

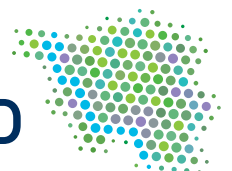
Waldzustandsbericht

2021



- SaarForst Landesbetrieb
- Landesamt für Umwelt- und Arbeitsschutz
- Ministerium für Umwelt und Verbraucherschutz

SAARLAND



Impressum

Herausgeber

Ministerium für Umwelt und
Verbraucherschutz Saarland
Keplerstr. 18
66117 Saarbrücken

Ansprechpartner:

FD Erich Fritz

Telefon: 0681 9712-116

Durchführung, Auswertung und Gestaltung

Zentralstelle der Forstverwaltung
Forschungsanstalt für Waldökologie und
Forstwirtschaft Rheinland-Pfalz
Hauptstr. 16

67705 Trippstadt

Telefon: 06306 911-0, Fax: 06306 911-300

zdf.fawf@wald-rlp.de

www.fawf.wald.rlp.de

Mitwirkung

Landesamt für Umwelt- und Arbeitsschutz
Don-Bosco-Str. 1
66119 Saarbrücken
Telefon: 0681 8500-0, Fax: 0681 8500-1384
lua@lua.saarland.de

Universität Trier
FB VI, Geobotanik
54286 Trier
Telefon: 0651 201-0
www.uni-trier.de

SaarForst Landesbetrieb
Von der Heydt 12
66115 Saarbrücken
Telefon: 0681 9712-01, Fax: 0681 9712-150
poststelle@sfl.saarland.de
www.saarforst-saarland.de

Saarbrücken, November 2021

als Download

www.saarland.de/waldzustandsbericht.htm

Titelbild:
Alter Laubwaldbestand im Saarkohlenwald

Foto: Th. Wehner

WALDZUSTANDS- BERICHT 2021

	Seite
Vorwort	4
Waldzustand 2021 - Ein Überblick	6
Waldzustandserhebung (WZE)	10
Einflüsse auf den Waldzustand Klimawandel und Witterungsverhältnisse	28
Einflüsse auf den Waldzustand Waldschutz	32
Einflüsse auf den Waldzustand Luftverunreinigungen	38
Die Schädigung von Altbuchenbeständen im Saarland nach drei Trockenjahren: Auswirkung auf die Waldökologie und die Forstbetriebe	48
Kompensationskalkungen als nachhaltiger Beitrag zum Erhalt vitaler Waldbestände im Staatswald	54
Die Entwicklung der Naturverjüngung in und außerhalb von Wildschutzgattern	62
Anhänge	
■ Zeitreihentabellen der Anteile der Schadstufen	72
■ Probebaumkollektiv 2021	78
■ Zusammensetzung des Probebaumkollektives nach Altersklassen	79
■ Statistische Signifikanz der Veränderungen der mittleren Kronenverlichtung	80
■ Ausmaß und Ursachen des Ausscheidens von Probebäumen	81
■ Abkommen und gesetzliche Regelungen zur Luftreinhaltung	83
■ Masterplan für den saarländischen Wald	86

VORWORT

Sehr geehrte Damen und Herren,
liebe Saarländerinnen und Saarländer,

spätestens seit den Hitzesommern der Jahre 2018 bis 2020 ist der Klimawandel bei uns angekommen. Wir können das an den vielerorts aufgetretenen drastischen Waldschäden sehen. Anfang 2021 hatten wir die große Sorge, dass uns ein weiterer trocken heißer Sommer bevorstehen könnte. Der Hitzesommer 2021 fiel aus. Dafür wurde es der regenreichste Sommer seit 10 Jahren. Das war gut für den Wald. Der Klimawandel zeigte sich jedoch von einer anderen Seite. Mitte Juli entwickelte sich der Regen von Tief „Bernd“ in der Eifel zum „Jahrhundertregen“. Die extremen Wassermassen forderten über 180 Menschenleben. Es ist schlichtweg Zufall, dass das Saarland von Überflutungen verschont wurde.

Wie ist es nun um unseren saarländischen Wald im Jahr 2021 bestellt? In der Rückschau stellen wir fest, dass in den Jahren 2018 bis Oktober 2021 (3. Quartal) bislang 570 960 Kubikmeter Schadholz angefallen sind. Das Nadelholz hat mit 91 Prozent den größten Anteil am Schadholz, das Laubholz lediglich 9 Prozent. Bis zum Jahresende erwarten wir, dass die Schadholzmenge auf etwa 700 000 Kubikmeter ansteigen könnte. Das ist mehr als der doppelte nachhaltige Jahreseinschlag im Saarland. Trotz verregnetem Sommer 2021 sind die Schadholzmengen immer noch viel zu hoch. Mit rund 75 Prozent haben wir in Deutschland den höchsten Laubwaldanteil. Die Waldzustandserhebung 2021 erfasst neben Buche, Eiche, Fichte und Kiefer weitere 26 Baumarten. Unser Wald beherbergt darüber hinaus eine Vielzahl weiterer Baumarten und ist gut strukturiert. Das ist ein Ergebnis von mehr als 30 Jahren naturnaher Waldwirtschaft. Hätten

wir einen höheren Anteil an monostrukturiertem Nadelwald, wie das zum Teil in anderen Bundesländern der Fall ist, würden die Schadholzmengen vermutlich höher ausfallen.

Wie sehen die Ergebnisse der Waldzustandserhebung 2021 aus:

Der Zustand des saarländischen Waldes hat sich im Vergleich zu 2020 kaum verändert. Die Waldbäume leiden noch immer unter Vitalitätsschwäche und Schäden. Für die gesamte Waldfläche des Saarlandes über alle erfassten Bäume und Altersstufen zeigt sich folgendes Bild:

Der Anteil der Probestämme ohne Schäden (Schadstufe 0) ist um 7 Prozentpunkte auf 25 Prozent angestiegen. Der Anteil der Probestämme mit deutlichen Schäden (Schadstufen 2-4) ist um 4 Prozentpunkte auf 37 Prozent gesunken (2020 – 41 Prozent). Der Witterungsverlauf begünstigte den Kronenzustand der Bäume, denn die Niederschläge fielen gleichmäßig über das Jahr verteilt und ausgeprägte Trockenphasen traten im Saarland nicht auf. Die Buche (23 Prozent Flächenanteil) ist die Leitbaumart der natürlich vorkommenden Waldgesellschaften im Saarland. Gegenüber dem Vorjahr ist eine leichte Verbesserung beim Kronenzustand eingetreten. Aber die Trockenheitssensitivität der Buche bereitet indes Sorgen. Die Absterberate der Buche liegt aktuell bei 1 Prozent, der Durchschnittswert der Zeitreihe 1984-2021 hingegen liegt bei 0,1 Prozent. Die aktuelle Absterberate liegt um den Faktor 10 höher. Vielfach sind alte Buchen betroffen. Das Ausmaß der Schäden tritt regional



unterschiedlich auf, so ist beispielsweise der Saarkohlenwald stärker betroffen als die Buchenwälder auf Buntsandstein.

Der Zustand der Eiche (21 Prozent Flächenanteil) hat sich 2021 leicht verschlechtert. Als ursächlich für die Kronenverlichtung gelten der kombinierte Befall von blattfressenden Raupen (Eichenfraßgesellschaften) und Eichenmehltau.

Der Zustand der Fichte (15 Prozent Flächenanteil) wird weiterhin durch Borkenkäferbefall bestimmt. Gegenüber 2020 hat er sich kaum verändert. Die Fichte hat im Vergleich zu den anderen erfassten Baumarten mit 11,2 Prozent Anteil in der Schadstufe 4 die höchste Absterberate. Ein kleiner Lichtblick ist die Entwicklung in der Schadstufe 0 (ohne sichtbare Schäden), denn diese stieg um 4 Prozentpunkte auf 12 Prozent (2020 – 8 Prozent).

Der Zustand der Kiefer (6 Prozent Flächenanteil) liegt 2021 auf dem Niveau des Vorjahres. Damit stabilisieren sich die Kiefern weiterhin auf dem erfreulicherweise niedrigen Schadniveau der letzten sieben Jahre.

Unter den Sonstigen Baumarten (Flächenanteil 34 Prozent) werden 26 Baumarten erfasst. Dazu gehören Birke, Esche, Lärche, Ahorn, Douglasie und viele weitere Baumarten. Ein Ergebnis von mehr als drei Jahrzehnten naturnaher Waldwirtschaft. Mit einem Anteil von 43 Prozent in der Schadklasse 0 (ohne sichtbare Schäden) und 22 Prozent in der Schadklasse 2-4 wirken die Sonstigen Baumarten positiv auf das Gesamtergebnis.

Meine sehr geehrten Damen und Herren, die Entwicklung unseres Waldes stellt uns vor große Herausforderungen. Unser Wald hat viele für unsere Gesellschaft bedeutsame Funktionen. Er soll nachhaltige, klimafreundliche und heimische Produkte liefern, gleichzeitig als Erholungsraum dienen, uns bei der Erreichung von Biodiversitätszielen unterstützen und uns bei der Abmilderung des Klimawandels als Kohlenstoffsенke helfen. Dabei hat die ökologische Funktion für uns im Saarland Vorrang. Wir wollen dem Wald mehr Luft zum Atmen geben. Deshalb werden wir den Einschlag im Staatswald weiter reduzieren. Das hat seinen Preis, den wir aber bereit sind zu zahlen. Dem SaarForst Landesbetrieb werden zur Unterstützung für die nächsten beiden Jahre 11 Millionen Euro zusätzlich zur Verfügung gestellt werden.

Die Entwicklung eines klimastabileren Waldes setzt einen stetigen Prozess der Evaluierung und des Prüfens voraus, in dem wir auch weiterhin an tragfähigen Lösungen arbeiten. Sie dabei mitzunehmen und auf dem Laufenden zu halten, ist uns ein wichtiges Anliegen.

Ihr Reinhold Jost

Minister für Umwelt und Verbraucherschutz,
Saarland

WALDZUSTAND 2021



EIN ÜBERBLICK

Die Waldschadensinventuren werden jedes Jahr zu einem gleichen Zeitraum - nach vollem Laubaustrieb - durchgeführt. Im Sommer 2021 ist das Schadniveau ist weiterhin hoch, auch wenn sich die Situation gegenüber dem Vorjahr etwas entspannt hat. Der Anteil deutlicher Schäden ist etwas zurückgegangen auf 37 %, auch das mittlere Verlustprozent ist etwas niedriger als im Vorjahr. Der Anteil der Bäume mit starken Kronenschäden ist allerdings unverändert hoch, ebenso wie der Anteil frisch abgestorbener Bäume. Alle Kennwerte der Waldzustandserhebung unterstreichen die anhaltende Schädigung und Vitalitätsschwäche der Waldbäume.

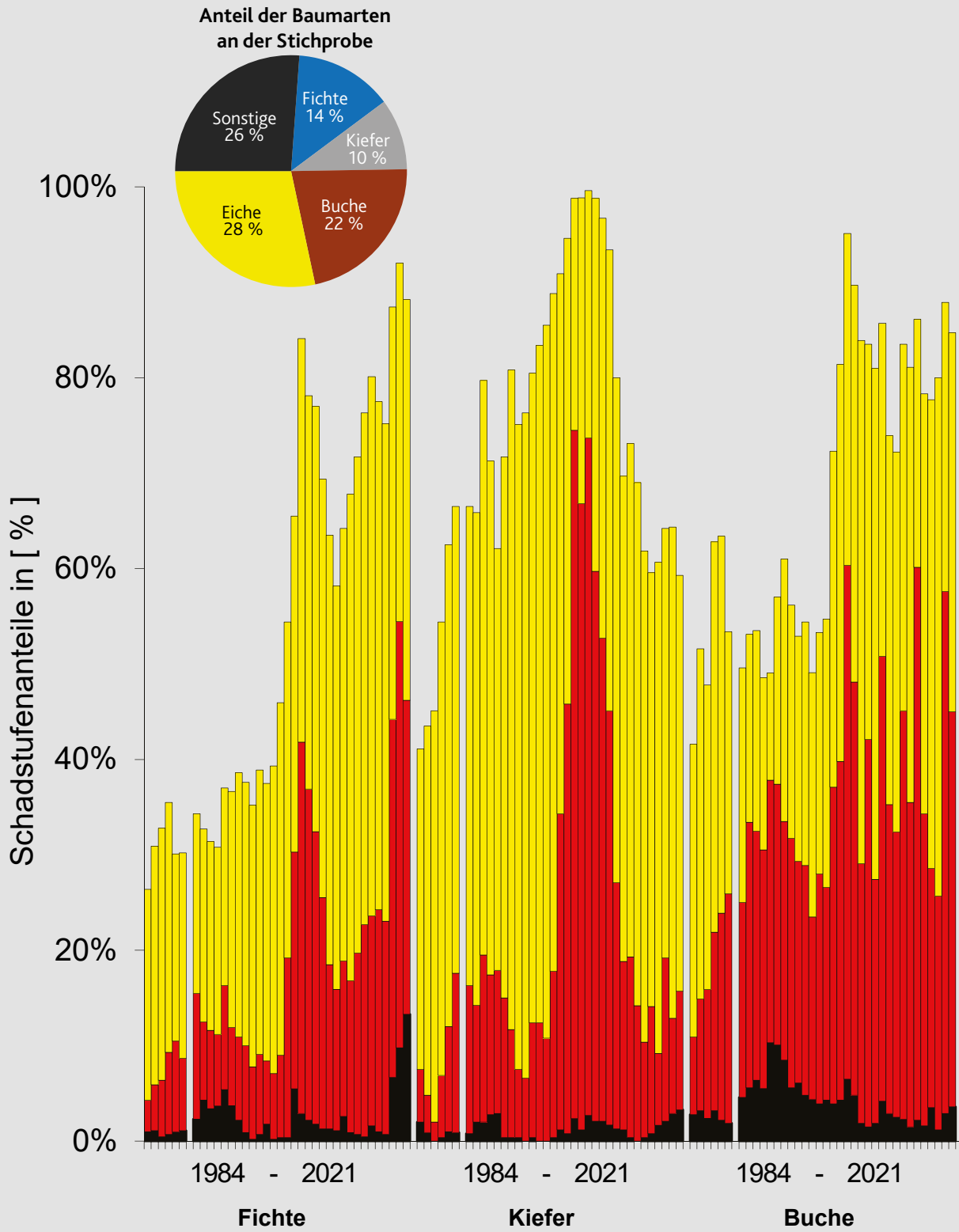
Für die Buche scheint mittlerweile starker Fruchtbehang im zweijährigen Rhythmus normal und wirkt als zusätzlicher Stressfaktor. So hätte ohne nach der letztjährigen Vollmast bei der günstigen Witterung in 2021 eine Erholung erwartet werden können, doch durch die Trockenheit des Vorjahres blieb der Buche anscheinend zu wenig Gelegenheit genügend Reservestoffe zu bilden, um die Krone wieder hinreichend zu regenerieren. Der Zustand der Eiche hat sich gegenüber dem Vorjahr verschlechtert. Bei der Fichte dauert die Borkenkäferkalamität, die für die extrem hohe Absterbe- und Ausscheiderate ursächlich ist, weiter an. Die Kiefern zeigen keine wesentliche Veränderung im Schadniveau. Das Schadniveau der Douglasie und Esche prägen weiterhin die Pilzkrankungen, die zu hohen Nadelverlusten bzw. absterbenden Trieben und Ästen führen.

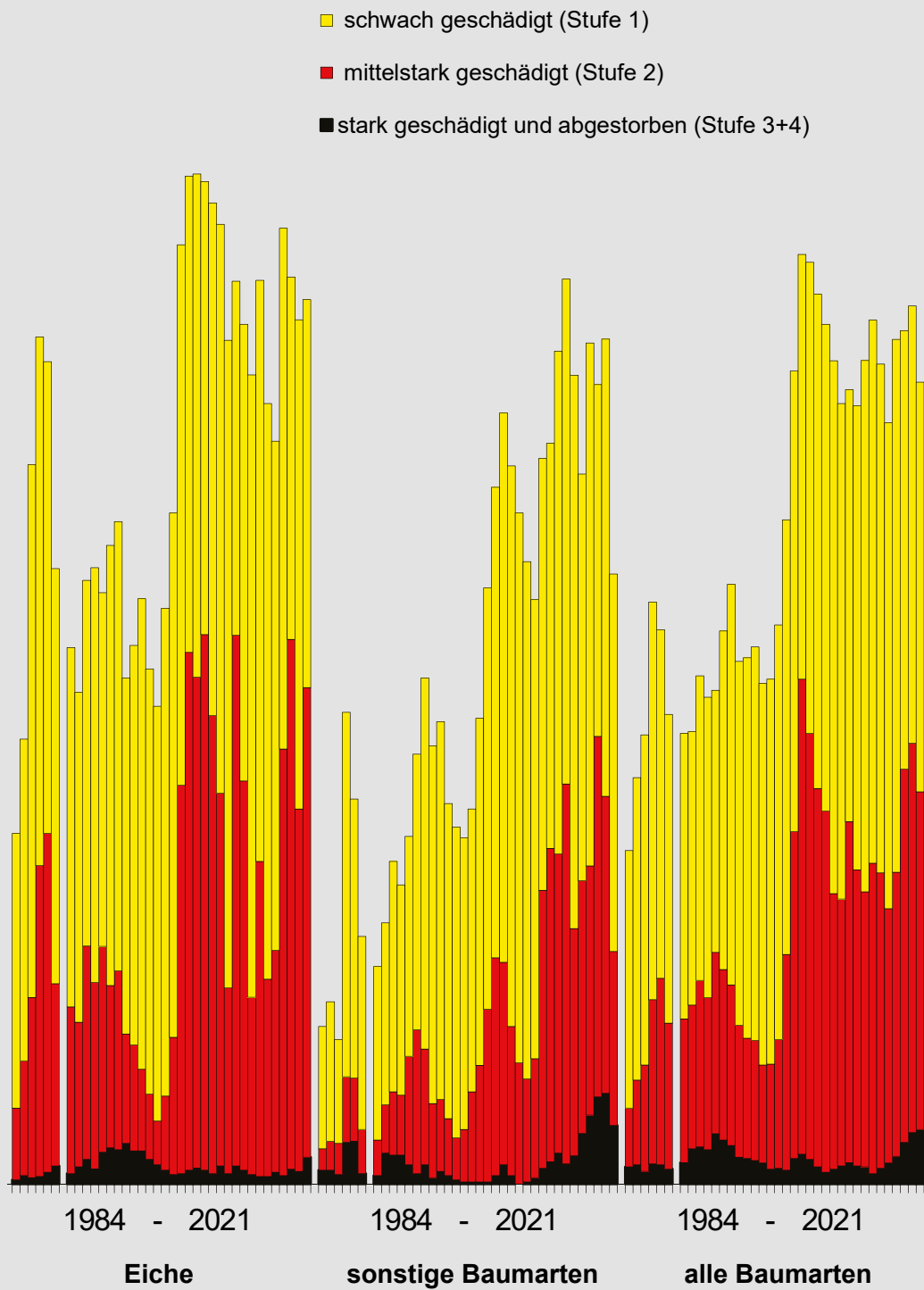
Unsere Wälder leiden stärker und langfristiger unter den Folgen der Dürrejahre als man es bisher beobachtet wurde. Lange trockene Perioden in den Vegetationszeiten 2018 bis 2020, weit überdurchschnittliche Temperaturen über den gesamten Zeitraum, eine enorme Borkenkäfermassenvermehrung

an Fichten sowie weitere, durch Temperaturerhöhung und Wassermangel verursachte Baumschäden führten zu einem hohen Schadniveau in der Zeitreihe seit Beginn der Waldzustandserhebung im Jahre 1984.

Nicht vergessen werden darf, dass unsere Waldökosysteme nach wie vor erheblich durch Luftschadstoffe belastet werden. Die Säurebelastung übersteigt trotz Erfolgen bei der Luftreinhaltung weiterhin das Pufferpotential vieler Waldbestände. Vor allem die Stickstoffeinträge liegen nach wie vor über dem Schwellenwert der Ökosystemverträglichkeit. Auch Ozon wirkt weiterhin waldschädigend, die Verträglichkeitsgrenzen für Waldbäume werden an allen Messstandorten überschritten.

Die aktuelle Schwächung der Buche als der von Natur aus dominierenden Baumart in Mitteleuropa, ist sehr beunruhigend. Auch wenn die ermittelten Absterberaten im Vergleich zur Fichte gering sind, liegen sie doch um ein Vielfaches höher als in der gesamten Zeitreihe der bisherigen Waldzustandserhebung. Erste Ergebnisse begonnener Zusatzuntersuchungen bestätigen die Trockenstresssensitivität der Buche. Neben im Klimawandel zu erwartende Arealverschiebungen führen natürliche und anthropogen verursachte Störungen des Bestandesgefüges geschlossen aufgewachsener älterer Buchenwälder zu zusätzlichen Belastungen der Buche, die diese in Stressjahren wie 2018 - 2020 nicht immer kompensieren kann.





WALDZUSTANDS- ERHEBUNG (WZE)



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

Im Jahr 2021 hat sich der Kronenzustand gegenüber dem Vorjahr über alle Baumarten kaum verändert. Ein Anstieg des Schadniveaus ist bei den Eichen zu verzeichnen, Buche und einige Nebenbaumarten wie Douglasie, Birke, Lärche und Ahorn haben sich in ihrem Kronenzustand etwas verbessern können. Bei Kiefer und Fichte ist die Schadsituation wenig verändert. Bedeutsam sind bei Fichte aber weitere Absterbeerscheinungen infolge Borkenkäferbefalls und auch bei Buche ist eine höhere Absterberate aufgefallen.

Durchführung

Die Waldzustandserhebung (WZE) erfolgt seit 1984 auf einem systematischen, landesweiten Stichprobenraster. Bis 1988 wurde die Erhebung in einem 4x4 km-Raster mit den Daten des Waldschadenskatasters ergänzt. Im Jahr 1989 wurde das 4x4 km-Raster zu einem 2x4 km-Gitternetz verdichtet, auf dem seitdem die jährliche Erhebung durchgeführt wird. Nur in 1990 musste die WZE infolge der Schäden der Frühjahrsstürme Vivian und Wiebke ausfallen. Im Zuge der Vorbereitung der WZE 2021 wurden potentielle Schnittpunkte des Rasters auf neu entstandenen Wald überprüft. Dabei konnten 8 neue Aufnahmepunkte angelegt werden. 2021 umfasst das Aufnahmeraster damit 106 Aufnahmepunkte, wobei an 5 Punkten zurzeit kein geeigneter Waldbestand stockt, um Probestämme auszuwählen.

An diesen Punkten kann erst wieder eine Aufnahme erfolgen, sobald der nachfolgende Jungbestand etabliert ist. Alle anderen Aufnahmepunkte konnten erreicht und die Erhebung dort durchgeführt werden. Insgesamt wurden an 101 Aufnahmepunkten 2424 Stichprobenbäume begutachtet.

Die Außenaufnahmen erfolgten einschließlich Abstimmungsübung und Kontrollaufnahmen in der Zeit vom 12. Juli bis 06. August 2021. Die Stichprobe erlaubt statistisch abgesicherte Aussagen zur Schadentwicklung auf Landesebene für den Wald allgemein und die häufigsten Baumarten Buche, Eiche, Fichte und Kiefer. Für die weniger häufigen Baumarten Birke, Esche, Lärche,

Douglasie und Ahorn sind ebenfalls Aussagen möglich, jedoch bei geringerer statistischer Sicherheit. Eine Übersicht über die Zusammensetzung des Kollektivs der Probestämme nach den verschiedenen Baumarten und ihre Verteilung nach Altersklassen findet sich im Anhang des Berichtes.

Waldzustand allgemein

Für die gesamte Waldfläche des Saarlandes über alle Baumarten und Altersstufen hinweg hat sich der Zustand des Waldes insgesamt gegenüber dem Vorjahr kaum verändert. Der Anteil an Probestämmen mit deutlichen Schäden ist um 4 Prozentpunkte zurückgegangen, der Anteil ohne sichtbare Schadmerkmale um 7 Prozentpunkte angestiegen. Die mittlere Kronenverlichtung liegt um 1,6 Pro-

5 Aufnahmepunkte sind zugleich Teil des europäischen Level I-Monitoringnetzes zum Waldzustand. Die auf diesen Punkten erhobenen Daten gehen in die bundesdeutsche und europäische Waldzustandserhebung ein.

Weitere Informationen finden Sie im Internet unter

<https://www.thuenen.de/de/wo/projekte/bodenschutz-und-waldzustand/projekte-waldzustandserhebung/bundesweite-waldzustandserhebung/> und www.futmon.org und www.icp-forests.org

Kombinierte Schadstufe aufgrund von Nadel-/Blattverlusten und Vergilbung

Kronenverlichtung Nadel-/Blattverluste		Vergilbung der vorhandenen Nadeln/Blätter				Vergilbungsstufe Vergilbungsprozent
Verluststufe	Verlustprozent	0 0 - 10 %	1 11 - 25 %	2 26 - 60 %	3 61 - 100 %	
0	0 - 10 %	0	0	1	2	Kombinations- schadstufe
1	11 - 25 %	1	1	2	2	
2	26 - 60 %	2	2	3	3	
3	61 - 99 %	3	3	3	3	
4	100 %	4 (abgestorben)				

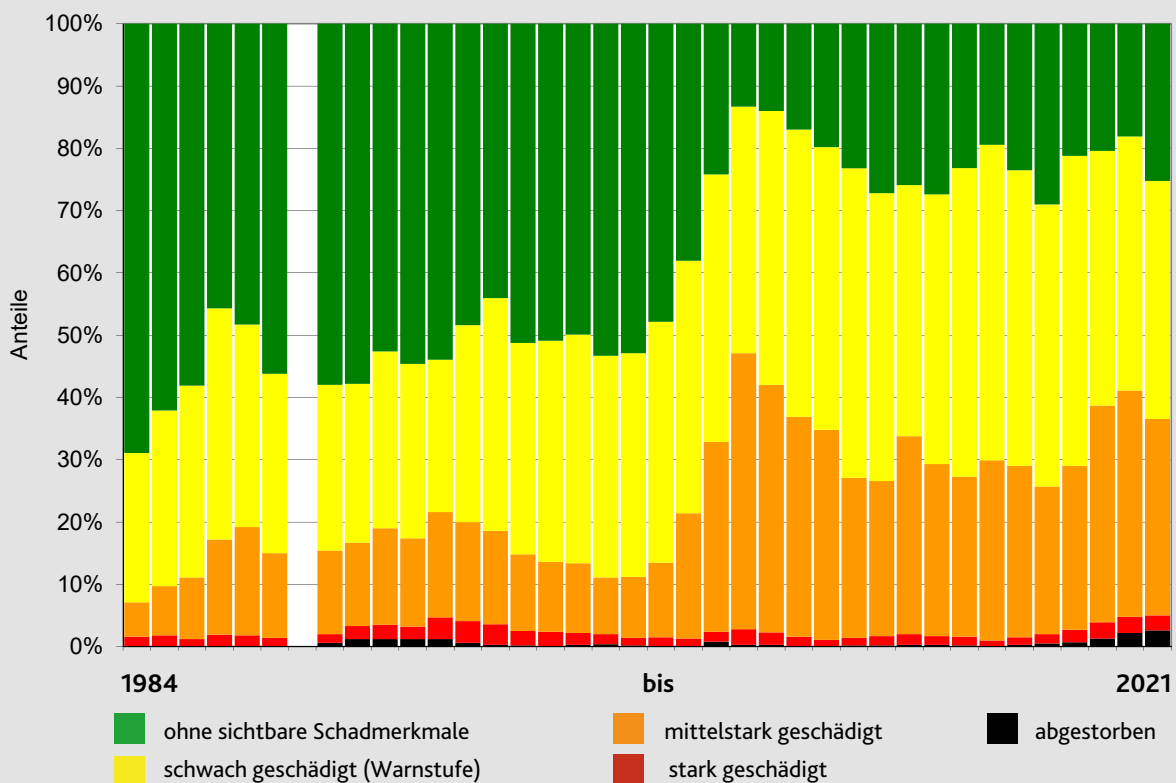
Bezeichnung der Stufen: 0 ohne sichtbare Schadmerkmale; 1 schwach geschädigt; 2 mittelstark geschädigt; 3 stark geschädigt; 4 abgestorben; die Stufen 2-4 werden als „deutlich geschädigt“ zusammengefasst

zentpunkte unter dem Wert des Vorjahres, jedoch ist diese Veränderung statistisch nicht signifikant. Verbessert hat sich der Kronenzustand bei Buche und auch Douglasie, Birke, Lärche und Ahorn. Kiefer und Fichte präsentieren sich weitgehend unverändert im Schadniveau. Die Eichen haben sich in ihrem Kronenzustand verschlechtert. Durch die Neuanlage von 8 Aufnahmepunkten kamen überwiegend jüngere Bäume und seltenere Laubbaumarten neu in das Probestaumkollektiv. Damit kamen recht viel nicht oder nur schwach geschädigte Bäume hinzu, was sich im Gesamtkollektiv

bemerkbar macht. Durch die Gegenüberstellung der sowohl 2020 als auch 2021 erhobenen Probestaumindividuen (identische Probestäbume) lässt sich die beobachtete Entwicklung genauer analysieren und statistisch absichern. Hierauf wird bei den betreffenden Baumarten eingegangen. Eine Beschreibung und eine Tabelle mit den Ergebnissen zur Signifikanz der Veränderung der mittleren Kronenverlichtung gegenüber dem Vorjahr finden sich im Anhang des Berichtes.

Nach drei vergleichsweise zu trockenen und zu warmen Jahren war in 2021 der Witterungsver-

Entwicklung der Schadstufenverteilung über alle Baumarten



lauf günstig für den Wald. Die Niederschläge fielen gleichmäßiger verteilt über das Jahr, ausgeprägte Trockenphasen traten im Saarland nicht auf. Die Winterniederschläge reichten aus, um die Bodenwasservorräte aufzufüllen. Der Austrieb im Frühjahr konnte somit ungehindert erfolgen. Die Frühjahrs- und Sommerniederschläge waren ungleichmäßig verteilt und kamen häufig als Starkregenereignisse, sodass zwar die Bodenwasservorräte ergänzt wurden, hohe Anteile aber durch Oberflächenabfluss verloren gingen. Lokale Gewitter verursachten neben Starkregen auch Schäden durch Sturmböen oder Hagel.

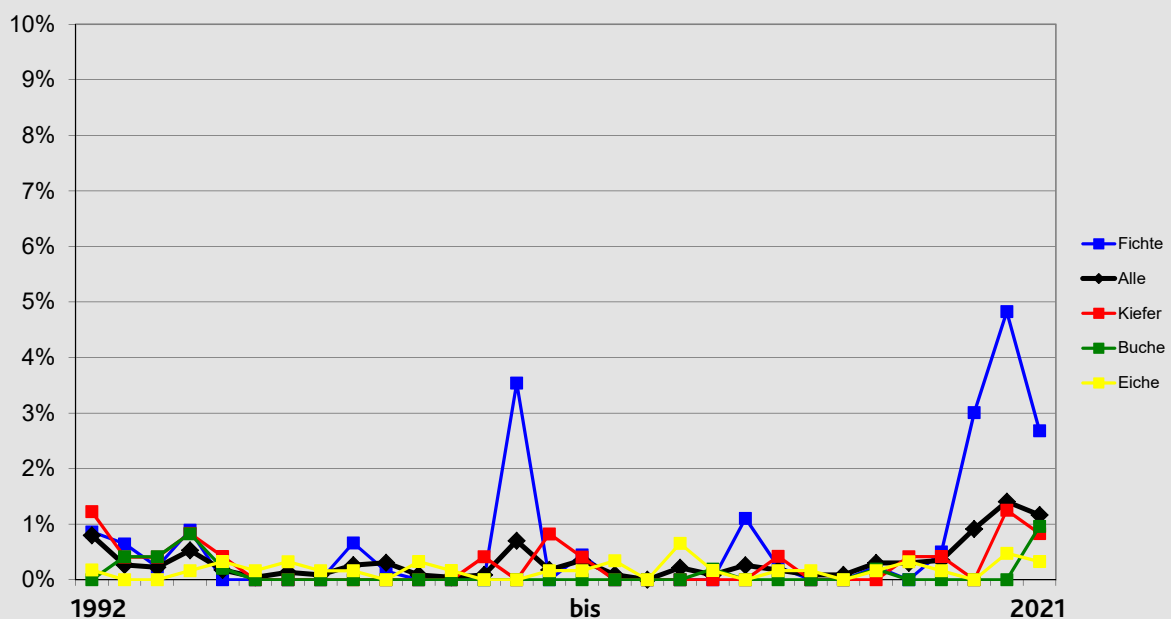
Im Vorjahr war bei vielen Baumarten eine starke Fruchtbildung zu beobachten, im Berichtsjahr dagegen kaum. Mit dem Wegfall dieser natürlichen Belastung wäre 2021 unter sonst günstigen Bedingungen nun eine Erholung zu erwarten gewesen. Die starke Trockenheit der Vorjahre hat besonders bei Buche jedoch erhebliche Nachwirkungen. So musste dieses Jahr beobachtet werden, dass etliche Bäume nicht normal austreiben konnten, einzelne Bäume sind komplett abgestorben. Etliche Bäume trieben nur in den Bereichen der Unterkrone oder im Kroneninneren aus und wiesen in der Kronen-

peripherie hohe Anteile abgestorbener Zweige, Äste oder ganzer Kronenpartien auf. Andere Bäume bildeten nur auffallend kleine Blätter oder kurze Triebe aus. Dies alles sind Zeichen eines Rückganges der Baumvitalität. Auf günstigen Standorten, wo die Knospenbildung normal erfolgen konnte, war jedoch auch gute Blatt- und Triebbildung zu beobachten.

Absterberate

Die Absterberate ist der Anteil an Probestämmen, die im Jahr der Erhebung tot (100 % Nadel-/Blattverlust) angetroffen werden, nachdem sie im Vorjahr noch gelebt hatten. Im bewirtschafteten Wald ist eine natürliche oder durch Schädigungen bedingte Absterberate jedoch nicht in allen Fällen zuverlässig abzuleiten. Da die Mehrzahl der betreffenden Probestämme planmäßig oder außerplanmäßig zur Holznutzung entnommen wird, ist nicht zu erkennen, ob sie ohne den menschlichen Eingriff tatsächlich abgestorben wären oder überlebt hätten. Die Betrachtung der Zeitreihe ab 1992 zeigt, dass bisher nur ausnahmsweise mehr als einzelne Probestämme frisch abgestorben sind, meist liegen die Werte nahe der Null-Linie. Die Absterberate war

Jährliche Absterberaten im Kollektiv der Waldzustandserhebung



bis dato also unauffällig und unbedeutend. Ab dem Jahr 2019 ändert sich das Bild. Die extremen Borkenkäferschäden bei der Fichte führten zu wesentlich höheren Werten. Gegenüber dem Jahr 2020 ist die Absterberate auch bei Kiefer und Buche in 2021 angestiegen.

Buche

Die Buche ist im Saarland mit 23 % Flächenanteil die wichtigste Baumart und zugleich Leitbaumart der natürlich vorkommenden Waldgesellschaften. In der Stichprobe der WZE ist sie mit einem Anteil von 22 % vertreten.

Das Schadniveau bei Buche ist gegenüber dem Vorjahr zurückgegangen. Der Anteil der deutlichen Schäden ist um 13 Prozentpunkte niedriger, der Anteil an Probestämmen ohne sichtbare Schadmerkmale ist um 3 Prozentpunkte höher. Die mittlere Kronenverlichtung liegt um 2,8 Prozentpunkte unter dem Vorjahreswert; diese Veränderung ist signifikant. Geringfügig angestiegen ist allerdings auch der Anteil der stark geschädigten oder abgestorbenen Probestämme. Frisch abgestorben sind 5 Einzelbäume (Absterberate 1,0 %) was im Rückblick auf die Zeitreihe ein auffallend hoher Wert ist.

Das Schadniveau bleibt damit hoch, aber unter den Werten der Jahre 2016 und 2006. Seit Beginn der Zeitreihe der WZE 1984 stieg die Kronenverlichtung bei der Buche an. Im Jahr 1995 wurde ein erstes Maximum erreicht, in den Folgejahren zeigte sich bis 2003 ein Erholungstrend. In der Folge des Trockensommers 2003 verschlechterte sich der Kronenzustand jedoch wieder und erreichte 2006 ein neuerliches Maximum. In den Folgejahren konnte die Buche ihren Kronenzustand unter günstigen Bedingungen dann wieder verbessern, unter schlechten Bedingungen stieg die Kronenverlichtung entsprechend wieder an.

Im letzten Jahrzehnt trugen die Buchen nahezu jedes zweite Jahr Bucheckern. Nach dem starken Fruchtbehang des Vorjahres (87 % der Probestämme) trugen in 2021 nur wenige Buchen Früchte (3 % der Probestämme). Dieser Rückgang des Fruchtbehanges wurde erwartet. In der Vergangenheit war mit dem Wegfall dieser natürlichen Belastung immer auch eine entsprechende Erholungsreaktion der Buchen

verbunden. In 2021 war der Witterungsverlauf zwar durchaus günstig, die vorangegangenen Trockenjahre, verbunden mit dem starkem Fruchtbehang 2020, haben aber vermutlich vielerorts die Anlage ausreichend versorgter Blattknospen und die Bildung von Reservestoffen behindert. In der Folge blieben Neuaustrieb und Blattentwicklung 2021 bei etlichen Buchen hinter den Erwartungen auf die Erholung zurück.

Loch- und Minierfraß durch den Buchenspringrüssler (*Rhynchaenus fagi*) war an rund 12 % der Buchen-Probestämme (Vorjahr 7 %) mit meist geringer Intensität aufgetreten und blieb ohne Einfluss auf den Kronenzustand. Ebenso der Befall durch Blattpilze, wie der Blattbräune (*Apiognomonina er-rabunda*), der nur in unbedeutendem Ausmaß beobachtet wurde. An 12 Probestämmen (2,3 %) wurde Schleimfluss an der Rinde beobachtet, der auf Borkenkäfer- oder Pilzbefall hindeuten kann. Blattvergilbungen sind nur an einzelnen Probestämmen in unbedeutendem Ausmaß festgestellt worden.

Dürres Feinreisig und abgestorbene Äste im Lichtkronenbereich werden schon seit Beginn der Erhebung 1984 bei der Bewertung der Kronenverlichtung berücksichtigt und gehen anteilmäßig in die Beurteilung des Blattverlustes mit ein. In 2021 wurde an 30 % der Buchen-Probestämme (Vorjahr 27 %) Dürreisig beobachtet. Das feine, dürre Reisig bricht bei Buche in der Regel im Laufe eines Jahres heraus, was bedeutet, dass das beobachtete dürre Feinreisig überwiegend seit der letzten Erhebung neu abgestorben ist.

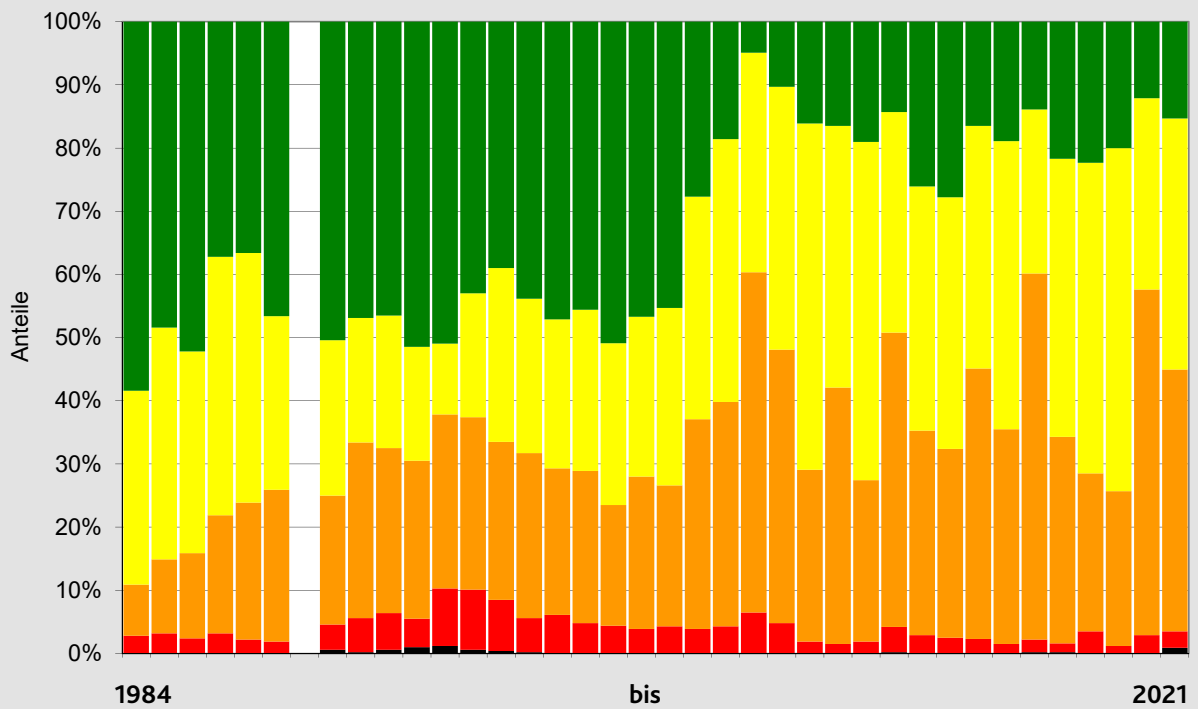
Eiche

Die Eiche hat im Saarland einen Flächenanteil von 21 %, im Kollektiv der WZE ist sie mit gut 28 % häufiger vertreten.

Der Kronenzustand der Eichen hat sich in 2021 verschlechtert. Der Anteil deutlich geschädigter Probestämme ist um 11 Prozentpunkte gegenüber dem Vorjahr angestiegen, der Anteil ohne sichtbare Schadmerkmale ging um 1 Prozentpunkt zurück. Die mittlere Kronenverlichtung liegt um 3,6 Prozentpunkte über dem Wert des Vorjahres; diese Veränderung ist signifikant. Stark geschädigt sind

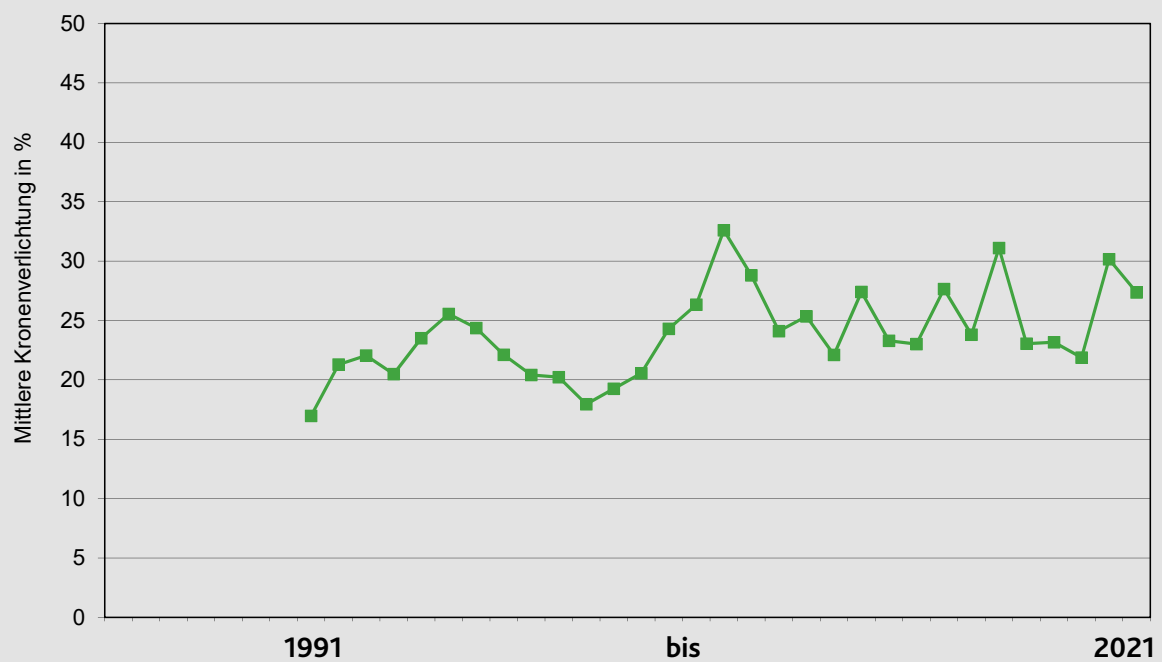
Buche

Entwicklung der Schadstufenverteilung



Buche

Entwicklung der mittleren Kronenverlichtung



2,0 % der Probebäume, frisch abgestorben 2 Probebäume (0,3 %). Die Ausscheiderate ist mit 3,1 % vergleichsweise hoch, zu gleichen Teilen durch reguläre Holzernte aber auch Sturmwurf verursacht. Die Eiche verharrt damit auf dem vergleichsweise hohen Schadniveau der letzten 15 Jahre mit relativ ausgeprägten Schwankungen zwischen den einzelnen Jahren.

Die Eichen erleiden regelmäßig mehr oder minder starke Schäden durch blattfressende Insekten. Häufig wird der Wiederaustrieb durch den Eichenmehltau (*Microsphaera alphitoides*), ein Anfang des vorigen Jahrhunderts nach Europa eingeschleppter Blattpilz, befallen. In 2021 wurden an 39 % der Probebäume Fraßschäden beobachtet und damit merklich häufiger wie im Vorjahr (21 %). Befall durch den Mehltaupilz wurde an 8 % der Probebäume festgestellt, ebenfalls häufiger als im Vorjahr (0,5 %). Der Insektenfraß oder Mehltaubefall ist überwiegend gering (um 5 % der Blattmasse),

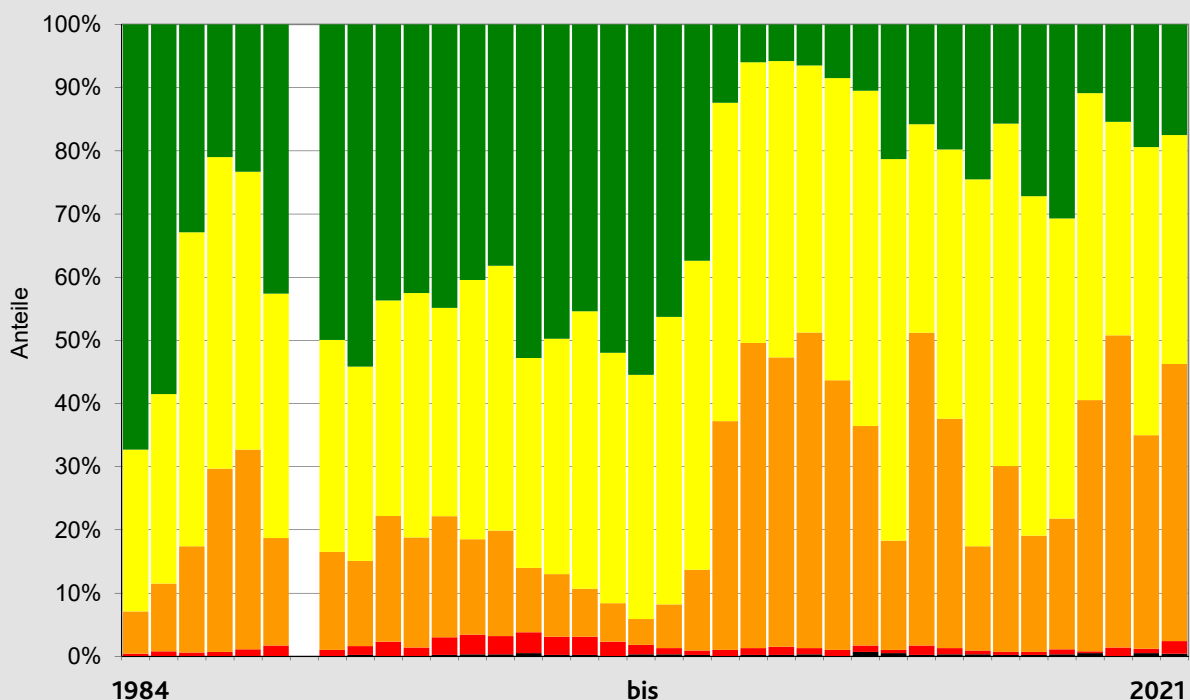
an etwa 16 % der Probebäume war aber ein stärkeres Ausmaß oder kombinierter Befall durch beide Schadorganismen festzustellen. Insektenfraß und Mehltaubefall haben sich wiederholt als bedeutender Einflussfaktor auf die Entwicklung des Kronenzustandes bei Eiche erwiesen.

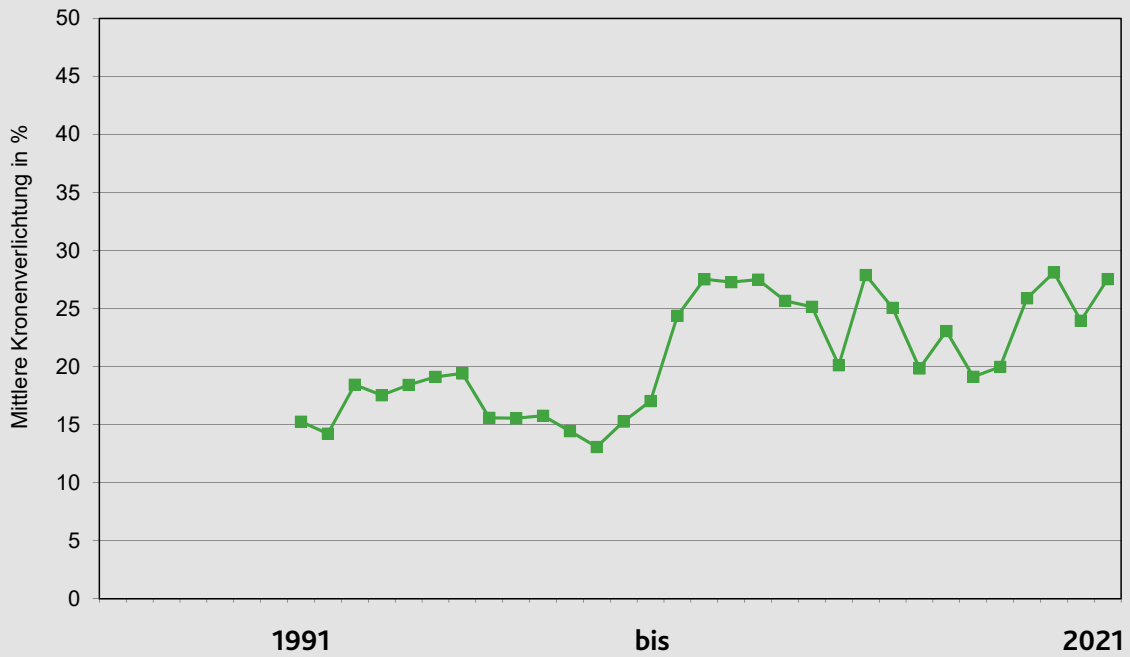
In 2021 wurde an den Probebäumen so gut wie kein Fruchtanhang beobachtet, wobei die Früchte der Eiche zum Zeitpunkt der WZE jedoch häufig noch zu klein sind, um den Fruchtbehang sicher abschätzen zu können.

An einigen Eichen werden immer wieder ins Gelbliche gehende Verfärbungen der Blätter oder hellgrüne bis gelbliche Partien zwischen den Blatttrippen beobachtet. Die genaue Ursache hierfür ist nicht bekannt, es könnte sich um Virenbefall oder Pilzinfektionen handeln. Merkbliche Blattvergilbungen wurden 2021 nicht beobachtet.

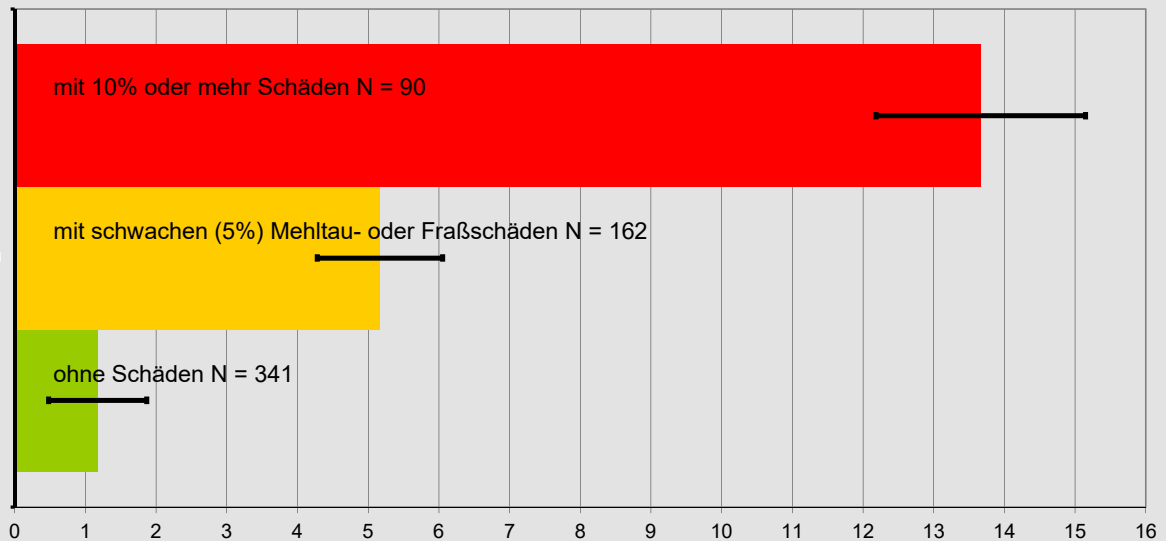
Eiche

Entwicklung der Schadstufenverteilung





Veränderung der mittleren Kronenverlichtung der Eichen in Prozentpunkten von 2020 auf 2021 mit bzw. ohne Schäden durch Insektenfraß oder Mehltau (nur Probestämme, die in beiden Jahren bewertet wurden)



=> Verschlechterung des Kronenzustandes

Fichte

Die Fichte hatte im Saarland vor der Borkenkäferkalamität der letzten Jahre einen Flächenanteil von 15 %; im Aufnahmekollektiv der WZE macht sie einen Anteil von knapp 14 % aus.

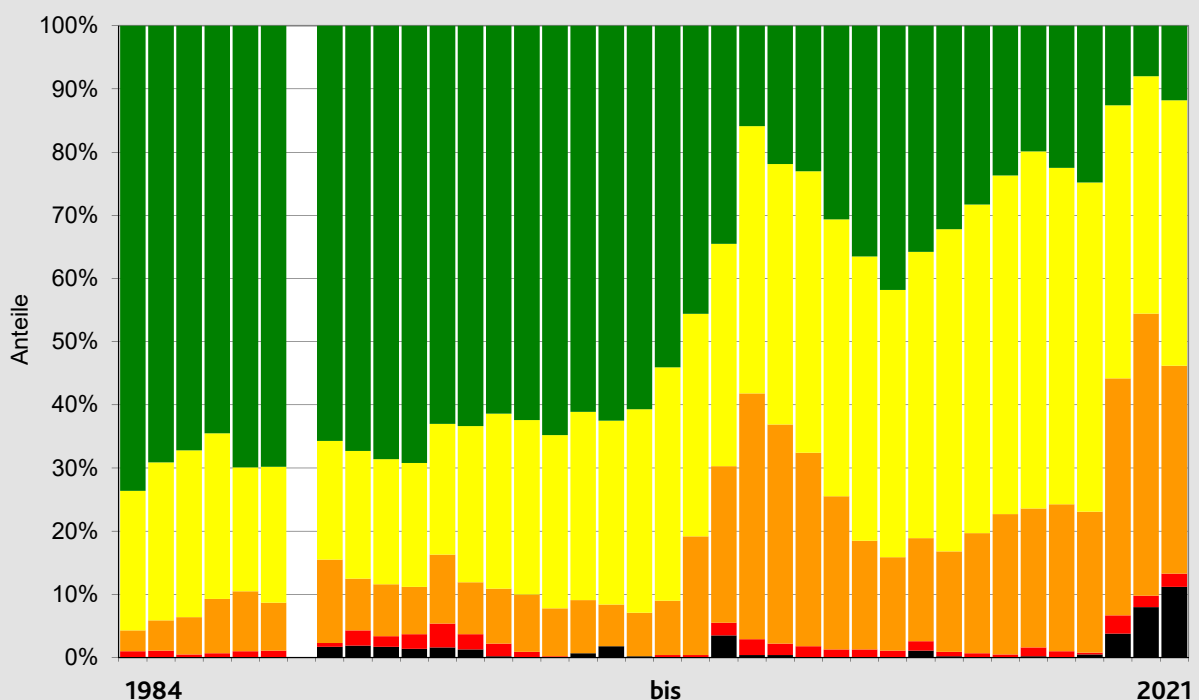
Die Fichte hat sich in ihrer Kronenverlichtung gegenüber dem Vorjahr im Mittel kaum verändert, in der Verteilung aber hin zu den Extremen aufgespreitet. Der Anteil der deutlich geschädigten Probestämme ist um 9 Prozentpunkte zurückgegangen. Der Anteil an Probestämmen ohne sichtbare Schadmerkmale ist um 4 Prozentpunkte höher, jedoch ist auch der Anteil abgestorbener Probestämme um 3 Prozentpunkte höher. Die mittlere Kronenverlichtung hat sich dadurch gegenüber dem Vorjahr kaum verändert. Das Schadniveau bleibt damit unverändert hoch. Der Verlauf der Zeitreihe ab 1984 zeigt ein erstes ausgeprägtes Maximum im Jahr 2006. In den Folgejahren verbesserte sich der Kronenzustand dann wieder. Das Schadniveau bleibt

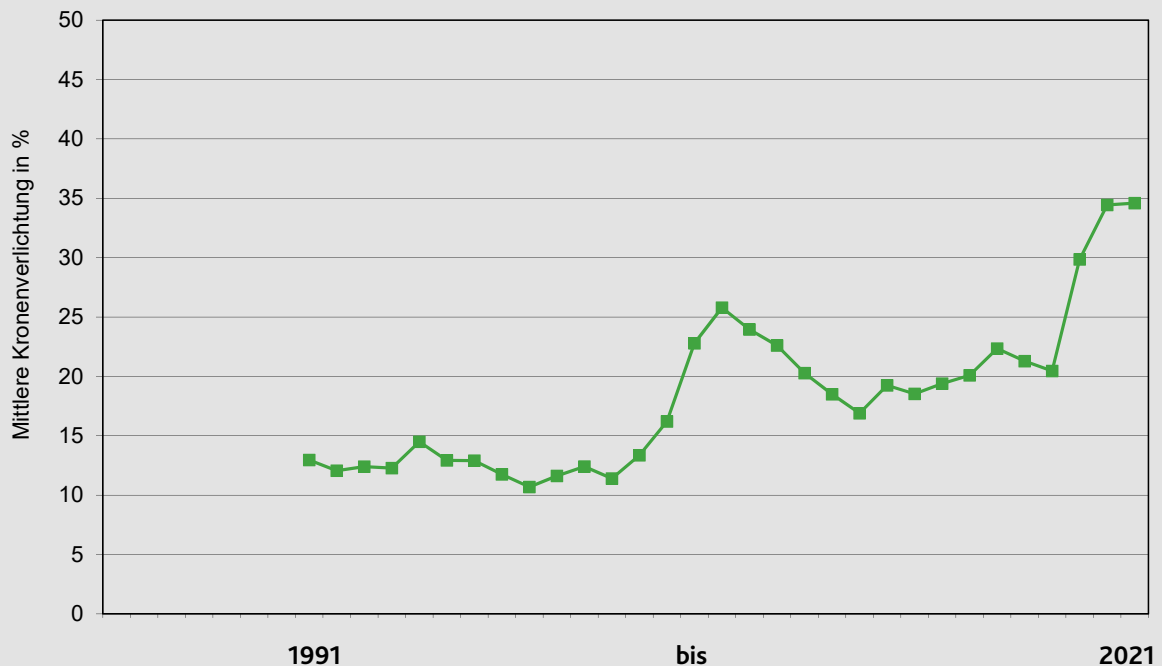
jedoch merklich höher als in den Jahren zu Beginn der Zeitreihe und stieg ab 2019 wieder stark an.

Die Schadsituation der Fichte wird, wie schon in den Vorjahren, auch 2021 durch den Borkenkäferbefall bestimmt. An 29,3 % der Probestämme wurde Borkenkäferbefall festgestellt, 10 Probestämme (3,0 %) waren in 2021 frisch abgestorben. Mit insgesamt 37 toten Probestämmen (11,2 %) ist der Anteil abgestorbener Bäume bei Fichte außerordentlich hoch, 23 dieser Probestämme konzentrieren sich, wie schon im Vorjahr, an einem Aufnahmepunkt, an dem die Käferbäume nicht gefällt und entnommen wurden. Darüber hinaus ist auch die Ausscheiderate mit 8 % weiterhin sehr hoch, auch hier war fast ausschließlich Borkenkäferbefall die Ursache für die Fällung der Probestämme. Mit dabei ist auch in 2021 wieder ein Aufnahmepunkt, an dem alle 24 Probestämme entnommen wurden. Jedoch waren nicht alle mit Borkenkäfer befallenen Fichten zum Zeitpunkt der WZE bereits abgestorben, 69 Pro-

Fichte

Entwicklung der Schadstufenverteilung





bebäume zeigten noch grüne Nadeln und manche auch erst moderate Nadelverluste. Alle weisen jedoch so starken Borkenkäferbefall auf, dass von ihrem Absterben auszugehen ist. Die Anzahl der Fichten im Probebaumkollektiv hat in den letzten fünf Jahren kontinuierlich abgenommen.

Im Jahr 2021 war nur an 4,2 % Probebäumen frischer Zapfenbehang festzustellen. Im Vorjahr hatte die Fichte dagegen sehr intensiv Zapfen gebildet (76 % der Probebäume). Die Fruchtbildung bedeutet eine zusätzliche Belastung für die Fichten, ein Einfluss der Fruktifikation auf die Entwicklung der Kronenverlichtung ist aus den Daten aber nicht abzuleiten.

Nadelvergilbungen in nennenswertem Umfang waren in 2021 an Fichte nicht zu beobachten. Bis in die 1980er Jahre war Vergilbung besonders in den Höhenlagen der Mittelgebirge ein weit verbreitetes Phänomen bei Fichte, seit Mitte der 1990er Jahre ist sie jedoch stark zurückgegangen.

Kiefer

Die Kiefer hat im Saarland einen Flächenanteil von knapp 6 %. In der Stichprobe der WZE beträgt ihr Anteil 10 %, wobei Waldkiefer und Schwarzkiefer als eine Baumartengruppe gemeinsam ausgewertet werden.

Bei der Kiefer hat sich der Kronenzustand gegenüber dem Vorjahr kaum verändert. Der Anteil an Probebäumen mit deutlichen Schäden ist um 3 Prozentpunkte, der Anteil ohne sichtbare Schädmerkmale um 5 Prozentpunkt angestiegen. Die mittlere Kronenverlichtung ist unverändert. Auch die Anteile stark geschädigter und abgestorbener Probebäume (Schadstufen 3 und 4) sind unverändert hoch. Wie schon im Vorjahr waren landesweit immer wieder abgestorbene Kiefern zu beobachten, meist nur einzelne Bäume oder Gruppen. Im Verlauf der Zeitreihe ab 1984 zeigt sich ein ausgeprägtes Maximum des Schadniveaus im Jahr 2006. In den Folgejahren verbesserte sich der Kronenzustand wieder. Trotz des Anstieges im Vorjahr liegt das Schadniveau noch in vergleichbarer Höhe wie zu Beginn der Zeitreihe. Mit nur 3 Nadeljahrgängen

reagiert die Kiefer auch vergleichsweise flexibel mit variierender Benadelungsdichte.

Im Berichtsjahr war an rund 17 % der Kiefern und damit seltener als im Vorjahr (24 %), Reifefraß durch Waldgärtner (*Tomicus piniperda* und *T. minor*) zu beobachten. Durch den Reifefraß dieser auf Kiefern spezialisierten Borkenkäfer sterben einjährige Triebe ab. Bei wiederholtem Befall kann es dadurch zu Störungen in der Verzweigung kommen, die dann zu einem schlechteren Kronenzustand führen. Pilzbefall der Nadeln (Kiefernschütte) wurde in 2021 nicht festgestellt. An 2,1 % der Probestämme wurden braune Nadeln insbesondere in der Kronenspitze beobachtet, was auf einen Befall der Triebe mit Rindenpilzen wie Kienzopf (*Cronartium flaccidum*) oder Diplodia-Triebsterben (*Sphaeropsis sapinea*) hindeuten könnte.

Die Kiefer erleidet immer wieder Schäden durch Kronenbrüche oder Abrisse stärkerer Äste, meist durch Nassschnee. Bei starker Windbewegung

können die Zweigspitzen benachbarter Baumkronen aneinander schlagen und so Nadeln verlieren. Diese rein mechanischen Schäden werden an Kiefern regelmäßig beobachtet und soweit wie möglich bei der Begutachtung des Nadelverlustes ausgeklammert. Die Ansprache der Kronenverlichtung ist dadurch aber erschwert, da insbesondere ältere Kiefern einmal entstandene Lücken nicht mehr durch Ersatztriebe ausfüllen.

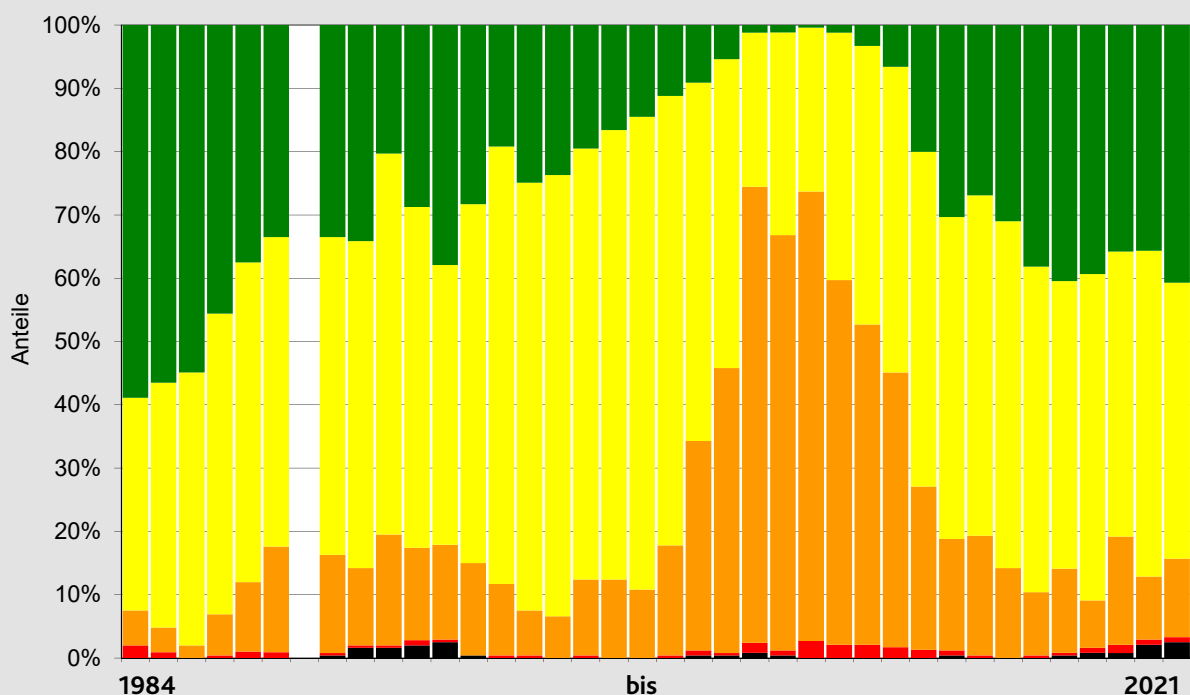
Die Kiefern haben in 2021 gut geblüht und zeigen auch sonst regelmäßigen und reichlichen Fruchtbehang. Dieser hat jedoch keinen erkennbaren Einfluss auf den Kronenzustand. Merkliche Vergilbung war in 2021 an keinem der Kiefernprobestämme beobachtet worden.

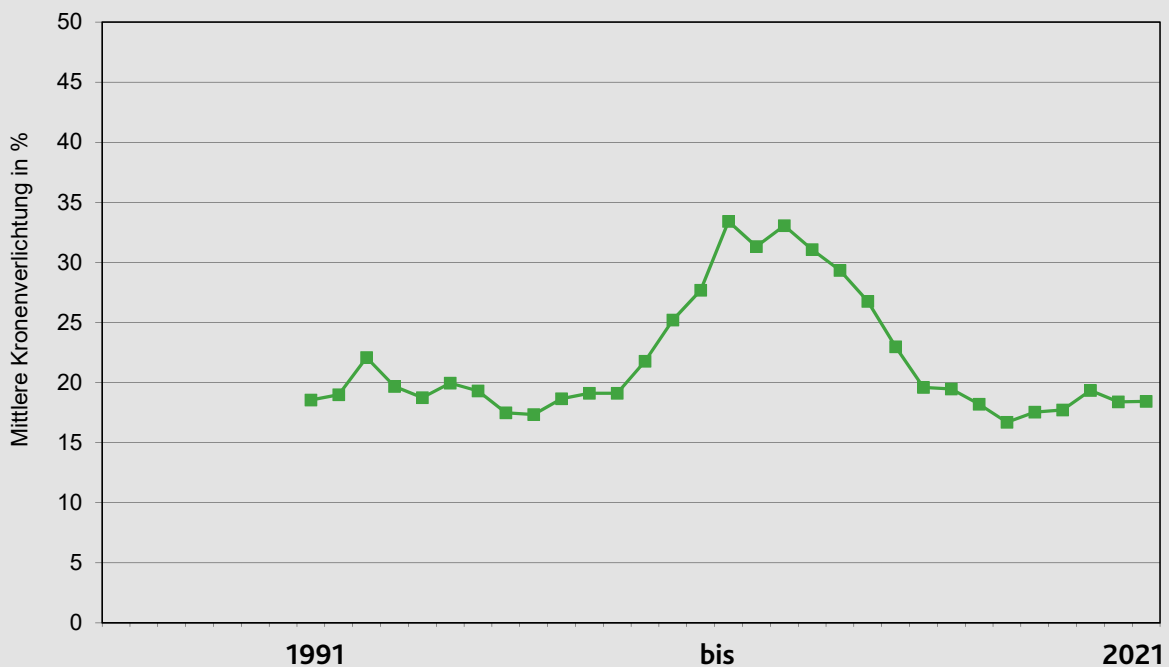
Andere Baumarten

In unseren Wäldern findet sich neben den bereits genannten noch eine Vielzahl anderer Baumarten, die insgesamt einen Flächenanteil von 34 % ausmachen. Die WZE erfasst mit ihrem Kollektiv insge-

Kiefer

Entwicklung der Schadstufenverteilung





samt 26 weitere Baumarten, die zusammen einen Anteil von 26 % an dem Probebaumkollektiv haben. Einige werden nur mit einzelnen Exemplaren, andere aber auch mit mehr als 50 Probebäumen erfasst, sodass eine baumartenspezifische Aussage zum Kronenzustand möglich ist. Wegen des geringeren Stichprobenumfangs sind die Aussagen hier jedoch mit höheren Unsicherheiten behaftet und die Veränderungen statistisch meist nicht zu sichern. Auch können in den Schadstufenanteilen oder bei der mittleren Kronenverlichtung von Jahr zu Jahr größere Sprünge auftreten, da sich starke Veränderungen, auch nur einzelner Probebäume, durchprägen und Veränderungen von gleich mehreren Prozentpunkten in der Statistik bewirken. Veränderungen zwischen den Jahren sind daher nur im längeren Verlauf der Zeitreihe sinnvoll zu bewerten.

In 2021 ist durch die neu hinzugekommenen Aufnahmeplätze die Zahl seltener Baumarten und auch ihr Anteil am Gesamtkollektiv der Stichprobe angestiegen. Die Entwicklung der Kronenverlichtung ist bei den Nebenbaumarten insgesamt gün-

stig verlaufen. Artsspezifisch sind die Veränderungen aber verschieden ausgeprägt und auch das Schadniveau ist sehr unterschiedlich.

Esche

Bei der Esche ist das Schadniveau in 2021 zurückgegangen, der Anteil deutlich geschädigter Probebäume liegt um 32 Prozentpunkte unter dem Vorjahreswert, die mittlere Kronenverlichtung um 14,9 Prozentpunkte niedriger. Die Veränderung ist signifikant. Eschen mit guter Belaubung sind wieder häufiger im Kollektiv der Probebäume zu finden. Der Anteil stark geschädigter und abgestorbener Probebäume (Schadstufen 3 und 4) ist gegenüber dem Vorjahr ebenfalls zurückgegangen, jedoch mit 19 % immer noch sehr hoch. Der Rückgang ist zum Teil auch auf das Ausscheiden einiger abgestorbener Eschen aus dem Probebaumkollektiv zurückzuführen.

Bis in das Jahr 2011 hielt sich die Esche auf einem konstant niedrigen Schadniveau und galt auf geeigneten Standorten als stabile, zukunftssträchtige Baumart. Ab 2011 kam es dann zu einem

Andere Baumarten

Entwicklung der Schadstufenverteilung

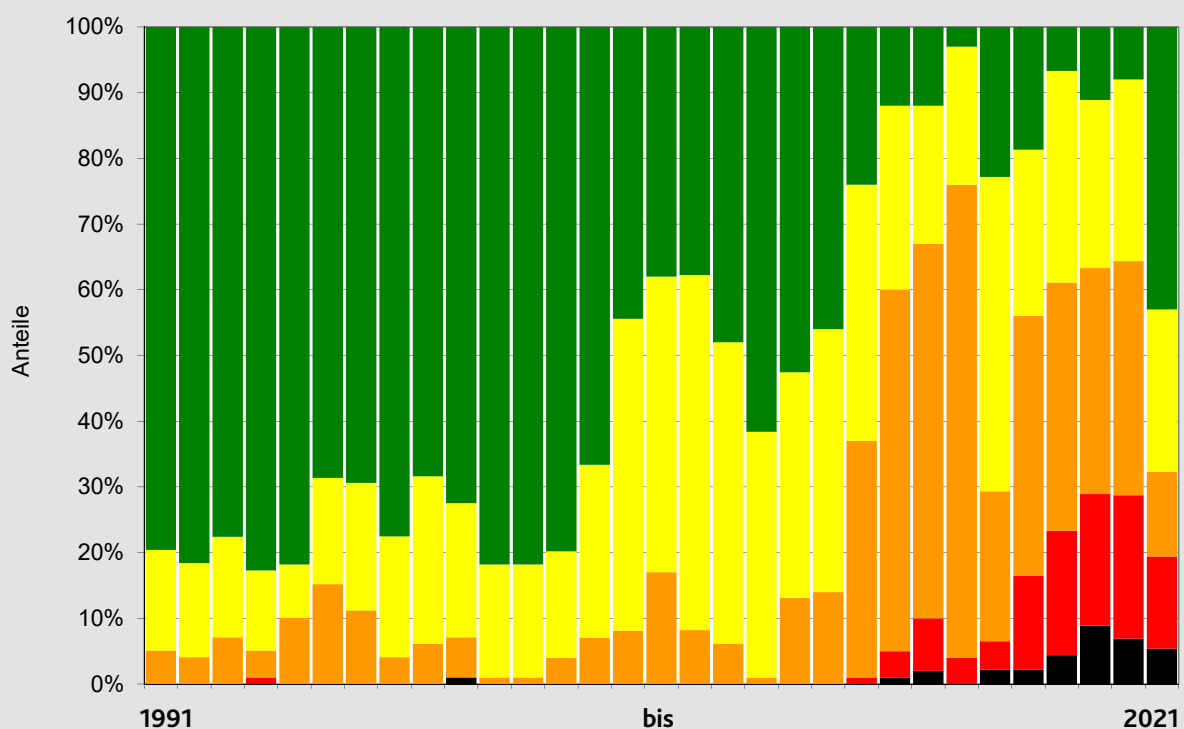
Baumart (bzw. Gattung)	Jahr	Anzahl an Probebäumen	Anteile der Schadstufen (in %)			mittlere Kronenverlichtung
			0	1	2-4	
Birke	2021	101	31	53	16	19,4
	2020	87	21	48	31	22,5
	2019	87	33	38	29	20,2
	2018	91	14	53	33	26,5
	2011	89	45	52	3	13,4
	2001	65	60	40	0	10,9
	1991	67	57	34	9	11,2
Esche	2021	93	42	25	13	30,7
	2020	87	8	28	64	45,6
	2019	90	11	26	63	46,0
	2018	90	7	32	61	42,9
	2011	100	46	40	14	14,9
	2001	99	82	17	1	6,5
	1991	98	80	15	5	5,9
Lärche	2021	91	29	45	26	23,6
	2020	82	7	51	42	29,8
	2019	89	17	39	44	27,0
	2018	89	21	50	29	23,3
	2011	90	20	61	19	19,8
	2001	84	21	75	4	17,4
	1991	89	83	14	3	9,3
Ahorn	2021	101	85	11	4	7,7
	2020	63	62	32	6	13,6
	2019	60	65	23	12	13,9
	2018	60	35	43	22	20,5
	2011	41	64	34	2	11,0
	2001	38	95	5	0	4,3
	1991	39	79	18	3	4,7
Douglasie	2021	64	20	20	60	29,8
	2020	60	7	30	63	35,6
	2019	59	5	32	63	29,8
	2018	58	7	65	28	23,6
	2011	43	37	37	26	19,3
	2001	40	28	40	33	25,1
	1991	39	95	5	0	3,2
weitere andere Baumarten	2021	184	42	44	14	18,5
	2020	141	25	54	21	22,0
	2019	142	27	34	39	25,5
	2018	141	31	41	28	18,0
	2011	116	62	29	9	12,3
	2001	164	87	11	2	6,5
	1991	155	84	13	3	6,4

rasanten Anstieg der Kronenschäden, die sich seit 2013 auf einem hohen Niveau halten. Ursächlich dafür ist das zunehmend massive Auftreten des Eschentriebsterbens, das durch eine Pilzinfektion mit dem „Falschen Weißen Stängelbecherchen“ (*Hymenoscyphus fraxineus*) verursacht wird. Das Eschentriebsterben tritt landesweit in bestandsbedrohendem Ausmaß auf und prägt das Erscheinungsbild und Schadniveau der Esche. Bei der WZE gehen die infolge der Erkrankung abgestorbenen Triebe oder Blätter in die Bewertung der Kronenverlichtung mit ein. Bei der aktuellen Erhebung wurden bei 43 % (im Vorjahr 72 %) aller begutachteten Eschen Infektionsmerkmale festgestellt, vier der Eschen-Probepunkte waren in 2021 frisch abgestorben. An den 16 Probepunkten mit Eschenvorkommen sind in sechs Fällen tote, absterbende oder in Folge des Eschentriebsterbens vorzeitig ausgeschiedene Eschen zu finden. Seit 2015 ist die Anzahl der Eschen-Probepunkte zurückgegangen, in 2021

kamen an den neu angelegten Aufnahmepunkten auch einige Eschen als neue Probepunkte hinzu. Scheiden Eschen aus dem Probepunktensemble aus werden sie häufig durch Probepunkte anderer Arten ersetzt. Dies bedeutet aber auch, dass die Esche an den Aufnahmepunkten in Mischbeständen wächst und durch den Ausfall die Eschen zwar immer weniger werden, das Waldgefüge als solches aber erhalten bleibt. Im Laufe der letzten drei Jahre wurden an fast allen Aufnahmepunkten mit Eschen-Probepunkten Symptome des Eschentriebsterbens festgestellt, es ist daher davon auszugehen, dass der Erreger in allen Eschenbeständen gegenwärtig ist. Die Symptome sind unterschiedlich stark, von Jahr zu Jahr wechselnd ausgeprägt und nicht immer offensichtlich. In 2021 wurden bei 37 von insgesamt 93 Probepunkten dürre Äste notiert (Vorjahr 57). Die frisch abgestorbenen, feinen Dürreäste sind ein wichtiges, leicht erkennbares (und daher auch namensgebendes) Symptom des Eschentriebsterbens.

Esche

Entwicklung der Schadstufenverteilung



Kann die Esche gut Ersatztriebe bilden und brechen mehr Dürträge heraus als frisch absterben, so regeneriert die Esche aus dem Kroneninneren heraus und zeigt äußerlich eine geringere Kronenverlichtung, verliert dabei aber an Kronenvolumen.

Insektenfraß war an 8,6 % der Probestämme beobachtet worden, blieb aber ohne Bedeutung. Blattvergilbung wurde an keinem Probestamm festgestellt. Fruchtbehang war an 4 % der Probestämme zu beobachten

Douglasie

Die Douglasie hat im Saarland einen Flächenanteil von 4,2 % (BWI 2). In der Stichprobe der WZE ist sie mit einem Anteil von 2,6 % weniger häufig vertreten. Die Douglasie zeigte in 2021 eine Verbesserung des Kronenzustandes, der Anteil deutlich geschädigter Probestämme ist gegenüber dem Vorjahr um 4 Prozentpunkte, die mittlere Kronenverlichtung um 5,8 Prozentpunkte zurückgegangen, die Veränderung ist signifikant. Der Anteil stark geschädigter

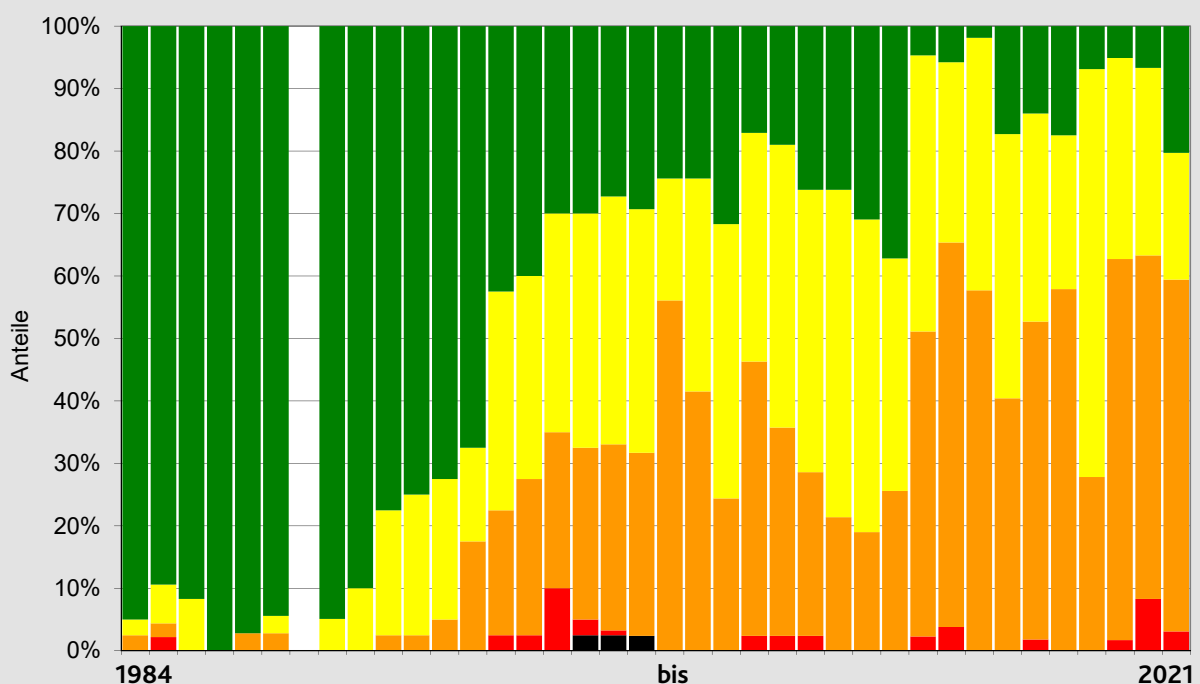
Probestämme ist auf 3 % zurückgegangen, abgestorben ist keiner der Probestämme.

Das Schadniveau liegt aber weiter auf dem relativ hohen Niveau der Periode ab 2012. Allerdings beruhen diese Ergebnisse auf einer relativ geringen Stichprobe von nur 64 Probestämmen, verteilt auf 11 Aufnahmepunkte.

Eine Ursache für dieses hohe Schadniveau ist der chronische Befall durch die Rußige Douglasenschütte (*Phaeocryptopus gaeumannii*), die im ganzen Land verbreitet ist. Im Verlauf der letzten Jahre wurden an fast allen Aufnahmepunkten mit Douglasien-Probestämmen Schüttesymptome beobachtet. Je nach Witterungsverlauf und Befallsintensität können befallene Nadeln mehrere Jahre am Baum verbleiben, die Nadelschütte selbst erfolgt meist in Kombination mit kalter Winterwitterung. In 2021 waren an 61 % der Douglasien-Probestämme Schüttesymptome notiert worden (Vorjahr 42 %). An Douglasien können noch weitere Pilzinfektionen

Douglasie

Entwicklung der Schadstufenverteilung



auftreten, die diesjährige Triebe infizieren und sie gänzlich zum Absterben bringen können. Solche als „Triebsterben“ bezeichneten Infektionen wurden 2021 an 2 Probestämmen beobachtet. Befall durch die Douglasiengallmücke konnte nicht beobachtet werden. Fruchtbehang war 2021 an einem der Probestämme zu sehen.

Birke

Bei der Birke hat sich der Kronenzustand in 2021 verbessert, der Anteil deutlich geschädigter Probestämme ist um 15 Prozentpunkte, die mittlere Kronenverlichtung um 3,1 Prozentpunkte zurückgegangen; diese Veränderung ist signifikant. Durch die neu angelegten Aufnahmepunkte ist die Anzahl der Birken im Kollektiv der Waldzustandserhebung um 14 auf 101 angestiegen. Sehr häufig, an 30 % der Probestämme, war Fruchtbehang zu beobachten. Relativ häufig, an 23 % der Probestämme, waren dagegen dürre Zweige oder auch Äste festzustellen. Das Schadniveau der Birke zeigt seit Beginn der WZE insgesamt einen leicht ansteigenden Trend; im Jahr 2015 wurde ein erstes, in 2018 ein zweites Maximum erreicht. Insgesamt bleibt die Birke in der Zeitreihe aber auf einem moderaten Schadniveau.

Lärche

Die Lärche zeigt in 2021 eine Verbesserung in ihrem Kronenzustand, der Anteil deutlich geschädigter Probestämme ist um 15 Prozentpunkte, die mittlere Kronenverlichtung um 6,2 Prozentpunkte zurückgegangen. Die Veränderung ist signifikant. Bei der Lärche zeigen sich starke Veränderungen zwischen den Jahren mit einem Maximum in 2007, es ist aber kein gerichteter Trend in der Entwicklung der gesamten Zeitreihe erkennbar. In 2021 wurde an 33 % der Lärchen (Vorjahr 85 %) Zapfenbehang festgestellt. Insektenbefall an den Nadeln (Lärchenminiermotte), Pilzbefall der Nadeln oder Nadelvergilbung traten nicht auf.

Ahorn

Die Ahorne (Berg-, Spitz- und Feldahorn) zeigen gegenüber dem Vorjahr eine weitere Verbesserung im Kronenzustand, der Anteil deutlich geschädigter Probestämme ist um 2 Prozentpunkte und die mitt-

Eine eingehende Beschreibung der Methodik finden Sie auf der Website <https://saarland.de/waldzustandsbericht.html>

lere Kronenverlichtung um 5,9 Prozentpunkte zurückgegangen; diese Veränderung ist signifikant. Durch die neu angelegten Aufnahmepunkte hat sich die Anzahl der Ahorne im Kollektiv der Waldzustandserhebung um 38 auf jetzt 101 erhöht. Doch auch im einzelbaumweisen Vergleich zeigen die schon im Vorjahr erhobenen Probestämme eine Verbesserung des Kronenzustandes, die Kollektivänderung ist damit nicht ursächlich für den Rückgang des Schadniveaus. Die Ahorne zeigen recht regelmäßig Fruchtbehang, auch in 2021 waren an 49 % der Probestämme Früchte zu finden (Vorjahr 87 %). Der Fruchtbehang war in 2021 jedoch überwiegend von schwacher oder mittlerer Intensität, im Vorjahr dagegen überwiegend von sehr starker Intensität. Sehr starker Fruchtbehang führt bei Ahorn tendenziell auch zu einer höheren Verlichtung, bei geringerem Fruchtbehang ist kein Einfluss erkennbar. Besondere Belastungen wie Insektenfraß wurde an 6, Pilzbefall an 11 der Probestämme beobachtet, beides allerdings in vergleichsweise geringer Intensität ohne Einfluss auf die Kronenverlichtung. Vergilbung trat nicht auf. Das Schadniveau ist im Laufe der gesamten Zeitreihe vergleichsweise niedrig, ohne ausgeprägte Maxima.

Einfluss ausgeschiedener und ersetzter Probestämme

Von den markierten Stichprobestämmen scheiden jedes Jahr einige aus dem Beobachtungskollektiv aus. Die Waldteile, in denen die Aufnahmepunkte der Waldzustandserhebung (WZE) angelegt und die Probestämme markiert sind, werden meist regulär forstlich bewirtschaftet. Maßgeblich sind dabei die Ziele und Wünsche der jeweiligen Waldbesitzenden. Einzelne Probestämme werden daher im Zuge von Durchforstungen gefällt. Zudem werden durch Sturmwurf, Schneebruch oder Insektenbefall betroffene Bäume entnommen. Probestämme schei-

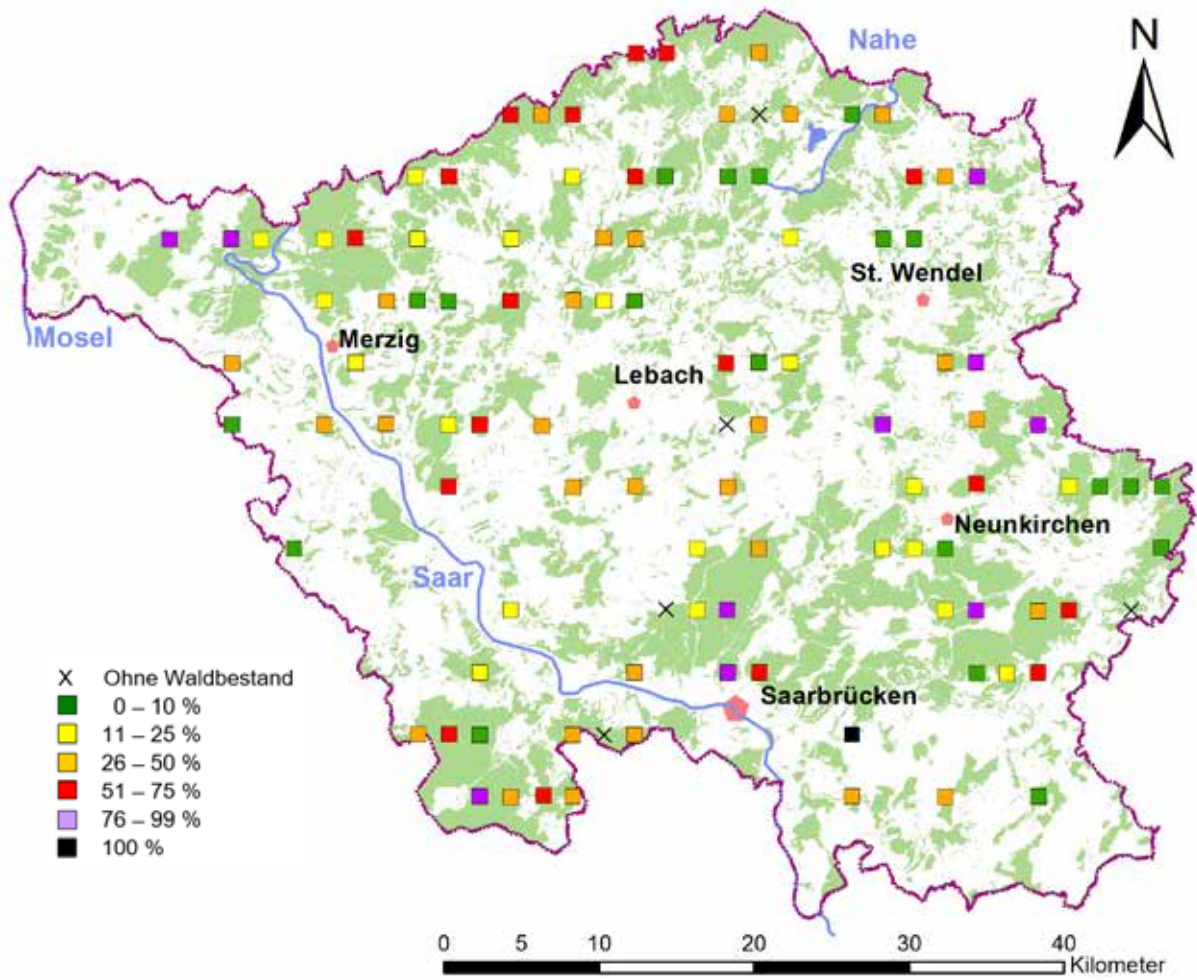
den aber auch, ohne dass sie entnommen wurden, nach Sturmwurf, einem Kronenbruch oder wenn sie von Nachbarbäumen überwachsen wurden, aus dem Stichprobenkollektiv aus. Ein Ersatz ausgeschiedener Probebäume ist notwendig, damit die WZE den aktuellen Zustand des Waldes widerspiegelt.

Im Jahr 2021 sind insgesamt 71 Probebäume ausgeschieden, von denen 47 ersetzt werden konnten. Die Ausscheiderate beträgt damit 3,2 % des Kollektivs der Stichprobe und liegt damit auch dieses Jahr über dem Mittel von 2,7 % der letzten 30 Jahre. Im Jahr 2021 ist ein Aufnahmepunkt komplett ausgeschieden. Von den ausgeschiedenen Probebäumen wurden rund 61 % zwangsweise vorzeitig wegen Insektenschäden oder Sturmschäden geerntet oder sind vom Sturm geworfen im Wald noch liegend vorhanden.

Der überwiegende Teil (69 %) der ausgeschiedenen Probebäume wurde für die Holznutzung aufgearbeitet. Der andere Teil ist zwar noch am Aufnahmepunkt vorhanden, die Bäume können aber nicht in ihrem Kronenzustand bewertet werden, da der Probebaum nicht mehr am Kronendach des Waldbestandes beteiligt ist oder der Zugang zu den Probebäumen nicht möglich ist. Stehende abgestorbene Probebäume verbleiben mit 100 % Nadel-/Blattverlust als bewertbare Probebäume im Aufnahmekollektiv, bis das feine Reisig aus der Krone herausgebrochen ist oder sie von den Nachbarbäumen überwachsen wurden. Danach werden sie aus dem Probebaumkollektiv entfernt, auch wenn sie weiterhin als stehendes Totholz im Wald verbleiben. In 2021 wurden 8 Probebäume aus diesem Grund ersetzt. Insgesamt wurden 64 abgestorbene Probebäume im Kollektiv vermerkt, von denen 38 bereits beim letzten Erhebungstermin 2020 tot waren. Die Rate der frisch abgestorbenen Probebäume liegt damit bei 1,2 % (Vorjahr 1,4 %). Eine Übersicht über die Ursachen des Ausscheidens von Probebäumen und eine Gegenüberstellung der Schadstufenverteilung der ausgeschiedenen Probebäume mit der ihrer Ersatzbäume findet sich im Anhang 5.

Regionale Verteilung

Der Anteil deutlich geschädigter Probebäume variiert an den einzelnen Aufnahmepunkten erheblich. Punkte, die keine oder nur wenige deutlich geschädigte Probebäume aufweisen, liegen in direkter Nachbarschaft von solchen, an denen über die Hälfte der Probebäume deutlich geschädigt ist. Wegen der starken Unterschiede der Kronenschäden bei den verschiedenen Baumarten und Altersstufen wird das Niveau der Kronenschäden am einzelnen Aufnahmepunkt in erster Linie durch die Verteilung der Baumarten und das Alter der Probebäume am Aufnahmepunkt beeinflusst. Werden verschiedene Regionen miteinander verglichen, sind daher die Baumarten- und Alterszusammensetzung zu beachten. Weitere Bestimmungsgrößen, wie standörtliche Parameter, Witterung oder Immissions- und Depositionssituation, variieren weniger stark und überprägen den Einfluss von Baumart und Alter im Regelfall nicht. Der am einzelnen Aufnahmepunkt festgestellte Grad der Schädigung sagt unmittelbar nur etwas über die Probebäume selbst und allenfalls über den in Artenzusammensetzung und Alter entsprechenden umgebenden Waldbestand aus. Erst die Zusammenfassung einer gewissen Anzahl an Aufnahmepunkten erlaubt eine repräsentative Aussage für das jeweilige Bezugsgebiet. Je höher dabei die Zahl der Stichprobebäume ist, umso zuverlässiger ist die gewonnene Aussage. Die ruhenden Aufnahmepunkte, an denen kein Waldbestand etabliert ist, aus dem die erforderlichen 24 Probebäume ausgewählt werden können, sind zufällig im ganzen Land verteilt.



Einflüsse auf den Waldzustand KLIMAWANDEL UND WITTERUNGSVERHÄLTNISSE

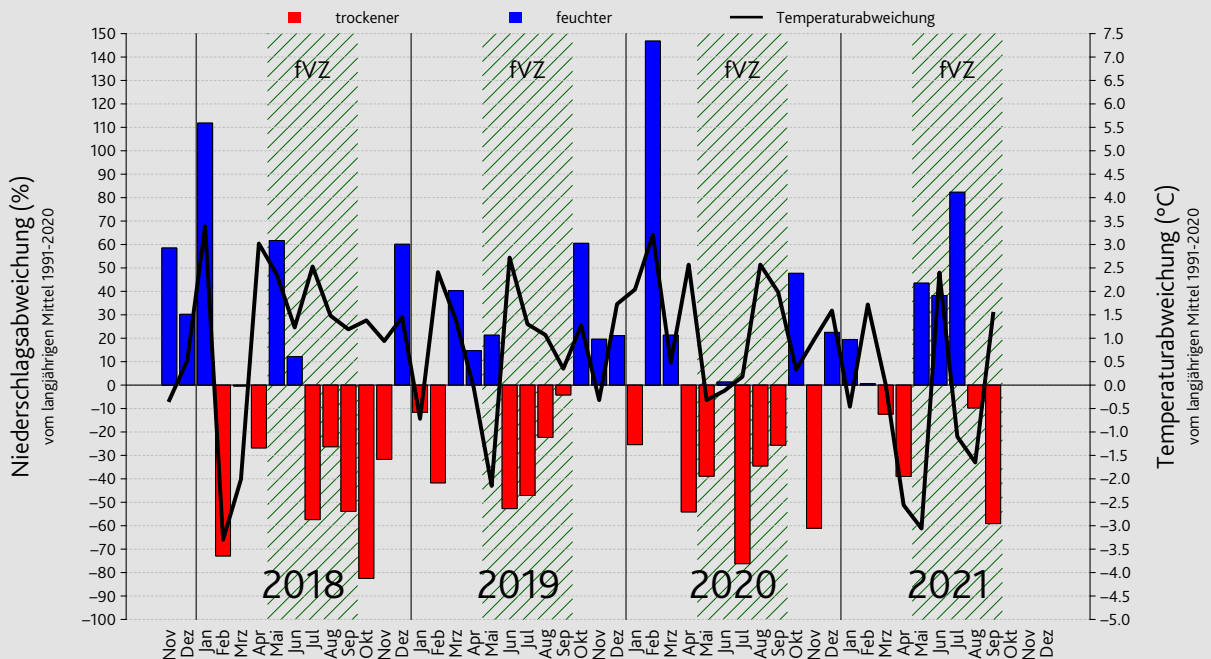


Die Witterung im Saarland war in den Jahren 2018 bis 2020 in mehrfacher Hinsicht außergewöhnlich: nasse Winter, hohe Niederschläge im Februar, drei Mal langanhaltende Trockenperioden in den Vegetationszeiten mit überdurchschnittlichen Temperaturen. Es folgte der Winter 2020/2021 mit Nassschnee, einem kühl-feuchten Frühjahr und Sommerhochwasser.

Die Witterungsbedingungen wirken in vielfältiger Weise auf den Wald ein. Zum einen können unmittelbar Schäden an den Bäumen entstehen, beispielsweise durch sommerliche Trockenheit, Früh- oder Spätfrost, Nassschnee, Sturm oder Hagel. Zum anderen beeinflusst die Witterung die Ozonentstehung, den Bodenchemismus, die Bildung von Blütenknospen, die Fruktifikation und viele andere Abläufe in den Waldökosystemen. Von besonderer Bedeutung ist die Wirkung der Witterung auch auf das hochvernetzte Bodenleben, speziell mit Blick auf die Wurzelsysteme mit den Mykorrhizapartnern. Großen Einfluss hat die Witterung auch auf Massenvermehrungen von Schadinsekten und Pilzkrankheiten. Daher ist auch der Witterungsverlauf für die von Jahr zu Jahr auftretenden Veränderungen im Kronenzustand der Bäume mitverantwortlich.

Der Vitalitätszustand der Bäume wird nicht nur von der Witterung des aktuellen Jahres, sondern auch von den Witterungsverläufen der Vorjahre beeinflusst. Seit 1997 waren die forstlichen Vegetationszeiten (Mai bis September) im Vergleich zum langjährigen Mittel der Periode 1971 bis 2000 fast

ausnahmslos zu warm. In diesen Daten werden die Auswirkungen des Klimawandels besonders sichtbar. Regionale Klimamodelle projizieren bis zum Ende des Jahrhunderts einen Temperaturanstieg von ca. 1,5 bis 5 °C gegenüber dem Vergleichszeitraum 1971 bis 2000. Bei der möglichen zukünftigen Niederschlagsentwicklung sind die Unsicherheiten in den Klimaprojektionen noch groß. Es deutet sich sowohl eine Abnahme der Niederschlagsmengen im Sommer und in der forstlichen Vegetationszeit als auch insbesondere eine weitere Zunahme der Niederschlagsmengen im Winter an. Bezogen auf den Niederschlag im Gesamtjahr sowie in den Übergangsjahreszeiten zeigen die Projektionen keine eindeutige Richtung. Die letzten Jahre zeigten eine sehr ungleichmäßige Verteilung der Niederschläge sowohl im Jahresverlauf als auch zwischen den Regionen. Daher ist eine Zunahme der direkten und indirekten witterungsbedingten Schäden in den Waldökosystemen zu befürchten.

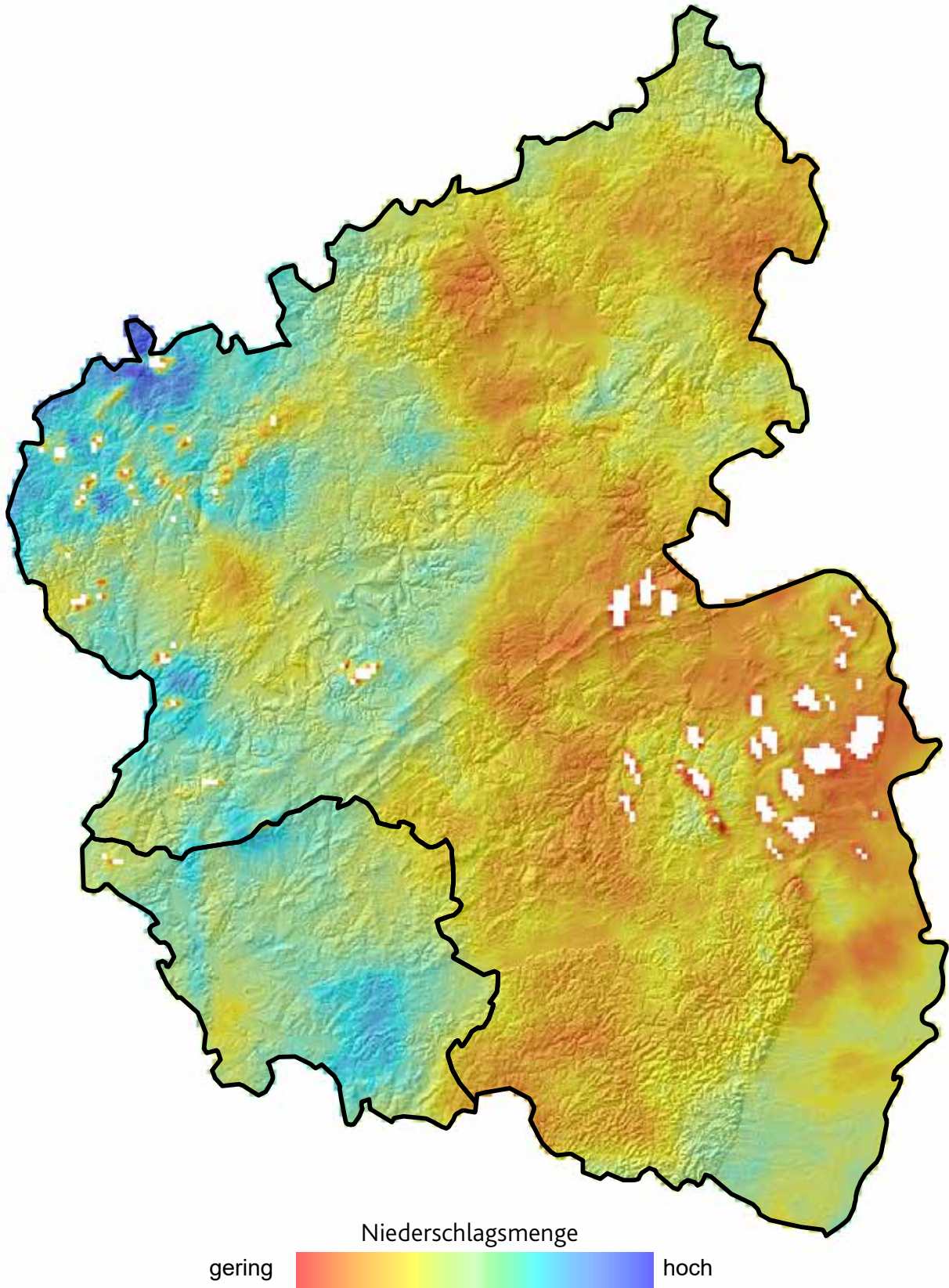


Datenquelle: Deutscher Wetterdienst

Darstellung: Rheinland-Pfalz Kompetenzzentrum für Klimawandelfolgen (www.kwis-rlp.de)

Das Vorjahr 2020 brachte hohe Niederschläge im Februar, dann eine trockene Periode im Frühjahr bis in den Mai, weitgehend ausgeglichene Niederschläge im Juni, gefolgt von einem extrem trockenem Juli und einer Trockenperiode bis Ende September. Meist überdurchschnittliche Temperaturen verstärkten den klimatischen Trockenstress für die Waldbäume. Im Winter konnten sich die Bodenwasservorräte wieder auffüllen. In der letzten Woche des Jahres 2020 kam es im Hunsrück zu nassem Schneefall, der besonders bei den Nadelbäumen zu erheblichen Schneedruck- und -bruchschäden führte. Schäden durch Winterstürme blieben dafür nahezu aus. Im März und April 2021 war es im Mittel zwar wieder zu trocken, doch durch die guten Winterniederschläge kam es nicht zu Bodenwasserdefiziten. Die niedrigen Temperaturen sorgten im Vergleich zu den Vorjahren für einen verzögerten Vegetationsbeginn. Spätfröste führten lokal zu Schäden an der Obstblüte, jedoch kaum an den

Waldbäumen. Ab Mai gab es wieder überdurchschnittliche Niederschlagsmengen und abgesehen von einer kurzen Hitzephase im Juni blieb es eher zu kühl. Die Niederschläge fielen zu einem erheblichen Anteil bei Starkregenereignissen und waren lokal ungleichmäßig verteilt. Alles in allem stand der Vegetation weithin genügend Wasser zur Verfügung, wenn auch nicht alle Regenmengen vom Boden aufgenommen werden konnten. Hohe Anteile gingen durch Oberflächenabfluss verloren und haben an Waldwegen und insbesondere in den Tallagen teilweise zu extremen Schäden geführt. Das katastrophale Starkregenereignis vom 14.07.2021 mit schwersten Flutschäden in den Tälern von Ahr und Erft und weit darüber hinaus wird im Gedächtnis der Menschen bleiben.



Einflüsse auf den Waldzustand

WALDSCHUTZ



Trockenheit und Hitze führten in den Vorjahren zu einer Vitalitätsschwächung der Bäume, deren Nachwirkungen in diesem Jahr trotz eines günstigen Witterungsverlaufs sichtbar wurden. In den saarländischen Wäldern waren abgestorbene Einzelbäume nahezu aller Baumarten zu sehen. Geschwächte Bäume werden anfälliger für den Befall durch Schaderreger jeglicher Art. Der kühlere und feuchtere Witterungsverlauf dieses Jahres bremste jedoch die Entwicklung vieler Insektenarten, vor allem auch der Borkenkäfer, wodurch der Befallsdruck für die Bäume geringer ausfiel.

Fichte

Je drei Borkenkäfergenerationen in den drei vorangegangenen Jahren führten zumindest in tieferen Lagen zu Schäden in bisher nicht erreichtem Ausmaß. Der Bestand an überwinterten Fichten-Borkenkäfern war dadurch zu Beginn des Jahres 2021

extrem hoch. Jedoch hemmten die überwiegend kühl-feuchten Witterungsverhältnisse der Frühjahrs- und Sommermonate die Entwicklung der Borkenkäfer, indem der Schwärmbeginn um mehrere Wochen verzögert wurde.

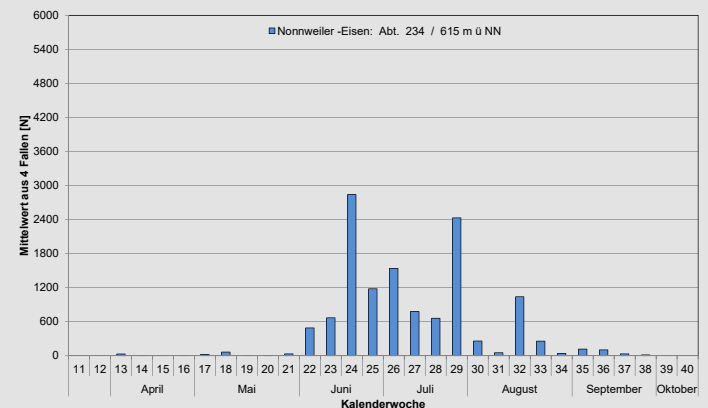


Borkenkäferbefall, Einbohrlöcher in der Rinde, grüne Nadeln auf dem Waldboden, Fotos: J. Schuck

Monitoring Buchdrucker

Der Buchdrucker wird an verschiedenen Standorten im Pfälzerwald, in der Eifel und im Hunsrück (davon ein Standort im Saarland, Nonnweiler) überwacht. Auf Grundlage dieser Daten werden fortlaufend Empfehlungen zum effektiven Monitoring der Fichtenwälder auf Stehendbefall für die Waldbesitzenden abgeleitet und wöchentlich aktualisiert (<https://www.fva-bw.de/daten-und-tools/monitoring/borkenkaefermonitoring/daten>). Die Entwicklung der Käferfangzahlen pro Falle verdeutlicht in diesem Jahr die langsamere und gedämpftere Entwicklung der Population im Vergleich zu den Vorjahren. Im Jahr 2021 entwickelten sich auch in den wärmsten Landesteilen nur zwei Generationen des Buchdruckers, was den Befallsdruck auf die Bäume erheblich minderte.

Buchdrucker Monitoring; wöchentliche Mittelwerte der Käferfangzahlen aus vier Fallen.



Menge an Kalamitätsholz

Der hohe Ausgangsbestand an Buchdruckern und bereits vorhandene Schäden aus dem Vorjahr, die zwischenzeitlich größtenteils aufgearbeitet wurden, führten 2021 zu weiteren Kalamitätsholzmengen. Alleine im saarländischen Staatswald kamen so 35.000 m³ Fichtenkäferholz und 4000 m³ Schadholz älterer Buchen zusammen.



Monitoring Buchdrucker mit Schlitzfallen und Fanghölzern, typisches Fraßbild mit Larven und fertig entwickelten Käfern, Fotos: T. Stubenazy

Eiche

Bei der Eiche zeigten sich regional unterschiedliche Spätfolgen der Trockenheit der vergangenen Jahre, die vielfach abhängig von Standort und Disposition der Einzelbäume differenziert zu betrachten sind. Traten weitere Stressfaktoren wie starke Mast und in Einzelfällen Blattfraß hinzu, kam es zu komplexen Symptomen. Diese reichten von Schäden der Wurzeln, Störungen innerhalb der in Symbiose lebende Mykorrhiza, zögerlichem Laubaustrieb, Prachtkäferbefall, Verlust des Feinstanteiles in der Krone bis hin zum Absterben von Einzelbäumen. Viele Eichen zeigten aufgrund der günstigen Witterung eine zweite, teilweise sogar dritte Triebbildung in den Sommermonaten, sodass man fast von einer Erholung der Bäume ausgehen konnte. Jedoch wurden die Blätter dieser Triebe bevorzugt von dem neobiotischen Eichenmehltau (*Erysiphe [Microsphaera] alphitoides*) befallen. Ein stärkerer Befall kann dazu führen, dass sich die Blätter nicht vollständig entwickeln, klein bleiben und sich an den Rändern einrollen. Ferner führt intensiverer Befall zu Blattrandnekrosen oder vollständig absterbenden Blättern und frühzeitigem Blattabwurf. Häufig wird in diesem Wirkungszusammenhang die Verholzung der Sommertriebe behindert, sodass sie über Winter durch Fröste absterben können. Die durch den neobiotischen Pilz verursachte Beeinträchtigung des Höhenwachstums schwächt insbesondere die Konkurrenzkraft der jungen Eichen im Wettbewerb mit anderen Baumarten.

Der Eichenprozessionsspinner ist ein wärmeliebender Profiteur der Klimaerwärmung. Diese Art hat sich im Saarland über die letzten Jahrzehnte weiter ausgebreitet und neue Lebensräume besiedelt. Viel bedeutsamer ist aber die gesundheitliche Gefahr für den Menschen. Die Raupen besitzen (ab dem dritten Larvenstadium) Brennhaare, in denen das Nesselgift Thaumetopoein enthalten ist. Zusätzlich sind die Haare mit Widerhaken besetzt und lassen sich kaum von der Haut und aus der Kleidung entfernen. Die Symptome reichen von Hautentzündungen über Atemwegserkrankungen bis hin zu Fieber. Daher sind auch kleinere Vorkom-

Über gesundheitliche Gefahren und Hinweise im Umgang informiert ein fünfminütiger Beitrag des Südwestrundfunks:

<https://www.swrf Fernsehen.de/landesschau-rp/gutzuwissen/av-o1134124-100.html>

men, die an Eichen keine ernsthaften Fraßschäden verursachen, im Fokus. Häufig anzutreffen ist der Eichenprozessionsspinner an solitärstehenden, lichtumfluteten Eichen entlang von Wegen oder Waldrändern, die auch für Erholungssuchende attraktiv sind, wodurch ein hohes Gefährdungspotential entsteht.



Intensiver Zweitaustrieb an einer Eiche, der stark durch Mehltau befallen ist, beim Aufnahmepunkt 32 in der Nähe von Reisweiler
Foto: Th. Wehner



Typisches Fraßbild durch den Eichenprozessionsspinner an Blättern einer Eiche bei Saarwellingen
Foto: Th. Wehner

Vogelkirsche

Im Verlauf des Sommers wurden in allen Landesteilen verfärbte und verlichtete Baumkronen der Vogelkirsche sichtbar. Ursächlich sind Pilzinfektionen der Blätter mit *Wilsonomyces carpophilus*, dem Erreger der sogenannten Schrotschusskrankheit oder *Blumeriella jaapii* (Nebenfruchtform *Phloeosporella padi*), dem Erreger der sogenannten Sprühfleckenkrankheit zuzuschreiben. Beide Blatt- und Triebpilze werden durch kühlfeuchte Frühjahr- und Frühsommerwitterung begünstigt. In der Regel treiben die befallenen Kirschen im Folgejahr aber wieder normal aus, sodass keine schwerwiegenden Folgeschäden auftreten.



Durch den Befall mit Blattpilzen vorzeitig verlichtete Vogelkirsche, Foto: H.W. Schröck

Weißtanne

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



Abgestorbene Tanne in der Nähe von Limbach
Foto: Th. Wehner

Esche

Das von dem aus Ostasien stammenden, neobiologischen Pilz *Hymenoscyphus fraxineus* verursachte Eschentriebsterben hat landesweit zu einem verbreiteten Absterben unzähliger, vor allem junger Eschen sowie zu erheblichen Störungen in den Wäldern geführt, die von dieser Baumart geprägt waren. Betroffen sind insbesondere die fluss- und bachbegleitenden Wälder der nährstoffreichen Standorte z.B. im Blies- und Saargau. Es besteht allerdings die begründete Hoffnung, dass ein sehr geringer Teil der Eschen diesem neuen Schaderreger eine natürliche Resistenz oder Toleranz entgegenzusetzen kann, sodass ein völliges Verschwinden der Eschen nicht zu befürchten ist. Die ökologischen Störungen mit Blick auf die zahlreichen mit der

Esche vergesellschafteten oder gar an sie gebundenen Organismen, aber auch die wirtschaftlichen Einbußen durch den Ausfall ihres hochwertigen Holzes sind beträchtlich.



Esche mit deutlichen Schad-Symptomen; Baum Nr. 24 am Aufnahmepunkt 60 in der Nähe von Erfweiler
Foto: Th. Wehner

Ahorn

Ein weiterer neobiotischer Pilz, *Cryptostroma corticale*, der aus Nordamerika eingeschleppt wurde, hat in den vergangenen Jahren erhebliche Schäden vor allem am Bergahorn verursacht und auch Bäume zum Absterben gebracht. Bei dem Erreger handelt sich um einen weiteren Schwächeparasiten, der von den Hitze- und Dürrejahren profitiert. Er löst die sogenannte Rußrindenkrankheit aus. Dabei können die Sporen dieses Pilzes beim Menschen beim Einatmen zu Atemwegsbeschwerden führen. Der Befallsfortschritt dieses Schadpilzes könnte sich dank der diesjährigen Witterungsverhältnisse etwas abgeschwächt haben.



Rußrindenkrankheit Ahorn, LWK Saarland
Foto: M. Brenning

Birke

Landesweit sind vermehrt absterbende Birken in allen Altersklassen zu beobachten. Auch diese Erscheinung ist wesentlich mit den vergangenen Dürre- und Hitzejahren in Zusammenhang zu bringen, in denen selbst diese als widerstandsfähig geltende Pionierbaumart an vielen Stellen empfindlich geschwächt wurde. Als sehr wichtige Erstbesiedlerin der Freiflächen nach Borkenkäferbefall kommt den Birken (Sandbirke, aber auch Moorbirke) eine sehr große waldökologische und -wirtschaftliche Bedeutung zu.

EINFLÜSSE AUF DEN WALDZUSTAND LUFTVERUNREINIGUNGEN



Der Zustand unseres Waldes wird von einer Vielzahl natürlicher und vom Menschen verursachten Faktoren beeinflusst.

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

Im Rahmen des Forstlichen Umweltmonitorings werden alle wesentlichen Einflussfaktoren auf den Waldzustand erfasst und die Reaktionen der Waldökosysteme auf die komplexen Stresseinwirkungen untersucht. Ausgewertet werden zudem die Meldungen der Forstreviere und die Hinweise der Waldbesitzenden zum Auftreten von Waldschädlingen oder von Schäden durch extreme Witterungseinflüsse. Nachfolgend sind die wichtigsten Befunde zusammengefasst.

Entwicklung der Luftschadstoffbelastung

Die Einwirkungen von Luftverunreinigungen auf die Waldökosysteme erfolgen sowohl über den Luftpfad als auch über den Bodenpfad. Über den Luftpfad wirken vor allem gasförmige Luftverunreinigungen wie Schwefeldioxid, Stickstoffdioxid, Ammoniak und Ozon unmittelbar auf die Nadeln und Blätter der Bäume ein und verursachen physiologisch-biochemische Stressreaktionen.

Luftverunreinigungen, die von Wolken- und Regentropfen aufgenommen oder von den Baumkronen ausgefiltert werden und dann mit den nachfolgenden Niederschlägen auf den Boden gelangen, beeinflussen die Waldökosysteme über den Bodenpfad. Sie verändern das chemische Bodenmilieu insbesondere über Versauerung und Eutrophierung und können vor allem über Veränderungen im Nährelementangebot und die Schädigung der Baumwurzeln den Wasser- und Nährstoffhaushalt der Bäume beeinträchtigen. Nicht zuletzt beeinträchtigen sie das hochvernetzte tierische, pflanzliche und mikrobielle Bodenleben.

In dem Stressorenkomplex, der auf den Wald einwirkt, stellen Luftschadstoffe meist eine chronische Belastung dar, die langfristig destabilisierend wirkt. Die Waldökosysteme werden hierdurch anfällig gegenüber kurzfristig einwirkenden Stressfaktoren wie Witterungsextremen, Insektenfraß, Pilzbefall oder starke Fruchtbildung.

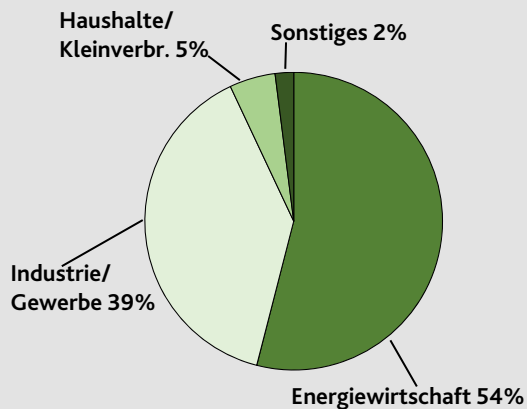
Entwicklung der Schadstoffemissionen in Deutschland

Schadstoffe in Kilotonnen	1980	1990	2000	2010	2019	Veränderungen in % 1990 - 2019
Schwefeldioxid (SO ₂)	7514	5475	650	405	263	- 95 %
Stickoxide (NO _x)	3334	2854	1907	1471	1133	- 60 %
Ammoniak (NH ₃)	835	715	627	619	587	- 18 %
Flüchtige organische Verbindungen [ohne Methan] (NMVOC)	3224	3891	1804	1361	1121	- 71 %

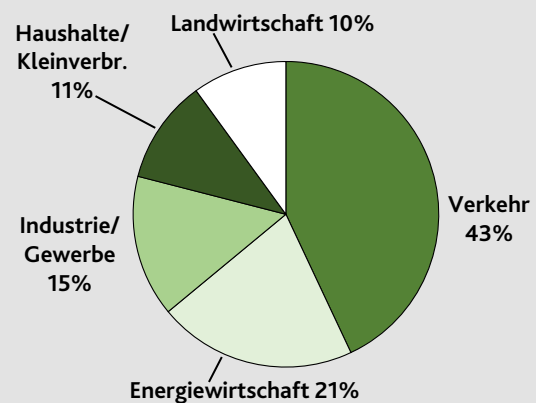
Quelle: Umweltbundesamt (Januar 2021): <https://www.umweltbundesamt.de/daten/luft/luftschadstoff-emissionen-in-deutschland>; für 1980: UNECE 2021: www.emep.int

Verteilung der Emissionsquellen wichtiger Luftschadstoffe in Deutschland

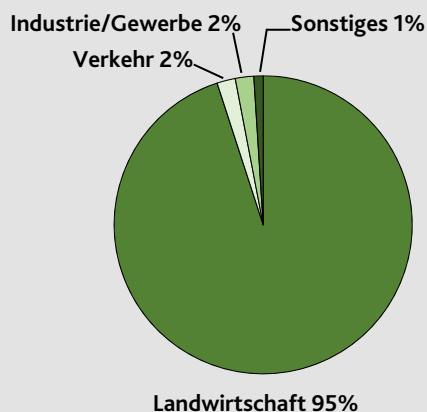
Schwefeldioxid (SO₂)



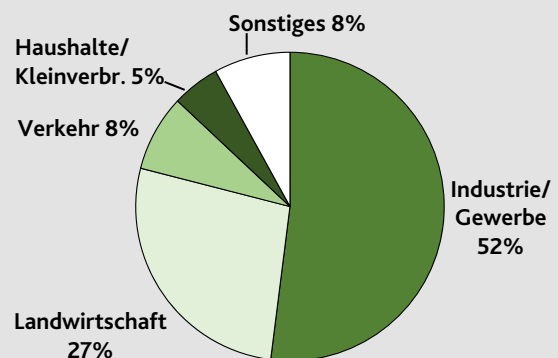
Stickstoffoxide (NO_x)



Ammoniak (NH₃)



Flüchtige organische Verbindungen ohne Methan (NMVOC)



Quelle: Umweltbundesamt (2019)

Schwefel

Schwefelverbindungen werden insbesondere bei der Verbrennung fossiler Brennstoffe in Kraftwerken, Industriefeuerungsanlagen und Heizungen freigesetzt. Durch Rauchgasentschwefelung in Kraftwerken, Altanlagenanierung und Einsatz schwefelarmer bzw. schwefelfreier Kraft- und Brennstoffe im Kraftfahrzeug- und Hausbrandbereich konnte die Schwefeldioxidemission überaus wirksam reduziert werden. Aktuell werden in Deutschland noch etwa 263.000 Tonnen SO₂ ausgestoßen, gegenüber fast 5,5 Millionen Tonnen im Jahr 1990. Dies entspricht einer Reduktion um 95 %. Die Emissionsminderung hat auch zu einer erheblichen Verringerung der Belastung der Waldökosysteme geführt:

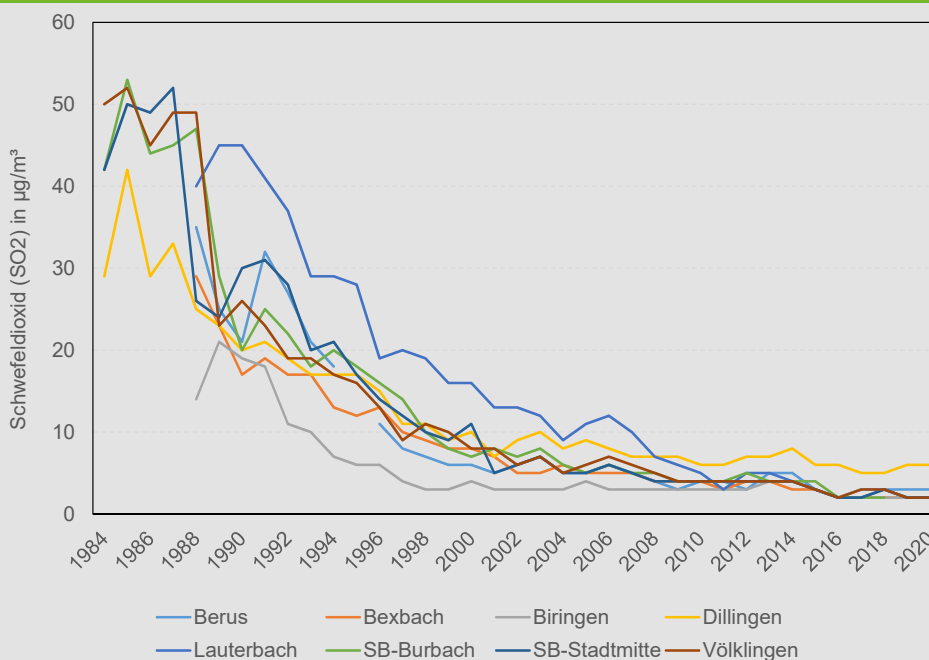
Mitte der 1980er Jahre lagen die Jahresmittelwerte der Schwefeldioxidkonzentrationen an den Stationen des Immissionsmessnetzes Saar (IMMESA) noch zwischen 29 und 50 µg/m³. Seit 2015 werden dagegen nur noch Jahresmittelwerte von 2 bis 6 µg/m³ ermittelt. Der Grenzwert für den Schutz von Ökosystemen von 20 µg/m³ im Kalenderjahr wird seit vielen Jahren eingehalten. Auch die an der Level-II-Fläche Fischbach seit Herbst 2002 mit Passivsammlern ermittelten Schwefeldioxidkonzentrationen sind deutlich gesunken.

Informationen zur Luftreinhaltung

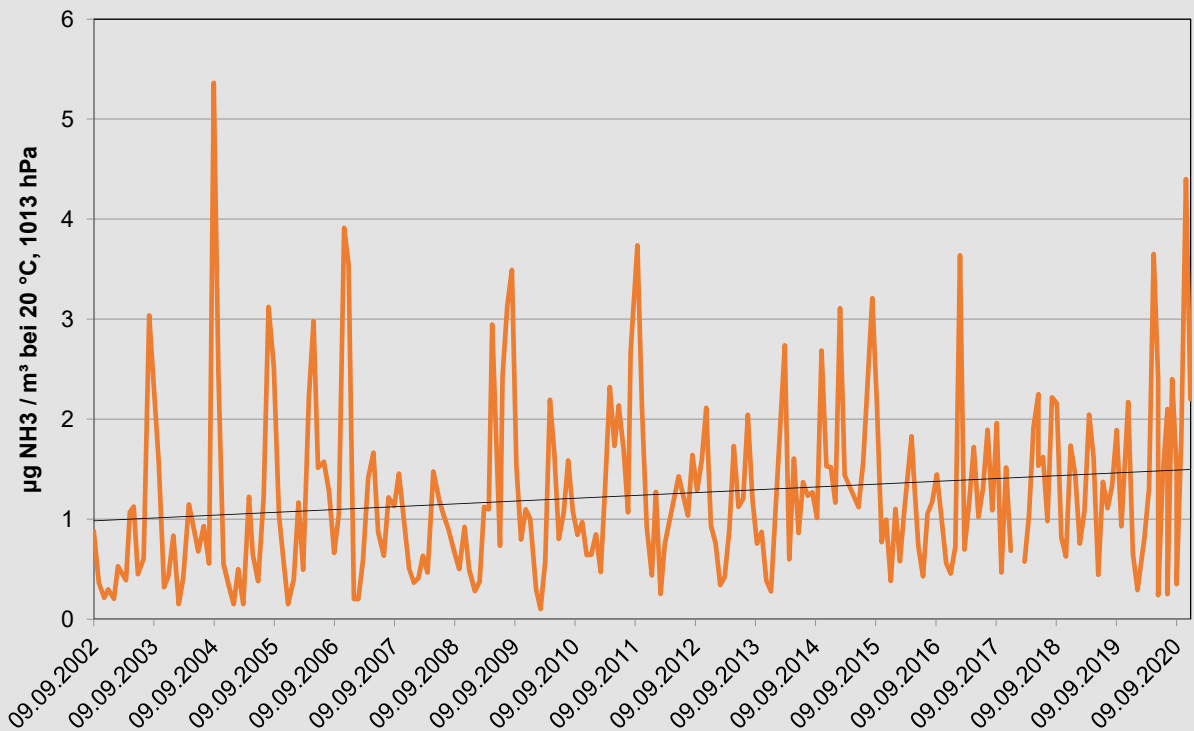
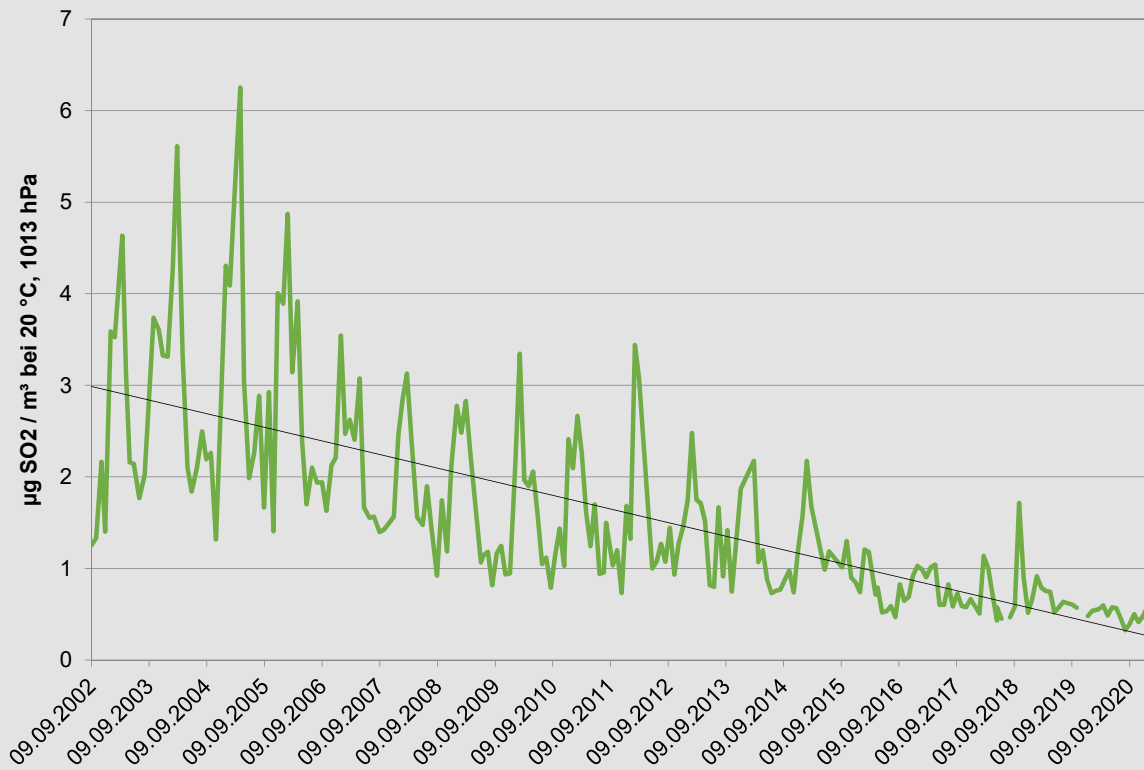
Eingehende Informationen zur Luftreinhaltung im Saarland finden Sie im Internet unter https://www.saarland.de/muv/DE/portale/immissionsschutz/home/home_node.html Zeitreihen und auch tagesaktuelle Luftschadstoffdaten aus dem Immissionsmessnetz Saar (IMMESA) unter <http://www.umweltserver.saarland.de/extern/luft/messwerte.php>

Die Langzeitmessreihen zur Deposition von Luftschadstoffen im Wald auf den Forstlichen Dauerbeobachtungsflächen zeigen, dass entsprechend der Abnahme der Schwefeldioxidemission und -immission auch die Belastung der Waldökosysteme über den Bodenpfad deutlich zurückgegangen ist. Während der Schwefeleintrag zu Beginn der Messreihen Anfang der 1990er Jahre meist zwischen 25 und 40 kg/ha lag, gelangen aktuell meist weniger als 10 kg Schwefel auf den Waldboden (vgl. „Die forstlichen Dauerbeobachtungsflächen im Saarland“ www.saarland.de/70484.htm). Allerdings wurden in Zeiten hoher Einträge große Schwefelvorräte in den Waldböden aufgespeichert, welche heute immer noch maßgeblich zur Bodenversauerung beitragen.

Langzeitentwicklung der Schwefeldioxidkonzentrationen (Jahresmittelwerte) der IMMESA-Stationen



Verlauf der mit Passivsammlern ermittelten Stickstoffdioxid- und Ammoniakkonzentrationen an der Level II-Fläche Fischbach



Stickstoff

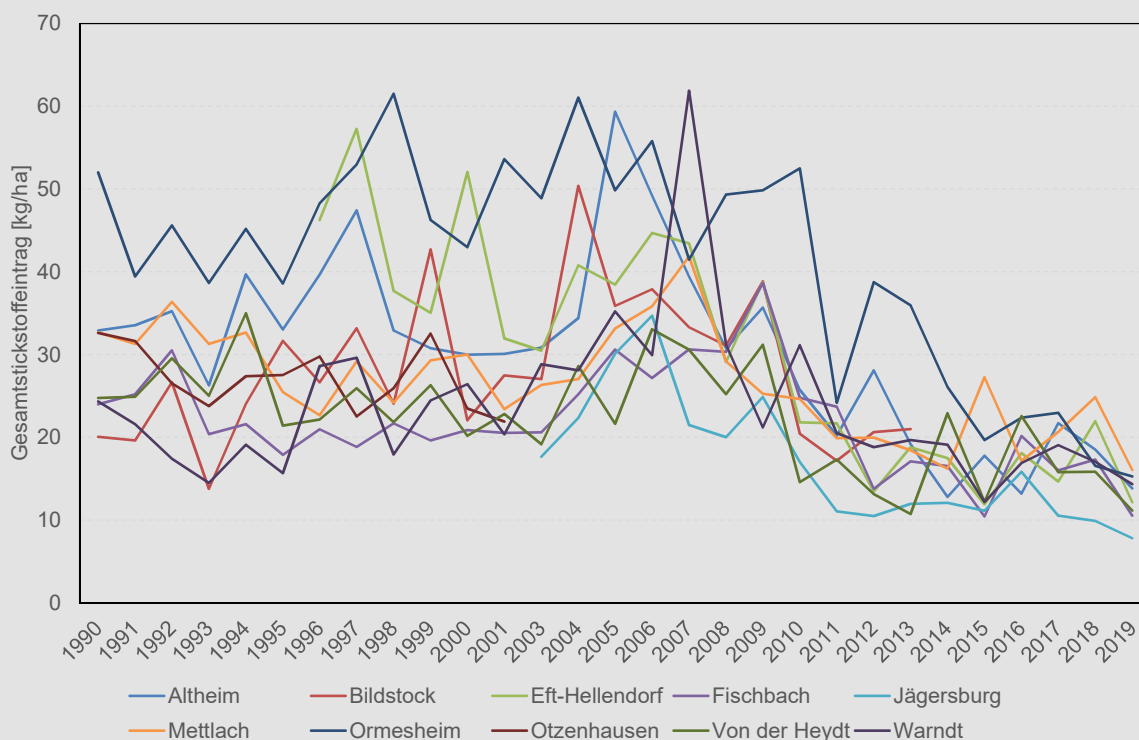
Stickstoff in oxidiert Form wird bei Verbrennungsprozessen durch Reaktion des im Brennstoff und in der Verbrennungsluft enthaltenen Stickstoffs, in reduzierter Form hingegen beim mikrobiellen Abbau von Harnstoffen, Protein oder ähnlichen biogenen Ausscheidungsprodukten sowie durch Zersetzung ammoniumhaltiger Dünger freigesetzt. Hauptquelle der Stickoxide ist der Straßenverkehr, gefolgt von Kraft- und Heizwerken. Reduzierter Stickstoff (Ammoniak) stammt überwiegend aus der landwirtschaftlichen Tierhaltung und in geringem Umfang auch aus der Herstellung und Anwendung stickstoffhaltiger Mineraldünger, der Rauchgasentsorgung und dem Kraftfahrzeugverkehr.

Die Emission der Stickoxide (NO und NO₂ kalkuliert als NO₂) ist in Deutschland insbesondere durch den Einsatz von Katalysatoren in Kraftfahrzeugen und Entstickungsanlagen in Kraft- und Heizwerken seit 1990 um 59 % zurückgegangen. Die Langzeitmessungen der IMMESA-Stationen zeigen eine langsa-

me Abnahme der Stickstoffdioxidkonzentration in den ersten Jahren nach Beginn der Messreihe im Jahr 1984, seit Anfang dieses Jahrtausends setzt sich diese aber nur an einigen Messstationen fort. An anderen Stationen stagnieren die Werte mit geringen Schwankungen. An der Level-II-Fläche Fischbach zeigen die seit Herbst 2002 mit Passivsammlern ermittelten Stickstoffdioxidkonzentrationen einen leicht abwärts gerichteten Trend, während die Ammoniakkonzentrationen leicht angestiegen sind.

Bei den reduzierten Stickstoffverbindungen (Ammoniak) konnte die Emission bundesweit demgegenüber nur sehr wenig (von 1990 auf 2017 um 16 %) reduziert werden. Die in der EU-Richtlinie über nationale Emissionshöchstmenge (NEC-Richtlinie 2001/81/EG) für das Jahr 2010 für Deutschland festgelegte Ammoniak-Emissionshöchstmenge von 550 kt je Jahr wird mit aktuell 587 kt weiterhin verfehlt. Die Ende 2016 verabschiedete Nachfolgerichtlinie (EU 2016/2284) sieht für Deutschland

Langzeitentwicklung der Stickstoffdioxidkonzentrationen (Jahresmittelwerte) der IMMESA-Stationen



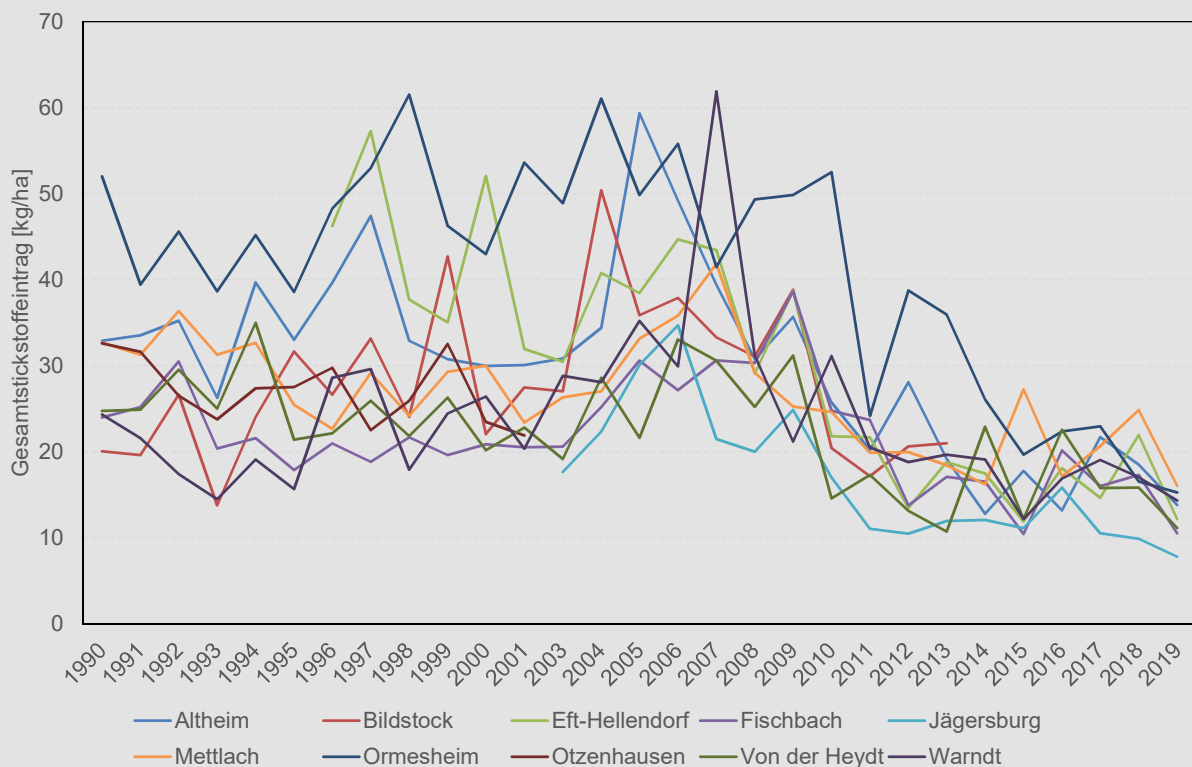
bei Ammoniak eine Emissionsminderungsverpflichtung für 2020 bis 2029 von nur 5 % vor. Erst ab 2030 sollen die Emissionen um 29 % gegenüber dem Jahr 2005 gesenkt werden. Die Projektionen des im Mai 2019 veröffentlichten Nationalen Luftreinhaltprogramms gehen allerdings davon aus, dass die NH₃-Emissionen bis 2030 lediglich um 8 % vermindert werden können, wenn kein umfangreiches Maßnahmenpaket eingeführt wird. Die schwerwiegende Belastung unseres Waldes durch überhöhte Stickstoffeinträge wird mit ihren schädigenden Wirkungen in allen Bereichen des Ökosystems, insbesondere durch die besorgniserregende Schwächung der Bodenlebensgemeinschaften, somit voraussichtlich noch lange Bestand haben. Die Langzeitmessreihen zur Stickstoffdeposition im Wald auf den Forstlichen Dauerbeobachtungs-

flächen zeigen, dass sich die bislang erreichte Emissionsminderung bei NO_x und NH₃ auf den Stickstoffeintrag in den Waldboden nur verhalten auswirkt. Die Stickstoff-Depositionsraten zeigen erst seit 2006 einen vermutlich abnehmenden Trend, wobei der Ammoniumanteil an der Stickstoffdeposition steigt (vgl. „Die forstlichen Dauerbeobachtungsflächen im Saarland“ www.saarland.de/70484.htm).

Säureeinträge

Aufgrund der beträchtlichen Reduktion der Emission und Immission von Schwefeldioxid zeigt auch die Gesamtsäure-Deposition, die außer Schwefel auch aus anderen Quellen, insbesondere aus dem Eintrag von Stickstoffverbindungen stammt, einen abnehmenden Trend. Dieser weist aber auf al-

Verlauf der Gesamtstickstoffeinträge an den forstlichen Dauerbeobachtungsflächen

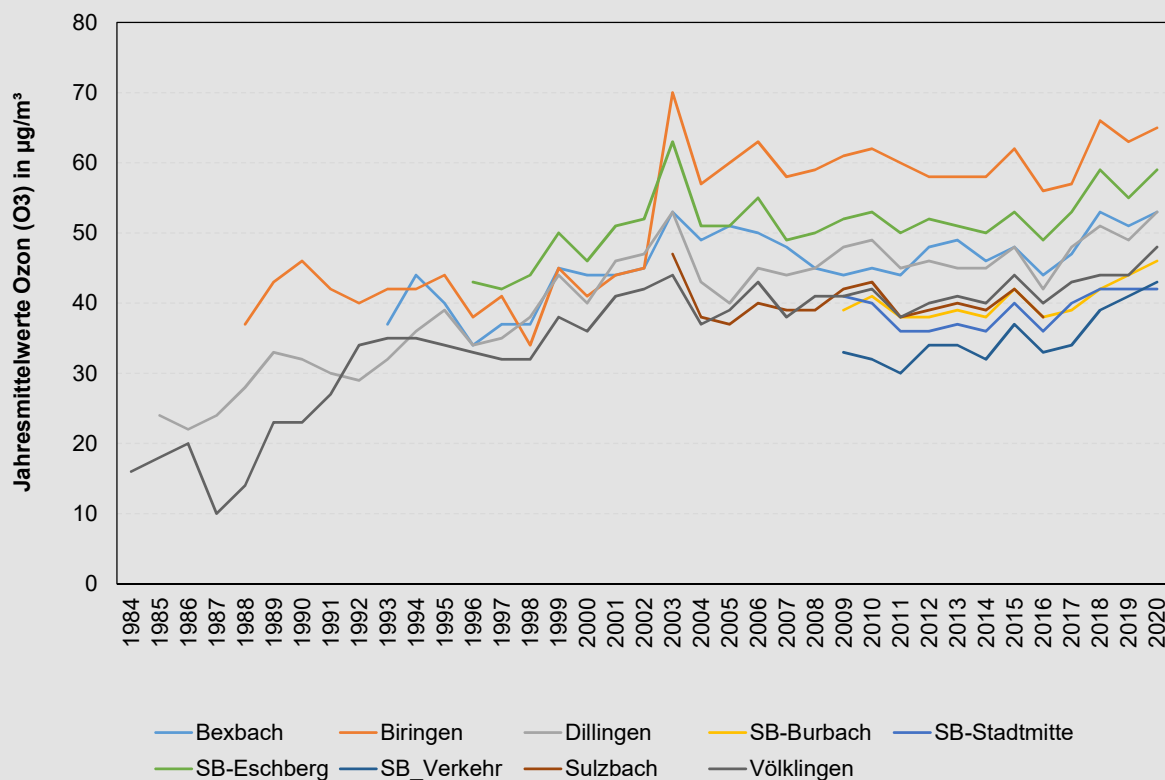


len Standorten erhebliche Varianzen auf (vgl. „Die forstlichen Dauerbeobachtungsflächen im Saarland“ www.saarland.de/70484.htm). Eine Bilanzierung der säurebildenden und säurepuffernden Prozesse zeigt, dass immer noch Netto-Säure in die Systeme eingetragen wird, was zu mehr als 50 % auf Stickstoff und dessen Umwandlungsprozessen beruht. Das belegt den hohen Einfluss der überhöhten Stickstoffeinträge, insbesondere des aus der Landwirtschaft stammenden Ammoniums. Zum Schutz unserer Waldökosysteme vor fortschreitender Versauerung sind daher, nach wie vor, weitere Anstrengungen zur Verringerung der Emission der Säurevorläufer und eine Fortsetzung von Bodenschutzkalkungen erforderlich.

Ozon

Ozon ist eine sehr reaktionsfreudige Form des Sauerstoffs mit drei O-Atomen (O_3). Das in der bodennahen Atmosphäre befindliche Ozon kann über die Spaltöffnungen ins Blattinnere von Pflanzen gelangen. Hohe Ozonbelastungen beeinträchtigen das Pflanzenwachstum und reduzieren die Kohlenstoffspeicherung. In der Stratosphäre befindliches Ozon schützt uns demgegenüber vor schädlicher ultravioletter Strahlung. Ozon entsteht als sekundäre Luftverunreinigung aus Vorläufersubstanzen, im Wesentlichen aus Luftsauerstoff (O_2), Stickoxiden (NO_x) und flüchtigen Kohlenwasserstoffen (NMVOC), unter der Einwirkung der Sonneneinstrahlung. Die Ozonvorläufersubstanzen gelangen

Langzeitentwicklung der Ozonkonzentrationen (Jahresmittelwerte) der IMMESA-Stationen



aus natürlichen und anthropogenen Quellen in die Atmosphäre. In Mitteleuropa entstammt das waldbelastende Ozon im Wesentlichen der photochemischen Ozonbildung aus anthropogenen Vorläufersubstanzen. Entscheidend für die Ozonkonzentration ist nicht nur die Konzentration dieser Vorläufersubstanzen, sondern insbesondere auch der Witterungsverlauf. Hohe Ozonkonzentrationen sind vor allem in sonnenscheinreichen Sommern zu erwarten.

Die Langzeitmessreihen der IMMESA-Stationen zeigen für Ozon über die Jahre einen Anstieg der mittleren Konzentrationen. Auffallend hohe Werte wurden 2003, dem Jahr mit dem „Jahrhundert-sommer“ gemessen. In den letzten Jahren scheinen sich die Werte auf einem hohen Niveau einzupendeln. Trotz der bereits erheblichen Verringerung der Emission der Ozonvorläufersubstanzen Stickoxide und flüchtige Kohlenwasserstoffe – in Deutschland bezogen auf das Jahr 1990 um 60 % bei den Stickoxiden und 71 % bei den flüchtigen Kohlenwasserstoffen – ist das Ozonbildungspotenzial aber nach wie vor hoch. Die Verträglichkeitsgrenzen für Waldbäume werden meist deutlich überschritten. Unsere Wälder sind demnach trotz des Rückgangs bei den kurzfristigen Ozonspitzenwerten nach wie vor einer erheblichen Ozonbelastung ausgesetzt. Eine eingehendere Darstellung der Ozonbelastung unserer Wälder, mit Kalkulationen der für die Entstehung von Ozonschäden an Bäumen entscheidenden Ozonaufnahme über die Spaltöffnungen der Blätter oder Nadeln, enthält der Beitrag „Ozonbelastung rheinland-pfälzischer und saarländischer Waldökosysteme“ im Waldzustandsbericht 2015: <https://www.saarland.de/waldzustandsbericht.htm>.

Eine eingehendere Darstellung der Ozonbelastung unserer Wälder, mit Kalkulationen der für die Entstehung von Ozonschäden an Bäumen entscheidenden Ozonaufnahme über die Spaltöffnungen der Blätter oder Nadeln, enthält der Beitrag „Ozonbelastung rheinland-pfälzischer und saarländischer Waldökosysteme“ (Kurzfassung: <https://fawf.wald.rlp.de/de/veroeffentlichungen/waldzustandsbericht/> Langfassung: https://www.uni-trier.de/fileadmin/fb6/prof/GEB/Lehre/OzonBericht_2015_Langfassung.pdf).



Passivsammlersystem zum Messen von Luftschadstoffen an der Level-II-Fläche Fischbach, Foto: D. Hemmerling

DIE SCHÄDIGUNG VON
ALTBUCHENBESTÄNDEN
IM SAARLAND NACH DREI
TROCKENJAHREN:
AUSWIRKUNG AUF DIE
WALDÖKOLOGIE UND DIE
FORSTBETRIEBE



Die Rotbuche (*Fagus sylvatica* L.) ist die von Natur aus dominierende Baumart in den Wäldern Mitteleuropas. Sie hat ein riesiges Verbreitungsgebiet, wächst auf den unterschiedlichsten Standorten und weist eine hohe genetische Vielfalt auf. Das Saarland liegt im Zentrum des natürlichen Buchenverbreitungsgebietes. Die Schwächung der Buche sogar im Kerngebiet ihrer Verbreitung nach den drei trockeneren Sommern 2018 bis 2020 ist demnach sehr beunruhigend.

Die Buche ist als trockenheitssensitiv bekannt. Die letzten drei Sommer können demnach als ein Stresstest hinsichtlich ihrer Risiken im Klimawandel angesehen werden.

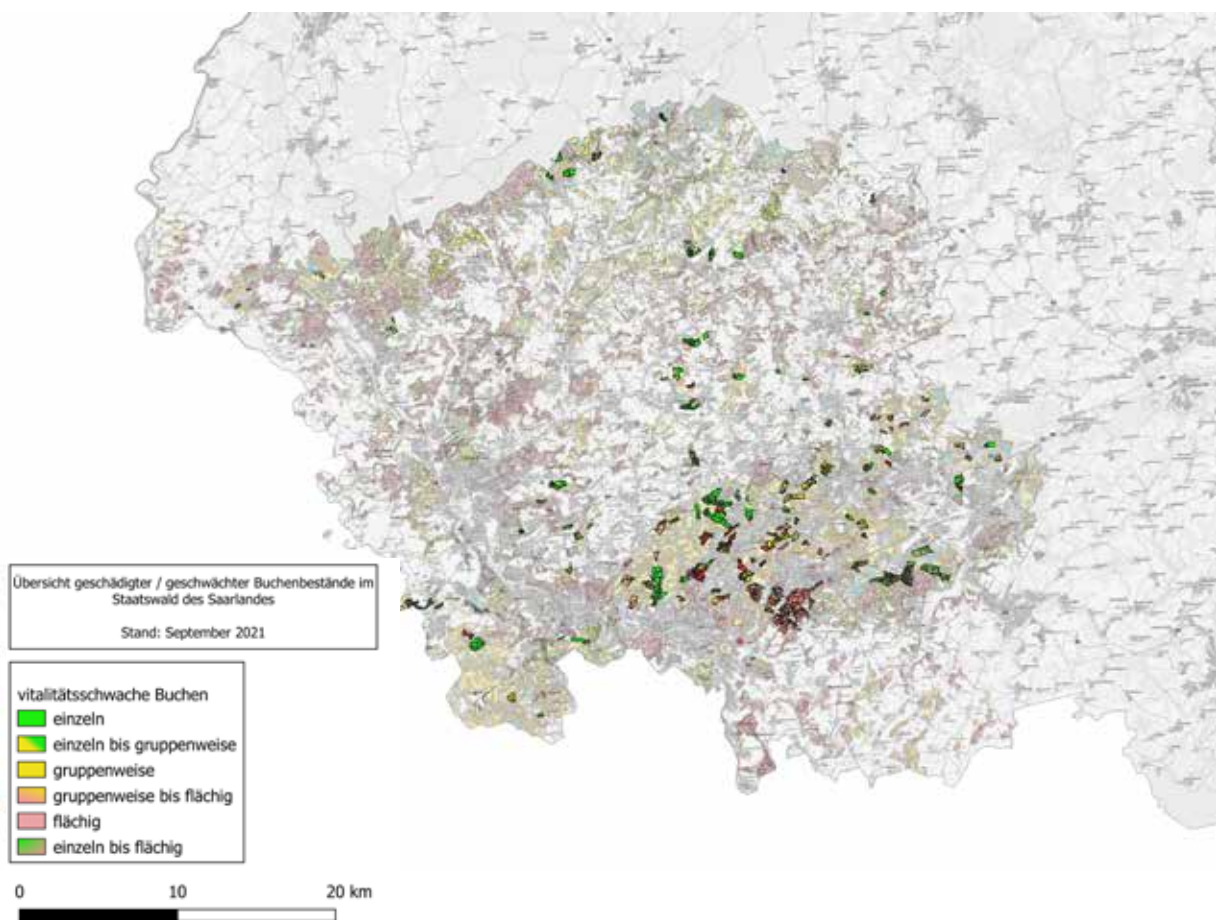
Die in der Waldzustandserhebung (WZE) ermittelten Absterberaten mögen in absoluten Zahlen im Vergleich zur Fichte gering erscheinen. Sie liegen jedoch um den Faktor 10 höher als im gesamten Zeitraum seit Beginn der WZE im Jahre 1984.

Um das Ausmaß der Schadflächen betrieblich beurteilen zu können, wurde im Saarland ein Meldekataster eingerichtet. Der Schwerpunkt lag zunächst vornehmlich darin, die Aufarbeitung, Vermarktung und Wiederbewaldung v.a. von Borkenkäferkalamitäten zu steuern und zu unterstützen. Nach drei Dürre- und Hitzesommern in Folge sind nunmehr auch die Schäden an den heimischen, standortgerechten und vielerorts autochthonen Laubbaumarten gravierend.

Trockenheitsbedingte Absterbeprozesse einschließlich Totastbildung bei der Buche treffen nicht nur Einzelbäume und Bestandesränder, sondern zunehmend ist auch ein flächiges Absterben ganzer Bestandesteile unabhängig von der Bewirtschaftungsform auffällig. Dabei hat sich die Schadenssituation im Laufe des Sommers und des diesjährigen

WZE-Aufnahmeterrains entscheidend verschlechtert. Das Ausmaß ist regional unterschiedlich. Nach Meldungen der Reviere scheinen besser wasserversorgte oder tongründige, stauwasserbeeinflusste Standorte des Karbons, Rotliegenden oder Muschelkalks mit Absterben der Oberschicht ganzer Rotbuchenbestände stärker betroffen als Wälder auf bodensaurem Buntsandstein.

Abgestorbene Bäume, Kronen oder Kronenteile werden zunehmend zu einem erheblichen Gefahrenpotential in Altbuchenwäldern. Der Saarforst-Landesbetrieb führte in diesem Jahr eine stichprobenartige Feldanalyse trockenheitsgeschädigter Bestände durch, um die ausgehenden Gefahren für die Waldarbeit und Waldbesucher genauer bewerten zu können.



Auf fünf untersuchten Standorten zeigen sich gravierende Kronenverlichtungen der Rotbuche, teils ausgeprägte Kleinblättrigkeit und verschiedentlich ein Schütten der gerade ausgetriebenen Belaubung. Die Verlichtung erfolgt nahezu gleichmäßig über die ganze Krone, teilweise bleiben spärliche Reste der unteren Schattenkrone vorläufig erhalten. Die Auflösung der Kronenmorphologie erfolgt rasant und hat gerade in den letzten Wochen nach dem Blattaustrieb sehr dynamisch zugenommen. Es zeichnet sich bereits deutlich ab, dass Sonnenbrand bis in die entblätterte Feinstzone die Vitalität bei intensiver Sonnenstrahlung weiter verschlechtert. Zahlreich aufgefundene, bereits schwerst geschädigte Bäume werden kurzfristig absterben. Die offensichtlich über Jahre gestressten Rotbuchen sind dabei für eine Vielzahl von Schadorganismen befallsdisponiert. Gravierend ist der rasche Besiedlungsfortschritt abgestorbener Kronenäste jeder Stärke mit holzerstörenden Pilzen (Porlingsarten, wie z.B. Lackporlinge). Es erfolgt eine spröde, zur

Brüchigkeit neigende Keramisierung in der Krone, vergleichsweise dem Bruchversagen in Folge des Befalls mit Brandkrustenpilz. Bäume, Starkäste und ganze Stämme können ohne Warnzeichen spontan versagen und sich unkontrolliert zerlegen. Problematisch ist die Brüchigkeit in der Krone durch die Infektion mit verschiedenen holzerstörenden Pilzen. Die Dynamik der Pilzinfektionen ist enorm und verläuft viel schneller als bisher bekannt. Schwergeschädigte Bäume leisten bei entsprechenden Pilz- bzw. Schlauchpilzangriffen zu wenig Widerstand durch die Vitalitätsschwäche und werden rasant besiedelt. Die Verbreitung holzerstörender Pilze ist bei der Unzahl disponierter Individuen nicht mehr beherrschbar.

Die Absterbeprozesse führen auch zu einem Verlust von Alt- und Biotopbäumen, was in Natura-2000-Gebieten zu einer Verschlechterung des Erhaltungszustandes führen kann. Diese passiv entstandene und damit nicht dem Forstbetrieb an-

zulastende Verschlechterung soll nicht durch aktive Maßnahmen des Forstbetriebes, insbesondere die Ernte un- oder geringgeschädigter und damit überlebendiger Altbäume verstärkt werden. An vielen absterbenden Bäumen entwickeln sich aber auch Strukturen, die nach § 44 BNatschG geschützte Arten beherbergen können.

Mit zunehmendem Schadensfortschritt vergrößert sich das Gefährdungspotential durch fallende Totäste, Kronenteile oder ganzer Bäume erheblich. Die damit verbundenen Anforderungen an die schwerpunktmäßig an den Außengrenzen stattfindende Verkehrssicherung stellen eine große Herausforderung für die Forstbetriebe dar und erfordern bzgl. der Arbeitssicherheit größtmögliche Vorsicht. Dort wo flächig Altbuchen abgestorben sind, ist ein Arbeiten bis auf Weiteres nicht möglich. Wichtig für Waldbesucher ist erhöhte Vorsicht und der Blick nach oben in die Baumkronen; geschädigte Altbestände sind bei stärkeren Windbewegungen auf jeden Fall zu meiden.

Aktuelles Fazit:

Veränderung der Waldgesellschaften im Klimawandel

Drei trockene Vegetationsperioden in Folge stellen für die Buche einen Stresstest hinsichtlich ihrer Trockenheitsresistenz bzw. -resilienz dar. Steigende Temperaturen und geringere Niederschlagsmengen in den Vegetationsperioden führen womöglich zu Veränderungen in der Artenzusammensetzung von Waldgesellschaften. Zu erwarten ist, dass die bis vor kurzem noch mehr oder weniger flächendeckende Dominanz der Buche zugunsten anderer, wärmeliebender und trockenstressresistenter Baumarten zurückgehen könnte.

Trockenstresssensitivität der Buche

Die Buche ist eine Baumart, die ohne menschlichen Einfluss in vergleichsweise dichten Wäldern mit überwiegend baumweisem bis kleinflächigem

Generationenwechsel in Mosaikzyklen wächst. Natürliche (Sturm, Schneebruch) oder anthropogen verursachte starke Störungen ihres Bestandesgefüges (z.B. durch starke Nutzungen) können zur Schwächung alter Buchen führen. Wasserleitbahnen und Kronenaufbau (Licht-/Schattblätter) sind auf Dichtschluss programmiert. Plötzliche Freistellungen bedeuten somit eine Belastung für die Bäume, deren Anpassungsfähigkeit mit fortschreitendem Alter abnimmt. Der Anpassungsdruck steigt insbesondere, wenn zusätzliche Stressoren wie die aktuelle Änderung der klimatischen Bedingungen hinzukommen. Die Vitalität der Buchen wird geschwächt, es kann zu Embolien in den Leitgefäßen kommen. Sekundäre Schaderreger (Schwächeparasiten/Gegenspieler) wie Pilze und Käfer, die sich erst bei einer deutlichen Schwächung ihres Wirtes vermehren können, nehmen zu und Bäume sterben ab.

Waldbewirtschaftung als zusätzliche Belastung im Klimawandel – Ursachen und Lösungsmöglichkeiten

Während natürliche Störungen kaum beeinflussbar sind, muss diskutiert werden, wie die zusätzlichen, anthropogen verursachten negativen Einflüsse auf die Vitalität der Buchen so gering wie möglich gehalten werden können. Die Nutzung soll hierbei aber nicht grundsätzlich in Frage gestellt werden, nicht zuletzt auch, um nicht auf eine CO₂-Speicherung in langlebigen Holzprodukten zum Erreichen der Klimaziele verzichten zu müssen. Obwohl es für jedes beobachtete Phänomen auch Gegenbeispiele gibt, scheinen sich folgende Eingriffe tendenziell negativ auszuwirken:

- starke Eingriffe in über 100-jährigen Buchen, die bereits deutlich über 80 % ihrer Baumhöhen- und Kronenausbreitungsmöglichkeit erreicht haben;
- Neuanlage von Rückegassen in älteren Buchenwäldern in Verbindung mit gleichzeitigen flächenwirksamen Eingriffen;
- sehr lange Zeiträume in flächiger Schirmstellung mit dauerhaft freistehenden, hierauf nicht vorbereiteten Altbuchen.

Gestützt durch den im Jahr 2019 in Kraft getretenen Masterplan Wald

https://www.saarland.de/muv/DE/portale/waldundforstwirtschaft/service/publikationen/pub_waldzustandsbericht_2020_muv.pdf?__blob=publicationFile&v=2

wurden die Einschläge in Buchen und Eichen über 60 cm BHD halbiert und in Buchenzielstärkenbeständen die Entnahme von max. 4 Bäumen pro ha begrenzt. Eingriffe in noch geschlossene Vorratspflegebestände der Buche, die das Waldinnenklima gefährden, unterbleiben bis auf Weiteres.

Buchennachwuchs

Jüngere Buchen zeigen sich bislang erstaunlich vital, was sich durch die Anlage großer Winterknospen auch im Jahr 2021 bestätigt hat. Dies gilt auch für Verjüngung unter Schirm in Bereichen mit starken Schäden bis hin zu Absterberscheinungen im Altbestand. Ebenso sind in den jüngeren Buchenwäldern kaum Schäden aufgetreten. Da in diesen Beständen in den letzten Jahren zur Förderung besonders vitaler Bäume ebenfalls stärker eingegriffen wurde, scheinen jüngere, reaktionsfähige Bäume in Stressjahren in der Lage zu sein, davon zu profitieren.



Habitatbaum Buche, Nationalpark Hunsrück-Hochwald, Foto: A. Müller

KOMPENSATIONSKALKUNGEN ALS NACHHALTIGER BEITRAG ZUM ERHALT VITALER WALDBE- STÄNDE IM STAATSWALD



Bodenschutzkalkungen mit natürlichem Dolomitmalk wirken einer Säurebelastung durch Schadstoffdepositionen aus Industrie, Verkehr und Landwirtschaft entgegen und sichern so die Vitalität unserer Wälder. Auf Grundlage des Saarländischen Kalkungskonzeptes konnten so seit 2006 stark versauerte Waldbestände des Saarländischen Staatswaldes auf einer Gesamtfläche von bereits mehr als 17.500 Hektar vor einer mit voranschreitender Bodenversauerung einhergehenden Verschlechterung der Nährstoffversorgung geschützt werden. Ein begleitendes Monitoringprogramm ermöglicht hierbei durch Bodenschutzkalkungen erzielte Erfolge zu bewahren und weitere kalkungsbedürftige Bestände zu ermitteln. So konnte durch aktuelle Untersuchungen aufgezeigt werden, dass die natürlichen Säure-Pufferkapazitäten in Böden einiger nordsaarländischer Waldbestände nahezu ausgeschöpft sind. Rechtzeitige Kalkungsmaßnahmen sichern hier die langfristige Nährstoffversorgung der Waldbestände. Des Weiteren bestätigten Wirkungskontrollen im Saarkohlenwald die nachhaltige Wirkung von Bodenschutzkalkungen. Die dortigen Waldbestände sind auch mehr als 10 Jahre nach der Erstkalkungsmaßnahme noch immer ausreichend mit Nährstoffen versorgt und der Zustand der für die Nährstoffbindung im Boden wichtigen Tonminerale hat sich stabilisiert, zum Teil sogar verbessert. Bodenschutzkalkungen leisten somit einen wichtigen Beitrag, um unsere Wälder widerstandsfähiger gegen Schädlingsbefall, Krankheiten und schädliche Umwelteinflüsse zu machen.

Hintergrund

Wälder sind nicht nur als Lebensraum für eine Vielzahl von Tier- und Pflanzenarten und als Lieferant des nachwachsenden und kohlendioxidneutralen Rohstoffes und Energieträgers Holz von besonderer ökologischer und ökonomischer Bedeutung, sondern erfüllen darüber hinaus auch eine Vielzahl weiterer für Mensch und Umwelt bedeutender Funktionen in den Bereichen des Wasser-, Boden-, Klima- und Immissionsschutzes. So speichern Wälder erhebliche Mengen an klimarelevantem Kohlendioxid, reinigen die Luft und regulieren den Wasserhaushalt. Waldböden sind hierbei durch ihre Speicher- und Filterfunktion für unsere Trinkwasserversorgung von überaus großer Bedeutung. Die Vitalität der Wälder und ihre vielfältigen Funktionen werden jedoch durch ausgedehnte Hitzeperioden in Verbindung mit ausbleibenden Niederschlägen infolge des fortschreitenden Klimawandels zunehmend belastet. Dies führt zu einer dauerhaften Schwächung der Bäume und einer damit einhergehenden größeren Anfälligkeit für Krankheiten und Schädlingsbefall. Eine weitere Belastung für Wälder entsteht durch fortdauernde, vor allem atmosphärische Schadstoffdepositionen aus Industrie, Landwirtschaft und Verkehr. Diese führen zu einer Beschleunigung und Verstärkung von Bodenversauerungsprozessen, ein natürlicher Vorgang, der je-

doch ohne zusätzliche Schadstoffdepositionen nur in einem moderaten Umfang voranschreitet. Die Hauptverursacher der gesteigerten Bodenversauerung durch Schadstoffdeposition sind hierbei Säurebildner wie Schwefel- und Stickstoffverbindungen. Die Belastung durch Schwefelemissionen konnte in den letzten Jahrzehnten durch umfangreiche Maßnahmen zur Luftreinhaltung deutlich reduziert werden. Die Deposition von Stickstoffverbindungen in Form von Ammoniak (überwiegend aus der landwirtschaftlichen Tierhaltung) und Stickoxiden (insbesondere aus Verbrennungsprozessen im Straßenverkehr und zur Energieerzeugung) konnte hingegen bislang nur in einem deutlich geringeren Umfang reduziert werden und stellt nach wie vor eine Hauptursache der verstärkten Säurebelastung und der damit einhergehenden, zum Teil bis in tiefere Bodenschichten vorangeschrittenen Versauerung der Waldböden dar.

Auswirkungen auf das Waldökosystem und seine Funktionen

Bäume und Böden und die vielfältigen Funktionen des Ökosystems Wald werden in verschiedener Weise sowohl direkt als auch indirekt durch Versauerungsprozesse beeinträchtigt. Ein Aspekt von besonderer Bedeutung ist hierbei die Bodenfruchtbarkeit. Zunehmende Versauerung führt zu einer

Abnahme des pflanzenverfügbaren Nährstoffvorrates sowohl durch eine verringerte Aktivität von Bodenorganismen und folglich geringere Nährstofffreisetzung bei dem (mikrobiellen) Umsatz der organischen Bodensubstanz als auch durch eine verminderte Bindungsfähigkeit des Bodens für wichtige Nährstoffe wie zum Beispiel Calcium und Magnesium, die in der Folge mit der Bodenlösung ausgewaschen werden können. Die Funktion des Bodens als Nährstoffspeicher und Schadstofffilter hängt hierbei stark mit dem Zustand der Tonminerale im Boden zusammen, da diese für die Bindung von Nähr- und Schadstoffen sehr bedeutsam sind. Fortschreitende Versauerung schädigt jedoch zunehmend die Struktur der Tonminerale bis hin zu einem vollständigen und unwiederbringlichen Zerfall. Bei sehr niedrigen pH-Werten kann hieraus eine verstärkte Freisetzung von Aluminium oder Schwermetallen resultieren, was zu erhöhten Konzentrationen dieser Stoffe im Grund- und Oberflächenwasser aber auch zu Schädigungen von Feinwurzeln und Mykorrhizapilzen und somit zu Beeinträchtigungen der Vitalität der betroffenen Bäume führen kann.

Maßnahmen zur Kompensation der Bodenversauerung

Neben langfristig angelegten Maßnahmen zur Reduzierung von Schadstoffdepositionen sind weitere, bereits kurz- bis mittelfristig greifende Maßnahmen zur Kompensation der hohen Säurebelastungen von Waldböden vonnöten. Bodenschutzkalkungen haben sich hierbei als geeignetes Mittel erwiesen, das bereits seit vielen Jahren im Saarland und anderen Bundesländern erfolgreich angewendet wird. Bei dieser Maßnahme wird eine moderate Aufwandmenge (3 Tonnen pro Hektar) gemahlene, aus Calcium- und Magnesiumkarbonat bestehendes natürliches Dolomit-Gestein per Hubschrauber auf die kalkungsbedürftigen Waldbestände ausgebracht. Den Kalkungsmaßnahmen vorangestellt sind umfangreiche Untersuchungen der Kalkungsbedürftigkeit (Erstaufnahmen, EA) der verschiedenen Waldbestände unter Berücksichtigung naturschutzfachlicher Aspekte. Diese Voruntersuchungen umfassen neben bodenkundlichen

Parametern wie dem pH-Wert, die Ermittlung der Säure-Pufferkapazität und des Vorkommens und Zustandes der Tonminerale auch vegetationskundliche Untersuchungen wie zum Beispiel die Nährstoffversorgung der Bäume mittels Blattprobenanalysen. Für das Saarland gilt bereits seit dem Jahr 2003 ein Kalkungskonzept für den Staatswald mit einer entsprechenden Auflistung prioritär zu kalkender Waldbestände, welche fortlaufend durch aktuelle Untersuchungsergebnisse ergänzt wird. Im Saarland konnte so bereits eine Gesamtfläche des Staatswaldes von mehr als 17.500 Hektar, überwiegend von Natur aus nährstoffarme Standorte vornehmlich im Buntsandsteingebiet, dem Hunsrück und im Saarkohlenwald, einmalig gekalkt werden und so einer weitergehenden Bodenversauerung entgegengewirkt werden (vgl. WZB 2019, 2020). Neben den Erstaufnahmen zur Ermittlung der Kalkungsbedürftigkeit werden auf bereits gekalkten Flächen zudem im mehrjährigen Rhythmus Wirkungskontrollen (WiKo) durchgeführt, mit deren Hilfe der Kalkungserfolg und die Entwicklung der Säure-Pufferkapazitäten des Bodens dokumentiert und gegebenenfalls notwendige Wiederholungskalkungen einzelner Waldbestände ermittelt werden können.

Wirkung der Kalkungsmaßnahmen

Der auf kalkungsbedürftige Waldbestände ausgebrachte Kalk puffert die auf den Boden einwirkenden Säuremengen und kompensiert somit die zusätzliche Säurebelastung aus anthropogenen Quellen. Hierdurch konnte in gekalkten Waldbeständen bereits nach kurzer Zeit - beginnend an der Bodenoberfläche und in den oberflächennahen Bodenschichten - eine signifikante Verbesserung hinsichtlich der Säurebelastung und der mit dieser Belastung einhergehenden Beeinträchtigungen wichtiger Bodenfunktionen erreicht werden. So zeigten die oberflächennahen Bodenschichten eine wesentliche Verbesserung in der Versorgung der Bäume mit wichtigen Nährstoffen und somit in der Vitalität der Waldbestände – ein nicht zuletzt in der durch den Trocken- und Hitzestress der letzten Jahre oftmals angespannten Situation nicht zu unterschätzender Beitrag für die Gesunderhaltung der

Waldbestände. Die für die Nährstoffversorgung der Waldbestände bedeutsamen Tonminerale werden vor einem durch Säurebelastung bedingten weiteren Zerfall geschützt und ihre Bindungsfunktion für Nährstoffe erhalten. Zum Teil konnte hierbei durch Kompensationskalkungen nicht nur ein Unterbinden eines weitergehenden Zerfalls der Tonminerale erreicht werden, sondern es konnte sogar eine Reparaturwirkung erzielt werden, d.h. bereits beeinträchtigte Tonminerale haben sich wieder regeneriert und ihre Funktionalität im Nährstoffkreislauf hat sich verbessert. Die positive Wirkung des ausgebrachten Kalks bleibt nicht nur auf die oberen Bodenschichten beschränkt. Mit dem Sickerwasser dringt der Kalk in tiefere Bodenschichten vor und kann so gegen eine bereits tiefgründig vorangeschrittene Bodenversauerung wirken. Dadurch wird eine, das gesamte Bodenprofil umfassende Zustandsverbesserung, erreicht. Eine längerfristig anhaltende Wirkung der Kompensationskalkung soll durch das Ausbringen des Kalks in Form von Granulat erzielt werden. So löst sich und wirkt der Kalk über einen längeren Zeitraum. Nichtsdestotrotz ist die Wirkung der ausgebrachten Kalkmengen endlich und ab ungefähr 10 Jahren nach der Kalkungsmaßnahme können bei den regelmäßig durchgeführten Kontrolluntersuchungen erste Anzeichen einer beginnenden Wiederversauerung des Bodens auftreten (z.B. ein leichtes Absinken des pH-Wertes des Bodens). Dies deutet darauf hin, dass sich die ursprünglich verfügbare Kalkmenge bei der Neutralisation im Boden vorhandener und über die Zeit neu eingetragener Säuren nahezu erschöpft hat und eine Wiederholungskalkung vonnöten sein könnte.

Aktuelle Ergebnisse aus Waldbeständen des Saarländischen Staatswaldes

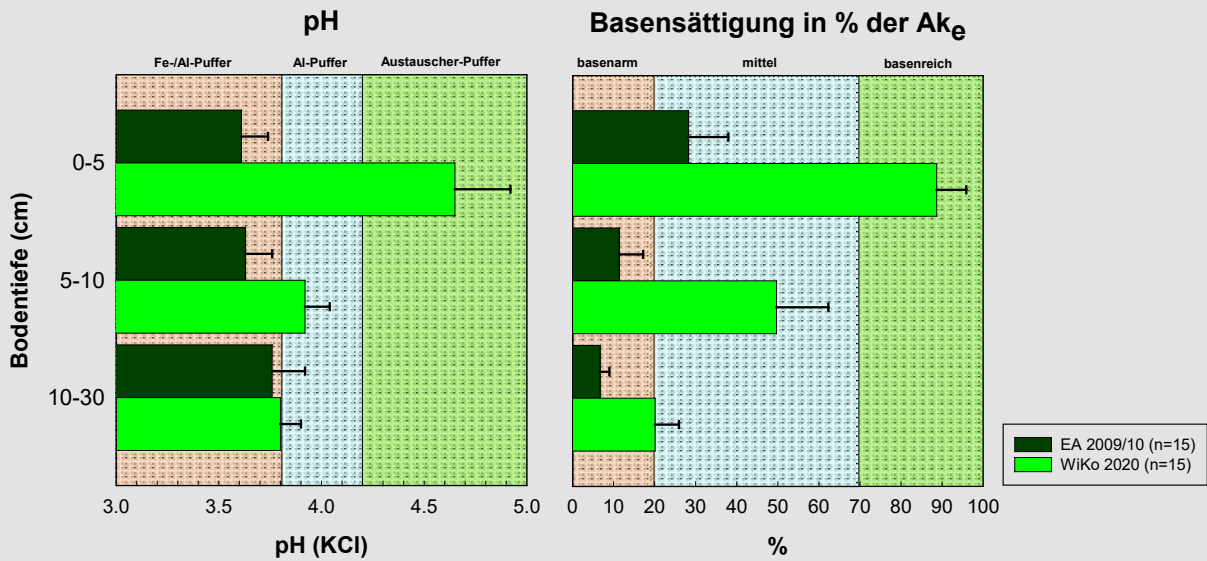
I. Saarkohlenwald - Kompensationskalkungen wirken nachhaltig gegen Wiederversauerung

Bei den Ausgangssubstraten der Bodenbildung im Saarkohlenwald handelt es sich um Verwitterungsprodukte von Ausgangsgesteinen des Karbons und des Rotliegenden, die von quartären Deckschichten überlagert sind. Die Deckschichten sind grundsätzlich quarz- und feldspatreicher und damit

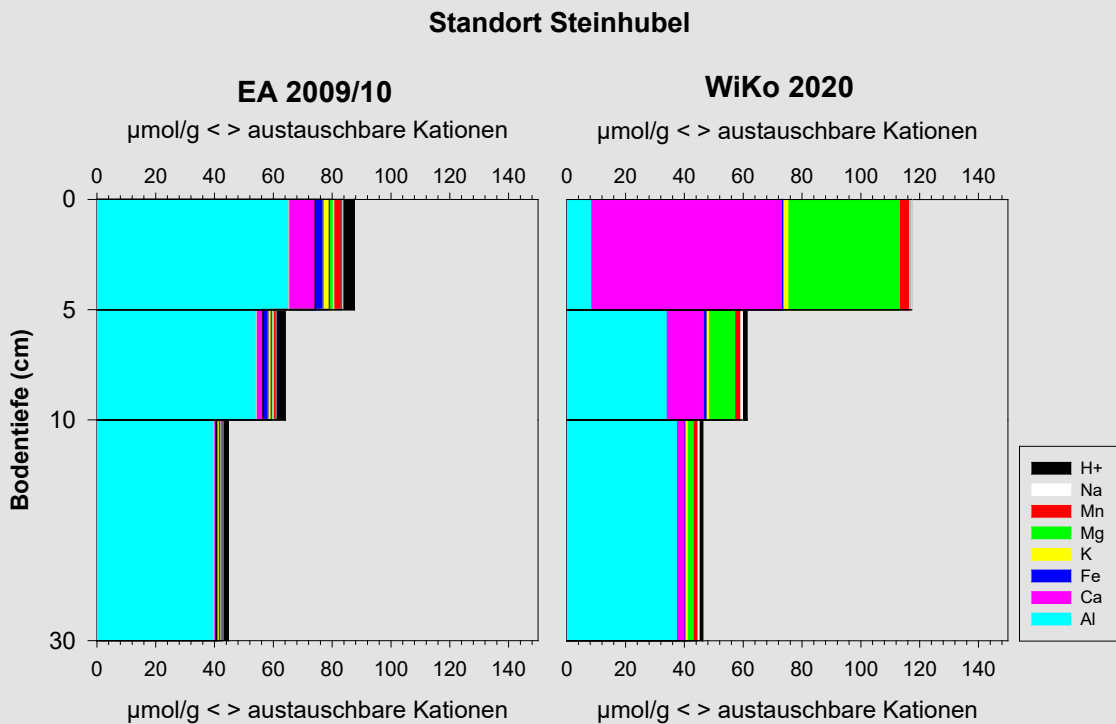
nährstoffärmer als die unterlagernden Ausgangssubstrate. Die Untersuchungen zur Kalkungsbedürftigkeit dieser Standorte in den Jahren 2009/10 ergaben eine dringende Notwendigkeit für Kompensationskalkungen. So wiesen die Standorte über alle Untersuchungstiefen (0 - 30 cm Bodentiefe) einen sehr niedrigen mittleren pH-Wert auf. Unter diesen stark sauren Bedingungen befinden sich Böden im Eisen-/Aluminium-Pufferbereich, in welchem eine vollständige Auswaschung vorhandener Kationen und folglich erheblicher Nährstoffmangel für Waldbestände droht. Zudem können Schädigungen an Baumwurzeln infolge einer Freisetzung toxischer Konzentrationen von Aluminium auftreten. Diese Ergebnisse wurden durch Untersuchungen der Böden hinsichtlich ihrer Basensättigung als Maß für pflanzenverfügbare Nährstoffe bestätigt.

Die im Anschluss an die Erstaufnahmen im Saarkohlenwald erfolgten Kompensationskalkungen führten zu einer erheblichen Minderung der Säurebelastung der Böden an den einzelnen Standorten. Diese positive Wirkung der Kalkungsmaßnahmen zeigt sich auch noch nach mehr als 10 Jahren: Sowohl der pH-Wert als auch die Basensättigung der Böden zum Zeitpunkt der Wirkungskontrollen im Jahr 2020 liegen weiterhin größtenteils deutlich über den Ausgangswerten der Jahre 2009/10 (vgl. EA 2009/10 mit WiKo 2020). Hieraus lässt sich eine Verbesserung der Nährstoffversorgung insbesondere in den Bodentiefen 0-10 cm ableiten, die Gefahr einer weitgehenden Nährstoffauswaschung ist erheblich reduziert. Diese oberflächennahen Bodenbereiche sind aufgrund des zumeist sehr dichten Feinwurzel- und Mykorrhizanetzwerkes für die pflanzliche Nährstoffaufnahme von großer Bedeutung. Die im Vergleich weiterhin deutlich verbesserte Nährstoffverfügbarkeit an den gekalkten Standorten im Saarkohlenwald zeigt sich am Beispiel des Untersuchungsstandortes „Steinhubel“: Hier liegt zum Beispiel die Summe der austauschbaren Kationen (in $\mu\text{mol/g}$ Boden) zum Zeitpunkt der Wirkungskontrolle 2020 in den oberen 5 cm des Bodenprofils rund 50 % über den Vergleichswerten aus den Erstaufnahmejahren 2009/10, mit deutlich erhöhter Verfügbarkeit wichtiger Pflanzennährstoffe wie Magnesium und Calcium. Die

Mittlere pH-Werte und Basensättigung in % der effektiven Austauschkapazität (Ake) in den Bodentiefen 0-5, 5-10 und 10-30 cm der Standorte im Saarkohlenwald zum Zeitpunkt der Erstaufnahme (EA; schwarze Balken) in den Jahren 2009/2010 und der zuletzt erfolgten Wirkungskontrolle (WiKo; grüne Balken) im Jahr 2020.



Mittelwerte der austauschbaren Kationen ($\mu\text{mol/g}$) in den Bodentiefen 0-5, 5-10 und 10-30 cm des Standortes Steinhübel zum Zeitpunkt der Erstaufnahme (EA; links) in den Jahren 2009/2010 und der zuletzt erfolgten Wirkungskontrolle (WiKo; rechts) im Jahr 2020. Die rechte Außenlinie zeigt gleichzeitig die effektive Austauschkapazität (A_{ke}) als Summenwert.



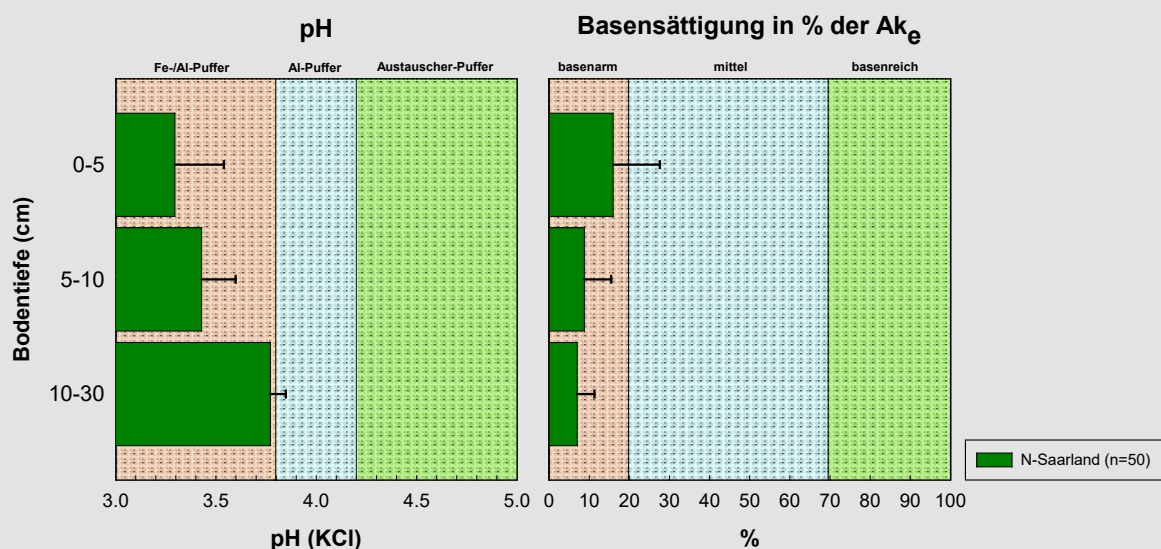
erhöhten Nährstoffvorräte im Boden spiegeln sich wiederum in einem durch Blattanalysen aufgezeigten ausreichenden Ernährungszustand der Waldbestände im Saarkohlenwald wider. Tonmineralogische Untersuchungen an diesen Standorten zeigen des Weiteren, dass sich der Zustand der für die Nährstoffbindungsfähigkeit des Bodens wichtigen Tonminerale durch die Kompensationskalkungen stabilisiert, zum Teil sogar verbessert hat.

II. Ermittlung kalkungsbedürftiger Waldbestände im Nordsaarland

Bei den Ausgangssubstraten der Böden im Nordsaarland handelt es sich um verwitterte intermediale Magmatite und im geringeren Umfang um Sand-Silt-Tonsteine, die grundsätzlich von quartären Deckschichten überlagert sind. Im Gegensatz zu sedimentären Ausgangsgesteinen weisen diese Böden häufig quellfähige Tonminerale (Smektite) auf, die durch Verwitterung basenreicherer Ausgangsgesteine entstanden sind. Derartige Böden verfügen über hohe Anteile an Basen-Kationen und dementsprechend eine hohe natürliche Säure-Pufferkapazität. Trotz dieser in Hinblick auf Säurebelastungen günstigen Standorteigenschaften ergaben sich bei den Erstuntersuchungen im Jahr 2020 Hinweise auf eine Notwendigkeit von Kalkungsmaßnahmen. Die bodenchemischen Analysen zeigten eine im gesamten Untersuchungsgebiet tiefgründig vorangeschrittene Versauerung der Böden verbunden mit einer nur geringen Basensättigung. Die nachfolgende Abbildung stellt die mittleren pH- und Basensättigungswerte in 0 - 30 cm Bodentiefe der untersuchten Standorte im Nordsaarland dar. Die ermittelten Werte ähneln hierbei der bei der Erstaufnahme im Saarkohlenwald in den Jahren 2009/10 festgestellten Situation. Die Basenarmut weist auf eine weitgehend erschöpfte Pufferkapazität hinsichtlich neu eingetragener Säuren, die niedrigen pH-Werte (Eisen-/Aluminium-Pufferbereich) auf ein hohes Kationen-Auswaschungsrisiko mit einhergehender unzureichender Nährstoffversorgung hin. Das zumeist geringe Vorkommen verschiedener Kationen über die drei Beprobungstiefen 0 - 5, 5 - 10 und 10 - 30 cm zeigt sich am Standort „Theley“ beispielhaft für die nordsaarländischen Untersuchungsstandorte. Neben boden-

ferkapazität. Trotz dieser in Hinblick auf Säurebelastungen günstigen Standorteigenschaften ergaben sich bei den Erstuntersuchungen im Jahr 2020 Hinweise auf eine Notwendigkeit von Kalkungsmaßnahmen. Die bodenchemischen Analysen zeigten eine im gesamten Untersuchungsgebiet tiefgründig vorangeschrittene Versauerung der Böden verbunden mit einer nur geringen Basensättigung. Die nachfolgende Abbildung stellt die mittleren pH- und Basensättigungswerte in 0 - 30 cm Bodentiefe der untersuchten Standorte im Nordsaarland dar. Die ermittelten Werte ähneln hierbei der bei der Erstaufnahme im Saarkohlenwald in den Jahren 2009/10 festgestellten Situation. Die Basenarmut weist auf eine weitgehend erschöpfte Pufferkapazität hinsichtlich neu eingetragener Säuren, die niedrigen pH-Werte (Eisen-/Aluminium-Pufferbereich) auf ein hohes Kationen-Auswaschungsrisiko mit einhergehender unzureichender Nährstoffversorgung hin. Das zumeist geringe Vorkommen verschiedener Kationen über die drei Beprobungstiefen 0 - 5, 5 - 10 und 10 - 30 cm zeigt sich am Standort „Theley“ beispielhaft für die nordsaarländischen Untersuchungsstandorte. Neben boden-

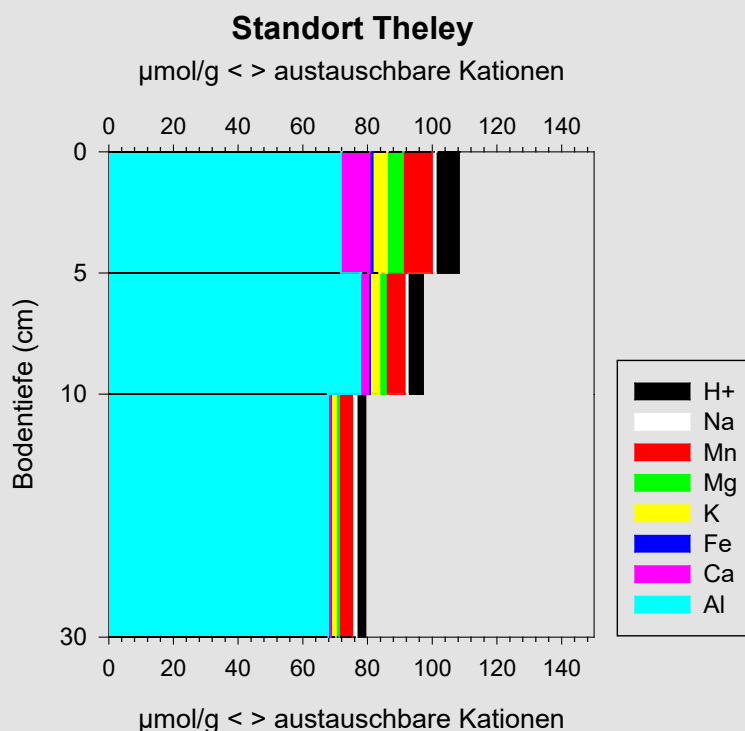
Mittlere pH-Werte und Basensättigung in % der effektiven Austauschkapazität (A_{ke}) in den Bodentiefen 0-5, 5-10 und 10-30 cm der Standorte im Nordsaarland zum Zeitpunkt der Erstaufnahme (EA) im Jahr 2020.

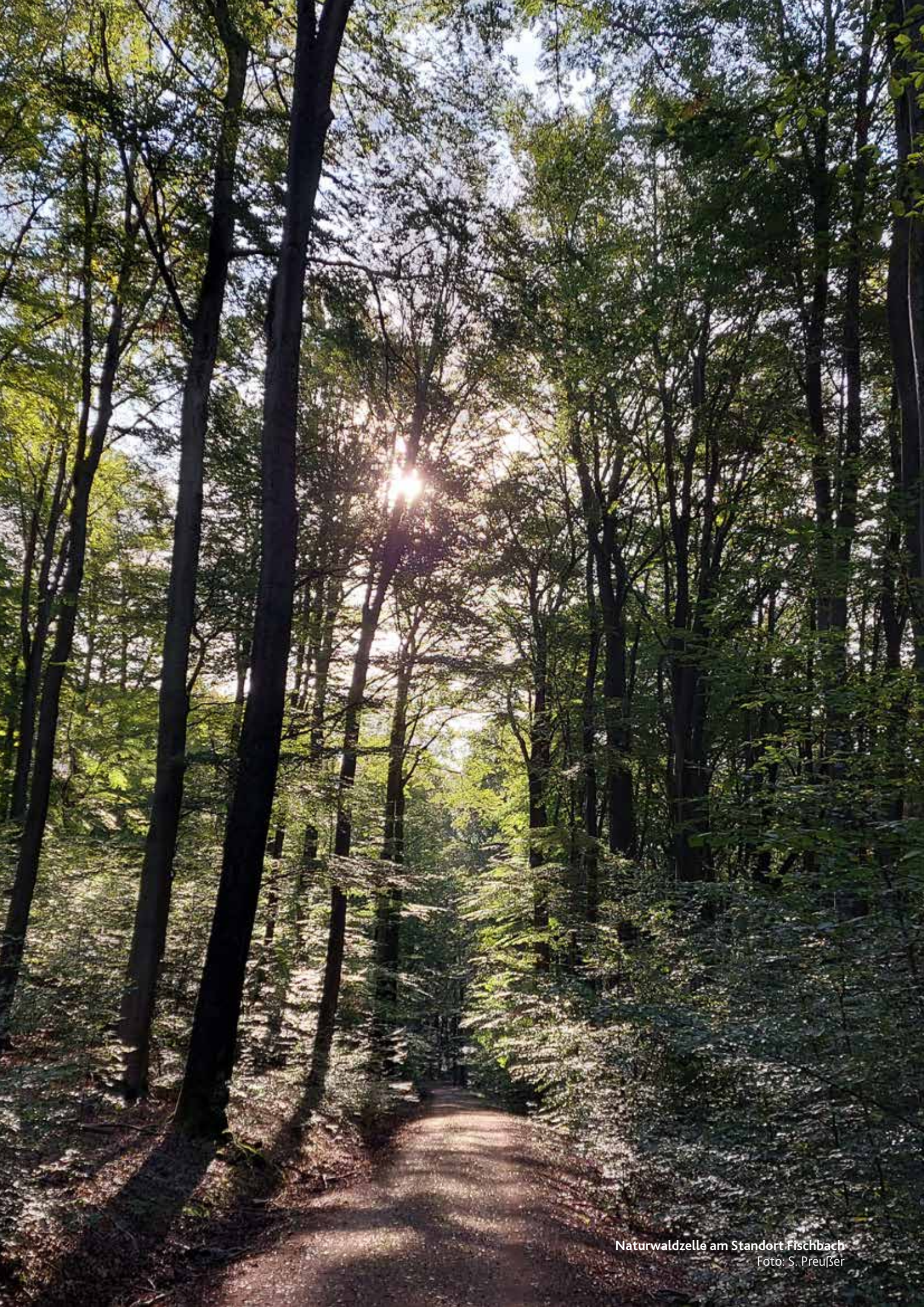


chemischen Analysen wurden auch im Rahmen dieser Untersuchungskampagne vegetationskundliche und tonmineralogische Analysen durchgeführt. Die Bestimmung der Nährstoffversorgung der Bäume anhand von Blattproben ergab hierbei, dass ein Großteil der untersuchten Waldbestände bereits mit wichtigen Nährstoffen unterversorgt ist oder sich im Grenzbereich zur Unterversorgung befindet. Das Auftreten von Mangelsymptomen und Beeinträchtigungen der Bestandesvitalität sind somit wahrscheinlich. Ein uneindeutiges Bild ergab sich des Weiteren hinsichtlich des Vorkommens und des Zustandes der Tonminerale an den einzelnen Standorten. Während einige der untersuchten Standorte einen ausreichenden tonmineralogischen Zustand aufwiesen, zeigten andere einen beginnenden Zerfall quellfähiger Tonminerale. Aus der Gesamtbetrachtung der tonmineralogischen, vegetationskundlichen und bodenchemischen Analysen lässt sich somit schließen, dass es trotz einer erst

beginnenden Auflösung der Tonminerale sinnvoll sein kann, in den nordsaarländischen Waldbeständen mit einer rechtzeitigen Kompensationskalkung einer weiteren Versauerung der Böden entgegenzuwirken. Die Böden der Untersuchungsstandorte verfügen nicht mehr über ausreichende Pufferkapazitäten um einwirkende Säurebelastungen in einem ausreichenden Maße zu neutralisieren, es droht somit ein fortschreitender und unumkehrbarer Zerfall der in Bezug auf Bestandesernährung bedeutsamen Tonminerale. Um diese Fragestellung abschließend beantworten zu können, wird aktuell durch weitergehende Untersuchungen die Datenbasis im Untersuchungsgebiet Nordsaarland verdichtet.

Mittelwerte der austauschbaren Kationen ($\mu\text{mol/g}$) in den Bodentiefen 0-5, 5-10 und 10-30 cm des Standortes Theley zum Zeitpunkt der Erstaufnahme (EA) im Jahr 2020. Die rechte Außenlinie zeigt gleichzeitig die effektive Austauschkapazität (Ake) als Summenwert.





Naturwaldzelle am Standort Fischbach
Foto: S. Preußner

DIE ENTWICKLUNG DER NATURVERJÜNGUNG IN UND AUSSERHALB VON WILDSCHUTZGATTERN



Waldbau im Klimawandel – Im saarländischen Staatswald setzt man auf ein möglichst breites Spektrum heimischer Baumarten, um in künftigen Wäldern das Anpassungsvermögen an sich verändernde Umweltbedingungen zu verbessern und die genetische Vielfalt zu erhöhen. Dies kann vor allem durch die Waldverjüngung erreicht werden, auf den Kalamitätsflächen der letzten Jahre ebenso wie in den älteren Wäldern, in denen die nächste Waldgeneration nachrückt. Dabei zeigen alle bisherigen Ergebnisse eines systematischen Monitorings, dass verbissempfindliche Baumarten wie die Eiche ohne Verbisschutz fast immer zurückbleiben und sich nicht in ausreichenden Anteilen entwickeln können. Dies ist in der Praxis vor Ort nach jagdlichen Gegebenheiten und Lage der Wälder sehr unterschiedlich. Trotz aller Anstrengungen, die Population des Schalenwildes wirksam zu steuern, sind vor allem in Eichenverjüngungen Schutzmaßnahmen notwendig (im Staatswald i.d.R. Kleingatter), um ausreichende Anteile dieser Baumart auf den Verjüngungsflächen zu sichern. Dies erfolgt sowohl auf den entstandenen Freiflächen, aber auch schwerpunktmäßig in alten Eichen(Misch-)wäldern. Mit neueren Methoden ist die Förderung von Eichenverjüngung auch unter dem Schirm von Altbäumen erfolgreich. Dazu wird im Staatswald ein Maßnahmenprogramm umgesetzt, zu dem die Steuerung der Lichtverhältnisse auf geeigneten Teilflächen ebenso gehört wie entsprechende Verbisschutzmaßnahmen.

Das Monitoring

Im Jahr 2015 wurde begonnen, in den Schutz- und Weisergattern die aufkommende Verjüngung systematisch aufzunehmen und diese mit der Entwicklung in ungeschützten Probeflächen zu vergleichen.

Es wurde bei der Anlage der Probeflächen streng darauf geachtet, dass die Ausgangssituation für die Flächenpaare auch wirklich vergleichbar war.

Generell werden in der Inventur die Verjüngungstämmchen nach Baumart und Höhe sowie aktueller Verbisschäden (letzter Sommergebiss der Gipfelknospen) auf Probekreisen mit drei Meter Radius ausgezählt und auf die Fläche hochgerechnet. In diesem Jahr (2021) wurde bereits die 4. Inventur durchgeführt. Jedes Jahr wurden neue Flächen ergänzt (2021 auf 165 Flächenpaare), zuletzt auch auf wiederzubewaldenden Kalamitätsflächen. Die Einzelergebnisse werden den Revieren zu Verfü-

gung gestellt und dienen der Erfolgskontrolle und auch zusammen mit einer photographischen Dokumentation als Anschauungsobjekte z. B. für die Weiterführung jagdlicher Konzepte.



Kahlfläche zur Wiederbewaldung, Nalbach, Foto: A. Müller

Betrieb	0001	Staatswald Landkreis St. Wendel	Verbissaufnahme
lfd_Nr			2021
Revier	26	Tholey	15.04.
Abteilung	6130	a 0 0	WW irB

Geologie		
LS Lehmsand mäßig frisch	rechts: 2573718 hoch: 5480543	Nr: 150002
	Erstaufnahme: 2015	Schutz: ohne
Altholz		
<p>Stammzahl/ha: 149959 kein Verbiss 53 % Verbiss Gipfeltrieb 47 %</p> <p>Probekreis mit r=3 Meter (28.2 qm)</p> <p>Kritisches Verbissprozent: EI 20- Bu 20- ES 35- AH 30- FI 12- KI 12- TA 9</p>		

Aufnahme				Zusammenfassung		
Ba	Hoehe Meter	Baumzahl/ha		Ba	Prozent	
Fläche:						
BU	Verjuengung 0.1-0.4	22635	kein Verbiss	BU	kein Verbiss	63
BU	Verjuengung 0.1-0.4	33953	Verbiss Gipfeltrieb	BU	Verbiss Gipfeltrieb	37
HBU	Verjuengung 0.1-0.4	14147	kein Verbiss	HBU	kein Verbiss	56
HBU	Verjuengung 0.1-0.4	11318	Verbiss Gipfeltrieb	HBU	Verbiss Gipfeltrieb	44
TEI	Verjuengung 0.1-0.4	2829	kein Verbiss	TEI	kein Verbiss	11
TEI	Verjuengung 0.1-0.4	22635	Verbiss Gipfeltrieb	TEI	Verbiss Gipfeltrieb	89
Sum	Verjuengung 0.1-0.4	39612	kein Verbiss	Sum	kein Verbiss	53
Sum	Verjuengung 0.1-0.4	67906	Verbiss Gipfeltrieb	Sum	Verbiss Gipfeltrieb	47
BU	Verjuengung 0.4-0.7	31124	kein Verbiss			
BU	Verjuengung 0.4-0.7	2829	Verbiss Gipfeltrieb			
Sum	Verjuengung 0.4-0.7	31124	kein Verbiss			
Sum	Verjuengung 0.4-0.7	2829	Verbiss Gipfeltrieb			
BU	Verjuengung 0.7-1.0	8488	kein Verbiss			
Sum	Verjuengung 0.7-1.0	8488	kein Verbiss			
Sum	Sum	79224	kein Verbiss			
Sum	Sum	70736	Verbiss Gipfeltrieb			
				Baumartenanteile		
				BU		66
				HBU		17
				TEI		17

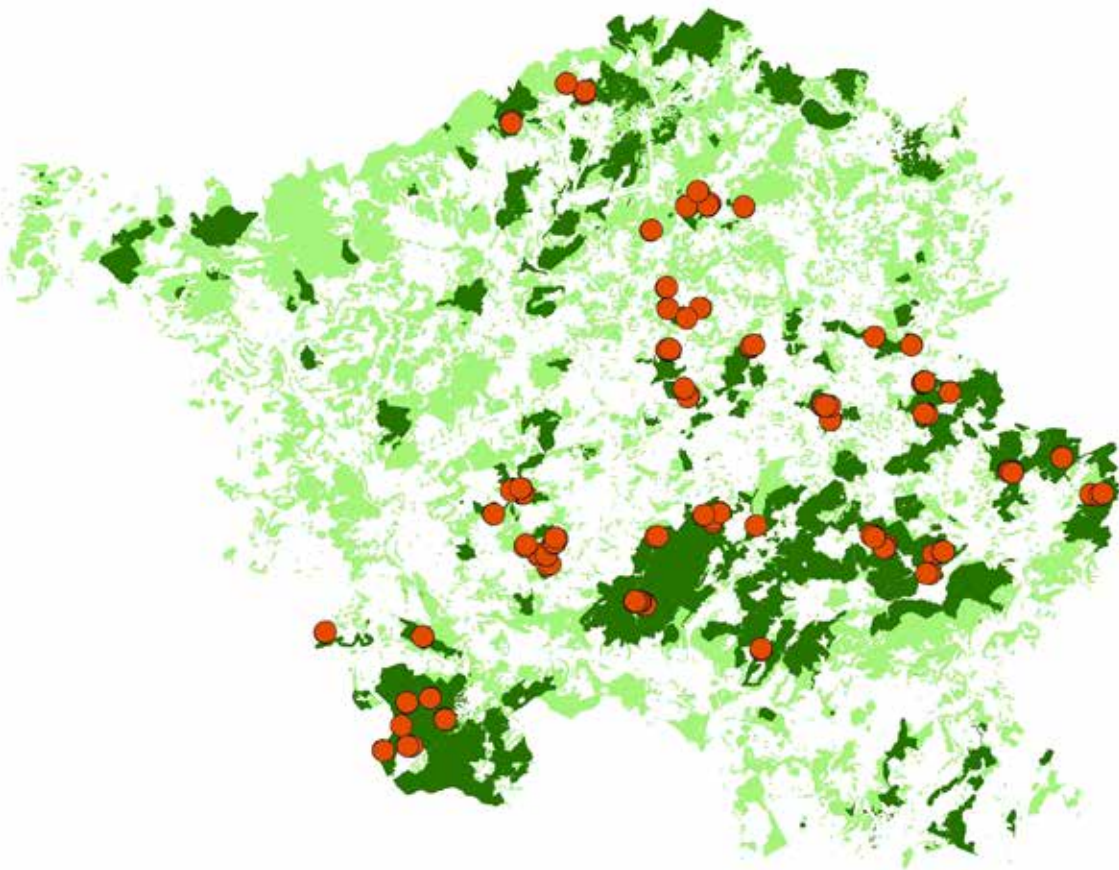
Veriss PDF

Wie hat sich die Verjüngung in Buchen-Eichen-Mischwäldern mit und ohne Wildschutzzaun in den vergangenen sechs Jahren entwickelt ?

Dazu werden im Folgenden die Ergebnisse von insgesamt 87 identen Beobachtungsflächen mit vier Aufnahmen – jeweils gezäunt und ungezäunt – vorgestellt. Die Durchschnittszahlen über alle Hordengatter hinweg geben die empirischen Größenordnungen wieder und werden veranschaulicht durch die vielfältigen Situationen, die wir im Wald vorfinden.

In den seit 2015 beobachteten Eichenmischwäldern überwiegen im Jungwuchs die Baumarten Eiche und Buche. Weitere Mischbaumarten haben im Durchschnitt einen Anteil von deutlich weniger als 10 %. 2017 und 2020 waren ausgeprägte Mastjahre mit keimfähigen Früchten, teilweise im Überfluss. Diese Entwicklung spiegelt sich auch in der Stammverteilung der Baumarten wider.

Lage der Wildverbiss-Beobachtungsflächen. Rot: Gepaarte Beobachtungsflächen gezäunt - ungezäunt; Dunkelgrün: Staatswald; Hellgrün: übriger Waldbesitz



Baumartenverteilung in der Verjüngung der Beobachtungsfläche

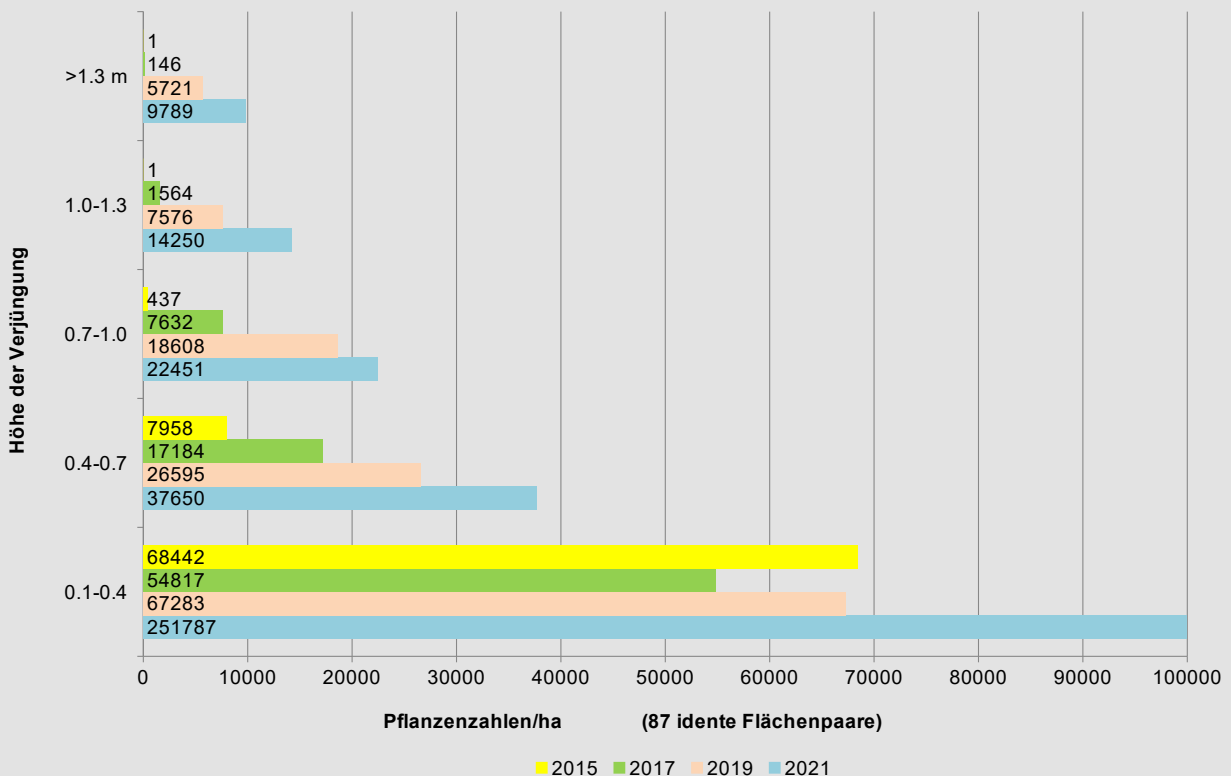
Baumart	% der Stammzahl	
	im Zaun	ohne Zaun
Eiche	86	73
Buche	11	20
Edellaubbäume	2	4
Sonstige Laubbäume	1	3
Gesamt	100	100

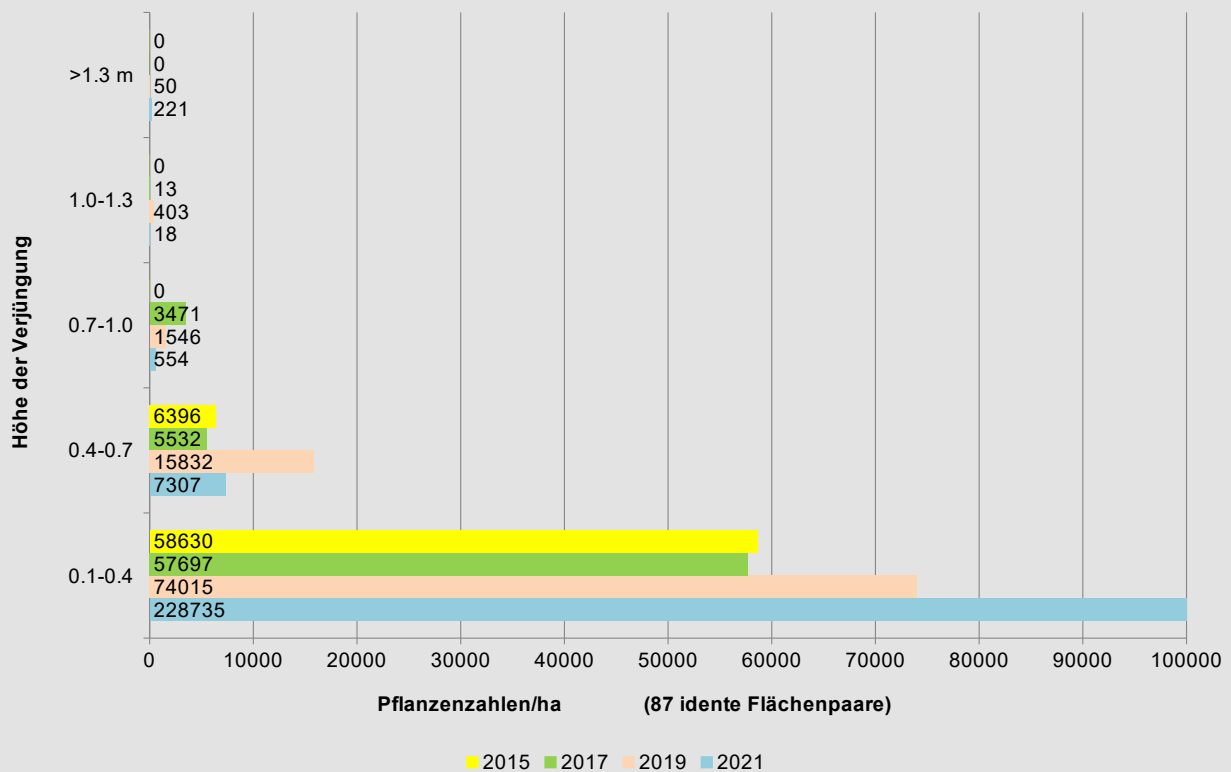
Die Probenflächenpaare zeigen sehr schön die Veränderung der Stammzahlen der Eiche in verschiedenen Verjüngungsschichten seit 2015. Über die Jahre hinweg gab es innerhalb und außerhalb der Wildschutzzäune sehr hohe Pflanzenzahlen in der unteren Schicht bis 40 cm Höhe. Diese lagen 2015 im Schnitt deutlich über 50.000 Stk/ha, nach dem Mastjahr 2020 über 200.000 Stk/ha.

In den gezäunten Flächen ist sehr gut erkennbar, dass die Eichen kontinuierlich emporwachsen konnten. 2021 gibt es durchschnittlich fast 10.000 Pflanzen über 1,3 Meter Höhe und eine noch höhere Zahl nachwachsender Bäumchen, eine wirklich gute Ausgangssituation für eine weitere Qualifizierung dieser Verjüngung.

Ganz anders auf den ungezäunten Probenflächen: Nur vergleichsweise sehr wenige Bäumchen erreichten bis 2021 eine Höhe von 70 cm. Nur Einzel-exemplare (221 Stk/ha) schafften es in den vergangenen sechs Jahren, über 1,30 Meter Höhe durchzuwachsen. Ein kontinuierliches Emporwachsen fand nicht statt, vielmehr konnte eine Stagnation bzw. auch ein Rückgang gegenüber vorangegangener Erhebungsjahre festgestellt werden.

Entwicklung der Pflanzenzahlen Eiche nach der Pflanzhöhe 2015 - 2021 im Zaun

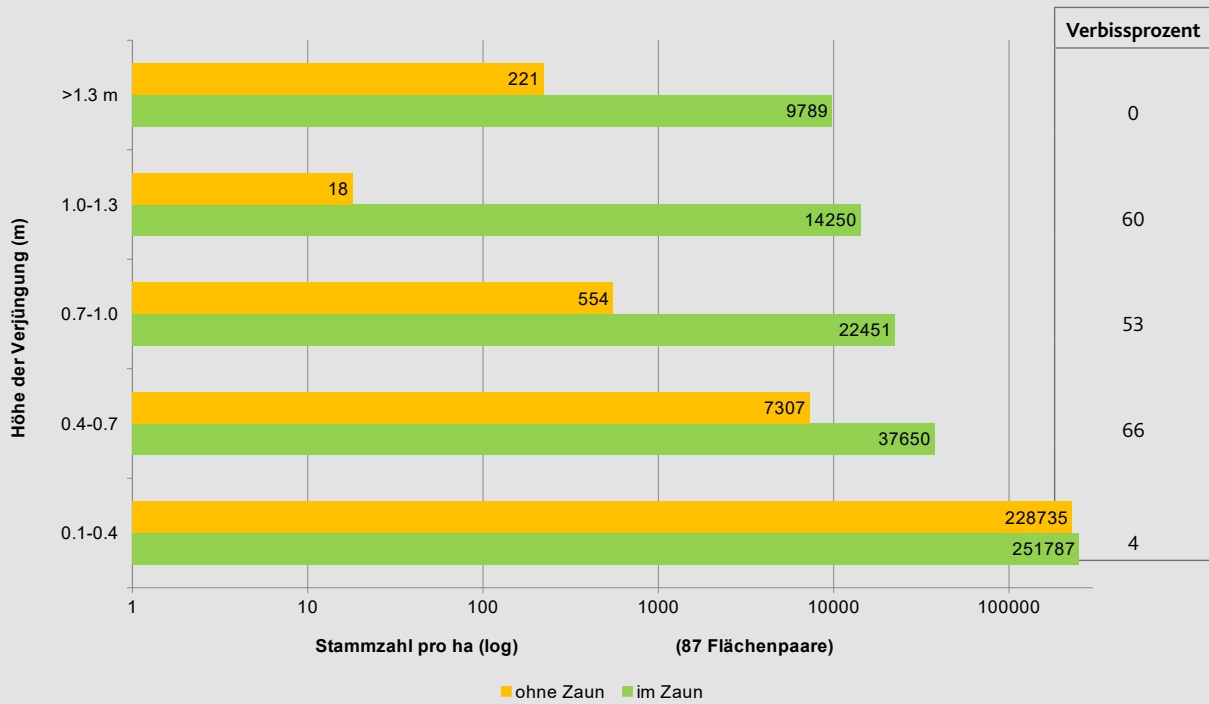




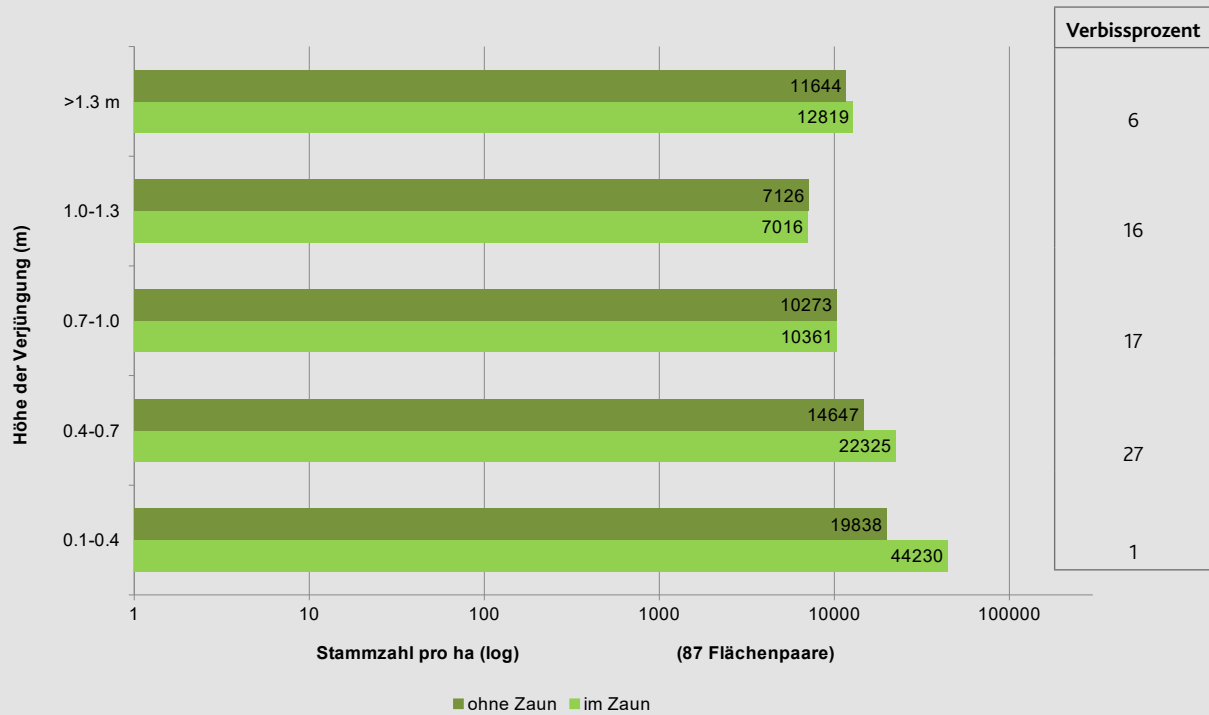
Das Ergebnis dieser Entwicklung zeigt sich im zusammenfassenden Vergleich der geschützten und ungeschützten Flächen der Aufnahme 2021. Ein wesentlicher Einflussfaktor ist der Wildverbiss: Über die Hälfte der 40 bis 130 cm hohen Bäumchen verloren im Sommer 2020/ Winter 2021 die Endknospe des Terminaltriebes! Kontinuierlicher Wildverbiss in dieser Größenordnung führt bei der verbissempfindlichen Eiche zum Absterben betroffener Bäumchen und zum Rückgang der Verjüngungsanteile.

Deutlich anders entwickelten sich in den vergangenen sechs Jahren die Buchenanteile. Zwar sind auch bei der Buche im Zaun die Pflanzenzahlen in der unteren, initialen Verjüngungsschicht unter Ausschluss des Wildes höher. In der aufwachsenden Verjüngung gibt es dann aber kaum Unterschiede zwischen gezäunten und ungezäunten Arealen.

Eichenverjüngung 2021 nach Verjüngungsschichten ungeschützt und innerhalb Wildschutzzaun seit 2015



Eichenverjüngung 2021 nach Verjüngungsschichten ungeschützt und innerhalb Wildschutzzaun seit 2015



Die Konkurrenz der Buche - Pflegemaßnahmen

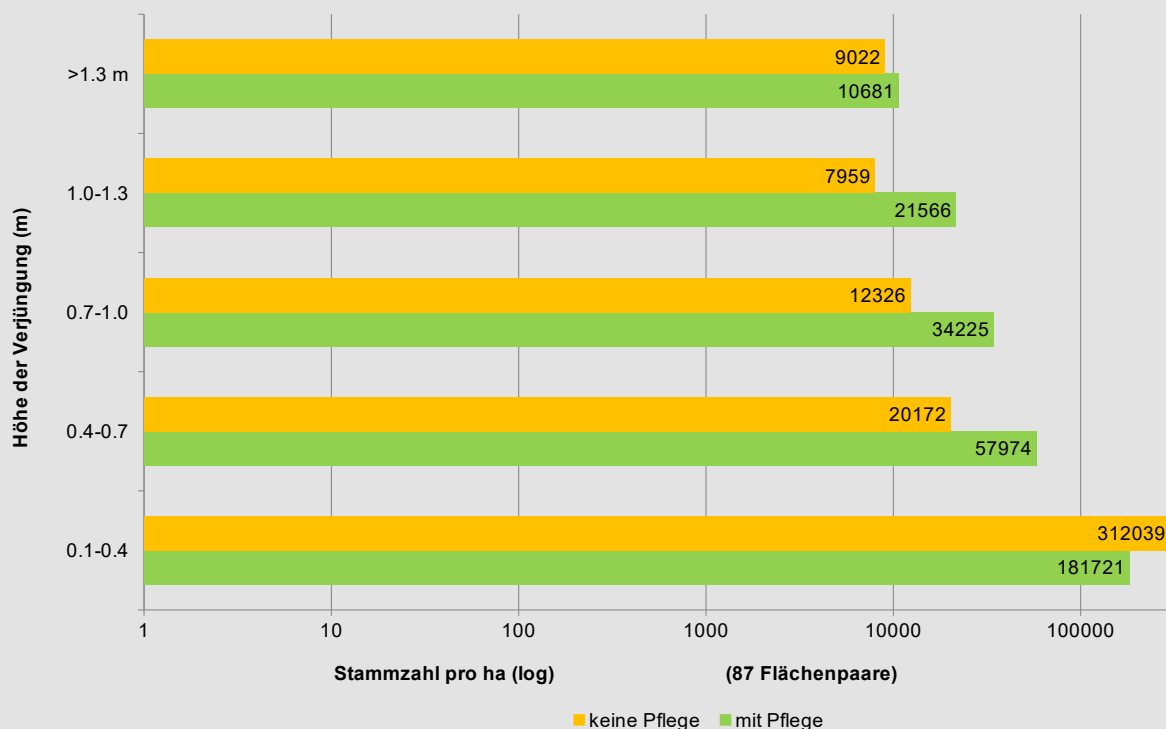
Die Lichtbaumart Eiche unterliegt in unseren Buchenwaldgesellschaften der Konkurrenz der Klimax-(und Schatt-)baumart Buche, fand aber in der natürlichen Waldentwicklung genügend Situationen, sich als Nebenbaumart zu behaupten. Um unter heutigen Bedingungen ausreichende Eichenanteile in der nächsten Waldgeneration zu halten, wird die Eiche in der Waldbewirtschaftung zusätzlich zu Verbisschutzmaßnahmen gezielt gefördert. In den gemischten Verjüngungen, wie sie die 87 Probeflächen repräsentieren, wurden in der Praxis fallweise die Lichtverhältnisse den Ansprüchen der Eiche angepasst (durch die Entnahme von „Schatttern“) oder aber durch Rücknahme vorwachsender Buchenverjüngung, wenn sie Eichen zu überwachsen drohten. Die Pflege von Eichenverjüngungen mit Knicken oder Zurückschneiden vorwüchsiger Buchen führt zu höheren Pflanzenzahlen emp-

wachsender Eichen. Dies gilt natürlich sowohl für Eichenverjüngungen innerhalb und außerhalb von Wildschutzgattern gleichermaßen, d.h. auch ohne Verbisschutz sind solche Pflegemaßnahmen auf jeden Fall zielführend.

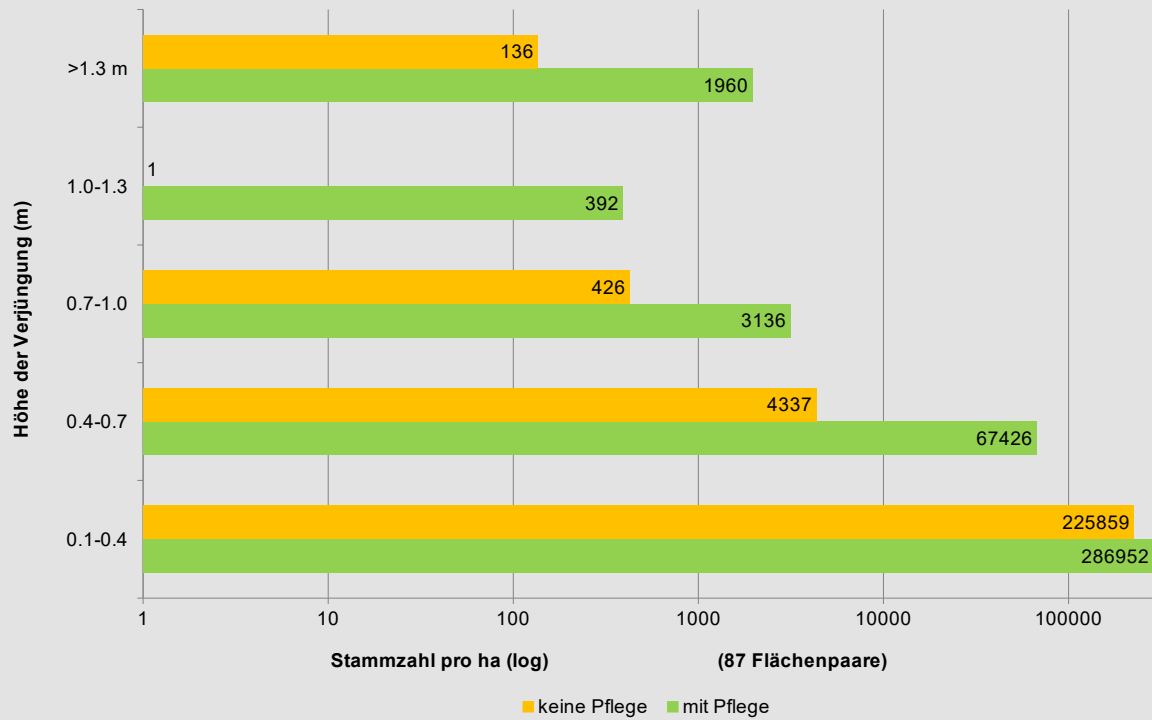
Auf welchen der gezäunten Probeflächen vorwachsende Buchen zugunsten der Eichen zurückgenommen wurde, ist dokumentiert. Damit ist es möglich, den Einfluss der Pflegemaßnahmen gesondert herauszustellen.

Die Ergebnisse verdeutlichen, dass trotz aller jagdlichen Anstrengungen und gezielter waldbaulicher Förderung der Verbisschutz essentiell bleibt. Die Ergebnisse stehen stellvertretend auch für viele andere gefährdete Mischbaumarten, die unabdingbar sind für den Aufbau klimastabiler Wälder.

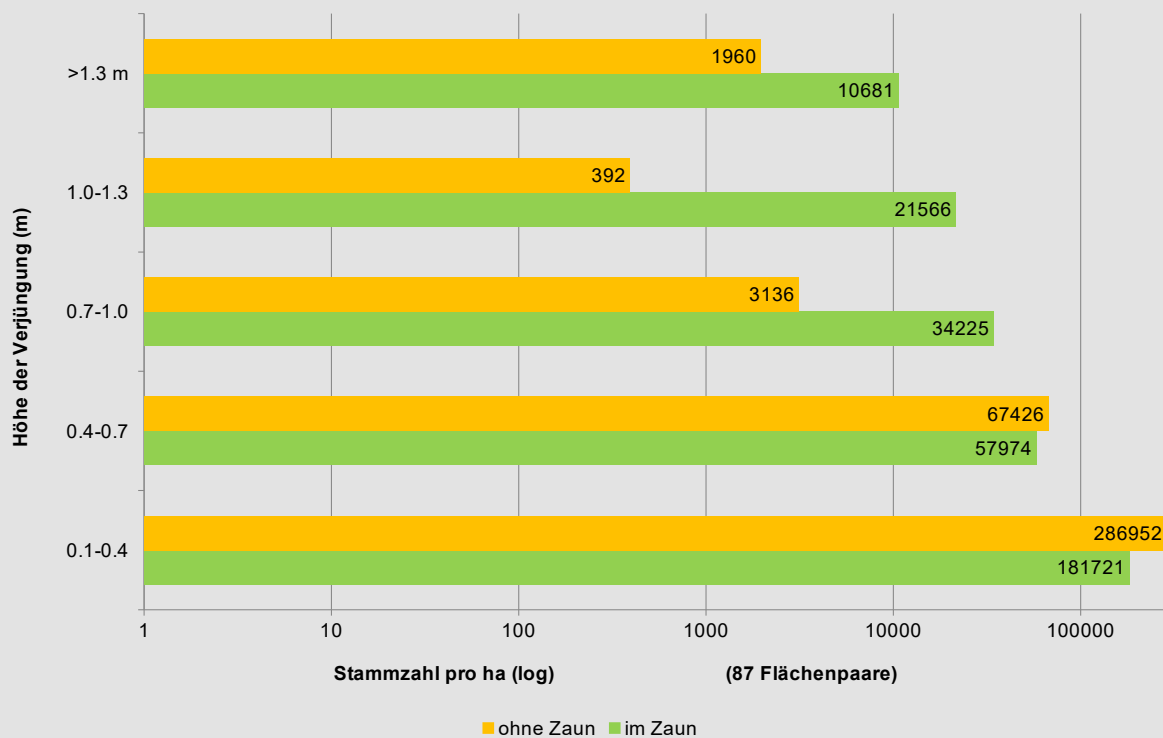
Eichenverjüngung 2021 nach Verjüngungsschichten gezäunt mit und ohne Pflege seit 2015



Eichenverjüngung 2021 nach Verjüngungsschichten ungeschützt mit und ohne Pflege seit 2015



Eichenverjüngung 2021 nach Verjüngungsschichten gepflegt mit und ohne Zaun seit 2015





Wildverbisschutz Wuchshülle, Warndt, Foto: A. Müller

Änderungen des Aufnahmeasters und der Methodik in der Zeitreihe siehe
www.saarland.de/waldzustandsbericht.html

Alle Baumarten		Anteile der Schadstufen [in %]						Mittlere Kronenverlichtung
Jahr	Anzahl Probebäume N	ohne Schadmerkmale 0	schwach geschädigt 1	Summe deutlich geschädigt 2 bis 4	mittelstark geschädigt 2	stark geschädigt 3	abgestorben 4	
2021	2424	25	38	37	31,5	2,4	2,6	25,7
2020	2232	18	41	41	36,3	2,6	2,2	27,3
2019	2280	20	41	39	34,8	2,6	1,3	26,0
2018	2304	21	50	29	26,3	2,0	0,7	23,4
2017	2304	29	45	26	23,7	1,5	0,5	21,3
2016	2328	24	47	29	27,5	1,2	0,3	22,7
2015	2328	19	51	30	28,9	0,9	0,1	22,6
2014	2328	23	50	27	25,7	1,4	0,2	22,4
2013	2328	27	43	29	27,6	1,4	0,3	22,2
2012	2304	26	40	34	31,8	1,7	0,3	23,3
2011	2303	27	46	27	24,9	1,5	0,2	20,8
2010	2304	23	50	27	25,7	1,2	0,2	21,6
2009	2304	20	45	35	33,7	1,1	0,0	23,1
2008	2256	17	46	37	35,3	1,5	0,1	24,2
2007	2304	14	44	42	39,7	2,0	0,3	25,9
2006	2280	13	40	47	44,3	2,5	0,3	27,6
2005	2279	24	43	33	30,5	1,6	0,8	23,1
2004	2279	38	41	21	20,1	1,2	0,1	18,6
2003	2279	48	39	13	12	1,4	0,1	16,1
2002	2279	53	36	11	9,8	1,2	0,2	14,1
2001	2279	53	36	11	9,1	1,6	0,4	14,4
2000	2278	50	37	13	11,2	1,9	0,3	15,2
1999	2278	51	35	14	11,2	2,3	0,1	15,2
1998	2278	51	34	15	12,3	2,3	0,2	15,7
1997	2278	44	37	19	15	3,3	0,3	18,2
1996	2278	48	32	20	15,9	3,5	0,6	18,4
1995	2278	54	24	22	16,9	3,5	1,2	17,3
1994	2230	55	28	17	14,2	2,0	1,2	16,2
1993	2254	53	28	19	15,5	2,3	1,2	16,9
1992	2254	58	25	17	13,4	2,1	1,2	15,0
1991	2254	58	27	15	13,4	1,4	0,6	13,7
1990		keine Angaben möglich						
1989	2112	56	29	15	13,6	1,4		
1988	2661	48	33	19	17,4	1,8		
1987	2661	46	37	17	15,3	1,9		
1986	2661	58	31	11	9,9	1,2		
1985	2661	62	28	10	7,9	1,8		
1984	2661	69	24	7	5,5	1,6		

Buche		Anteile der Schadstufen [in %]						Mittlere Kronenverlichtung
Jahr	Anzahl Probebäume N	ohne Schadmerkmale 0	schwach geschädigt 1	Summe deutlich geschädigt 2 bis 4	mittelstark geschädigt 2	stark geschädigt 3	abgestorben 4	
2021	531	15	40	45	41,4	2,6	0,9	27,4
2020	521	12	30	58	54,7	2,9	0,0	30,2
2019	510	20	54	26	24,5	1,2	0,0	21,9
2018	511	22	49	29	25,0	3,5	0,0	23,2
2017	511	22	44	34	32,7	1,4	0,2	23,1
2016	512	14	26	60	58,0	2,0	0,2	31,1
2015	524	19	46	36	34,0	1,5	0,0	23,8
2014	526	17	38	45	42,8	2,3	0,0	27,7
2013	528	28	40	32	29,9	2,5	0,0	23,0
2012	525	26	39	35	32,4	2,9	0,0	23,3
2011	524	14	35	51	46,6	4,0	0,2	27,4
2010	525	19	54	27	25,5	1,9	0,0	22,1
2009	527	17	41	42	40,6	1,5	0,0	25,4
2008	522	16	55	29	27,2	1,9	0,0	24,1
2007	522	10	42	48	43,3	4,8	0,0	28,8
2006	492	5	35	60	53,9	6,5	0,0	32,6
2005	488	19	41	40	35,5	4,3	0,0	26,3
2004	488	28	35	37	33,2	3,9	0,0	24,3
2003	488	45	28	27	22,3	4,3	0,0	20,6
2002	486	47	25	28	24,1	3,9	0,0	19,3
2001	477	51	26	23	19,1	4,4	0,0	18,0
2000	478	46	25	29	24,1	4,8	0,0	20,2
1999	478	47	24	29	23,2	6,1	0,0	20,4
1998	479	44	24	32	26,1	5,4	0,2	22,1
1997	480	39	28	33	25,0	8,1	0,4	24,4
1996	484	43	20	37	27,3	9,5	0,6	25,6
1995	483	51	11	38	27,5	9,1	1,2	23,5
1994	484	51	18	31	25,0	4,5	1,0	20,5
1993	482	46	21	33	26,1	5,8	0,6	22,1
1992	482	47	20	33	27,8	5,4	0,2	21,3
1991	480	50	25	25	20,4	4,0	0,6	17,0
1990		keine Angaben möglich						
1989		47	27	26	24,0	1,9		
1988		37	39	24	21,7	2,2		
1987		37	41	22	18,7	3,2		
1986		52	32	16	13,5	2,4		
1985		48	37	15	11,7	3,2		
1984		58	31	11	8,1	2,8		

Eiche		Anteile der Schadstufen [in %]						Mittlere Kronenverlichtung
Jahr	Anzahl Probebäume N	ohne Schadmerkmale 0	schwach geschädigt 1	Summe deutlich geschädigt 2 bis 4	mittelstark geschädigt 2	stark geschädigt 3	abgestorben 4	
2021	687	18	36	46	43,8	2,0	0,4	27,6
2020	612	19	46	35	33,8	0,7	0,5	24,0
2019	630	15	34	51	49,4	1,4	0,0	28,1
2018	626	11	48	41	39,8	0,3	0,5	25,9
2017	623	31	47	22	20,7	0,8	0,3	20,0
2016	618	27	54	19	18,4	0,5	0,2	19,1
2015	618	16	54	30	29,4	0,5	0,2	23,1
2014	617	25	58	17	16,5	0,6	0,3	19,9
2013	615	20	42	38	36,3	1,0	0,3	25,1
2012	612	16	33	51	49,5	1,5	0,2	27,9
2011	611	21	61	18	17,3	0,5	0,5	20,1
2010	612	11	53	36	34,8	1,0	0,7	25,2
2009	611	8	48	44	42,7	1,0	0,0	25,7
2008	587	7	42	51	49,9	1,0	0,3	27,5
2007	618	6	47	47	45,8	1,3	0,2	27,3
2006	615	6	44	50	48,3	1,1	0,2	27,5
2005	613	12	51	37	36,2	1,0	0,0	14,4
2004	609	37	49	14	12,8	0,7	0,2	17,0
2003	609	46	46	8	6,9	1,0	0,3	15,3
2002	613	55	39	6	4,1	1,5	0,3	13,1
2001	618	52	40	8	6,1	2,3	0,0	14,5
2000	619	45	44	11	7,6	2,9	0,2	15,8
1999	619	50	37	13	9,9	2,9	0,2	15,6
1998	615	53	33	14	10,2	3,3	0,5	15,6
1997	618	38	42	20	16,7	2,9	0,3	19,4
1996	614	40	41	19	15,1	3,1	0,3	19,1
1995	613	45	33	22	19,2	2,8	0,2	18,4
1994	576	42	39	19	17,4	1,4	0,0	17,5
1993	572	44	34	22	19,9	2,3	0,0	18,5
1992	572	54	31	15	13,5	1,4	0,2	14,2
1991	573	50	33	17	15,5	1,0	0,0	15,3
1990		keine Angaben möglich						
1989		42	39	19	17,0	1,7		
1988		23	44	33	31,6	1,1		
1987		21	49	30	29,0	0,7		
1986		33	50	17	16,8	0,6		
1985		58	30	12	10,7	0,8		
1984		67	26	7	6,7	0,4		

Fichte		Anteile der Schadstufen [in %]						Mittlere Kronenverlichtung
Jahr	Anzahl Probebäume N	ohne Schadmerkmale 0	schwach geschädigt 1	Summe deutlich geschädigt 2 bis 4	mittelstark geschädigt 2	stark geschädigt 3	abgestorben 4	
2021	331	12	42	46	32,9	2,1	11,2	34,6
2020	338	8	38	55	44,7	1,8	8,0	34,4
2019	373	13	43	44	37,5	2,9	3,8	29,9
2018	399	25	52	23	22,3	0,3	0,5	20,5
2017	400	23	53	24	23,3	1,0	0,0	21,3
2016	428	20	56	24	22,0	1,4	0,2	22,3
2015	427	24	54	23	22,2	0,5	0,0	20,1
2014	427	28	52	20	19,0	0,7	0,0	19,4
2013	429	32	51	17	15,9	0,7	0,2	18,5
2012	453	36	45	19	16,3	1,5	1,1	19,3
2011	447	42	42	16	14,8	1,1	0,0	16,9
2010	447	36	45	19	17,2	1,3	0,0	18,5
2009	447	31	44	25	24,2	1,3	0,0	20,3
2008	447	23	45	32	30,6	1,8	0,0	22,6
2007	447	22	41	37	34,7	1,8	0,4	24,0
2006	447	16	42	42	38,9	2,5	0,4	25,8
2005	552	35	35	30	24,8	2,0	3,5	22,8
2004	552	46	35	19	18,8	0,4	0,0	16,2
2003	552	54	37	9	8,6	0,4	0,0	13,4
2002	450	61	32	7	6,9	0,0	0,2	11,4
2001	453	63	29	8	6,6	0,0	1,8	12,4
2000	453	61	30	9	8,4	0,0	0,7	11,6
1999	449	65	27	8	7,6	0,2	0,0	10,7
1998	449	62	28	10	9,1	0,9	0,0	11,8
1997	448	61	28	11	8,7	2,0	0,2	12,9
1996	449	63	25	12	8,2	2,4	1,3	12,9
1995	449	63	21	16	10,9	3,8	1,6	14,5
1994	439	69	20	11	7,5	2,3	1,4	12,3
1993	465	68	20	12	8,2	1,7	1,7	12,4
1992	465	67	20	13	8,2	2,4	1,9	12,1
1991	469	66	19	15	13,2	0,6	1,7	13,0
1990		keine Angaben möglich						
1989		70	21	9	7,6		1,1	
1988		70	20	10	9,5		1,0	
1987		65	26	9	8,6		0,7	
1986		67	27	6	5,9		0,5	
1985		69	25	6	4,8		1,1	
1984		74	22	4	3,3		1,0	

Kiefer		Anteile der Schadstufen [in %]						Mittlere Kronenverlichtung
Jahr	Anzahl Probebäume N	ohne Schadmerkmale 0	schwach geschädigt 1	Summe deutlich geschädigt 2 bis 4	mittelstark geschädigt 2	stark geschädigt 3	abgestorben 4	
2021	241	41	43	16	12,4	0,8	2,5	18,4
2020	241	36	52	13	10,0	0,8	2,1	18,4
2019	240	36	45	19	17,1	1,3	0,8	19,4
2018	239	39	52	9	7,5	0,8	0,8	17,7
2017	240	40	46	14	13,3	0,4	0,4	17,5
2016	241	38	52	10	10,0	0,4	0,0	16,7
2015	239	31	55	14	14,2	0,0	0,0	18,2
2014	238	27	54	19	18,9	0,4	0,0	19,5
2013	238	30	51	19	17,6	0,8	0,4	19,6
2012	240	20	53	27	25,8	1,3	0,0	23,0
2011	242	7	48	45	43,4	1,7	0,0	26,8
2010	243	3	44	53	50,6	2,1	0,0	29,3
2009	243	1	39	60	57,6	2,1	0,0	31,1
2008	224	0	26	74	71,0	2,7	0,0	33,1
2007	247	1	32	67	65,6	0,8	0,4	31,3
2006	243	1	24	75	72,0	1,6	0,8	33,4
2005	242	5	49	46	45,0	0,4	0,4	27,7
2004	242	9	57	34	33,1	0,8	0,4	25,2
2003	242	11	71	18	17,4	0,4	0,0	21,8
2002	241	14	75	11	10,8	0,0	0,0	19,1
2001	241	17	71	12	12,4	0,0	0,0	19,1
2000	241	20	68	12	12,0	0,4	0,0	18,7
1999	241	24	69	7	6,6	0,0	0,0	17,3
1998	241	25	68	7	7,1	0,4	0,0	17,5
1997	240	19	69	12	11,3	0,4	0,0	19,3
1996	240	28	57	15	14,6	0,0	0,4	20,0
1995	240	38	44	18	15,0	0,4	2,5	18,8
1994	247	29	54	17	14,6	0,8	2,0	19,7
1993	246	20	60	20	17,5	0,4	1,6	22,1
1992	246	34	52	14	12,2	0,4	1,6	19,0
1991	245	34	50	16	15,5	0,4	0,4	18,6
1990		keine Angaben möglich						
1989		34	49	18	16,7		0,9	
1988		38	50	12	11,0		1,0	
1987		46	47	7	6,5		0,4	
1986		55	43	2	2,0		0,0	
1985		56	39	5	3,9		0,9	
1984		59	34	7	5,5		2,0	

Sonstige Arten		Anteile der Schadstufen [in %]						Mittlere Kronverlichtung
Jahr	Anzahl Probebäume N	ohne Schadmerkmale 0	schwach geschädigt 1	Summe deutlich geschädigt 2 bis 4	mittelstark geschädigt 2	stark geschädigt 3	abgestorben 4	
2021	643	43	35	22	16,2	3,5	2,1	20,6
2020	520	21	43	36	27,7	5,8	2,7	27,8
2019	527	25	33	42	33,6	5,7	2,5	27,5
2018	529	21	49	30	23,3	4,5	1,9	25,5
2017	530	34	38	28	23,6	3,4	1,3	22,9
2016	529	25	51	24	21,2	1,7	0,9	21,9
2015	520	16	47	37	35,4	1,5	0,4	25,0
2014	520	22	47	31	27,9	2,3	0,6	23,9
2013	518	31	38	31	29,2	1,7	0,4	22,4
2012	474	32	41	27	25,9	1,3	0,2	21,2
2011	479	45	43	12	11,1	0,4	0,2	15,0
2010	477	42	48	10	9,6	0,0	0,2	15,3
2009	476	37	52	11	11,3	0,0	0,0	15,9
2008	476	33	52	15	13,9	0,8	0,0	17,7
2007	470	28	51	21	18,9	0,9	0,9	19,8
2006	483	35	44	21	20,3	0,6	0,2	18,8
2005	484	45	39	16	16,1	0,0	0,2	16,0
2004	488	57	32	11	10,9	0,0	0,2	13,6
2003	488	65	26	9	8,4	0,2	0,0	12,3
2002	489	68	27	5	4,9	0,0	0,2	10,3
2001	490	67	29	4	3,9	0,2	0,2	10,3
2000	487	65	29	6	5,3	0,4	0,4	11,1
1999	491	57	35	8	6,7	1,0	0,2	12,8
1998	494	59	33	8	6,9	0,4	0,2	12,5
1997	492	53	34	13	10,8	1,6	0,2	14,9
1996	491	60	26	14	13,4	0,6	0,4	14,9
1995	493	67	21	12	10,1	0,2	1,6	11,8
1994	484	72	20	8	5,6	0,4	2,3	11,9
1993	489	70	21	9	5,9	0,2	2,5	11,5
1992	489	76	17	7	4,5	0,4	2,5	10,4
1991	487	80	16	4	3,3	0,4	0,4	7,1
1990		keine Angaben möglich						
1989		77	18	5	4,1	1,0		
1988		64	26	10	5,9	4,0		
1987		56	34	10	6,1	3,9		
1986		86	10	4	2,9	0,9		
1985		83	13	4	2,7	1,3		
1984		85	12	3	2,0	1,3		

Probebaumkollektiv 2021

Baumart	Kollektiv der Waldzustandserhebung			Anteil laut BWI 2012 in %
	Häufigkeit	Anteil in %	Mittleres Alter	
Trauben-/Stieleiche	687	28,4	103	21,1
Buche	531	22,0	97	23,1
Fichte	330	13,8	70	14,5
Waldkiefer	207	8,5	100	5,4
Birke	101	4,2	54	
Esche	93	3,8	73	
europäische Lärche	68	2,8	81	3,4
Douglasie	64	2,6	50	
Bergahorn	72	3,0	58	
Hainbuche	42	1,7	75	
Schwarzkiefer	34	1,4	84	
Kirsche	52	2,1	55	
japanische Lärche	23	0,9	69	
Schwarz-/Grauerle	14	0,6	79	
Aspe	15	0,6	42	
Pappel	10	0,4	62	
Robinie	9	0,4	77	
Eberesche	7	0,3	31	
Weymouthskiefer	7	0,3	110	
Spitzahorn	21	0,9	46	
Ulme	10	0,4	66	
Küstentanne	5	0,2	49	
Feldahorn	8	0,3	39	
Roteiche	3	0,1	119	
Birne	2	0,1	40	
Mehlbeere	2	0,1	65	
Traubenkirsche	2	0,1	40	
Holzapfel	1	0,0	40	
Linde	1	0,0	95	
Sitkafichte	1	0,0	47	
Walnuß	1	0,0	40	
Weißtanne	1	0,0	70	
Gesamt	2424	100	86	67,5

Für die Auswertung werden eng verwandte Baumarten zu Baumartengruppen zusammengefasst:

Eiche aus Traubeneiche, Stieleiche und Zerreiche

Fichte aus Gemeiner Fichte, Sitkafichte und Omorikafichte

Lärche aus europäischer und japanischer Lärche

Buche ist die Rotbuche

Kiefer aus Waldkiefer und Schwarzkiefer

Ahorn aus Bergahorn, Spitzahorn und Feldahorn

Zusammensetzung des Probebaumkollektives nach Altersklassen

Seit Beginn der Waldzustandserhebung ist der Wald insgesamt älter geworden. Besonders deutlich ist der Anstieg des Anteils der über 100-jährigen Bäume. Auffällig ist die Abnahme des Anteils der jüngsten Altersklassen. So sind Probebäume bis 20 Jahre fast nicht mehr vertreten, wobei aber zu berücksichtigen ist, dass im Verfahren der Waldzustandserhebung Verjüngung unter einem Altholzschirm nicht erfasst wird, da die Probebäume nur aus der obersten Bestandesschicht, dem Altholzschirm, ausgewählt werden. Bei Fichte ist die Dominanz einer Altersklasse auffällig, ebenso bei Lärche und Douglasie. Die Altersklassenverteilung spiegelt auch die natürliche Lebensdauer der betreffenden Baumarten wider, so sind über 160-jährige Probebäume nur bei Eiche, Buche und Kiefer vertreten.

	Jahr	Anteil in der Altersklasse (in %)								
		0-20	21-40	41-60	61-80	81-100	101-120	121-140	141-160	über 160
Alle Arten	1994	7,8	24,5	26,0	8,4	13,8	5,1	7,2	3,2	3,9
	2021	0,1	8,3	22,1	26,6	13,8	8,5	7,6	6,7	6,1
Buche	1994	3,7	11,2	23,6	9,3	16,1	6,0	11,0	9,5	9,7
	2021	0,0	1,1	21,5	26,6	12,4	8,5	11,3	8,9	9,8
Eiche	1994	0,9	10,4	31,8	11,8	12,7	8,9	12,2	4,5	6,9
	2021	0,0	6,7	5,8	30,1	14,0	7,3	11,2	15,7	9,2
Fichte	1994	5,5	61,3	15,5	6,2	11,6	0,0	0,0	0,0	0,0
	2021	0,0	1,2	49,2	20,2	16,6	11,5	1,2	0,0	0,0
Kiefer	1994	0,4	9,7	28,7	11,3	29,1	7,7	13,0	0,0	0,0
	2021	0,0	5,4	10,8	20,7	19,5	15,4	13,3	1,7	13,3
Esche	1994	35,7	23,5	26,5	2,0	2,0	10,2	0,0	0,0	0,0
	2021	0,0	2,2	44,1	23,7	16,1	4,3	9,7	0,0	0,0
Birke	1994	9,5	61,9	22,2	0,0	0,0	6,3	0,0	0,0	0,0
	2021	0,0	30,7	30,7	24,8	12,9	0,0	1,0	0,0	0,0
Ahorn	1994	36,8	18,4	36,8	2,6	2,6	2,6	0,0	0,0	0,0
	2021	2,0	37,6	24,8	16,8	17,8	1,0	0,0	0,0	0,0
Lärche	1994	0,0	10,2	78,4	1,1	8,0	0,0	2,3	0,0	0,0
	2021	0,0	4,4	2,2	71,4	7,7	11,0	1,1	2,2	0,0
Douglasie	1994	27,5	60,0	0,0	0,0	12,5	0,0	0,0	0,0	0,0
	2021	0,0	20,3	59,4	14,1	0,0	6,3	0,0	0,0	0,0

Statistische Signifikanz der Veränderungen der mittleren Kronenverlichtung

Die Veränderungen der mittleren Kronenverlichtung bei den einzelnen Baumarten zwischen den Aufnahmetermi-
nen werden mithilfe eines T-Testes für abhängige (gepaarte) Stichproben auf ihre statistische
Signifikanz überprüft (s. signifikant; n.s. nicht signifikant). Hierbei sind nur Probebäume einbezogen, die
jeweils an beiden Aufnahmetermi-
nen bonitiert wurden (identische Probebäume). Das Konfidenzintervall be-
trägt 95 %, die Irrtumswahrscheinlichkeit damit 5 %. Verglichen wird das aktuelle Jahr mit dem Vorjahr.

Kollektiv der 2021 und 2020 bonitierten, identen Probebäume						
Baumart (Baumartengruppe)	Anzahl der Probebäume	Mittleres Verlustprozent			Signifikanz (zweiseitig)	
		2021	2020	2021-2020		
Alle Baumarten	2161	26,58	26,90	- 0,32	0,292	n.s.
Eiche	593	27,72	23,84	3,88	0,000	s.
Buche	515	27,59	30,27	-2,68	0,000	s.
Fichte	307	35,90	34,79	1,11	0,287	n.s.
Fichte o.a.B.*	270	27,11	28,52	- 1,41	0,087	n.s.
Kiefer	240	18,48	18,06	0,42	0,269	n.s.
Esche	79	31,69	41,27	- 9,31	0,000	s.
Birke	86	19,30	22,62	- 3,32	0,030	s.
Lärche	80	25,75	28,88	- 3,13	0,005	s.
Ahorn	62	9,76	13,71	- 3,95	0,004	s.
Douglasie	60	30,58	35,58	- 5,00	0,004	s.

* ohne 2021 oder 2020 abgestorbene Probebäume

Ausmaß und Ursachen des Ausscheidens von Probebäumen

Im Jahr 2021 sind insgesamt 71 Probebäume ausgeschieden von denen 47 ersetzt werden konnten. An einem Aufnahmepunkt wurden infolge Borkenkäferbefalls alle Probebäume gefällt, eine gesicherte Verjüngung, aus der Ersatzbäume ausgewählt werden könnten, hat sich noch nicht etabliert. Der Aufnahmepunkt, an dem im Vorjahr wegen starken Befalls durch den Eichen-Prozessionsspinner die Datenerhebung nicht durchgeführt werden konnte, war im Berichtsjahr wieder zugänglich. Die Gründe für das Ausscheiden der Probebäume sind vielfältig:

- 13 infolge regulärer, planmäßiger Nutzung zur Holzernte
- 31 infolge außerplanmäßiger Nutzung nach Insekten- oder Pilzbefall
- 0 infolge außerplanmäßiger Nutzung nach Sturmwurf, Schneebruch oder Blitzschlag
- 5 Nutzung zur Holzernte; ob planmäßig oder außerplanmäßig blieb unbekannt
- 11 umgeworfen oder umgebogen infolge Sturm oder Schneedruck
- 1 durch Sturm angeschoben oder hängt in einem Nachbarbaum
- 0 haben durch einen Kronenbruch über die Hälfte ihrer grünen Krone verloren
- 2 von Nachbarbäumen vollständig überwachsen
- 8 abgestorbene Bäume, die jetzt kein Feinreisig mehr aufweisen
- 0 noch stehend vorhanden, können aber nicht bonitiert werden.

Gegenüberstellung der Schadstufenverteilung der ausgeschiedenen Probebäume und ihrer Ersatzbäume

Die ausgeschiedenen Probebäume werden im Zuge der Waldzustandserhebung nach objektiven Kriterien ersetzt. Die Schadstufenverteilung der Ersatzbäume wird der ihrer Vorgänger zum jeweils letzten Bonitierungsstermin gegenübergestellt. Auf diese Weise kann abgeschätzt werden, welchen Einfluss Ausscheiden und Ersatz der Probebäume auf die Schadstufenverteilung und die Entwicklung der Waldschäden hat.

	Anzahl	Anteile der Schadstufen in %					
		0	1	2	3	4	2 bis 4
Ersatzbäume 2021	47	21,3	57,4	14,9	6,4	0,0	21,3
Vorgänger 2020	71	16,9	28,2	38,0	1,4	15,5	54,9

Im Jahr 2021 ist der Anteil deutlich geschädigter Probebäume unter den ausgeschiedenen Probebäumen niedriger als unter den Ersatzbäumen. Über die komplette Zeitreihe zeigt sich, dass der Anteil deutlicher Schäden in etwa gleich ist, die Ersatzbäume aber eher selten den Schadstufen 3 und 4 angehören.

Im Jahr 2021 waren 26 Probebäume (1,2 %) frisch abgestorben, die mit 100 % Kronenverlichtung im Probebaumkollektiv verblieben sind. 38 weitere tote Probebäume stehen ebenfalls mit 100 % Kronenverlichtung im Kollektiv, waren jedoch bereits im Vorjahr abgestorben. 11 Probebäume, die bereits im Vorjahr abgestorben waren, sind aus dem Probebaumkollektiv ausgesondert worden, nachdem das Feinreisig morsch und abgefallen war oder sie gänzlich umgefallen oder im Zuge einer Erntemaßnahme genutzt wurden.

Normalerweise entsprechen die Ersatzbäume in Baumart und Alter ihren Vorgängerbäumen. In Mischbeständen kommt es aber vor, dass durch die Ersatzbäume eine Verschiebung zu einer anderen Baumart erfolgt. In ungleichaltrigen Waldbeständen kann es sein, dass die Ersatzbäume aus dem nachwachsenden Jungbestand ausgewählt werden, sobald im Altbestand keine geeigneten Ersatzbäume mehr vorhanden sind. Fällt ein Aufnahmepunkt in seiner Gesamtheit aus, so wird geprüft, ob unter dem alten Bestand bereits ein Nachfolgebestand etabliert ist, aus dem die Probestämme komplett neu ausgewählt werden können. Ist dies nicht der Fall ruht die Aufnahme an diesem Punkt bis ein Nachfolgebestand etabliert ist. Diese Ersatzbäume sind dann wesentlich jünger und weisen damit im Allgemeinen ein geringeres Schadeniveau als ihre älteren Vorgängerbäume auf. Diese Verjüngung der Probestämme ist jedoch genauso erforderlich wie die Verjüngung im Wald, nur so ist das Kollektiv der Probestämme repräsentativ für den Wald als Ganzes.



Gruppenfoto WZE Aufnahmeteam 2021

Foto: Th. Wehner

Abkommen und gesetzliche Regelungen zur Luftreinhaltung

Maßnahme	Jahr	Ziel
Internationale Abkommen und Richtlinien		
Montreal Protokoll	1987	Schutz der stratosphärischen Ozonschicht
Europäische Abkommen zur Luftreinhaltung im Rahmen der UN-ECE-Verhandlungen:		
Helsinki-Protokoll	1985	1. und 2. Schwefel-Protokoll zur
Sofia-Protokoll	1988	Rückführung der Stickstoffoxidemissionen
Genfer-Protokoll	1991	Rückführung der Emissionen flüchtiger organischer Verbindung
Oslo-Protokoll	1994	Reduzierung der Schwefelemissionen
Aarhus-Protokoll	1998	Rückführung von Schwermetallen und persistenten organischen Verbindungen
Göteborg-Protokoll	1999	Bekämpfung von Versauerung, Eutrophierung und bodennahem Ozon
VOC-Richtlinie (VOC=Volatile Organic Compounds)	1999	Begrenzung von Emissionen flüchtiger, organischer Verbindungen
Abfallverbrennungsrichtlinie	2000	Emissionsbegrenzung bei der Verbrennung und Mitverbrennung von Abfällen
Großfeuerungsanlagen-Richtlinie	2001	Begrenzung von Schadstoffemissionen von Großfeuerungsanlagen in die Luft
Richtlinie über nationale Emissionshöchstgrenzen für bestimmte Luftschadstoffe (NEC = National Emissions Ceilings)	2002	Festsetzen von nationalen Emissionshöchstgrenzen für die Mitgliederstaaten bei den Schadstoffen SO ₂ , N _x , NH ₃ und VOC
Richtlinie über Arsen, Cadmium, Quecksilber, Nickel und PAK in der Luft	2004	Zielwerte in der Luft, die bis 2012 eingehalten werden sollen
Richtlinie 2008/50/EG über Luftqualität und saubere Luft für Europa	2008	Beurteilung und Kontrolle der Luftqualität EU-Immissionsgrenzwerte für Schwefeldioxid, Stickstoffoxide, Benzol Partikel (PM10, PM2.5) und Blei sowie Ozon in der Luft
Richtlinie über die integrierte Vermeidung und Verminderung von Umweltverschmutzung (IVU-Richtlinie)	2008	Genehmigungspflicht für bestimmte industrielle und landwirtschaftliche Tätigkeiten mit einem hohen Verschmutzungspotential
Richtlinie über Industrieemissionen (IED-Richtlinie)	2012	Neufassung der IVU-Richtlinie Verstärkte Berücksichtigung der „besten verfügbaren Technik“ (BVT)
Thematische Strategie zur Luftreinhaltung (Clean Air Policy Package mit dem Programm „Saubere Luft für Europa“)	2013	Kurz- und Langfristmaßnahmen im Bereich Anlagen, Verkehr, Hausbrand und Landwirtschaft zur weiteren Senkung der Emissionen und Immissionsbelastungen

Maßnahme

Jahr Ziel

Novellierung der Richtlinie über die Reduktion der nationalen Emissionen bestimmter Luftschadstoffe (NEC = National Emission Ceilings)

2016 Festsetzung von nationalen Emissionshöchstgrenzen für die Mitgliedsstaaten für SO₂, NO_x, NMVOC, CO, NH₃, PM₁₀, PM_{2,5}

Nationales Luftreinhalteprogramm

2019 Aktuelle Emissionsprognosen sowie Strategien und Maßnahmen zur Erfüllung der Emissionsreduktionsverpflichtungen

Nationale Regelungen

Bundes-Immissionsschutzgesetz (BImSchG)

2005 Neufassung vom September 2002

1. Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes (BImSchV)

2010 Neufassung der Verordnung über kleine und mittlere Feuerungsanlagen

2. BImSchV

2013 Neufassung der Verordnung über die Emissionsbegrenzung von leichtflüchtigen organischen Verbindungen

10. BImSchV

2013 Verordnung über die Beschaffenheit und die Auszeichnung der Qualitäten von Kraftstoffen

13. BImSchV

2013 Neufassung der Verordnung über Großfeuerungs- und Gasturbinenanlagen

17. BImSchV

2013 Verordnung über die Verbrennung und die Mitverbrennung von Abfällen

20. BImSchV

2013 Neufassung der Verordnung zur Begrenzung der Emissionen flüchtiger organischer Verbindungen beim Umfüllen und Lagern von Ottokraftstoffen

21. BImSchV

2013 Neufassung der Verordnung zur Begrenzung der Kohlenwasserstoffemissionen bei der Betankung von Kraftfahrzeugen

28. BImSchV

2013 Verordnung über Emissionsgrenzwerte bei Verbrennungsmotoren

31. BImSchV

2013 Neufassung der Verordnung zur Begrenzung der Emissionen flüchtiger organischer Verbindungen bei der Verwendung organischer Lösemittel in bestimmten Anlagen

35. BImSchV

2007 Verordnung zur Kennzeichnung der Kraftfahrzeuge mit geringem Beitrag zur Schadstoffbelastung

36. BImSchV

2012 Verordnung zur Durchführung der Regelungen der Biokraftstoffquote

39. BImSchV

2010 Verordnung über Luftqualitätsstandards und Emissionshöchstmengen

43. BImSchV

2018 Verordnung zur Emissionsreduktion und Emissionshöchstmengen

Maßnahme	Jahr	Ziel
44. BImSchV	2020	Verordnung über mittelgroße Feuerungs-, Gasturbinen- und Verbrennungsmotoranlagen (1-50 MW Feuerungswärmeleistung). Nationale Umsetzung der "Medium Combustion Plant Directive" (MCP)
Biokraftstoff-Nachhaltigkeitsverordnung	2009	Verordnung über Anforderungen an eine nachhaltige (Biokraft-NachV) Herstellung von Biokraftstoffen
TA Luft	2002	Neufassung der Technischen Anleitung zur Reinhaltung der Luft, Emissionsbegrenzung bei Industrieanlagen nach dem Stand der Technik
Änderungen der Kfz-Steuerregelung	2009	Ausrichtung der Kfz-Steuer für Pkw nach dem Emissionsverhalten und CO2-Emissionen
EURO 1 Norm für Pkw	1991	Verschärfung der Abgasgrenzwerte für Pkw ab 1992/93
EURO I Norm für Lkw	1991	Verschärfung der Abgasgrenzwerte für Lkw ab 1992/93
EURO II Norm für Lkw	1991	2. Stufe der Abgasgrenzwerte für Lkw ab 1995/96
EURO 2 Norm für Pkw	1994	2. Stufe der Abgasgrenzwerte für Pkw ab 1996/97
EURO 3 Norm für Pkw	1998	3. Stufe der Abgasgrenzwerte für Pkw ab 2000/2001
EURO 4 Norm für Pkw	1998	4. Stufe der Abgasgrenzwerte für Pkw ab 2005/2006
EURO 5 Norm für Pkw	2006	5. Stufe der Abgasgrenzwerte für Pkw ab 2009/2010
EURO III Norm für Lkw	1999	3. Stufe der Abgasgrenzwerte für Lkw ab 2000
EURO IV Norm für Lkw	1999	4. Stufe der Abgasgrenzwerte für Lkw ab 2005
EURO V Norm für Lkw	1999	5. Stufe der Abgasgrenzwerte für Lkw (NO2) ab 2008
EURO 6 Norm für Pkw	2007	6. Stufe der Abgasgrenzwerte für Pkw ab 2014/2015
EURO VI Norm für Lkw	2007	6. Stufe der Abgasgrenzwerte für Lkw ab 2013/2014
Verordnung über Erhebungen zum forstlichen Umweltmonitoring, ForUmV	2013	Datengrundlage für forst- und umweltpolitische Entscheidungen sowie Berichterstattung

Masterplan für den saarländischen Wald

Vor dem Hintergrund der Extremwetterereignisse, der Dürresommer 2018 und 2019, Stürmen teilweise in Orkanstärke und der in deren Folge auftretenden massiven Schäden in Fichtenbeständen mit einer Massenvermehrung von Borkenkäfern, aber auch alarmierenden Schäden bei anderen Baumarten, wie absterbende (Alt-) Buchen, wurde ein Masterplan für den saarländischen Wald erstellt. Der Klimawandel ist unübersehbar im Wald angekommen, doch ist der Wald auch ein Teil der Lösung des Problems. Hierzu ist oberstes Ziel der Erhalt und die Wiederherstellung aller Ökosystemleistung der Wälder und die Förderung der Anpassungsfähigkeit und Widerstandsfähigkeit (Resilienz) der Wälder. Dem Wald kommt auch eine wichtige Rolle bei der Umsetzung der Biodiversitätsziele, um den Verlust an biologischer Vielfalt und die damit einhergehende Verschlechterung der Ökosystemdienstleistungen zu stoppen oder wiederherzustellen, zu.

Der Masterplan für den saarländischen Wald wurde im saarländischen Waldzustandsbericht 2020 (Seite 67 ff) veröffentlicht (Download: www.saarland.de/waldzustandsbericht.htm).



Diese Information wird von der Landesregierung des Saarlandes im Rahmen ihrer Öffentlichkeitsarbeit herausgegeben. Sie darf weder von Parteien, noch von Wahlwerbern oder Wahlhelfern zum Zwecke der Wahlwerbung verwendet werden. Dies gilt für Bundestags-, Landtags- und Kommunalwahlen sowie für Wahlen zum Europäischen Parlament. Missbräuchlich ist insbesondere die Verteilung auf Wahlveranstaltungen, an Wahlkampfständen der Parteien sowie das Einlegen, Aufdrucken und Aufkleben parteipolitischer Informationen oder Werbemittel. Untersagt ist gleichfalls die Weitergabe an Dritte zum Zwecke der Wahlwerbung. In einem Zeitraum von fünf Monaten vor einer Wahl ist Parteien die Nutzung dieser Schrift vollständig, d.h. auch zu anderen Zwecken als zur Wahlwerbung, untersagt. Unabhängig davon, wann, auf welchem Weg und in welcher Anzahl diese Schrift dem Empfänger zugegangen ist, darf sie auch ohne zeitlichen Bezug zu einer bevorstehenden Wahl nicht in einer Weise verwendet werden, die als Parteinahme der Landesregierung zugunsten einzelner politischer Gruppen verstanden werden könnte.

Das Waldmonitoring im Saarland ist eingebunden in das deutsche und europäische Forstliche Umweltmonitoring.

Die Kronenzustandserhebungen auf dem 16x16 km-EU-Raster und die Intensivuntersuchungen auf den saarländischen Level-II-Flächen wurden bis 2006 im Rahmen des EU-Forest Focus-Programms und von 2009 bis Juni 2011 im Rahmen des LIFE+-FutMon-Projekts (www.futmon.org) von der Europäischen Union finanziell unterstützt.



Ministerium für Umwelt
und Verbraucherschutz
Keplerstraße 18
66117 Saarbrücken

www.umwelt.saarland.de

 [/umwelt.saarland.de](https://www.facebook.com/umwelt.saarland.de)

 [/umweltministerium_saarland](https://www.instagram.com/umweltministerium_saarland)



- SaarForst
Landesbetrieb
- Landesamt für Umwelt-
und Arbeitsschutz
- Ministerium für
Umwelt und
Verbraucherschutz

SAARLAND

