

Waldzustandsbericht

2022



Foto: Dr. Caroline Löw

- SaarForst
Landesbetrieb
- Landesamt für Umwelt-
und Arbeitsschutz
- Ministerium für Umwelt,
Klima, Mobilität, Agrar
und Verbraucherschutz

SAARLAND



Impressum

Herausgeber

Ministerium für Umwelt, Klima, Mobilität,
Agrar und Verbraucherschutz Saarland
Keplerstr. 18
66117 Saarbrücken

Ansprechpartner:

Erich Fritz

Telefon: 0681 9712-116

e.fritz@umwelt.saarland.de

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, Dezember 2022

als Download

www.saarland.de/waldzustandsbericht

Titelbild:

Abgestorbenes Buchenaltholz und Absterbeerscheinungen im Eichenüberhalt
und in der Buchennaturverjüngung (Foto: Caroline Löw)

WALDZUSTANDS- BERICHT 2022

	Seite
Vorwort	4
Waldzustand 2022 - Ein Überblick	6
Waldzustandserhebung (WZE)	10
Einflüsse auf den Waldzustand	
■ Entwicklung der Luftschadstoffbelastung	29
■ Klimawandel und Witterungsverhältnisse	37
■ Waldschutz	41
Die dritte bundesweite Bodenzustandserhebung - Ein umfassendes Bild über den Zustand und die Entwicklung der Waldböden in Deutschland	46
Biodiversität und Schalenwildmanagement in Wirtschaftswäldern (Biowild-Projekt)	50
Bedeutung des Wasserrückhaltes im Wald für die Risikovorsorge gegen die Entstehung von Sturzfluten und für eine nachhaltigere Grundwasserneubildung	56
Anhänge	
■ Zeitreihentabellen der Anteile der Schadstufen	68
■ Probestaumkollektiv 2022	74
■ Zusammensetzung des Probestaumkollektives nach Altersklassen	75
■ Statistische Signifikanz der Veränderungen der mittleren Kronenverlichtung	76
■ Ausmaß und Ursachen des Ausscheidens von Probestäumen	77
■ Abkommen und gesetzliche Regelungen zur Luftreinhaltung	79

VORWORT

Sehr geehrte Damen und Herren, liebe Saarländerinnen und Saarländer,

mit Niedrigwasser, aufreißenden Waldwegen, ausgetrockneten Bach- und Flussläufen sowie Hitzerekorden verzeichnete das Jahr 2022 einen der wärmsten und trockensten Sommer seit 1881. Darüber hinaus gab es europaweitgesehen noch nie so viele Waldbrände wie im Jahr 2022. Insgesamt sind 750.000 Hektar Wald von Waldbränden betroffen, in Deutschland 4293 Hektar. Im Saarland sind bislang 28 Waldbrände mit einer Fläche von rund 40 ha zu verzeichnen. Die zu trockenen Böden, die großen Kahlflächen in Folge des Käferbefalls, und die durch Trockenschäden aufgelichteten Wälder mit vielen Dürrständern erhöhten das Waldbrandrisiko erheblich. Durch Unachtsamkeit, aber auch Mutwill der Menschen wurden in diesem Jahr zahlreiche Waldbrände ausgelöst.

Bereits zu Beginn der Vegetationsperiode im März war es im Saarland viel zu trocken. Die durchschnittlich hohen Niederschläge im April konnten diesen Mangel zwar nicht ausgleichen, führten aber zu einem üppigen Austrieb der Bäume. Es folgten dann vier Trockenmonate mit überdurchschnittlich hohen Temperaturen und Sonnenstunden. Das führte zu einer weiteren Austrocknung der Böden in weiten Teilen unserer Landschaft. Für die Bäume bedeutet das zunehmend Trockenstress. Eine 100-jährige Buche - Baum des Jahres 2022 - verdunstet mehrere Hundert Liter Wasser pro Tag. Reißt die Wasserzufuhr in den Leitungsbahnen des Baumes ab, kann Luft ungehindert eindringen. Das stört nicht nur den Wassertransport, sondern kann zu vorzeitigem Laubabwurf und im schlimmsten Fall zum Absterben durch Austrocknen führen. Insbesondere die älteren Wälder zeigen im Spätsommer die größten Ausfälle, denn altersbedingt sind sie längst nicht mehr so anpassungsfähig und können dauerhaft in dieser Trockenheit nicht überleben.

Wie steht es heute um unser Ökosystem Wald und der Vitalität unserer Bäume?

Seit dem Dürresommer 2018 hat sich unser Wald stark verändert und rückt zunehmend in den Fokus der Öffentlichkeit. Vorzeitiger Laubabwurf und vermehrter Schädlingsbefall sind augenfällig, Borkenkäferschäden sind seit den Trockenjahren 2018, 2019, 2020 und 2022 allgegenwärtig. Anfang des Sommers 2022, zum Zeitpunkt der WZE-Inventur, wies der Kronenzustand über alle Baumarten hinweg kaum Veränderungen zum Vorjahr auf. Während sich der Zustand der Eiche und Buche tendenziell sogar verbessert hat, ist ein Anstieg des Schadniveaus bei Fichte, Kiefer, Lärche, Esche und Birke zu verzeichnen. In den ersten drei Quartalen des Jahres 2022 sind bis Oktober 2022 fast 38.000 m³ Schadholz im Staatswald angefallen. Diese verteilen sich auf fast 29.000 m³ im Nadelholz und rund 9.000 m³ im Laubholz. Auffallend im Vergleich zum letzten Jahr sind einerseits die deutlich reduzierten biotisch bedingten Schadholzmengen von rund 22.000 m³ im Vergleich zu 42.000 m³. Andererseits die deutlich gestiegenen abiotischen Schäden wie bspw. die Sturmschäden, die sich um mehr als das Neunfache erhöht haben (4901 m³). Gänzlich frei von Schadsymptomen ist nur noch jeder fünfte Baum.

Die beträchtlichen Schäden und Ausfälle der Fichtenbestände, hervorgerufen durch ein Zusammenspiel aus Vitalitätsschwäche und der Massenvermehrung von Borkenkäfern, waren die ersten sichtbaren Reaktionen auf die genannten Klimaereignisse. Die ohnehin geringen Fichtenanteile im saarländischen Wald sind dadurch stark rückläufig. Es ist anzunehmen, dass auch die verbleibenden Fichtenwälder vom Borkenkäferbefall gezeichnet werden. Hiermit sind nicht nur gravierende wirtschaftliche Einbußen, sondern auch notwendige Investitionen zur Wiederbewaldung der entstandenen Kahlflächen verbunden.

Neben den Nadelbäumen sind auch unsere Laubbäume durch die extremen Witterungsbedingungen und dem damit einhergehenden Trockenstress in ihrer Vitalität geschwächt.

Das Saarland mit seiner zentralen Lage im Verbreitungsgebiet der Rotbuche hat eine besondere Verantwortung für den Erhalt von Buchenwald-Ökosystemen.

Seit dem ersten massiven Trockenjahr 2018 mehren sich massive Schäden insbesondere bei Altbuchen, bpsw. durch spärliche Belaubung, gänzlich abgestorbene Baumkronen oder Kronenteile. Bereits ab der ersten Augushälfte kam es in diesem Jahr zu Grünblattabwurf, später zu schneller Blattwelke und Braunfärbung. Das Ausmaß der Schäden zeigt im Saarland standörtliche und regionale Unterschiede. Neben den ökonomischen und ökologischen Schäden nimmt auch das Gefahrenpotential für Waldbesucher und Forstwirte bei ihrer täglichen Arbeit zu.

Auch die Esche zeigt bereits seit Jahren erhebliche Beeinträchtigungen. Diese gehen jedoch vorrangig auf einen Pilz, das Falsche Weiße Stängelbecherchen (*Hymenoscyphus pseudoalbidus*) und dessen Sekundärschädlinge zurück. Auf nährstoffreichen, bisher eschenreichen Waldstandorten und in den Muschelkalkgebieten des Saar- und Bliesgaus sind die Wälder von absterbenden und teilweise bereits zusammengebrochenen Eschen stark gezeichnet und verlichtet. Bislang ist weder ein Trend im Infektionsverlauf noch ein Ende in Sicht.

2022 sind zusätzlich Naturverjüngungen von Trockenschäden gezeichnet. Selbst bei geschützten, bereits meterhohen Verjüngungshorsten treten starke Verbraunungen der Belaubung auf, manche Verjüngungsteile sind gänzlich abgestorben, häufig auf sommertrockenen Standorten und schweren Tonböden.

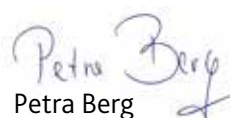
Dagegen zählen die Eiche und Hainbuchen, aber auch die Mischbaumarten Elsbeere, Feldahorn und Weißtanne als die besser angepassten Baumarten, die mit den niederschlagsarmen und heißen Sommern gut zurechtkommen. Hier ist das Schadaufkommen generell niedriger einzustufen.



©MUKMAV/Sebastian Bauer

Die Anforderungen an unseren Wald und die damit verbundene Waldbewirtschaftung nehmen stetig zu. Hinsichtlich der Prognose künftiger waldbaulicher Entwicklungen stellen sie das bisherige Waldbauwissen in Frage. Oberstes Ziel und Leitbild einer künftigen Waldentwicklung sollte es sein, vielfältige, resiliente Wälder zu entwickeln, die mit den Veränderungen des Klimawandels zurechtkommen, sich anpassen oder neu organisieren und dabei ihre grundlegenden Funktionen und ökologischen Leistungen beibehalten. Seit über 30 Jahren bewirtschaften wir unseren Staatswald naturnah. Das ist eine gute Grundlage für klimastabile Wälder. Dennoch: Waldumbau benötigt Zeit und ist mit der naturnahen Waldbewirtschaftung noch längst nicht abgeschlossen. Wälder müssen immer stärker als Ökosysteme betrachtet werden, die neben der Holzerzeugung vielfältige und wichtige ökologische Leistungen für Natur und Gesellschaft erbringen. Es ist unsere Aufgabe, die Entwicklung des Waldes zu beobachten, wissenschaftlich zu begleiten und die Ergebnisse in einen klimastabilen Waldbau einfließen zu lassen. Hierbei gewinnt die Dauerwaldentwicklung zur nachhaltigen Erhaltung unseres Waldes für künftige Generationen zunehmend an Bedeutung. Sie in diesem Prozess auf dem Laufenden zu halten, mitzunehmen und zu informieren, ist uns ein wichtiges Anliegen.

Der vorliegende Bericht informiert Sie ausführlich über die diesjährigen Erkenntnisse zum Zustand des saarländischen Waldes.



Petra Berg
Ministerin für Umwelt, Klima, Mobilität, Agrar
und Verbraucherschutz

WALDZUSTAND 2022 EIN ÜBERBLICK



Die Waldschadensinventuren werden jedes Jahr zum gleichen Zeitraum - nach vollem Laubaustrieb - durchgeführt. Im Jahr 2022 hat sich der Kronenzustand gegenüber dem Vorjahr über alle Baumarten kaum verändert. Doch die Entwicklung ist uneinheitlich, dem Anstieg des Schadniveaus bei Fichte, Kiefer, Lärche, Esche und Birke steht eine Verbesserung bei Eiche und Buche gegenüber. Die Anteile der abgestorbenen und stark geschädigten Probestämme (Schadstufe 4 und 3) sind leicht angestiegen und auch die Absterberate ist besonders bei der Fichte weiter erhöht. Alle Kennwerte der Waldzustandserhebung unterstreichen die anhaltende Schädigung und Vitalitätsschwäche der Waldbäume.

Die letzten Jahre waren geprägt von deutlichen Trockenstressphasen für die Bäume. Lediglich das Jahr 2021 zeigte einen verhältnismäßig günstigen Witterungsverlauf innerhalb der Vegetationsperiode. Alle anderen Jahre waren zu warm und zu trocken, mit ausgeprägten Hitzephasen bei gleichzeitig tiefgründig ausgetrockneten Waldböden während der Vegetationsperiode. Unsere Wälder leiden weiter unter Dürrestress infolge des Klimawandels.

Im Verlauf der letzten Jahre sind keine wesentlichen Verbesserungen bezüglich der Luftschadstoffsituation zu verzeichnen. Die Säure- und Schadstoffbelastung übersteigt trotz der Reduktionserfolge bei Schwefeldioxid und Schwermetallen weiterhin das Pufferpotential vieler Waldstandorte. Die Stickstoffeinträge liegen weiter über dem Schwellenwert der Ökosystemverträglichkeit. Die Verträglichkeitsgrenzen von Ozon für Waldbäume werden fast an allen Messstandorten überschritten. All diese Belastungen durch Luftschadstoffe wirken nicht nur für sich waldschädigend, sondern verstärken noch den Trockenstress der Bäume.

Bei der Fichte setzt sich die Borkenkäferkalamität fort. Die hohe Ausgangspopulation im Frühjahr und Vorschädigungen aus dem Vorjahr führten zu weiterhin hohen Mengen an Kalamitätsholz. Die warme, trockene Witterung bot günstige Bedingungen für das Schwärmen der Borkenkäfer und ermöglichte auch in den höheren Lagen der Mittel-

gebirge die vollständige Entwicklung von drei Käfergenerationen.

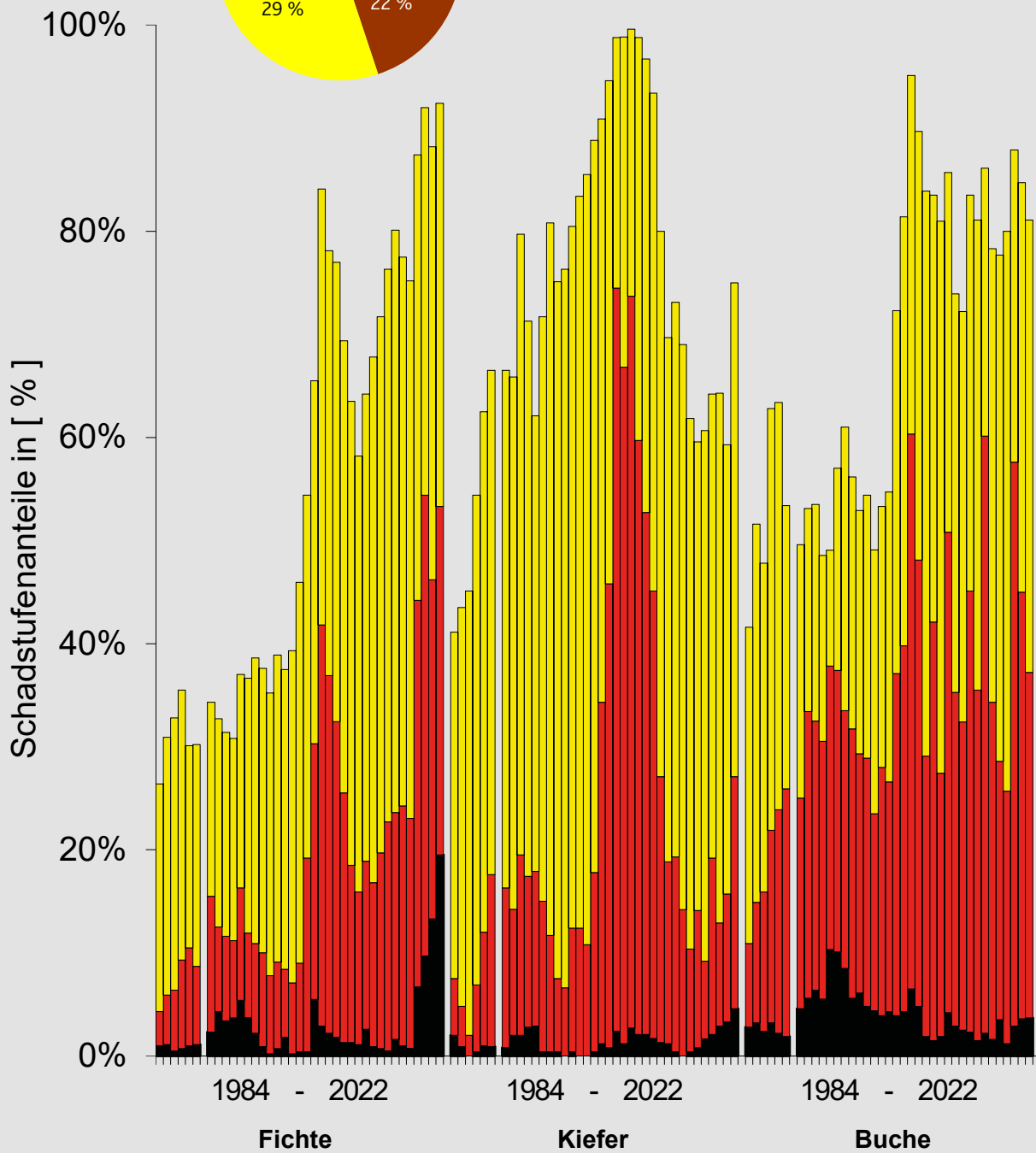
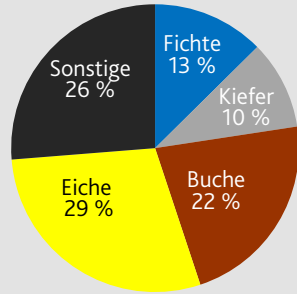
Für die Buche scheint mittlerweile starker Fruchtbehang im zweijährigen Rhythmus normal und wirkt als zusätzlicher Stressfaktor. So wird die Verbesserung des Belaubungszustandes bei den Buchen durch den Fruchtbehang beeinträchtigt und bei stärkerem Fruchtbehang in Gänze verhindert. Die bis in den August anhaltende Trockenheit hemmt die Bildung von Knospen und Reservestoffen der Waldbäume. Damit ist zu befürchten, dass im Jahr 2023 das Wachstum der jungen Triebe und die Entwicklung der Belaubung entsprechend zurückbleibt.

Im Jahr 2022 wurde mit der dritten Bodenzustandserhebung (BZE III) begonnen. Sie umfasst auch Untersuchungen zur Nährstoffversorgung der Waldbäume und zum Zustand der Bodenvegetation. Zusammen mit den Ergebnissen der jährlichen Waldzustandserhebung bietet sich so ein umfassendes Monitoring und macht eine Beschreibung unserer Wälder als komplexes Ökosystem möglich.

Das Biowildprojekt, an dem das Saarland aktiv beteiligt ist, betrachtet unsere heimischen Schalenwildarten und entsprechende Jagdstrategien. Die erforderliche Verjüngung der Wälder und die jagdliche Bewirtschaftung unserer Schalenwildbestände hängen eng zusammen und auch hier bedarf es eines Monitorings.

Die mit dem Klimawandel einhergehenden Veränderungen im Witterungsgeschehen erfordern Antworten auf die Frage, wie ungleichmäßig verteilte Niederschläge, insbesondere Starkregenereignisse im Wald gehalten werden können, um der Gefahr von Sturzfluten vorzubeugen, die Bodenwasservorräte aufzufüllen und möglichst auch die Sickerwasserspense für das Grundwasser zu erhöhen. So werden bereits 2005 begonnene Untersuchungsprojekte um neue Fragestellungen erweitert und konsequent fortgeführt. Dabei konnten bereits die Ursachen schnellen Wasserabflusses im Wald aufgedeckt, Gegenmaßnahmen entwickelt und auf ihre Wirksamkeit geprüft werden.

Anteil der Baumarten
an der Stichprobe



Entwicklung der Waldschäden von 1984 bis 2022 im Saarland

- schwach geschädigt (Stufe 1)
- mittelstark geschädigt (Stufe 2)
- stark geschädigt und abgestorben (Stufe 3 + 4)



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 Faktoren im Schadkomplex variiert zwischen den einzelnen Baumarten und von Jahr zu Jahr.

Im Jahr 2022 hat sich der Kronenzustand bis Anfang August gegenüber dem Vorjahr über alle Baumarten kaum verändert. Doch die Entwicklung ist uneinheitlich, dem Anstieg des Schadniveaus bei Fichte, Kiefer, Lärche, Esche und Birke steht eine Verbesserung bei Eiche und Buche gegenüber. Die Anteile der abgestorbenen und stark geschädigten Probestämme (Schadstufe 4 und 3) sind leicht angestiegen und auch die Absterberate ist besonders bei Fichte weiter erhöht.

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. 2021 wurde das WZE-Raster auf neu entstandenen Wald überprüft und 8 Aufnahmepunkte erstmalig angelegt. Damit umfasst das Aufnahmegeraster zur Zeit 106 Aufnahmepunkte. 2022 wurden an insgesamt 100 Aufnahmepunkten 2400 Stichprobenbäume begutachtet. An 6 Aufnahmepunkten war keine Erhebung möglich.

Die Außenaufnahmen erfolgten einschließlich Abstimmungsübung und Kontrollaufnahmen in der Zeit vom 18. Juli bis 05. August 2022.

Die Stichprobe erlaubt statistisch abgesicherte Aussagen zur Schadensentwicklung 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 ihrer Verteilung nach Altersklassen findet sich im Anhang des Berichtes.

Waldzustand allgemein

Für die gesamte Waldfläche des Saarlandes hat sich über alle Baumarten und Altersstufen hinweg der Zustand des Waldes gegenüber dem Vorjahr kaum verändert. Der Anteil an Probestämmen mit deutlichen Schäden ist unverändert. Der Anteil an Probestämmen ohne sichtbare Schadmerkmale ist um 5 Prozentpunkte zurückgegangen, der Anteil schwach geschädigter Probestämme ist entsprechend angestiegen.

Sechs Aufnahmepunkte sind zugleich Teil des europaweiten 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/bodenzustandserhebung> 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

Verbessert hat sich der Kronenzustand bei Eiche und Buche und tendenziell auch bei Douglasie. Fichte, Kiefer, Esche, Lärche, Birke und Ahorn haben sich in ihrem Kronenzustand verschlechtert. Durch die Gegenüberstellung der sowohl 2021 als auch 2022 erhobenen Probebaumindividuen (identische Probabäume) 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 (Anhang 4).

Die Winterniederschläge 2021/22 reichten nicht aus, um die Bodenwasservorräte vollständig aufzufüllen, insbesondere die Grundwasserspende blieb defizitär. Der Austrieb der Waldbäume im Frühjahr 2022 konnte jedoch relativ ungehindert erfolgen. Die Frühjahrs- und Sommerniederschläge waren spärlich, ungleichmäßig verteilt und kamen häu-

Entwicklung der Schadstufenverteilung über alle Baumarten

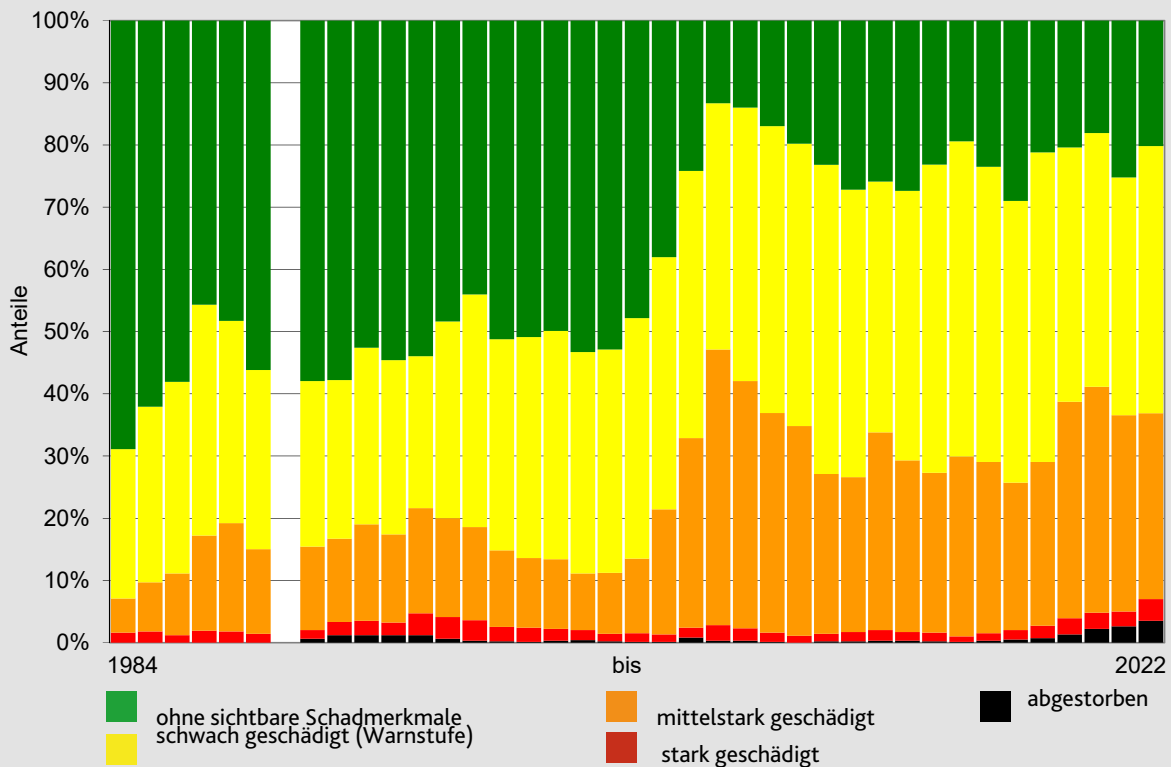


fig als Starkregeneignisse. Lokale Gewitter verursachten neben Starkregen auch Schäden durch Sturmböen oder Hagel. Die bis in den Spätsommer anhaltende Trockenheit führte bei fruchttragenden Bäumen teilweise zu vorzeitigem Abwurf unreifer oder notreifer Früchte. Auch die Möglichkeit Reservestoffe zu bilden, war für die Bäume eingeschränkt. Es ist zu erwarten, dass sich dies auf den Austrieb im folgenden Jahr auswirken wird. Die Waldzustandserhebung wurde Anfang August abgeschlossen. Bis zu diesem Zeitpunkt waren Trockenschäden erst auf den besonders exponierten, flachgründigen Standorten sichtbar geworden, schritten aber im Laufe des Augustes rasch fort. In den vergangenen fünf Jahren wies nur das Jahr 2021 einen für den Wald vergleichsweise günstigen Witterungsverlauf auf, alle anderen Jahre waren durch Hitze- und Trockenperioden geprägt. Dieser andauernde Trockenstress führt die Waldökosysteme an ihre klimaökologische Grenze und erzwingt vielfältige Anpassungen.

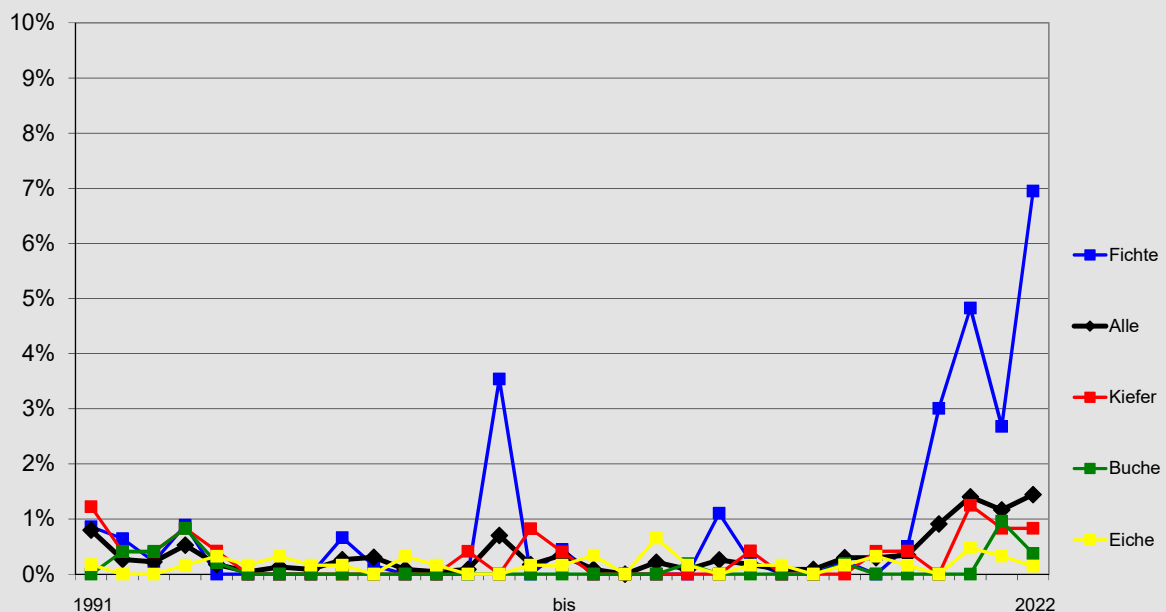
Nachdem im Vorjahr nur an vergleichsweise wenigen Bäumen Fruchtbehang gebildet wurde, war 2022 bei vielen Baumarten wieder gute, wenn

auch nicht übermäßige Blüte und Fruchtsatz zu beobachten. Die Intensität blieb meist geringer als vor 2 Jahren. Jede Fruchtbildung bedeutet eine zusätzliche Inanspruchnahme für die Wasser- und Nährstoffversorgung. In einem Trockenjahr wie 2022 führte dies lokal zu einem vorzeitigem Abwurf der unreifen Früchte.

Absterberate

Die Absterberate beschreibt den Anteil der Probestämme, die im Jahr der Erhebung tot (100 % Nadel-/Blattverlust) sind, 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 menschlichen Eingriff tatsächlich abgestorben wären oder überlebt hätten. Die Betrachtung der Zeitreihe zeigt, dass ab 1992 fast jedes Jahr keine oder höchstens einzelne Probestämme frisch abgestorben sind. Die Absterberate war somit bis 2019 unbedeutend. Ab 2019 führen

Jährliche Absterberaten im Kollektiv der Waldzustandserhebung



die extremen Borkenkäferschäden bei der Fichte zu wesentlich höheren Werten, die in 2022 noch einmal angestiegen sind. Bei Kiefer ist die Absterberate ab 2020 durchgängig erhöht und ab 2021 tendenziell auch bei Buche.

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 weiter zurückgegangen. Der Anteil der deutlichen Schäden ist um 8 Prozentpunkte niedriger, der Anteil an Probestämmen ohne sichtbare Schadmerkmale ist um 4 Prozentpunkte höher. Die mittlere Kronenverlichtung liegt um 2,3 Prozentpunkte unter dem Vorjahreswert; diese Veränderung ist signifikant. Unverändert hoch geblieben ist allerdings der Anteil der stark geschädigten oder abgestorbenen Probestämme. Frisch abgestorben sind 2 Einzelbäume (Absterberate 0,4 %).

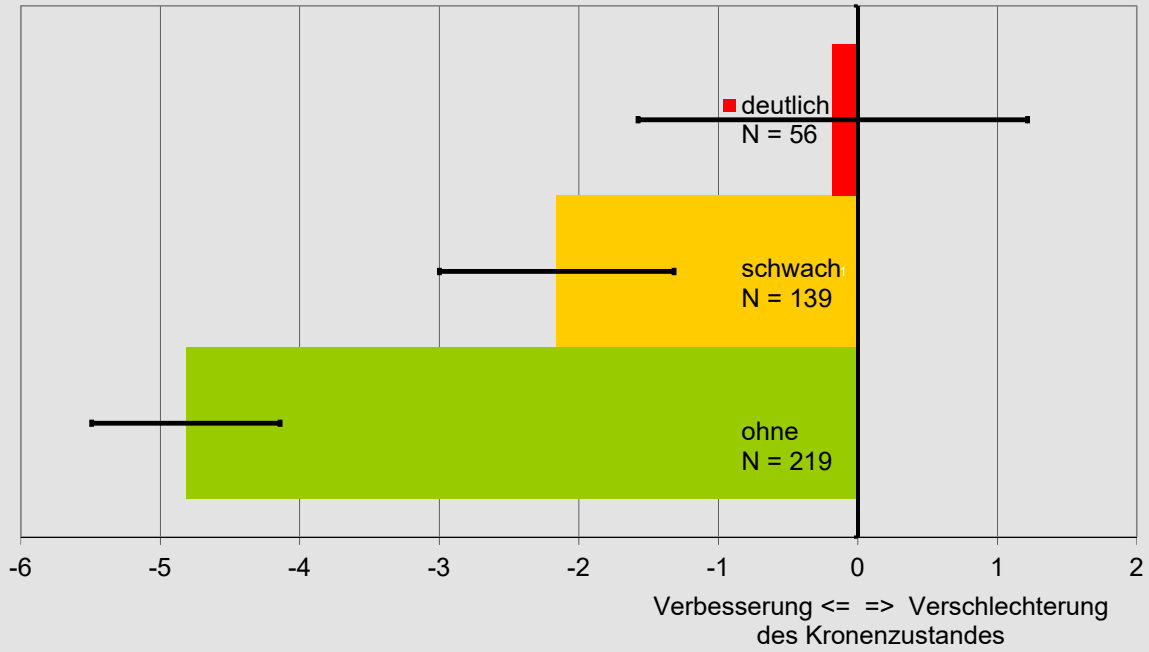
Das Schadniveau bleibt damit hoch, aber unter den Werten der Jahre 2016 und 2006. Seit Beginn der Zeitreihe der WZE 1984 stieg die Kronenverlichtung bei der Buche an. Im Jahr 1995 wurde ein erstes Maximum erreicht, in den Folgejahren zeigte sich bis 2003 ein Erholungstrend. In der Folge des Trockensommers 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. In Trockenjahren wird vielerorts die Anlage ausreichend versorgter Blattknospen und die Bildung von Reservestoffen behindert. Die Erfahrungen der letzten Jahre lassen befürchten, dass in der Folge der Neuaustrieb und die Blattentwicklung im kommenden Jahr eingeschränkt sein wird.

Im letzten Jahrzehnt trugen die Buchen nahezu jedes zweite Jahr Bucheckern. Nachdem im Vorjahr nur wenige Buchen Früchte (3 % der Probestämme) trugen, war 2022 ein moderates Fruchtjahr, 42 % der Probestämme zeigten Fruchtansatz, jedoch überwiegend schwach. Nur 11 % wiesen stärkere Fruchtbildung auf. In Folge der sommerlichen Trockenperiode wurden die Früchte aber nicht immer vollständig ausgebildet. Die Fruchtbildung hat einen schon mehrfach belegten Einfluss auf die Kronenzustandsentwicklung der Buche. Stärkerer Fruchtbehang löst in der Regel einen Anstieg der Kronenverlichtung aus. In 2022 zeigt sich, dass die allgemeine Erholung der Buche durch den stärkeren Fruchtbehang behindert wurde.

Loch- und Minierfraß durch den Buchenspringrüssler (*Rhynchaenus fagi*) war an rund 6 % der Buchen-Probestämme (Vorjahr 12 %) mit meist geringer Intensität aufgetreten und blieb ohne Einfluss auf den Kronenzustand. Ebenso der Befall durch Blattpilze, wie der Blattbräune (*Apiognomonia errabunda*), der nur in unbedeutendem Ausmaß beobachtet wurde. An 11 Probestämmen (2,1 %) wurde Schleimfluss an der Rinde beobachtet, der auf Borkenkäfer- oder Pilzbefall hindeuten kann. Blattvergilbung war in 2022 häufiger zu beobachten, an 5 % der Probestämme wurden schwache und an 1 % stärkere Vergilbungserscheinungen festgestellt. Die stärkeren Vergilbungen betreffen vornehmlich Buchen, die auch starke Blattverluste aufweisen.

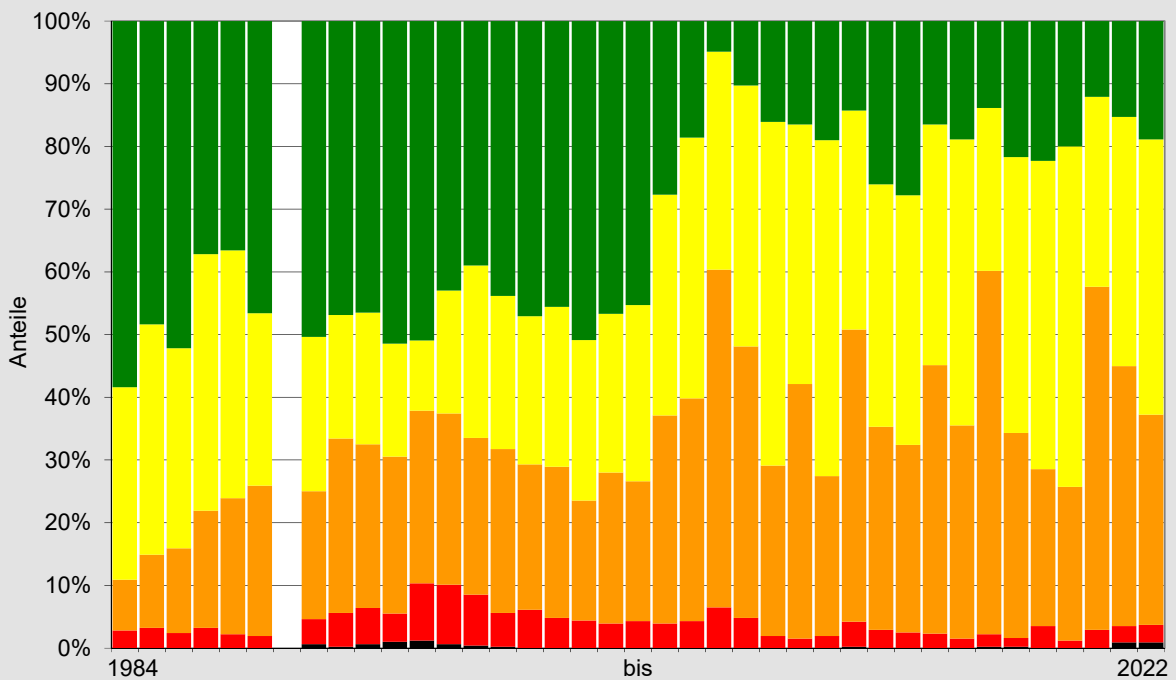
Dürres Feinreisig und abgestorbene Äste im Lichtkronenbereich gehen anteilmäßig in die Beurteilung des Blattverlustes mit ein. In 2022 wurde an 21 % der Buchen-Probestämme (Vorjahr 30 %) Dürreisig beobachtet. Das feine, dürre Reisig bricht bei Buche in der Regel im Laufe eines Jahres heraus, was bedeutet, dass das beobachtete dürre Feinreisig überwiegend seit der letzten Erhebung frisch abgestorben ist.

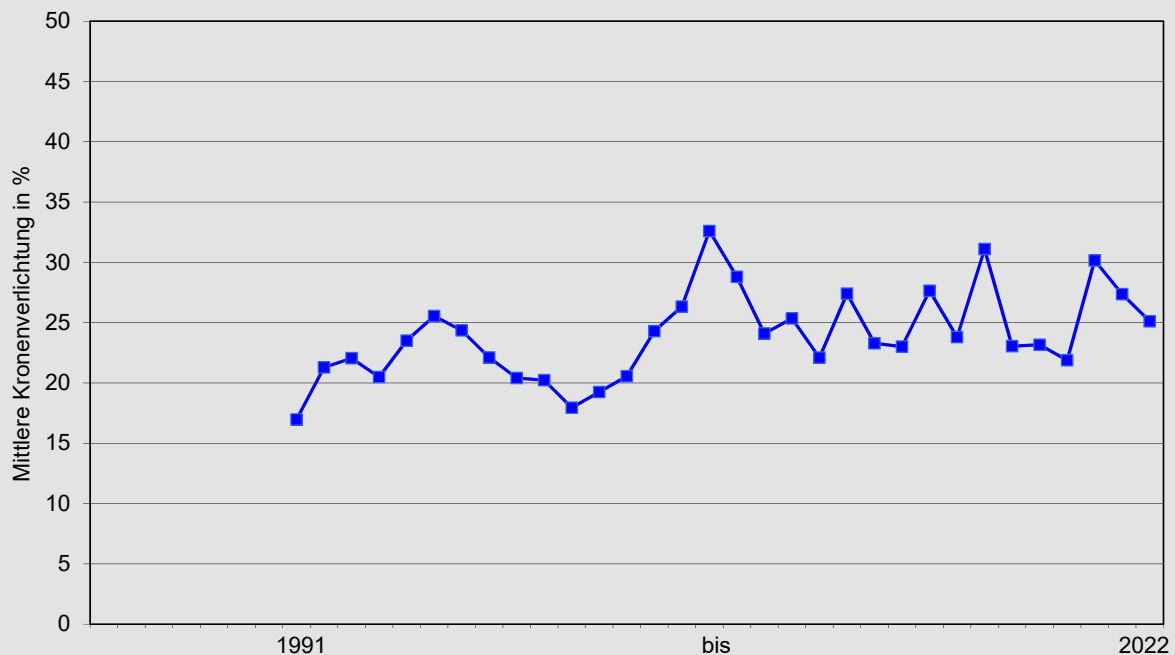
Veränderung der mittleren Kronenverlichtung der über 60-jährigen, lebenden Buchen in Prozentpunkten von 2021 auf 2022 bei unterschiedlicher Intensität des Fruchtbehanges



Buche

Entwicklung der Schadstufenverteilung





Eiche

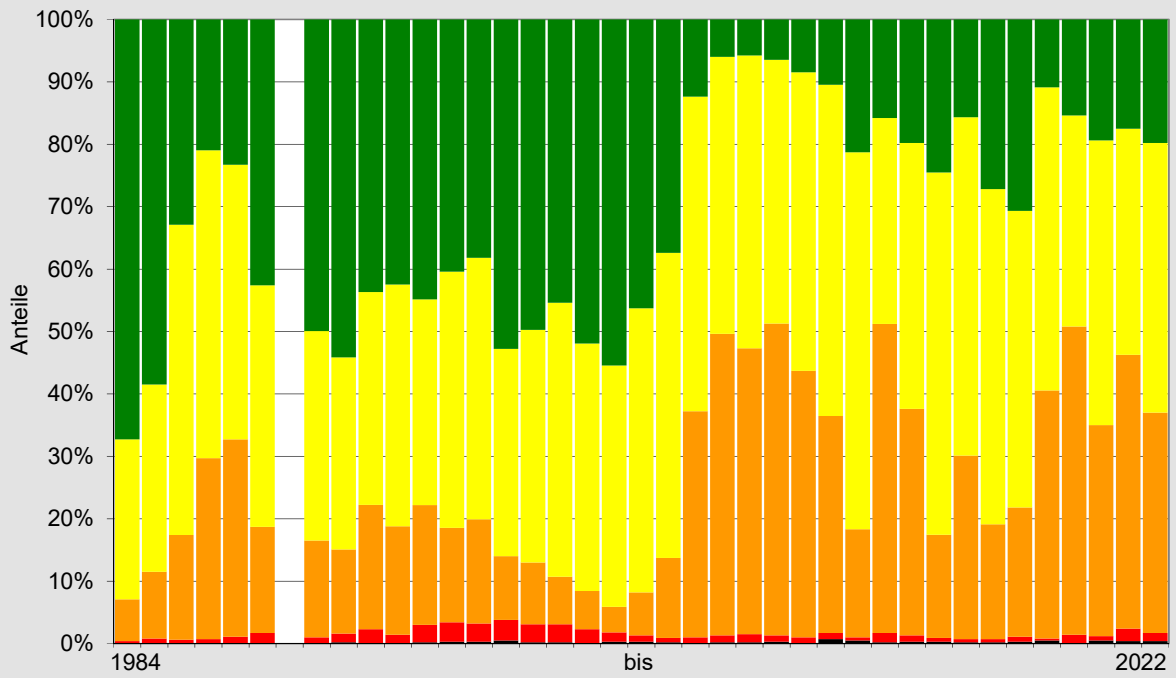
Die Eiche hat im Saarland einen Flächenanteil von 21 %, im Kollektiv der WZE ist sie mit knapp 29 % die am häufigsten vertretene Baumart.

Der Kronenzustand der Eichen hat sich in 2022 verbessert. Der Anteil deutlich geschädigter Probestämme ist um 9 Prozentpunkte gegenüber dem Vorjahr zurückgegangen, der Anteil ohne sichtbare Schädmerkmale liegt um 2 Prozentpunkte höher. Die mittlere Kronenverlichtung ging um 3,8 Prozentpunkte gegenüber dem Vorjahreswert zurück; diese Veränderung ist signifikant. Stark geschädigt oder abgestorben sind 2,0 % der Probestämme, frisch abgestorben ist ein Probestamm (0,15 %). Die Ausschleiderate liegt mit 1,3 % unter dem Schnitt der letzten Jahre und ist hauptsächlich durch reguläre Holzernte verursacht. Trotz dieser Entspannung verharrt die Eiche weiterhin auf dem vergleichsweise hohen Schädniveau 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 2022 wurden an 22 % der Probestämme Fraßschäden beobachtet und damit seltener als im Vorjahr (39 %). Befall durch den Mehltaupilz wurde an 4 % der Probestämme festgestellt, ebenfalls seltener als im Vorjahr (8 %). Der Insektenfraß oder Mehltaubefall ist überwiegend gering (um 5 % der Blattmasse), an etwa 3,8 % der Probestämme war aber ein stärkeres Ausmaß oder kombinierter Befall durch beide Schadorganismen festzustellen. Insektenfraß und Mehltaubefall haben sich wiederholt als bedeutsamer Einflussfaktor auf die Entwicklung des Kronenzustandes bei Eiche erwiesen.

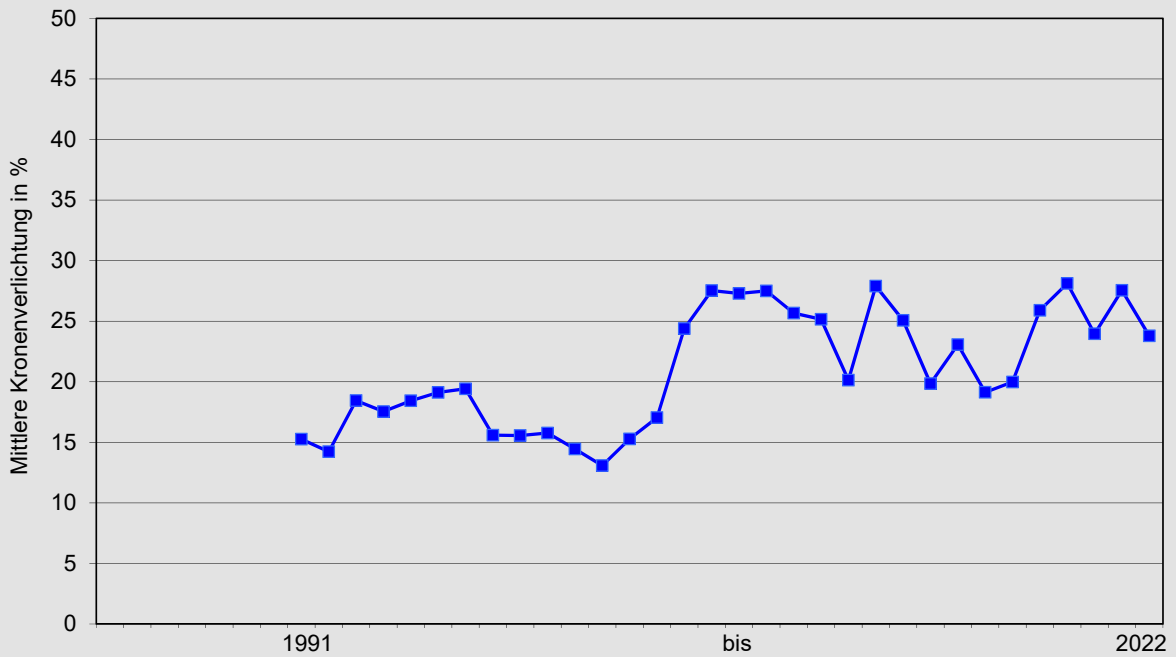
Eiche

Entwicklung der Schadstufenverteilung



Eiche

Entwicklung der mittleren Kronenverlichtung



In den Jahren, in denen Fruchtbehang bei Eiche wie 2022 beobachtet werden konnten, ergaben die Auswertungen keinen Zusammenhang zwischen der Entwicklung der Kronenverlichtung und der Intensität des Fruchtbehanges.

An einigen Eichen werden immer wieder gelbliche Verfärbungen der Blätter oder hellgrüne bis gelbliche Partien zwischen den Blattrippen beobachtet. Echte deutliche Gelbfärbungen der Blätter wurden 2022 jedoch nicht beobachtet.

Fichte

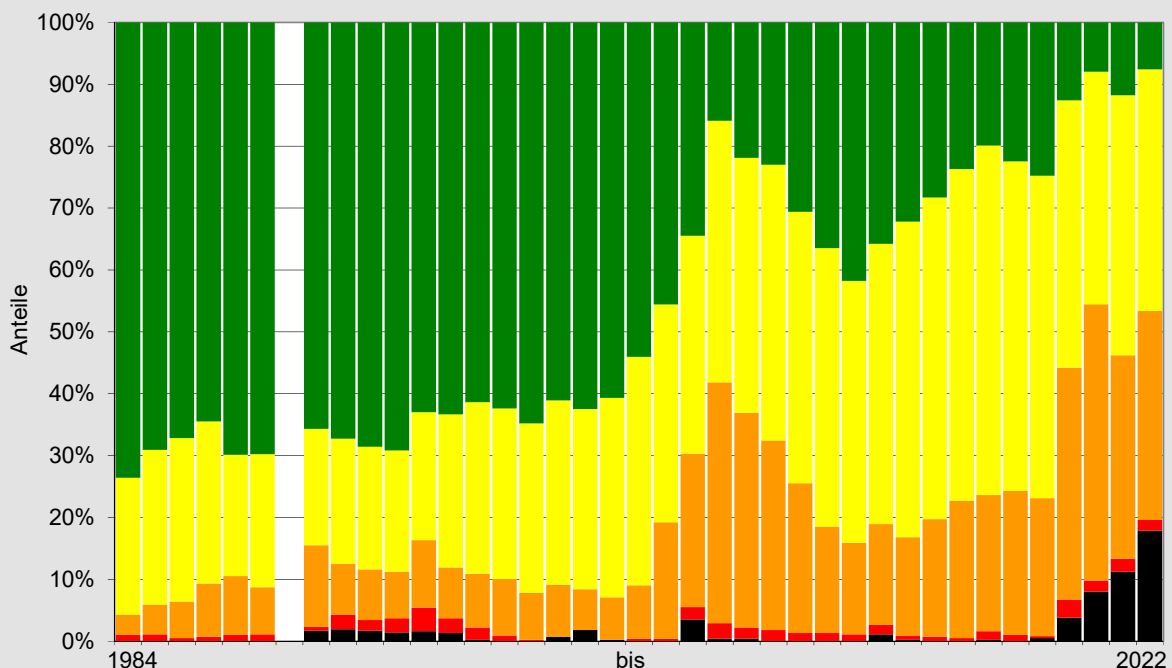
Die Fichte hatte im Saarland vor der Borkenkäferkalamität der letzten Jahre einen Flächenanteil von 15 %; im Aufnahmekollektiv der WZE macht sie einen Anteil von knapp 13 % aus.

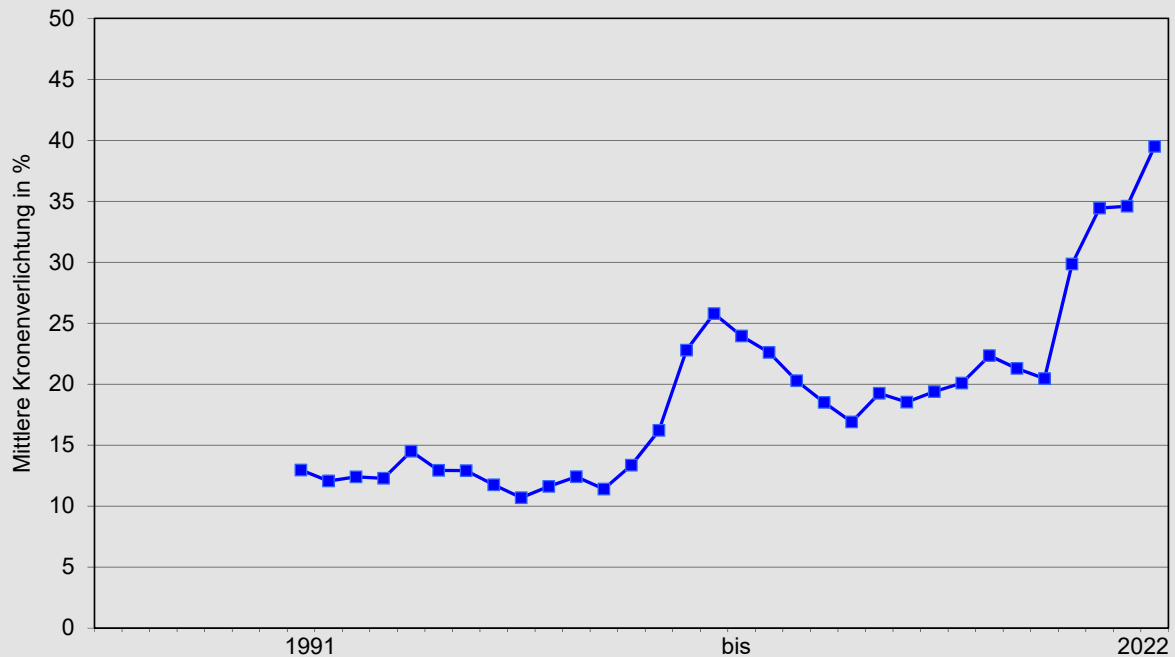
Die Fichte hat sich in ihrer Kronenverlichtung gegenüber dem Vorjahr verschlechtert. Die Verteilung zeigt je einen Maximalwert bei den schwach geschädigten und bei den abgestorbenen Pro-

beebäumen. Der Anteil der deutlich geschädigten Probeebeäume ist um 7 Prozentpunkte angestiegen. Der Anteil an Probeebeäumen ohne sichtbare Schadmerkmale ist um 4 Prozentpunkte zurückgegangen. Die mittlere Kronenverlichtung liegt um 4,9 Prozentpunkte höher als im Vorjahr. Mit 23 frisch abgestorbenen Probeebeäumen hat die Absterberate mit 6,9 % einen bedauerlichen Höchstwert in der bisherigen Beobachtungsreihe erreicht. Der Anteil abgestorbener Probeebeäume (Schadstufe 4) ist dadurch auf 17,9 % angestiegen, ebenfalls ein neuer Höchstwert in der Zeitreihe. Dieser Anstieg ist auch im Wesentlichen ursächlich für den starken Anstieg des Schadniveaus. 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 verzeichnet ab 2019 einen weiteren starken Anstieg.

Fichte

Entwicklung der Schadstufenverteilung





Die Schadsituation der Fichte wird, wie schon in den Vorjahren, durch den Borkenkäferbefall bestimmt. An allen abgestorbenen Probestämmen wurde Borkenkäferbefall als Ursache festgestellt. Diese Probestämme konzentrieren sich an wenigen Aufnahmepunkten, an denen die Käferbäume nicht gefällt und entnommen wurden. Darüber hinaus ist die Ausscheiderate mit 13 % weiterhin sehr hoch, auch hier war fast ausschließlich Borkenkäferbefall die Ursache für die Fällung der Probestämme. Die Anzahl der Fichten im Probestammkollektiv und auch die Anzahl der Aufnahmepunkte mit Fichte hat in den letzten sechs Jahren kontinuierlich abgenommen.

Im Jahr 2022 konnte wieder intensive Blüte und Zapfenbildung bei der Fichte beobachtet werden.

An 72 % der Probestämme war frischer Zapfenbehang festzustellen (Vorjahr 4 %). 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 wurde in 2022 an 5 Fichten-Probestämmen beobachtet. Bis in die 1980er Jahre war Vergilbung besonders in den Höhenlagen der Mittelgebirge ein weitverbreitetes Phänomen bei Fichte, seit Mitte der 1990er Jahre ist sie jedoch stark zurückgegangen.

Kiefer

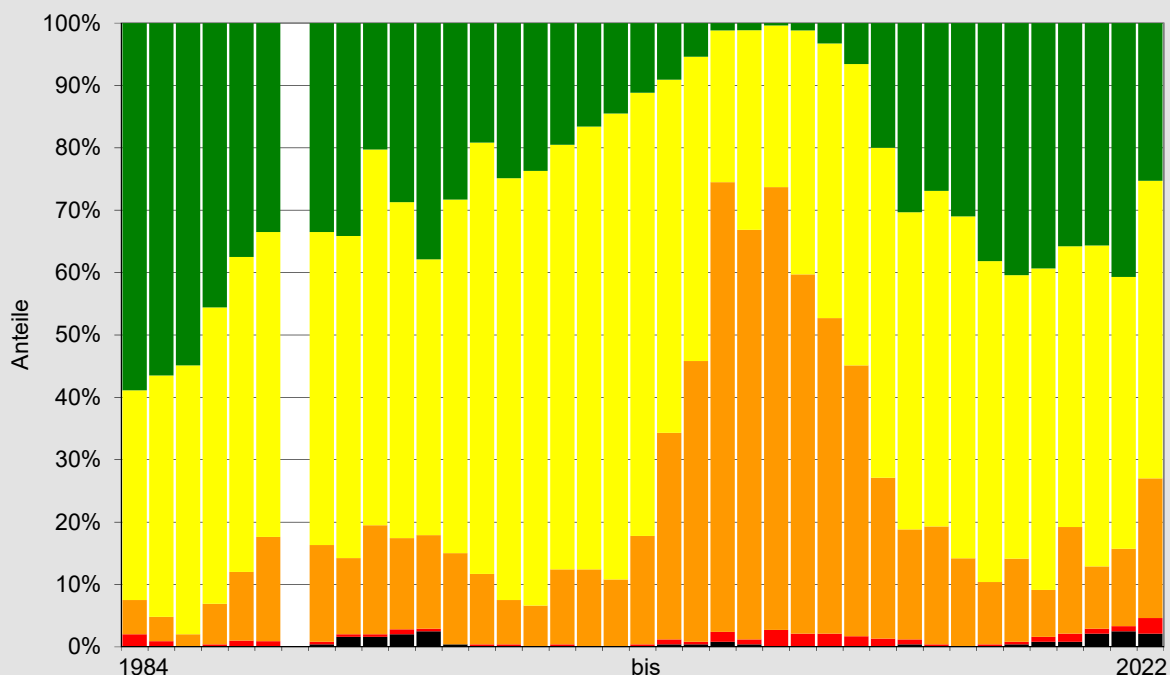
Die Kiefer hat im Saarland einen Flächenanteil von knapp 6 %. In der Stichprobe der WZE beträgt ihr Anteil 10 %, wobei Waldkiefer und Schwarzkiefer als eine Baumartengruppe ausgewertet werden.

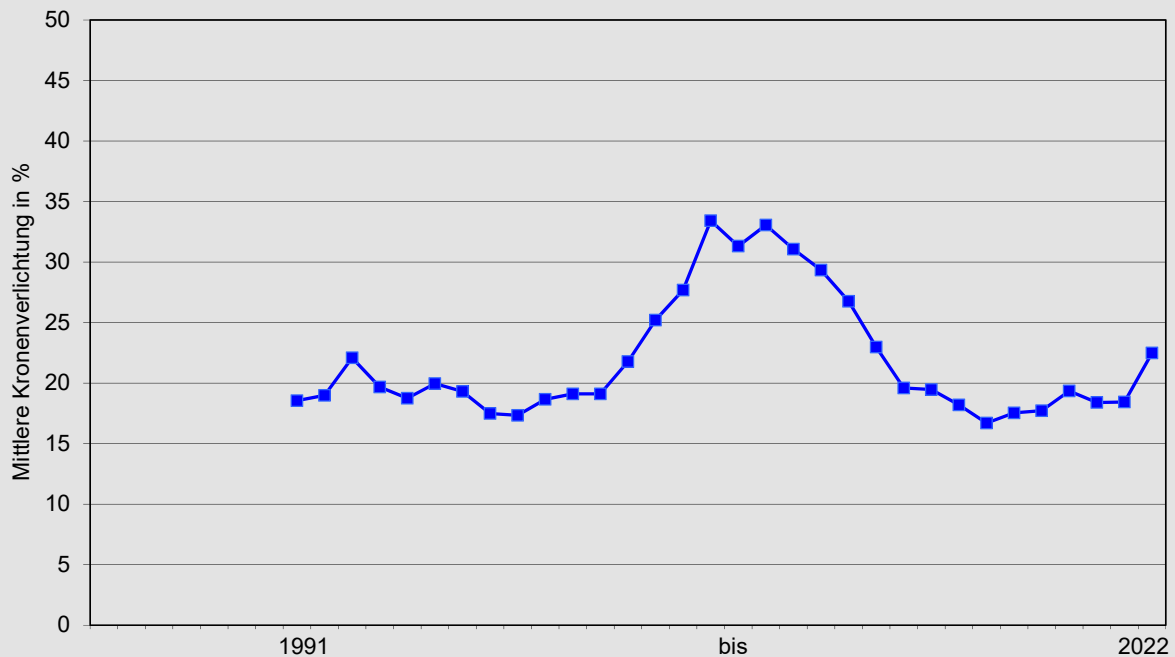
Bei der Kiefer hat sich der Kronenzustand gegenüber dem Vorjahr merklich verschlechtert. Der Anteil an Probestämmen mit deutlichen Schäden ist um 11 Prozentpunkte angestiegen, der Anteil an Probestämmen ohne sichtbare Schadmerkmale ist um 16 Prozentpunkte zurückgegangen. Die mittlere Kronenverlichtung liegt um 4,1 Prozentpunkte über dem Vorjahreswert. Auch die Anteile stark geschädigter und abgestorbener Probestämme (Schadstufen 3 und 4) sind unverändert hoch. Wie schon im Vorjahr waren landesweit wiederholt 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. Mit dem Anstieg dieses Jahres liegt das Schadniveau merklich höher als zu Beginn der Beobachtungen 1984, bleibt aber deutlich unterhalb des Maximums der Jahre 2005 bis 2010 zurück. Bei anhaltender Trockenheit neigt die Kiefer dazu, ihren dritten Nadeljahrgang vorzeitig zu verfärben und abzuwerfen, was während der diesjährigen Erhebung bereits Ende Juli beobachtet werden konnte. Dieser an sich natürliche Prozess setzt unter normalen Witterungsbedingungen erst im Herbst (Oktober) ein. Diese vorzeitige Nadelstütte ist offenbar mitverantwortlich für den Anstieg der Kronenverlichtung in 2022. Mit nur 3 Nadeljahrgängen reagiert die Kiefer vergleichsweise flexibel mit variierender Benadelungsdichte und kann Verluste aus dem Vorjahr, die sich auf den ältesten Nadeljahrgang beschränken, auch gut wieder ausgleichen.

Kiefer

Entwicklung der Schadstufenverteilung





Im Berichtsjahr war an rund 16 % der Kiefern (Vorjahr 17 %), 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 2022 an 21 % der Probestämme festgestellt (im Vorjahr an keinem).

An 9,5 % der Probestämme wurden abgestorbene Äste im Bereich der Lichtkrone oder auch braune Nadeln in der Kronenspitze beobachtet, was auf einen Befall der Triebe mit Rindenpilzen wie Kienzopf (*Cronartium flaccidum*) oder Diplodia-Triebsterben (*Sphaeropsis sapinea*) hindeuten kann. Befall durch Mistel wurde an den Probestämmen nicht beobachtet.

In 2022 waren an 12 Probestämmen Kronenbrüche oder Abrisse stärkerer Äste festgestellt worden. Die Kiefer erleidet immer wieder derartige Schä-

den, meist durch Nassschnee. Bei starker Windbewegung können die Zweigspitzen benachbarter Baumkronen aneinanderschlagen 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 2022 gut geblüht und zeigen auch sonst regelmäßigen und reichlichen Fruchtbehang. Dieser hat jedoch keinen erkennbaren Einfluss auf den Kronenzustand. Merkliche Vergilbung war in 2022 an keinem der Kiefernprobestämme beobachtet worden.

Andere Baumarten

In unseren saarländischen Wäldern finden sich neben den bereits genannten noch eine Vielzahl anderer Baumarten, die insgesamt einen Flächenanteil von 34 % ausmachen. Die WZE erfasst mit ihrem Kollektiv insgesamt 26 weitere Baumarten, die zusammen einen Anteil von 26 % an dem Probestaumkollektiv haben. Einige werden nur mit einzelnen Exemplaren, andere aber auch mit mehr als 50 Probestaumen erfasst, für die eine baumartenspezifische Aussage zum Kronenzustand möglich ist. Wegen des geringeren Stichprobenumfangs ist diese jedoch mit höheren Unsicherheiten behaftet. Veränderungen zwischen den Jahren sind daher nur im längeren Verlauf der Zeitreihe sinnvoll zu bewerten.

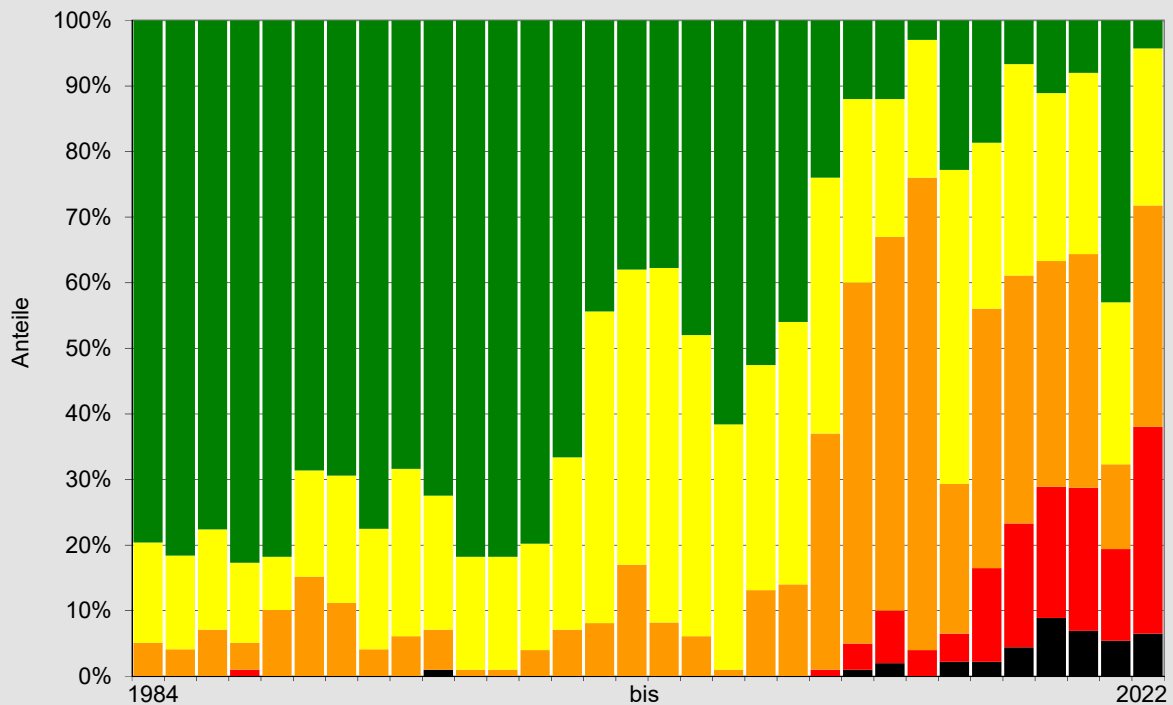
Die Entwicklung der Kronenverlichtung ist bei den Nebenbaumarten insgesamt ungünstig verlaufen. Das Schadniveau und die Veränderungen sind spezifisch sehr unterschiedlich ausgeprägt.

Esche

Bei der Esche ist das Schadniveau in 2022 auf ein neues Maximum angestiegen. Der Anteil deutlich geschädigter Probestaume liegt um 40 Prozentpunkte über dem Vorjahreswert, die mittlere Kronenverlichtung um 20,4 Prozentpunkte höher. Eschen mit guter Belaubung sind kaum noch im Kollektiv der Probestaume zu finden. Der Anteil stark geschädigter und abgestorbener Probestaume (Schadstufen 3 und 4) ist gegenüber dem Vorjahr angestiegen und hat mit 38 % ebenfalls ein neuerliches Maximum erreicht.

Bis in das Jahr 2011 hielt sich die Esche auf einem konstant niedrigen Schadniveau und galt auf geeigneten Standorten als stabile, zukunftsträchtige Baumart. Ab 2011 kam es dann zu einem rasanten Anstieg der Kronenschäden, die sich seit 2013 auf einem hohen Niveau halten. Ursächlich dafür ist das 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 72 % (im Vorjahr 43 %) aller begutachteten Eschen Infektionsmerkmale festgestellt. Drei der Eschen-Probestaume waren in 2022 frisch abgestorben. Die Intensität der Schäden ist an den Aufnahmepunkten recht unterschiedlich. An einigen Aufnahmepunkten stehen stark betroffene in unmittelbarer Nachbarschaft von wenig betroffenen Eschen. Seit 2015 ist die Anzahl der Eschen-Probestaume zurückgegangen. Scheiden Eschen aus dem Probestaumkollektiv aus, werden sie aber häufig durch Probestaume anderer Arten ersetzt. Dies bedeutet allerdings auch, dass die Esche an den Aufnahmepunkten in Mischbeständen wächst und 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-Probestaumen Symptome des Eschentriebsterbens festgestellt, es ist daher davon auszugehen, dass der Erreger in allen Eschenbeständen gegenwärtig ist. Die Symptome sind unterschiedlich stark und von Jahr zu Jahr wechselnd ausgeprägt. In 2022 wurden bei 70 von insgesamt 92 Probestaumen dürre Äste notiert (Vorjahr 37). Die frisch abgestorbenen, feinen Dürreäste sind ein wichtiges, leicht erkennbares (und daher auch namensgebendes) Symptom des Eschentriebsterbens. Kann die Esche gut Ersatztriebe bilden und brechen mehr Dürreäste 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 8,7 % der Probestaume beobachtet worden, blieb aber ohne Bedeutung für die Kronenverlichtung. Blattvergilbung wurde an einem Probestaume festgestellt. Fruchtbehang war an 18 % der Probestaume zu beobachten.

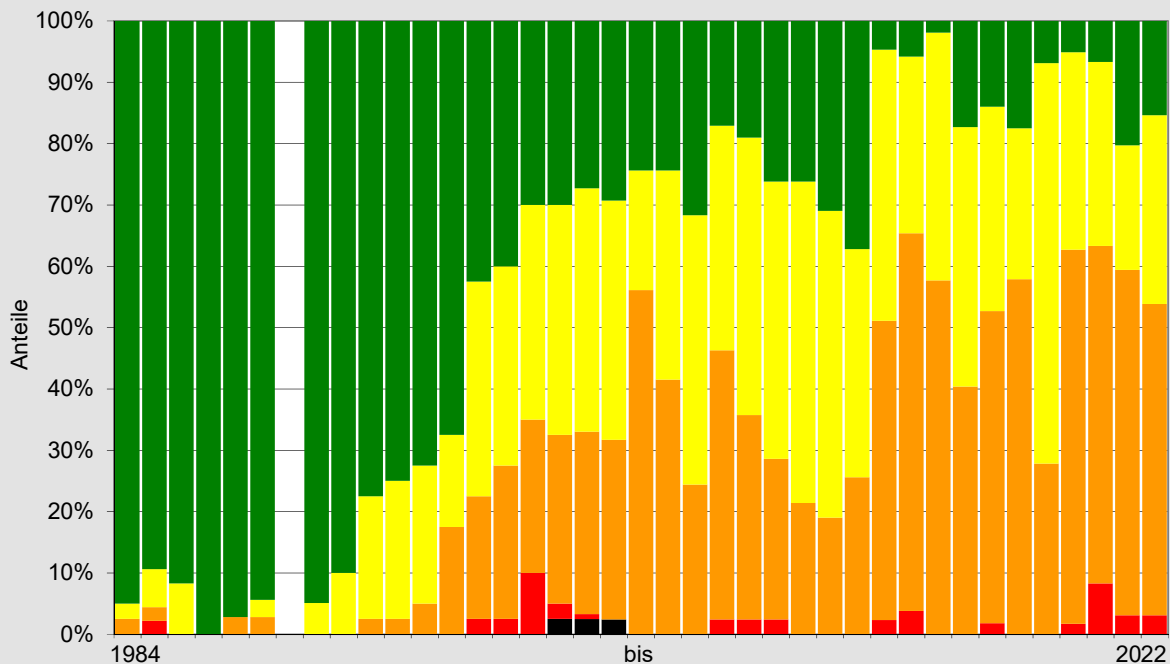


Douglasie

Die Douglasie hat im Saarland einen Flächenanteil von 4,2 %. In der Stichprobe der WZE ist sie mit einem Anteil von 2,7 % weniger häufig vertreten. Die Douglasie zeigte in 2022 eine tendenzielle Verbesserung des Kronenzustandes, der Anteil deutlich geschädigter Probestämme ist gegenüber dem Vorjahr um 5 Prozentpunkte, die mittlere Kronenverlichtung um 1,2 Prozentpunkte zurückgegangen. Der Anteil stark geschädigter Probestämme ist mit 3 % unverändert, abgestorben ist keiner der Probestämme.

Das Schadniveau liegt aber weiter auf dem relativ hohen Niveau ab 2012.

Eine Ursache für dieses hohe Schadniveau ist der chronische Befall durch die Rußige Douglasienschütte (*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 2022 waren an 18 % der Douglasien-Probestämme Schüttesymptome notiert worden (Vorjahr 61 %). Fruchtbehang war 2022 an 25 % der Probestämme zu sehen.



Birke

Bei der Birke hat sich der Kronenzustand in 2022 verschlechtert, der Anteil deutlich geschädigter Probestämme ist um 9 Prozentpunkte, die mittlere Kronenverlichtung um 3,8 Prozentpunkte angestiegen. An 61 % der Probestämme war Fruchtbehang zu beobachten, damit doppelt so hoch wie im Vorjahr (30 %). An 5 % der Probestämme waren dürre Zweige oder auch Äste festzustellen. Schäden durch Pilzbefall oder Insektenfraß an den Blättern wurden an 4 bzw. 2 Probestämme beobachtet. Blattvergilbungen wurden an 10 % der Probestämme festgestellt, hierbei dürfte es sich auch um erste Reaktionen auf die anhaltende Trockenheit handeln. Die Birke reagiert auf ein eingeschränktes Wasserangebot mit rascher Verfärbung und nachfolgendem Abwurf einzelner Blätter, um die Transpiration einzuschränken. 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 eher moderaten Schadniveau, jedoch mit einem nicht zu übersehenden Anteil stark geschädigter Probestämme (6 %).

Lärche

Die Lärche zeigt in 2022 eine Verschlechterung in ihrem Kronenzustand, der Anteil deutlich geschädigter Probestämme ist um 7 Prozentpunkte, die mittlere Kronenverlichtung um 4,9 Prozentpunkte angestiegen. Frisch abgestorbene Probestämme wurden 2022 bei Lärche nicht erfasst. 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 2022 wurde an 76 % der Lärchen (Vorjahr 33 %) Zapfenbehang festgestellt. Insektenbefall an den Nadeln (Lärchenminiermotte) wurde an 4 Probestämmen beobachtet, Pilzbefall der Nadeln oder Nadelvergilbung traten nicht auf.

Ahorn

Die Ahorne (Berg-, Spitz- und Feldahorn) zeigen gegenüber dem Vorjahr eine Verschlechterung im Kronenzustand, der Anteil deutlich geschädigter Probestämme ist ebenso wie die mittlere Kronenverlichtung um 3 Prozentpunkte angestiegen. Die Ahorne zeigen recht regelmäßig Fruchtbehang, sehr

Baumart (bzw. Gattung)	Jahr	Anzahl an Probebäumen	Anteile der Schadstufen (in %)			mittlere Kronenverlichtung
			0	1	2-4	
Birke	2022	100	21	54	25	23,2
	2021	101	31	53	16	19,4
	2020	87	21	48	31	22,5
	2011	89	45	52	3	13,4
	2001	65	60	40	0	10,9
	1991	67	57	34	9	11,2
Lärche	2022	91	15	52	33	28,5
	2021	91	29	45	26	23,6
	2020	82	7	51	42	29,8
	2011	90	20	61	19	19,8
	2001	84	21	75	4	17,4
	1991	89	83	14	3	9,3
Ahorn	2022	102	72	21	7	10,7
	2021	101	85	11	4	7,7
	2020	63	62	32	6	13,6
	2011	41	64	34	2	11,0
	2001	38	95	5	0	4,3
	1991	39	79	18	3	4,7
weitere andere Baumarten	2022	180	22	56	22	23,4
	2021	184	42	44	14	18,5
	2020	141	25	54	21	22,0
	2011	116	62	29	9	12,3
	2001	164	87	11	2	6,5
	1991	155	84	13	3	6,4

starker Fruchtbehang führt tendenziell zu einer höheren Verlichtung, bei geringerem Fruchtbehang ist kein Einfluss erkennbar. An einzelnen Probepflanzen wurden besondere Belastungen wie Insektenfraß oder Pilzbefall beobachtet, beides in geringer Intensität. Das Schadniveau ist im Laufe der gesamten Zeitreihe vergleichsweise niedrig, ohne ausgeprägte Maxima.

Einfluss ausgeschiedener und ersetzter Probepflanzen

Von den markierten Stichprobepflanzen scheiden jedes Jahr einige aus dem Beobachtungskollektiv aus. Die Waldteile, in denen die Aufnahmepunkte der Waldzustandserhebung angelegt und die Probepflanzen markiert sind, werden meist regulär forstlich bewirtschaftet. Maßgeblich sind dabei die Ziele und Wünsche der jeweiligen Waldbesitzer.

zenden. Einzelne Probestämme werden daher im Zuge von Durchforstungen gefällt. Zudem werden infolge Sturmwurf, Schneebruch oder Insektenbefall betroffene Bäume entnommen. Probestämme scheiden 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 Probestämme ist notwendig, damit die WZE den aktuellen Zustand des Waldes widerspiegelt.

Im Jahr 2022 sind insgesamt 72 Probestämme ausgeschieden, von denen 48 ersetzt werden konnten. Die Ausscheiderate beträgt damit 3,0 % des Kollektivs der Stichprobe und liegt damit weiterhin über dem Mittel von 2,7 % der letzten 30 Jahre. Auch im Jahr 2022 ist ein Aufnahmepunkt komplett ausgeschieden. Von den ausgeschiedenen Probestämmen wurden rund 68 % zwangsweise vorzeitig wegen Insektenschäden oder Sturmschäden geerntet oder sind vom Sturm geworfen im Wald noch liegend vorhanden.

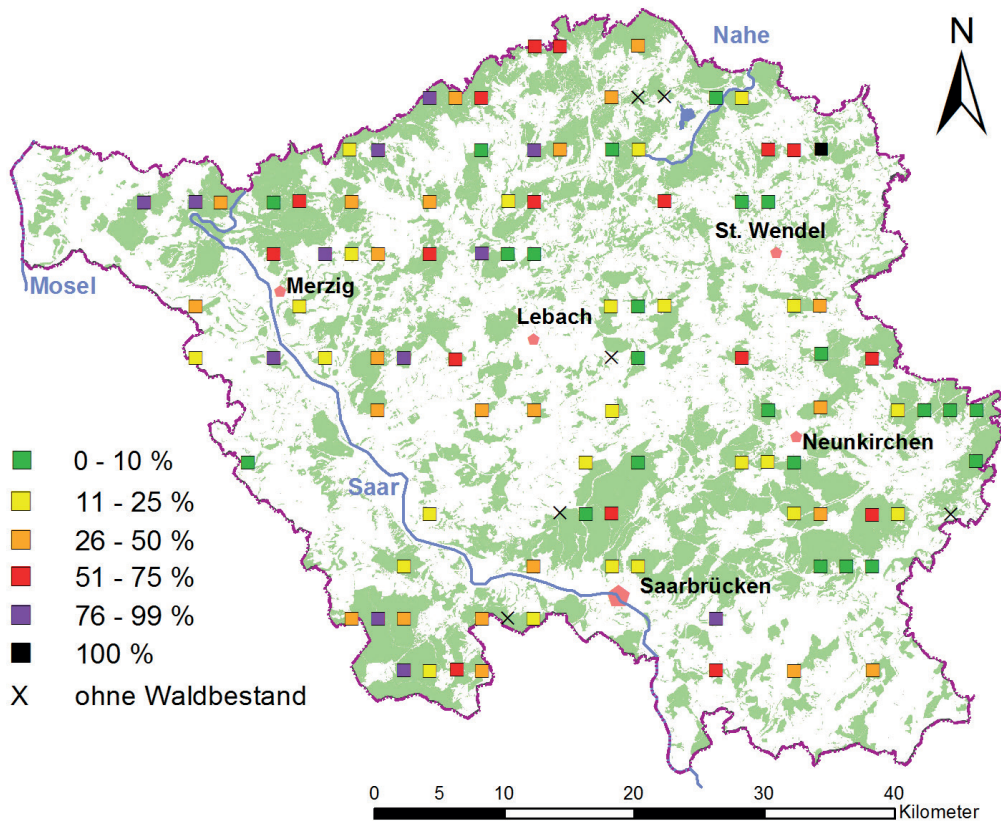
Der überwiegende Teil (78 %) der ausgeschiedenen Probestämme wurde für die Holznutzung aufgearbeitet. Der andere Teil ist zwar noch am Aufnahmepunkt vorhanden, die Bäume können aber nicht in ihrem Kronenzustand bewertet werden, da der Probestamm nicht mehr am Kronendach des Waldbestandes beteiligt ist oder der Zugang zu den Probestämmen nicht möglich ist. Stehende abgestorbene Probestämme verbleiben mit 100 % Nadel-/Blattverlust als bewertbare Probestämme im Aufnahmekollektiv, bis das Feinreisig aus der Krone herausgebrochen ist oder sie von den Nachbarbäumen überwachsen wurden. Danach werden sie aus dem Probestammkollektiv entfernt, auch wenn sie weiterhin als stehendes Totholz im Wald verbleiben. In 2022 wurden 7 Probestämme aus diesem Grund ersetzt. Insgesamt wurden 83 abgestorbene Probestämme im Kollektiv vermerkt, von denen 48 bereits beim letzten Erhebungstermin 2021 tot waren. Die Rate der frisch abgestorbenen Probestämme liegt damit bei 1,4 % (Vorjahr 1,2 %) weiter merklich über dem Mittel von 0,4 % der letzten 30 Jahre. Eine Übersicht über die Ursachen des

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

Ausscheidens von Probestämmen und eine Gegenüberstellung der Schadstufenverteilung der ausgeschiedenen Probestämme mit der ihrer Ersatzbäume findet sich im Anhang 5.

Regionale Verteilung

Der Anteil deutlich geschädigter Probestämme variiert an den einzelnen Aufnahmepunkten erheblich. Punkte, die keine oder nur wenige deutlich geschädigte Probestämme aufweisen, liegen in direkter Nachbarschaft von solchen, an denen über die Hälfte der Probestämme 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 dem Alter der Probestämme am Aufnahmepunkt beeinflusst. Werden verschiedene Regionen miteinander verglichen, ist 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 Probestämme 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 Stichprobestämme ist, umso zuverlässiger ist die gewonnene Aussage. Die ruhenden Aufnahmepunkte, an denen kein Waldbestand etabliert ist, aus dem die erforderlichen 24 Probestämme ausgewählt werden können, sind zufällig im ganzen Land verteilt.



Herbststimmung im Buchenwald; Foto: W. Lappel



EINFLÜSSE AUF DEN WALDZUSTAND



Der Zustand unseres Waldes wird von einer Vielzahl natürlicher und menschenverursachter 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 die 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 LUFTSCHADSTOFF-BELASTUNG

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, 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.

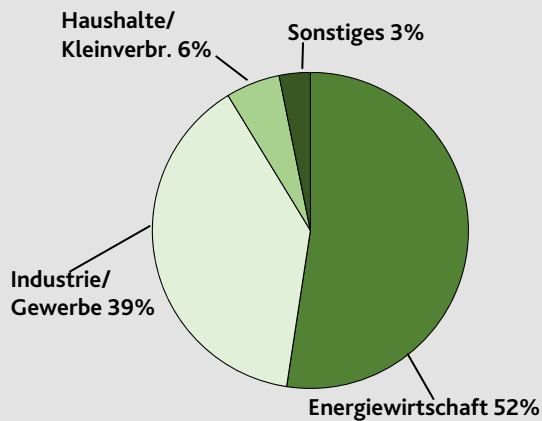
Entwicklung der Schadstoffemissionen in Deutschland

Schadstoffe in Kilotonnen	1980	1990	2000	2010	2020	Veränderungen in % 1990 - 2020
Schwefeldioxid (SO ₂)	7514	5460	643	403	233	- 96 %
Stickoxide (NO _x)	3334	2839	1893	1445	978	- 66 %
Ammoniak (NH ₃)	835	718	624	619	537	- 25 %
Flüchtige organische Verbindungen [ohne Methan] (NMVOC)	3224	3892	1806	1362	1036	- 73 %

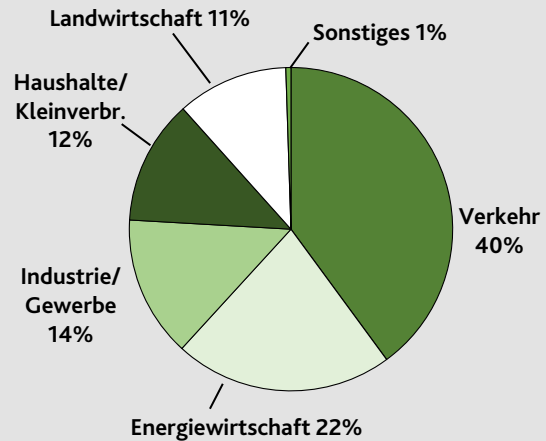
Quelle: Umweltbundesamt (Januar 2022): <https://www.umweltbundesamt.de/daten/luft/luftschadstoff-emissionen-in-deutschland#entwicklung-der-luftschadstoffbelastun->; für 1980: UNECE 2021: www.emep.int; NO_x gerechnet als NO₂

Verteilung der Emissionsquellen wichtiger Luftschadstoffe in Deutschland

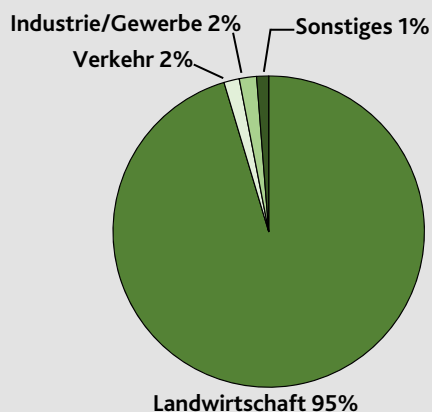
Schwefeldioxid (SO₂)



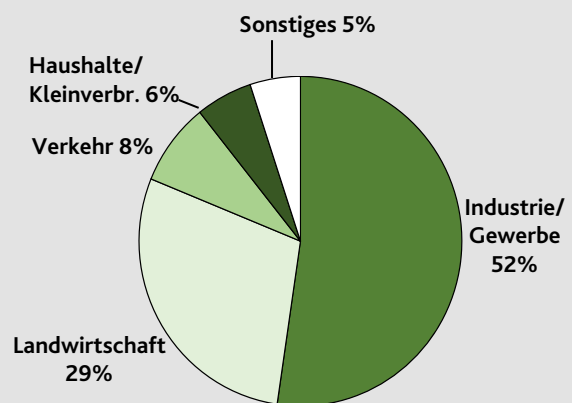
Stickstoffoxide (NO_x)



Ammoniak (NH₃)



Flüchtige organische Verbindungen ohne Methan (NMVOC)



Quelle: Umweltbundesamt (2022)

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 233.000 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 Pas-

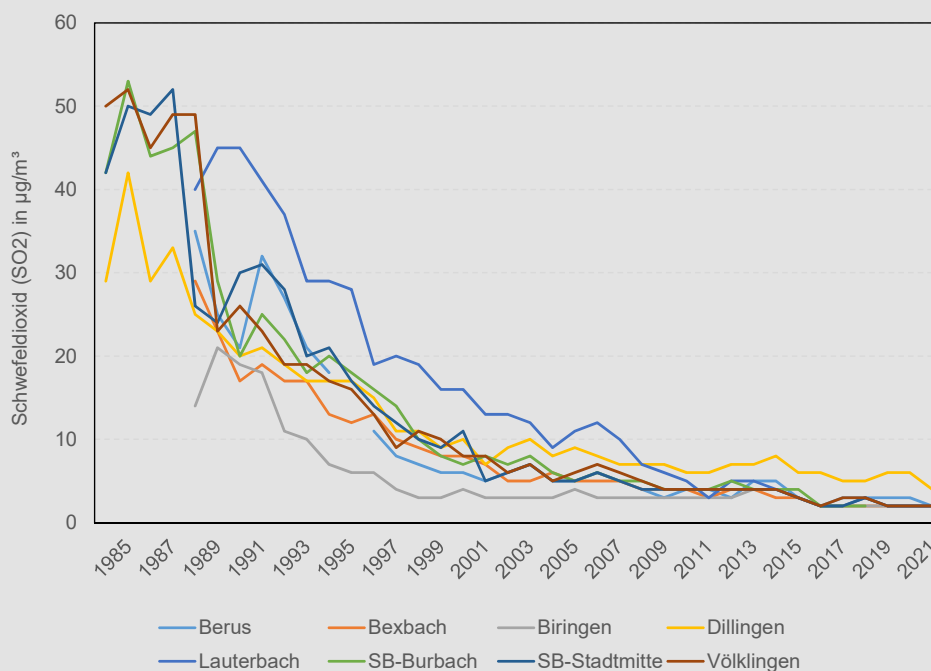
Informationen zur Luftreinhaltung

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>

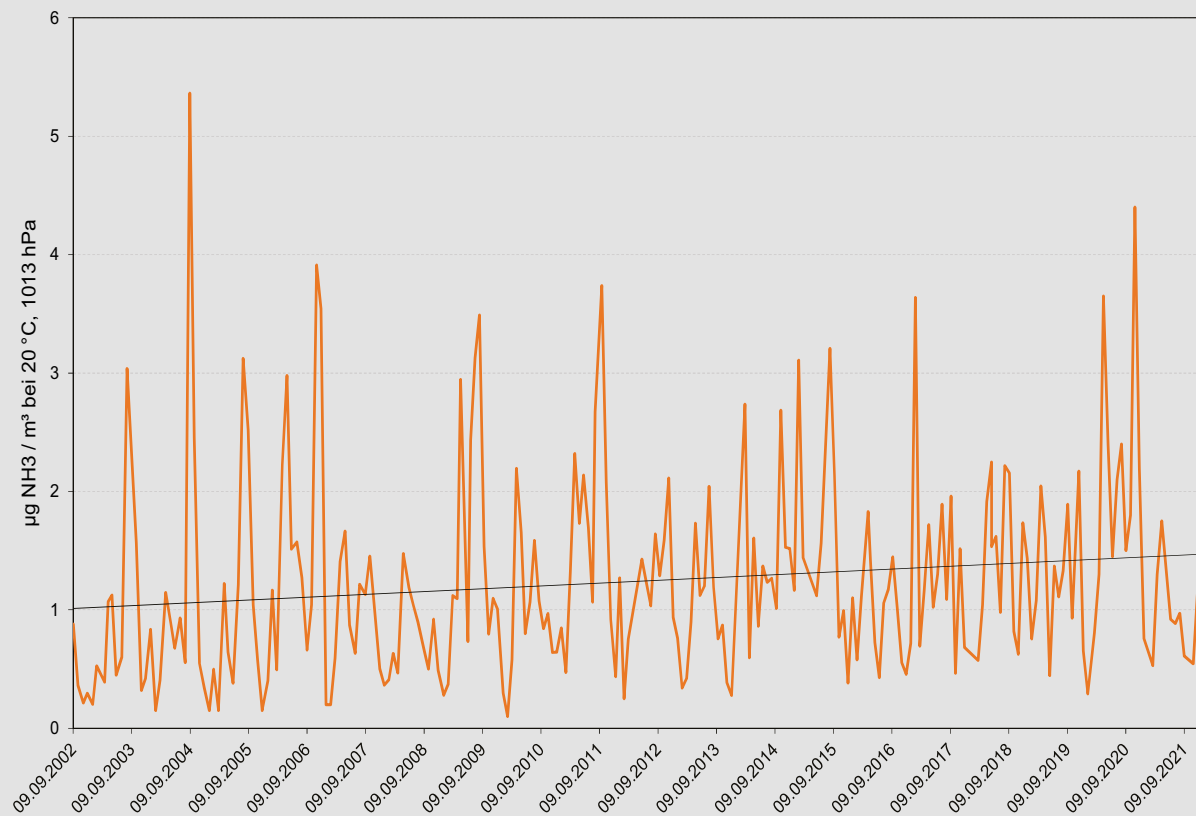
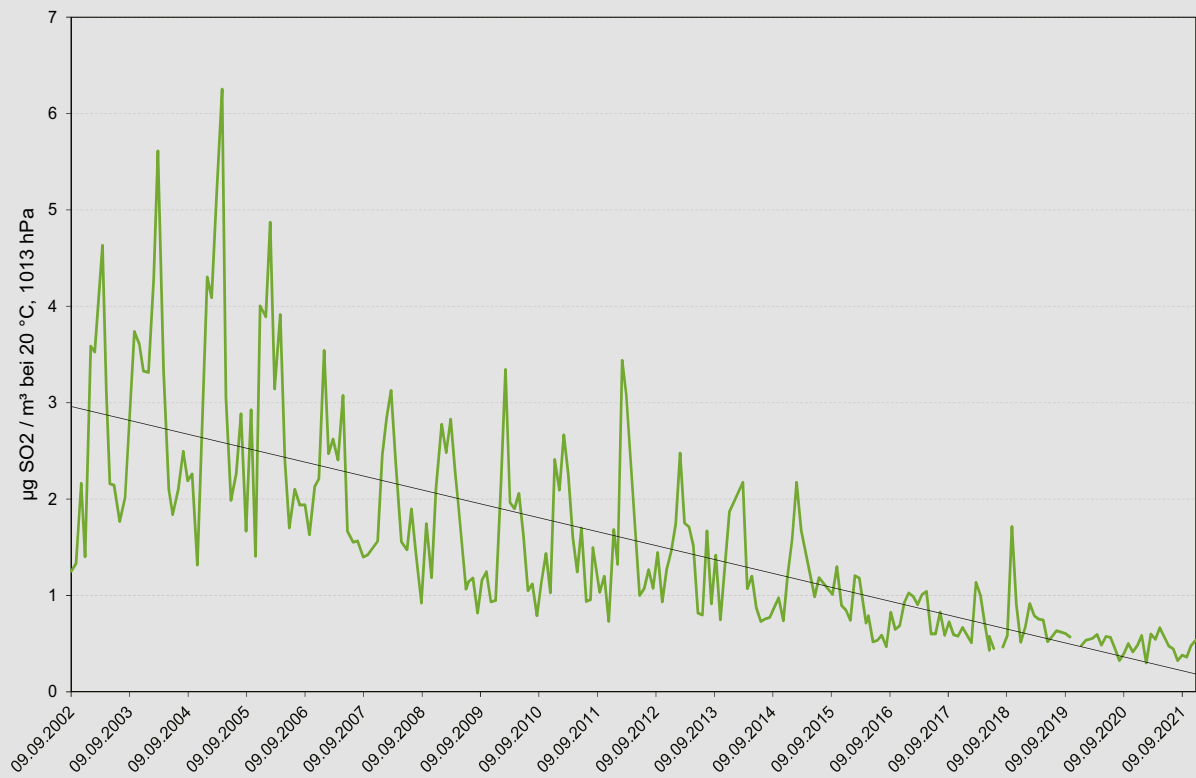
sivsammlern ermittelten Schwefeldioxidkonzentrationen sind deutlich gesunken.

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 7 kg Schwefel auf den Waldboden. Allerdings wurden in Zeiten hoher Einträge große Schwefelvorräte in den Waldböden gespeichert, welche heute immer noch maßgeblich zur Bodenversauerung beitragen.

Langzeitentwicklung der Schwefeldioxidkonzentrationen (Jahresmittelwerte) der IMMESA-Stationen



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



Stickstoff

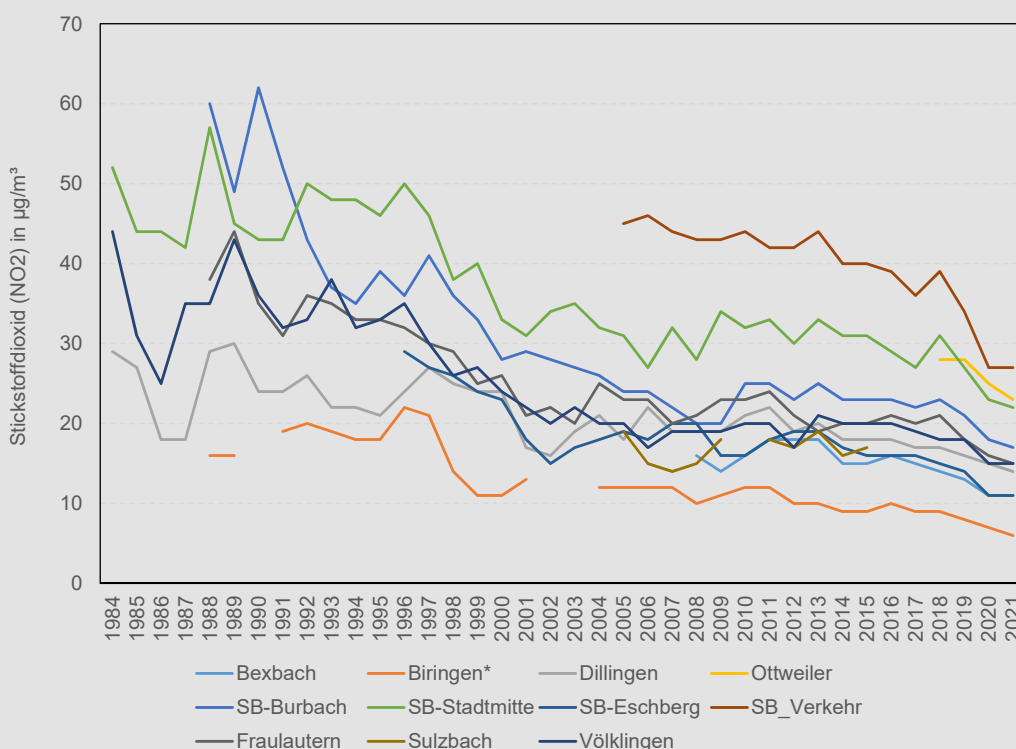
Stickstoff in oxidierter Form wird bei Verbrennungsprozessen durch Reaktion des im Brennstoff und in der Verbrennungsluft enthaltenen Stickstoffs, in reduzierter Form hingegen beim mikrobiellen Abbau von Harnstoffen, Protein oder ähnlichen biogenen Ausscheidungsprodukten sowie durch Zersetzung ammoniumhaltiger 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 Rauchgasentstickung 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 Langzeitmessreihen der IMMESA-Stationen zeigen eine langsame 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 (NH₃)) 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 dieses Jahr erstmals unterschritten. Die Ende 2016 verabschiedete Nachfolgerichtlinie (EU 2016/2284) sieht für Deutschland bei Ammoniak eine Emissionsminderungsverpflichtung für 2020 bis 2029 von nur 5 %. Erst ab 2030 sollen die Emissionen

Langzeitentwicklung der Stickstoffdioxidkonzentrationen (Jahresmittelwerte) der IMMESA-Stationen



um 29 % gegenüber dem Jahr 2005 gesenkt werden. Die Projektionen des im Mai 2019 veröffentlichten Nationalen Luftreinhaltprogramms gehen allerdings davon aus, dass die NH_3 -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.

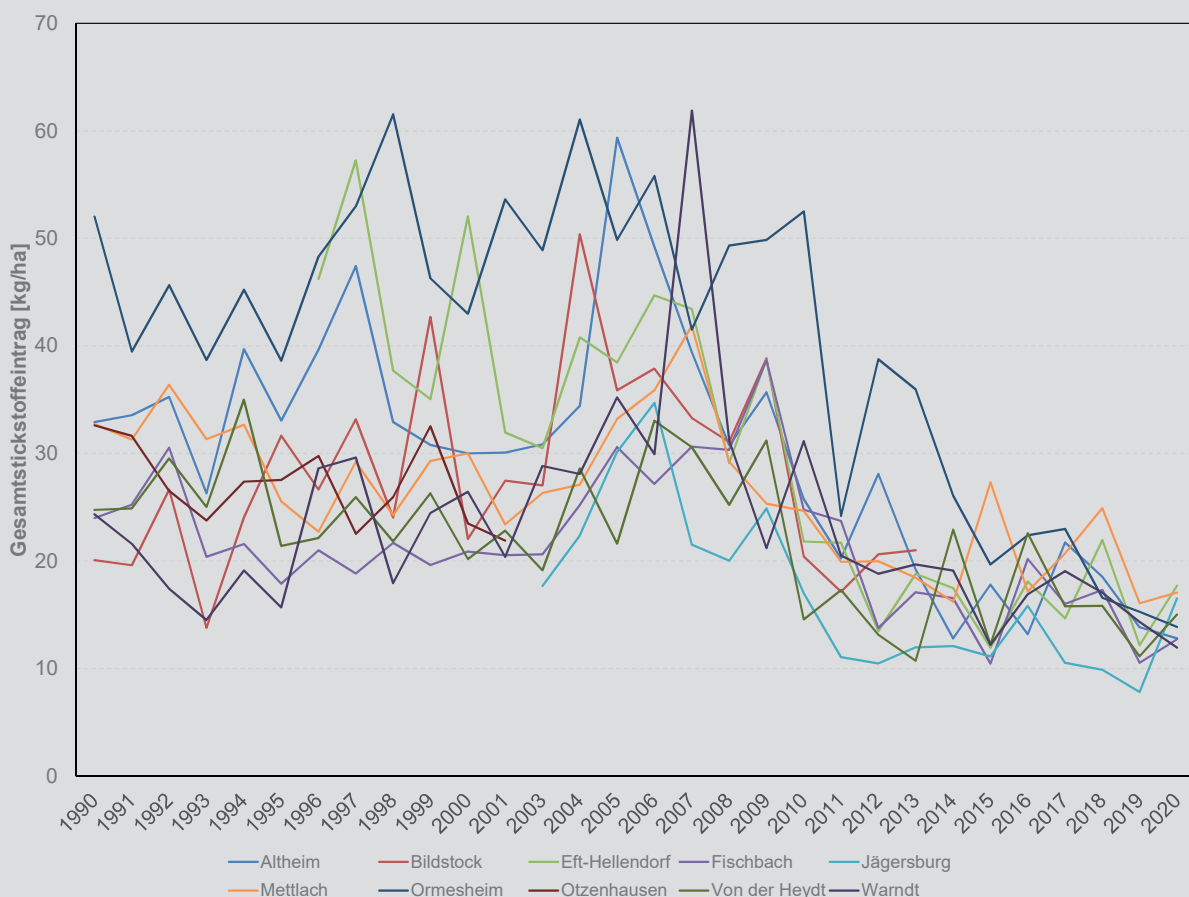
Die Langzeitmessreihen zur Stickstoffdeposition im Wald auf den forstlichen Dauerbeobachtungsflächen zeigen, dass sich die bislang erreichte Emissionsminderung bei NO_x und NH_3 auf den Stickstoffeintrag in den Waldböden nur verhalten

auswirkt. Die Stickstoff-Depositionsraten zeigen erst seit 2006 einen vermutlich abnehmenden Trend, wobei der Ammoniumanteil (NH_4^+) an der Stickstoffdeposition steigt (vgl. „Die forstlichen Dauerbeobachtungsflächen im Saarland“ https://www.saarland.de/lua/DE/themen-aufgaben/aufgaben/boden_und_geologie/forstmonitoring/forstmonitoring_node.html).

Säureinträge

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 allen Standorten erhebliche Varianzen auf. Eine Bilanzierung der säurebildenden und säurepuffernden Prozesse zeigt, dass immer noch Netto-Säure in

Verlauf der Gesamtstickstoffeinträge an den forstlichen Dauerbeobachtungsflächen



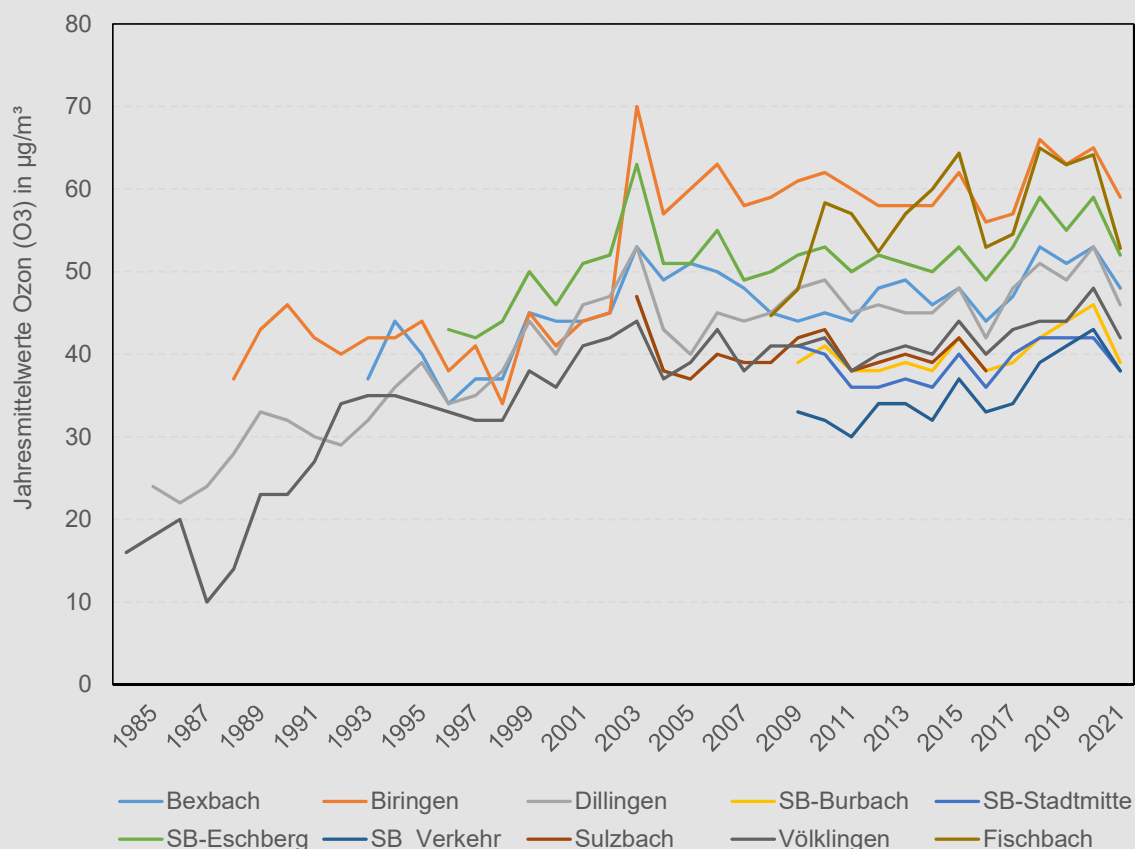
die Systeme eingetragen wird, was zu mehr als 50 % auf Stickstoff und dessen Umwandlungsprozessen beruht. Das belegt den hohen Einfluss der überhöhten Stickstoffeinträge, insbesondere des aus der Landwirtschaft stammenden Ammoniums (NH_4^+). Zum Schutz unserer Waldökosysteme vor fortschreitender Versauerung 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 Kohlen-

stoffspeicherung. 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 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.

Langzeitentwicklung der Ozonkonzentrationen (Jahresmittelwerte) der IMMESA-Stationen



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 „Jahrhundertsummer“ 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 66 % bei den Stickoxiden und 73 % 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“

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

Langfassung: https://www.uni-trier.de/fileadmin/fb6/prof/GEB/Lehre/OzonBericht_2015_Langfassung.pdf

im Waldzustandsbericht 2015:

<https://www.saarland.de/waldzustandsbericht>



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

KLIMAWANDEL UND WITTERUNGSVERHÄLTNISSE

In den letzten Jahren war die Witterung im Saarland in mehrfacher Hinsicht außergewöhnlich. Trat doch in jedem Jahr mindestens ein Extremereignis auf: Hitzeperioden, langanhaltende Trocken-Perioden in den Vegetationszeiten, Nassschneefälle im Winter oder beginnendem Frühjahr oder Sommerhochwasser. So muss man sich der Erkenntnis stellen, dass solche Extremereignisse wohl immer häufiger zum Witterungsverlauf eines jeden Jahres gehören.

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, auch wenn sie sich der unmittelbaren Wahrnehmbarkeit entzieht, ist die Wirkung der Witterung auf das hochvernetzte tierische, pflanzliche, pilzliche und bakterielle Bodenleben. Dies gilt im Wald besonders mit Blick auf die Wurzelsysteme mit den Mykorrhizapartnern der Bäume. 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 Referenzperiode 1881 bis 1910 fast ausnahmslos zu warm. Für die Periode 1993 bis 2022 liegt die mittlere Temperatur der Vegetationsperiode mittlerweile mit 16,5 °C um 1,6 °C höher als das langjährige Mittel der Referenzperiode 1881 bis 1910 mit 14,9 °C. In diesen Daten werden die Auswirkungen des Klimawandels sichtbar. Regionale Klimamodelle projizieren für

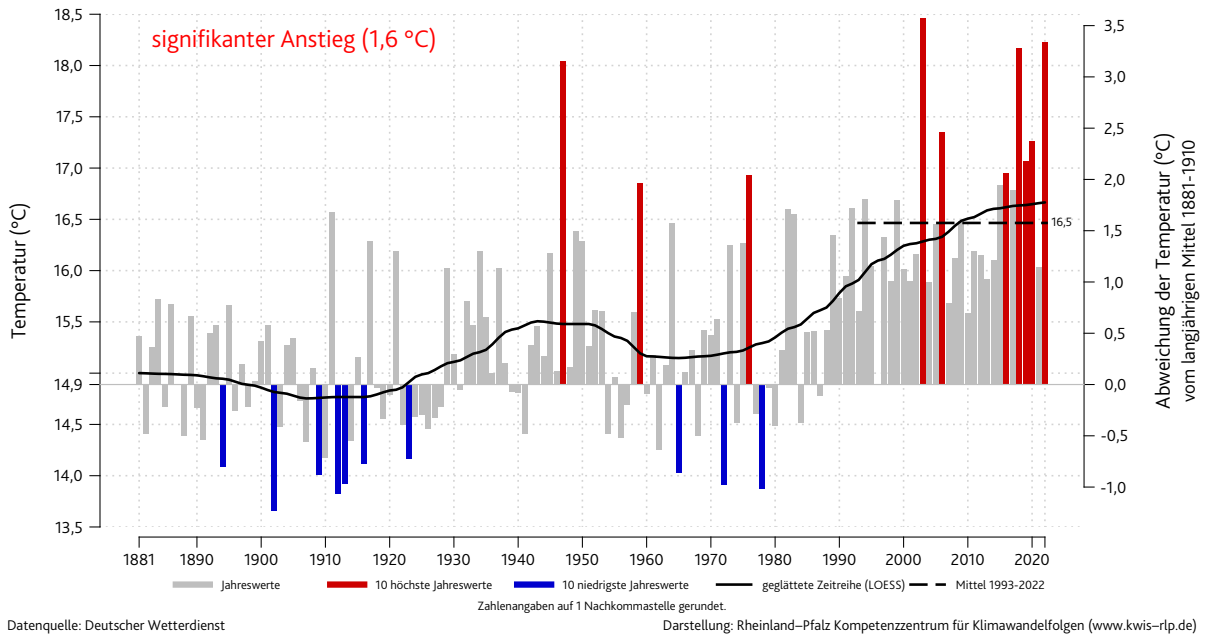


**Trocknisschäden an Buchen-Jungpflanzen am Aufnahme-
punkt Nr. 16 im Nalbacher Wald am Litermont.**

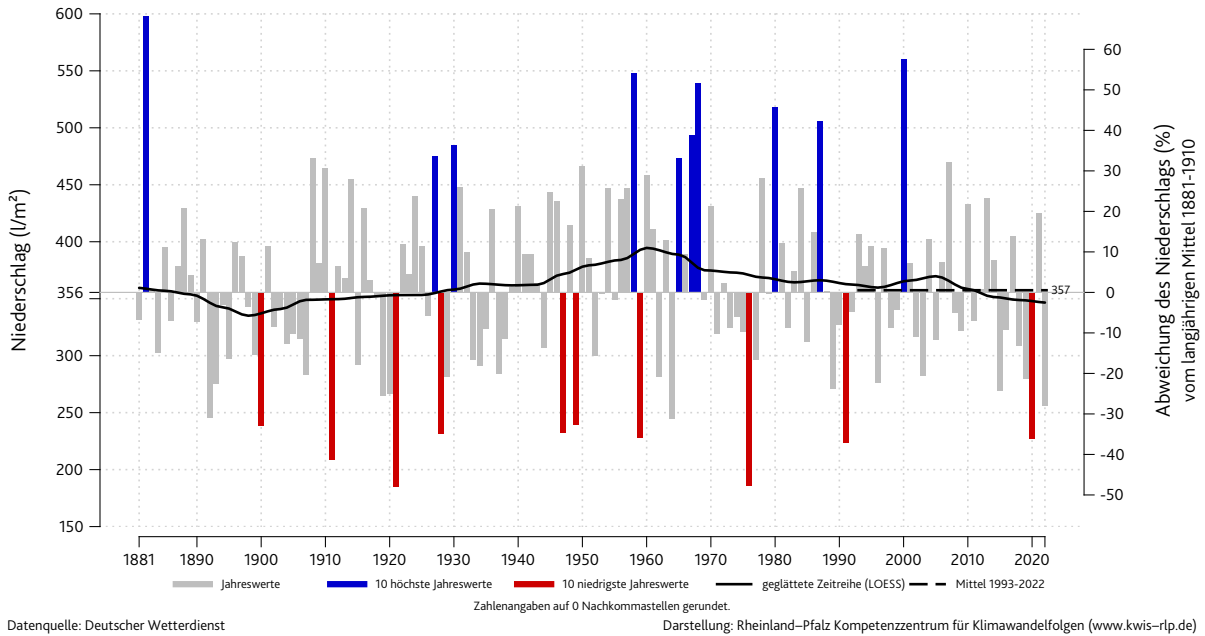
Foto: F. Engels

das Saarland 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 eine 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.

Entwicklung der Temperatur in der forstlichen Vegetationszeit (Mai - September) im Saarland von 1881 - 2022



Entwicklung des Niederschlags in der forstlichen Vegetationszeit (Mai - September) im Saarland von 1881 - 2022



Das Vorjahr startete mit ausreichenden Bodenwasservorräten und die niedrigen Temperaturen sorgten für einen verzögerten Vegetationsbeginn. Ab Mai 2021 gab es wieder überdurchschnittliche Niederschlagsmengen und abgesehen von einer kurzen Hitzephase im Juni blieb es eher kühl. Insgesamt stand der Vegetation weithin genügend Wasser während der Vegetationsperiode zur Verfügung. Die Niederschläge fielen allerdings zu einem erheblichen Anteil bei Starkregenereignissen und waren lokal recht ungleichmäßig verteilt. Hohe Anteile gingen durch Oberflächenabfluss verloren und haben an Waldwegen und insbesondere in den Tallagen teilweise zu extremen Schäden geführt. Das Jahr 2021 endete ungewöhnlich mild und auch im Frühjahr 2022 lagen die Temperaturen merklich über, die Niederschläge dagegen merklich unter dem jeweiligen langjährigen Mittel. Im Saarland fielen laut Deutschem Wetter Dienst im Sommer lediglich 80l/m² im Vergleich zu 229 l/m² der Referenzperiode. Deutschlandweit war das Saarland das trockenste Bundesland.

Nasser Schneefall vom 8. auf den 9. April führte vor allem in den östlichen Landesteilen zu Schäden durch Astbrüche und Schäden durch niedergedrückte junge Bäume. Der April war vergleichsweise unbeständig und insgesamt zu kühl und nieder-

schlagsreich. Der Mai und der Juni waren dagegen wieder zu warm und zu trocken. Lokal kam es immer wieder zu heftigen Gewittern mit Hagelschlag und Starkregen mit entsprechenden Schäden.

Die Umweltmessstationen im Wald verdeutlichen mit ihren Ergebnissen die noch günstige Wasserversorgung der Waldbäume im Frühjahr 2022 zum Beginn der Vegetationsperiode. Im Mai setzte die lange Trockenperiode ein, die Bodenfeuchtwerte gingen kontinuierlich zurück und erreichten je nach Standort im Laufe des Julis kritische Werte.

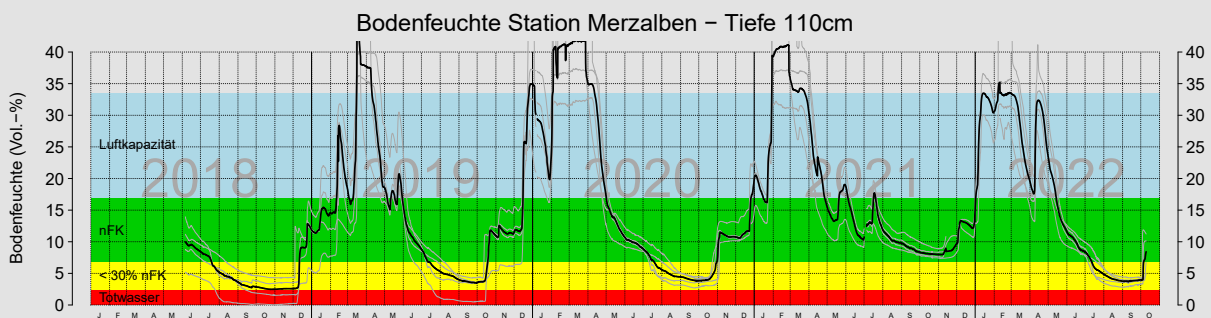
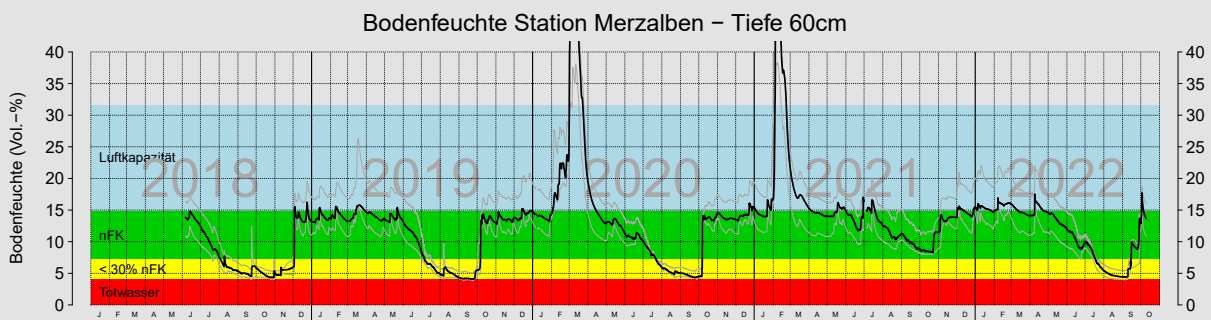
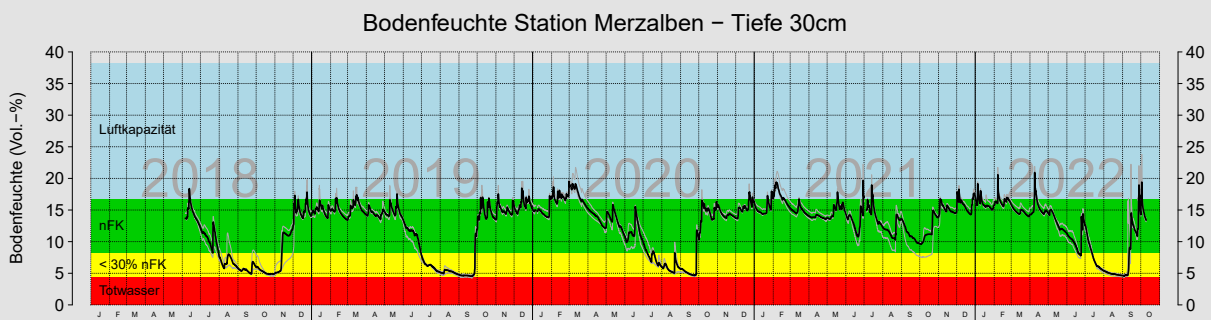
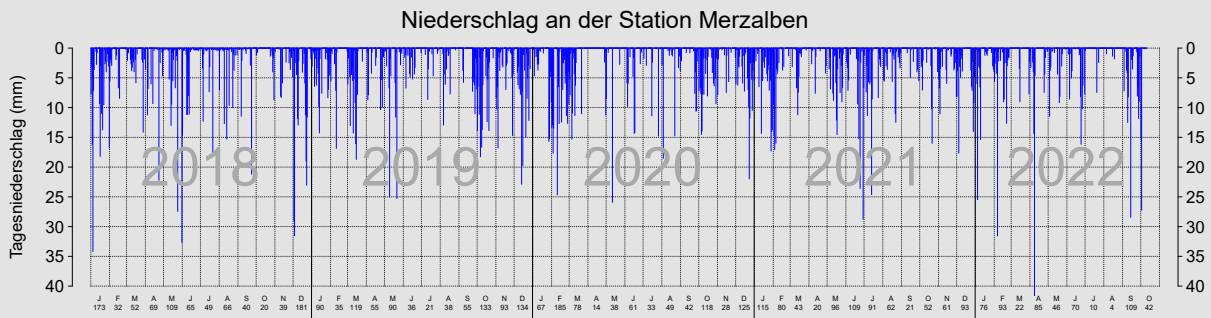
Das Beispiel der Messstation in einem Eichenwald im benachbarten Pfälzerwald bei Merzalben bestätigt, dass die Bodenwasservorräte nur im Jahr 2021 den gesamten Sommer über in allen Tiefenstufen in dem für die Waldbäume nutzbaren Bereich (nutzbare Feldkapazität, nFK) blieben. In den Jahren 2019, 2020 und 2022 waren dagegen die Bodenwasservorräte ab Juli durchgehend in den Mangelbereich (unter 30 % der nFK) gesunken, der für die Waldbäume Trockenstress bedeutet. Das Saarland war im bundesweiten Vergleich am stärksten von der Sommertrockenheit 2022 betroffen. Daher darf davon ausgegangen werden, dass der Trockenstress auf vergleichbaren Standorten im Saarland genauso ausgeprägt war.



Oberlauf Netzbach mit Erosionsschäden durch Sturzfluten; Foto: W. Lappel

Bodenfeuchte-Messungen an der Umweltkontrollstation Merzalben; Traubeneiche

(Dargestellt ist der Mittelwert von 10 Messungen)



Luftkapazität (blau):

Wasseranteil, den der Boden nicht gegen die Schwerkraft halten kann (in den Grobporen)

nutzbare Feldkapazität:

Wassergehalt, den der Boden gegen die Schwerkraft halten kann (pflanzenverfügbares Wasser)

(grün, gelb):

<30 % der nutzbaren Feldkapazität: Bereich beginnenden Trockenstresses (noch pflanzenverfügbares Wasser)

Totwasser (rot):

nicht pflanzenverfügbares Wasser (Feinporen)

WALDSCHUTZ

Trockenheit und Hitze führten in diesem Jahr zu einer weiteren Schwächung der Vitalität der Bäume. Die ganzheitlichen Auswirkungen des Klimastresses sind nicht abzusehen, da die so geschwächten Bäume auch anfälliger für den Befall durch Schaderreger sind. Zusätzlich verschärfen die warmen Temperaturen die Waldbrandgefahr und begünstigten die Entwicklung vieler Insektenarten, wie zum Beispiel die des Buchdruckers (*Ips typographus*).

Der Witterungsverlauf dieses Jahres führte zu zwei abiotischen Schadereignissen.

Am 08. April setzte verspäteter Schneefall mit hohem Wassergehalt ein. Betroffen waren besonders die östlichen Landesteile. Die Schäden im Wald beschränkten sich auf einen zerstreuten Anfall von Astbrüchen, Kronenbrüchen oder umgebogenen Bäumen besonders bei jüngeren Kiefern und Weichhölzern wie Birken, Weiden und Aspen. Vor allem mussten Straßen und Waldwege von Bruchholz freigeräumt werden.

Mit zunehmender Hitze und Trockenheit stieg die Waldbrandgefahr an. Europaweit kam es zu verheerenden Waldbränden, in Deutschland besonders in Sachsen und Brandenburg. Aber auch das Saarland war betroffen. Dank des hohen Anteils an Mischwald konnten sich die Brände aber nicht ausbreiten. Die Feuerwehr war schnell vor Ort und brachte die Brände rasch unter Kontrolle. So kam es im Saarland bis Ende August zwar insgesamt zu 33 Waldbrandereignissen, die Brandfläche blieb mit insgesamt 5,1 ha aber sehr gering. Die Ereignisse unterstreichen aber die Notwendigkeit, auch auf Waldbrände vorbereitet zu sein.

Fichte

Zu Beginn des Jahres 2022 trat in den nordöstlichen Landesteilen vermehrt der Rotrandige Baumschwamm (*Fomitopsis pinicola*) auf, er wird auch als Fichtenporling bezeichnet. Als Wundfäuleerreger tritt dieser Pilz vor allem an alten, ge-



Vom Nass-Schnee abgebrochene Kronenteile einer Kiefer im Pfälzerwald; Foto: F. Engels

schwächten und absterbenden Bäumen auf. Die durch den Befall entstehende Braunfäule nimmt dabei maßgeblichen Einfluss auf die Schnelligkeit der Holzersatzung und somit auch auf die Arbeits- und Verkehrssicherheit.

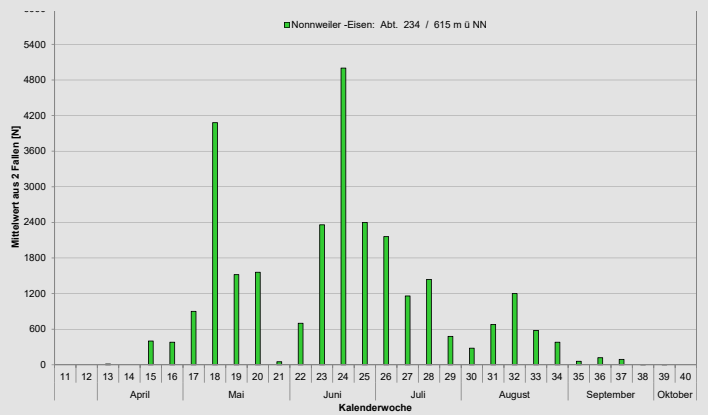
Wie im vergangenen Jahr blieben die Fichtenbestände zwar von größeren Winterstürmen verschont, allerdings kam es durch die Nassschneefälle Anfang April in den östlichen Landesteilen zu einem zerstreuten Anfall von Schadholz durch Kronenbrüche. Die direkten Schäden im Waldbestand und die Schadholzmengen sind untergeordnet, problematisch ist, dass die so geschwächten Fichten ideale Brutbedingungen für Borkenkäfer bieten. Förderlich für die Entwicklung der Borkenkäfer waren dazu die warmen und trockenen Witterungsverhältnisse ab Mai.

Monitoring Buchdrucker

Der Buchdrucker wird in einem gemeinsamen Projekt der saarländischen, rheinland-pfälzischen und baden-württembergischen Landesforstverwaltungen, im Saarland an dem Standort Nonweiler, mit Hilfe von Schlitzfallen überwacht. Zudem werden an einigen der Standorte Brutbeobachtungsstämme ausgelegt, um die Entwicklung zu verfolgen.

Auf Grundlage dieser Daten werden fortlaufend Empfehlungen zur effektiven Kontrolle der Fichtenwälder auf Stehendbefall für die Waldbesitzenden abgeleitet und wöchentlich aktualisiert (<https://buchdrucker-monitoring.wald.rlp.de>). Die Käferfangzahlen pro Falle stiegen im Vergleich zum Vorjahr deutlich an. Zudem konnte eine verhältnismäßig lange Schwärm- und Befallsaktivität der Buchdrucker beobachtet werden, sodass dieses Jahr bis auf die höchsten Lagen eine dritte Käfergeneration angelegt wurde.

Buchdrucker-Monitoring; wöchentliche Mittelwerte der Käferfangzahlen aus vier Fallen.



Menge an Kalamitätsholz

Im Vergleich zu den drei vorangegangenen Jahren waren die landesweiten Kalamitätsholzmengen rückläufig. Zu flächenweisen Absterbeprozessen in Fichtenwäldern kam es im Jahr 2022 vor allem in den nördlichen Landesteilen, im Hunsrück. Allein im Staatswald mussten 19.486 m³ Fichten-Käferholz aufgearbeitet werden.



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

Rotbuche

Die warmen und trockenen Witterungsverhältnisse des Jahres 2022 haben auch die Vitalität der Rotbuchen gravierend geschwächt. Gerade in Altbeständen sind die Trockenschäden der vergangenen Jahre bereits auffällig. Zusätzlich zu aktuellen Trockenschäden tritt gegenwärtig außerdem vermehrt der Buchenspringrüssler (*Orchestes fagi*) in Erscheinung.

Häufig kommt neben den Fraßspuren des Buchenspringrüsslers auch ein Befall durch die Buchengallmücke (*Mikiola fagi*) vor.

Eiche

In Mitteleuropa stellen die autochthonen Eichenarten für die Raupen von vielen Schmetterlingsarten ein wichtiges Nahrungshabitat dar. Als Bestandteil der Eichenfraßgesellschaft gewinnt der wärmeliebende Eichenprozessionsspinner im Klimawandel zunehmend an Bedeutung. Diese Art hat sich über die letzten Jahrzehnte weiter ausgebreitet und neue Lebensräume besiedelt. Bei Massenvermehrungen kann es zu Fraßschäden kommen. Viel bedeutsamer ist aber die gesundheitliche Gefahr für den Menschen. Die Raupen besitzen Brennhaare, in denen das Nesselgift Thaumetopoein enthalten ist. Zusätzlich sind die Haare mit Widerhaken besetzt und lassen sich nicht von der Haut und aus der Kleidung entfernen. Die allergenen Symptome reichen von Hautentzündungen über Atemwegserkrankungen bis hin zu Fieber.

Häufig anzutreffen ist der Eichenprozessionsspinner an solitär stehenden, lichtumfluteten Eichen entlang von Wegen oder Waldrändern, die auch für Erholungssuchende attraktiv sind. Konzentrierte Vorkommen befinden sich in den niedrigen Lagen entlang der Fluss- und Seitentäler von Saar und Mosel. Aber auch in höheren Lagen hat sich das Verbreitungsgebiet in den letzten Jahren weiter ausgedehnt.

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

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

Gegen Ende August wurden einzelne, absterbende Eichen sichtbar. Die durch die Trockenheit geschwächten Eichen wurden vom Zweipunktigen Eichenprachtkäfer (*Agrilus biguttatus*) befallen. Die sich unter der Rinde entwickelnden Käferlarven unterbrechen den Saftstrom und bringen bei intensivem Befall einzelne Stark-Äste oder sogar den ganzen Baum zum Absterben.

Kiefer

Lange anhaltende Trockenheit oder Hitze führten auch bei Kiefern zu Vitalitätsverlusten. Die geschwächten Kiefern werden in zunehmendem Umfang durch Pilzerkrankungen, wie das durch *Sphaeropsis sapinea* hervorgerufene Diplodia-Triebsterben, oder auch durch Kiefernborckenkäfer und den Kiefernprachtkäfer befallen und zum Absterben gebracht. In den letzten Jahren verschärfte sich dieses Phänomen. Bisher ist es noch nicht zu großflächigen Schäden gekommen, doch in allen Landesteilen wurden frisch abgestorbene Kieferngruppen beobachtet.

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 Tallagen mit ihren zahlreichen Fluss- und Bachtalwäldern und ihren eschenreichen Wäldern der nährstoffreichen Waldstandorte, beispielsweise im Blies- und Saargau.

Es besteht allerdings die begründete Hoffnung, dass ein, wenn auch geringer, Teil der Eschen diesem neuen Schaderreger natürliche Resistenz oder Toleranz entgegensetzen 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 dieser hochwertigen Holz liefernden Baumart sind beträchtlich.

Ahorn

Ein weiterer neobiotischer Pilz, *Cryptostroma corticale*, der aus Nordamerika eingeschleppt wurde, hat in den vergangenen Jahren erhebliche Schäden vor allem an Bergahornen verursacht und auch Bäume zum Absterben gebracht. Bei dem Erreger handelt sich um einen weiteren Schwächeparasiten, der von den Hitze- und Dürrejahren profi-

tiert. Er löst die sogenannte Rußrindenkrankheit aus. Dabei können die Sporen dieses Pilzes auch beim Menschen zu Atemwegsbeschwerden führen. Von den warmen und trockenen Witterungsverhältnissen dieses Jahres könnte der Schadpilz profitieren, sodass ein stärkerer Befall im kommenden Jahr nicht ausgeschlossen werden darf.

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 Pioniergehölz kommt den Birkenarten eine sehr große waldökologische und waldwirtschaftliche Bedeutung bei der Wiederbewaldung von störungsbedingten Freiflächen zu.

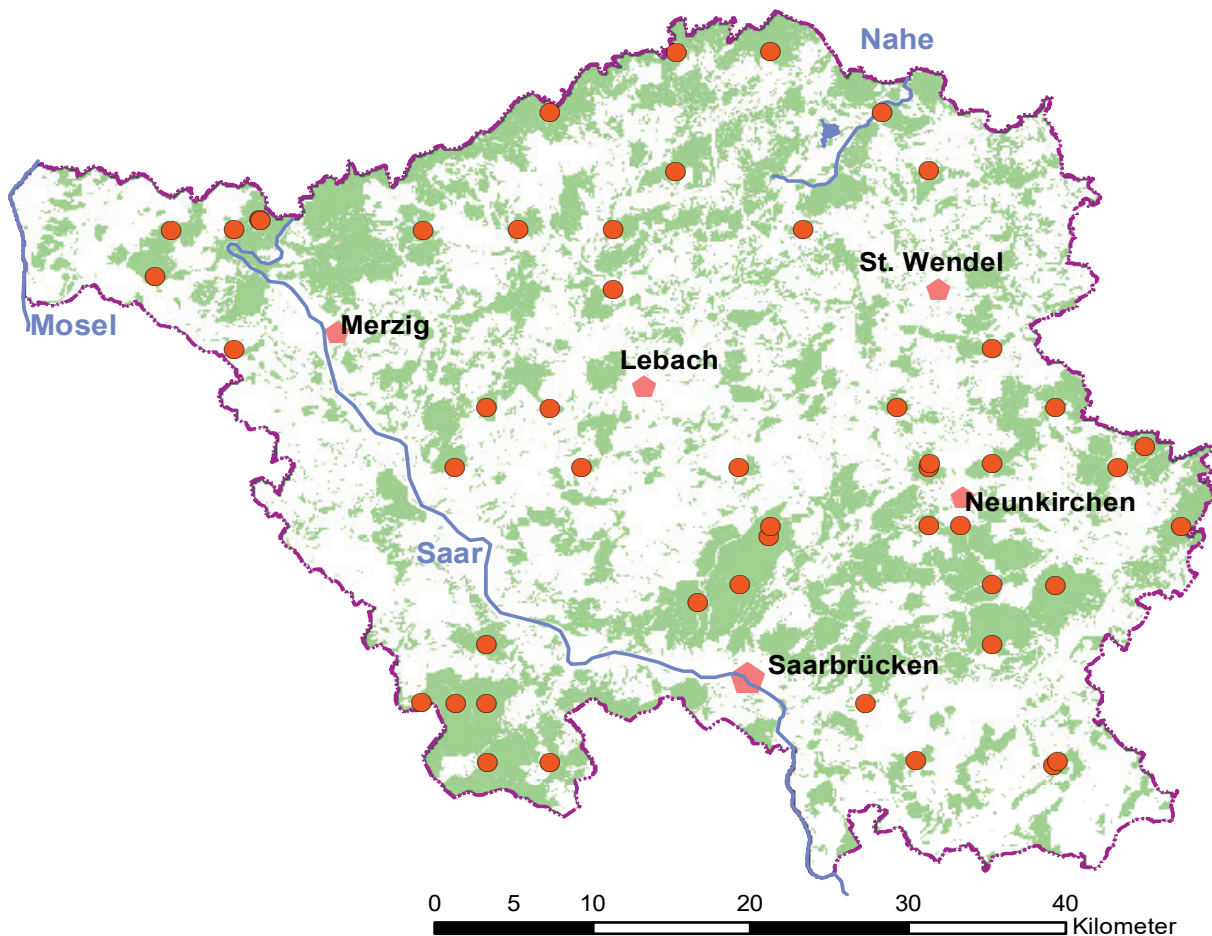


Eschen mit deutlichen Symptomen des Eschentriebsterbens am WZE-Aufnahmepunkt Nr. 60 in der Nähe von Erfweiler;
Foto: Thomas Wehner



Nach Borkenkäferbefall abgestorbene Fichten. Dank der Vorausverjüngung mit Buche wird die extreme Kahllage verhindert; Foto: Alexandra Emde

DIE DRITTE BUNDESWEITE BODENZUSTANDSERHE- BUNG – EIN UMFASSENDES BILD ÜBER DEN ZUSTAND UND DIE ENTWICKLUNG DER WALDBÖDEN IN DEUTSCHLAND



Die Bodenzustandserhebung (BZE) im Wald ist ein bedeutender Bestandteil des forstlichen Umweltmonitorings der Bundesländer und dient der regelmäßigen Erfassung des Bodenzustandes in Deutschland. Die Erhebung erfolgt entlang eines systematisch über die Waldfläche Deutschlands gelegten Stichprobennetzes an ca. 2000 Stichprobenpunkten. Das im Bundesvergleich walddreiche Saarland ist an der BZE mit 50 Stichprobenpunkten beteiligt. Der in den Jahren 2022 bis 2024 erfolgenden dritten Bodenzustandserhebung (BZE III) sind von 1987 bis 1992 (BZE I) und von 2006 bis 2008 (BZE II) bereits zwei weitere Erhebungen an den repräsentativen Stichprobenpunkten vorausgegangen. Die gewonnenen Daten liefern somit nicht nur Antworten auf Fragen zu dem aktuellen Zustand der Waldböden, sondern auch zu ihrer langjährigen Entwicklung im Saarland und der gesamten Bundesrepublik. Untersucht werden neben bodenchemischen, bodenphysikalischen und bodenmorphologischen Parametern auch die Bestandesstruktur des Waldes, der Kronen- und Ernährungszustand der Bäume sowie die Bodenvegetation. Damit wird ein umfassendes Gesamtbild des Ökosystems Wald ermöglicht. Die BZE ist ein gemeinsames Vorhaben des Bundes und der Bundesländer. Auf Bundesebene koordiniert das Thünen-Institut für Waldökosysteme in Eberswalde das Vorhaben und übernimmt die bundesweiten Auswertungen. Die Bundesländer übernehmen die Probennahme und Analyse der landeseigenen Proben und können die gewonnenen Daten nach eigenen Zielsetzungen auswerten.

Ziele der Bodenzustandserhebung

Das grundlegende Ziel der BZE ist die Bereitstellung zuverlässiger, repräsentativer und bundesweit vergleichbarer Informationen zu einem möglichst breiten Spektrum der Themenfelder Boden und Wald. Die Ergebnisse der BZE dienen hierbei politischen Entscheidungsträger*innen, Forstverwaltungen und Waldbesitzenden als Planungsgrundlage, um eine möglichst vorausschauende und nachhaltige Waldbewirtschaftung realisieren zu können. Die BZE umfasste zu Beginn der Erhebungen Ende der 1980er Jahre insbesondere Untersuchungen zu Nährstoffverarmung und Versauerung von Waldböden infolge des Eintrags sogenannter Säurebildner (Schwefel- und Stickstoffverbindungen) aus Luftverunreinigungen und ihren Folgen für die betroffenen Waldbestände. Mit der Zeit wurden die Zielsetzungen der BZE aufgrund neuer Erkenntnisse und Herausforderungen um zusätzliche Aspekte

erweitert. Neben den Auswirkungen von Schadstoffeinträgen sind beispielsweise auch die Kohlenstoffvorräte der Waldböden und ihre Entwicklung, die Biodiversität der Wälder sowie die Abschätzung von Risiken für den Wasserhaushalt und die Wasserqualität bedeutende Untersuchungsschwerpunkte. Ein zentraler Aspekt der aktuellen BZE im Wald wird zudem der in den vergangenen Jahren immer deutlicher bemerkbare Klimawandel sein. Hierbei werden Veränderungen der Umweltbedingungen wie höhere Temperaturen und längere Trockenperioden hinsichtlich ihrer Auswirkungen auf den Zustand der Böden und Wälder und ihrer vielfältigen Funktionen, zum Beispiel Filter-, Puffer- und Speicherfunktionen, umfassend untersucht. Ein aktuell ebenfalls stärker in den Fokus gerückter Untersuchungsparameter ist zudem die Erfassung des liegenden und stehenden Totholzbestandes im Wald - von kleinen Ästchen bis hin zu ganzen Baumstämmen. Totholz ist für die Biodiversität

im Ökosystem Wald aufgrund seiner Funktion als wichtiges Habitat für eine Vielzahl an Tier-, Pilz- und Pflanzenarten von überaus großer Bedeutung. Darüber hinaus trägt Totholz zur Speicherung von Kohlenstoff und insbesondere in seinen späteren Zersetzungsstadien auch zur Wasserspeicherung und somit zur Klimastabilität unserer heimischen Wälder bei. Die umfangreichen Daten der verschiedenen Bodenzustandserhebungen ermöglichen des Weiteren eine umfassende Entwicklungsverfolgung des Boden- und Waldzustandes über einen Zeitraum von mehr als dreißig Jahren. Eine genaue Analyse der Ursache-Wechselwirkungen zwischen veränderten Umwelteinflüssen und dem Zustand des Ökosystems Wald sowie eine Ableitung oder Neubewertung von Maßnahmen und Risiken zum Beispiel im Bereich der Luftreinhaltung ist möglich.

Ablauf der Bodenzustandserhebung

Jeder der systematisch über die Waldfläche der Bundesländer verteilten Stichprobenpunkte der BZE wird im Laufe des Erhebungszeitraums von 2022 bis 2024 einmalig beprobt. Am Mittelpunkt eines jeden Stichprobenpunktes wird hierfür ein Bodenprofil angelegt, an dem eine bodenkundliche Profilansprache und Bodenklassifikation erfolgen kann. Zudem werden sowohl am Bodenprofil selbst als auch an acht weiteren, um das Bodenprofil angeordneten sogenannten Satellitenpunkten Proben für weitergehende Laboranalysen entnommen. Die Vielzahl an Entnahmepunkten gewährleistet hierbei, dass auch die kleinräumige Heterogenität der standortspezifischen Bodeneigenschaften in die Untersuchungen miteinbezogen werden kann. Das Bodenprofil als auch die Satellitenpunkte werden in mehreren Tiefenstufen vom Auflagehumus bis zum Unterboden systematisch beprobt. Alle gewonnenen Bodenproben werden im Anschluss im Labor hinsichtlich einer Vielzahl sowohl bodenchemischer (z.B. pH, Nährstoffgehalte, Schwermetalle) als auch bodenphysikalischer (z.B. Wassergehalt, Korngrößenverteilung) Parameter analysiert. Die Analytik der Schwermetalle erfolgt für die Proben aller Bundesländer zentral bei der Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe (BGR) in Hannover.



Bodenprofil einer Pseudogley-Parabraunerde nahe Lauterbach im Warndt; Foto: S. Preußner

Die bestandes- und vegetationskundlichen Untersuchungen umfassen ebenfalls ein breites Untersuchungsspektrum. Im Rahmen der vegetationskundlichen Aufnahmen werden auf vier Teilflächen mit einer Gesamtgröße von 400 m² beispielsweise Untersuchungen zu dem Vorkommen und dem Bedeckungsgrad von Pflanzenarten der Waldbodenvegetation durchgeführt. Untersucht wird des Weiteren der Ernährungszustand bestandesrepräsentativer Bäume. Hierzu werden aus der Lichtkrone der Bäume Blatt- oder Nadelproben entnommen und die Konzentrationen von Makronährelementen (z.B. C, N, P) und Spurenelementen (z.B. Mn, Fe), aber auch von Schwermetallen (z.B. Pb) bestimmt.

An die bis 2024 vorgesehenen Erhebungen an den Standorten, der Analyse der gewonnenen Proben

im Labor (bundesweit ca. 50.000 Proben) und der Datenprüfung und Auswertung auf Länderebene schließt sich die Harmonisierung und Auswertung der von den Bundesländern an das Thünen-Institut übermittelten Datensätze an. Nach erfolgreicher

Auswertung der bundesweiten boden-, bestandes- und vegetationskundlichen Daten entsprechend der vielfältigen Fragestellungen und Zielsetzungen der dritten BZE soll der abschließende Bundesbericht im Jahr 2028 vorliegen.



Blattprobennahme durch Baumkletterer am Standort Nalbach; Foto: S. Preußner

BIODIVERSITÄT UND SCHALENWILDMANAGEMENT IN WIRTSCHAFTSWÄLDERN (BIOWILD-PROJEKT)



Das Biowildprojekt ist ein wissenschaftliches Verbundprojekt, das im Rahmen des Bundesprogramms Biologische Vielfalt durch das Bundesamt für Naturschutz etabliert ist. Das Budget umfasst 2,6 Mio. Euro, das sich aus Mitteln des Bundesumweltministeriums (77 %) und aus Eigenmitteln (23 %) der WaldbesitzerInnen und der Forstverwaltungen zusammensetzt.

Auf Bundesebene wird das Projekt, die Auswirkung von Schalenwildverbiss bei fortschreitender Waldbelastung durch den Klimawandel zu ergründen, durch die Arbeitsgemeinschaft naturgemäße Waldwirtschaft (ANW)¹ initiiert und koordiniert.

Das Projekt verfolgt fünf Ziele:

1. die krautige und holzige Vegetation mit und ohne Schalenwildeinfluss auf unterschiedlichen Standorten zu erfassen und zu bewerten
2. die Effekte unterschiedlicher Jagdstrategien (Jagdregime) und Deckungsstrukturen auf das Verhalten des Wildes zu erfassen
3. die Auswirkung verschiedenster Waldsituationen auf die Waldstabilität und Gewährleistung von Ökosystemleistungen zu erforschen
4. objektive Bewertungsgrundlage für die Herleitung der Schalenwildabschusshöhe bereitzustellen
5. Kommunikationswege zwischen Waldbesitzern und Jägern zu verbessern

Um die wichtigsten Waldgesellschaften innerhalb Deutschlands abdecken zu können, wurden fünf Projektflächen mit einer Flächenkulisse von rund 25.800 Hektar ausgesucht. Dabei weisen die Flä-

chen unterschiedliche Standortverhältnisse (reich und arm), Eigentumsarten, Wildvorkommen und Jagdbesitzarten auf. Lediglich der Waldanteil sollte über 30% liegen, damit speziell die Situation kleiner Feldgehölze ausgeschlossen werden kann. Schließlich verteilt sich die Projektfläche auf die nachfolgenden Bundesländer: Baden-Württemberg (8500 ha), Nordrhein-Westfalen (4900 ha), Thüringen (700 ha), Sachsen-Anhalt (8700 ha) und dem Saarland (3000 ha). Insgesamt sind 248 Weisergatterpaare eingerichtet, wodurch sich in der Summe 496 gezäunte und ungezäunte Versuchsflächen mit jeweils 100 m² ergeben.



Weisergatter (= gezäunte Fläche), Foto: W. Lappel

¹ Die ANW ist ein gemeinnütziger Verband, der die Grundsätze einer naturgemäßen Waldwirtschaft fördert und seit Jahrzehnten ein Forum fachlichen Austauschs bietet und sich seit ihrer Gründung im Jahr 1950 mit Wald-Wild-Beziehungen beschäftigt.

Als Kooperationspartner sind die Universität Göttingen, die Technische Universität Dresden, die Technische Universität München und die Geschäftsstelle der ANW beteiligt.

Die Universität Göttingen beschäftigt sich mit der Vegetationsökologie und somit mit der Festlegung der Weisergatterstandorte, der Durchführung der Feldaufnahme und der bodenkundlichen Charakterisierung der Standorte.

Die Universität Dresden ist hingegen für die wildbiologischen Aspekte verantwortlich, weshalb hier folgende Arbeitsschwerpunkte bedient werden: die Festlegung der Weisergatterstandorte, die Harmonisierung der Jagd- und Ruhezeiten, die Begleitung des Erlegungsmonitorings und das Monitoring für die Schalenwilddeckung.

Die Universität München ist verantwortlich für die modellbasierte Vorauswahl der Gatterstandorte, die Bewertung und Definition der Waldökosystemleistungen und die Modellierung von Ökosystemleistungen.

Projektdesign

Das Projekt umfasst zwei verschiedene Aufnahmeschwerpunkte, die Vegetationsaufnahme und die Wildbiologie. Die Weisergatterpaare wurden so angelegt, dass die standörtlichen Rahmenbedingungen wie Boden, Licht, Wasser und Nährstoffverfügbarkeit für beide Flächen in etwa gleich sind. Die jährliche Vegetationsaufnahme gliedert sich nochmals in drei Rubriken:

1. Vegetationsaufnahme
2. photometrische Messung der Versuchsflächen-
überschirmung
3. Erfassung der Gehölze

Die Vegetationsaufnahme erfasst vier unterschiedliche Vegetationsschichten von der Moos- bis hin zur Baumschicht, während die photometrische Messung die Lichtverhältnisse und die damit einhergehende Überschirmungssituation erfasst. Die Messungen erfolgen im vollständig belaubten Zu-

stand und dienen dazu, die Vergleichbarkeit der Weisergatterpaare zu gewährleisten. Die dritte Aufnahme widmet sich der detaillierten Gehölzerfassung in insgesamt vier spezifischen Höhenklassen, die von der Verjüngung (0 – 20 cm) bis hin zu Bäumen mit einem Brusthöhendurchmesser > 7 cm reichen. Zudem werden hier die Schlag- und Schäl-schäden der jeweiligen Gehölzart und Höhenstufe ermittelt, während der Verbiss lediglich an allen Gehölzen < 500 cm auf der ungezäunten Fläche erhoben wird.

Wildbiologie

Es wurden für den wildbiologischen Forschungsaspekt insgesamt drei Jagdstrategien auf Wunsch aller Beteiligten zugrunde gelegt:

1. Habitat unangepasste hohe Wildbestände
2. Habitat angepasste Wildbestände
3. Habitat anzupassende Wildbestände

Bei den beiden ersten Varianten wird während der Projektlaufzeit nichts an der Jagdart geändert, während bei der dritten Variante die Jagdstrategie dahingehend verändert wurde, habitat-angepasste Schalenwildbestände anzustreben. Die Änderungen sollen infolge besserer Nutzung der vorhandenen Erlegungsmöglichkeiten wie bspw. Jagdruhezeiten von mindestens vier Monaten in Kombination mit Zeiten intensiverer Jagd erfolgen. Das Monitoring erfolgt schließlich infolge schriftlicher Erlegungsnachweise. Neben den erlegten Schalenwildmeldungen wird auch das Fallwild aufgenommen und mit ausgewertet.

Zusätzlich wird mithilfe standartisierter Erhebungen die Deckungsqualität der ungezäunten Vergleichsflächen erhoben, die speziell fürs Rehwild als wesentlicher „Wohlfühlfaktor“ hergenommen wird. Darüber hinaus wurden die Einschätzungen der Populationsdichte mithilfe von Wildkameras und Biomasse- und Lebensraumbewertung durch Laserscanndaten ergänzt.



Aufnahme der Probegatter und der Vergleichsfläche
Foto: G. Rammo



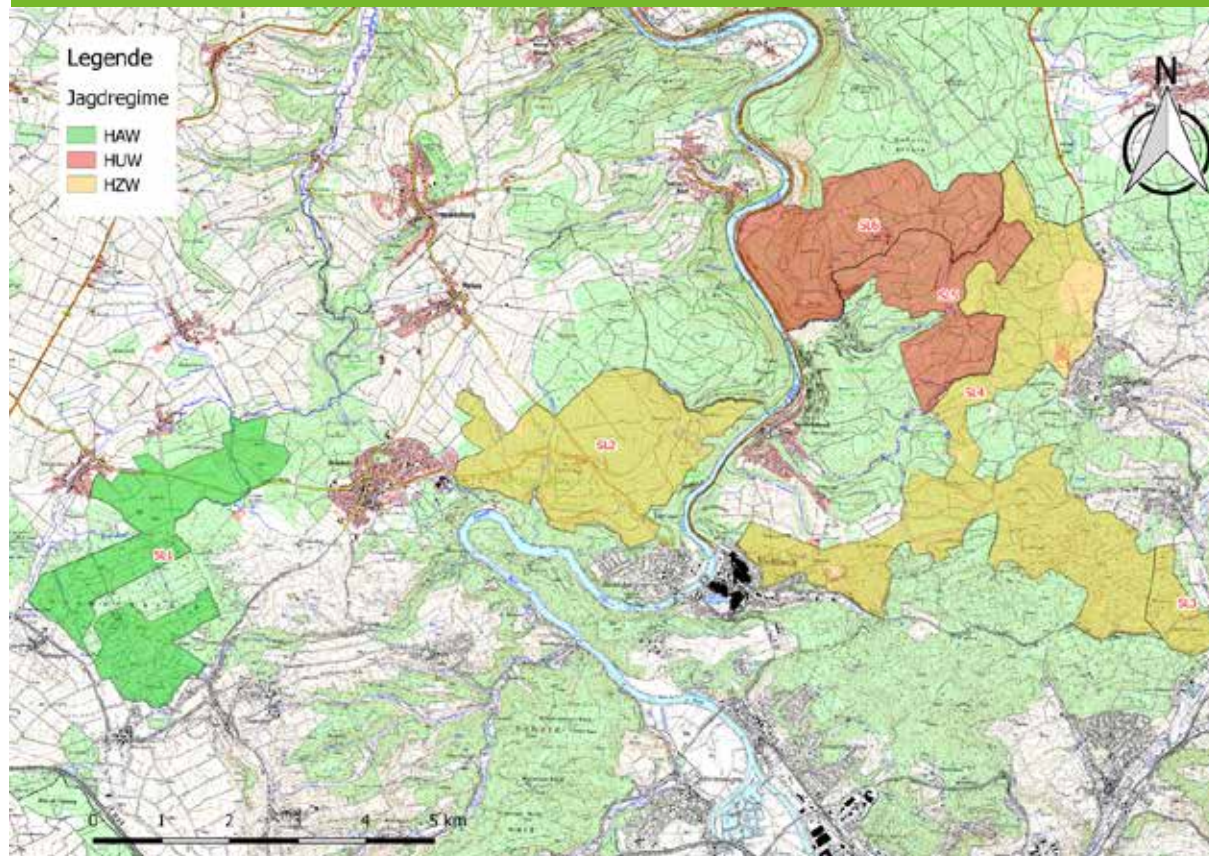
Erfassung der Waldstrukturen inklusive der vorhandenen Deckungsmöglichkeiten; Foto: G. Rammo

Biowild im Saarland

Der innovative Projektansatz findet auf insgesamt drei Waldflächen des nordwestlichen Saarlandes mit rund 3000 Hektar statt. Sie verteilen sich auf

1.200 Hektar Staatswald und 1800 Hektar Großprivatwald. Vorkommende Schalenwildarten sind Reh-, Schwarzwild sowie Rot- und Muffelwild.

Übersicht über die saarländischen Pilotregionen: Links ist der Schwarzbruch (SaarForst), in der Mitte der Lutwinuswald (SaarForst) und rechts der Privatwald von Boch und Hundscheid zu sehen



Das Relief der drei Saarregionen reicht von 200 bis fast 500 Höhenmeter mit ca. 850 mm Jahresniederschlag und ca. 10 °C Jahresdurchschnittstemperatur. Die drei Flächen gründen auf Taunusquarzit und Tonschiefer, die zu nährstoffarmen, teilweise lehmigen oder tonigen podsolierten Braunerden verwittern. Außerdem können örtlich Überlagerungen des Mittleren Buntsandsteins auftreten. Daraus ergibt sich als potenziell natürliche Waldgesellschaft der Hainsimsen-Buchenwald.

Die Jagdbesitzverhältnisse teilen sich in der Pilotregion Saarland in drei private (1800 ha) und drei staatliche (1200 ha) Eigenjagdbezirke. In diesen werden alle drei der oben genannten Jagdstrategievarianten ausgeübt.

Projektflächen

Auf den rund 3000 Hektar wurden 30 Weiserflächenpaare eingerichtet. Sieben Weisergatterpaare liegen im Bereich habitat-unangepasster Wildbestände, sechs habitat-angepasster Wildbestände und 17 habitat-anzupassender Wildbestände.

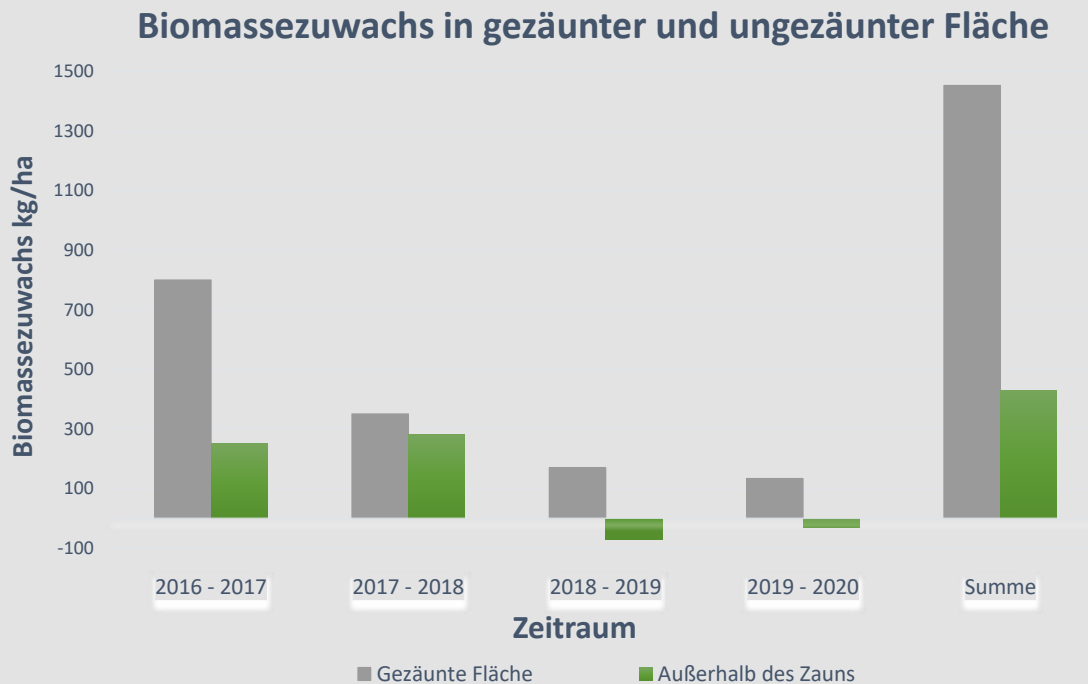
Saarlandspezifische Ergebnisse:

1. Vegetationsuntersuchungen

Erste Ergebnisse zeigen, dass der Biomassezuwachs in gezäunten Flächen deutlich höher liegt als in ungezäunten Flächen.

Zudem weisen die Ergebnisse auf eine Entmischung der Baumarten außerhalb der Weisergatter auf. Die Auswertung der Weisergatter zeigt, dass zu dieser

Biomassezuwachs in kg/ha über die Beobachtungszeiträume (2016 - 2020) in den gezäunten und ungezäunten Flächen.



Entmischung das Einwirken des Schalenwildes, sowohl Rehwild als auch Schwarzwild, als nicht unerheblicher Faktor beiträgt. Angesichts des Klimawandels, dem ein resilienter, artenreicher Wald gegenüberstehen muss, geht diese Entwicklung in die falsche Richtung.

Der bisherige Beobachtungszeitraum von sechs Jahren konnte diese Entwicklungen nur unvollständig erfassen, zumal die Trockenjahre 2018 und 2020 sich merklich auf die Vegetation auswirkten. Es ist daher notwendig, das Forschungsprojekt zeitlich weiterzuführen.

Der Höhenzuwachs der Naturverjüngung wird von verschiedenen Einflussgrößen wie Klimaverlauf, Lichtsituation und Verbiss bestimmt. Dabei zeichnete sich ab, dass der Verbiss der bedeutendste Einflussfaktor sein kann. Weitere Studien sollen nun Referenzwerte für tolerierbare Verbissprozente definieren. Besonders für seltene Mischbaumarten ist es angesichts des Klimawandels wichtig, Grenzwerte für den Verbiss zu definieren.

Jagd im Saarland

Die Reviere, die bisher konsequent die Jagd ausübten, entschieden sich für eine Umstellung der Jagdstrategie. Das Ergebnis dieses Modells mit frühem Bejagungsbeginn, Jagdruhe im Juni und Juli und professionell organisierten Drückjagden im Herbst, stellte sich mit Blick auf den Aufwuchs der Naturverjüngung und die Baumartenzusammensetzung als das erfolgreichste heraus.

Schließlich zeigte sich, dass ein Wechsel des Jagdregimes und Rückgang der Wilddichte den Verbiss verringert und die Waldstruktur verbesserte. Mit Weiterführung des Projektes soll die weitere Entwicklung dokumentiert und Indikatoren über den Zustand und die Artenvielfalt der Waldvegetation entwickelt werden. Diese sollen Rückschlüsse zulassen, ob der Wildbestand zum Wald passt oder zu hoch ist. Ferner sollen für die verschiedenen Baumarten regionale Referenzwerte für tolerierbare Verbissprozente definiert werden.

Fazit

Um Erkenntnisse über die Zusammenhänge zwischen Naturverjüngung sowie Aufwuchs und Äsungsverhalten des Rehwildes zu erhalten, hat sich das BioWild Projekt mit Weisergattern als wertvolle Hilfsmittel erwiesen. Auch, um das Ökosystem Wald, den Lebensraum unzähliger Pflanzen- und Tierarten und deren Zusammenhänge untereinander, besser zu verstehen.

Die Ergebnisse aus den Auswertungen der Projektflächen sind eine wichtige Grundlage in der Zusammenarbeit von Jägern, Förstern, Waldbauern und Waldbesitzenden. Sie spielen aber auch eine Rolle bei der Aufklärung der Bevölkerung, wie es um den Zustand des Waldes bestellt ist, und der Planung möglicher Strategien für die Zukunft der saarländischen Wälder.

Der Klimawandel mit all seinen Folgen macht es notwendig, zu reagieren. Ein wichtiger Gegenspieler der klimatischen Veränderungen ist ein resilienter Wald mit einem breiten Baumartenspektrum. Einen nicht unerheblichen, aber nicht ausschließlichen Einfluss auf die Baumartenvielfalt hat sowohl das Rehwild als Konzentratseltierer, das Verbisschäden hervorruft, als auch das Schwarzwild, das durch die Aufnahme von Bucheckern und Eicheln den Neuaufwuchs hemmt. Eine effektive Bejagung, die die Wildbestandsdichte an den Standort und Lebensraum anpasst und dadurch Schäden verhindert, kann daher einen positiven Einfluss auf die Baumartenzusammensetzung haben. Es ist also insbesondere in Bereichen aufkommender Waldverjüngung auf ein Zusammenspiel aus Schutzmaßnahmen und angepasster Jagdstrategie zu setzen.

BEDEUTUNG DES WASSER-
RÜCKHALTES IM WALD
FÜR DIE RISIKOVORSORGE
GEGEN DIE ENTSTEHUNG
VON STURZFLUTEN UND
FÜR EINE NACHHALTIGERE
GRUNDWASSERNEUBIL-
DUNG

Autoren: Gebhard Schüler und Eva Verena Müller. Dieser Abschnitt basiert auf der Dissertation von Frau Eva Verena Müller „Assessment of forest-specific Ecosystem Services with regard to water balance components: Runoff and groundwater recharge in the forest“. Approved dissertation University of Trier “ eingereicht am 18.05.2022, in der sich das ausführliche Quellen- und Literaturverzeichnis findet.

Ausgangssituation: Rheinland-Pfalz und das Saarland sind durch ein westeuropäisch-atlantisches Klima geprägt, das bisher durch milde Winter, gemäßigte Sommer und ausgeglichene hohe jährliche Niederschlagsmengen gekennzeichnet war. Aufgrund der Topographie treten jedoch starke räumliche Unterschiede auf. So zählen einige Regionen mit zu den wärmsten Deutschlands, während andere ein raueres Klima aufweisen. Der Klimawandel hat und wird sich weiterhin in beiden Ländern stark auswirken. So ist das Jahresmittel der Lufttemperatur im Flächenmittel von Deutschland von 1881 bis 2021 um 1,6 °C angestiegen (*Quelle: Deutscher Wetterdienst*). Mit der klimawandelbedingten Temperaturerhöhung kam es insbesondere in den Jahren 2018, 2019 und 2020 zu längeren Trockenperioden innerhalb der Vegetationsperiode mit negativen Folgen für die klimatische Wasserbilanz in den Waldgebieten.

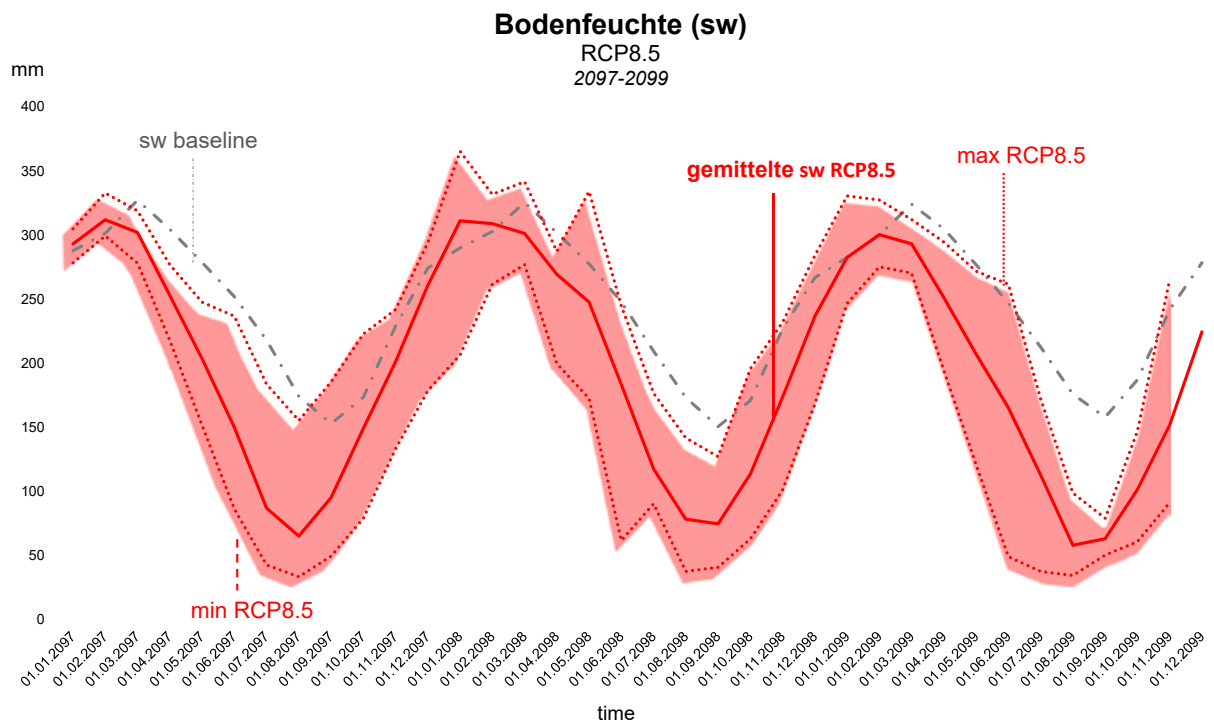
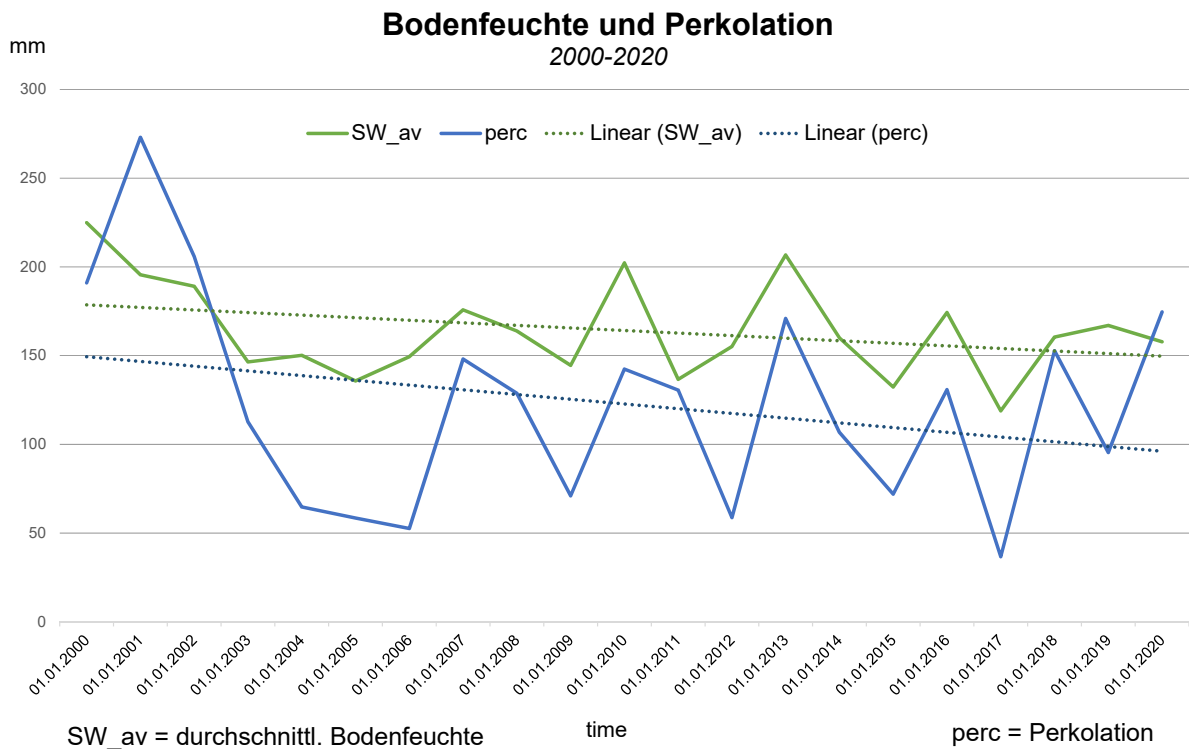
Die Kombination aus höheren Lufttemperaturen und Trockenperioden erhöht die potentielle Evapotranspiration, also die Gesamtverdunstung von einer natürlich bewachsenen Bodenoberfläche, der Waldbestände bei gleichzeitig abnehmendem Bodenwasservorrat. Dadurch entwickelte sich regional eine starke Bodentrockenheit. Auch die Winterniederschläge haben nicht ausgereicht, um das jeweilige Wasserdefizit der Vorjahre auszugleichen und die pflanzenverfügbare Feldkapazität der Böden aufzufüllen. Schon in der Periode von 2000 bis 2020 sind die Infiltrationsraten für Sickerwasser und infolge dessen der Bodenwassergehalt im Pfälzerwald permanent zurückgegangen, wie unsere Messungen und Modellierungsergebnisse aus dem Projekt Ecoserv eindrucksvoll zeigen. Unter Berücksichtigung der regionalisierenden Klimaprojektionen RCP2.6 und RCP8.5 wird sich dieser Trend in der Zukunft noch verschärfen. Die Bodenfeuchte wird bis zum Jahre 2099 voraussichtlich stark abnehmen, die Länge der Phase geringerer Bodenfeuchte in der Vegetationszeit wird zunehmen, was den Trockenstress für die aufstockenden Waldgesellschaften weiter steigert.

In der Folge zeigten sich beispielsweise bei Alt-Buchen und Kiefern seit dem Sommer 2020 deutliche Trockenstress-Symptome bis hin zu Absterbe-Erscheinungen.

Bei Starkregen kann es dann auf den ausgetrockneten, hydrophoben Böden zu einer verschlechterten Wasseraufnahme kommen, sodass mit einer Erhöhung des Oberflächenabflusses das Erosionsrisiko und die Gefahr von Sturzfluten zunehmen. Gleichzeitig führen häufiger auftretende konvektive Niederschlagsereignisse vermehrt zu Starkregen, und, insbesondere wenn sie längere Zeit an einem Ort niedergehen, zu Sturzfluten und Erosion auch im Wald, z.T. sogar zu Erdbeben und menschengefährdenden Überschwemmungen.

Im Zuge der erwarteten Klimaveränderungen wird auch eine Häufung der Wetter-Extrema erwartet. Die Waldbewirtschaftungsmaßnahmen müssen daher an den geänderten Wald-Wasserhaushalt angepasst werden.

Entwicklung der Bodenfeuchte im Pfälzerwald in den Jahren 2000 bis 2020 (oben) und Bodenfeuchteprognose 2097 bis 2099 im Vergleich zur Bodenfeuchte in den Jahren 1961 bis 1963 (unten)





Differenzierte Vitalitätsbefunde bis hin zu Absterbeerscheinungen nach den Trockenjahren 2018 – 2020 an freistehenden Altbuchen im Pfälzerwald (Foto: Gebhard Schüler)

Die regulative Ökosystemdienstleistung zum Oberflächenabfluss im Wald mit Blick auf die Vorsorge gegen die Entstehung von Sturzfluten

Naturnahe und naturbelassene Wälder haben durch das Brechen der Niederschlagsenergie im Kronenraum und durch günstige physikalische Bodenbedingungen für die Infiltration und Bodenwasserspeicherung per se ein höheres, aber standortsabhängiges Wasserrückhaltevermögen. Sie leisten dadurch einen Beitrag zum dezentralen Hochwasserschutz. Die Verringerung des Oberflächenabflusses wirkt einer Bodenverlagerung entgegen (Erosionsschutz), und bremst den Stofftransport in Oberflächengewässer (Eutrophierungsschutz). Der Erhalt intakter Bodenfunktionen ist Voraussetzung für diese Prozesse der Wasserrückhaltung und Wasserreinigung im Wald. Der Schutz der Wasserressourcen im Wald ist so untrennbar mit dem Bodenschutz verbunden.

Jedoch werden im bewirtschafteten Wald aufgrund von notwendigen Infrastruktureinrichtungen, insbesondere von Waldwegen mit wegebegleitenden Grabensystemen, von den vor mehr als 100 Jahren angelegten Drainagegräben zur Entwässerung nasser Waldstandorte und von Befahrungslinien für die maschinelle Holzernte und -vorlieferung Wasserrückhaltefunktionen und die Versickerungsleistung für Wasser eingeschränkt. Die im Pfälzerwald ausgelösten Veränderungen von Oberflächenabfluss und Grundwasserneubildung wurden mit dem im Projekt ECOSERV weiterentwickelten Gebietswasserhaushaltsmodell SWAT+ in Kombination mit dem Grundwassermodell SWATMODFLOW analysiert und in Klimaprojektionen bis Ende des Jahrhunderts abgebildet. So lassen sich die hydrologischen Folgen des Waldwegenetzes im Hinblick auf den Oberflächenabfluss und die Abflussspende in den Vorflutern sogar auf den durchlässigen Buntsandsteinverwitterungsstandorten des Pfälzerwaldes sehr gut erkennen.

Durch die Linienstruktur der Waldwege wird der Oberflächenabfluss an den Wegen gesammelt und konzentriert, er nimmt um 36,2 % zu, obwohl die durch die Waldwege verdichtete und zum Teil versiegelte Fläche nur 10,87 % ausmacht. Bei einer

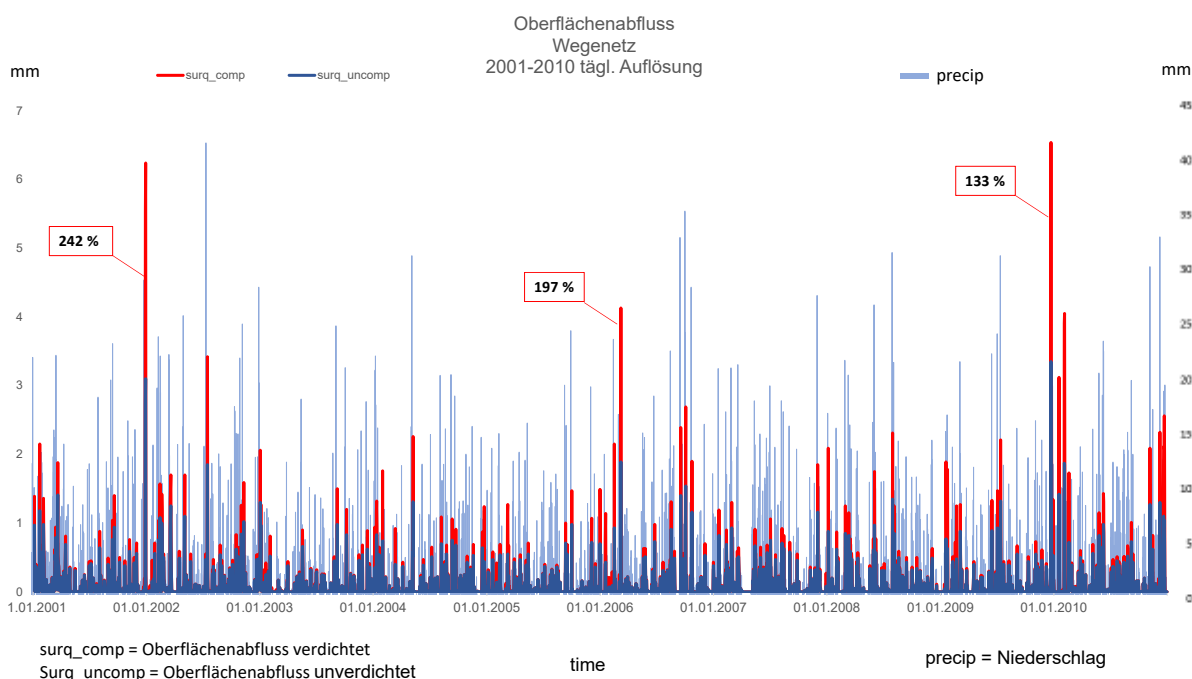
tageweisen zeitlichen Auflösung des Abflusgeschehens ist zu erkennen, dass durch das Wegenetz Abflussspitzen beim Oberflächenabfluss entstehen, was wiederum das Risiko der Entstehung von Sturzfluten steigert.

Hydrologische Folgen des Waldwegenetzes im Pfälzerwald (2001-2010), berechnet mit dem Wassereinzugsgebietsmodell SWAT+ (MÜLLER 2022)

Das Waldwegenetz im Biosphärenreservat Pfälzerwald verdichtet die Böden auf 10,87 % der Gesamtfläche

Wasserhaushaltsparameter	Änderungen in % in Bezug zur reinen Waldfläche
Oberflächenabfluss	+36,2 %
Beitrag in die Vorfluter	+ 12,3 %
Grundwasserneubildung (oberes Grundwasserstockwerk)	-2,0 %
Grundwasserneubildung (tieferes Grundwasserstockwerk)	-1,7 %

Oberflächenabflussspitzen durch das Waldwegenetz (comp) im Pfälzerwald (2001-2010) im Vergleich zur reinen Waldfläche (uncomp) in hoher zeitlicher Auflösung



Hydrologische Folgen des Rückegassennetzes im Pfälzerwald (2001-2010), berechnet mit dem Wassereinzugsgebietsmodell SWAT+ (MÜLLER 2022)

Rückegassen im Abstand von 40 m zueinander = 13,5 % der Waldfläche mit Bodenverdichtung, gemäß des Handbuch Walderschließung, Landesforsten Rheinland-Pfalz (2018)

Bodensubstrat	Änderung des Oberflächenabflusses in % mit Bezug zur unbefahrenen Waldfläche
Sande aus Buntsandsteinverwitterung	+9,00 %
Sandige Lehme	+ 11,18 %
Sandige Schluffe	+126,10 %
Lehme	+46,03 %

Risikobeladen für die Sturzflutentstehung ist auch der Oberflächenabfluss, der durch das Rückegassennetz aus der Waldfläche ausgelöst wird. Allerdings ist die Bodenverdichtung durch schwere Forstmaschinen abhängig vom Bodensubstrat, was sich bei der Steigerung des Oberflächenabflusses deutlich bemerkbar macht.

Da die Böden im Pfälzerwald von sandigen Substraten dominiert werden (zu über 90 %) hat die Befahrung von Waldstandorten im Pfälzerwald insgesamt nur geringe Auswirkungen auf den Gesamtwasserhaushalt. Dagegen ist die Gefahr der Sturzflutentstehung bei schluffigen und lehmigen Substraten erheblich. Damit sind die negativen Auswirkungen des Einsatzes von schweren Forstmaschinen im Pfälzerwald weniger gravierend, aber im Nordteil von Rheinland-Pfalz und im Saarland mit lehmigeren und schluffigeren Bodensubstraten umso bedeutungsvoller für den Oberflächenabfluss.

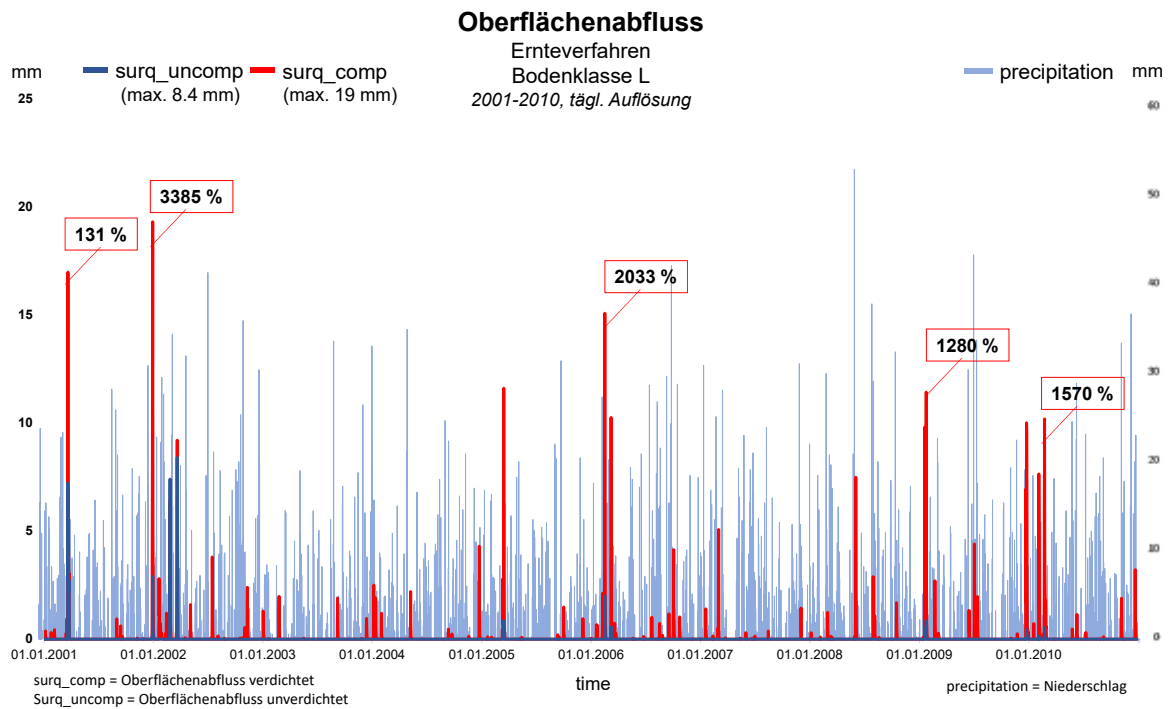
Die versorgende Ökosystemdienstleistung zur Grundwasserneubildung unter Wald

Trinkwasser wird zu erheblichen Anteilen aus Grundwasser gewonnen. Neben den Wasserversorgern entnehmen auch Industrie, Gewerbe und die Landwirtschaft Wasser aus den Grundwasservorräten für Prozesse und Bewässerung. Werden

aber größere Mengen Wasser aus einem Grundwasserleiter entnommen, führt dies regelmäßig zu einer Absenkung des Grundwassers an der Entnahmestelle. Die einzelnen Wasserversorger und die Landwirtschaft konkurrieren dann um die begrenzte Ressource Grundwasser, da die meisten Grundwasserstockwerke über hydraulische Fenster miteinander verbunden sind. Diese Wasserentnahmen können auch Auswirkungen auf die oberen ungespannten Grundwasserleiter haben und die klimabedingte Bodentrockenheit verstärken bzw. verlängern. Aus diesen oberen, nicht gespannten Grundwasserleitern beziehen die Wälder in Trockenperioden ihr Wasser zum Überleben, wenn für die aufstockenden Bäume in ihrem Wurzelraum durch Druckumkehr bereitgestelltes Grundwasser erreichbar ist. Ist dieses durch Absenkung nicht mehr erreichbar, können die betroffenen Wälder unter starken Trockenstress geraten. In der Folge erleiden die Bäume je nach individueller Empfindlichkeit Vitalitätsverluste und können sogar absterben.

Der Pfälzerwald, als größtes geschlossenes Waldgebiet Deutschlands, ist ein überregional bedeutender Grundwasserspeicher. Allerdings hat im Pfälzerwald die Grundwasser-Neubildungsrate seit 20 Jahren gegenüber dem Referenzzeitraum von 1961 – 1990 mit 286 mm/a deutlich abgenommen, im rezenten Beobachtungszeitraum (2011 – 2020)

Oberflächenabflussspitzen durch das Rückegassennetz (comp) bei lehmigen Bodensubstraten im Pfälzerwald (2001-2010) im Vergleich zur reinen Waldfläche (uncomp) in hoher zeitlicher Auflösung (MÜLLER 2022).

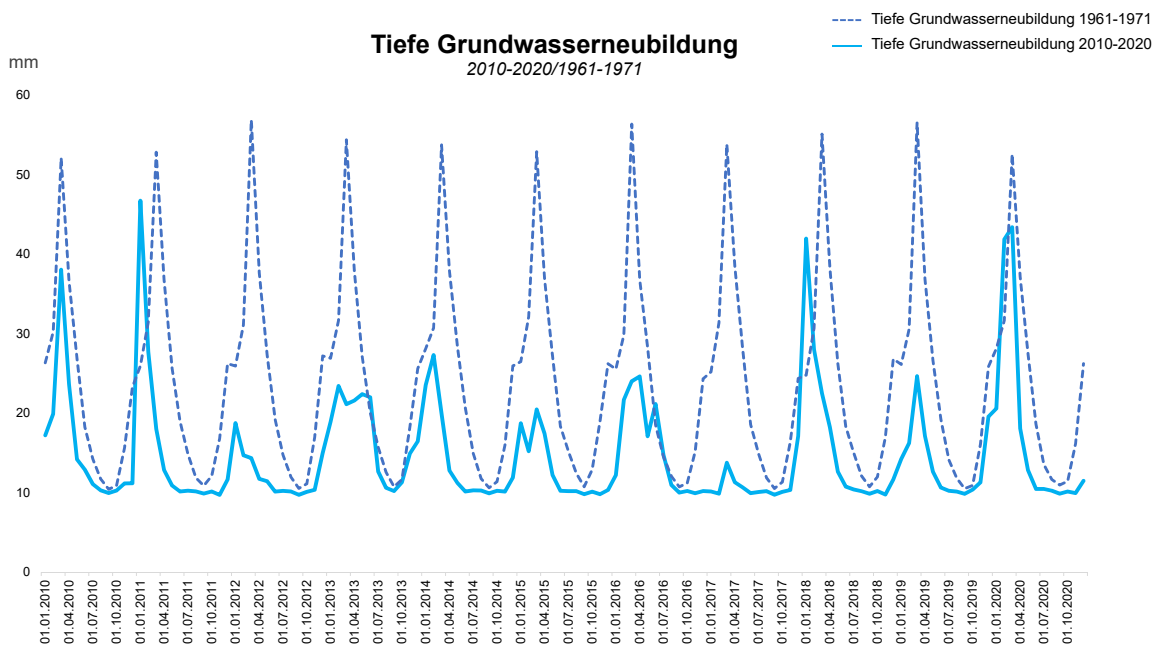


um 38 % auf 178 mm/a. Auch mit den gängigen Klimaprojektionsdaten wird meist ein Rückgang der künftigen Grundwasser-Neubildungsraten prognostiziert. Für die nähere Zukunft (2031 – 2050) von 9 % bis 40 %, für die fernere Zukunft (2071 – 2099) von + 2 % bis 41 %.

Die mit SWAT+ berechneten forsthydrologische Folgen zeigen, dass eine geringe Bodenfeuchte auch in der Zukunft zu erwarten ist und Trockenstress für die Wälder bedeutet. Auch die Grundwasserneubildungsrate geht deutlich zurück, zumindest solange ein Kipp-Punkt zur erhöhten Verdunstung über den Meeren nicht erreicht wird. Beim Oberflächenabfluss deutet sich dagegen keine Entspannung an, sodass immer mit Sturzfluten zu rechnen ist. Mittelwerte sind hier allerdings wenig aussagekräftig, da Abflussspitzen für die Entstehung von Sturzfluten entscheidend sind.

Management der Ökosystemdienstleistungen "Wald für Wasser"

Ursprünglich war die Mittelgebirgslandschaft in Rheinland-Pfalz und im Saarland geprägt durch ausgedehnte Wälder, auch auf nassen Standorten. Bäche und Flüsse mäandrierten in den Bachauen, also in ihren natürlichen Überschwemmungsgebieten. Schon in den ursprünglichen Landschaften gab es bereits Hochwasser, denn Abfluss und Hochwasser sind natürliche Prozesse. Später mit steigender Bevölkerungsdichte nutzten die Menschen das Land zunehmend durch Landwirtschaft, Siedlungsflächen und Verkehrsinfrastruktur. Diese geänderte Flächennutzung verminderte dauerhaft die Wasserversickerung und beschleunigte den Oberflächenabfluss. Gleichzeitig wurden auch die Bach- und Flussauen zunehmend versiegelt, sodass dem erhöhten Oberflächenabfluss nicht mehr genügend Raum blieb, um sich auszubreiten ohne Schäden anzurichten. Zur Schadensvorsorge in der vom Menschen veränderten Mittelgebirgsland-



schaft muss der Oberflächenabfluss kontrolliert werden. Dabei sollte im Wald abfließendes Wasser aus Wegen, Entwässerungsgräben und Rückegassen schon so früh wie möglich kontrolliert in den Wald zurückgeleitet werden, sodass es dort versickern oder sich in bereitgestellten Retentionsräumen verteilen kann.

Der signifikante Einfluss menschlicher Aktivitäten auf wasserbezogene Waldfunktionen macht also die Auseinandersetzung und Überprüfung der waldwirtschaftlichen Eingriffe im Hinblick auf die Erbringung von wasserbezogenen Ökosystemdienstleistungen des Waldes unabdingbar. Zusätzlich zu der hier vorgestellten Studie im Pfälzerwald sollen mit dem rheinland-pfälzischen Landesprogramm „Klimawald2100“ im Modul „Wald und Wasser“ die hydrologischen Folgen der Waldbewirtschaftung auch für andere Regionen analysiert werden. Die daraus gewonnenen Erkenntnisse dienen als Grundlage für die Optimierung von standortsangepassten Praxismaßnahmen zur Ver-

besserung des Wasserrückhaltes und damit zur Vorsorge gegenüber der Entstehung von Sturzfluten und zur Erhaltung der Grundwasserneubildung. Dabei geht es nicht darum, natürliche Gewässerläufe oder einen naturnahen Wasserhaushalt zu verändern. Es sollen vielmehr aus menschengemachten infrastrukturellen Linienstrukturen in die Vorfluter mündende Abflussspitzen verhindert oder zumindest verzögert werden, und möglichst viel Wasser in der Fläche zurückgehalten werden, sodass es dort den Bäumen, bzw. der Grundwasserneubildung zugutekommt.

Dazu bedarf es einer eingehenden Standorts- und Wasserhaushaltsanalyse, um regional angepasste und effektive Maßnahmen zu ergreifen. In der Waldentwicklung geht es darum, die Niederschlagsenergie zu brechen. Mit einem Bodenschutzkonzept soll die Infiltration von möglichst viel Oberflächenwasser ermöglicht werden. In und auf allen linienhaften Infrastruktureinrichtungen wie Wegen, Gräben und Feinerschließungslinien

Änderungssignale von Wasserhaushaltsgrößen in der Vergleichsperiode 1961-1990, in der rezenten Periode 2000-2020 und in den Klimaszenarien 2031-2050 und 2071-2099 im Biosphären-Reservat Pfälzerwald (MÜLLER 2022)

	RCP2.6/RCP8.5						
	1961-190	2000-2020		2031-2050		2071-2099	
	Bezugs- periode	Absolut- werte	% zur Bezugs- periode	worst case	best case	worst case	best case
	% zur Bezugsperiode						
Niederschlag [mm]	1184.56	821.38	-30.66	-36.37	-3.77	-36.01	2.02
aktuelle ET [mm]	707.13	635.7	-10.10	-15.07	3.48	-31.70	4.11
Bodenfeuchte [mm]	246.08	164.17	-33.29	-34.52	-7.52	-38.50	-6.90
Grundwasser- Neubildung [mm]	285.7	177.6	-37.8	-39.45	-9.23	-41.18	2.07
Oberflächen- abfluss [mm]	30	12.47	-58.43	-13.30	-62.18	28.90	-63.13

sollte jeglicher Linienabfluss vermieden und/oder in den benachbarten Waldflächen versickert werden. Schließlich sollten sich Hochwasserwellen in Bachauen, den natürlichen Retentionsräumen für Wasser, ausbreiten können, um sie zeitlich zu verzögern und zu entzerren.

Waldwirtschaftlich sind gut strukturierte, ökologisch stabile, naturnahe, standortsangepasste und klimaresiliente Mischwälder anzustreben. Im Saarland wurde das vom SaarForst Landesbetrieb für den überwiegenden Teil des Staatswaldes bereits umgesetzt. Winterkahle Laubwälder ermöglichen in der laubfreien Zeit einen besseren Wasserzutritt zum Waldboden und wegen verminderter Interzeption außerhalb der Vegetationsperiode eine höhere Grundwasserneubildungsrate. Labile Bestockungen sind im Voraus zu unterpflanzen bzw. zu verjüngen, um ggf. im Störungsfall bereits einen Grundbestand an Waldvegetation zu behalten. Störungsflächen, z.B. nach Borkenkäferkalamitäten, dürfen nicht flächig befahren werden, und bei Aufräumarbeiten sollte möglichst viel Totholz, Ast- und Reisigmaterial auf der Fläche verbleiben, weil es einen Oberflächenabfluss zumindest teilweise abbremsen kann. Besteht jedoch die Gefahr,

dass stärkeres Totholz in nahegelegene Bäche und Flüsse geschwemmt werden kann, so sollte dieses wegen möglicher Verklausungen an Brücken und ähnlichen Hindernissen aus der Fläche entfernt werden. Kahllagen selbst sollten möglichst zeitnah unter Ausnutzung der natürlichen Sukzession wiederbewaldet werden.

Biologisch aktive und durch Befahrung unbelastete Böden besitzen ein wasseraufnehmendes primäres Porensystem. Dieses Porensystem ist durch umfangreiche Bodenschutzmaßnahmen vordringlich zu erhalten. Die Infiltrationsmöglichkeit von Wasser kann durch die Bodenschutzkalkung wegen einer dadurch ausgelösten verbesserten Durchwurzelung und einer gesteigerten Bioturbation verbessert werden. Durch den SaarForst Landesbetrieb wurde auf Basis von Untersuchungen des Bodenchemismus ein landesweites Kalkungskonzept erstellt und auf dieser Grundlage jährlich Bodenschutzkalkungen durchgeführt. Andere Maßnahmen betreffen die Waldwege mit wegebegleitenden Gräben. Ggf. sind nicht benötigte Wege aufzulassen oder sogar zurückzubauen. Beim Wegeneubau, bzw. überall dort wo neue Linienstrukturen geschaffen werden, sind die



Einwirkungen auf das Grundwasser und die Wassereinführung im Einzelfall zu prüfen. In manchen Fällen, z.B. wenn der Weg nicht ganzjährig LKW-fähig sein muss, werden wegebegleitende Gräben auch nicht benötigt. So kann ein überhöhtes Wegerundprofil, welches eine breitflächige Entwässerung in den angrenzenden Wald ermöglicht, genügen. Ein einseitiges Wegequerprofil kann zwar sehr effektiv Wasser vom Wegekörper flächig in den talseitigen Wald leiten. Diese Wege sind jedoch zeitweise, zum Beispiel bei Frost und Eis, nicht befahrbar. Auf der Bergseite können Spitzgräben überschießendes Wasser aufnehmen. Trapezförmige wegebegleitgräben sind grundsätzlich zu vermeiden, da sie sehr viel Wasser aufnehmen und kurzgeschlossen ableiten können, was die Gefahr der Abflusskonzentration und Abflussspitzen steigert. Bevor sich fließendes Wasser auf der Bergseite der Wege sammelt, ist dieses Wasser in breiten diagonalen Vertiefungen über den zusätzlich befestigten Wegekörper auf die Talseite zu leiten und dort flächig im angrenzenden Waldbestand zu verteilen. Auch können Versickerungs- und Verdunstungsmulden auf weniger durchlässigen Böden überschüssiges Wasser aufnehmen.

Solche bis 1 m tiefe und 3 – 6 m³ fassende Mulden müssen jedoch in kurzem Abstand angelegt werden, um deren Aufnahmekapazität nicht zu überschreiten. Damit diese Mulden bei Starkregenereignissen nicht überborden, sollte ein Überlauf in den angrenzenden Waldbestand angelegt werden. Je größer das Volumen des Wegeabflusses wird, desto unwahrscheinlicher wird eine rasche Versickerung und desto mehr Mulden werden benötigt. Diese sollten in einem terrassenförmigen Netzwerk miteinander verbunden werden. Die Belange des Naturschutzes sind bei der Anlage von Sicker- und Verdunstungsmulden zu beachten. Wasserleitungen durch Rohrdurchlässe (Dolen) konzentrieren Wasser in linearen Abflüssen mit der Gefahr der Tiefenerosion. Daher sollten so viele Durchlässe einen Wegekörper queren, dass sich in bergseitigen Gräben kein Wasser ansammelt. Hydrologisch sinnvoller sind Rigolen, die das Wasser durch den aus Grobschlag aufgebauten Wegeunterbau hindurchleiten und dann hangabwärts im Wald versickern lassen. Dabei wird der Wegekörper auf einer Strecke von mehreren Metern und einer Tiefe von bis zu einem Meter ausgebaggert und mit

Grobschlag ohne feinere Korngrößen aufgefüllt. Darüber kann dann eine Tragdeckschicht aufgebracht werden. Hangparallele Wege, die sonst das Hangzugswasser abschneiden und so den Wasserhaushalt erheblich stören, können auch komplett als „Rigole“ ausgebaut werden.

Im saarländischen Staatswald wird auf ein Rückegassenetz mit einem Regelabstand von 40 m geachtet, damit die Verdichtung auf ein entsprechendes Erschließungsnetz konzentriert ist. Aufgrund topografischer Vorgaben kann es dennoch sein, dass vom Regelabstand abgewichen werden muss, zum Beispiel bei der Feinerschließung von Hangflächen, bei Hindernissen. Jedoch sollte das Netz aus Rückegassen nie eine Fläche mit Bodenverdichtung durch Befahrung und damit eine Schädigung des wasser aufnehmen den Bodenporensystems von mehr als 13,5 % der bewirtschafteten Waldfläche überschreiten.

Wegen des erheblichen Risikos von Oberflächenabfluss und Erosion von und auf Rückegassen müssen möglichst alle Bodenschäden vermieden werden.

Grundsätzlich sind nach jeder Holzerntemaßnahme gerade auf Rückegassen Spurgleise zu beseitigen und im hängigen Gelände Wasser-rückleitungsvertiefungen diagonal durch die Rückegasse in den benachbarten Wald anzulegen, um so Erosion oder Oberflächenabfluss zu vermeiden.

Die schützenswerten Quell- und Hangbruchbiotop mit ihren Moorwäldern sind charakteristische Naturelemente in unseren Mittelgebirgen und einzigartige Lebensraumtypen, die der Erhaltung der biologischen Vielfalt dienen. Sie genießen daher auch den besonderen Schutz des § 30 Bundesnaturschutzgesetz (BNatSchG). Ihnen wird wegen ihrer an vorhandenes Wasser gebundenen Eigenschaften oft auch ein Schutz gegen raschen Oberflächenabfluss zugeschrieben. Um diese nassen Standorte für eine auf Produktion ausgerichtete Forstwirtschaft zu gestalten, wurden jedoch schon im 19. Jahrhundert in den hochsensiblen Moorwald-

flächen des Hunsrücks systematisch Netze von Entwässerungsgräben angelegt und unterhalten. Um die typischen Eigenschaften der Hangmoore wiederzugewinnen, wurden diese Entwässerungsgräben auf ersten Flächen in jüngerer Zeit verschlossen. Allerdings reagiert der oberflächennahe Durchfluss in den Hangmoorbereichen fast ohne zeitliche Verzögerung auf Niederschlagsereignisse, und er kann auch innerhalb von wenigen Stunden nach Beendigung des Niederschlagsereignisses wieder deutlich abnehmen. Auch bei anderen anthropogenen Störungen des Wasserhaushaltes auf diesen Nassstandorten, wie Wegebau mit Wegebegleitgräben oder Konzentration des freien Wassers durch Rohrdurchlässe, sinkt der freie Wasserspiegel fast ohne zeitliche Verzögerung ab. Auch bei einer großflächigen Nutzung der Baumbestockung von Hang- und Quellmoorbereichen im Kahlschlag sinkt der freie Wasserspiegel, da sich das Mikroklima in extremer Weise verändert, denn die Verdunstungsebene oberhalb der Baumkronen wird nun auf die Ebene der Torfmoose reduziert. In den wassergesättigten Hangbrüchern muss nun von einer Verdunstung nahe der potenziellen Verdunstung ausgegangen werden, welche nur durch atmosphärische Bedingungen gesteuert wird, während vorher die Spaltöffnungen in den Nadeln und Blätter der aufstockenden Wälder entsprechend dem geringer werdenden Wasservorrat in den Böden die aktuelle Verdunstung eingeschränkt haben. Hinzu kommt, dass die Baumwurzeln das Verdunstungswasser zumindest teilweise aus mehreren Dezimetern Bodentiefe entnehmen. Im Hangbruch ohne Waldbestand stammt das Wasser dagegen unmittelbar aus der Verdunstungsebene, da die Torfmoose keine Wurzeln besitzen und das ungespannte Grundwasser im Idealfall bis an die Oberfläche ansteht.

Aus gestörten Hangmooren fließt das Wasser in stark ausgeprägten Spitzen ab. In naturnahen Hangbrüchern und Waldmooren ist der Abfluss ausgeglichen und ohne wesentliche Abflussspitzen. Hier steht ungespanntes Grundwasser permanent in den obersten Zentimetern der Torfaufgabe an, wenn es das Mikrorelief und die oberflächennahe

Wasserführung durch das Bodensubstrat zulassen. Das Vermeiden von Abflussspitzen und die zeitliche Entzerrung von Abflussspitzen aus unterschiedlichen Seitentälern und von verschiedenen Vorflutern kann aber eine wirksame Maßnahme zur Risikodämmung bei Sturzfluten sein. Renaturierungsmaßnahmen regulieren damit den Oberflächenabfluss, insbesondere, wenn die zurückgebauten Drainage- und Wegebegleitgräben ursprünglich zur Tiefenerosion neigten und nicht Teil des natürlichen, reliefbedingten und permanent vorhandenen Entwässerungssystems waren.

Da Hochwasserwellen auch in unbewirtschafteten Wäldern in Abhängigkeit von den auslösenden meteorologischen Ereignissen und den Standortbedingungen entstehen können und weil auch die umsichtigste Waldbewirtschaftung starke Abflussspitzen nicht verhindern kann, muss dem abfließenden Wasser Platz gegeben werden, wo immer es möglich ist. Um den Abfluss so lange wie möglich hinauszuzögern, muss sich das Wasserrückhaltmanagement darauf konzentrieren, das Wasser in ausreichend dimensionierten Retentionsräumen wie Bach- und Flusstälern zurückzuhalten; sie sind natürliche Retentionsräume. Hier muss sich im Falle von Sturzfluten und Hochwasserwellen Oberflächenwasser in der gesamten Fläche verteilen können, sodass Abflussspitzen gebrochen und zeitlich verzögert werden. Die natürliche Struktur von Waldbächen, Flüssen und Bach- wie Flussauen muss daher geschützt, gefördert oder wiederhergestellt werden, mit dem Ziel, ihre Wasserrückhaltefunktion wiederherzustellen bzw. zu erhalten. Die Fließlinien, die Sohlstruktur sowie der Zustand der Ufer und der Vegetation in den Tälern sollten so natürlich wie möglich sein, um möglichst viel Wasser zurückzuhalten und den Abfluss möglichst lange zu verzögern. Natürliche Bäche und Flüsse haben oft einen unregelmäßigen, mäandrierenden Verlauf, ein reichhaltig und vielfältig strukturiertes Flussbett und eine entsprechende Ufervegetation. Die Bepflanzung mit Weiden in Wellenbrechern und Buhnen als Fließhindernis und zur Unterstützung der Mäandrierung von Bächen und Flüssen ist eine biologisch-technische Maßnahme, um einen

naturnahen Zustand von Flüssen und Auen wiederherzustellen und das Flusstal als Retentionsraum zurückzugewinnen. Waldwege in Überschwemmungsgebieten schränken deren Retentionsvermögen ein. Wenn neue Straßen oder Waldwege entlang von Bach- und Flussläufen gebaut werden, sollten sie weit genug vom Fluss entfernt sein, um einen Konflikt zwischen Flussentwicklung und Straßenbau zu vermeiden. Alte Wege entlang von Flussläufen sind zu deaktivieren und langfristig zu sanieren.

Dem Hochwasserschutz dienen auch künstliche Kleinretentionsräume (Kleinrückhalte), z.B. Wegedämme, die ein Fließgewässer kreuzen, Rückhaltebecken oder ehemalige Fischteiche in engen Kerbtälern. In einer größeren Anzahl terrassenartig hintereinandergeschaltete Rückhaltebecken verzögern auch bei nur geringem Einstauvolumen den ungebremsten Abfluss einer Hochwasserspitze. Kleinrückhalte sollten sich allerdings auch wieder antizyklisch zur Wasserwelle entleeren.

Zur Ausnutzung eines effektiven Wasserrückhalte- und -speichervermögens im Wald müssen alle örtlich möglichen Maßnahmen ergriffen werden und zwar beginnend nahe am Ort der Abflussentstehung. Im engen räumlichen Zusammenhang wirkt sich jede Maßnahmenkombination positiv auf die Spitzenabflussminderung aus und Abflussspeaks werden zeitlich entzerrt. Kleinräumlich führt jede zusätzliche Hochwasservorsorgemaßnahme zu einer Verlängerung der Periode, in der Hochwasser zu erwarten ist. Ab einer gewissen Schwelle sind die Hochwasserwellen allerdings so groß, dass selbst die Kombination verschiedener Landnutzungsmaßnahmen nur noch einen untergeordneten Einfluss auf den Gesamtabfluss haben. Ab da schützen nur noch technische Maßnahmen und Vorwarnsysteme. Dieser Schwellenwert hängt von der meteorologischen Situation, vom Standort und seiner Wasserspeicherkapazität, damit vom Boden, von der Geologie, von der Landnutzung und der Landschaftsmorphologie ab.

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

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	
2022	2400	20	43	37	29,9	3,5	3,5	26,7
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	
2022	535	19	44	37	33,5	2,8	0,9	25,1
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	
2022	692	20	43	37	35,3	1,3	0,4	23,8
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	
2022	302	8	39	53	33,8	1,7	17,9	39,5
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	schwach geschädigt	Summe deutlich geschädigt	mittelstark geschädigt	stark geschädigt	abgestorben	
		0	1	2 bis 4	2	3	4	
2022	241	25	48	27	22,4	2,5	2,1	22,5
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 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	
2022	630	26	42	32	21,9	7,6	2,5	26,6
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 2022

Baumart	Kollektiv der Waldzustandserhebung			Anteil laut BWI 2012 in %
	Häufigkeit	Anteil in %	Mittleres Alter	
Trauben- / Stieleiche	692	28,8%	104	21,1 %
Buche	535	22,3%	98	23,1%
Fichte	301	12,5%	70	14,5%
Waldkiefer	207	8,6%	101	5,4%
Birke	100	4,2%	55	
Esche	92	3,8%	75	
Bergahorn	71	3,0%	58	
europäische Lärche	68	2,8%	82	3,4%
Douglasie	65	2,7%	51	4,2%
Kirsche	51	2,1%	56	
Hainbuche	43	1,8%	76	
Schwarzkiefer	34	1,4%	85	
japanische Lärche	23	1,0%	70	
Spitzahorn	22	0,9%	49	
Aspe	15	0,6%	43	
Schwarz- / Grauerle	14	0,6%	80	
Pappel	10	0,4%	63	
Ulme	10	0,4%	67	
Robinie	9	0,4%	78	
Feldahorn	9	0,4%	42	
Eberesche	7	0,3%	32	
Weymouthskiefer	5	0,2%	113	
Küstentanne	4	0,2%	51	
Roteiche	3	0,1%	120	
Birne	2	0,1%	41	
Mehlbeere	2	0,1%	66	
Traubenkirsche	2	0,1%	41	
Holzapfel	1	0,0%	41	
Linde	1	0,0%	96	
Sitkafichte	1	0,0%	48	
Walnuß	1	0,0%	41	
Gesamt	2400	100 %	86	71,7 %

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
	2022	0,1	6,2	22,8	24,5	17,0	8,3	8,0	5,8	7,2
Buche	1994	3,7	11,2	23,6	9,3	16,1	6,0	11,0	9,5	9,7
	2022	0,0	1,1	19,6	28,0	12,7	8,6	11,6	8,0	10,3
Eiche	1994	0,9	10,4	31,8	11,8	12,7	8,9	12,2	4,5	6,9
	2022	0,0	4,6	7,2	28,5	16,5	6,9	11,4	13,0	11,8
Fichte	1994	5,5	61,3	15,5	6,2	11,6	0,0	0,0	0,0	0,0
	2022	0,0	1,3	49,0	17,2	19,2	10,3	3,0	0,0	0,0
Kiefer	1994	0,4	9,7	28,7	11,3	29,1	7,7	13,0	0,0	0,0
	2022	0,0	5,4	10,8	10,8	29,9	15,8	12,4	1,7	13,3
Esche	1994	35,7	23,5	26,5	2,0	2,0	10,2	0,0	0,0	0,0
	2022	0,0	2,2	34,8	13,0	35,9	4,3	9,8	0,0	0,0
Birke	1994	9,5	61,9	22,2	0,0	0,0	6,3	0,0	0,0	0,0
	2022	0,0	22,0	40,0	21,0	16,0	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
	2022	2,0	31,4	30,4	17,6	17,6	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
	2022	0,0	4,4	1,1	72,5	7,7	11,0	1,1	0,0	2,2
Douglasie	1994	27,5	60,0	0,0	0,0	12,5	0,0	0,0	0,0	0,0
	2022	0,0	13,8	67,7	12,3	0,0	6,2	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 2022 und 2021 bonitierten, identen Probebäume					
Baumart (Baumartengruppe)	Anzahl der Probebäume	Mittleres Verlustprozent			Signifikanz (zweiseitig)
		2022	2021	2022-2021	
Alle Baumarten	2352	26,82	25,32	1,50	0,000 s.
Eiche	678	23,83	27,52	-3,69	0,000 s.
Buche	526	25,13	27,02	-1,89	0,000 s.
Fichte	289	40,42	34,36	6,06	0,000 s.
Fichte o.a.B.*	235	26,72	25,34	1,38	0,048 s.
Kiefer	236	22,78	17,48	5,30	0,000 s.
Esche	92	51,14	30,00	21,14	0,000 s.
Birke	100	23,15	18,60	4,55	0,002 s.
Lärche	91	28,46	23,63	4,83	0,003 s.
Ahorn	100	10,80	7,75	3,05	0,012 s.
Douglasie	63	28,81	29,84	-1,03	0,422 n.s.

* ohne 2022 oder 2021 abgestorbene Probebäume

Ausmaß und Ursachen des Ausscheidens von Probebäumen

Im Jahr 2022 sind insgesamt 72 Probebäume ausgeschieden, von denen 48 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. Alle Aufnahmepunkte konnten aufgesucht und die Erhebung durchgeführt werden.

Die Gründe für das Ausscheiden der Probebäume sind vielfältig:

- 8 infolge regulärer, planmäßiger Nutzung zur Holzernte
- 45 infolge außerplanmäßiger Nutzung nach Insekten- oder Pilzbefall
- 2 infolge außerplanmäßiger Nutzung nach Sturmwurf, Schneebruch oder Blitzschlag
- 1 Nutzung zur Holzernte; ob planmäßig oder außerplanmäßig blieb unbekannt
- 1 umgeworfen oder umgebogen infolge Sturm oder Schneedruck
- 0 durch Sturm angeschoben oder hängt in einem Nachbarbaum
- 3 haben durch einen Kronenbruch über die Hälfte ihrer grünen Krone verloren
- 4 von Nachbarbäumen vollständig überwachsen
- 7 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

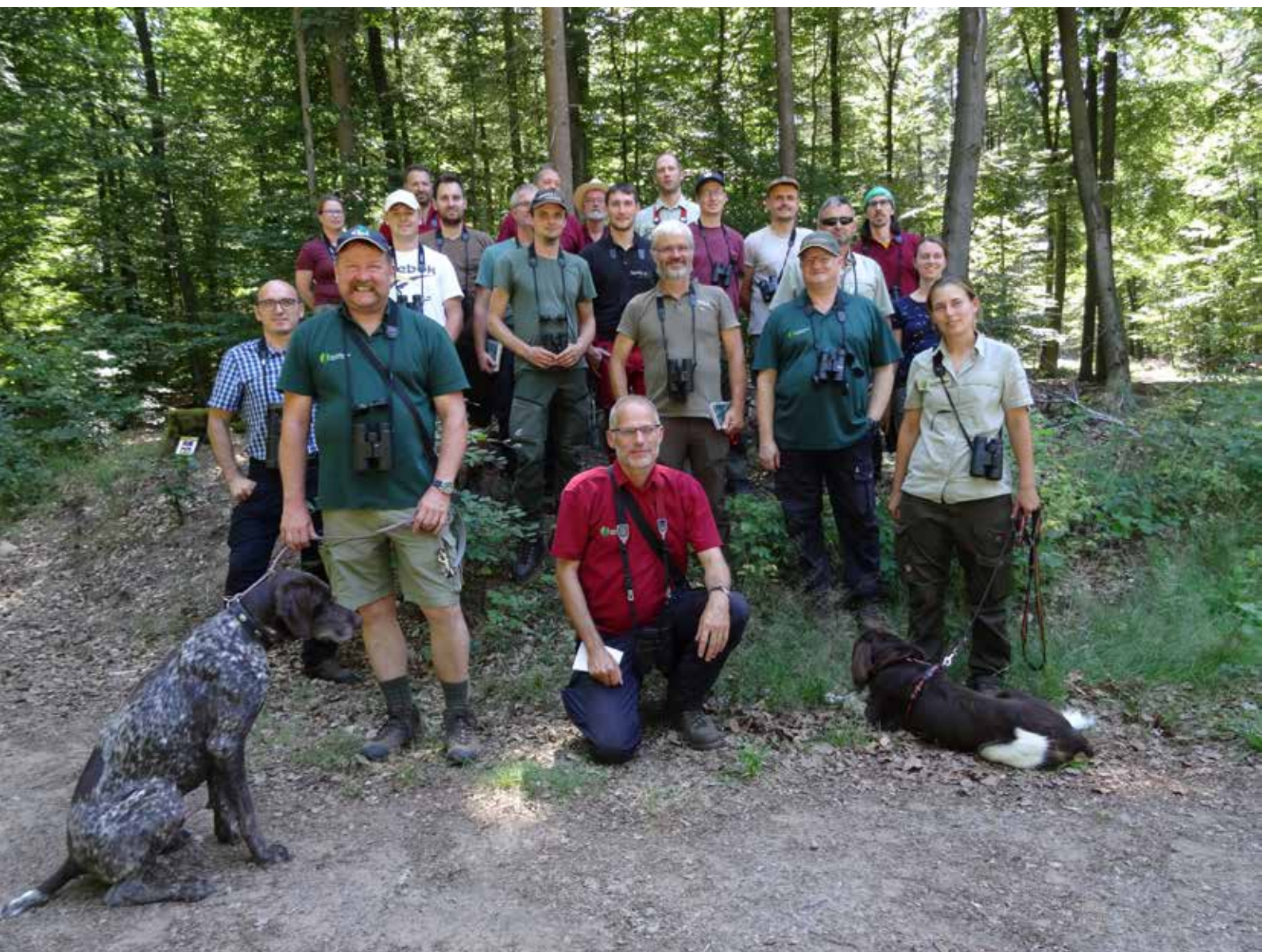
Die ausgeschiedenen Probebäume werden im Zuge der Waldzustandserhebung nach objektiven Kriterien ersetzt. Die Schadstufenverteilung der Ersatzbäume wird der ihrer Vorgänger zum jeweils letzten Bonitierungsstermin gegenübergestellt. Auf diese Weise kann abgeschätzt werden, welchen Einfluss Ausscheiden 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 2022	48	29,2	50,0	20,8	0,0	0,0	20,8
Vorgänger 2021	72	12,5	47,2	16,7	2,8	20,8	40,3

Im Jahr 2022 ist der Anteil deutlich geschädigter Probebäume unter den ausgeschiedenen Probebäumen niedriger als unter den Ersatzbäumen; insbesondere abgestorbene Bäume (Schadstufe 4) wurden entnommen. 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 2022 waren 35 Probebäume (1,4 %) frisch abgestorben, die mit 100 % Kronenverlichtung im Probebaumkollektiv verblieben sind. 48 weitere tote Probebäume stehen ebenfalls mit 100 % Kronenverlichtung im Kollektiv, waren jedoch bereits im Vorjahr abgestorben. 15 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 Schadniveau 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.



Das Team der Waldzustandserhebung 2022 Rheinland-Pfalz & Saarland bei der Abstimmungsbonitur in Tripstadt
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

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

Nationales Luftreinhalteprogramm

Jahr Ziel

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

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 Herstellung von Biokraftstoffen (Biokraft-NachV)
TA Luft	2002	Neufassung der Technischen Anleitung zur Reinhaltung der Luft, Emissionsbegrenzung bei Industrieanlagen nach dem Stand der Technik
Änderungen der Kfz-Steuerregelung	2009	Ausrichtung der Kfz-Steuer für Pkw nach dem Emissionsverhalten und CO ₂ -Emissionen
EURO 1 Norm für Pkw	1991	Verschärfung der Abgasgrenzwerte für Pkw ab 1992/93
EURO I Norm für Lkw	1991	Verschärfung der Abgasgrenzwerte für Lkw ab 1992/93
EURO II Norm für Lkw	1991	2. Stufe der Abgasgrenzwerte für Lkw ab 1995/96
EURO 2 Norm für Pkw	1994	2. Stufe der Abgasgrenzwerte für Pkw ab 1996/97
EURO 3 Norm für Pkw	1998	3. Stufe der Abgasgrenzwerte für Pkw ab 2000/2001
EURO 4 Norm für Pkw	1998	4. Stufe der Abgasgrenzwerte für Pkw ab 2005/2006
EURO 5 Norm für Pkw	2006	5. Stufe der Abgasgrenzwerte für Pkw ab 2009/2010
EURO III Norm für Lkw	1999	3. Stufe der Abgasgrenzwerte für Lkw ab 2000
EURO IV Norm für Lkw	1999	4. Stufe der Abgasgrenzwerte für Lkw ab 2005
EURO V Norm für Lkw	1999	5. Stufe der Abgasgrenzwerte für Lkw (NO ₂) ab 2008
EURO 6 Norm für Pkw	2007	6. Stufe der Abgasgrenzwerte für Pkw ab 2014/2015
EURO VI Norm für Lkw	2007	6. Stufe der Abgasgrenzwerte für Lkw ab 2013/2014
EURO 6d-TEMP Norm für PKW	2017	Stufe der Abgasgrenzwerte für Diesel-PKW ab 2017/2019
EURO 6d Norm für PKW	2017	Stufe der Abgasgrenzwerte für Diesel-PKW ab 2020/2021
Verordnung über Erhebungen zum forstlichen Umweltmonitoring, ForUmV	2013	Datengrundlage für forst- und umweltpolitische Entscheidungen sowie Berichterstattung

Diese 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, Klima,
Mobilität, Agrar 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,
Klima, Mobilität, Agrar
und Verbraucherschutz

SAARLAND

