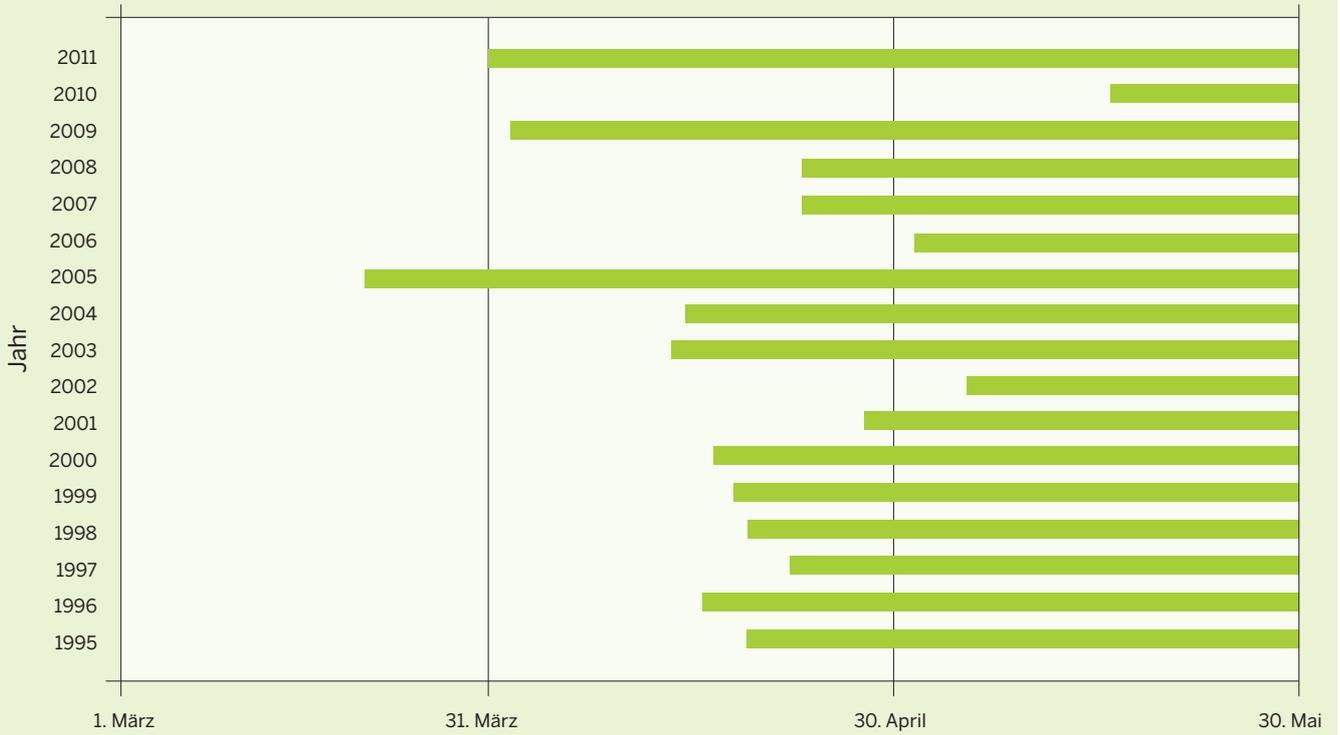


Abbildung 4: Tage mit einer Lufttemperatur > 10 °C an der Waldmessstation 503-Haard zwischen 1995 und 2011

Tageswert der Lufttemperatur an der Waldmessstation 503-Haard

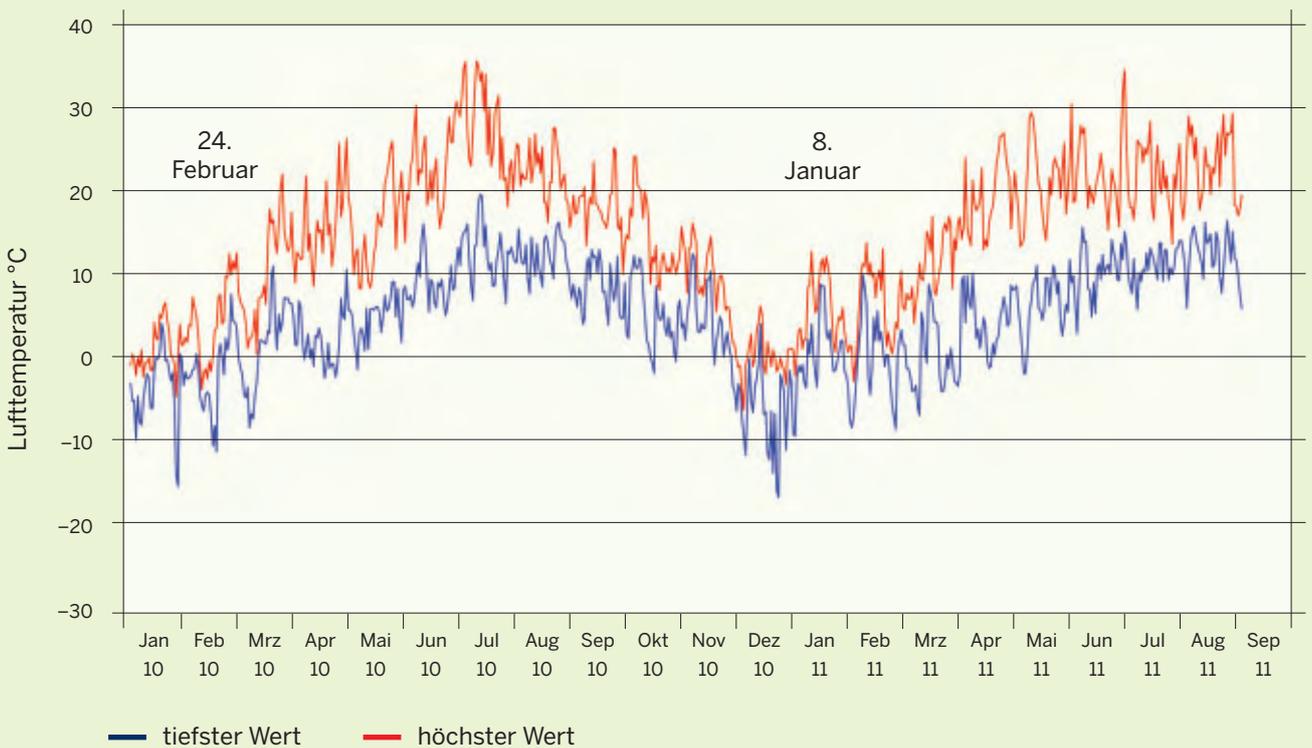


Abbildung 5: Höchster und niedrigster Tageswert der Lufttemperatur an der Waldmessstation 503-Haard in den Jahren 2010 und 2011

Vom bisher beschriebenen Wetterverlauf unterscheidet sich der Juli durch kühlere Temperaturen. Der kälteste Monat des letzten Winters ist der Dezember gewesen. Die tiefsten Tageswerte der Lufttemperatur zeigen an der Waldmessstation Haard (Abbildung 5), dass am 21. Dezember der absolute Kältepunkt des letzten Winters mit $-17\text{ }^{\circ}\text{C}$ erreicht war.

Nach diesem Ereignis steigt die Lufttemperatur stetig an, bis am 8. Januar die Schwelle von $10\text{ }^{\circ}\text{C}$ das erste Mal in

diesem Jahr nach oben durchbrochen wurde. Mehr als einen Monat früher als im Vorjahr war damit die kälteste Zeit des Winters zu Ende gegangen. Auch wenn noch mehrere Frosttage darauf folgten, wurden von da an bis Ende März häufiger (an 34 Tagen) Temperaturen über $10\text{ }^{\circ}\text{C}$ erreicht als im vergleichbaren Zeitraum des Vorjahres (an 21 Tagen). Insofern hat in ungünstigen Lagen die Gefahr von Frostschäden an der Vegetation bestanden, zumal der letzte Frost am 6. Mai in der Haard am Südrand der Westfälischen Bucht gemessen wurde.

Niederschläge

Nach den Daten des Deutschen Wetterdienstes hat es in der ersten Jahreshälfte 2011 weniger als im langjährigen Mittel geregnet. Nachdem die Niederschläge im Januar noch das übliche Niveau erreichten, blieben die Niederschlagsmengen der folgenden Monate zum Teil deutlich hinter den Durchschnittswerten zurück (Abbildung 6). Sowohl auf dem Kahlen Asten als auch bei Münster hat der DWD zwischen Februar und Juli 2011 nur 54 % der Klimanormalperiode 1961–1990 gemessen. Besonders starke Abweichungen weist die Monatssumme des Niederschlags im März auf. An beiden DWD-Stationen sind in diesem Monat weniger als 20 % der sonst dort üblichen Niederschläge gefallen.

Auffällig häufig und über längere Zeitabschnitte hinweg ist im Frühjahr 2011 kein Niederschlag gefallen. An der Waldmessstation Kleve wurde von März bis Mai an insgesamt 70 Tagen kein messbarer Niederschlag registriert. Diese regenfreie Zeit verteilt sich gleichmäßig über drei Monate, wobei auf jeden Monat 21 bis 25 Tagen ohne Niederschlag entfallen. Außerdem gibt es fünf Zeitabschnitte, in denen es jeweils 7 bis 14 Tage nacheinander nicht geregnet hat. So hat sich am Beginn der Vegetationszeit ein Niederschlagsdefizit gebildet, dessen Entwicklung Abbildung 7 veranschaulicht.

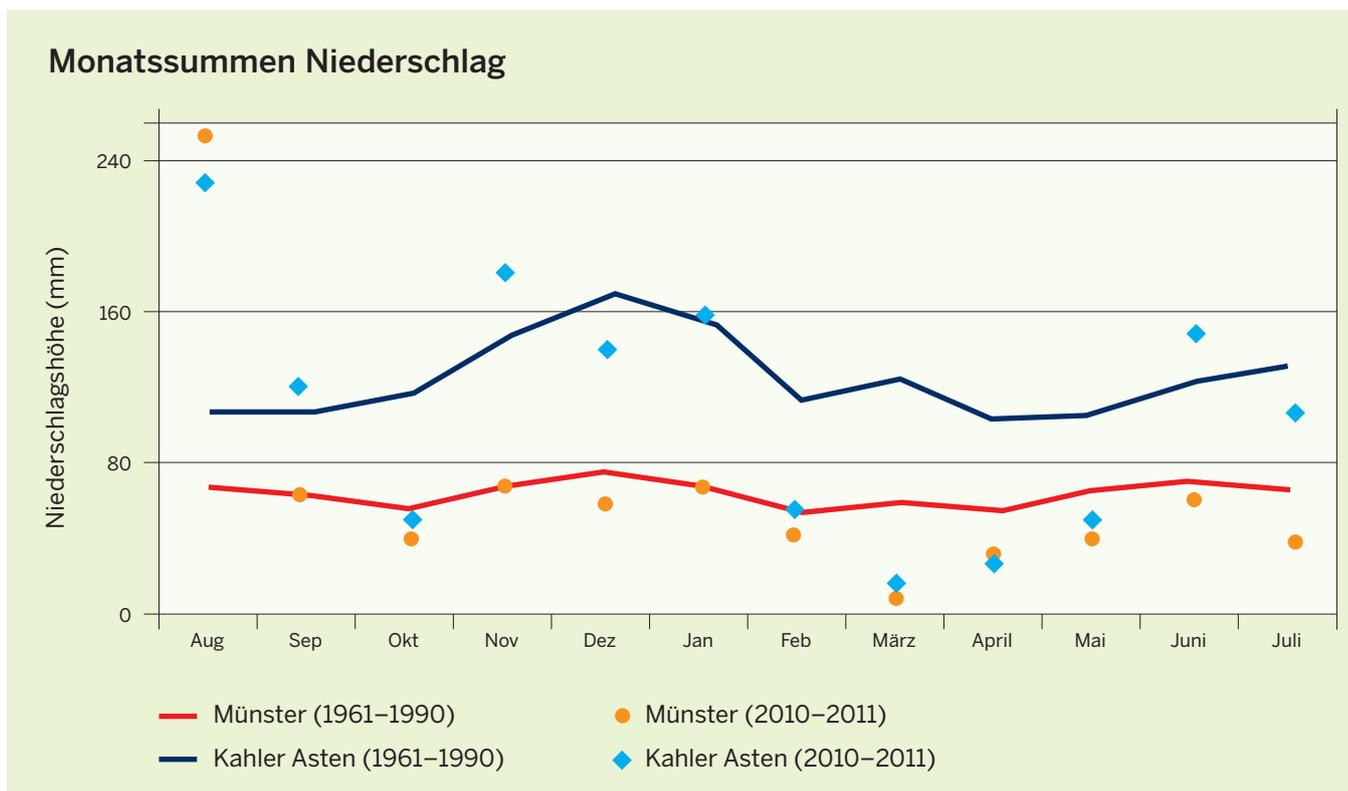


Abbildung 6: Monatssummen für den Niederschlag August 2010 bis Juli 2011 im Vergleich zur Klimanormalperiode 1961–1990 nach Daten des Deutschen Wetterdienstes

Insgesamt fallen an der Waldmessstation Kleve von Anfang März bis Ende August im Durchschnitt der Jahre 1995–2009 425 mm Niederschlag. In Abbildung 7 wird die Summe dieser Niederschläge im Beobachtungszeitraum als Vergleichsmaßstab für die Darstellung der Niederschlagsentwicklung in den Jahren 2010 und 2011 verwendet und als waagerechte 0-Linie dargestellt. Übertrifft die Regenmenge des jeweiligen Jahres zu einem bestimmten Zeitpunkt den langjährigen Mittelwert, verläuft die Niederschlagskurve oberhalb, im anderen Fall unterhalb der 0-Linie. Bei dieser Art der Darstellung ist leicht zu erkennen, dass es in beiden Jahren eine längere Zeitspanne mit unterdurchschnittlichen Niederschlägen gegeben hat. Während die langjährige Niederschlagsentwicklung 2010 ab Mitte Mai bis in den September um bis zu 100 mm unterschritten wurde, wird die erwartete Niederschlagsmenge 2011 schon im März um 60 mm ver-

fehlt. Nachdem die Niederschläge den ganzen April auf diesem Niveau bleiben, wächst das Niederschlagsdefizit bis Ende Mai auf 100 mm an, bevor im Juni wieder ergiebige Niederschläge fallen und das Defizit auf 20 mm verringern. Etwa Mitte August ist an diesem Standort der langjährige Durchschnittswert der Niederschlagssumme wieder erreicht.

Insgesamt lässt sich aus den Niederschlagsmessungen des DWD und der Waldmessstation des LANUV am Niederrhein ableiten, dass die Wälder in unserer Region während der letzten eineinhalb Jahre zweimal nacheinander meteorologischem Trockenstress ausgesetzt waren. Während sich intensive Trockenheit im Sommer 2010 über sechs Wochen gehalten hat, dauerte eine vergleichbare Trockenphase im Mai 2011 zwei Wochen an.

Niederschlagsmengen



Abbildung 7: Niederschlagsmengen zwischen dem 1. März und 28. August an der Waldmessstation 502-Kleve/Tannenbusch im Niederrheinischen Tiefland

Wasserhaushalt

Veränderungen im Wasserhaushalt des Waldbodens werden unmittelbar beeinflusst von den Wetterverhältnissen am Standort und stehen in Wechselbeziehung mit dem Transpirationswasserbedarf der Bäume, Sträucher und Gefäßpflanzen im Wald. Die Analyse dieser Zusammenhänge im Rahmen des Klimafolgenmonitorings zielt letztendlich darauf ab, das hydrologische Trockenstressrisiko einzuschätzen. Hierzu werden im Folgenden die Wasserspannung in der oberen, dichter durchwurzelten Bodenschicht (Abbildung 8) und der potenziell verfügbare Bodenwasservorrat (Abbildung 9) als Indikatoren verwendet.

Wie in jedem Jahr ist das wasserführende Porenvolumen des Waldbodens auch 2011 zum Ende des Winters fast vollständig gesättigt gewesen. Die Saugspannung, mit der das Wasser im Boden gehalten wird, liegt unter 100 mbar und beginnt in der Regel erst über diesen Wert anzusteigen, sobald sich das Kronendach des Laubwaldes im Frühjahr wieder schließt und die Wasseraufnahme der Bäume aus dem Waldboden beginnt. Dieser Zeitpunkt war 2011 relativ frühzeitig und gut einen Monat früher als im Vorjahr erreicht. Wie aus Abbildung 8 zu entnehmen ist, hat die Wasserspannung 2011 auch im Vergleich zum Jahr 2006, das wegen seines heißen und trockenen Sommers in Erinnerung geblieben ist, relativ früh reagiert. Beeinflusst durch geringe Niederschläge und angetrieben

von der frühzeitigen Erwärmung der Atmosphäre stieg die Bodenwasserspannung vom Beginn der Vegetationszeit bis Mitte Juli 2011 stärker an als im Vorjahr. Die Waldbäume mussten während der ersten Hälfte des Jahres deutlich mehr Energie aufwenden, um ihren Wasserbedarf zu decken. Bis zum 23. Juli, nach dem einige ergiebige Regenfälle niedergegangen und die Waldniederschläge wieder in den Boden eingesickert sind, stieg die Bodensaugspannung noch einmal auf einen Maximalwert von 450 mbar. Während der extremen Trockenheit des Jahres 2006 wurden im gleichen Waldbestand Bodensaugspannungen von rund 700 mbar gemessen. Insofern war die Trockenheit im Sommer 2006 wesentlich stärker ausgeprägt als dieses Jahr. Allerdings wurde der hydrologische Trockenstress 2006 pflanzenphysiologisch nicht mehr voll wirksam, da die meisten Waldbäume zu diesem relativ späten Zeitpunkt (Mitte August bis Anfang November) ihr Wachstum weitgehend abgeschlossen hatten. Im Jahr 2011 fiel die Trockenheit jedoch in eine Zeit, in der das Wachstum voll im Gang war und die Vegetation einen hohen Wasserbedarf hatte. Unter diesen Bedingungen können schon niedrigere Saugspannungswerte im Boden als Indikator für Trockenstress interpretiert werden, zumal für Bäume und andere Pflanzen im Wald, die mit ihren Wurzeln zur Wasser- und Nährstoffaufnahme nicht in tiefere Bodenschichten vordringen.

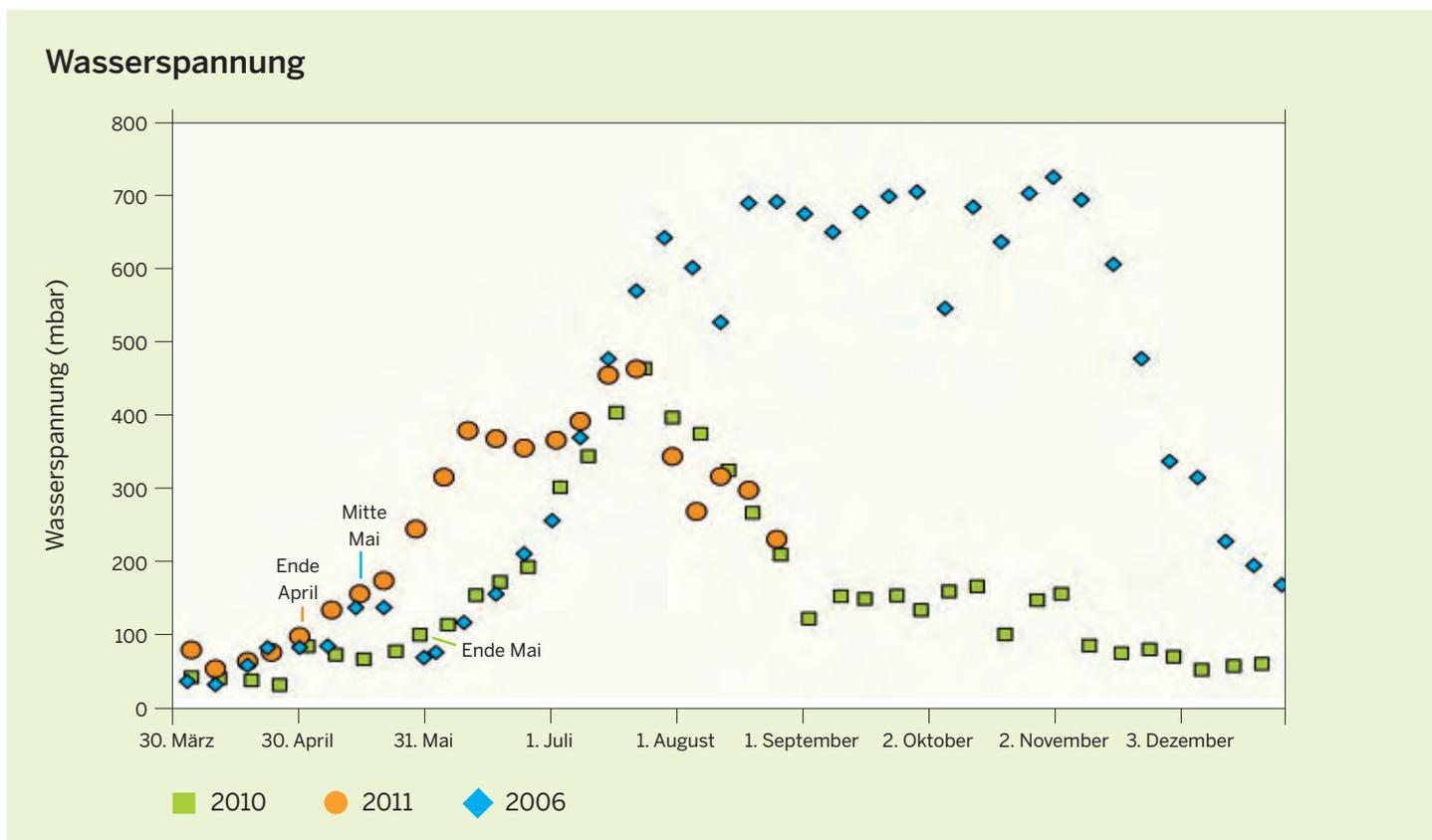


Abbildung 8: Wasserspannung in 40 cm Bodentiefe an der Waldmessstation 502-Kleive/Tannenbusch



Foto: Dr. Gehrman

Unter den Eichen in Kleve/Tannenbusch werden Bodenfeuchtesonden in den Tiefen 20 cm, 60 cm und 100 cm eingesetzt

Als ein weiterer Indikator zur Beurteilung der Wasserversorgung von Waldbeständen wird von mehreren Autoren die verfügbare Bodenwassermenge vorgeschlagen. Untersuchungen zeigen, dass u. a. der Durchmesserzuwachs von Bäumen bei weniger als 60 % der verfügbaren Bodenwassermenge nachlässt und unter 40 % zum Erliegen kommt. Die Eichen am Standort Kleve stocken auf einer Pseudogley-Braunerde und sind dort in der Lage, den Boden tief zu durchwurzeln. Sie können den potenziell verfügbaren Bodenwasservorrat vollständig ausschöpfen. Aus Abbildung 9 wird ersichtlich, dass der aktuelle Bodenwasservorrat, berechnet bis 90 cm Tiefe, Schwankungen zwischen 100 mm und 350 mm aufweist. Während im Winterhalbjahr fast regelmäßig vollständige Wassersättigung eintritt, verringert sich die Bodenwassermenge im Sommer durch Verdunstung und Wasserverbrauch der Bäume deutlich. Fast jeden Sommer wird der Schwellenwert von 60 % für mehrere Tage unterschritten und in einigen Jahren, wie auch 2009, 2010 und 2011, sogar die 40-Prozent-Schwelle kurzzeitig erreicht. Die Auswirkungen der trocken-heißen Jahre 2003 und 2006 treten deutlich in Erscheinung. Demgegenüber zeigt die Berechnung für das Jahr 2011 keine vergleichbar extreme Entwicklung. Somit lassen sich die Ergebnisse von dieser Monitoringfläche dahingehend verallgemeinern, dass alte Eichenbestände mit einem tief reichenden Wurzelsystem 2011 wahrscheinlich keinen extremen Trockenstress gehabt haben.

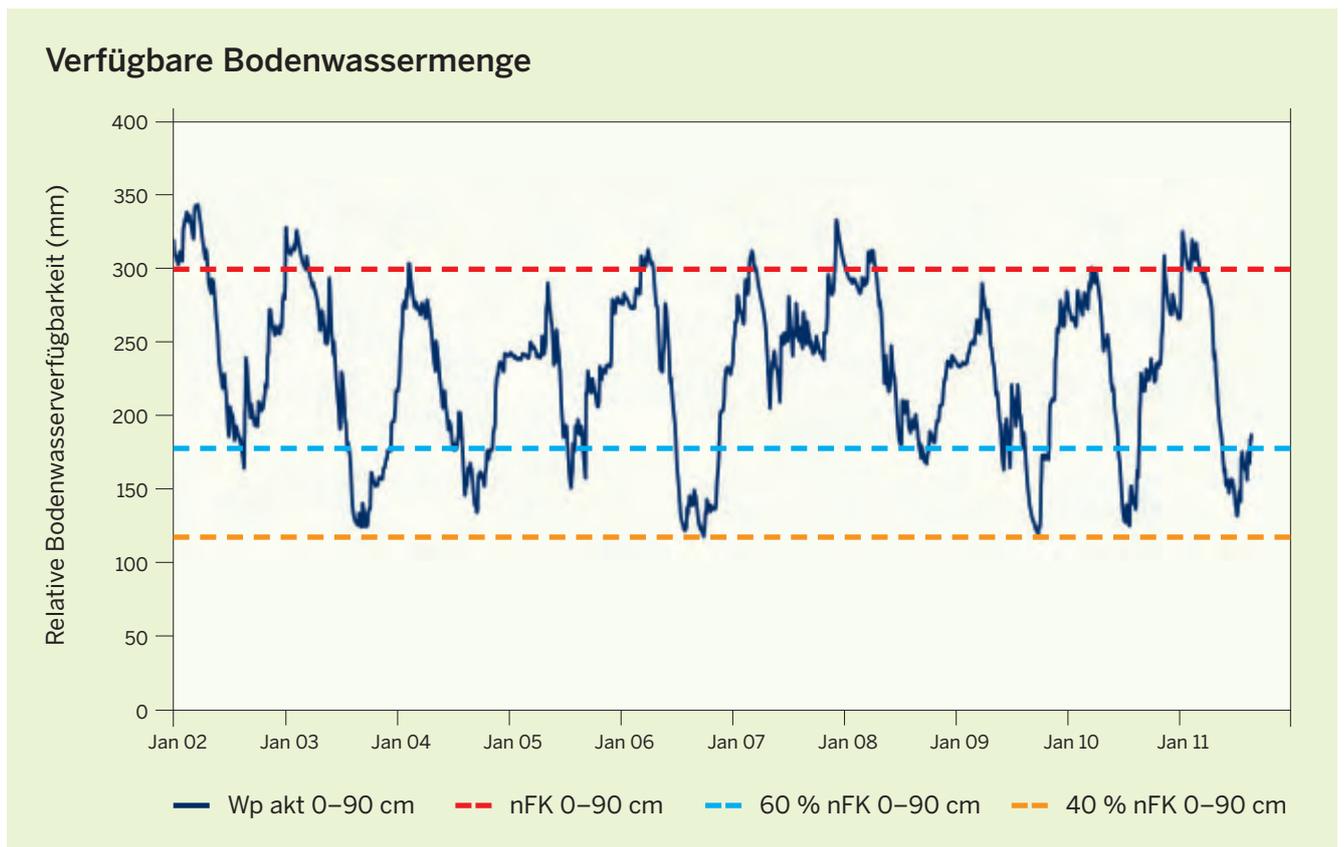


Abbildung 9: Verfügbare Bodenwassermenge (0–90 cm) einer Pseudogley-Braunerde an der Waldmessstation 502-Kleve/Tannenbusch



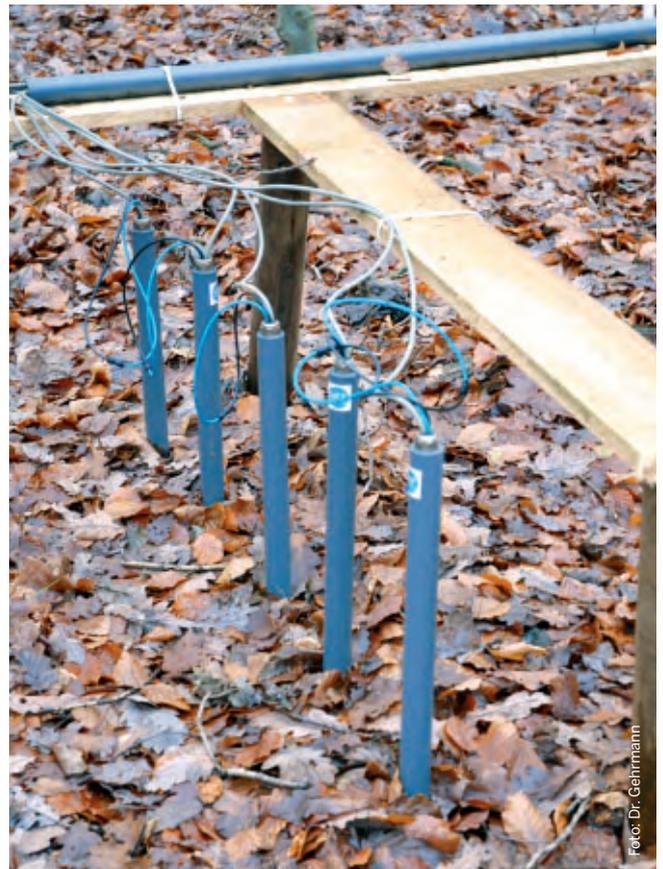
In Kleve/Tannenbusch wird die Bodenwasserspannung mit elektronischen (rechts) und manuellen (links) Tensiometern gemessen



Unter den Baumkronen verteilen sich 15 Regensammlern zur Messung des Waldniederschlags und 9 Streufalltrichter

Fazit

2011 zeichnet sich durch ein sehr warmes und trockenes Frühjahr aus. Die Sonnenscheindauer übertrifft von März bis Mai das langjährige Mittel um jeweils 50–100 Stunden. In den Monaten April, Mai und Juni liegen die Lufttemperaturen deutlich über den Normalwerten. Die kältesten Tage des letzten Winters wurden im Dezember 2010 registriert. Spätfröste traten im Tiefland noch am 5. Mai auf. Weil die Temperaturen schon zeitig im Frühjahr angestiegen sind, bestand 2011 die Gefahr von Frostschäden bei empfindlichen Pflanzen. Die Niederschläge der Monate Februar bis Mai liegen deutlich unter dem langjährigen Mittel. Das Niederschlagsdefizit wird auch im Juni und Juli nicht kompensiert, sondern wächst auf 54 % an. In den oberen Bodenschichten beginnt die Wasserverfügbarkeit rund einen Monat früher als in den vorangegangenen Jahren nachzulassen. Zwischen Mai und Juli trocknen die oberen Bodenschichten stärker als in den beiden Vorjahren aus. Die Bodenaustrocknung erreicht am 23. Juli ihren Höhepunkt. Allerdings ist die Intensität der Trockenheit nicht mit dem Sommer 2003 und 2006 zu vergleichen. Auf Böden mit einer hohen Wasserspeicherkapazität wird das Trockenstressrisiko für alte Eichenbestände als begrenzt eingeschätzt. Kritisch war die Wasserversorgung in der ersten Jahreshälfte dagegen auf flachgründigen Böden oder für Baumarten mit geringem Tiefgang der Wurzeln. Aus der Wetteranalyse des Jahres 2011 lässt sich für die forstliche Praxis die Empfehlung ableiten, dass bei der Neubegründung oder Bestandesumwandlung Baumarten, die ein tief reichendes Wurzelsystem ausbilden, wie vor allem Eichen, bevorzugt angepflanzt werden sollten.



Elektronische Tensiometer registrieren die Wasserspannung unter den Eichen in fünf Bodentiefen



Phänologische Beobachtungen im Frühjahr 2011 – Blüte und Austrieb der Waldbäume vor dem Hintergrund des Klimawandels

Das Frühjahr 2011 war geprägt von einer lang anhaltenden Trockenheit, hoher Sonnenscheindauer in den Monaten März, April und Mai, einer starken Blüte vor allem von Buche und Fichte sowie einem sehr frühen Laubaustrieb der Waldbäume. Der eng an den Blattaustrieb gebundene Fraß von Schmetterlingsraupen an Eichen ist in diesem Frühjahr deutlich zurückgegangen.

Die nachfolgenden Auswertungen beziehen sich auf Daten aus dem forstlichen Umweltmonitoring auf Dauerbeobachtungsflächen in Nordrhein-Westfalen. Die Außenaufnahmen wurden vom Landesamt für Natur, Umwelt und Verbraucherschutz (LANUV) und vom Landesbetrieb Wald und Holz NRW vorgenommen. Die Untersuchungen wurden auf 4 Flächen von der EU im Rahmen des „LIFE plus“-Programms „FutMon“ finanziell unterstützt.

Blüte

An den warmen und trockenen Apriltagen konnte in diesem Jahr ein außergewöhnlicher Pollenflug beobachtet werden. Dieser war vor allem auf die starke Blüte von Buche und Fichte zurückzuführen. Auch die Kiefer blühte sehr stark, lediglich bei der Eiche war nur wenig Blüte zu erkennen (Tabelle 1).



Pollenansammlung in Pfütze

	Anzahl Bäume	Anzahl Flächen	keine Blüte	geringe Blüte	mittlere Blüte	starke Blüte
Buche	251	7	0,8	2,4	26,3	70,5
Eiche	242	6	56,2	30,6	11,6	1,6
Fichte	60	2	0,0	20,0	43,3	36,7
Kiefer	30	1	0,0	0,0	33,3	66,7

Tabelle 1: Prozentuale Anteile der Bäume in den Intensitätsstufen der Blüte



Blüte der Buche



Blüte der Eiche



Weibliche Blüte der Fichte



Männliche Blüte der Fichte

Im Laufe des Sommers hat die Blüte zu einem starken Fruchtbehang bei Buche und Fichte geführt. Auch an den Kiefern sind viele Zapfen zu beobachten, wobei die aktuell sichtbaren Früchte aus den Anlagen des Vorjahres stammen. Die Kiefer fruktifiziert nicht so periodisch wie Buche, Eiche und Fichte. In fast jedem Jahr ist bei ihr ein mehr oder weniger starker Zapfenbehang feststellbar. Die Mastjahre der Buche sind in der Regel auch Mastjahre der Eiche. In diesem Jahr allerdings zeigt die Eiche auf den Dauerbeobachtungsflächen aber nach der geringen Blüte entsprechend auch nur eine geringe Mast. Als Ursache für dieses abweichende Verhalten können Fraßschäden an den Eichen angenommen werden. Es ist möglich, dass nach dem starken Fraß 2010 an den Trieben der Regenerationsbelaubung keine Blütenknospen für 2011

angelegt wurden. Außerdem könnte der aktuelle Fraß auch die Blüte 2011 in Mitleidenschaft gezogen haben.

Bei Regressionsberechnungen zeigt die Ausgleichsgerade einen deutlichen Zusammenhang zwischen dem Fraß im Vorjahr (2010) und der Fruchtbildung in diesem Jahr an (Abbildung 1). Abweichend verhalten sich die allerdings nur mit wenigen Beobachtungen besetzten Fruktifikationsstufen 4 und 6. Einzelbäume mit hohen Fraßprozenten führen hier zu hohen Mittelwerten. Betrachtet man lediglich die Stufen 0, 1, 2, 3, 5 und 7, kann ein linearer Zusammenhang angenommen werden. Die Fruktifikationsstufen 8 und 9 sind nicht besetzt. Die Darstellung lässt dagegen keinen Zusammenhang zwischen der aktuellen Mast und dem Fraß von 2011 erkennen.

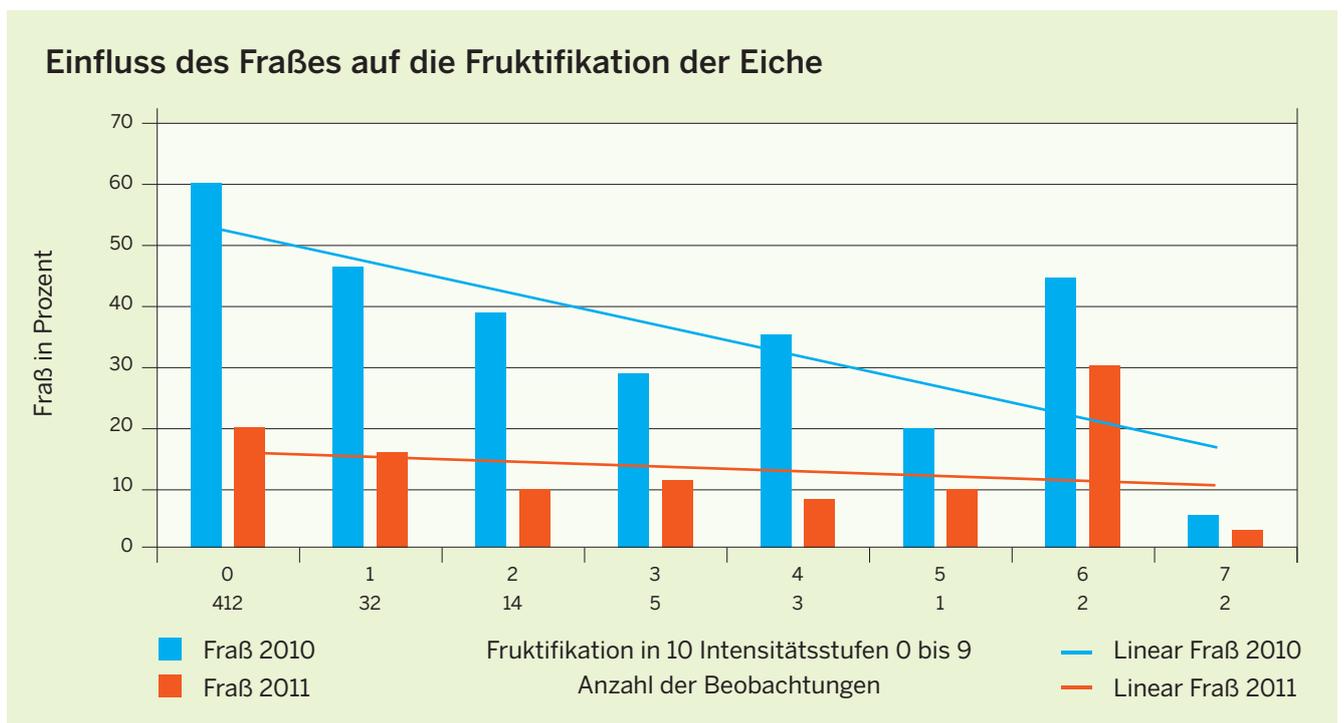


Abbildung 1: Einfluss des Fraßes von 2010 und 2011 auf die Fruktifikation der Eiche 2011

Der Zusammenhang zwischen der Fruktifikation 2011 und dem Fraß des Vorjahres ist statistisch nicht abzusichern, da die Fruktifikationsstufen 3 bis 9 nicht bzw. mit nur sehr wenigen Beobachtungen besetzt sind. Bei Korrelationsberechnungen zwischen den Fraßprozenten 2010 und 2011 sowie den Intensitätsstufen der Fruktifikation ergibt

sich für 2010 der Wert $-0,20$ und für 2011 der Wert $+0,09$. (Der Korrelationskoeffizient – auch Pearson-Korrelation genannt – kann Werte zwischen -1 und $+1$ annehmen.) Wenn also ein leichter Zusammenhang zwischen der geringen Fruchtbildung und dem Fraß besteht, dann zum Fraß von 2010.

Austrieb

Der Austrieb der Bäume auf den nordrhein-westfälischen Dauerbeobachtungsflächen wird seit 2001 im Rahmen der phänologischen Untersuchungen aufgenommen. Auswertungen der Jahre 2001 bis 2010 haben gezeigt, dass Tagesmaximaltemperaturen über $18\text{ }^{\circ}\text{C}$ den Austrieb der Buche deutlich beeinflussen¹⁾. Daneben zeigte sich in den Mastjahren, also in den Jahren, in denen die Buche auch blühte, wiederholt ein früherer Austrieb als in Jahren ohne Blüte. Diese Beobachtungen bestätigten sich auch 2011.

Auf den Flachlandflächen Kleve und Haard sowie auf der Fläche in der Eifel hat sich im Beobachtungszeitraum ein neuer frühester Austriebstermin ergeben, der in der Haard um einen Tag und auf den beiden anderen Flächen um vier Tage früher als bisher lag. Die Berglandflächen Schwaney, Glindfeld und Hilchenbach-Elberndorf trieben etwas später als 2009, aber etwas früher als 2007 aus (Abbildung 2).



Foto: Ziegler

Austrieb der Buche

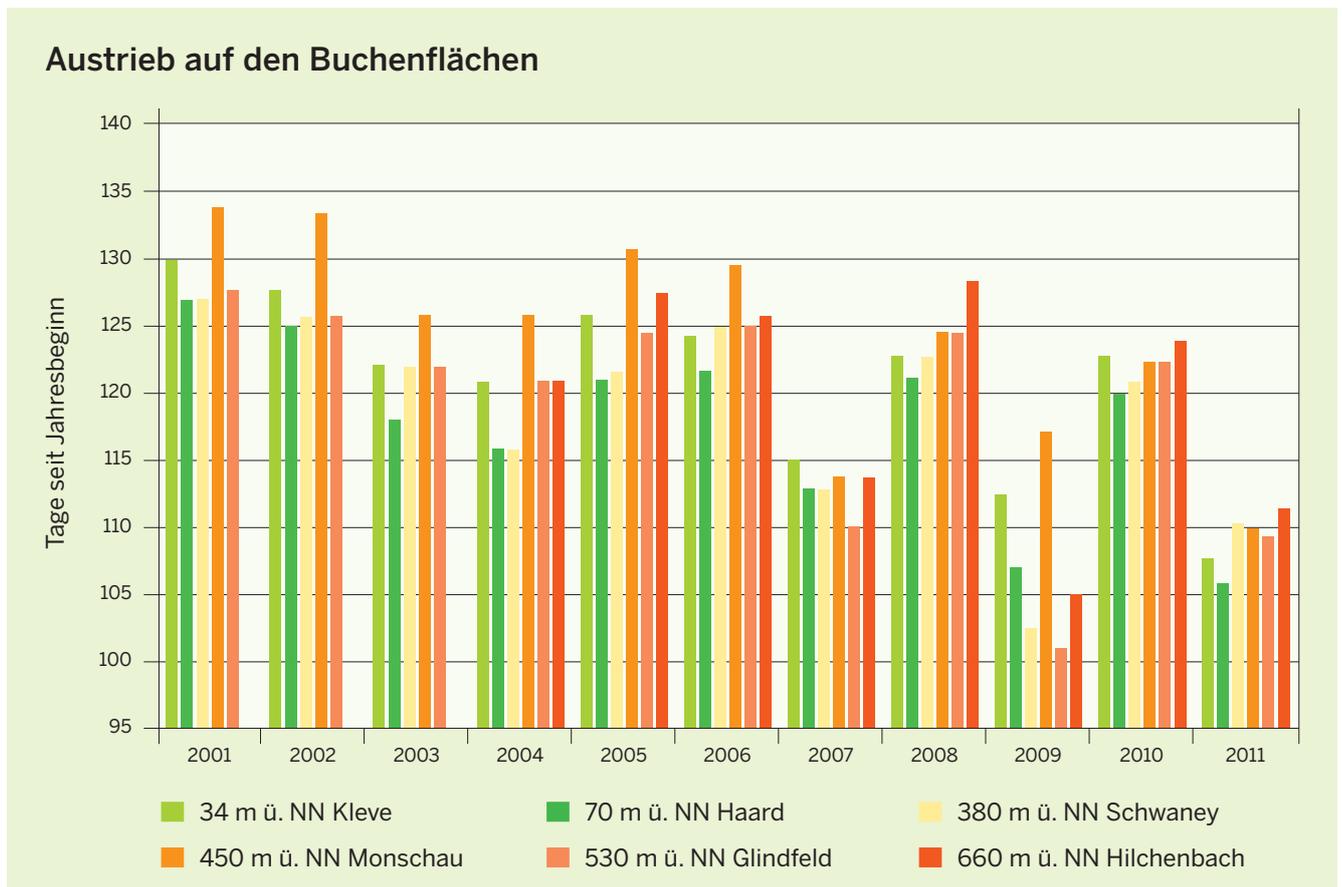


Abbildung 2: Mittlerer Austriebstermin auf den Buchen-Dauerbeobachtungsflächen

In der Haard begann der Austrieb 2011 bereits am 6. April, obwohl im Vorfeld an nur einem Tag der Schwellenwert des Tagesmaximums von 18 °C überschritten worden war. In den Jahren zuvor gab es im März und Anfang April

immer mehrere Tage, an denen dieser Wert erreicht wurde, bevor dann der Austrieb der Buche begann (Abbildung 3).

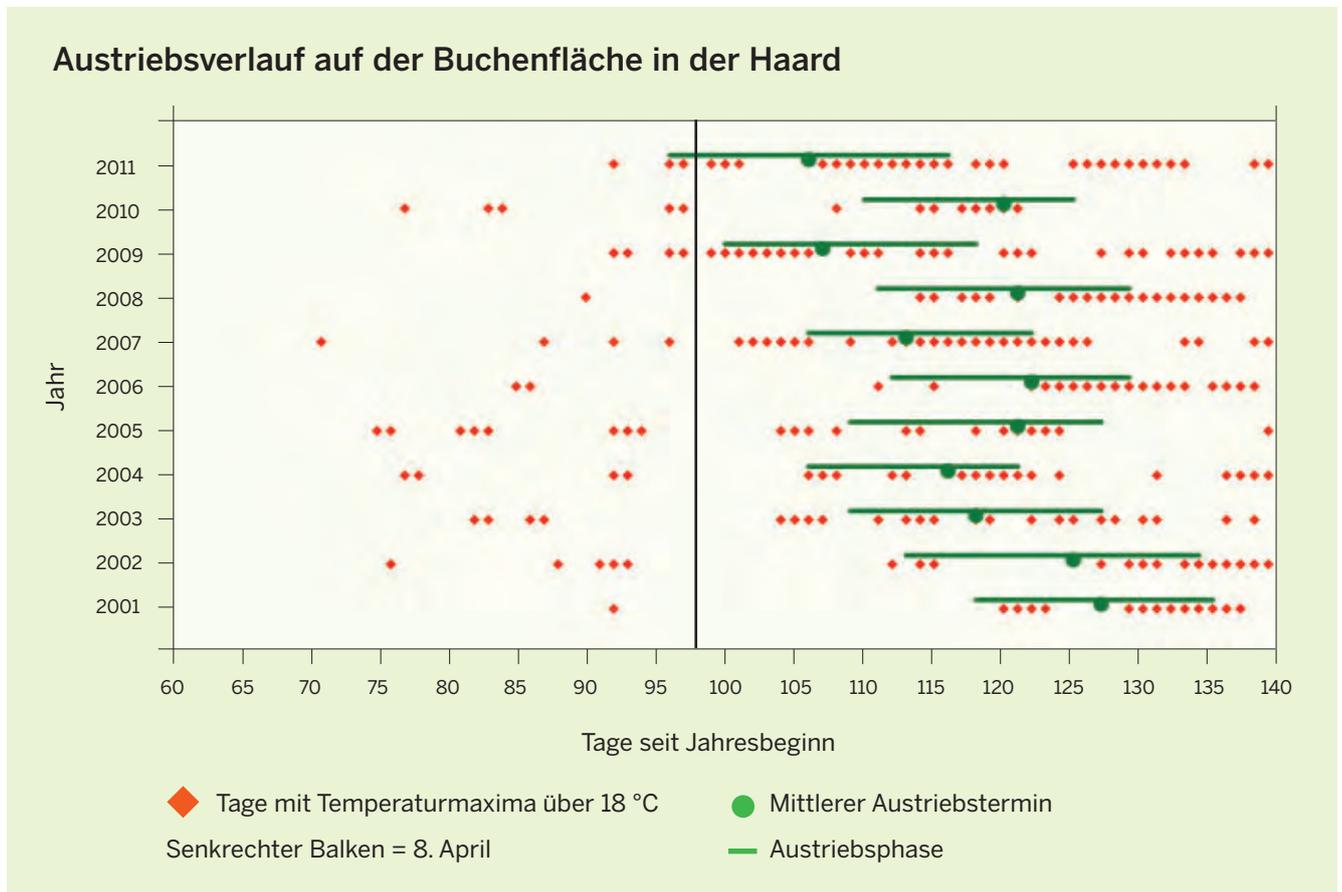


Abbildung 3: Austriebsverlauf auf der Buchenfläche in der Haard

Neben dem sonnigen und zum Teil warmen Wetter hat die Blüte zum frühen Austrieb der Buche beigetragen. Blüte und Blätter befinden sich bei der Buche in einer Knospe und entwickeln sich beim Austrieb gleichzeitig. Bei anderen Baumarten befinden sich Blatt und Blüte in getrennten Knospenanlagen, die zu getrennter Blüte und Austrieb führen. So blühen zum Beispiel Esche, Spitzahorn, Weide, Ulme oder Fichte vor dem Blattaustrieb. Zeitgleich mit dem Austrieb blühen neben der Buche auch Eiche und Bergahorn, während die Linde erst nach dem Austrieb Blüten entwickelt.

Die Blüte führt in der Regel auch zu einer Fruktifikation der Buche. In der Zeitreihe fallen die Jahre mit Fruchtbildung fast alle durch einen im Vergleich zum Vor- und Folgejahr früheren Austriebstermin auf (Abbildung 4).



Fruchtbildung bei der Buche. Im Hintergrund die vertrocknete männliche Blüte.

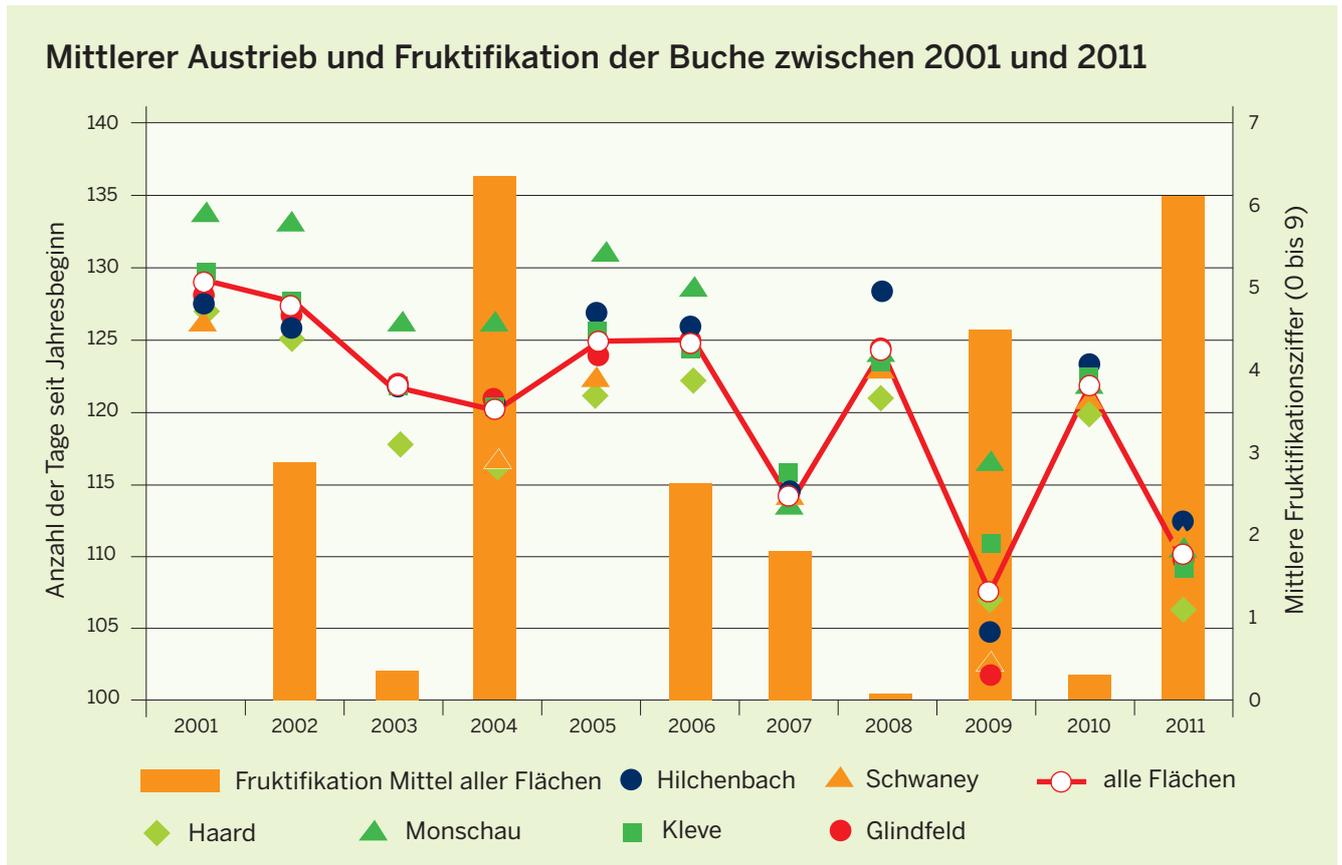


Abbildung 4: Mittlerer Austrieb und Fruktifikation der Buche zwischen 2001 und 2011 auf 6 Dauerbeobachtungsflächen in Nordrhein-Westfalen

Für den Zeitraum von 2001 bis 2011 ergibt sich im Trend ein zunehmend früherer Austrieb der Buche. Die frühe Blättentfaltung 2011 hat dazu geführt, dass sich dieser Trend noch weiter verstärkte. Rechnerisch ergibt sich aus der Steigung der Ausgleichgeraden ein Wert von 1,57 Tagen, um die pro Jahr ein früherer Austrieb festzustellen ist. In die Berechnung sind fünf Buchenflächen eingegangen, die seit 2001 durchgängig bonitiert wurden (Abbildung 5). Der festgestellte Trend sollte in Bezug auf Aussagen zum Klimawandel aufgrund der noch kurzen Zeitreihe zurückhaltend bewertet werden, denn üblicherweise erreichen phänologische Zeitreihen erst nach mindestens

20 Jahren eine Aussagekraft²⁾. Allerdings zeigen langfristige Beobachtungen des Deutschen Wetterdienstes an Buchen außerhalb des Waldes einen tendenziell ähnlichen Verlauf. Die Phänologie der Buche auf den Dauerbeobachtungsflächen in Form des Blattaustriebes und der Länge der Vegetationszeit (Zeitraum vom Blattaustrieb bis zur herbstlichen Blattverfärbung) ist als Indikator Nr. 14 des Klimafolgenmonitorings des LANUV auf dessen Website unter dem Link <http://www.lanuv.nrw.de/kfm-indikatoren/index.php?indikator=16&mode=indi&aufzu=6> dargestellt.

Mittlerer Austriebstermin auf fünf Buchen-Dauerbeobachtungsflächen

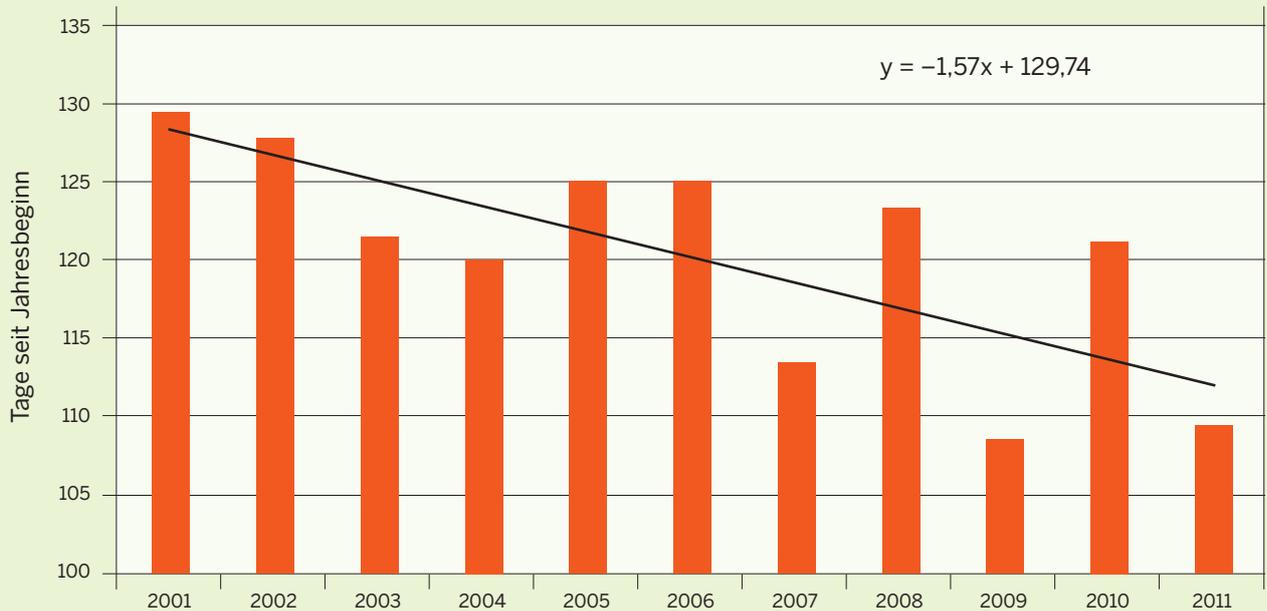


Abbildung 5: Mittlerer Austriebstermin auf fünf Buchen-Dauerbeobachtungsflächen in Nordrhein-Westfalen

Auch die Eiche ist 2011 sehr früh ausgetrieben. Durchgängig mit 27 bzw. 30 Beobachtungsbäumen sind seit 2001 die Flächen in Kleve/Tannenbusch und in Arnsberg aufgenommen worden. Der mittlere Austriebstermin weist auf diesen Flächen im aktuellen Jahr ein neues Minimum auf. Gleiches gilt auch für die Flächen Kleve/Rehsohl und Schwaney, auf denen die Eiche mit nur wenigen Beobachtungsbäumen als Nebenbaumart auftritt. Seit 2009 werden die Eichenflächen in Münster und Warendorf phänologisch beobachtet. Die Eichen sind dort 2011 etwas später als 2009 ausgetrieben. Für die Bestände Kleve/Tannenbusch und Arnsberg lässt sich ein Trend für den Zeitraum von 2001 bis 2011 berechnen. Die Trendlinien verlaufen für beide Flächen fast deckungsgleich und weisen eine Steigung von ca. $-1,7$ auf. Dies bedeutet, dass die Eiche im Mittel seit 2001 pro Jahr um 1,7 Tage früher austreibt (Abbildung 6).



Austrieb der Eiche

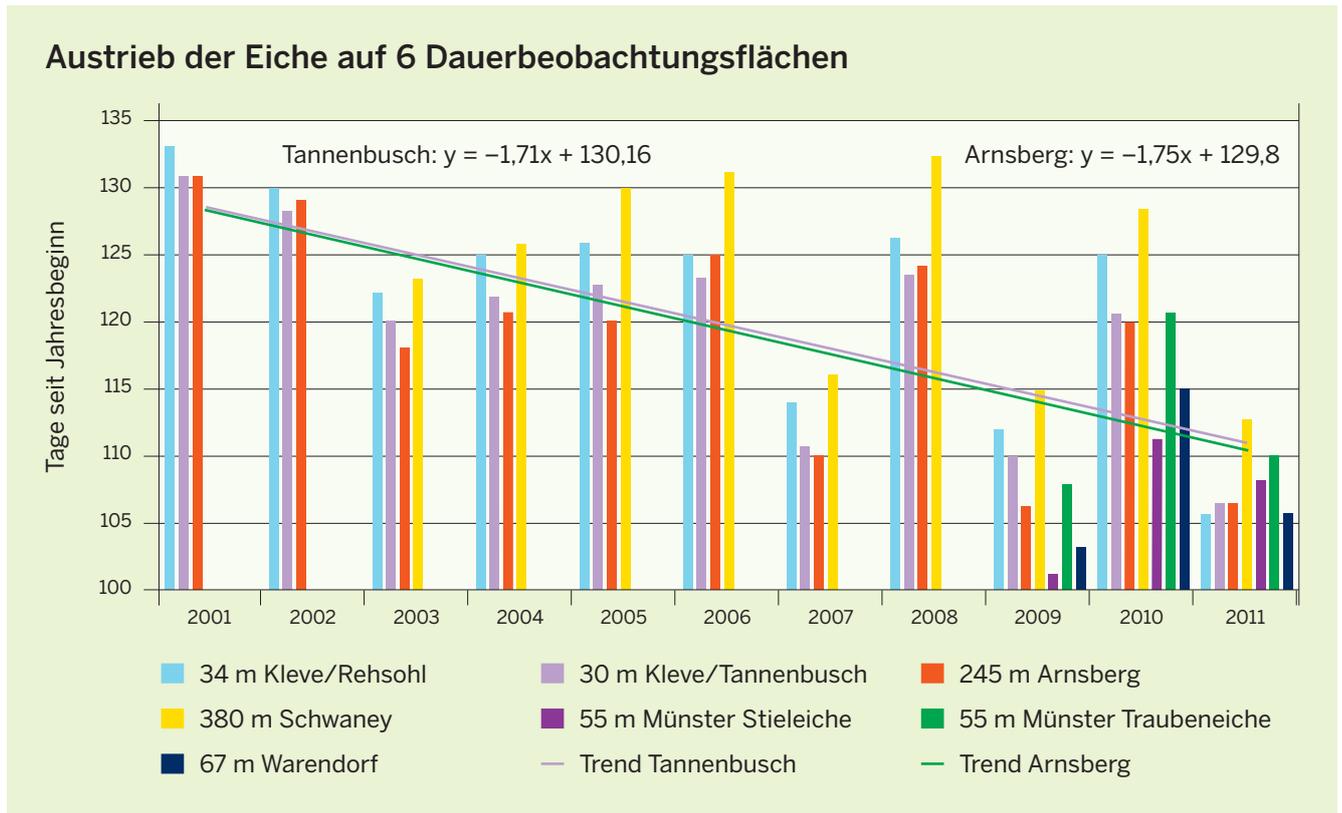
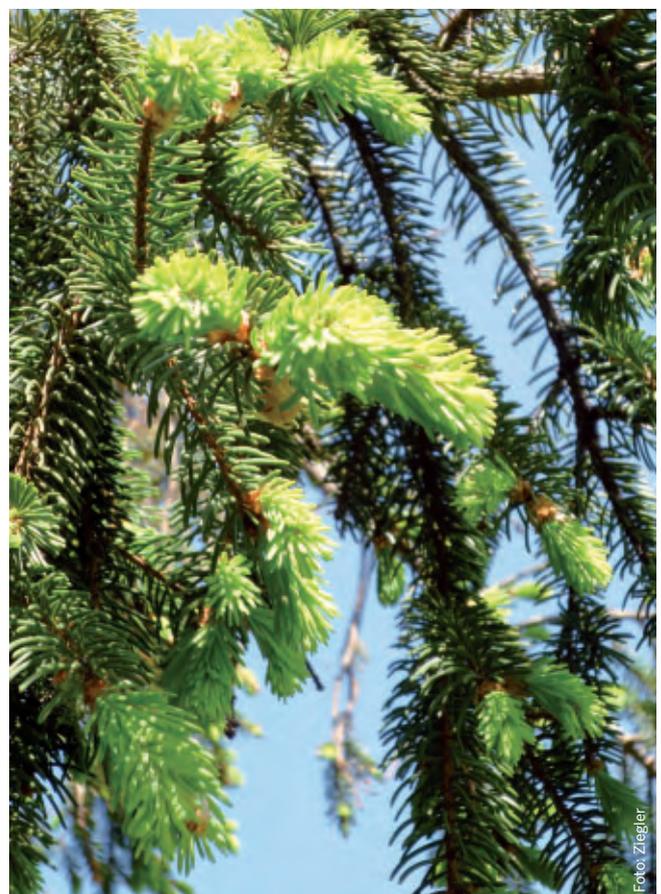


Abbildung 6: Austrieb der Eiche auf 6 Dauerbeobachtungsflächen in Nordrhein-Westfalen

Bei der Baumart Fichte werden zwei Flächen im Hochsauerland und im Eggegebirge phänologisch aufgenommen. Auch hier zeigt sich seit 2001 eine Tendenz zu einem früheren Austrieb. Mit 0,6 bzw. 0,9 Tagen pro Jahr fällt dieser Trend jedoch nicht so stark aus wie bei Buche und Eiche. In Hilchenbach-Elberndorf ergibt sich für 2011 ein neues Minimum für den Austriebstermin. Der Austriebstermin am Velmerstot ist 2011 vergleichbar mit den Jahren 2003 und 2007 (Abbildung 7). Die biologische Aktivität beginnt bei der Fichte in Blütejahren weit vor dem Austrieb.

So blühten 2011 am Velmerstot bereits am 8. April viele Bäume, während sich die ersten grünen Nadeln erst am 22. April zeigten.



Austrieb der Fichte

Foto: Ziegler

Austrieb auf den Fichten-Dauerbeobachtungsflächen

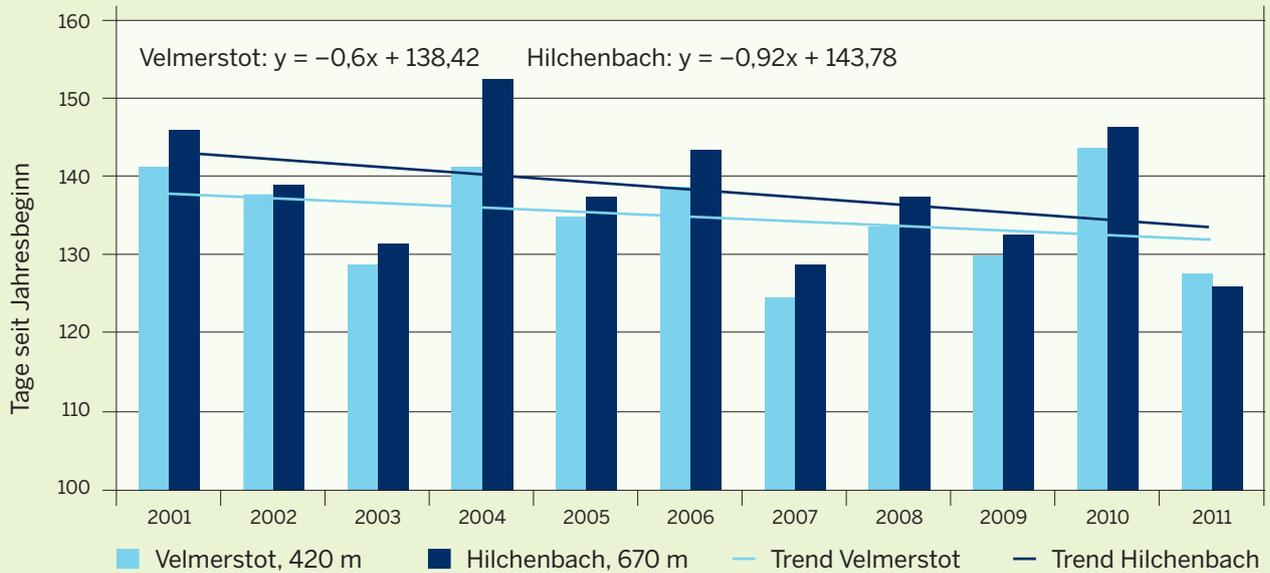


Abbildung 7: Austrieb auf den Fichten-Dauerbeobachtungsflächen in Nordrhein-Westfalen

Fraß an der Eiche

Die Fraßschäden durch Frostspanner und Eichenwickler sind auf fast allen Dauerbeobachtungsflächen 2011 zurückgegangen (Abbildungen 8, 9 und 10). Lediglich im Wolbe-

cker Tiergarten bei Münster sind die Schäden angestiegen. Wie in jedem Jahr sind die Fraßschäden bei der Traubeneiche geringer als bei der Stieleiche (Abbildung 8 und 10).

Fraß auf den Eichen-Dauerbeobachtungsflächen

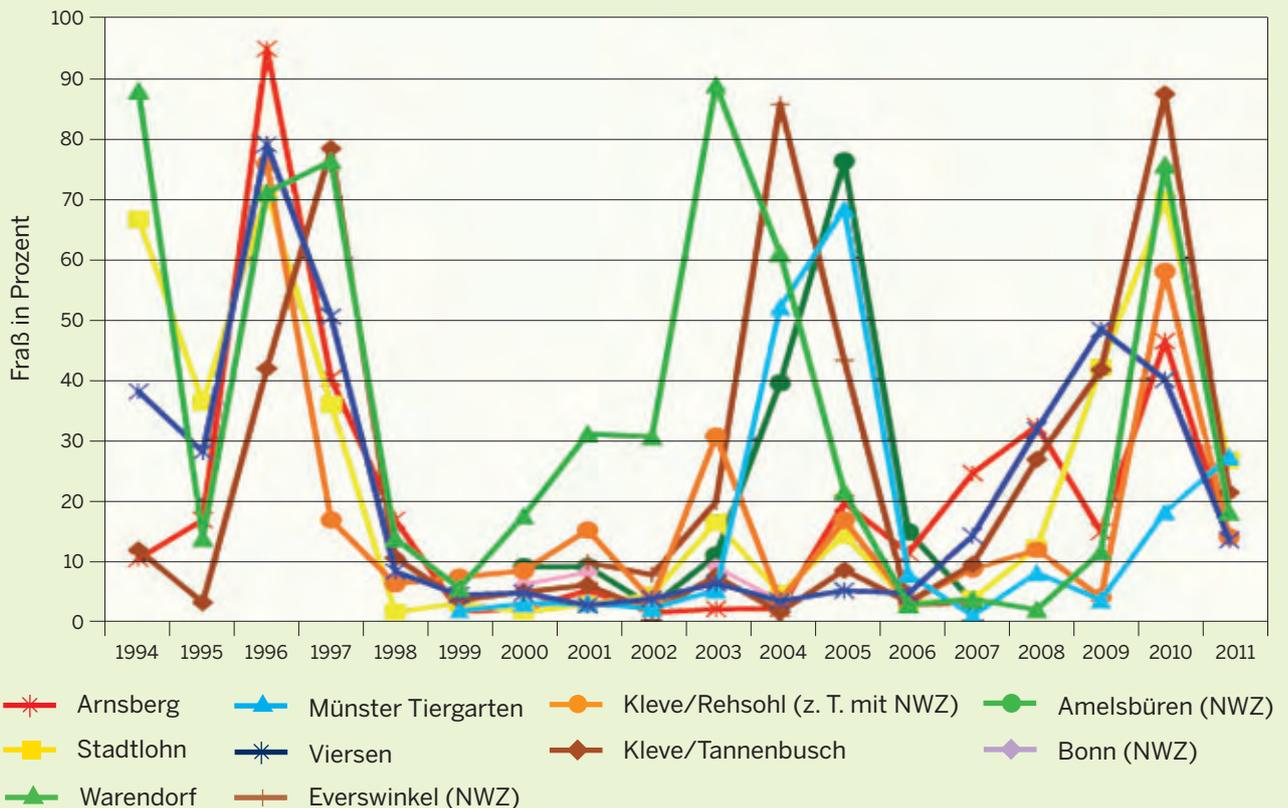


Abbildung 8: Fraß auf den Eichen-Dauerbeobachtungsflächen

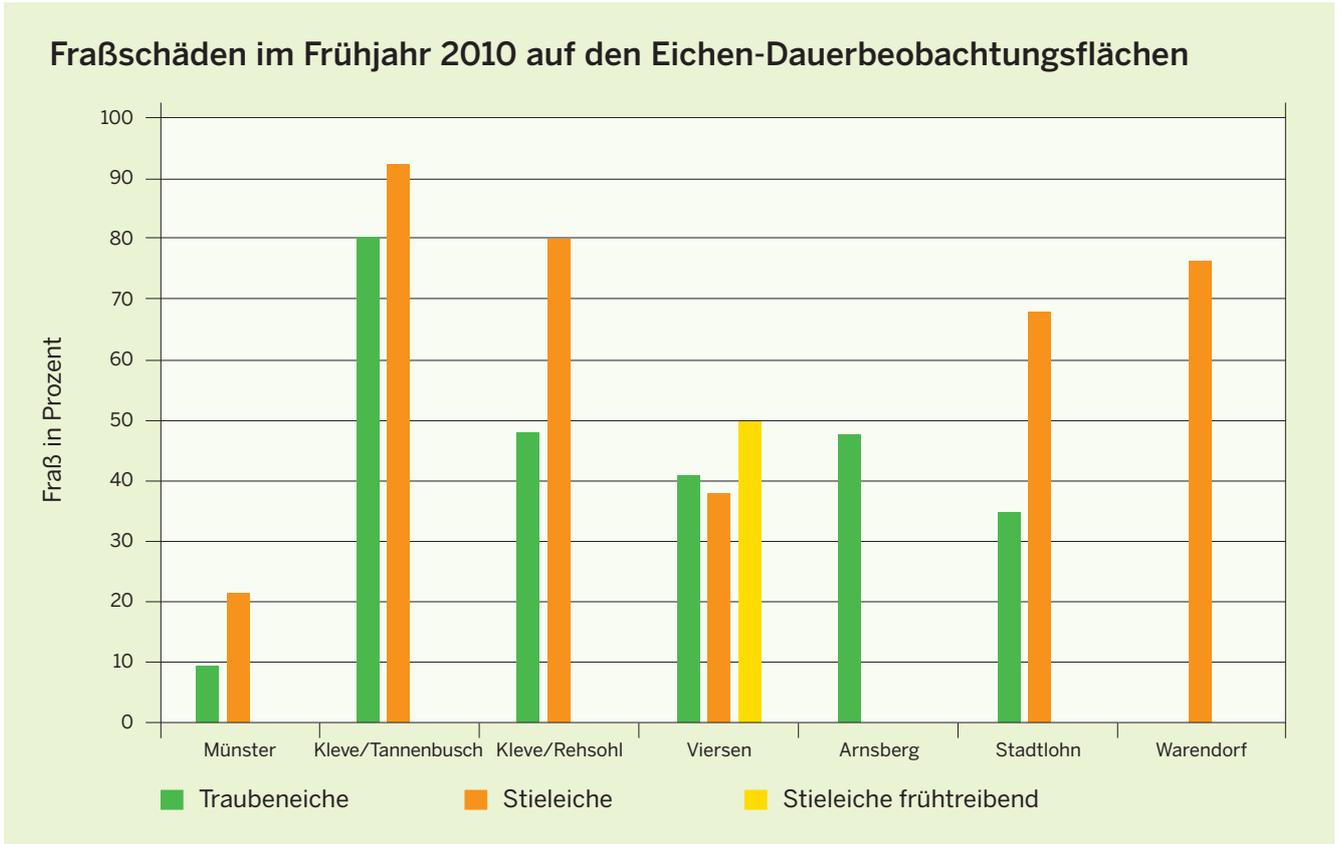


Abbildung 9: Fraßschäden im Frühjahr 2010 auf den Eichen-Dauerbeobachtungsflächen getrennt nach Eichenarten

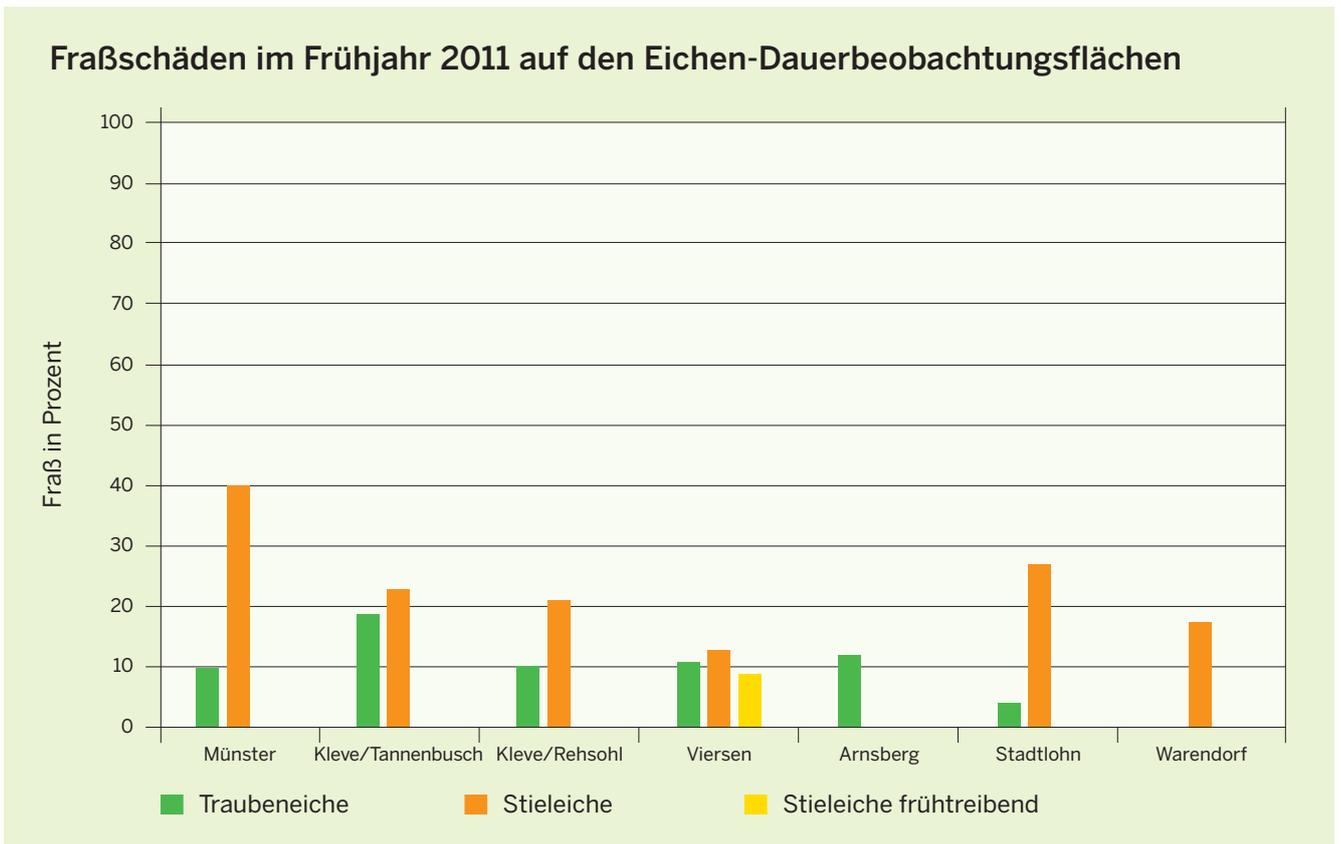


Abbildung 10: Fraßschäden im Frühjahr 2011 auf den Eichen-Dauerbeobachtungsflächen getrennt nach Eichenarten



Kahlfraß durch Schmetterlingsraupen an der Eiche



Löcherfraß an Eichenzweig

Neben populationsdynamischen Prozessen bei den Schmetterlingsarten spielen Witterung und Austriebszeitpunkt der Eichen eine Rolle für den Verlauf einer Fraßkatastrophe. Ein früher Austrieb bewirkt, dass das Blattmaterial für die später schlüpfenden Raupen als Fraß ungeeignet ist. So könnte der frühe Austrieb der Eiche 2011 dazu beigetragen haben, dass die Fraßschäden 2011 erheblich

zurückgegangen sind. Der Höhepunkt der Kalamität fiel 2010 in das Jahr mit einem mittleren Austrieb (Abbildung 11). Auf den drei Flächen in Münster, Warendorf und Arnsberg wurde das Ende Mai erhobene mittlere Fraßprozent mit dem Austriebsstadium am 14. April 2011 in Beziehung gesetzt. Dabei zeigt sich, dass die höchsten Fraßprozente bei den Bäumen auftraten, die später austrieben.

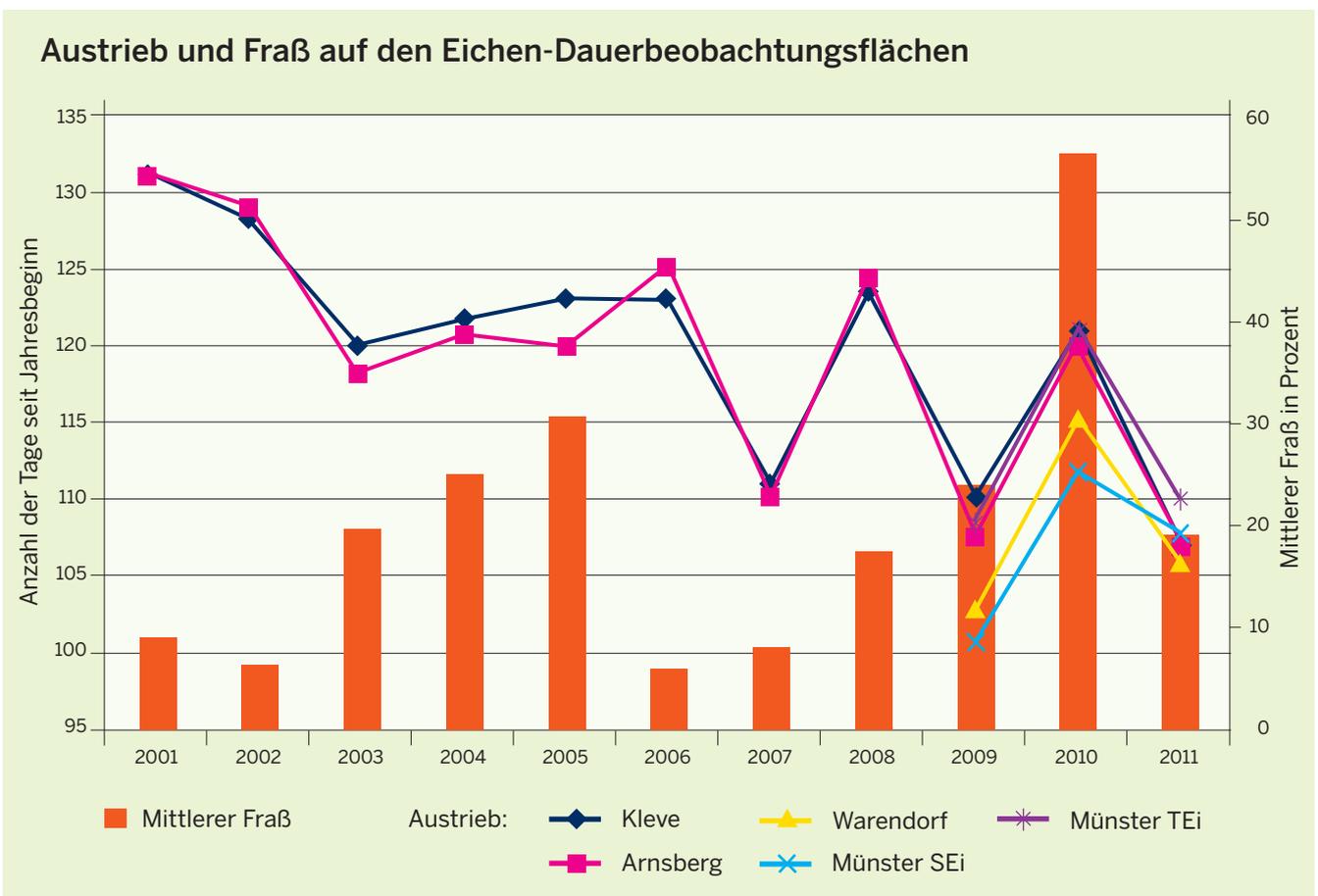


Abbildung 11: Austrieb und Fraß auf den Eichen-Dauerbeobachtungsflächen

An den Bäumen mit schon weit entwickelten Blättern sind die Fraßschäden im Mittel gering geblieben (Abbildung 12). Dies ist eine wiederholt gemachte Beobachtung in Jahren mit frühem Blattaustrieb. In Jahren mit spätem

Austrieb werden dagegen vermehrt die früh treibenden Eichen befallen und die spät treibenden entgehen dem Fraß.

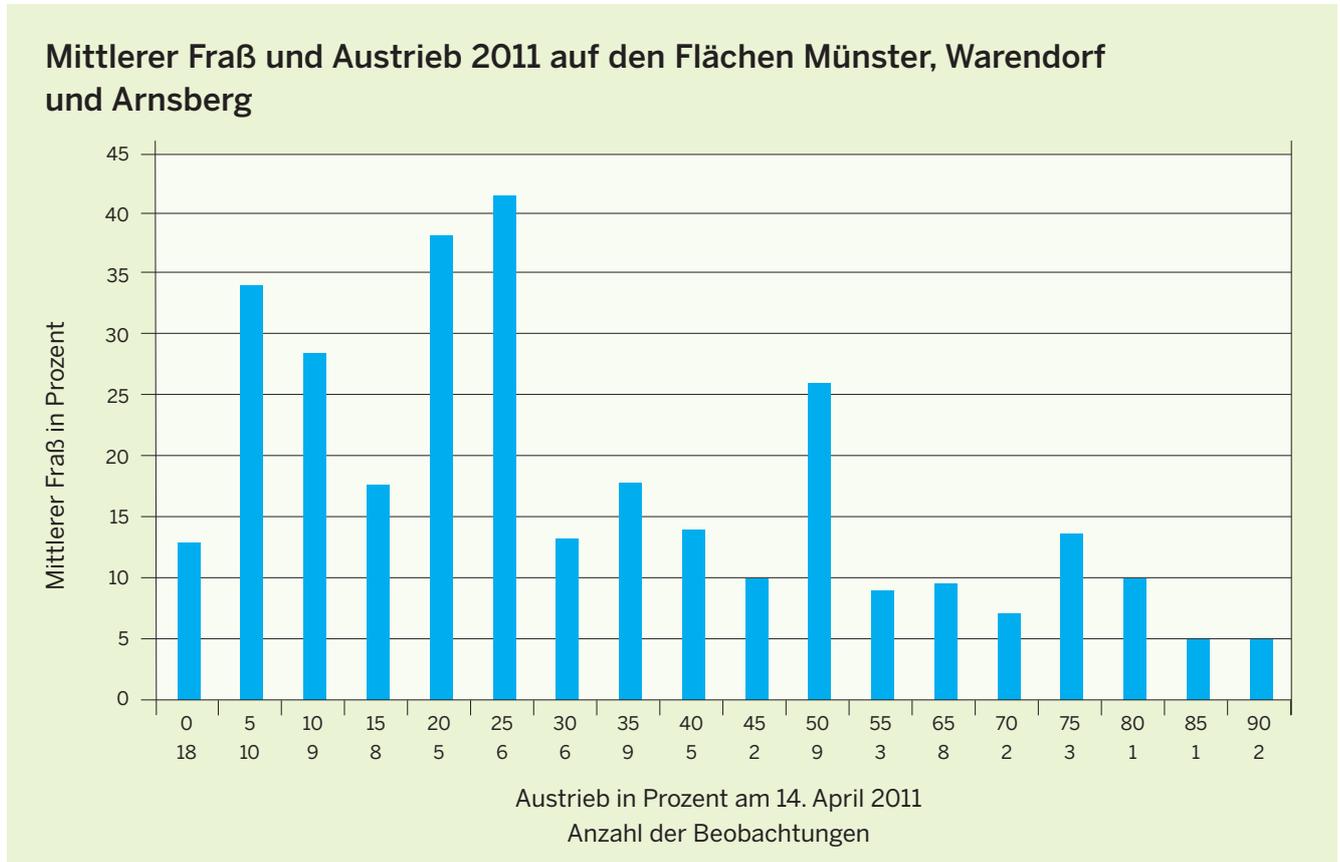


Abbildung 12: Mittlerer Fraß und Austrieb 2011 auf den Flächen Münster, Warendorf und Arnsberg

Zusammenfassung

Starke Blüte bei Buche und Fichte haben 2011 auf den Dauerbeobachtungsflächen in NRW zu einem beträchtlichen Fruchtanhang geführt. Die Blüte und Mast der Eiche blieb dagegen gering. Ursachen könnten die starken Fraßschäden des Vorjahres sein. An den Trieben der Regenerationsbelaubung, die die Eiche als Reaktion auf den Fraß 2010 bildete, wurden vermutlich keine Blütenknospen für 2011 angelegt. Der Fraß an den Eichen ist 2011 erheblich zurückgegangen, kam aber noch nicht ganz zum Erliegen.

Neben populationsdynamischen Prozessen bei den Schmetterlingsarten könnte der frühe Austrieb der Eiche zum Abebben der Kalamität beigetragen haben. Der mittlere Austriebstermin lag auch bei den anderen Baumarten sehr früh. Auf verschiedenen Flächen erreichte der Austriebszeitpunkt ein neues Minimum in der Zeitreihe seit 2001. Der Trend zu einem frühzeitigeren Austrieb hat sich bei Fichte, Buche und Eiche fortgesetzt.

Literatur

- 1) ZIEGLER, Christoph: Phänologische Beobachtungen an Buchen; Natur in NRW Nr. 1/2011
- 2) MENZEL, Annette: Phänologie von Waldbäumen unter sich ändernden Klimabedingungen – Auswertung der Beobachtungen in den internationalen phänologischen Gärten und Möglichkeiten der Modellierung von Phänodaten; Forstliche Forschungsberichte München Nr. 164; 1997





Auswirkung der Fruktifikation auf den Zuwachs der Buche

Die Buchen in Nordrhein-Westfalen haben in den letzten 20 Jahren alle zwei bis drei Jahre fruktifiziert. Bei der Waldzustandserhebung ist in diesen Jahren wiederholt ein Anstieg der Kronenverlichtung festzustellen, der in den Folgejahren zum Teil wieder zurückgeht.

Die erhöhte Verlichtung der Buchen ist darauf zurückzuführen, dass die Buchen in den Mastjahren statt Blätter vermehrt Blüten beziehungsweise Früchte ausbilden. Oft sind die Blätter auch kleiner als in Jahren ohne Fruchtanhang. Die Fruchtbildung wirkt sich jedoch nicht nur auf den Kronenzustand, sondern auch auf das Dickenwachstum – den Holzzuwachs – der Buchen aus.

Das aktuelle Mastjahr 2011 ist Anlass, diese Zusammenhänge näher zu betrachten. Sieben Dauerbeobachtungsflächen aus dem Intensiv-Monitoringprogramm des Landes NRW, auf denen neben den jährlichen Kronenzustandserhebungen auch Zuwachsmessungen durchgeführt werden, bieten sich für eine Auswertung an (Tabelle 1).

Flächennummer	Name	Forstlicher Wuchsbezirk	Höhe über NN (m)	EU-Programm
328	Kleve/Rehsohl	Niederrheinische Höhen	34	
412	Duisburg	Bergische Randschwelle	81	
503	Haard	Westmünsterland	70	FutMon
505	Glindfeld/Medebach	Rothaargebirge	530	Forest Focus
507	Monschau/Rott	Hohes Venn	450	Forest Focus
508	Paderborn/Schwaney	Egge	380	FutMon
566	Hilchenbach/Elberndorf	Rothaargebirge	660	

Tabelle 1: Buchen-Dauerbeobachtungsflächen

Die Zuwachsmessungen wurden 2011 abweichend von den Vorjahren bereits Ende September bzw. Anfang Oktober durchgeführt, um aktuelle Zahlen zu erhalten. Die dadurch eventuell auftretenden Ungenauigkeiten sind jedoch zu vernachlässigen, da das Dickenwachstum der Bäume im Wesentlichen in der ersten Hälfte der Vegetationsperiode stattfindet. Zum Zeitpunkt der Aufnahmen hatte auf allen Flächen die herbstliche Blattverfärbung bereits eingesetzt.

Mastjahre der Buche

Die Fruktifikation wird auf den Dauerbeobachtungsflächen im Rahmen der Kronenzustandserhebung im Sommer okular in vier Intensitätsstufen eingeschätzt (Tabelle 2).



Stark fruktifizierende Buche

Intensitätsstufe Fruktifikationsziffer	Text	Beschreibung
0	keine Mast	keine Früchte erkennbar
1	geringe Mast	nur vereinzelt Früchte erkennbar
2	mittlere Mast	Früchte unmittelbar in vielen Teilen der Krone erkennbar
3	starke Mast	Fruchtbildung prägt das Erscheinungsbild des Baumes

Tabelle 2: Intensitätsstufen der Fruchtbildung/Fruktifikationsziffer

Die durchschnittlichen Fruktifikationsziffern weisen seit 1989 alle zwei bis drei Jahre eine mittlere bis starke Fruchtbildung aus. Dabei ragen die Jahre 1995, 2000, 2002, 2004, 2009 und 2011 besonders hervor (Abbildung 1).



Fruchtbildung bei der Buche zu Beginn und am Ende der Vegetationszeit

Durchschnittliche Stärke der Fruktifikation auf den Buchen-Dauerbeobachtungsflächen

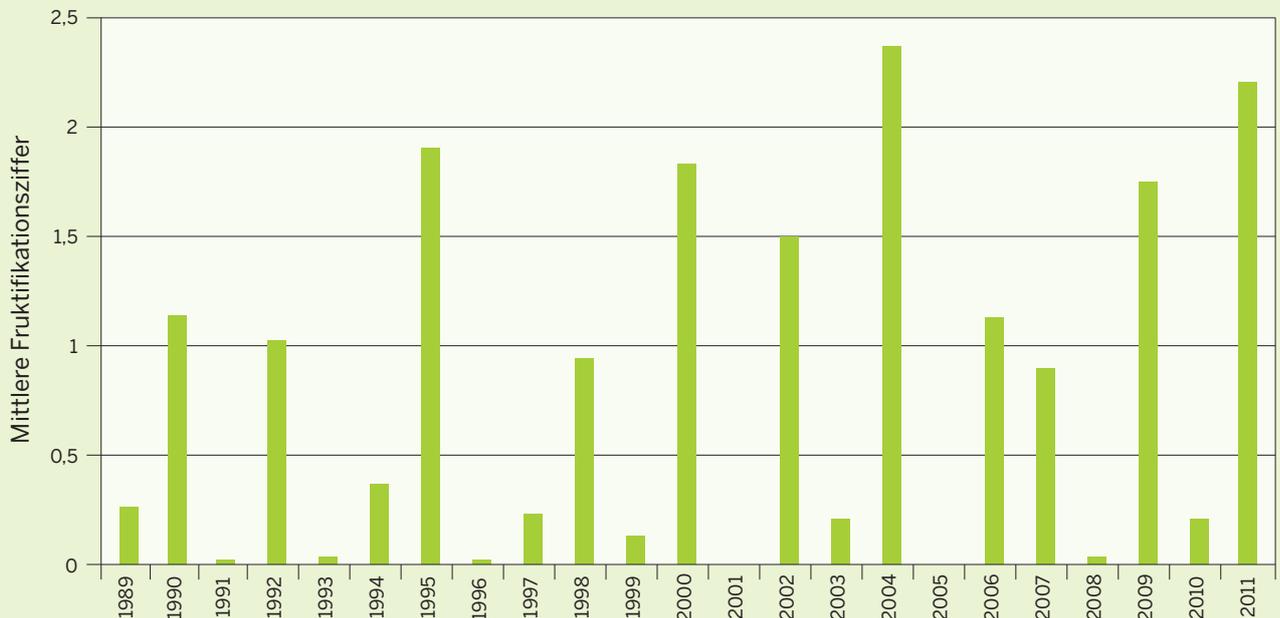


Abbildung 1: Durchschnittliche Stärke der Fruktifikation auf den Buchen-Dauerbeobachtungsflächen

Überdurchschnittliche Temperaturen zur Zeit der Ausbildung der Knospen für das Folgejahr begünstigen die Bildung von Blütenanlagen¹⁾. So könnten die hohen Temperaturen Ende Juni/Anfang Juli 2010 zu der starken Blüte und Fruktifikation der Buche 2011 geführt haben.

Die Häufigkeiten in den Intensitätsstufen sind von Mast zu Mast sehr unterschiedlich. Besonders viele Bäume mit starkem Fruchtanhang waren 2004 und 2011 zu beobachten, während in den Jahren 1998, 2006 und 2007 vermehrt Buchen mit nur wenigen Früchten auftraten (Abbildung 2).

Prozentuale Anteile der Buchen in den Fruktifikationsstufen in den Mastjahren



Abbildung 2: Prozentuale Anteile der Buchen in den Fruktifikationsstufen in den Mastjahren seit 1990

Streufallmessungen

Bei den Dauerbeobachtungsflächen, die dem EU-Programm angeschlossen sind, lässt sich durch Streufallmessungen die Menge der Bucheckern quantifizieren. Auf einer Auffangfläche von 2,25 m² verteilt auf 9 Streu-

falltrichter von je 0,25 m² Größe wurden in starken Mastjahren zum Teil über 2.000 Bucheckern gezählt. Das Jahr 2004 fällt auch bei dieser Auswertung durch eine besonders starke Mast auf (Tabelle 3).

Jahr	503 Haard	505 Glindfeld	507 Rott	508 Schwaney
2002	302	190	185	160
2003	0	12	0	0
2004	992	1.130	632	834
2005	0	1	0	0
2006	339	308	156	272
2007	78	155	57	110
2008	0	0	0	4
2009	492	1.256	89	424
2010	5	0	0	0

Tabelle 3: Anzahl von Bucheckern pro m²

Die Bildung von Früchten bedeutet für die Buche eine erhebliche Produktion an Biomasse. Bei Untersuchungen der Nordwestdeutschen Forstlichen Versuchsanstalt in Göttingen wurden auf sieben hessischen Buchenflächen im Streufall an Blüten, Früchten und Schalen zwischen 463 und 4.668 kg/ha/Jahr – im Mittel 2.090 kg/ha/Jahr –

gemessen. Der höchste Wert ist bei dieser Untersuchung wie auch in NRW im Jahr 2004 aufgetreten²⁾.

Es ist davon auszugehen, dass die Buche bei der Produktion von erheblichen Mengen an Blüten und Früchten die Biomassenproduktion im Holzkörper zurückstellt.



Streufalltrichter auf der EU-Fläche Schwaney



Bucheckern im Streufall

Die Entwicklung des Durchmesserzuwachses



Dauermessbänder ermöglichen Zuwachsmessungen mit einer Genauigkeit von 1/10 mm

Das Durchmesserwachstum wird von einer Vielzahl von Faktoren beeinflusst. Neben der Nährstoffversorgung spielen auch Witterungseinflüsse eine Rolle. Hier sind sowohl die Sonneneinstrahlung als auch die Wasserversorgung über Niederschläge zu nennen. Innerhalb der Bestände leisten in der Regel die stärksten Bäume mit den größten Kronen den höchsten Zuwachs.

Auf den sieben Buchen-Dauerbeobachtungsflächen werden seit 1997 Zuwachsmessungen durchgeführt. An allen Bäumen befinden sich Dauermessbänder, die jährlich nach Ende der Vegetationsperiode abgelesen werden. Von vier Flächen gibt es weiter zurückreichende Daten aus Zuwachsbohrungen an jeweils 20 herrschenden Bäumen aus dem Jahr 2006. Die Anzahl der Bäume, bei denen gleichzeitig Kronen- wie Zuwachsdaten erhoben werden, liegt zwischen 20 und 60 (Tabelle 4).

In der Zeitreihe des mittleren Durchmesserzuwachses fallen die Jahre 1995, 1996, 2000, 2004 und 2011 mit besonders niedrigen Werten auf. Hohe Zuwächse sind in den Jahren 1998, 2001, 2002, 2003, 2007 und 2008 festzustellen (Abbildung 3). Das Durchmesserwachstum findet im Wesentlichen in der ersten Hälfte der Vegetationsperiode statt. So dürfte die Wasserversorgung in den Monaten April bis Juli einen entscheidenden Einfluss auf das Wachstum der Buchen haben. Vergleicht man die Niederschlagssummen dieser Monate mit dem Verlauf des Durchmesserwachstums, so könnten die hohen Zuwächse in den Jahren 1998 und 2007 mit einer überdurchschnittlichen Wasserversorgung erklärt werden. In den trockenen Jahren 1996, 2010 und 2011, in denen die

Flächen- Nummer	Name	Alter 1. Oktober 2011	Anzahl Beobachtungsbäume	Zuwachsbohrungen 2006
328	Kleve/Rehsohl	204	20	
412	Duisburg	75	30	
503	Haard	126	60	X
505	Glindfeld/Medebach	160	30	X
507	Monschau/Rott	145	30	X
508	Paderborn/Schwaney	124	60	X
566	Hilchenbach/Elberndorf	162	30	

Tabelle 4: Buchen-Dauerbeobachtungsflächen

Niederschlagssummen unter 80 % des Mittels über alle Jahre (1995–2011) fallen, geht der Zuwachs dagegen erheblich zurück (Abbildung 3). Die starken Zuwachsrückgänge in den Jahren 2000, 2004 und auch 2009 können allerdings nicht auf die Niederschläge zurückgeführt werden, denn in den betreffenden Jahren bestand eine ausreichende Wasserversorgung. Auch der geringe Zuwachs 2011 kann über die Trockenheit im Frühjahr allein nicht erklärt werden. In den genannten Jahren muss die Fruktifikation als Einflussgröße für die zurückgehenden Zuwächse angenommen werden.



Niederschlagsammler und Streifalltrichter auf der Dauerbeobachtungsfläche 507 in der Eifel

Niederschläge und mittlerer Durchmesserzuwachs auf den Buchen-Dauerbeobachtungsflächen

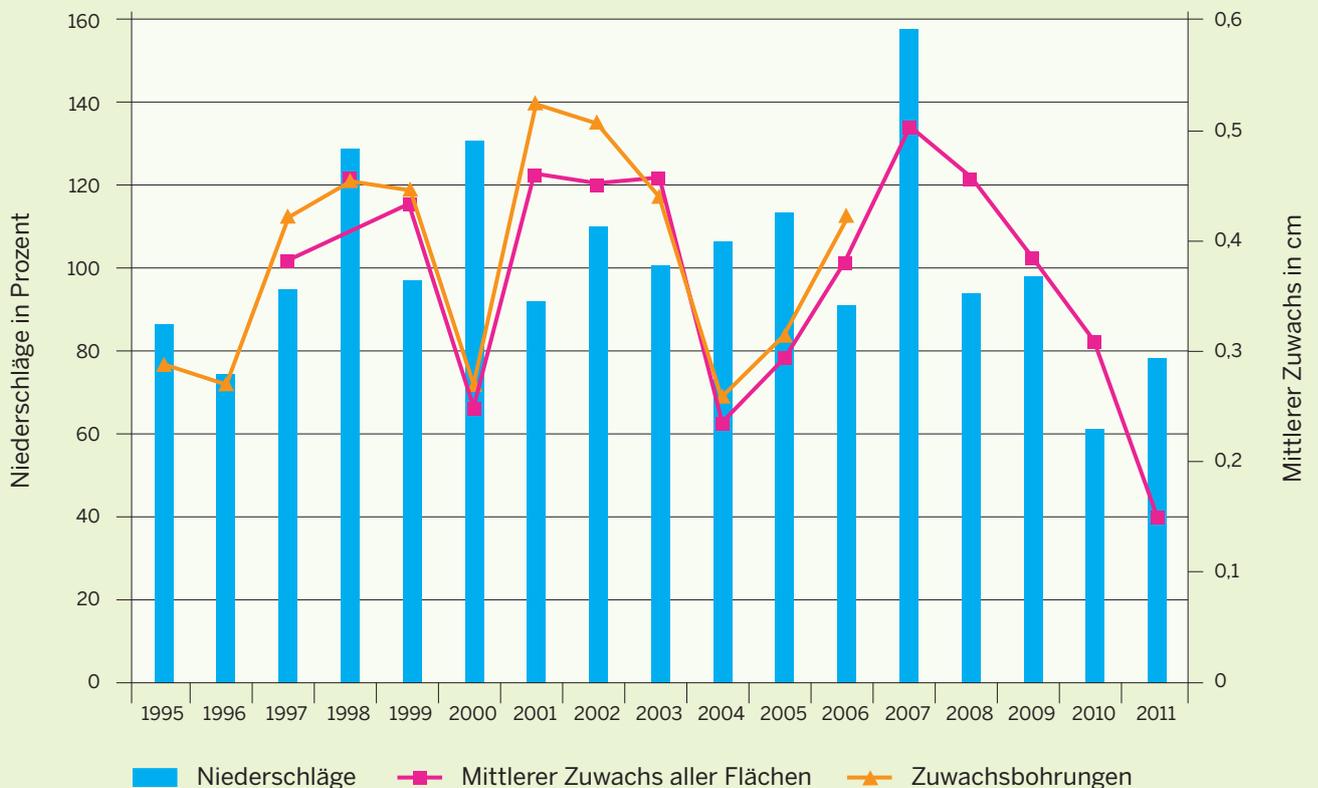


Abbildung 3: Niederschläge und mittlerer Durchmesserzuwachs auf den Buchen-Dauerbeobachtungsflächen in NRW.

Niederschläge: Mittel der Stationen Kleve, Haard und Elberndorf. Summen der Monate April bis Juli im prozentualen Verhältnis zum Mittel dieser Monate über die Jahre 1995 bis 2011.

Zuwachsmessungen: Mittlerer Durchmesserzuwachs in cm über alle 7 Flächen; Zuwachsbohrungen von 4 Flächen in cm (siehe Tabelle 4).

Einfluss der Fruktifikation auf den Durchmesserzuwachs

Zieht man die Fruktifikation als Einflussgröße auf den Zuwachs hinzu, so fällt auf, dass in Jahren mit starker Fruchtbildung der Zuwachs jeweils deutlich zurückgeht (Abbildung 4).

Fruktifikation und mittlerer Durchmesserzuwachs auf den Buchen-Dauerbeobachtungsflächen

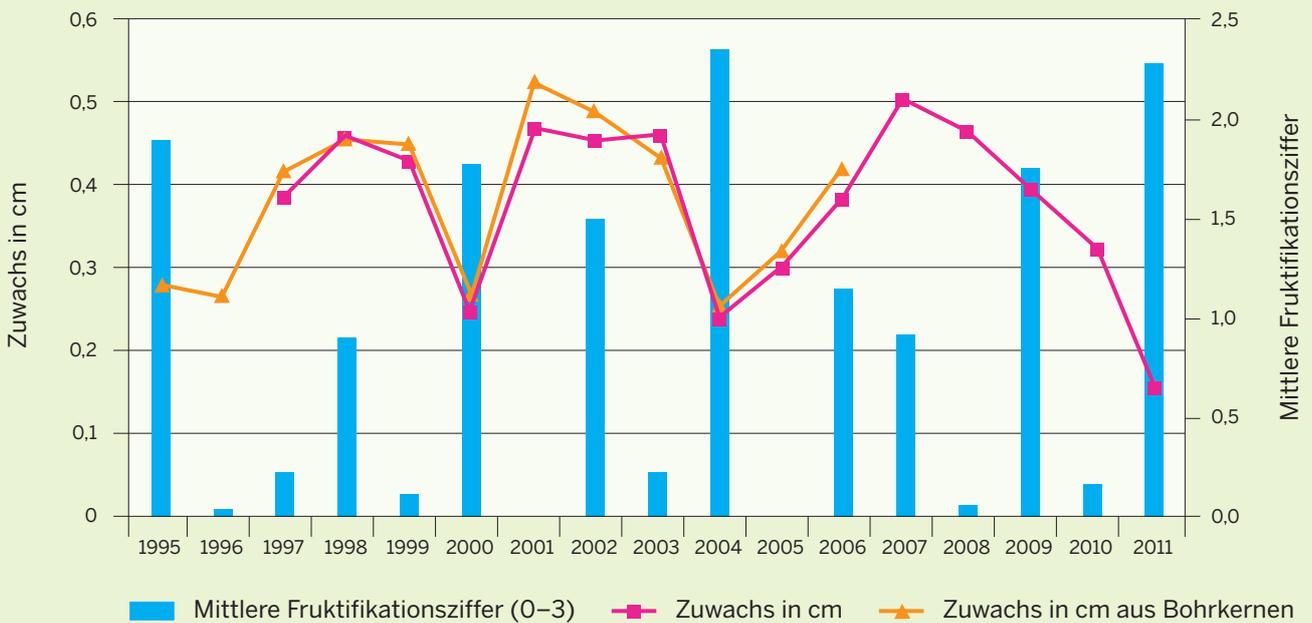


Abbildung 4: Fruktifikation und mittlerer Durchmesserzuwachs auf den Buchen-Dauerbeobachtungsflächen in Nordrhein-Westfalen



Buche am Ende der Vegetationsperiode

Bei einer Betrachtung der Einzelflächen zeigt sich, dass der Zuwachs in den starken Mastjahren 2000, 2004 und 2011 auf einigen Flächen fast ganz zum Erliegen kommt. Die relativ jungen Buchen in Duisburg (Fläche 412) fruktifizieren noch wenig. Im Zuwachsverlauf zeigen sie gegenüber den älteren Flächen ein abweichendes Verhalten (Abbildung 5). So steigt auf dieser Fläche in den Mastjahren 2004, 2009 und 2011 der Zuwachs jeweils leicht an, während auf den anderen Flächen erhebliche Rückgänge festzustellen sind.



Dauerbeobachtungsfläche 503-Haard

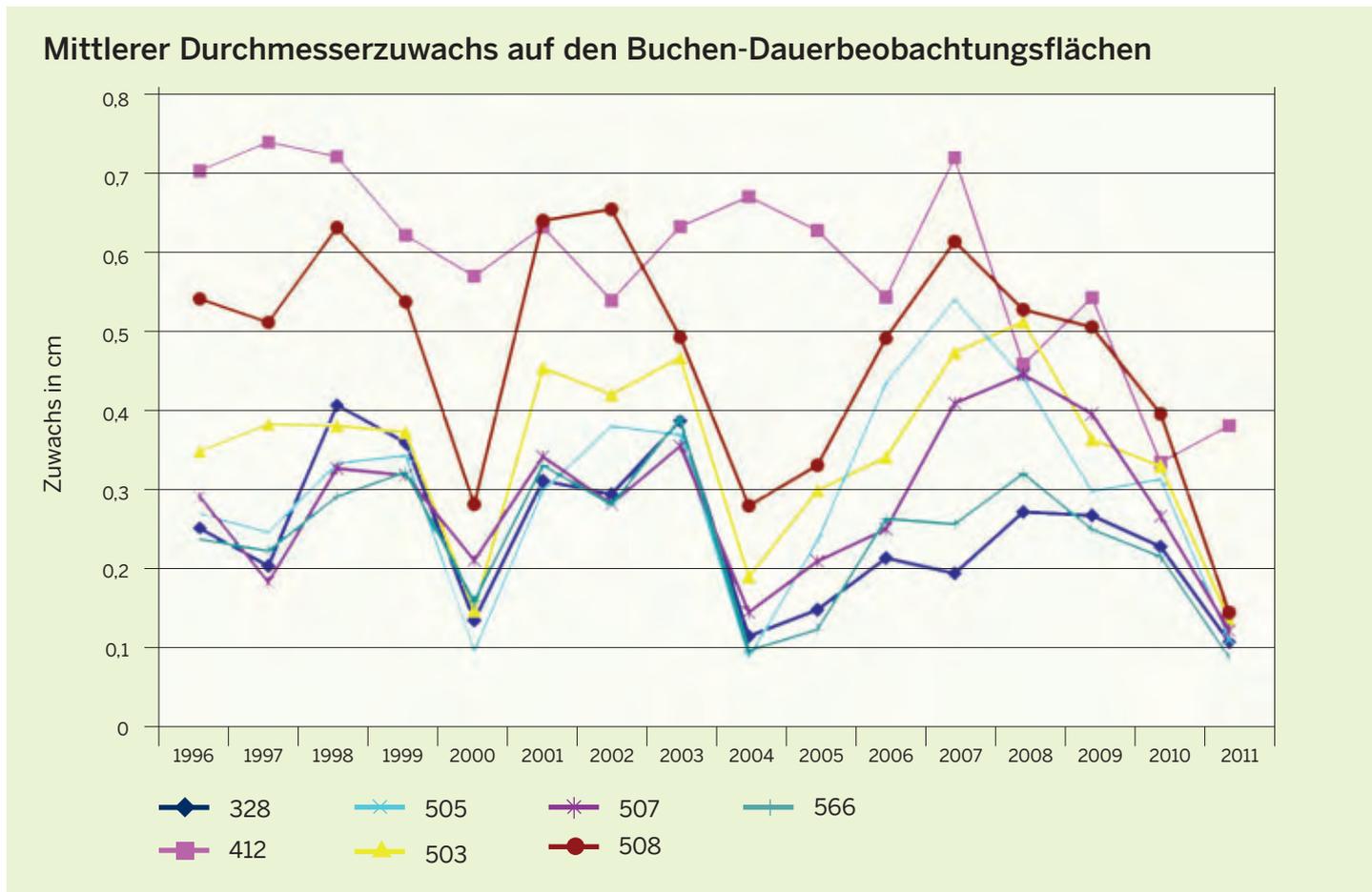


Abbildung 5: Mittlerer Durchmesserzuwachs auf den Buchen-Dauerbeobachtungsflächen in NRW

Im Mastjahr 2002 ist gegenüber den Jahren 2000 und 2004 nur ein geringfügiger Rückgang im Zuwachs festzustellen. In den Jahren 1998, 2006 und 2007 steigt bei durchschnittlich geringer Mast der mittlere Zuwachs sogar leicht an. Dies hängt damit zusammen, dass in diesen Jahren der Anteil der gering fruktifizierenden Buchen

sehr hoch und der Anteil der stark fruktifizierenden Bäume niedrig war (vergleiche Abbildung 2). Eine gute Wasserversorgung wird in diesen Jahren außerdem dazu beigetragen haben, dass keine Zuwachsrückgänge eingetreten sind.

Durchmesserzuwachs am Einzelbaum

Die Intensität der Fruchtbildung hat einen deutlichen Einfluss auf den Zuwachs des Einzelbaumes. Zur Untersuchung dieses Zusammenhangs wurde zunächst für jeden Einzelbaum der mittlere Zuwachs für die sechs letzten Jahre ohne Fruchtanhang ermittelt. Dies ist das Mittel aus den Jahren 1999, 2001, 2003, 2005, 2008 und 2010. Dieser mittlere Zuwachs wurde in Beziehung gesetzt zum Zuwachs der Einzeljahre, in denen die Buchen Früchte getragen haben. Dabei wurden die vier Intensitätsstufen der Fruchtbildung (0 bis 3) getrennt betrachtet. Grundsätzlich ist festzustellen, dass die Buchen mit dem stärksten Fruchtanhang in allen Mastjahren den relativ geringsten Zuwachs hatten. Dieser kann – wie im Jahr 2011 – bis auf unter 30 Prozent vom Mittel der Jahre ohne Mast zurückgehen. Im Beobachtungszeitraum von 1999 bis 2011 werden bei starker Mast im Mittel nur 51 Prozent des mittleren Zuwachses aus den Jahren ohne Mast erreicht (Abbildung 6). Auch die Buchen mit mittlerer Mast haben in allen Jahren einen relativ geringeren Zuwachs als die Buchen in den Fruktifikationsstufen 0 und 1, jedoch einen höheren Zuwachs als die stark fruktifizierenden Bäume. Im Mittel wird in den Mastjahren 73 Prozent vom Zuwachs der mastfreien Jahre erreicht. In den Jahren 2002, 2006, 2009 weisen die gering fruktifizierenden Buchen einen etwas höheren Zuwachs als die Buchen ohne Mast auf. Bei nur wenigen Beobachtungen in der Stufe 0 ergibt sich in den Jahren 2000, 2004 und 2011 ein etwas anderes Bild. Hier haben die Bäume ohne Früchte den höchsten Zuwachs (Abbildung 6). Im Mittel aller Mastjahre ist der Unterschied zwischen beiden Gruppen nur gering. Sowohl die Buchen mit keiner als auch mit geringer Fruchtbildung erreichen in den Mastjahren den durchschnittlichen Zuwachs der Jahre ohne Mast.

Das aktuelle Jahr 2011 fällt durch einen extrem niedrigen Zuwachs in allen Fruktifikationsstufen auf. Dies ist ein deutlicher Hinweis drauf, dass neben der Fruktifikation noch ein anderer Faktor den Zuwachs stark beeinflusst hat. Es kann angenommen werden, dass die extreme Frühjahrstrockenheit zu diesem Zuwachseinbruch geführt hat. Messungen auf den Monitoringflächen haben ergeben, dass erst Ende Juli das Niederschlagsdefizit aus dem Frühjahr ausgeglichen wurde³⁾. Im Mai und Juni, also zur Hauptwuchszeit, standen damit keine ausreichenden Wassermengen zur Verfügung.

Während in den Jahren 2000, 2004 und 2011 die Zuwachsunterschiede zwischen den Fruktifikationsstufen sehr groß sind, fallen diese Unterschiede in den anderen



Buche in herbstlicher Verfärbung auf der Fläche 566, Hilchenbach/Elberndorf

Jahren nicht so deutlich aus. Hier ist anzunehmen, dass nicht nur der Umfang des okular eingeschätzten Fruchtanhangs, sondern eventuell auch dessen Qualität Einfluss auf den Zuwachs hat. Ein hoher Anteil von tauben Früchten könnte gegebenenfalls zu geringeren Zuwachseinbußen führen. Hier sei noch einmal auf die stark schwankenden Gewichte der Früchte in den einzelnen Mastjahren hingewiesen (siehe oben)²⁾.

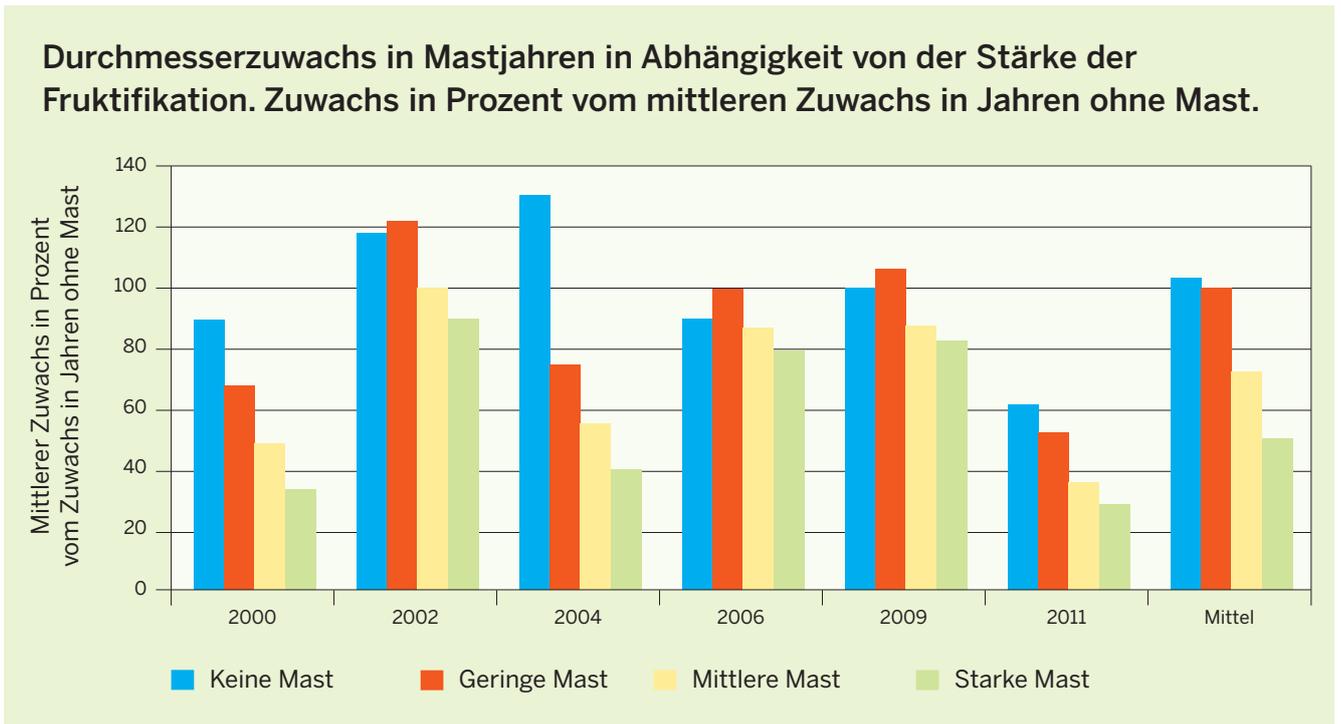


Abbildung 6: Durchmesserzuwachs in Mastjahren in Abhängigkeit von der Stärke der Fruktifikation. Zuwachs in Prozent vom mittleren Zuwachs in Jahren ohne Mast.



Fläche 566 in Hilchenbach zu Beginn der Vegetationsperiode

Foto: Ziegler

Holzzuwachs in den Mastjahren

Der Holzzuwachs der Bäume wird neben dem Durchmesserwachstum auch durch das Höhenwachstum bestimmt. Der Einfluss der Fruktifikation auf den Holzzuwachs des gesamten Bestandes soll am Beispiel der Flächen Schwaney, Haard und Hilchenbach näher betrachtet werden. Es handelt sich hier um gleichaltrige Bestände, die durch den Orkan Kyrill 2007 nur gering beeinträchtigt wurden. In die Auswertung einbezogen wurden nur die Bäume, die von 1999 bis 2011 durchgängig gemessen wurden. Bei einem Bestockungsgrad von 0,8 bis 0,9 bilden diese Bäume einen annähernd geschlossenen Bestand. Der Bestand in Hilchenbach ist fast 40 Jahre älter als die beiden anderen Bestände (Tabelle 4) und stockt auf einer mäßig versorgten podsoligen Braunerde aus Tonschiefer in Oberhanglage. Viele Buchen sind dort von Stammpilzen befallen. Die Höhenwuchsleistung ist auf dieser

Fläche gering. In der Haard ist der Bodentyp ebenfalls eine podsolige Braunerde, die allerdings aus pleistozänen Mischsanden hervorgegangen ist. Gut nährstoffversorgt ist die Fläche in Schwaney. Sie befindet sich auf einer Rendzina-Braunerde aus Löß über Muschelkalk. Der Standort neigt allerdings in niederschlagsarmen Jahren wie 2003 zur Austrocknung.

Entsprechend diesen Wuchsbedingungen zeigt die Fläche in Schwaney in fast allen Jahren den höchsten Holzzuwachs (Abbildung 7). Wie beim Durchmesserzuwachs fallen auch beim Holzzuwachs in der Zeitreihe die Fruktifikationsjahre 2000, 2004 und 2011 durch geringe Werte auf. Außer in Hilchenbach werden hier die Minima erreicht. Das aktuelle Jahr 2011 tritt dabei besonders hervor.

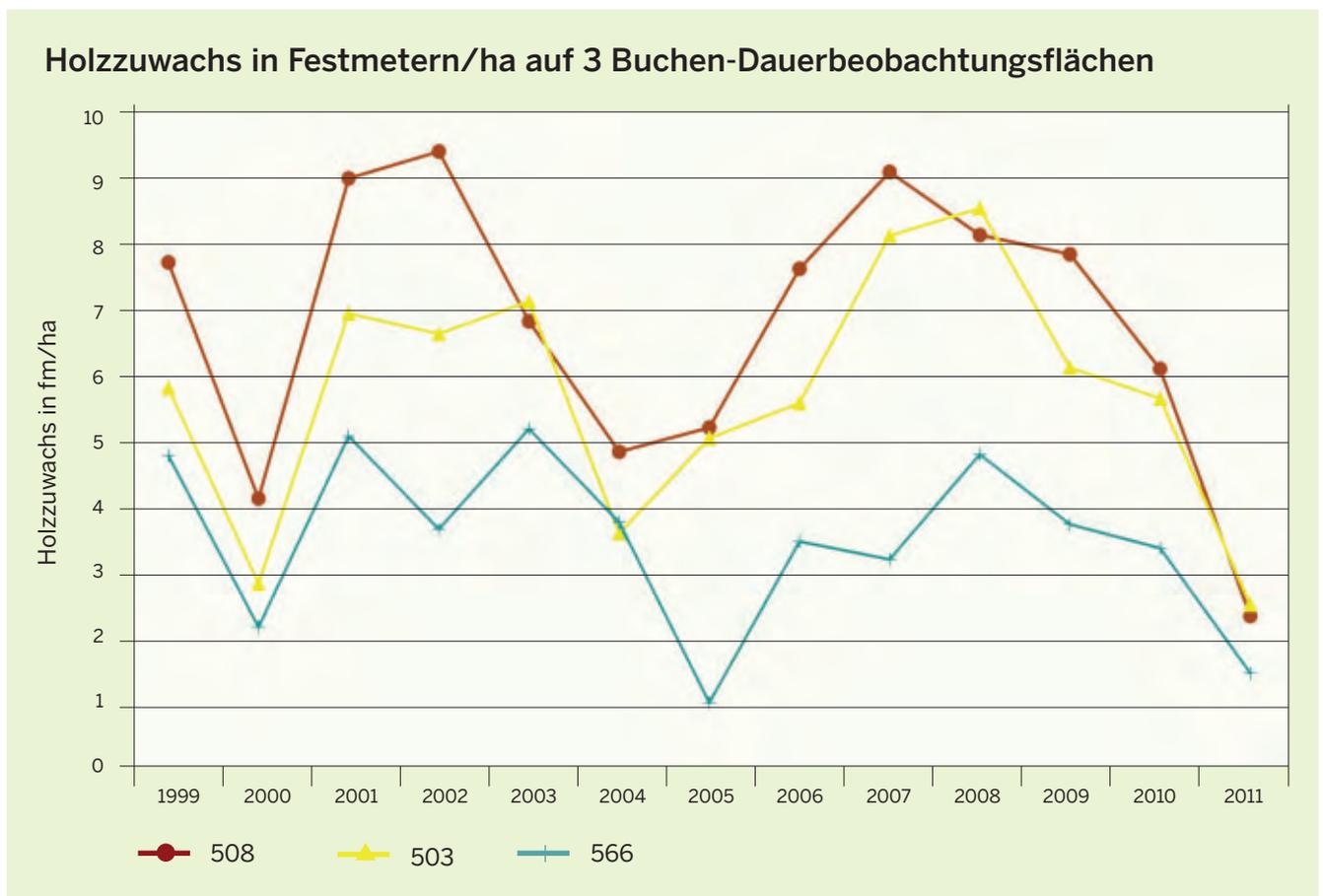


Abbildung 7: Holzzuwachs in Festmetern/ha auf 3 Buchen-Dauerbeobachtungsflächen

Im untersuchten Zeitraum beträgt die Differenz zwischen dem mittleren Holzzuwachs in Jahren mit und ohne Mast auf den drei Flächen zwischen 0,9 und 2,3 Festmeter je Hektar (Tabelle 5).

In der Haard ist der Zuwachsrückgang am höchsten. Dort wird in Mastjahren nur zwei Drittel des Zuwachses wie in Jahren ohne Mast erreicht. Im Mittel beträgt der Zuwachs hier in den Mastjahren 4,5 fm/ha und in den Jahren ohne Mast 6,8 fm/ha. Der Zuwachsverlust liegt im Mittel also

bei 2,3 fm/ha. Zwischen dem Minimum im Jahre 2011 (2,5 fm/ha) und dem Maximum 2008 (8,6 fm/ha) beträgt die Differenz allerdings ca. 6 fm/ha. Bei einem Holzgewicht der Buche von ca. 700 kg/fm kann man Biomassen von bis zu 4.200 kg/ha berechnen, die in Mastjahren nicht als Holzzuwachs angelegt werden. Dies entspricht in der Größenordnung den Gewichten, die in diesen Jahren als Blüten, Früchte und Fruchtschalen gebildet werden können.

Fläche	Jahre ohne Mast	Mastjahre	Differenz	Mastjahre in % der Jahre ohne Mast
508-Schwaney	7,5	6,0	1,5	80
503-Haard	6,8	4,5	2,3	66
566-Hilchenbach	3,9	3,0	0,9	77

Tabelle 5: Mittlerer Holzzuwachs in Festmetern/ha in Jahren mit und ohne Mast

Zusammenfassung

In Mastjahren zeigt sich die Vitalität der Buche durch eine zum Teil beträchtliche Fruchtbildung. Diese geht zu Lasten der Belaubungsdichte und des Holzzuwachses. Der Zuwachs geht bei den stark fruktifizierenden Bäumen am stärksten zurück. Im Buchenbestand in der Haard konnte im Zeitraum von 1999 bis 2011 ein mittlerer Zuwachsverlust von 2,3 fm/ha in Mastjahren errechnet werden. Dies entspricht in etwa der Biomasse, die an Blüten und Fruchtkörpern angelegt wird. Aufgrund der Frühjahrstrockenheit und der starken Mast kommt das Dickenwachstum der Buchen im aktuellen Jahr 2011 fast ganz zum Erliegen. In der Zeitreihe zeigt sich, dass bei günstigen Witterungsverhältnissen im Jahr nach der Mast der Zuwachs wieder deutlich ansteigt.



Buchenlaub und Fruchtschalen im Streufalltrichter

Literatur

- 1) D. Lüscher: Die Blütenbildung bei Bäumen und ihre Auswirkung auf die Struktur der Krone: IV. Die Buche (*Fagus sylvatica* L.); Schweiz. Z. Forstwesen 141 (1990) 2: 147–154
- 2) J. Eichhorn, I. Dammann, E. Schönfelder, M. Albrecht, W. Beck, U. Paar: Untersuchungen zur Trockenheitstoleranz der Buche; Beiträge aus der Nordwestdeutschen Forstlichen Versuchsanstalt (NW-FVA), Band 3, 2008, S. 122 ff.
- 3) J. Gehrman: Wetterdaten zum Waldzustand 2011 – ein Beitrag zum Klimafolgenmonitoring in NRW; Waldzustandsbericht 2011, MKULNV



Waldschutzsituation 2011 von Eichenschäden dominiert

Eichen haben in 2010 die stärksten Schäden seit Beginn der Waldzustanderhebung erfahren. In 2011 sterben infolgedessen landesweit, mit regional unterschiedlichen teils sehr hohen Anteilen Eichen ab. Neben Frostspanner- und Eichenwicklerraupen waren in 2011 bei Eichen auch Eichenprozessionsspinner- und Schwammspinnerraupen am Blattfraß beteiligt. Buchen, Lärchen und Eichen haben im Frühjahr durch ein Spätfrostereignis gelitten. Nicht in allen Fällen konnten die Bäume die Schäden wieder ausgleichen. Der verregnete Sommer half der Fichte gegen Borkenkäferattacken. Nach 10 Jahren hat wieder eine Gespinnstmottenmassenvermehrung eingesetzt.

Eichen, Raupenfraß und regional hohe Eichensterbensraten

Der Frostspanner- (kleiner und großer Frostspanner), gepaart mit Eichenwicklerfraß war im Münsterland auch in diesem wie im letzten Jahr weit verbreitet. Erstmals seit Jahrzehnten waren hier am Fraßgeschehen an Weißeichen innerhalb der Bestände auch Schwammspinnerraupen beteiligt. An Bestandesrändern dezimieren vereinzelt auch Eichenprozessionsspinner die Blattmasse. Die beiden letztgenannten Raupen sind bis in den Juli/August aktiv und befressen somit neben dem Frühjahrstrieb und dem Regenerationstrieb auch den Johannistrieb. Eine fatale Situation für die geschwächten Eichen.

Ursachen/Gründe des Eichensterbens

Landesweit starben und sterben in diesem Jahr vermehrt Eichen mit unterschiedlichen Intensitäten ab. Die Ursachen sind differenziert wie folgt zu beschreiben:

Ursache: Fraßgeschehen und Mehltaubefall

Um die Zusammenhänge besser zu verstehen, ist ein Rückblick auf 2010 erforderlich. Die Kronenvitalität der Eichen hatte seit Beginn der Waldzustandserhebung (1984) von 2009 auf 2010 den bisher größten Sprung (15 %) von schwachen Schäden auf deutliche Schäden (54 %) erfahren¹⁾. Dies konnte durch mehrjährigen Raupenfraß in Kombination mit anhaltendem und sehr starkem Pilzbefall der Blätter durch Mehltau (*Microspheera alphitoides*) erklärt werden.

Der Mehltaupilz überwintert meist in Knospen vorjährig befallener Eichen, um von dort aus frische Maitriebe und frisches Laub, meist in geringem Umfang, zu infizieren²⁾. Das größte Infektionspotenzial geht aber nicht vom Überwinterungsmycel, sondern von Pilzsporen aus, welche erst ab Juni in großer Fülle gebildet werden können. Bei frischem Eichenlaub mit zarten Oberflächen haben die Sporen leichtes Spiel und infizieren sehr erfolgreich die Blattorgane. Solche Blätter stehen aber Ende Juni in der Regel dem Pilz nicht mehr zur Verfügung. Die Oberflächen sind derber und fester geworden und wehren so mechanisch die auskeimenden Sporen ab. In normalen Jahren können also vor allem Johannistriebe befallen werden, welche im Juli neu gebildet und von einer Unzahl von Sporen infiziert werden können.

Wenn nun aber, wie im Frühjahr 2010, viele Frühjahrestriebe von Raupen vernichtet werden, bilden die Eichen anschließend frische Nottriebe in einer Zeit aus, in welcher der Mehltaupilz bereits sehr viele Sporen bilden konnte. So nahm die Infektion in 2010 einen verhängnis-



Abbildung 1: Wie befürchtet, hat der besorgniserregende Zustand der Eichen in 2010 nunmehr in Eichenbeständen zum Absterben einzelner Eichen geführt

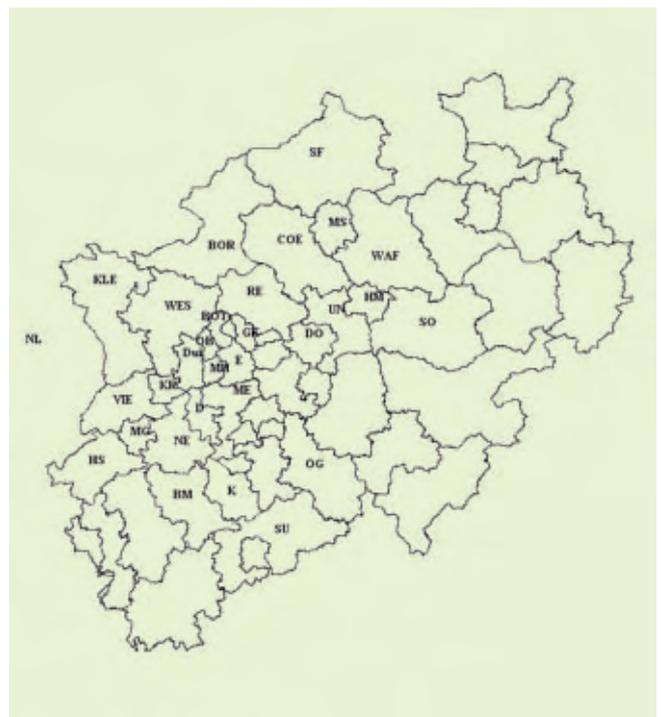


Abbildung 2: Verbreitungskarte des Eichenprozessionsspinners in NRW; Landkreise und kreisfreie Städte mit Kürzeln sind Befallsgebiete (Stand 2010; Autor: Michael Wießner)

vollen Verlauf. An heißen Julitagen fielen massenhaft durch den Pilz verkrüppelte Blätter zu Boden.

Bevor Eichen im Frühjahr austreiben, wird aus eingelagerten Reservestoffen der neue Jahrring angelegt. Der Energiebedarf für den nachfolgenden Blattaustrieb wird ebenso aus dieser im Stamm und in Wurzeln befindlichen Energiequelle gedeckt. In 2010 mussten aber auch der Ersatztrieb und der Johannistrieb aus diesem Reservoir gebildet werden, ohne dass eine große Zahl von Eichen, wegen der vernichteten Blattorgane, in der Lage waren, das Reservestofflager wieder aufzufüllen. Diese Eichen starben aus Energiemangel ab und trieben in 2011 nicht mehr aus. In weiten Teilen des Landes, aber vor allem am Niederrhein (zum Beispiel Dämmerwald bei Schermbeck und Süchtelner Höhen bei Viersen) ist dieser Zusammenhang als Ursache des einsetzenden Eichensterbens plausibel.

Ursache: Spätfrost

Am 5. Mai 2011 schädigte ein nahezu landesweit auftretendes Spätfrostereignis nicht nur Kulturflächen, sondern auch vereinzelt Eichenaltbestände. Das Datum des Frostes wäre in normalen Jahren als unproblematisch anzusehen gewesen. Nicht so in diesem Jahr, wo der Sommer 2011 im April stattgefunden hat und die Bäume entweder sehr früh austrieben oder bereits physiologisch hoch aktiv waren (das sekundäre Dickenwachstum beginnt bei Eichen deutlich vor dem Laubaustrieb). So zeigten Untersuchungen in Eichenbeständen westlich von Meschede in einem zwei- bis mehrschichtigen geringen bis mittleren Eichenbaumholz mit unterständiger Rotbuche ab 8,5 m Stammhöhe (oberhalb der Unter- und Zwischenschicht) bei mehr als 50 % des Bestandes abgestorbene Rinden- und Kambialschichten. In den unteren Stammteilen war das Kambium noch intakt. Dennoch sind diese Eichen, wegen des gefundenen Eichenprachtkäferbefalls, nicht mehr zu retten.

Ursache: Kombinationen aus Fraßgeschehen/ Mehltaubefall und Frost

Es kann nicht ausgeschlossen werden, dass auch Kombinationen aus den beschriebenen Faktoren als Auslöser der tödlich verlaufenden Eichenerkrankung angesehen werden müssen. Untersuchungsergebnisse liegen hierzu noch nicht vor.

Weitere Schadorganismen

In Eichenbeständen in Viersen, Schermbeck und Kreuztal waren folgende Pilze am Schädgeschehen mit beteiligt – im Holz und in der Rinde: Gemeiner Hallimasch (*Armillaria mellea*; mit primärpathogenem Potenzial); im Holz: *Ophiostoma piceae* (sekundärer Pilz); und in der Rinde: der Erreger des Pezicula-Krebses (*Pezicula cinnamomea*;

schwache pathogene Kraft). Eichenprachtkäferbefall (*Agrilus biguttatus*) konnte in den untersuchten Eichenbeständen in Kreuztal und Meschede nachgewiesen werden.

Maßnahmen

Geschädigte Eichen, welche bei Kronenansprachen im September/Oktober 2011 Blattverlustprozente von mehr als 75 % und Totastanteile von mehr als 30 % aufwiesen, sind potenzielle Absterbekandidaten. Je nach Zielsetzung des Waldeigentümers sind folgende Handlungsalternativen denkbar:

a) Belassen der absterbenden Eichen als Habitatbäume

Absterbende oder abgestorbene Eichen stellen unter allen Baumarten die wichtigsten Lebensräume für holzbewohnende Käfer³⁾ dar. Von 960 in NRW vorkommenden Totholzkäferarten sind 304 an Holz und 175 an Mulm gebunden⁴⁾. Beim Umsetzen dieses Zieles muss gegebenenfalls mit einer über mehrere Jahre anhaltenden, bestandesbezogenen Eichensterbenswelle gerechnet werden. Dabei können Absterbenester mit mehreren Eichen auftreten (siehe Abbildung 3).

b) Nutzung der absterbenden Eichen

Beim Umsetzen dieses Zieles sind im kommenden Winter solche Eichen einzuschlagen und die Stämme incl. des Kronenderbholzes vor März 2012 aus dem Wald abzufahren, um dem Ausbreiten von Eichenprachtkäfern und damit einer unter a) beschriebenen, gegebenenfalls lang anhaltenden Eichensterbenswelle zuvorzukommen. In Beständen mit Hallimaschbefall sind die Stöcke sehr tief nachzuschneiden, um den Pilz zu schwächen.



Abbildung 3: Bei der letzten Eichensterbenswelle, welche in den Jahren 1999 bis 2001 einsetzte, waren in Bereichen ohne forstliche Maßnahmen deutlich Klumpungseffekte absterbender Alteichen zu erkennen. Die Eichen wurden mittels GPS eingemessen. (Alt-FA Bonn, FBB Buschhoven)



Foto: Niesar



Foto: Niesar



Foto: Niesar

Abbildungen 4, 5 und 6: Auf der Suche nach Eichenprachtkäfern

Buchen, Lärchen und Spätfrost

In der Zeit vom 3. bis 5. Mai schädigten Spätfrost vor allem die frischen Triebe von Lärchen und Buchen aller Altersklassen in den Wäldern Nordrhein-Westfalens. Deutliche Schäden traten zwischen Meschede und Olsberg und im Bergischen Land vor allem an Unterhängen auf. Diese waren auch für Laien leicht sichtbar an bewaldeten Hängen an den Bundesautobahnen A1 und A45 zu erkennen.

Althölzer konnten durch Nottriebe die Kronen in diesem Jahr wieder neu begrünen. Bei Jungpflanzen hingegen war, wegen der fehlenden Reservestoffe, die Kombination aus Trockenheit und Frost (= Verlust der Assimilationsmasse) kritischer zu beurteilen. Hier kam es landesweit zu Ausfällen. Im Elpetal, in der Nähe von Meschede, war bei Altbuchen auch ein sehr starker Befall mit Buchenblattläusen festzustellen. Massenhaft stellten dort den Läusen deren Gegenspieler, räuberisch lebende Schwebfliegenlarven, nach.



Foto: Niesar

Abbildung 7: Durch Spätfrost rotbraun verfärbte Buchenkronen im Elpetal bei Olsberg

Fichten

Die trockenwarme Aprilwitterung konnten die Fichtenborckenkäfer für schnelle, aber landesweit sehr unterschiedlich verlaufende Entwicklungen nutzen. Der Flug der zweiten Generation 2011 hat im Gegensatz zu den Verhältnissen in Ostwestfalen (Hochstift-Langeland) in Emsdetten im Münsterland sehr früh eingesetzt (siehe Abbildungen 10, 11). Vereinzelt kam es zu Stehendbefallssituationen, welche durch den verregneten, für die Käferpopulationen ungünstigen Sommer als unkritisch einzustufen waren. Die Flugkurven und die Einschätzung der jeweils durchzuführenden Maßnahmen standen den Waldbesitzern auf der Internetseite www.waldschutz.nrw.de zur Verfügung.

Im Münsterland kam vereinzelt an Fichten die kleine Fichtenblattwespe vor. Diese in 2010 erstmals aufgetretene Befallssituation hat sich in 2011 ausgeweitet.



Abbildung 8: Befallssymptome der kleinen Fichtenblattwespe im Münsterland

Gespinnstmotten als Verpackungskünstler

Auch Gespinnstmotten, welche 2001 die letzte Massenvermehrung im Rheinland durchliefen, nutzen das Aprilwetter für eine starke Vermehrung aus.

Im ganzen Rheinland und im niederen Sauerland waren Äste und Stämme kahl gefressener Traubenkirschen (*Prunus padus*), Weißdorn (*Crataegus spec.*) und Pfaffenhütchen (*Euonymus europaeus*) mit einem dichten, auffälligen, weißgrauen Gespinnst umgeben. Die Verpackungskünstler gehören der Gattung der Gespinnstmotten (*Hypnomena spec.*) an. Erfahrungsgemäß dauern solche Massenvermehrungen bei ungestörtem Verlauf bis zu 10 Jahre. Deren Ende kann sich durch Winter mit tiefen Frösten plötzlich oder nach mehreren Jahren durch vermehrten Einfluss von natürlichen Gegenspielern, mit der Dominanz von über 80 verschiedenen Insekten (vor allem Schlupfwespen), schleichend einstellen.

Im Wald und im öffentlichen Grün sind keine Gegenmaßnahmen erforderlich, da die Gehölze durch den Johannistrieb wieder ergrünen und von den Raupen keine unmittelbare Gefahr für Menschen und Tiere ausgeht.

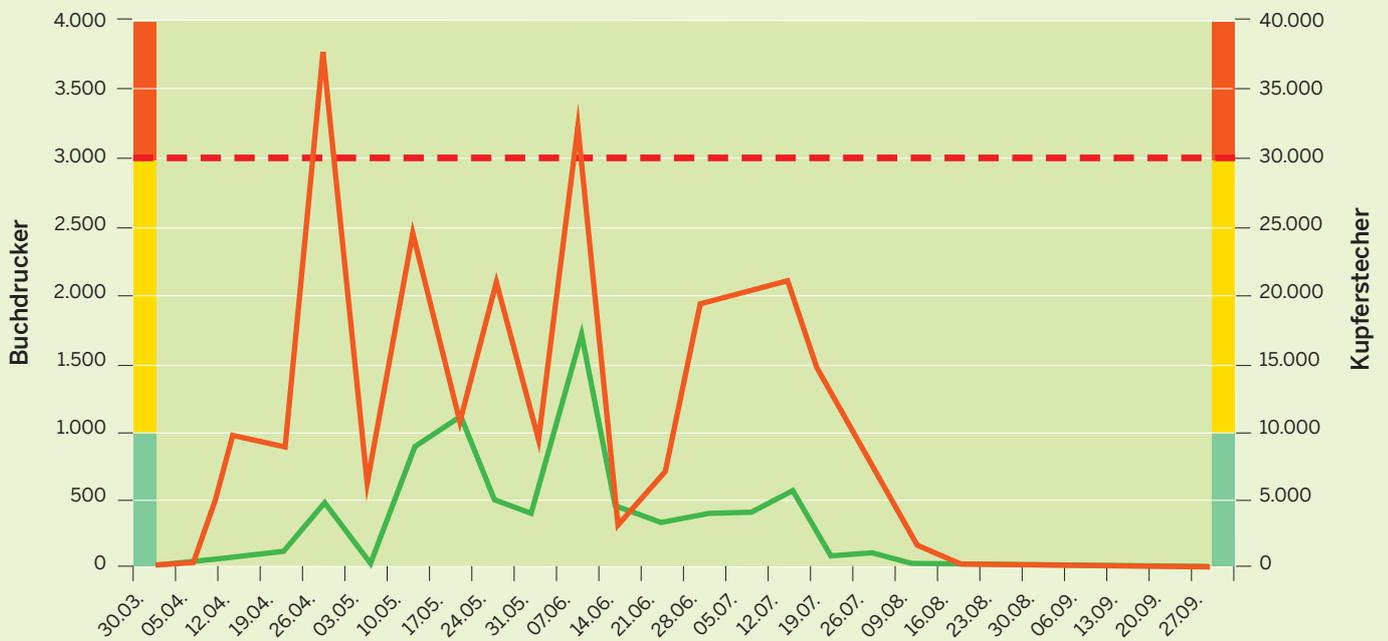


Abbildung 9: Gespinnstmotten

Literatur

- 1) Falkenried, L., 2010: Monitoring zur Vitalität der Baumkronen 2010; in: Waldzustandsbericht 2010 des Landes NRW, Landesbetrieb Wald und Holz NRW, Presse- und Öffentlichkeitsarbeit, Albrecht-Thaer-Straße 34, 48147 Münster
- 2) Schwertfeger, F., 1981: Waldkrankheiten, Verlag Paul Parey, 486 S.
- 3) Palm, T. (1951): Die Holz- und Rindenkäfer der nordschwedischen Laubbäume – Meddelanden fran Statens Skogsforskningsinstitut, Bd. 40, Nr. 2, S. 1–242
- 4) Köhler, F. (2000): Totholzkäfer in Naturwaldzellen des nördlichen Rheinlands; Schriftenreihe der LÖBF/LAFAO NRW, Band 18, S. 1–352

Borkenkäfermonitoring 2011 – Emsdetten (55 m ü. NN, Exposition Süd-West)



Borkenkäfermonitoring 2011 – Hochstift-Langeland (340 m ü. NN, Exposition Süd)

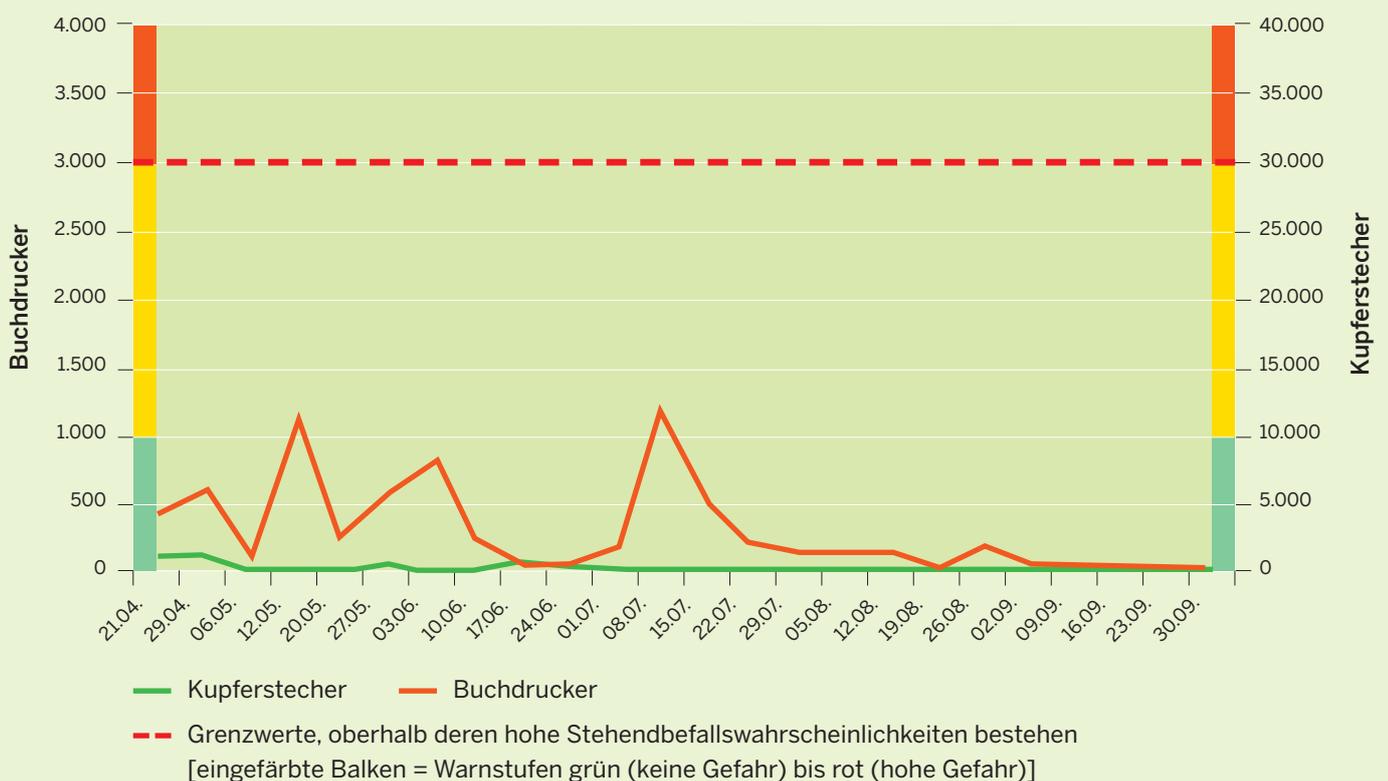


Abbildung 10 und 11: Flugverlaufskurven von Buchdrucker und Kupferstecher



Naturnaher Waldbau im Klimawandel – ein Modell mit Zukunft

Die Bewirtschaftung von Wald ist eine langfristige Investition, durch die sich der Waldbesitzer für mehrere Jahrzehnte festlegt. Die langen Zeiträume enthalten Risiken, die bei der Planung so weit wie möglich berücksichtigt werden sollten. Der zurzeit größte Risikofaktor für die Planung der Bewirtschaftung ist der mit vielen Unsicherheiten prognostizierte Klimawandel und die Standortveränderungen. Der Klimawandel führt einerseits zu langsamen, kontinuierlichen Veränderungen, andererseits zu häufigeren extremen Wetterereignissen. Die Risiken für die bewirtschafteten Wälder und für die Betriebe nehmen dadurch zu. Nur ein Waldmanagement, welches diese Risiken beachtet, kann eine nachhaltige Holzproduktion, die Sicherung der Schutz- und Erholungsfunktionen und einen wirksamen Schutz der Waldökosysteme in Zukunft und auf Dauer gewährleisten.

Obwohl die Wahrscheinlichkeit groß ist, dass die prognostizierten Klimaänderungen das Anbaurisiko und die Mortalität bei einigen Baumarten erhöhen, gilt es, waldbaulichen Aktivismus zu vermeiden. Vielmehr gilt es, flexible Maßnahmen und Strategien zu entwickeln, die alle möglichen Fälle berücksichtigen, die eine kontinuierliche Anpassung ermöglichen. So ist die Unsicherheit darüber zu berücksichtigen, wie sich das künftige Klima tatsächlich darstellt und in welcher Weise dies die Vitalität und die Fähigkeit der Baumarten zu Wachstum und Verjüngung beeinflusst.

Eine zukunftsorientierte Waldbewirtschaftung und Wiederbewaldung im Klimawandel zeichnet sich durch die Beurteilung verschiedener Handlungsoptionen aus, wobei gleichzeitig die Eignung bisheriger Verjüngungs-, Pflege- und Nutzungskonzepte überprüft wird. Damit soll eine Risikobegrenzung und -verteilung unter Beachtung der Nutz-, Schutz- und Erholungsfunktionen der Wälder sichergestellt werden. Die Integration natürlicher Störungsereignisse in waldbauliche Steuerung und Planung ist ein neuer Ansatz im Waldökosystemmanagement und wird als ein Schlüssel gesehen, Wälder als klimaelastische Ökosysteme zu bewirtschaften.

Bei den Maßnahmen, die den Wald gegen Störungen widerstandsfähiger und elastischer machen, werden unterschiedliche Strategiekonzepte verfolgt. Die vorliegende Strategie konzentriert sich auf die Stärkung von

- **Vitalität**

Erziehung wuchskräftiger Einzelbäume und Bestände mit hoher Stresstoleranz, welche das Standortpotenzial langfristig ausschöpfen können

- **Stabilität**

Horizontale und vertikale Differenzierung

- **Vielfalt, Naturnähe**

Breite Baumartenpalette mit hoher genetischer Diversität; standortgerechte Baumarten und Naturverjüngung

- **Qualität**

Hochwertige und vielfältig verwendbare Holzsortimente

Eine der wesentlichsten Maßnahmen zur Erhaltung und Förderung der Biodiversität im Wald ist die naturnahe Waldbewirtschaftung. Diese nutzt natürlich ablaufende Prozesse, um stabile, ökologisch intakte Waldökosysteme aufzubauen. Die Ziele und Grundsätze des naturnahen Waldbaus sind für den Staatswald des Landes verbindlich und werden auch von vielen privaten und kommunalen Waldbesitzenden auf freiwilliger Basis als Richtschnur ihres betrieblichen Handelns angewendet. Naturnaher Waldbau bedeutet unter anderem:

- Verzicht auf Kahlschläge
- Vorrang der Naturverjüngung zum Erhalt hoher genetischer Variabilität
- Schaffung von Mischwäldern mit standortgerechter Bestockung
- Integration von natürlichen Sukzessionsphasen
- Schutz der Ressource Boden durch Verhinderung von Austrocknung und Verdichtung des Bodens

Dem naturnahen Wald wird unter anderem im Vergleich zum Altersklassenwald eine geringere Anfälligkeit gegen biotische und abiotische Gefährdungen zugeschrieben. Voraussetzung dafür ist es, dass der Wald auf das jeweilige Standortpotenzial (optimal) abgestimmt sein muss. Ziel der naturnahen Waldbewirtschaftung (vgl. Wald 2000) ist daher die Erhaltung und die Schaffung von standortgerechten, genetisch vielfältigen, in ihrem Artenspektrum und ihrem Aufbau reich strukturierten Mischbeständen mit hohen Laubholzanteilen, die kahlschlagfrei, dauerhaft und nachhaltig zu bewirtschaften sind. Im naturnahen Wald stehen Bäume unterschiedlichen Alters und verschiedener Arten nebeneinander. Durch natürliche Aussaat wachsen junge Bäume nach. Im Laufe von Jahrzehnten entsteht ein mehrstufiger Mischwald. Anders als im einstufigen, dicht geschlossenen Altersklassenwald erhält der Unterwuchs mehr Licht. Die natürlichen Abwehrkräfte werden gefördert, die Bäume sind robuster. Betriebswirtschaftlich erfolgreich zu arbeiten, ist dabei genauso wichtig, wie den Anliegen des Naturschutzes und dem Erholungsbedürfnis gerecht zu werden.

Waldbauliche Handlungsoptionen im Klimawandel

Ziel des waldbaulichen Handelns im Kontext der klimatischen Veränderungen ist die Erhaltung der Stabilität, der Leistungsfähigkeit und der Artenvielfalt der Wälder. Durch eine intensive Waldpflege wird die Erneuerungskraft und damit die natürliche Verjüngung des Waldes gefördert. Ein klimaplastischer Wald kann sich an Veränderungen in der Umwelt besser anpassen und damit zur Aufrechterhaltung der Waldfunktionen beitragen. Der Landesbetrieb Wald und Holz NRW hat mit Fachkonzepten zur Wiederbewaldung, zur naturnahen Waldbewirtschaftung und zum forstlichen Vermehrungsgut bereits Wege zur Stabilisierung der Wälder aufgezeigt.

Voraussetzung für eine möglichst hohe Klimaschutzwirkung des Waldes sind einerseits stabile Wälder, die durch ihre Baumartenkombination auf künftige Klimaänderungen flexibel reagieren können (Bild 1), und andererseits die Umsetzung einer multifunktionalen Forstwirtschaft. Um für die Gesellschaft die vielfältigen Dienstleistungen, unter anderem die Speicherung von Kohlenstoff in Wald-

beständen, im Waldboden und in Holzprodukten, in Zukunft zu gewährleisten, ist kompetente Forst- und Waldwirtschaft erforderlich.

Entscheidungen über waldbauliche Umstellungsprozesse im Klimawandel unter Einbeziehung aller Entscheidungsmodule können nur sukzessiv, d. h. nach wiederholter Situationsanalyse getroffen werden. Überstürzte Entscheidungen sind abzulehnen. Vorhandene Chancen, die sich zum Beispiel auf entstandenen Störungsflächen (Kyrill, Borkenkäfer) ergeben, sind konsequent zielorientiert auszunutzen. Aktuelle Bestockungen sind so zu steuern, dass sie sich zu „klimaplastischen“, zukunfts-fähigen Wäldern entwickeln bzw. entwickeln können.

Unter Beachtung bestehender gesetzlicher und verwaltungsinterner Vorschriften sowie Konzepte/Programme wurden für die Modellregion Sauerland „Empfehlungen und Entscheidungshilfen zu den waldbaulichen Umstellungsprozessen im Klimawandel“ formuliert. Dazu hat



Bild 1: Buchen (112-jährig) und Douglasien (108-jährig) im Mischbestand

sich eine Expertengruppe, in der Vertreter von Wissenschaft und Praxis sowie alle Waldbesitzarten vertreten sind, zusammengefunden. Die einzelnen Entscheidungsmodulare für eine nachhaltige Waldbewirtschaftung unter

sich wandelnden Klimabedingungen sind in der Abbildung 1 zusammenfassend dargestellt. Unter Beachtung der Ergebnisse der Regionalisierung von Klimaszenarien (incl. Witterungsextreme) und Vorgabe der betrieblichen

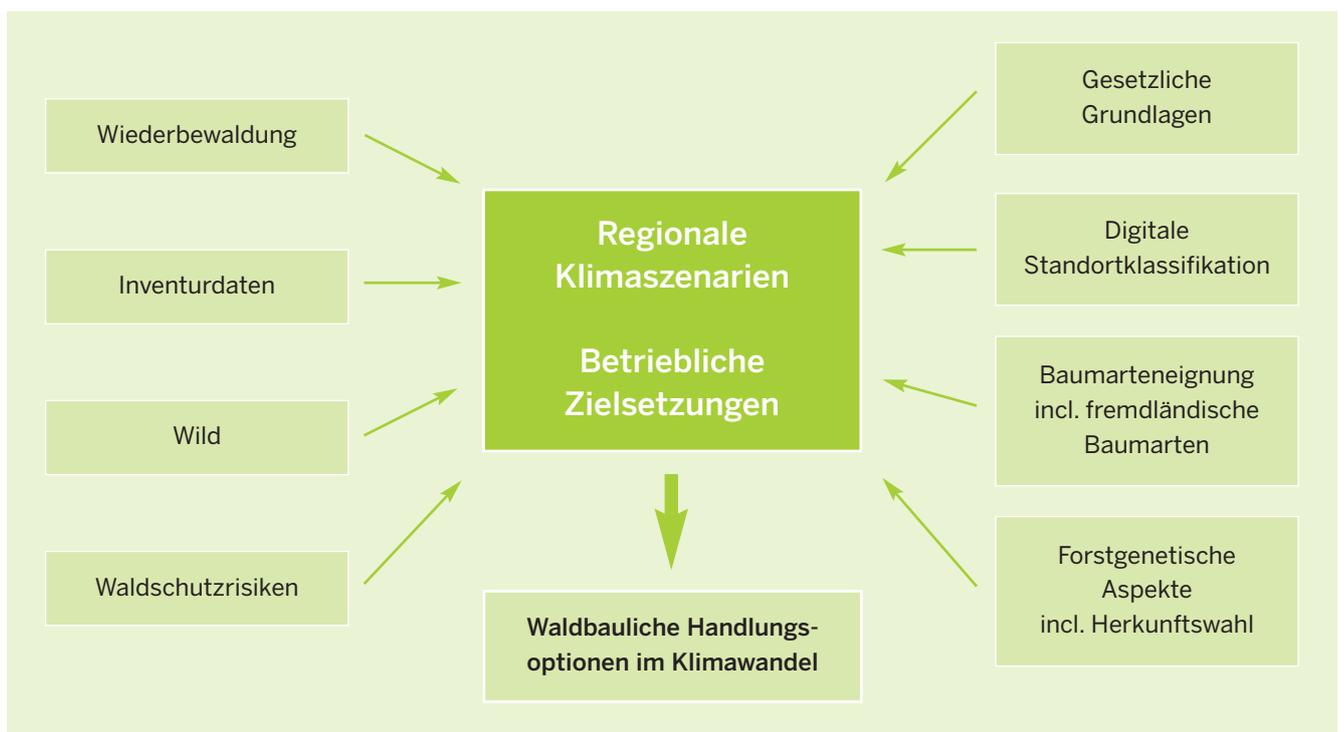


Abbildung 1: Entscheidungsmodulare zur Ableitung waldbaulicher Handlungsoptionen im Klimawandel (LEDER, 2010)

Zielsetzungen werden durch das Instrumentarium der digitalen Standortklassifikation Bodeneigenschaften charakterisiert und Grenzstandorte identifiziert. Auf der Grundlage dieser Ergebnisse wird unter Beachtung der Erhaltung und Förderung der genetischen Vielfalt die Anbaueignung bestimmter Baumarten (incl. fremdländischer Baumarten) und Herkünfte vorgeschlagen. In Verbindung mit einem angepassten Wildtiermanagement und zusammen mit der Beschreibung standortabhängiger Waldschutzrisiken sowie aktueller Inventurdaten werden unter Berücksichtigung der Empfehlungen zur Wiederbewaldung bzw. der Empfehlungen zur naturnahen Waldbewirtschaftung die waldbaulichen Umstellungsprozesse im Klimawandel abgeleitet. Durch Kombination und Zusammenführung der Ergebnisse der einzelnen Entscheidungs-

module können Sensitivitätskarten erarbeitet werden. Auf diesen Karten können mögliche Störungen unter Einbeziehung waldbaulicher Überlegungen, nach Dringlichkeit der Maßnahme differenziert, erkannt werden.

Als Instrumentarium der naturnahen Waldbewirtschaftung im Klimawandel werden Überführungsstrategien, dynamische Anpassungsstrategien sowie Ausweichstrategien behandelt (Abbildung 2). Neben der Beibehaltung der bisherigen Waldbewirtschaftung, zum Beispiel in Beständen, die vom Klimawandel wenig betroffen bzw. mit Baumarten bestockt sind, die nicht vom Klimawandel betroffen sind und/oder eine hohe Widerstandsfähigkeit aufweisen, wird das Prinzip der naturnahen Waldbewirtschaftung als Modell mit Zukunft integriert.



Abbildung 2: Waldbauliche Handlungsoptionen im Klimawandel (LEDER, 2010)

Literatur

Leder, B. (2010): Strategie zur Ableitung waldbaulicher Handlungsoptionen im Klimawandel. AFZ/DerWald 3, S. 12–13



Ozoneinfluss auf den Wald – Langzeitentwicklung der Belastung und Entwarnung für 2011

Bodennahes Ozon kann sich in hohen Konzentrationen für Mensch und Umwelt schädigend auswirken. Es ist zwar ein natürlich vorkommender Bestandteil der Erdatmosphäre, doch bildet sich in Bodennähe aus Vorläufersubstanzen überwiegend menschlichen Ursprungs, wie Stickstoffoxiden, flüchtigen organischen Verbindungen und Kohlenwasserstoffen, in verstärktem Maße zusätzliches Ozon. Intensive Sonneneinstrahlung und hohe Lufttemperaturen begünstigen hohe Ozonkonzentrationen. So ist nach bisherigen Erfahrungen in verstärktem Maße besonders an sogenannten „heißen Tagen“ (Tageshöchsttemperatur mindestens 30 °C) mit hohen Ozonwerten in der Umgebungsluft zu rechnen. In den heißen Sommern 2003 und 2006 konnten solche Zusammenhänge deutlich festgestellt werden.

In längeren heißen und trockenen Sommerperioden schädigt Ozon unsere Waldbäume und -sträucher, indem es als Gas in die Spaltöffnungen der Blätter und Nadeln eindringt. Dabei entstehen zuerst Schäden im Inneren der Blätter und Nadeln, die für den Betrachter nicht erkennbar sind. Erst bei länger anhaltender stärkerer Belastung werden Symptome für das normale Auge sichtbar: Es zeigen sich fleckige Aufhellungen (Mottling) oder runde, dunkelbraune, stecknadelkopfgroße Punkte auf den Blattoberseiten oder auch, besonders bei der Buche, eine bronzeartige Verfärbung zwischen den Blattadern. Im Extremfall können Blätter oder Nadeln vorzeitig altern und abfallen.

Die Einschätzung der Ozonbelastung und deren Einfluss auf die Baumvitalität wird auf Basis der Ergebnisse kontinuierlicher Ozonmessungen des LANUV/NRW mittels dauerhaft installierter Messstationen vorgenommen. Hierbei wird die Außenluft im Regelfall in 3,5 m Höhe über Grund angesaugt und in der Messstation automatisch analysiert. Die Daten werden im Fünfsekundenabstand erfasst und später zu Halbstunden- und Stundenmittelwerten zusammengeführt.

Grundlage der Belastungsbewertung sind speziell die 8-Stunden-Tageshöchstwerte der Messstationen Eifel (EIFE), Rothaargebirge (ROTH), Marl-Sickingmühle

(SICK) und Wesel-Feldmark (WESE), wobei allerdings nur die Stationen EIFE und ROTH in Waldgebieten stehen.

Verglichen werden diese Messergebnisse mit dem Schwellenwert für eine zu erwartende Schädigung von Baumkronen, dem sogenannten MPOC-Wert [(Maximal erlaubte Ozonkonzentration am Kronendach zum Schutz europäischer Laub- und Nadelbaumarten (Grünhage et al. 2001; VDI 2310, Blatt 6, 2002)] von $184 \mu\text{g}/\text{m}^3$ Ozon in der Umgebungsluft.

In den vergangenen zehn Jahren seit Beginn des Monitorings von Ozonschäden auf Wald-Dauerbeobachtungsflächen traten nur in drei Jahren nennenswerte Überschreitungen des MPOC-Wertes auf: 2003, 2006 und 2010. Jeweils waren die Überschreitungen begleitet von hohen Lufttemperaturen, die in allen drei Jahren an den „heißen Tagen“ im Durchschnitt bei $32 \text{ }^\circ\text{C}$ Tagesmaximum lagen. Die unterschiedliche Anzahl der „heißen Tage“ und die Anzahl der Überschreitungen des Grenzwertes führten letztendlich zu auffälligen Ozonschäden an Laubbäumen und Sträuchern im Jahr 2003, geringeren Schäden in 2006 und keinen erkennbaren Schäden in 2010. In allen anderen Jahren war der Anteil „heißen Tage“ und Grenzwertüberschreitungen nur gering oder nicht vorhanden, weswegen auch keine Ozonschäden auftraten.

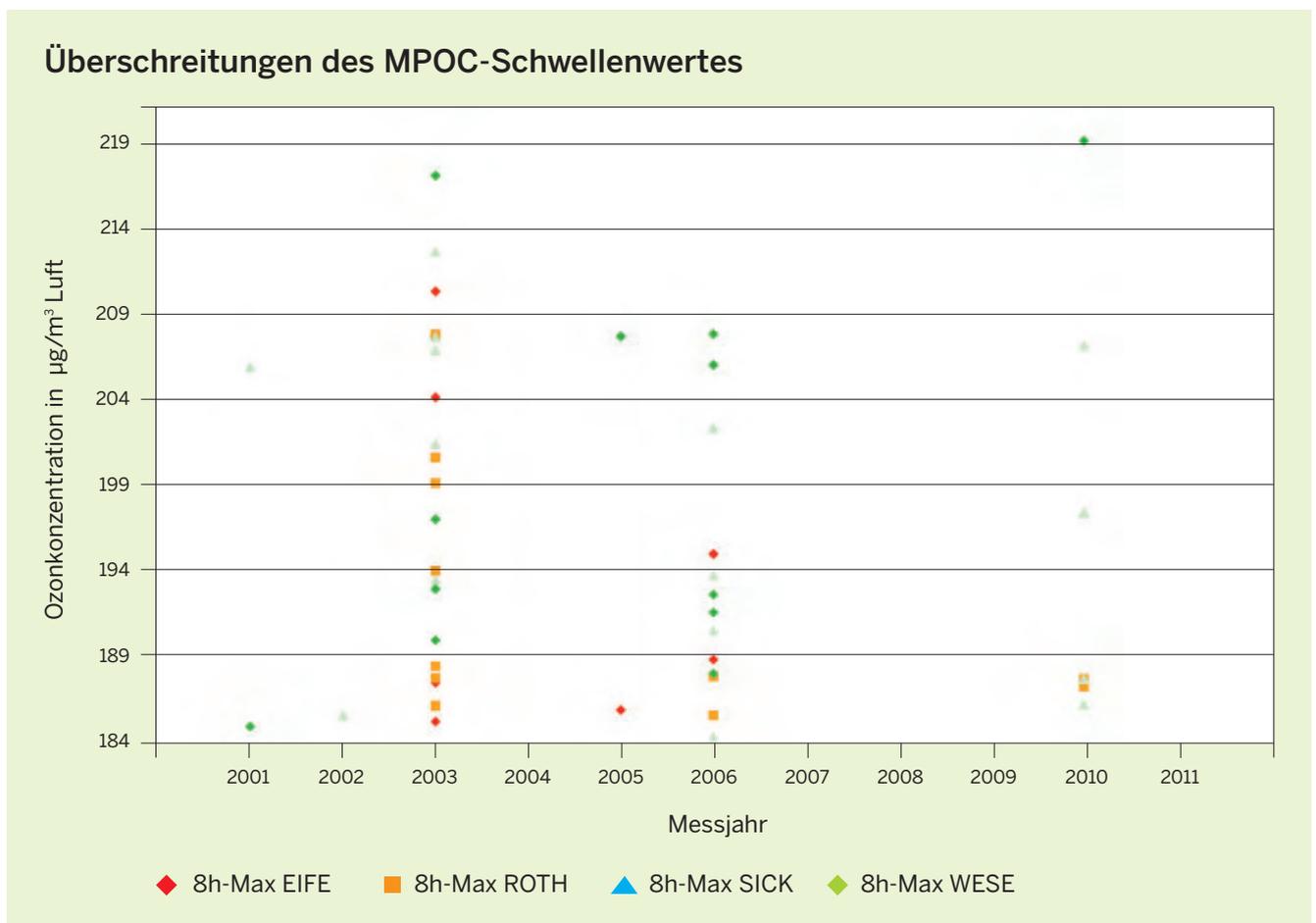


Abbildung 1: Überschreitungen des MPOC-Schwellenwertes ($184 \mu\text{g}/\text{m}^3$) an 4 Messstationen des LANUV

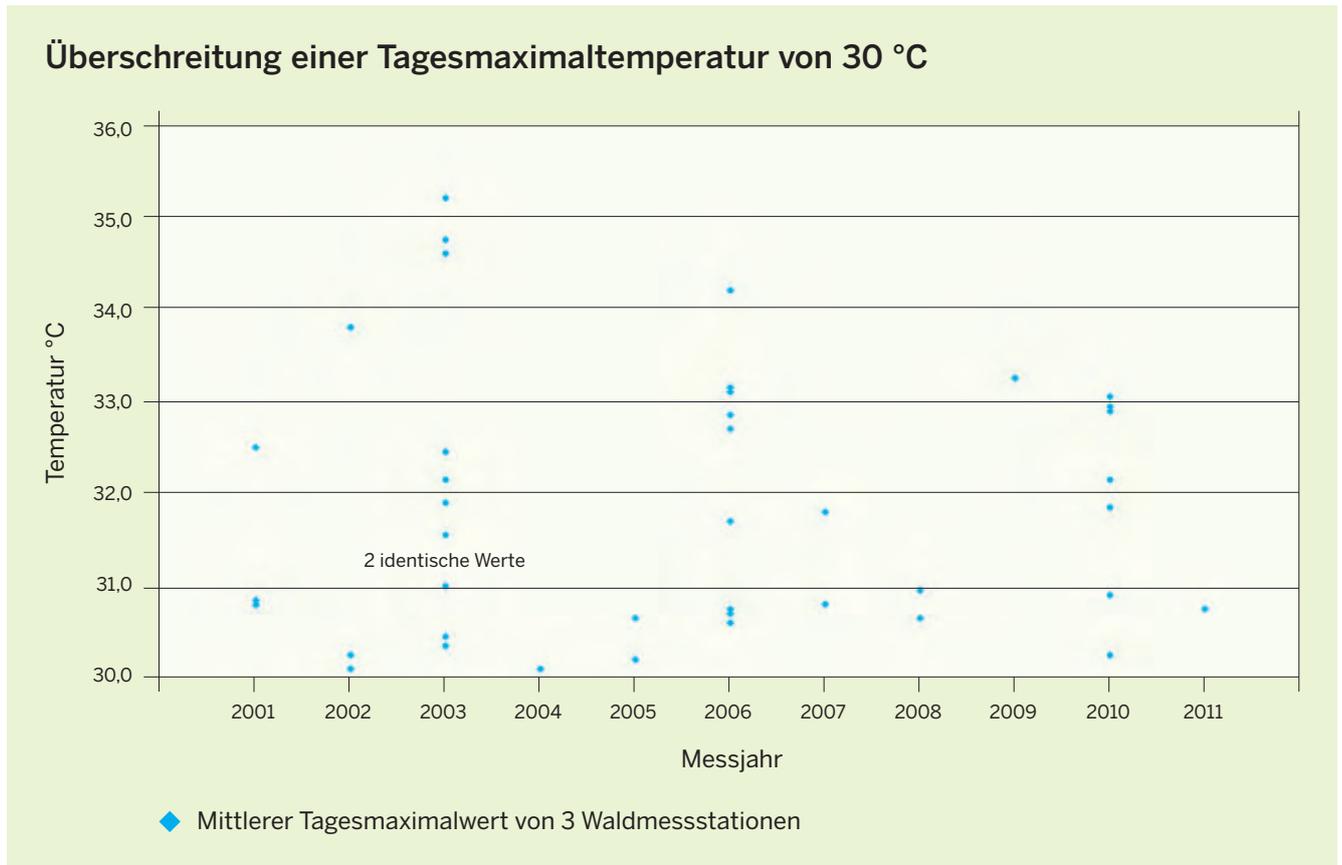


Abbildung 2: Überschreitung einer Tagesmaximaltemperatur von 30 °C (= „heiße Tage“) im Mittel von 3 Waldmessstationen des LANUV

Aktuelle Ozonbelastung 2011

Die diesjährigen Temperatur-Messungen an den Waldmessstationen in der Haard, bei Paderborn (Schwaney) und bei Elberndorf erfassten als Mittelwert der drei Stationen nur am 28. Juni 2011 einen „heißen Tag“. Während in Elberndorf kein „heißer Tag“ erreicht wurde, wurde in Schwaney an einem Tag und in der Haard bei Recklinghausen an drei Tagen der Schwellenwert von 30 °C überschritten.

An den 4 betrachteten Messstationen des LANUV wurde jedoch zu keiner Zeit im laufenden Jahr 2011 der MPOC-Schwellenwert erreicht! Nur am 28. Juni kamen die Werte an den beiden Stationen im Flachland mit 162/168 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ Ozon gerade mal in die Nähe des Schwellenwertes. In der übrigen Zeit lagen die Werte aller Stationen weit darunter.

Aufgrund dieser Messergebnisse waren keine Ozonschäden an der Vegetation der Wald-Dauerbeobachtungsflächen zu erwarten. Eine kurze okulare Überprüfung der Frühwarn-Flächen am Waldrand (LESS-Flächen) vor Ort ergab keine Schäden, sodass von einer Vollaufnahme dieser Flächen, geschweige denn einer Untersuchung der Waldbäume der eigentlichen Wald-Dauerbeobachtungsflächen abgesehen werden konnte.

Ein Einfluss von Ozonschäden auf die Ergebnisse der WZE kann somit für 2011 sicher ausgeschlossen werden.

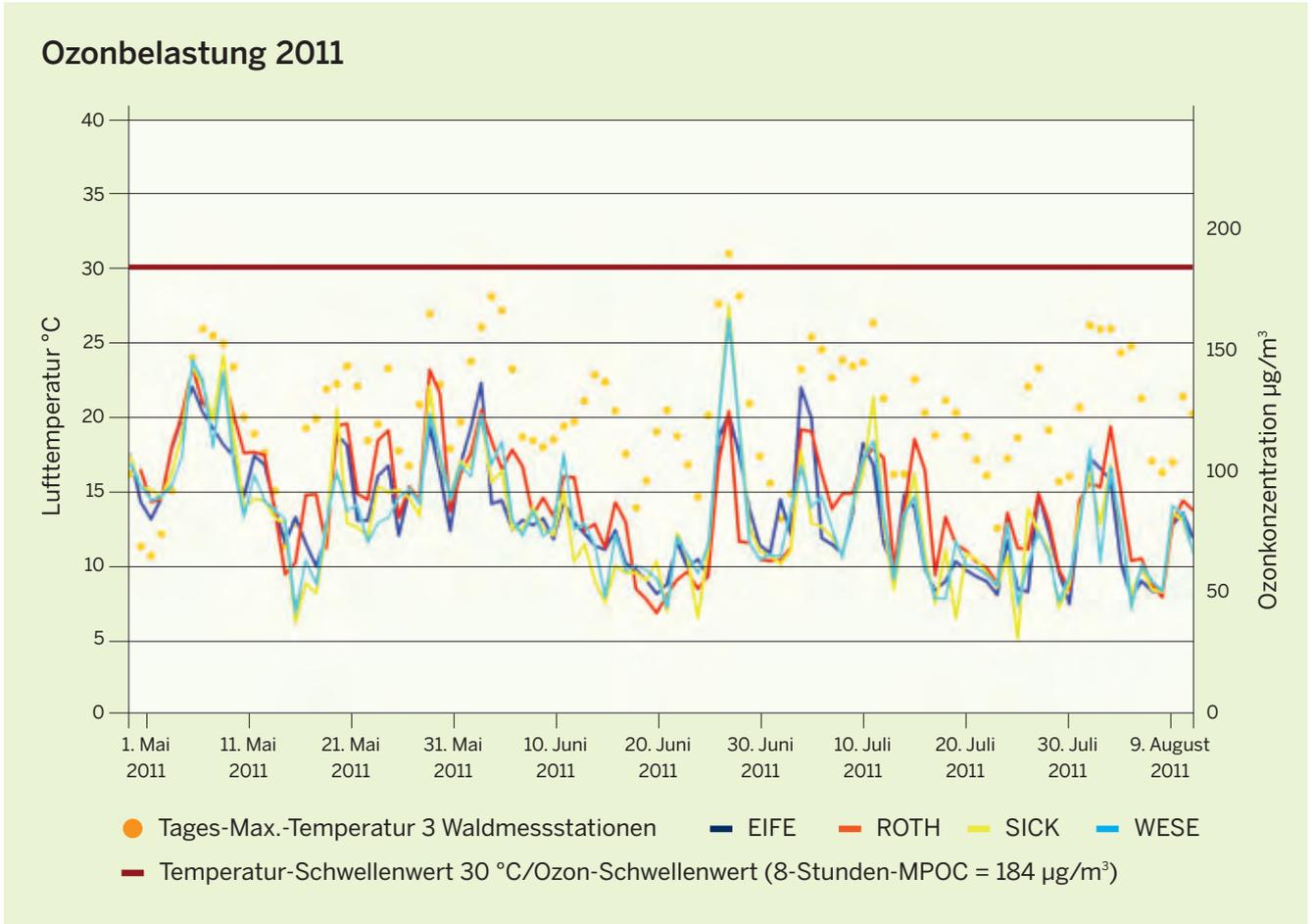


Abbildung 3: Ozonbelastung 2011 – mittlerer Tageshöchstwert der Lufttemperatur an 3 Waldmessstationen und 8-h-Tageshöchstwerte der Ozonkonzentration an 4 Messstationen des LANUV in Nordrhein-Westfalen



Impressum

Herausgeber

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

Fachredaktion

MKULNV, Referat III-2 Waldbau, Klimawandel im Wald,
Holzwirtschaft

Landesbetrieb Wald und Holz NRW
Lehr- und Versuchsforstamt Arnsberger Wald
Schwerpunkt Waldplanung, Waldinventur, Waldbewertung

Fachtexte

Landesbetrieb Wald und Holz NRW:
Lutz Falkenried (S. 6–21)
Dr. Bertram Leder (S. 62–65)
Dr. Mathias Niesar (S. 56–61)

Landesamt für Natur, Umwelt und Verbraucherschutz NRW (LANUV):
Dr. Joachim Gehrmann (S. 22–31)
Lutz Genßler (S. 66–69)
Christoph Ziegler (S. 32–55)

Gestaltung

dot.blue – communication & design
Jutta Schlotthauer, Jörg Hampe
www.dbcd.de

Druck

Druckerei und Verlag H. Bösmann GmbH
Detmold

Stand

Oktober 2011

Ministerium für Klimaschutz,
Umwelt, Landwirtschaft, Natur-
und Verbraucherschutz des
Landes Nordrhein-Westfalen
Schwannstraße 3
40476 Düsseldorf
Telefon 02 11 45 66-0
Telefax 02 11 45 66-3 88
infoservice@mkulnv.nrw.de
www.umwelt.nrw.de

