



# WALDZUSTANDS- BERICHT 2018



## Impressum

### Herausgeber

Ministerium für Umwelt und  
Verbraucherschutz Saarland  
Keplerstr. 18  
66117 Saarbrücken

Ansprechpartner:  
MR Dr. Hubertus Lehnhausen  
Telefon: 0681 501-4622

### Gestaltung

Zentralstelle der Forstverwaltung  
Forschungsanstalt für Waldökologie und  
Forstwirtschaft Rheinland-Pfalz  
Hauptstr. 16  
67705 Trippstadt  
Telefon: 06306 911-0, Fax: 06306 911-200  
[zdf.fawf@wald-rlp.de](mailto:zdf.fawf@wald-rlp.de)  
[www.fawf.wald-rlp.de](http://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](mailto:lua@lua.saarland.de)

Universität Trier  
FB VI, Geobotanik  
54286 Trier  
Telefon: 0651 201-0  
[www.uni-trier.de](http://www.uni-trier.de)

SaarForst Landesbetrieb  
Von der Heydt 12  
66115 Saarbrücken  
Telefon: 0681 9712-01, Fax: 0681 9712-150  
[poststelle@sfl.saarland.de](mailto:poststelle@sfl.saarland.de)  
[www.saarforst-saarland.de](http://www.saarforst-saarland.de)

Saarbrücken, November 2018  
als Download  
[www.saarland.de/waldzustandsbericht.htm](http://www.saarland.de/waldzustandsbericht.htm)

Titelbild:

Strukturreicher Buchenwald

Foto: Saarforst

# WALDZUSTANDS- BERICHT 2018

	Seite
<b>Vorwort</b>	<b>4</b>
<b>Waldzustand 2018 - Ein Überblick</b>	<b>6</b>
<b>Waldzustandserhebung (WZE)</b>	<b>10</b>
<b>Einflüsse auf den Waldzustand</b>	<b>26</b>
■ Entwicklung der Luftschadstoffbelastung	27
■ Witterungsverhältnisse	35
■ Allgemeine Waldschutzsituation	39
<b>Waldkalkung im Saarland</b>	<b>44</b>
<b>Die Eiche im Klimawandel: Mit Vitamin C und Gerbstoffen gegen die Trockenheit</b>	<b>54</b>
<b>Der Hirschkäfer: Sonnenliebender Baumstammrecycler in Wald und Garten</b>	<b>60</b>
<b>Waldschutz und Klimastress (am Beispiel der Douglasie)</b>	<b>70</b>
<b>Anhänge</b>	
■ Zeitreihentabellen der Anteile der Schadstufen	76
■ Probestaumkollektiv 2018	82
■ Zusammensetzung des Probestaumkollektives nach Altersklassen	83
■ Statistische Signifikanz der Veränderungen der mittleren Kronenverlichtung	84
■ Ausmaß und Ursachen des Ausscheidens von Probestaumen	85
■ Abkommen und gesetzliche Regelungen zur Luftreinhaltung	86

# VORWORT



Foto: Th. Wehner

Liebe Leserinnen und Leser,

seit mehr als 30 Jahren veröffentlichen wir unseren Waldzustandsbericht. Dabei lässt dieser Bericht immer mehr Rückschlüsse auf die Umwelteinflüsse von außerhalb des Waldes zu.

Es ist keine Überraschung, dass ein so extrem trockener und warmer Sommer, wie der 2018, dem Wald mächtig zusetzt. Dieses Wetterextrem ist zum guten Teil vom Menschen gemacht. In den zurückliegenden 100 Jahren wirtschaftlicher Entwicklung wurde der Schutz von Natur und Umwelt nicht immer ausreichend berücksichtigt. Das müssen Politik und Gesellschaft jetzt nachholen, und zwar jeder an dem Ort, an dem er die Verantwortung trägt. So muss auch die saarländische Landesregierung ihren Teil dazu beitragen, die Beeinträchtigungen der Umwelt zu reduzieren und damit den Klimawandel abzumildern – egal, ob andernorts womöglich zu wenig getan wird. Das kann keine Rechtfertigung dafür sein, bei den eigenen Anstrengungen nachzulassen.

Der Wald leidet. Früher überwiegend ausgelöst durch die hohen Einträge von Schwefelverbindungen, heute vor allem durch die hohen Einträge von Stickstoffverbindungen. Daher befasst sich der Waldzustandsbericht 2018 detailliert mit diesem Thema. Der Wald ist jedoch ein wichtiger Baustein, um die Klimaziele der Bundesregierung erreichen zu können und damit internationalen Vereinbarungen nachzukommen. 14 Prozent der in den Klimazielen festgelegten jährlichen CO<sub>2</sub>-Reduktion haben mit Wald und Forstwirtschaft zu tun, durch die



- Produktion eines Rohstoffes Holz, bei dessen Herstellung kein fossiler Kohlenstoff freigesetzt wird
- Speicherung von Kohlenstoff aus der Atmosphäre in Waldbäumen mit seiner lebenden und toten Biomasse sowie im Waldboden.

In diesem Jahr blicken wir auch auf 30 Jahre naturnahe Waldwirtschaft im Saarland zurück, die wir mit vielen Veranstaltungen zwischen März und Oktober ins öffentliche Bewusstsein gerückt haben. Schadstoffe und Klimawandel belasten zwar den Wald, unabhängig ob er naturnah oder naturfern bewirtschaftet wird, aber die Reaktionsmöglichkeiten sind in einem Baumarten- und altersgemischten Wald sehr viel größer. Die Lage für den Wald wäre sicherlich noch dramatischer, wenn die in den 80-er Jahren geplante Altersklassenwirtschaft beibehalten worden wäre.

Wie gesund ist also unser Wald in 2018?

Die Fichte litt unter der Hitze des Sommers wie noch nie zuvor. Der Borkenkäfer hatte leider beste Voraussetzungen zur massenhaften Vermehrung. Es gab drei erfolgreiche Generationen, denen viele Fichtenbestände nicht mehr standhalten konnten. Das führt jetzt schon zu einem deutlichen höheren Ausfall an Fichten durch zwangsweise Holzernte, der in seinem ganzen Ausmaß erst Ende September sichtbar wurde. Der Schaden trifft genau jene Baumart, deren Rohstoff vor allem in der Bauindustrie gebraucht wird.

Die Buchen zeigen gegenüber dem Vorjahr keine Verschlechterung. Sie reagieren auf trockene

Sommer aber häufig erst in den Folgejahren mit Schadmerkmalen. Klar verschlechtert hat sich jedoch der Kronenzustand der Eichen. Der Anteil deutlich geschädigter Bäume ist um 19 Prozentpunkte gegenüber dem Vorjahr angestiegen, der Anteil ohne sichtbare Schäden um 20 Prozentpunkte zurückgegangen. Die Baumart Esche leidet weiterhin so stark am Eschentriebsterben, dass sie wahrscheinlich aus unseren Wäldern weitgehend verschwinden wird. Entwarnung besteht 2018 bei der Kiefer, deren Schadniveau derzeit in vergleichbarer Höhe wie vor 30 Jahren liegt.

Bei Betrachtung der Schadstufenverteilung über alle Baumarten ist keine dramatische Verschlechterung eingetreten. Der Gesamtzustand der Waldbäume im Saarland präsentiert sich seit rund 10 Jahren als stabil. Mit 21 Prozent Anteil Bäume ohne Schadmerkmale liegen wir besser als in den Jahren 2006 bis 2008 und 2015, in denen der Wert unter 20 Prozent gerutscht war. Mehr denn je lohnt es sich, alle Anstrengungen zu unternehmen, die Schadstoffbelastung zu reduzieren und den Wald auch künftig naturnah zu bewirtschaften, damit er zugleich den Anforderungen als Rohstofflieferant, Lebensraum für heimische Tier- und Pflanzenwelt und Erholungsraum für Menschen unter den Bedingungen des Klimawandels gerecht werden kann.

Ihr Reinhold Jost  
Minister für Umwelt und Verbraucherschutz  
Saarland

# WALDZUSTAND 2018



# EIN ÜBERBLICK

Im Jahr 2018 ist der Kronenzustand bei Buche, Fichte und Kiefer gegenüber dem Vorjahr weitgehend unverändert. Bei der Eiche ist dagegen das Schadniveau angestiegen. Über alle Baumarten hat sich der Anteil an Bäumen mit deutlichen Schäden um 3 Prozentpunkt auf 29 % erhöht, der Anteil schwach geschädigter Bäume ist um 5 Prozentpunkte auf jetzt 50 % angestiegen und der Anteil an Bäumen ohne sichtbare Schadmerkmale um 8 Prozentpunkte auf 21 % zurückgegangen. Die mittlere Kronenverlichtung liegt um 2,1 Prozentpunkte über dem Wert des Vorjahres.

Nach wie vor werden die Wälder durch Luftschadstoffe belastet. Die Säurebelastung übersteigt trotz Erfolgen bei Schwefel und Schwermetallen immer noch das Pufferpotential vieler Waldbestände. Gegenmaßnahmen, wie die Bodenschutzkalkung, sind daher weiterhin erforderlich. Vor allem die Stickstoffeinträge übersteigen die Schwellenwerte der Ökosystemverträglichkeit. Auch Ozon wirkt weiterhin waldschädigend. Die Verträglichkeitsgrenzen für Waldbäume werden an allen Messstandorten überschritten.

Das Jahr 2018 war gekennzeichnet durch die seit den Wetteraufzeichnungen 1881 höchsten Temperaturen für den Zeitraum April bis August im Saarland. Durch Starkregenereignisse fielen aber bis Juli immerhin soviel Niederschläge, dass im Gegensatz zu den meisten Gebieten in Deutschland, deutliche Trockenschäden an den Waldbäumen ausblieben.

Der heiß-trockene Witterungsverlauf hat direkte Wirkungen wie frühzeitige Herbstverfärbungen, ab Ende Juli auf trockeneren Standorten in exponierten Lagen zu beobachten, und indirekte Wirkungen

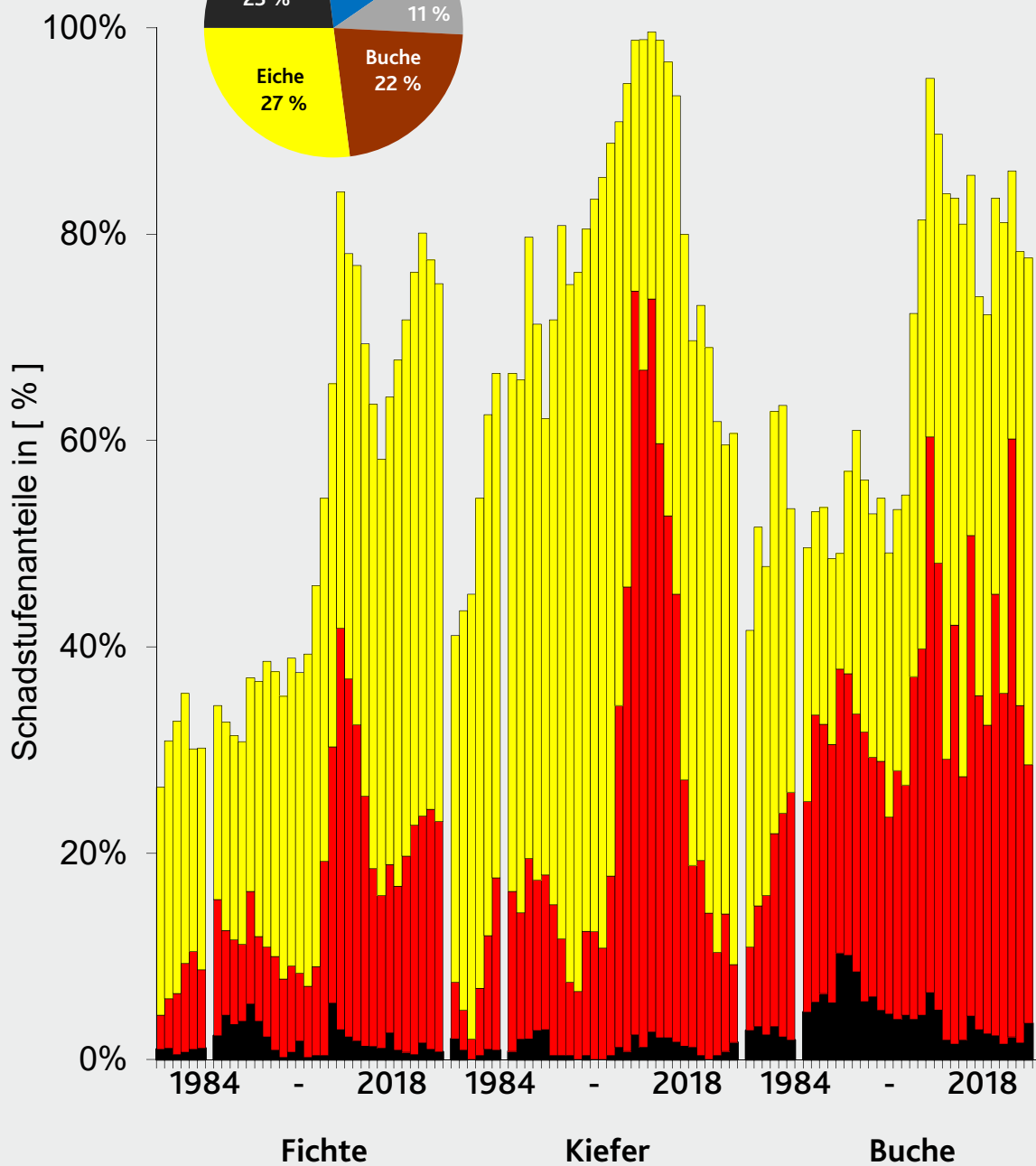
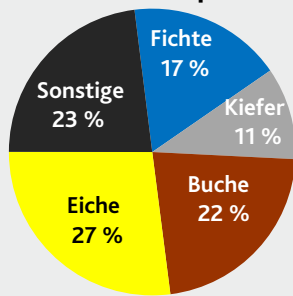
zur Folge. Seit 1990 auftretende erhöhte Temperaturen führen zu immer häufigeren Trockenstressperioden. Diese schwächen die Bäume und macht sie anfälliger hinsichtlich ihrer Gegenspieler (Schadorganismen), wobei zumindest die Insekten zusätzlich von einer Temperaturerhöhung profitieren. Gleichzeitig häufen sich, wie in diesem Jahr besonders für Pollenallergiker erkennbar, Blüte und nachfolgende Fruktifikation der Bäume. Diese natürlichen Vorgänge verbrauchen Energie und können ebenfalls zur Schwächung der Bäume beitragen. Dies Zusammenhänge werden in diesem Bericht erläutert und beispielhaft anhand von Untersuchungen aus Rheinland-Pfalz dargestellt.

Zur Abmilderung der Bodenversauerung hat sich das Saarland an einem Modellvorhaben des Bundesministeriums zur Ernährung und Landwirtschaft zur Förderung von „Maßnahmen zur nachhaltigen Nährstoffversorgung und Gesunderhaltung von Wäldern“ beteiligt. Über dieses von 2015 bis 2017 laufende Projekt wird ausführlich berichtet.

Ein weiterer Bericht befasst sich mit einem Sonderprojekt aus Rheinland-Pfalz, in dem die Gründe für die Widerstandsfähigkeit der Eichen gegenüber Trockenheit analysiert wurden – ein wichtiges Thema in Zeiten des Klimawandels.

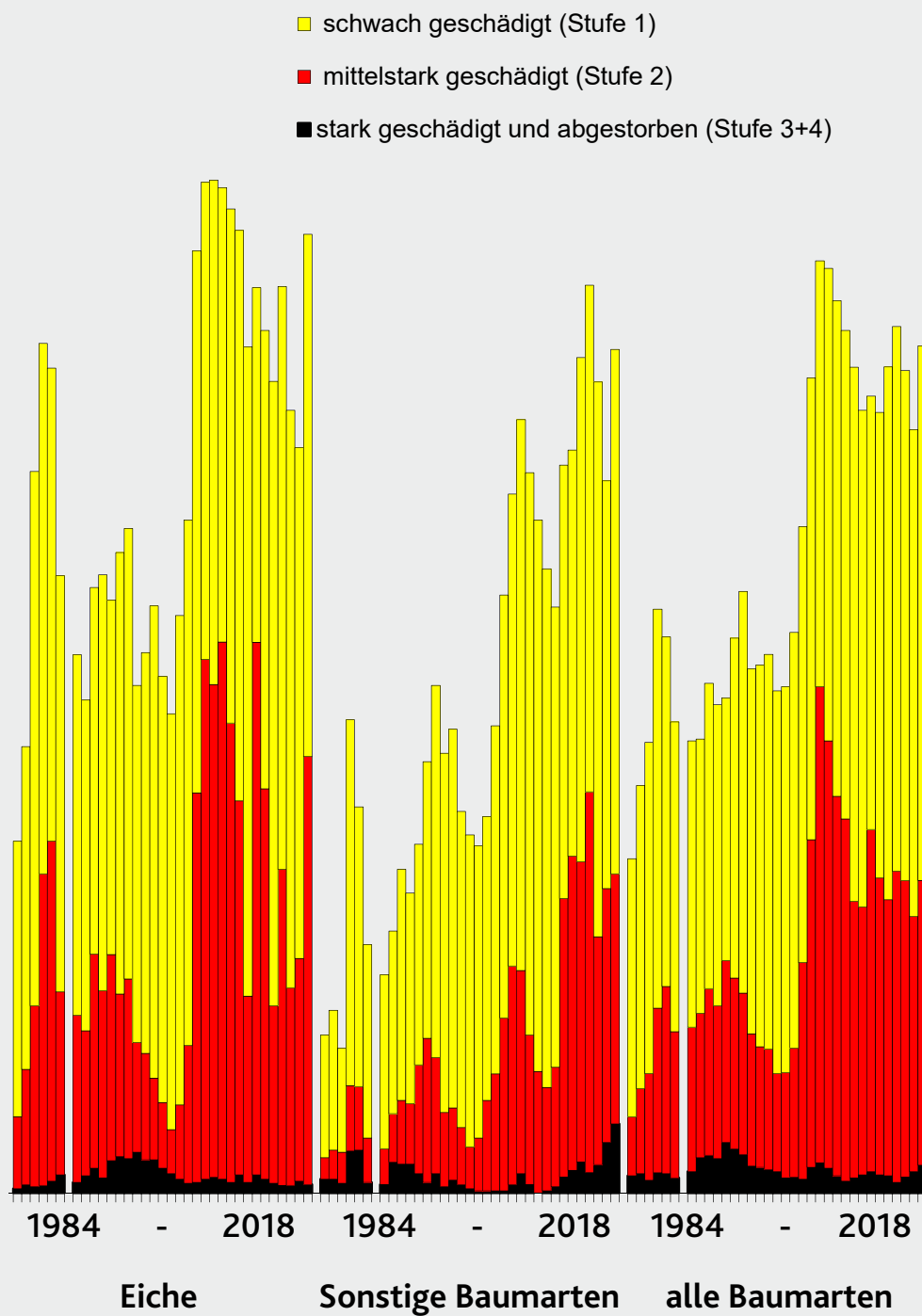
Erhaltung und Schutz von Vielfalt der Natur werden in hohem Umfang ehrenamtlich durchgeführt. Der aktuelle Bericht enthält einen ausführlichen Beitrag eines Försters an der Mosel zu Verbreitung, Lebensweise und Schutzmöglichkeiten des Hirschkäfers – ein schönes Beispiel wie privates Engagement zum Nutzen von Natur- und Artenschutz führt.

Anteil der Baumarten  
an der Stichprobe





## Entwicklung der Waldschäden von 1984 bis 2018 im Saarland



# WALDZUSTANDS- ERHEBUNG (WZE)



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

Im Jahr 2018 hat sich der Kronenzustand gegenüber dem Vorjahr im Schnitt über alle Baumarten leicht verschlechtert. Ein Anstieg des Schadniveaus ist bei Eiche, Lärche, Birke, Ahorn und anderen Nebenbaumarten zu verzeichnen. Buche, Fichte und Kiefer präsentieren sich in ihrem Kronenzustand weitgehend unverändert.

### Durchführung

Die Waldzustandserhebung 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 Waldzustandserhebung in Folge der Schäden der Frühjahrsstürme Vivian und Wiebke ausfallen. 2018 umfasst das Aufnahmeraster 98 Aufnahmepunkte, wobei an zwei Punkten zurzeit kein geeigneter Waldbestand stockt, um Probestämme auszuwählen. An diesen Punkten kann erst wieder eine Aufnahme erfolgen, sobald der nachfolgende Jungbestand etabliert ist. Insgesamt wurden an 96 Aufnahmepunkten 2304 Stichprobenbäume begutachtet.

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 ihre Verteilung nach Altersklassen findet sich im Anhang des Berichtes.

Die Außenaufnahmen erfolgten einschließlich Abstimmungsübung und Kontrollaufnahmen in der Zeit vom 16. Juli bis 03. August 2018.

5 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 <http://www.thuenen.de/de/wo/projekte/wald-monitoring/projekte-waldzustandserhebung/bundesweite-waldzustandserhebung/> und [www.futmon.org](http://www.futmon.org) und [www.icp-forests.org](http://www.icp-forests.org)

**Wald bei Freisen am 06. August**  
**Trockenschäden im Vordergrund an Birken,**  
**im mittleren Bereich an Kirschen**

Foto: Th. Wehner

## Kombinierte Schadstufe aufgrund von Nadel-/Blattverlusten und Vergilbung

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

### Waldzustand allgemein

Für die gesamte Waldfläche des Saarlandes über alle Baumarten und Altersstufen hat sich der Zustand des Waldes insgesamt gegenüber dem Vorjahr leicht verschlechtert. Der Anteil an Probebäumen mit deutlichen Schäden ist um 3 Prozentpunkte angestiegen, der Anteil ohne sichtbare Schadmerkmale um 8 Prozentpunkte zurückgegangen. Die mittlere Kronenverlichtung liegt um 2,1 Prozentpunkte über dem Wert des Vorjahres, diese Veränderung ist statistisch signifikant.

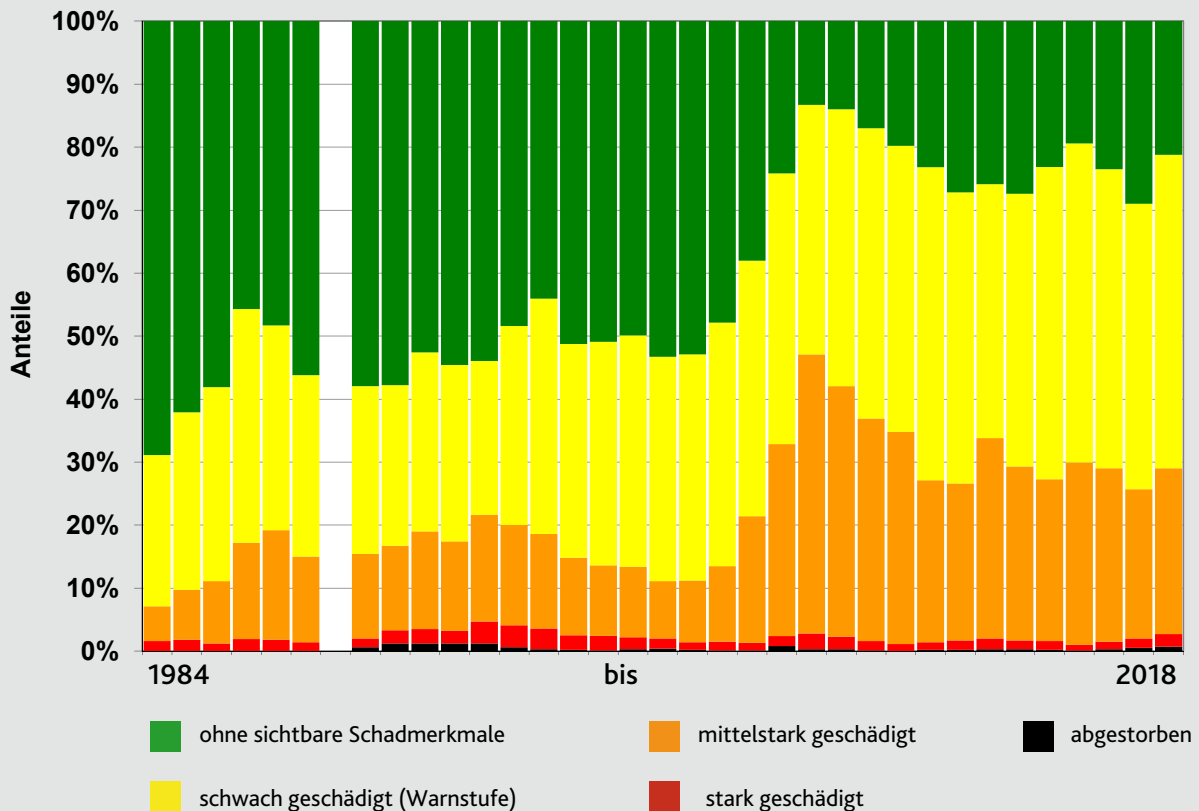
Die Entwicklung bei den einzelnen Baumarten differiert erheblich. Verschlechtert hat sich der Kronenzustand bei Eiche, Esche, Lärche, Birke und Ahorn. Weitgehend unverändert präsentieren sich Buche, Fichte und Kiefer. Die Douglasie präsentiert sich in ihrem Kronenzustand besser. Durch die Gegenüberstellung der sowohl 2017 als auch 2018 erhobenen Probebaumindividuen (identische Probebäume) 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.

Der Witterungsverlauf 2018 war gegenüber der Referenzperiode zu warm und zu trocken. Nur Februar und März waren vergleichsweise kalt, und nur Januar und Mai brachten überdurchschnittliche, der Juni durchschnittliche Niederschläge. Die

Winterniederschläge führten jedoch zu einer guten Füllung der Wasserspeicher des Bodens. Mit dem warm - trockenen April startete die Vegetation sehr früh und schnell. Die Bodenwasservorräte erlaubten einen normalen Frühjahrsaustrieb, der bei vielen Baumarten mit einer starken Blüte verbunden war. Der Mai und Juni brachten Niederschläge, die den Fruchtansatz begünstigten. Die Früchte wurden vorrangig versorgt und zur Reife gebracht, das Wachstum der Triebe und Blätter / Nadeln blieb demgegenüber zurück. Die Ende Juni beginnende Trockenphase bei gleichzeitig hohen Temperaturen führte, je nach lokalen Niederschlagsereignissen und Bodenwasserhaltekapazität, zu kleinräumig unterschiedlich ausgeprägtem Trockenstreß. In der zweiten Julihälfte wurden die Defiziten im Wasserhaushalt immer ausgeprägter. Auf schlecht versorgten Standorten wurden erste Trocknisschäden sichtbar, die im Laufe des Augusts zusehens deutlicher wurden. Den gesamten Sommer über traten Gewitter und Extremwetterlagen auf, die einerseits in den Randlagen maßvolle Niederschläge brachten, andererseits in ihrem Zentrum kleinräumig, lokal begrenzt zu Schäden durch Sturm, Starkregen oder Hagel führten.

Darüber hinaus war Insektenfraß in vielen Laubbaumbeständen zu beobachten, trat aber etwas weniger häufig in Erscheinung als im Vorjahr. Er blieb im allgemeinen unter der kritischen Schwelle, ab der ein Einfluss auf den Kronenzustand zu erwarten ist. Bei den Pilzkrankheiten sind Dougla-

## Entwicklung der Schadstufenverteilung über alle Baumarten



sien schützte und Eschentriebsterben von entscheidendem Einfluss auf den Kronenzustand dieser beiden Baumarten. Bei den anderen Baumarten wurde ein Pilzbefall der Nadeln oder Blätter in 2018 meist nur in den unteren Bereichen der Baumkronen beobachtet und lag damit außerhalb des Boniturbereiches für die Kronenzustandsansprache. Vergilbungen an Nadel- oder Blattorganen sind im Berichtsjahr nur in geringem Umfang beobachtet worden.

### 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 weitgehend unverändert. Der Anteil der deutlichen Schäden ist um 5 Prozentpunkte niedriger, der Anteil an Probestämmen ohne sichtbare Schadmerkmale ist unverändert. Die mittlere Kro-

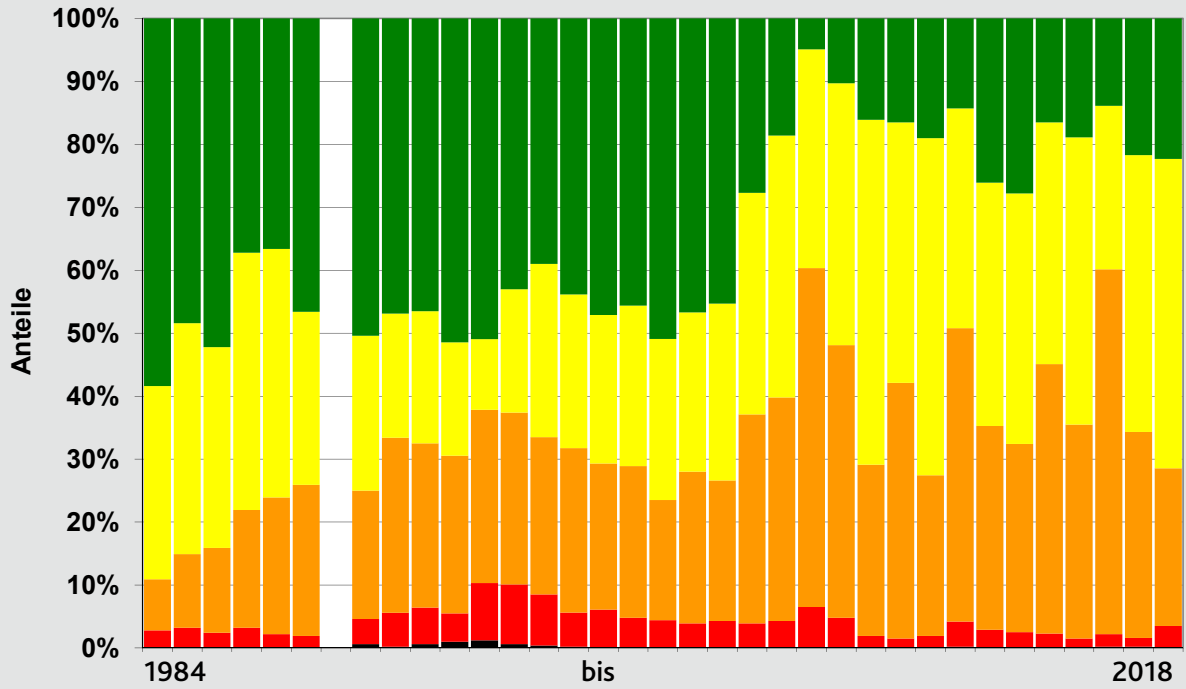
nenverlichtung liegt um 0,1 Prozentpunkte höher als der Vorjahreswert; diese Veränderung ist nicht signifikant.

Seit Beginn der Zeitreihe der Waldzustandserhebung 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. Unter günstigen Bedingungen konnte die Buche ihren Kronenzustand dann wieder verbessern.

Im letzten Jahrzehnt trägt die Buche nahezu jedes zweite Jahr Bucheckern. In 2018 war, nach ausbleibendem Fruchtbehang im Vorjahr, wieder stärkerer Fruchtbehang (67 % der Probestämme) zu beobachten. Das Ausmaß war jedoch geringer als im Jahr 2016. Für Buche ist in der langen Zeitreihe der Waldzustandserhebung der Einfluss des Fruchtbehanges auf den Kronenzustand bereits mehrfach

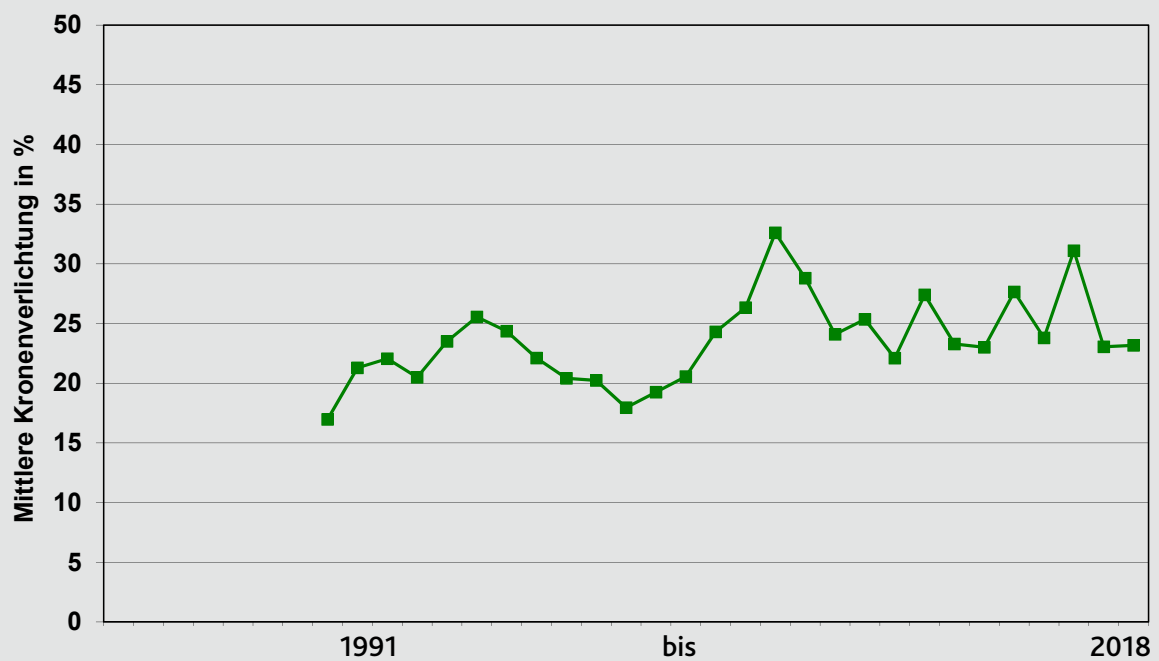
## Buche

### Entwicklung der Schadstufenverteilung

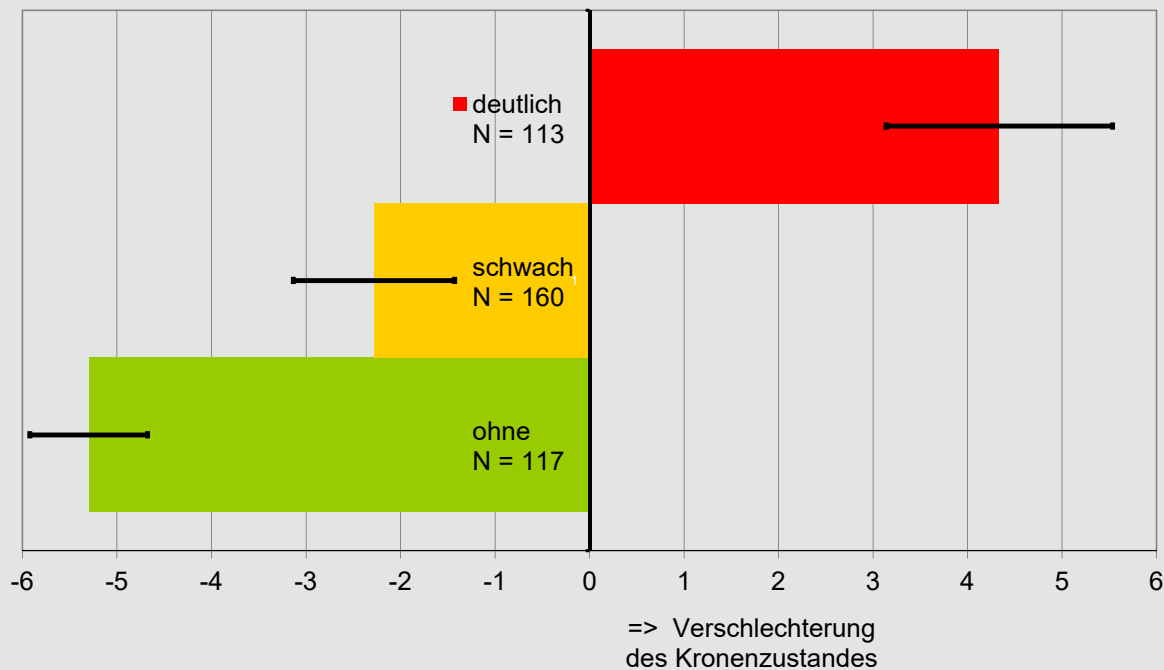


## Buche

### Entwicklung der Schadstufenverteilung



**Veränderung der mittleren Kronenverlichtung der über 60 jährigen Buchen in Prozentpunkten von 2017 auf 2018 bei unterschiedlicher Intensität des Fruchtbehanges**



dokumentiert worden. In den Jahren mit starkem Fruchtbehang zeigt sich üblicherweise ein Anstieg der Kronenverlichtung. In den Folgejahren geht die Kronenverlichtung wieder entsprechend zurück. Der Fruchtbehang führt so zu einem Auf und Ab in der Kronenverlichtung. Dies könnte aktuell auf noch ausreichende Reaktionsmöglichkeiten hinweisen. Auch ist zu prüfen, ob sich in der Entwicklung der Zeitreihe ein langfristiger Trend zum niedrigeren oder höheren Schadniveau abzeichnet. Bei den über 60-jährigen Buchen zeigt sich für 2018, wie erwartet, ein Anstieg der Kronenverlichtung bei den deutlich fruktifizierenden Buchen. Die nur schwach oder nicht fruktifizierenden Buchen konnten sich dagegen in ihrem Kronenzustand verbessern.

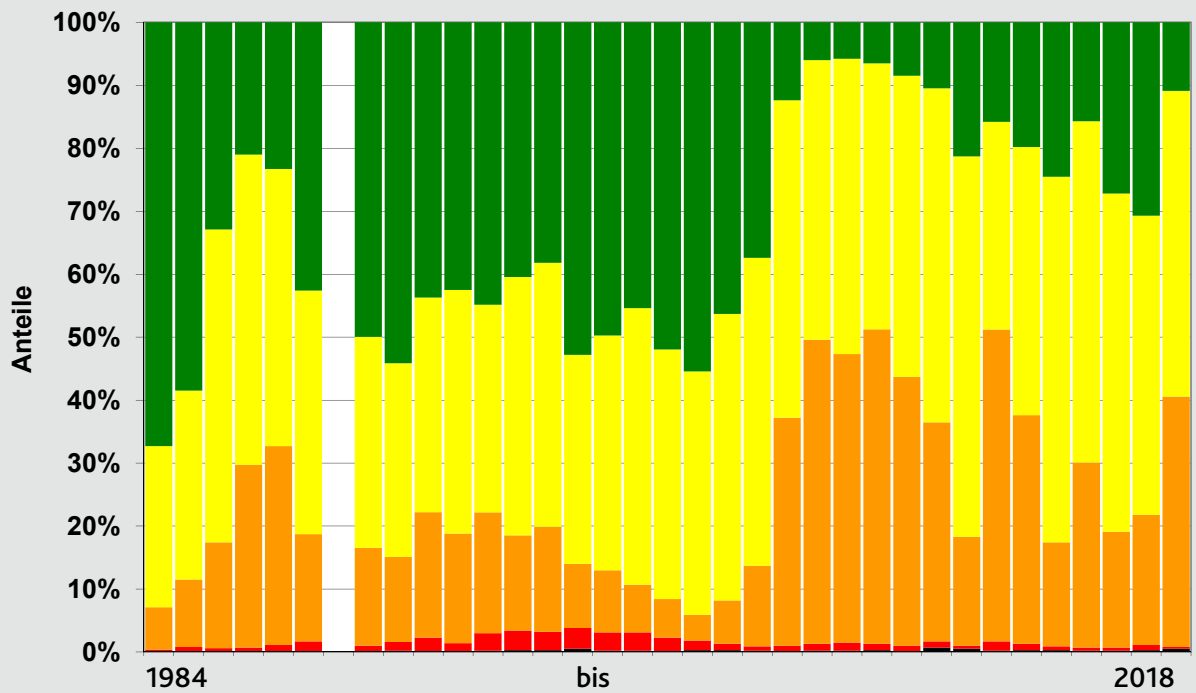
Loch- und Minierfraß durch den Buchenspringrüssler (*Rhynchaenus fagi*) war an rund 4 % der Buchen-Probeebäume (Vorjahr 3 %) aufgetreten, hatte aber keinen Einfluss auf den Kronenzustand. Befall durch Blattpilze wie der Blattbräune (*Apiognomonia errabunda*) wurde zwar gelegentlich beobachtet, jedoch nur im Bereich der Schattkrone

außerhalb des zu bewertenden Kronenbereiches. Die im Verlauf des Sommers zunehmende Trockenheit wurde für die Buche eine Belastung. Im Kronenzustand hatte sie sich bis zum Ende der Außenaufnahmen der WZE aber nur bei einzelnen Probeebäumen gezeigt. Diese Bäume wiesen bei der Erhebung vergilbte oder bereits trockene, verbrauchte Blätter im obersten Kronenbereich auf. Die Erfahrungen aus dem Jahr 2003 lassen vermuten, dass diese Belastung die Buchen noch im folgenden Jahr beeinträchtigen wird.

Dürres Feinreisig und abgestorbene Äste im Lichtkronenbereich werden schon seit Beginn der Erhebung 1984 bei der Bewertung der Kronenverlichtung berücksichtigt und gehen anteilmäßig in die Beurteilung des Blattverlustes mit ein. In 2018 wurden an 13 % der Buchen-Probeebäume Dürre-Feinreisig beobachtet. Da bei der Buche das feine, dünne Reisig in der Regel im Laufe eines Jahres herausbricht, bedeutet das, dass das beobachtete dünne Feinreisig überwiegend seit der letzten Erhebung neu abgestorben ist.

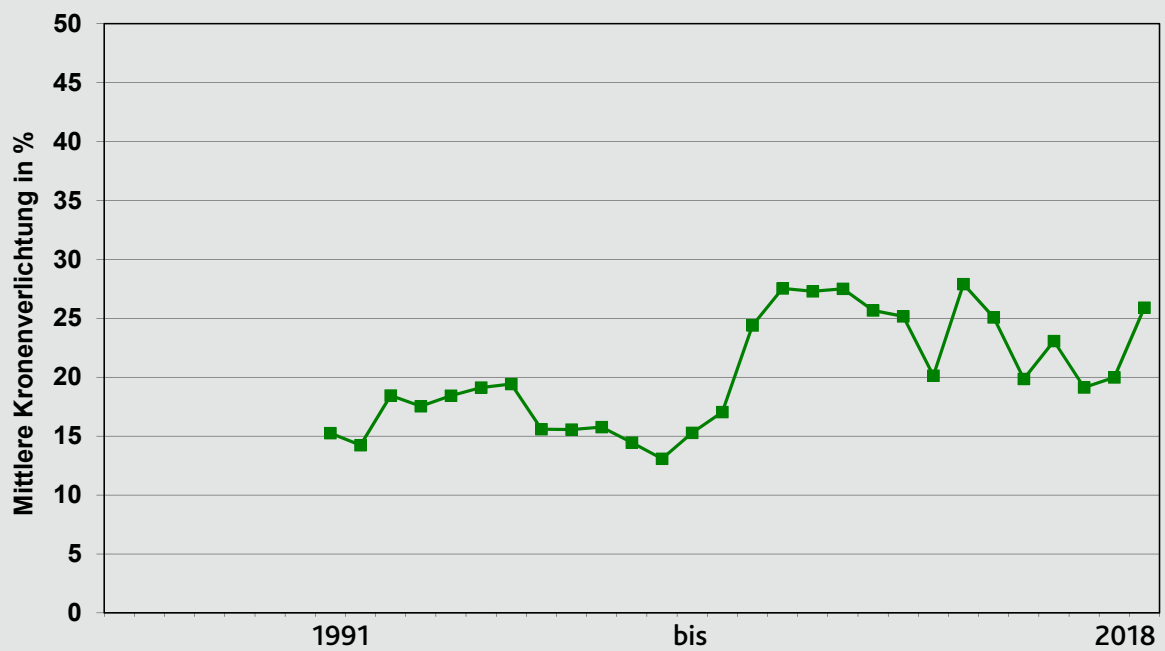
## Eiche

### Entwicklung der Schadstufenverteilung



## Eiche

### Entwicklung der mittleren Kronenverlichtung





## Eiche

Die Eiche hat im Saarland einen Flächenanteil von 21 %, im Kollektiv der WZE ist sie mit knapp 27 % häufiger vertreten.

Der Kronenzustand der Eichen hat sich in 2018 verschlechtert. Der Anteil deutlich geschädigter Probestämme ist um 19 Prozentpunkte gegenüber dem Vorjahr angestiegen, der Anteil ohne sichtbare Schadmerkmale um 20 Prozentpunkte zurückgegangen. Die mittlere Kronenverlichtung liegt um 5,9 Prozentpunkte über dem Wert des Vorjahres; diese Veränderung ist signifikant.

Die Eichen erleiden regelmäßig mehr oder minder starke Schäden durch blattfressende Insekten. Häufig wird der Wiederaustrieb durch den Eichenmehltau (*Microsphaera alphitoides*), einem Anfang des vorigen Jahrhunderts aus Nordamerika nach Europa eingeschleppten Blattpilz, befallen. In 2018 wurden an 26 % der Probestämme Fraßschäden beobachtet und damit in geringerem Umfang wie im Vorjahr (35 %). Befall durch den Mehltaupilz wurde an 3 % der Bäume (Vorjahr 3 %) festgestellt. Der Insektenfraß ist überwiegend gering (um 5 % der Blattmasse), an etwa 7 % der Probestämme war ein stärkeres Ausmaß festzustellen. Insektenfraß hat sich wiederholt als bedeutsamer Einflussfaktor auf die Entwicklung des Kronenzustandes bei Eiche erwiesen. Für 2018 zeigt sich jedoch, dass der Anstieg der Kronenverlichtung nicht durch die Fraßschäden ausgelöst wurde. Die nicht von Fraßschäden betroffenen Eichen verschlechterten sich im vergleichbaren Ausmaß wie die mit geringen Fraßschäden, nur die stärker von Fraßschäden betroffenen Eichen zeigten einen überproportionalen Anstieg der Kronenverlichtung.

Nachdem in den letzten 8 Jahren ein tendenzieller Rückgang des Schadniveaus zu erkennen war, ist in 2018 wieder ein vergleichsweise hoher Wert erreicht worden. Eine Ursache für den neuerlichen Anstieg des Schadniveaus ist nicht erkennbar. Trocknissschäden wurden bis zum Abschluss der Waldzustandserhebung 2018 nur an einzelnen Eichen auf exponierten Standorten sichtbar. In 2018 wurde an 62 % der Probestämme Fruchtanhang beobachtet. Das ist ungewöhnlich, da die

Früchte der Eiche zum Zeitpunkt der Waldzustandserhebung meist noch zu klein sind, um den Fruchtanhang sicher abschätzen zu können. In 2018 war die Entwicklung der Eicheln aber schon so weit fortgeschritten, dass sie gut erkennbar waren. Ein Zusammenhang zwischen der Intensität des Fruchtanhangs und der Entwicklung des Kronenzustandes konnte damit geprüft werden, war aber nicht feststellbar.

An einigen Eichen werden immer wieder ins Gelbliche gehende Verfärbungen der Blätter oder hellgrüne bis gelbliche Partien zwischen den Blattrippen beobachtet. Merkliche Blattvergilbungen wurden 2018 an einem Probestamm beobachtet.

## Fichte

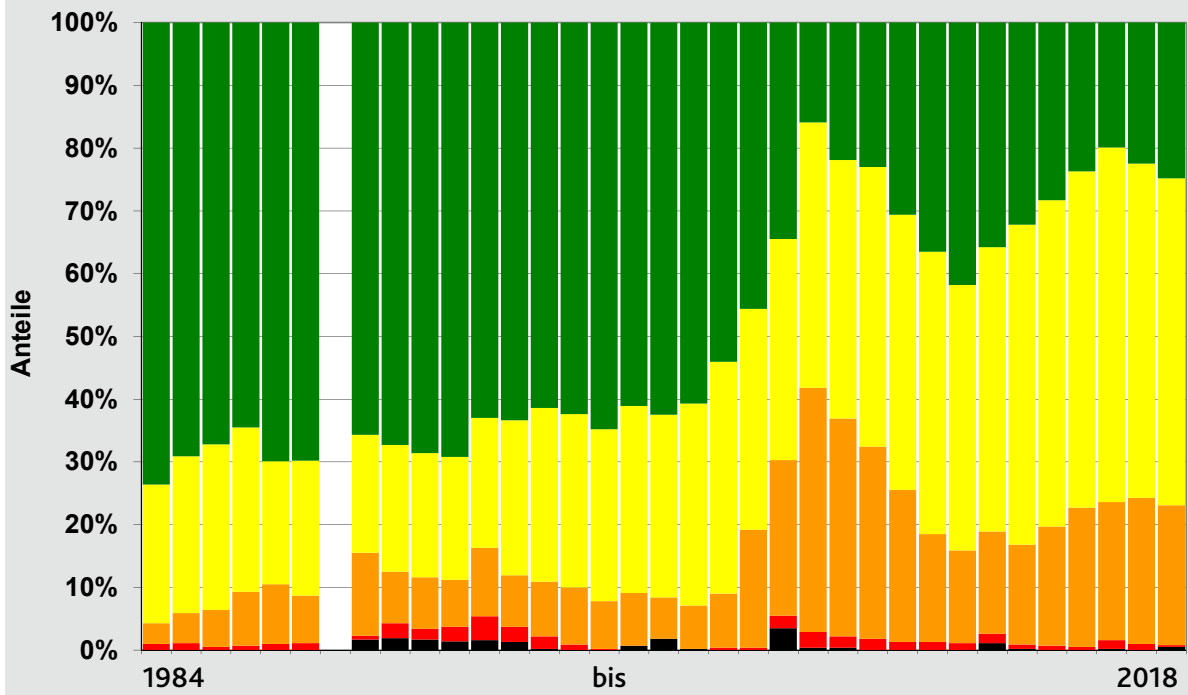
Die Fichte hat im Saarland einen Flächenanteil von 16 %; im Aufnahmekollektiv der WZE macht sie einen Anteil von 17 % aus.

Die Fichte ist in ihrem Kronenzustand gegenüber dem Vorjahr weitgehend unverändert geblieben. Der Anteil der deutlich geschädigten Probestämme ist um 1 Prozentpunkt zurückgegangen. Die mittlere Kronenverlichtung ist um 0,8 Prozentpunkte niedriger als im Vorjahr. Diese Veränderung ist nicht signifikant. Im Verlauf der Zeitreihe ab 1984 ist ein ausgeprägtes Maximum des Schadniveaus im Jahr 2006 zu erkennen. In den Folgejahren verbesserte sich der Kronenzustand dann wieder, das Schadniveau bleibt jedoch merklich höher als in den Jahren zu Beginn der Zeitreihe.

Die Fichten leiden stärker als die meisten anderen Baumarten unter Schadereignissen, besonders Sturmwurf oder Borkenkäferbefall, die zu einem ungeplanten, vorzeitigen Ausfall der Bäume führen. In 2018 lag die Ausscheiderate mit 4,7 % knapp unter dem langjährigen Schnitt. Insgesamt sind 19 Fichten aus dem Probestammkollektiv ausgeschieden. Davon mussten 12 wegen Borkenkäferbefall außerplanmäßig genutzt werden. Im Vergleich zu den anderen Hauptbaumarten ist die Ausscheiderate der Fichte meist überdurchschnittlich hoch und der Anteil zwangsweiser, vorzeitiger Nutzung durch Borkenkäferbefall oder Sturmwurf ist der höchste. In den einzelnen Jahren treten

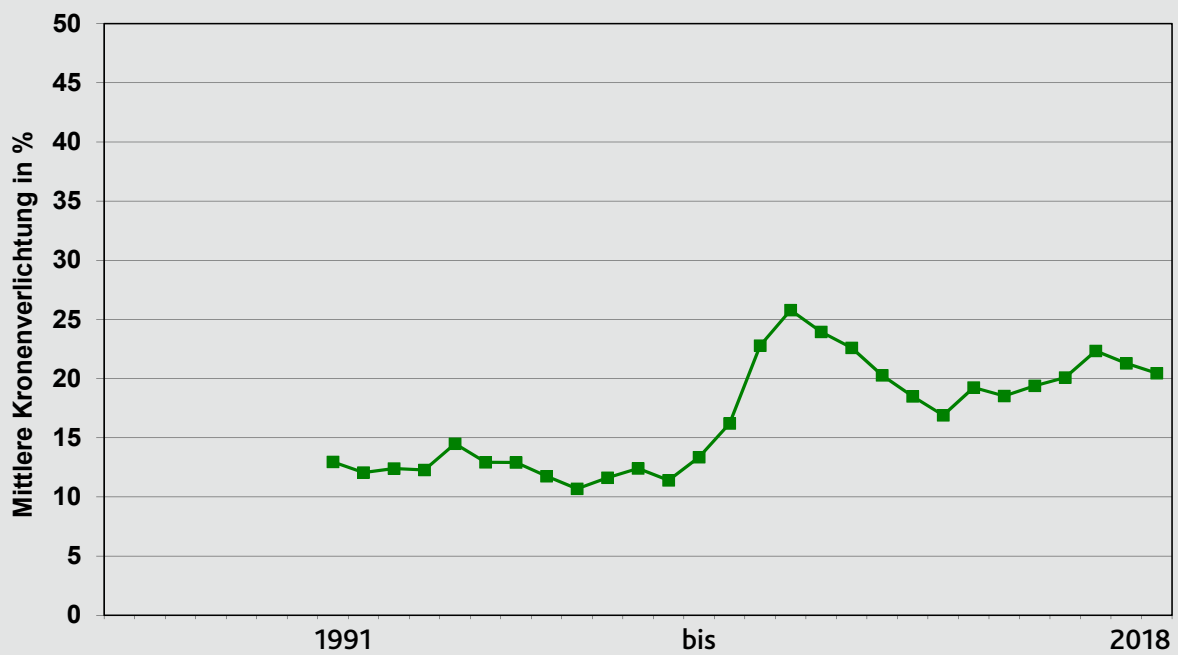
## Fichte

### Entwicklung der Schadstufenverteilung



## Fichte

### Entwicklung der mittleren Kronenverlichtung



jedoch stark schwankende Werte auf. Weitere Informationen zur Borkenkäferproblematik finden sich im Kapitel Allgemeine Waldschutzsituation ab Seite 39.

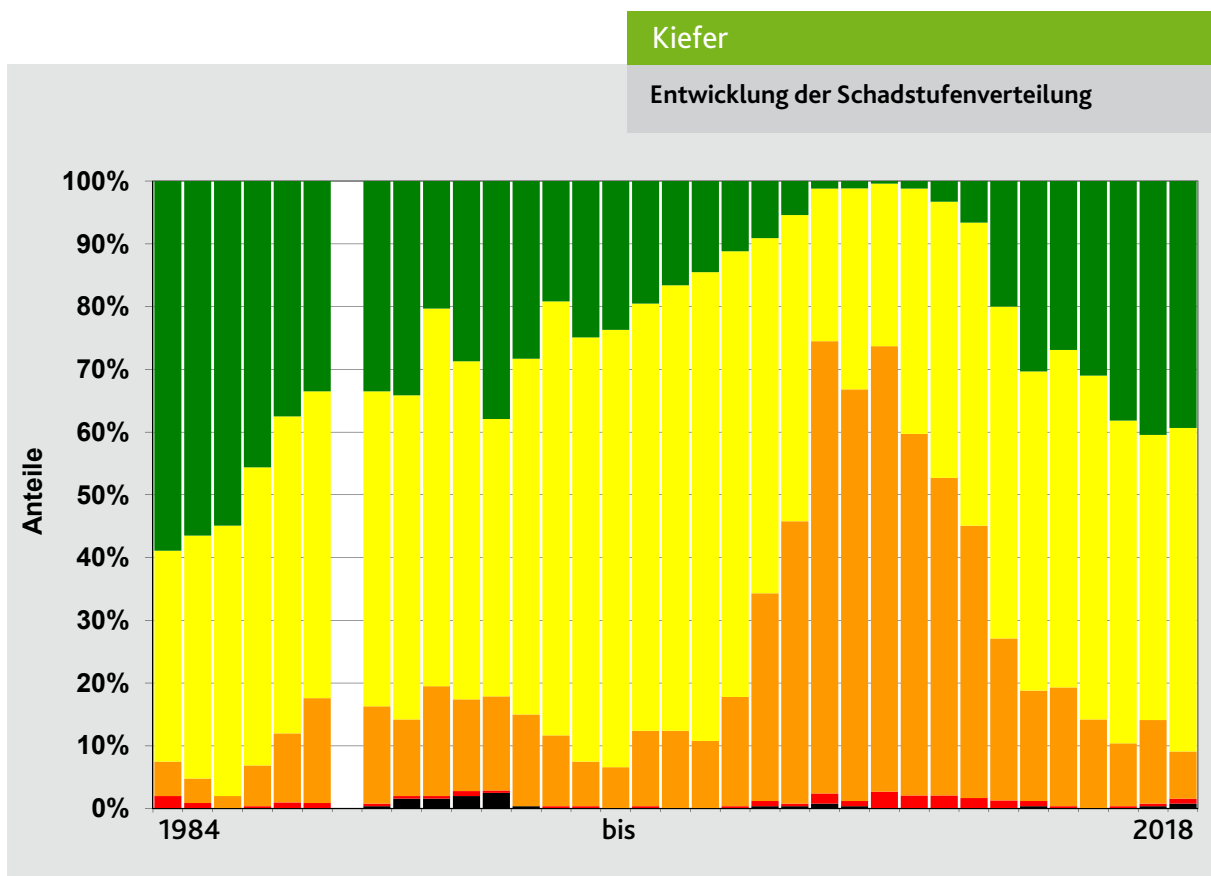
In 2018 hat die Fichte sehr intensiv geblüht, an fast allen (94 %) Probebäumen war Fruchthang zu beobachten (Vorjahr 9 %). Im Laufe der Zeitreihe zeigt sich, dass der Fruchthang einen Einfluss auf die Entwicklung der Kronenverlichtung haben kann. Eine vergleichende Auswertung ist im Berichtsjahr jedoch nicht möglich, da es zu wenige Fichten gibt, die keinen Zapfenbehang aufweisen.

Nadelvergilbungen in nennenswertem Umfang waren in 2018 an Fichten nicht zu beobachten. Bis in die 1980er Jahre war Vergilbung besonders in den Höhenlagen der Mittelgebirge ein weit verbreitetes Phänomen bei Fichte, seit Mitte der 1990er Jahre ist sie jedoch stark zurückgegangen.

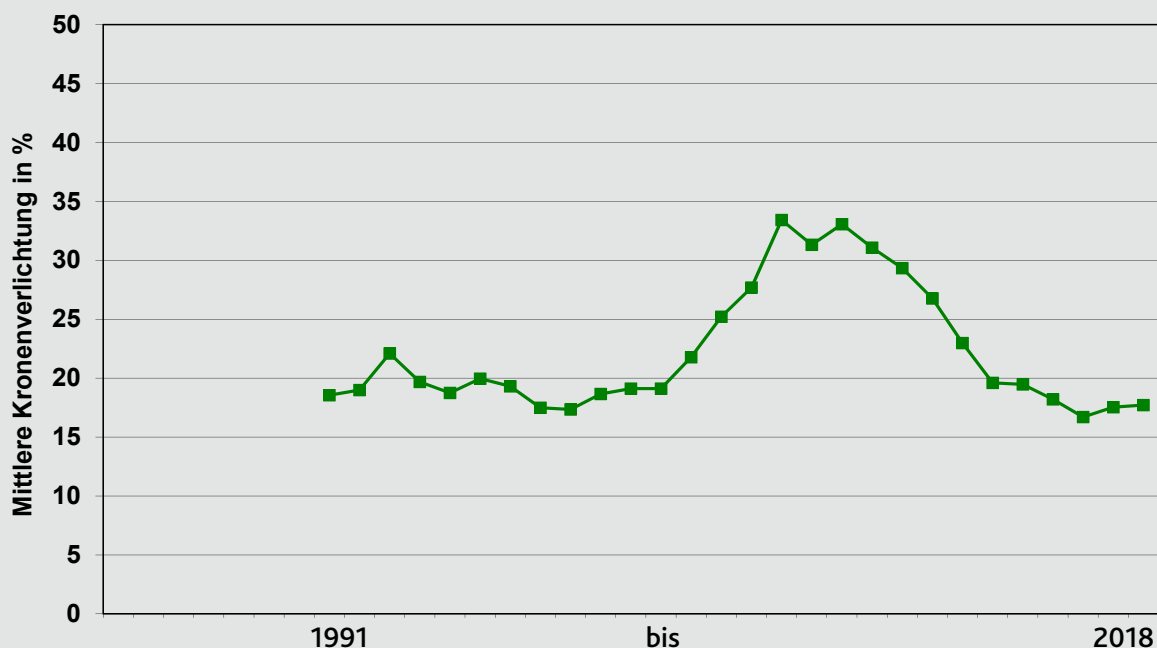
### Kiefer

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

Bei der Kiefer ist der Kronenzustand gegenüber dem Vorjahr unverändert. Der Anteil an Probebäumen mit deutlichen Schäden ist um 5 Prozentpunkte zurückgegangen, auch der Anteil ohne sichtbare Schadmerkmale ist um 1 Prozentpunkt niedriger. Die mittlere Kronenverlichtung liegt um 0,2 Prozentpunkte höher. Diese Veränderung ist nicht signifikant. Mit nur 3 Nadeljahrgängen reagiert die Kiefer vergleichsweise flexibel mit variierender Benadelungsdichte. Bei heiß-trockener Witterung, wie im Sommer 2018, neigt die Kiefer dazu, ihren dritten Nadeljahrgang vorzeitig abzuwerfen. Dies wurde zum Zeitpunkt der Aufnahme nur an Extremstandorten sichtbar. Im Verlauf



## Entwicklung der mittleren Kronenverlichtung



der Zeitreihe ab 1984 zeigt sich ein ausgeprägtes Maximum des Schadniveaus im Jahr 2006. In den Folgejahren verbesserte sich der Kronenzustand wieder, derzeit liegt das Schadniveau in vergleichbarer Höhe wie zu Beginn der Zeitreihe.

Im Berichtsjahr war an rund 12 % der Kiefern und damit sehr viel seltener als im Vorjahr (37 %), 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 führt. Pilzbefall der Nadeln wurde in 2018 an 2 Probestämmen festgestellt.

Die Kiefer erleidet immer wieder Schäden durch Kronenbrüche oder Abrisse stärkerer Äste, meist durch Nassschnee. Bei starker Windbewegung können die Zweigspitzen benachbarter Baumkronen aneinander schlagen und so Nadeln verlieren. Diese rein mechanischen Schäden werden an Kiefern regelmäßig beobachtet und soweit wie möglich bei der Begutachtung des Nadelverlustes

ausgeklammert. Die Ansprache der Kronenverlichtung ist dadurch aber erschwert, da insbesondere ältere Kiefern einmal entstandene Lücken nicht mehr durch Ersatztriebe ausfüllen.

Die Kiefern haben in 2018 stark geblüht und zeigen auch sonst regelmäßigen und reichlichen Fruchtbehang. Dieser hat jedoch keinen erkennbaren Einfluss auf den Kronenzustand. Vergilbung war in 2018 an Kiefer nicht beobachtet worden.

#### Andere Baumarten

In unseren Wäldern findet sich neben den bereits genannten noch eine Vielzahl anderer Baumarten, die insgesamt einen Flächenanteil von 34 % ausmachen. Die Waldzustandserhebung erfasst mit ihrem Kollektiv insgesamt 27 verschiedene Baumarten, die zusammen einen Anteil von 23 % an dem Probestaumkollektiv der WZE haben. Einige werden nur mit einzelnen Exemplaren, andere aber auch mit mehr als 50 Probestämmen erfasst, sodass eine baumartenspezifische Aussage zum Kronenzustand möglich ist. Wegen des geringeren Stichprobenumfangs sind die Aussagen

## Andere Baumarten

### Entwicklung der Schadstufenverteilung

Baumart (bzw. Gattung)	Jahr	Anzahl an Probeebäumen	Anteile der Schadstufen (in %)			mittlere Kronenverlichtung
			0	1	2-4	
<b>Birke</b>	<b>2018</b>	<b>91</b>	<b>14</b>	<b>53</b>	<b>33</b>	<b>26,5</b>
	2017	92	39	51	10	17,7
	2016	94	25	63	12	19,0
	2011	89	45	52	3	13,4
	2001	65	60	40	0	10,9
	1991	67	57	34	9	11,2
<b>Esche</b>	<b>2018</b>	<b>90</b>	<b>7</b>	<b>32</b>	<b>61</b>	<b>42,9</b>
	2017	91	19	25	56	36,0
	2016	92	23	48	29	25,7
	2011	100	46	40	14	14,9
	2001	99	82	17	1	6,5
	1991	98	80	15	5	5,9
<b>Lärche</b>	<b>2018</b>	<b>89</b>	<b>21</b>	<b>50</b>	<b>29</b>	<b>23,3</b>
	2017	89	30	60	10	17,3
	2016	89	11	56	33	24,2
	2011	90	20	61	19	19,8
	2001	84	21	75	4	17,4
	1991	89	83	14	3	9,3
<b>Ahorn</b>	<b>2018</b>	<b>60</b>	<b>35</b>	<b>43</b>	<b>22</b>	<b>20,5</b>
	2017	60	77	13	10	12,2
	2016	59	36	52	12	16,1
	2011	41	64	34	2	11,0
	2001	38	95	5	0	4,3
	1991	39	79	18	3	4,7
<b>Douglasie</b>	<b>2018</b>	<b>58</b>	<b>7</b>	<b>65</b>	<b>28</b>	<b>23,6</b>
	2017	57	17	25	58	29,0
	2016	57	14	33	53	29,2
	2011	43	37	37	26	19,3
	2001	40	28	40	33	25,1
	1991	39	95	5	0	3,2
<b>weitere andere Baumarten</b>	<b>2018</b>	<b>141</b>	<b>31</b>	<b>41</b>	<b>28</b>	<b>18,0</b>
	2017	141	30	40	30	23,6
	2016	138	33	51	16	19,5
	2011	116	62	29	9	12,3
	2001	164	87	11	2	6,5
	1991	155	84	13	3	6,4

hier jedoch mit höheren Unsicherheiten behaftet und die Veränderungen statistisch meist nicht zu sichern. Auch können in den Schadstufenanteilen oder bei der mittleren Kronenverlichtung von Jahr zu Jahr größere Sprünge auftreten, da sich starke Veränderungen auch nur einzelner Probestämme durchprägen und Veränderungen von gleich mehreren Prozentpunkten in der Statistik entsprechen können. Veränderungen zwischen den Jahren sind daher nur im längeren Verlauf der Zeitreihe sinnvoll zu bewerten.

In 2018 ist die Entwicklung der Kronenverlichtung bei den Nebenbaumarten unterschiedlich. Die Douglasie hat sich in ihrem Kronenzustand verbessert, bei Esche, Lärche, Birke und Ahorn ist die Kronenverlichtung angestiegen. Es besteht artspezifisch ein sehr unterschiedliches Schadniveau.

### **Esche**

Bei der Esche sind die Kronenschäden in 2018 angestiegen, der Anteil deutlich geschädigter Probestämme ist um 5 Prozentpunkte höher als im Vorjahr, die mittlere Kronenverlichtung um 6,9 Prozentpunkte. Eschen ohne sichtbare Schadmerkmale sind so gut wie nicht mehr im Kollektiv der Probestämme zu finden. Bis in das Jahr 2011 hielt sich die Esche auf einem konstant niedrigen Schadniveau und galt auf geeigneten Standorten als stabile, zukunftssträchtige Baumart. Ab 2011 kam es dann zu einem rasanten Anstieg der Kronenschäden, die sich seit 2014 auf einem hohen Niveau halten. Ursächlich dafür ist das zunehmend massive Auftreten des Eschentriebsterbens, das durch eine Pilzinfektion mit dem „Falschen Weißen Stängelbecherchen“ (*Hymenoscyphus fraxineus*) verursacht wird. Das Eschentriebsterben tritt landesweit in bestandsbedrohendem Ausmaß auf. 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 56 % (im Vorjahr 50 %) aller begutachteten Eschen Infektionsmerkmale festgestellt, zwei der Eschen-Probestämme waren in 2018 frisch abgestorben. Es ist davon auszugehen, dass der Erreger in allen Eschenbeständen gegenwärtig ist, auch wenn an den Bäumen keine Symptome offensichtlich sind. In 2018 wurden bei 11 Probestämmen dürre Äste notiert (Vorjahr 36). Die frisch abgestorbenen, feinen Dürreäste sind ein wichtiges,

leicht erkennbares (und daher auch namensgebendes) Symptom des Eschentriebsterbens. Das Erscheinungsbild und Schadniveau der Esche wird von dem Eschentriebsterben geprägt.

### **Douglasie**

Die Douglasie zeigte in 2018 eine Verbesserung des Kronenzustandes, der Anteil deutlich geschädigter Probestämme ist um 30 Prozentpunkte gegenüber dem Vorjahr zurückgegangen, die mittlere Kronenverlichtung liegt um 5,4 Prozentpunkte unter dem Vorjahreswert, die Veränderung ist signifikant. Allerdings beruhen diese Ergebnisse auf einer relativ geringen Stichprobe von nur 58 Bäumen. Das aktuelle Ergebnis wird geprägt von der Verbesserung von 24 Douglasien an einem Aufnahmepunkt.

Generell bewegt sich die Douglasie seit Ende der 1990er Jahre auf einem relativ hohen Schadniveau, mit einem Maximum in 2013. Eine Ursache ist der Befall durch die Rußige Douglasienschütte (*Phaeocryptopus gaeumannii*), die im ganzen Land verbreitet ist. Je nach Witterungsverlauf und Befallsintensität können befallene Nadeln mehrere Jahre am Baum verbleiben, die Nadelschütte selbst erfolgt meist in Kombination mit kalter Winterwitterung. An Douglasien können noch weitere Pilzinfektionen auftreten, die diesjährige Triebe infizieren und sie gänzlich zum Absterben bringen können. Solche als „Triebsterben“ bezeichneten Infektionen wurden 2018 jedoch nicht beobachtet. Fruchtbehang trat in 2018 häufig auf und war bei Douglasien an 45 % der Probestämme zu beobachten.

### **Birke**

Bei der Birke ist in 2018 eine Verschlechterung im Kronenzustand sichtbar geworden, der Anteil deutlich geschädigter Probestämme und auch das mittlere Verlustprozent sind merklich angestiegen; diese Veränderung ist signifikant. Schäden durch Insektenfraß oder Pilzbefall wurden während der WZE nicht festgestellt. Das Schadniveau der Birke zeigt seit Beginn der WZE insgesamt einen leicht ansteigenden Trend; im Jahr 2015 wurde ein erstes, in 2018 ein zweites Maximum erreicht. Insgesamt bleibt die Birke in der Zeitreihe aber auf einem moderaten Schadniveau.

### **Lärche**

Die Lärche zeigt in 2018 einen Anstieg der Kronenverlichtung, der Anteil deutlich geschädigter Probestämme und auch das mittlere Verlustprozent ist höher; die Veränderung ist signifikant. In 2018 wurde an 91 % der Lärchen Zapfenbehang festgestellt. An einem Probestamm war stärkerer Insektenbefall der Nadeln zu beobachten, Pilzbefall oder Nadel-Vergilbung trat nicht auf. 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.

### **Ahorn**

Die Ahorne (Berg-, Spitz- und Feldahorn) zeigen gegenüber dem Vorjahr eine Verschlechterung im Kronenzustand, der Anteil deutlich geschädigter Probestämme und auch das mittlere Verlustprozent sind angestiegen; diese Veränderung ist signifikant. In 2018 wurde an 87 % der Probestämme Fruchtbehang festgestellt. Besondere Belastungen wie Insektenfraß oder Pilzbefall wurden nicht beobachtet, auch Vergilbung trat nicht auf. Das Schadniveau ist im Laufe der gesamten Zeitreihe vergleichsweise niedrig, ohne ausgeprägte Maxima.

**Stark fruktifizierende Hainbuche**

Foto: U. Hohmann



## Einfluss ausgeschiedener und ersetzter Probebäume

Von den markierten Stichprobebäumen scheidet jedes Jahr einige aus dem Beobachtungskollektiv aus. Die Waldteile, in denen die Aufnahmepunkte der Waldzustandserhebung angelegt und die Stichprobenbäume markiert sind, werden meist regulär forstlich bewirtschaftet. Maßgeblich sind dabei die Ziele und Wünsche der jeweiligen Waldbesitzenden. Einzelne Probebäume werden daher im Zuge von Durchforstungen gefällt. Zudem werden durch Sturmwurf, Schneebruch oder Insektenbefall betroffene Bäume entnommen. Probebäume scheidet aber auch, ohne dass sie entnommen wurden, nach Sturmwurf, einem Kronenbruch oder wenn sie von Nachbarbäumen überwachsen wurden, aus dem Stichprobenkollektiv aus. Ein Ersatz ausgeschiedener Probebäume ist notwendig, damit die WZE den aktuellen Zustand des Waldes widerspiegelt.

Im Jahr 2018 sind insgesamt 50 Probebäume ausgeschieden, die alle ersetzt werden konnten. Die Ausscheiderate beträgt damit 2,2 % des Kollektivs der Stichprobe, was etwas unter dem Mittel von 2,6 % der letzten 27 Jahre liegt. Im Jahr 2018 ist keiner der Aufnahmepunkte komplett ausgeschieden. Von den ausgeschiedenen Probebäumen wurden rund 52 % zwangsweise vorzeitig wegen Insektschäden oder Sturmschäden geerntet oder sind vom Sturm geworfen im Wald noch liegend vorhanden.

Der überwiegende Teil (84 %) der ausgeschiedenen Probebäume wurde für die Holznutzung aufgearbeitet. Der andere Teil ist zwar noch am Aufnahmepunkt vorhanden, die Bäume können aber nicht mehr in ihrem Kronenzustand bewertet werden, da der Probebaum nicht mehr am Kronendach des Bestandes beteiligt ist. So sind beispielsweise 2 Probebäume soweit von ihren Nachbarbäumen überwachsen worden, dass ihre Krone dadurch stark beschattet wird und sie nicht mehr nach den Kriterien der Waldzustandserhebung bewertet werden können. Stehende abgestorbene Probebäume verbleiben mit 100 % Nadel-/Blattverlust als bewertbare Probebäume im Aufnahme-

Eine eingehende Beschreibung der Methodik finden Sie auf der Webseite

[www.saarforst.de/Waldzustandsbericht.htm](http://www.saarforst.de/Waldzustandsbericht.htm)

kollektiv, bis das feine Reisig aus der Krone herausgebrochen ist oder sie von den Nachbarbäumen überwachsen wurden. Danach werden sie aus dem Probebaumkollektiv entfernt, auch wenn sie weiterhin als stehendes Totholz im Wald verbleiben. In 2018 wurde 1 Probebaum aus diesem Grund ersetzt. Insgesamt wurden 17 abgestorbene Probebäume im Kollektiv vermerkt, von denen 9 bereits beim letzten Erhebungstermin 2017 tot waren. Die Rate der frisch abgestorbenen Probebäume liegt damit bei 0,3 %. Eine Übersicht über die Ursachen des Ausscheidens von Probebäumen und eine Gegenüberstellung der Schadstufenverteilung der ausgeschiedenen Probebäume mit der ihrer Ersatzbäume findet sich im Anhang 5 (siehe Seite 85).

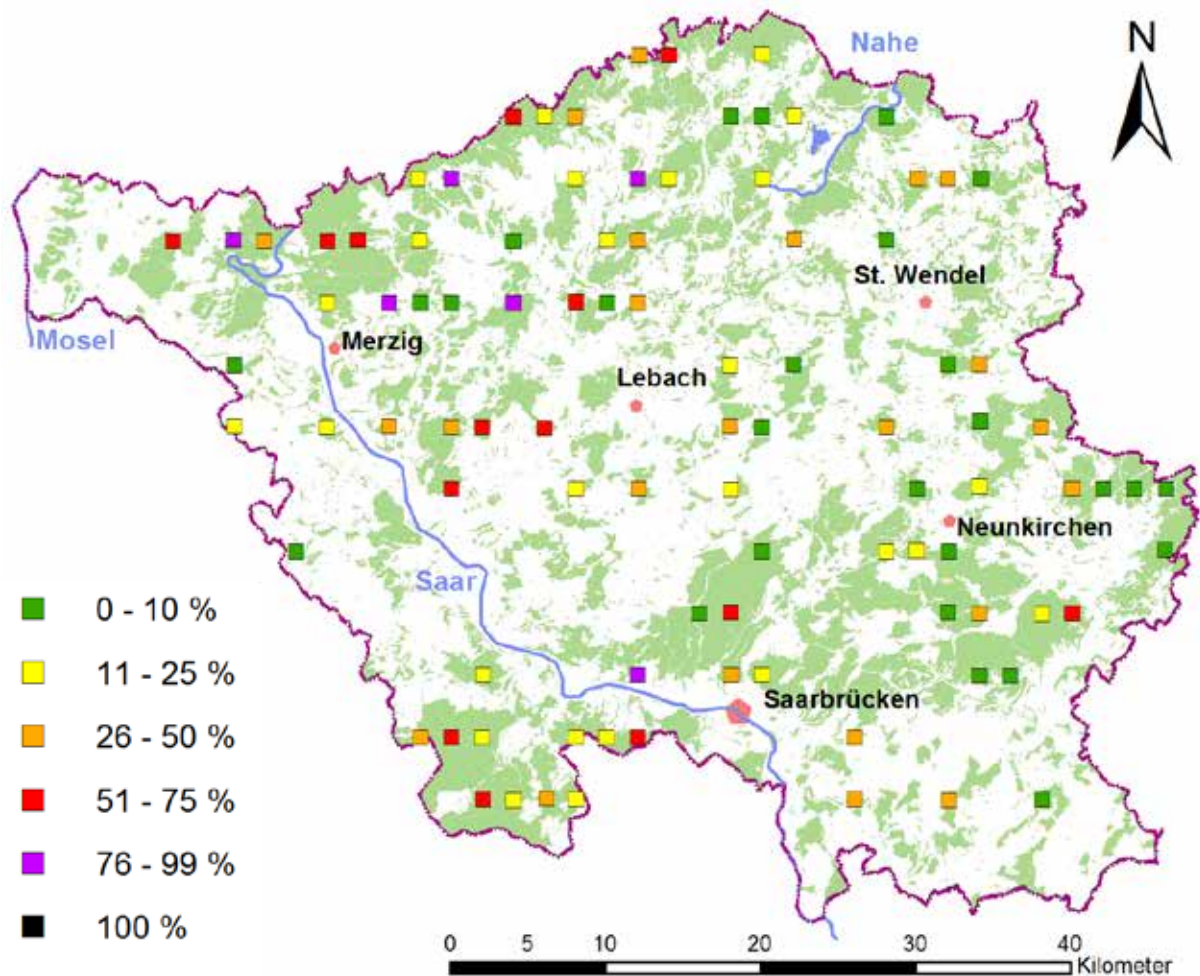
Es hat sich gezeigt, dass sich die Schadstufenverteilung der Ersatzbäume von der ihrer Vorgänger zum letzten Bonitieringstermin nicht wesentlich unterscheidet. Auch ist der Einfluss des Ersatzes oder der Neuaufnahme von Probebäumen auf die Entwicklung der Schadstufenverteilung des gesamten Stichprobenkollektivs nur gering. Festzuhalten ist aber, dass stark geschädigte oder abgestorbene Bäume (Schadstufen 3 und 4) eher aus dem Stichprobenkollektiv ausscheiden. Die Ersatzbäume fallen nur selten in diese beiden Schadstufen.

## Regionale Verteilung

Der Anteil deutlich geschädigter Probebäume variiert an den einzelnen Aufnahmepunkten erheblich. Punkte, die keine oder nur wenige deutlich geschädigte Probebäume aufweisen, liegen in direkter Nachbarschaft von solchen, an denen über die Hälfte der Probebäume deutlich geschädigt sind. Wegen der starken Unterschiede



## Anteil der deutlich geschädigten Probebäume an den einzelnen Aufnahmepunkten 2018



der Kronenschäden bei den verschiedenen Baumarten und Altersstufen, wird das Niveau der Kronenschäden am einzelnen Aufnahmepunkt in erster Linie durch die Verteilung der Baumarten und das Alter der Probebäume am Aufnahmepunkt beeinflusst. Werden verschiedene Regionen miteinander verglichen, sind daher die Baumarten und Alterszusammensetzung zu beachten. Weitere Bestimmungsgrößen, wie standörtliche Parameter, Witterung oder Immissions- und Depositionssituation, variieren weniger stark und überprägen

den Einfluss von Baumart und Alter im Regelfall nicht. Der am einzelnen Aufnahmepunkt festgestellte Grad der Schädigung sagt unmittelbar nur etwas über die Probebäume selbst und allenfalls über den in Artenzusammensetzung und Alter entsprechenden umgebenden Waldbestand aus. Erst die Zusammenfassung einer gewissen Anzahl an Aufnahmepunkten erlaubt eine repräsentative Aussage für das jeweilige Bezugsgebiet. Je höher dabei die Zahl der Stichprobebäume ist, umso zuverlässiger ist die gewonnene Aussage.



# 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 Luftreinhalte- maßnahmen, 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 waldschädi- gend aus.

Witterungsbedingte Belastungen haben in den Zeitreihen zugenommen. Seit 1997 waren alle Vegetationsperioden im Vergleich zum langjährigen Mittel (1971-2000) zu warm. Häufig waren die Vegetationsperioden auch zu trocken.

Im Rahmen des Forstlichen Umweltmonitorings werden alle wesentlichen Einflussfaktoren auf den Waldzustand erfasst und die Reaktion der Wald- ökosysteme auf die komplexen Stresseinwirkun- gen untersucht. Ausgewertet werden zudem die Meldungen der Forstreviere und die Hinweise der Waldbesitzenden zum Auftreten von Waldschäd- lingen oder von Schäden durch extreme Witte- rungseinflüsse. Nachfolgend sind die wichtigsten Befunde zusammengefasst.

### Entwicklung der Luftschadstoffbelastung

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

physiologisch-biochemische Stressreaktionen. Luftverunreinigungen, die von Wolken- und Regen- tropfen aufgenommen oder von den Baumkronen ausgefiltert werden und dann mit den nachfol- genden Niederschlägen auf den Boden gelangen, beeinflussen die Waldökosysteme über den Bo- denpfad. Sie verändern das chemische Bodenmili- eu insbesondere über Versauerung und Eutrophie- rung und können vor allem über Veränderungen im Nährelementangebot und die Schädigung der Baumwurzeln den Wasser- und Nährstoffhaushalt der Bäume beeinträchtigen.

In dem Stressorenkomplex, der auf den Wald ein- wirkt, stellen Luftschadstoffe meist eine chroni- sche Belastung dar, die langfristig destabilisierend wirkt. Die Waldökosysteme werden hierdurch anfällig gegenüber kurzfristig einwirkenden Stress- faktoren wie Witterungsextreme, Insektenfraß, Pilzbefall oder starke Fruchtbildung.

**Einflüsse auf den Waldzustand (von links oben nach rechts unten): Hagel, Sturmwurf, Viehhaltung, Energieerzeugung, Verkehr, Borkenkäfer**

Fotos: C.-D. Fath, S. Ehrhardt, F. Schmidt, R.M. Kreten, H. W. Schröck, I. Lamour

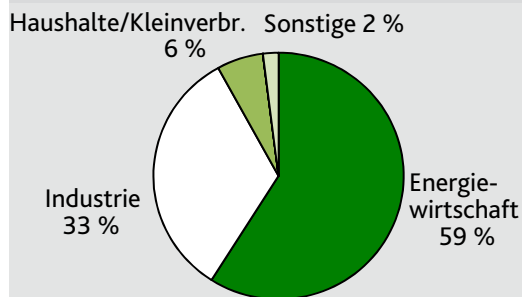
## Entwicklung der Schadstoffemissionen in Deutschland

Schadstoffe in Kilotonnen	1980	1990	2016	Veränderungen in % 1990 - 2016
Schwefeldioxid (SO <sub>2</sub> )	7514	5486	356	- 94 %
Stickoxide (NO <sub>x</sub> )	3334	2892	1217	- 58 %
Ammoniak (NH <sub>3</sub> )	835	743	663	- 11 %
Flüchtige organische Verbindungen (ohne Methan) (NMVOC)	3224	3401	1052	- 69 %

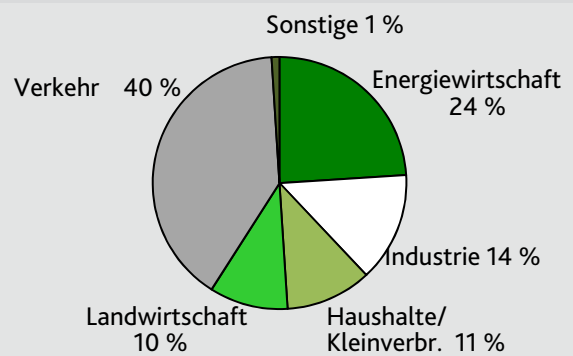
Quelle: Umweltbundesamt (Juli 2018): [www.umweltbundesamt.de/daten/luftbelastung/luftschaedstoff-emissionen-in-deutschland](http://www.umweltbundesamt.de/daten/luftbelastung/luftschaedstoff-emissionen-in-deutschland);  
für 1980: UNECE 2012: [www.emep.int](http://www.emep.int)

## Verteilung der Emissionsquellen wichtiger Luftschadstoffe in Deutschland

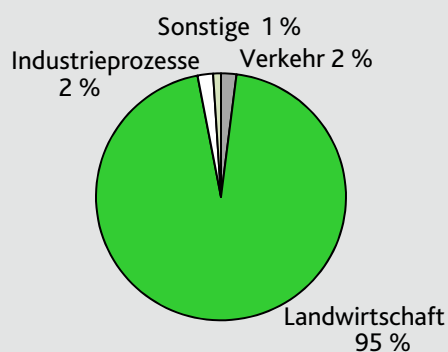
### Schwefeldioxid (SO<sub>2</sub>)



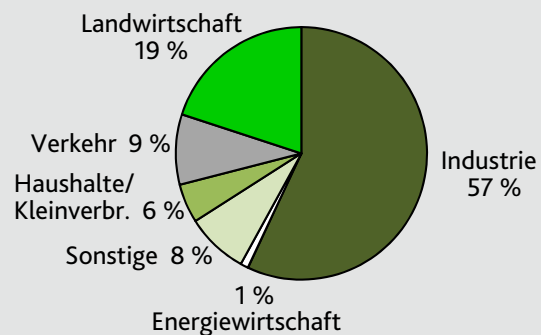
### Stickstoffoxide (NO<sub>x</sub>)



### Ammoniak (NH<sub>3</sub>)



### Flüchtige organische Verbindungen ohne Methan (NMVOC)



Quelle: Umweltbundesamt (2018)

## 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 350.000 Tonnen SO<sub>2</sub> ausgestoßen, gegenüber fast 5,5 Millionen Tonnen im Jahr 1990. Dies entspricht einer Reduktion um nahezu 94 %. 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/m<sup>3</sup>. Seit einigen Jahren werden dagegen nur noch Jahresmittelwerte von 2 bis 6 µg/m<sup>3</sup> ermittelt. Der Grenzwert für den Schutz von Ökosystemen von 20 µg/m<sup>3</sup> im Kalenderjahr wird seit vielen Jahren eingehalten. Auch die an der Level-II-Fläche Fischbach seit Herbst 2002 mit Passivsammlern ermittelten Schwefeldioxidkonzentrationen sind deutlich gesunken.

## Informationen zur Luftreinhaltung

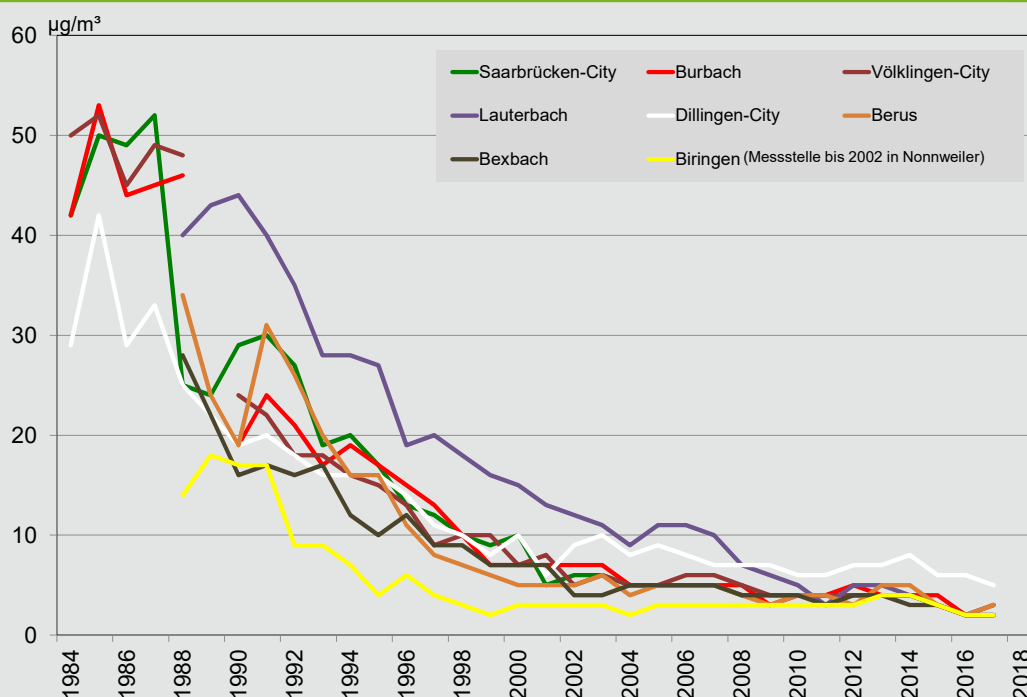
Eingehende Informationen zur Luftreinhaltung im Saarland finden Sie im Internet unter [www.saarland.de/41141.htm](http://www.saarland.de/41141.htm)

Zeitreihen und auch tagesaktuelle Luftschadstoffdaten aus dem Immissionsmessnetz Saar (IMMESA) unter [www.saarland.de/41137.htm](http://www.saarland.de/41137.htm)

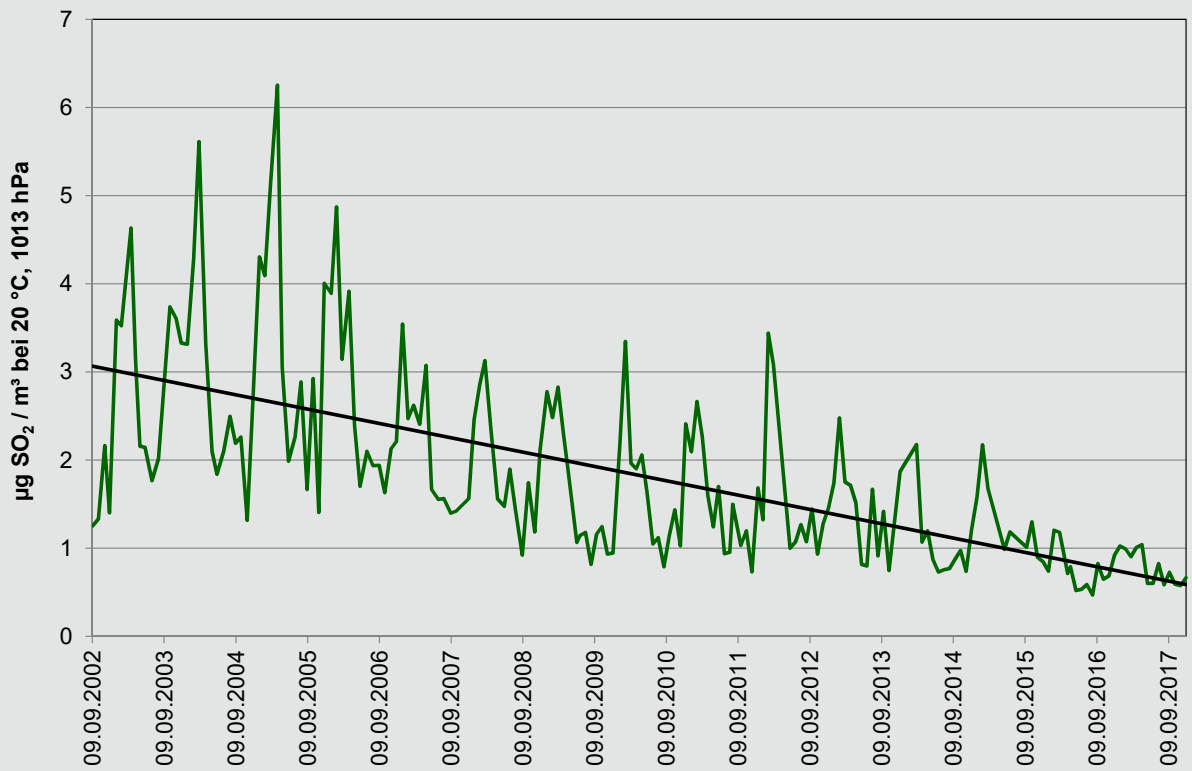
Umfassende Informationen zur Dauerbeobachtung der saarländischen Wälder unter [www.saarland.de/70484.htm](http://www.saarland.de/70484.htm)

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

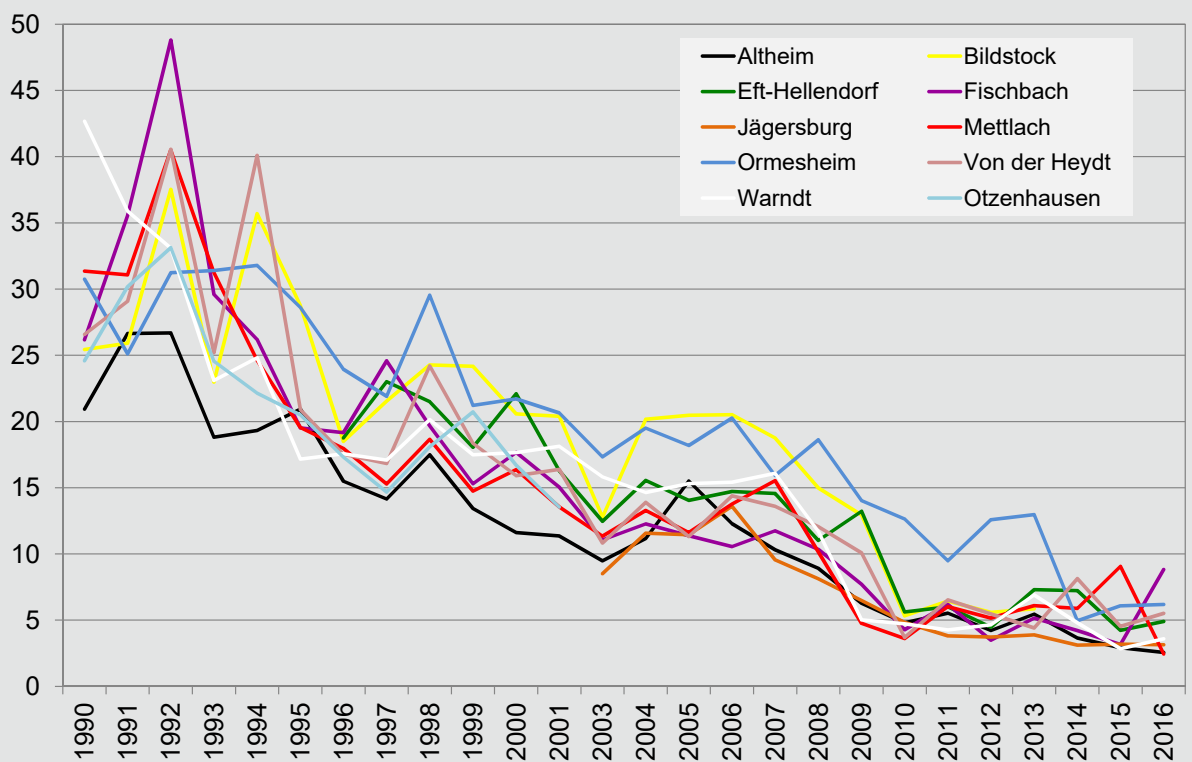
## Langzeitentwicklung der Schwefeldioxidkonzentrationen (Jahresmittelwerte) der IMMESA Stationen



Verlauf der mit Passivsammlern ermittelten Schwefeldioxidkonzentration an der Level-II-Fläche Fischbach



Verlauf der Sulfatschwefeleinträge an den forstlichen Dauerbeobachtungsflächen



## Stickstoff

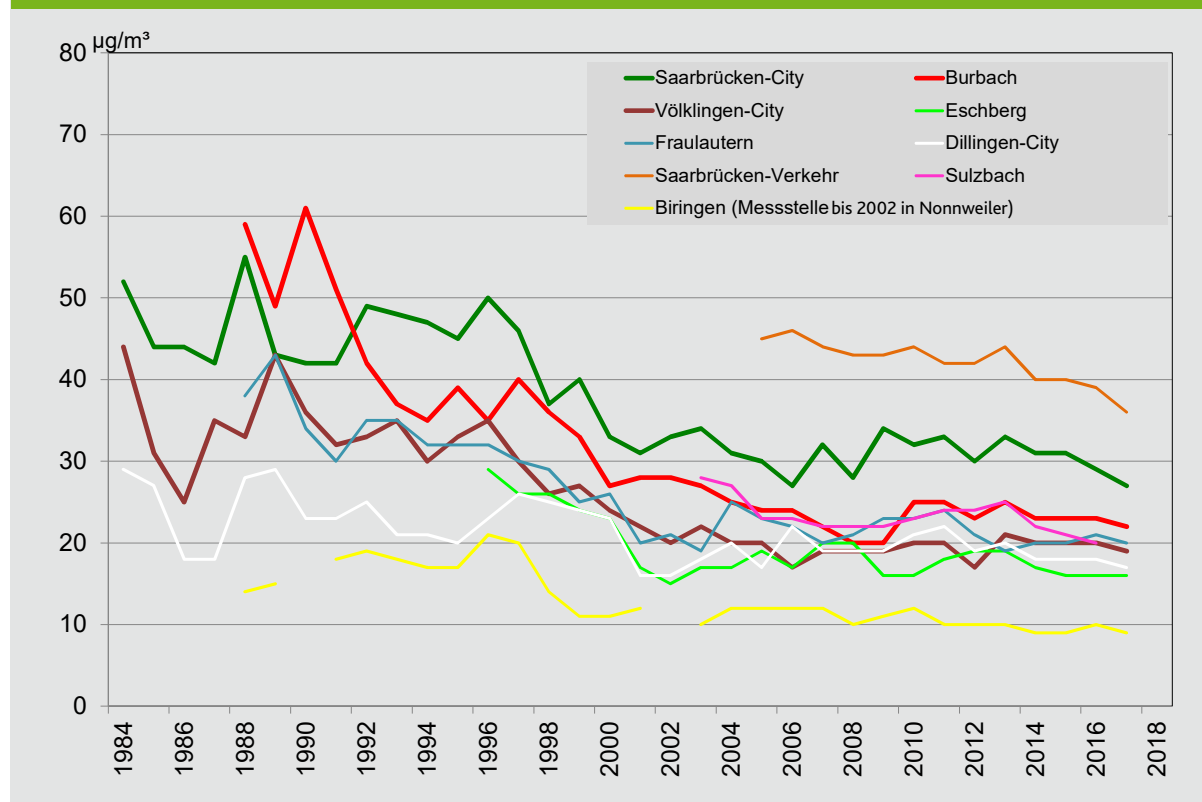
Stickstoff in oxidierter Form wird bei Verbrennungsprozessen durch Reaktion des im Brennstoff und in der Verbrennungsluft enthaltenen Stickstoffs, in reduzierter Form hingegen beim mikrobiellen Abbau von Harnstoffen, Protein oder ähnlichen biogenen Ausscheidungsprodukten sowie durch Zersetzung ammoniumhaltiger 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 Rauchgasstickung und dem Kraftfahrzeugverkehr.

Die Emission der Stickoxide (NO und NO<sub>2</sub> kalkuliert als NO<sub>2</sub>) ist in Deutschland insbesondere durch den Einsatz von Katalysatoren in Kraftfahrzeugen und Entstickungsanlagen in Kraft- und Heizwerken seit 1990 um 58 % zurückgegangen. Die Langzeitmessreihen der IMMESA-Stationen zeigen zwar eine langsame Abnahme der Stickstoffdioxidkonzentration in den ersten Jahren nach Beginn der Messreihe im Jahr 1984. Seit Anfang dieses

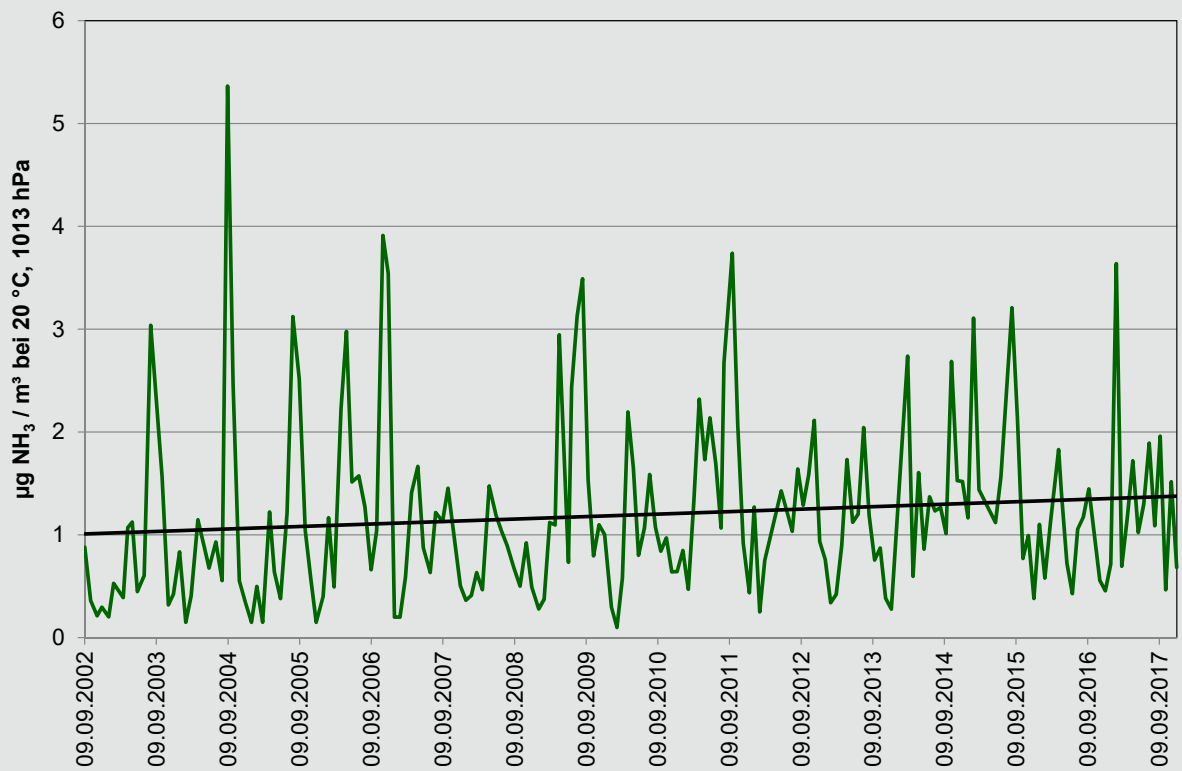
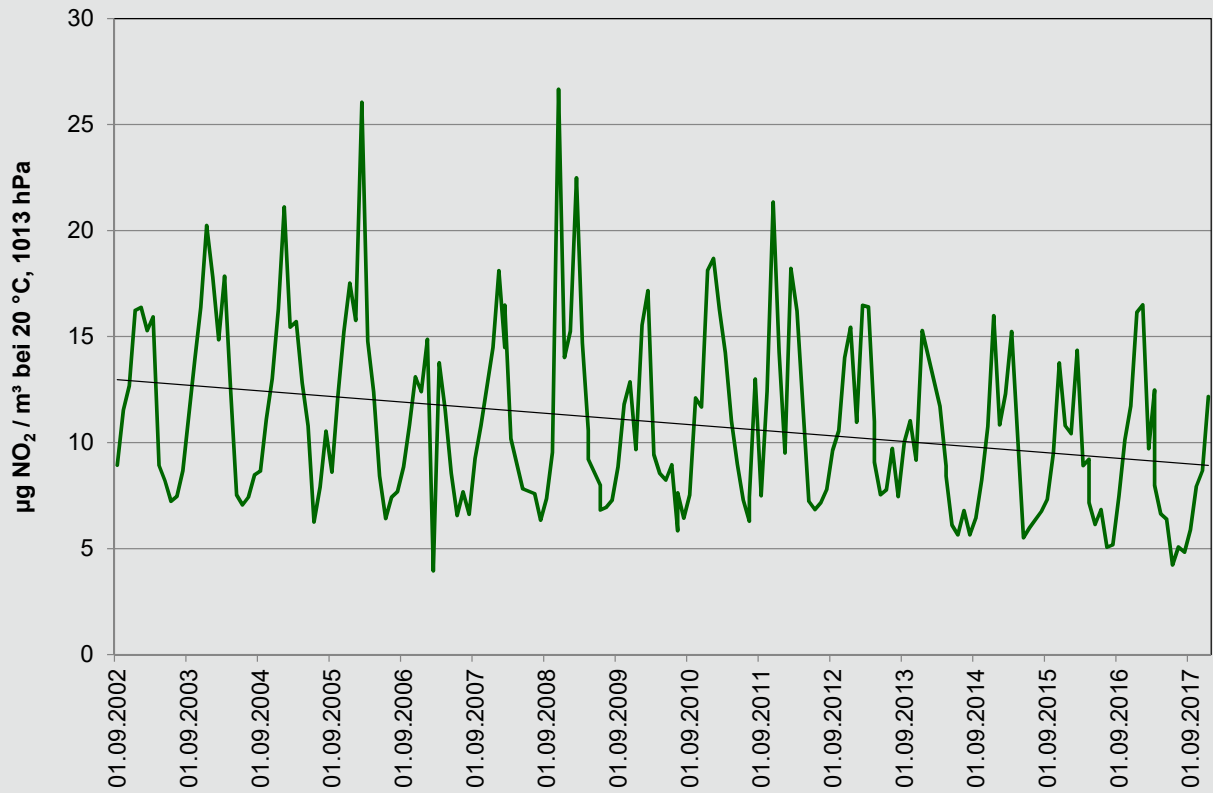
Jahrtausends ist allerdings keine Verbesserung der Stickstoffdioxidbelastung mehr zu beobachten; die Werte stagnieren mit geringen Schwankungen. An der Level-II-Fläche Fischbach zeigen die seit Herbst 2002 mit Passivsammlern ermittelten Stickstoffdioxidkonzentrationen einen leicht abwärts gerichteten Trend, während die Ammoniakkonzentrationen tendenziell leicht angestiegen sind.

Bei den reduzierten Stickstoffverbindungen (Ammoniak) konnte die Emission bundesweit demgegenüber nur sehr wenig (von 1990 auf 2016 um 11 %) reduziert werden. Die in der EU-Richtlinie über nationale Emissionshöchstmengen (NEC-Richtlinie 2001/81/EG) für das Jahr 2010 für Deutschland festgelegte Ammoniak-Emissionshöchstmenge von 550 kt je Jahr wird mit aktuell 663 kt deutlich überschritten. Die Ende letzten Jahres verabschiedete Nachfolgerichtlinie (EU 2016/2284) sieht für Deutschland bei Ammoniak eine Emissionsminderungsverpflichtung für 2020 bis 2029 von nur 5 %, ab 2030 von 29 % gegenüber dem Jahr 2005 vor. Die Belastung unserer Wälder durch überhöhte Stickstoffeinträge wird somit noch lange Bestand haben.

## Langzeitentwicklung der Stickstoffdioxidkonzentrationen (Jahresmittelwerte) der IMMESA Stationen



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

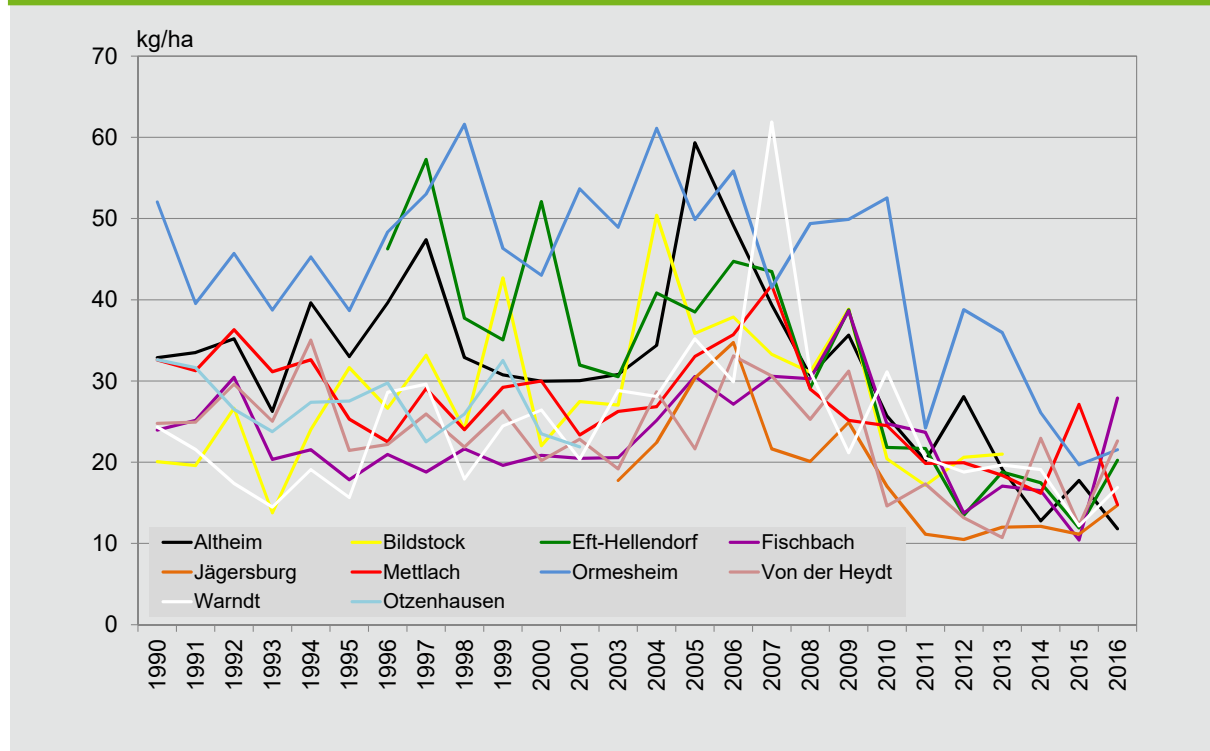




Die Langzeitmessreihen zur Stickstoffdeposition im Wald auf den Forstlichen Dauerbeobachtungsflächen zeigen, dass sich die bislang erreichte Emissionsminderung bei  $\text{NO}_x$  und  $\text{NH}_3$  auf den Stickstoffeintrag in den Waldboden nur verhalten

auswirkt. Die Stickstoff-Depositionsraten zeigen erst seit 2006 einen vermutlich abnehmenden Trend, wobei der Ammoniumanteil an der Stickstoffdeposition steigt (vgl. „Die forstlichen Dauerbeobachtungsflächen im Saarland“ [www.saarland.de/70484.htm](http://www.saarland.de/70484.htm)).

### Verlauf der Gesamtstickstoffeinträge an den forstlichen Dauerbeobachtungsflächen



### 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 (vgl. „Die forstlichen Dauerbeobachtungsflächen im Saarland“ [www.saarland.de/70484.htm](http://www.saarland.de/70484.htm)). Eine Bilanzierung der säurebildenden und säurepuffernden Prozesse zeigt, dass immer noch Netto-Säure in die Systeme eingetragen wird, was zu mehr als 50 % auf Stickstoff und dessen Umwandlungsprozessen beruht. Das belegt den hohen Einfluss der überhöhten Stickstoffeinträge, insbesondere des aus der Landwirtschaft stammenden Ammoniums. Zum Schutz unserer Waldökosysteme vor

fortschreitender Versauerung sind daher, nach wie vor, weitere Anstrengungen zur Verringerung der Emission der Säurevorläufer und eine Fortsetzung von Bodenschutzkalkungen erforderlich.

### Ozon

Ozon ist eine sehr reaktionsfreudige Form des Sauerstoffs mit drei O-Atomen ( $\text{O}_3$ ). Das in der bodennahen Atmosphäre befindliche Ozon kann über die Spaltöffnungen ins Blattinnere von Pflanzen gelangen. Hohe Ozonbelastungen beeinträchtigen das Pflanzenwachstum und reduzieren die Kohlenstoffspeicherung. In der Stratosphäre befindliches Ozon schützt uns demgegenüber vor schädlicher ultravioletter Strahlung.

Ozon entsteht als sekundäre Luftverunreinigung

aus Vorläufersubstanzen, im Wesentlichen aus Luftsauerstoff ( $O_2$ ), Stickoxiden ( $NO_x$ ) und flüchtigen Kohlenwasserstoffen (NMVOC), unter der Einwirkung der Sonneneinstrahlung. Die Ozonvorläufersubstanzen gelangen 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 der Vorläufersubstanzen, sondern insbesondere auch der Witterungsverlauf. Hohe Ozonkonzentrationen sind vor allem in sonnenreichen Sommern zu erwarten.

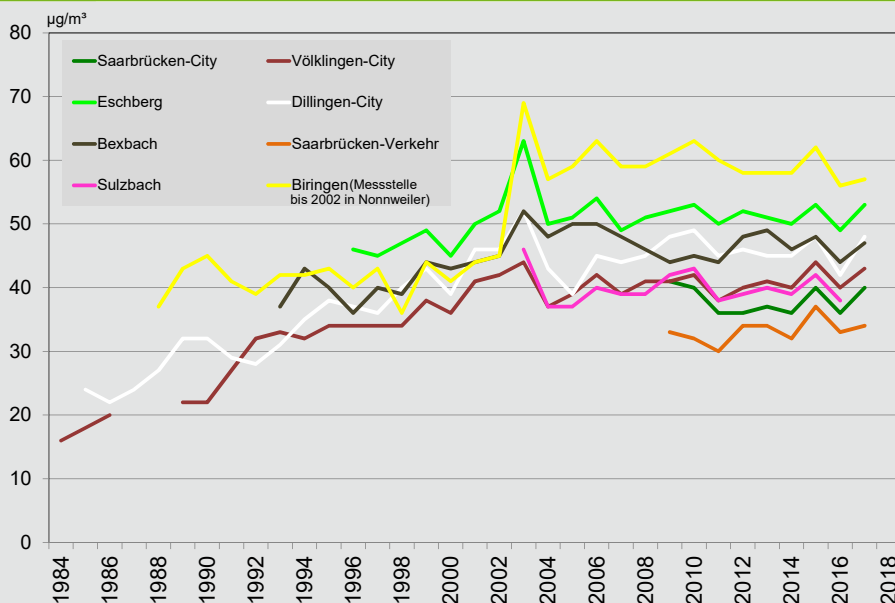
Die Langzeitmessreihen der IMMESA-Stationen zeigen für Ozon über die Jahre einen Anstieg der mittleren Konzentrationen. Auffallend hohe Werte wurden 2003, dem Jahr mit dem „Jahrhundertsummer“ gemessen. In den letzten Jahren scheinen sich die Werte auf einem hohen Niveau einzupendeln. Trotz der bereits erheblichen Verringerung der Emission der Ozonvorläufersubstanzen - Stickoxide und flüchtige Kohlenwasserstoffe - in Deutschland bezogen auf das Jahr 1990 um 58 % bei den Stickoxiden und 69 % bei den flüchtigen Kohlenwasserstoffen - ist das Ozonbildungspotenzial aber nach wie vor hoch. Die Verträglichkeits-

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://www.fawf.wald-rlp.de/veroeffentlichungen/waldzustandsbericht.html> Langfassung: [https://www.uni-trier.de/fileadmin/fb6/prof/GEB/Lehre/OzonBericht\\_2015\\_Langfassung.pdf](https://www.uni-trier.de/fileadmin/fb6/prof/GEB/Lehre/OzonBericht_2015_Langfassung.pdf)).

grenzen für Waldbäume werden meist deutlich überschritten. Unsere Wälder sind demnach trotz des Rückgangs bei den kurzfristigen Ozonspitzenwerten nach wie vor einer erheblichen Ozonbelastung ausgesetzt.

Eine eingehendere Darstellung der Ozonbelastung unserer Wälder mit Kalkulationen der für die Entstehung von Ozonschäden an Bäumen entscheidenden Ozonaufnahme über die Spaltöffnungen der Blätter oder Nadeln enthält der Beitrag „Ozonbelastung rheinland-pfälzischer und saarländischer Waldökosysteme“ im Waldzustandsbericht 2015: <https://www.saarland.de/waldzustandsbericht.htm>

### Langzeitentwicklung der Ozonkonzentrationen (Jahresmittelwerte) der IMMESA Stationen



## Witterungsverhältnisse

Die Witterungsbedingungen wirken in vielfältiger Weise auf den Wald ein. Zum einen können unmittelbare Schäden an den Bäumen, beispielsweise durch sommerliche Trockenheit, Früh- oder Spätfrost, Nassschneefälle, Stürme oder Hagelschauer, entstehen. Zum anderen beeinflusst die Witterung die Ozonentstehung, den Bodenchemismus, die Bildung von Blütenknospen, die Fruktifikation und viele andere Abläufe in den Waldökosystemen. Großen Einfluss hat die Witterung auch auf Massenvermehrungen von Schadinsekten und Pilzkrankheiten. Daher ist der Witterungsverlauf häufig auch 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 1990 waren die forstlichen Vegetationszeiten (Mai bis September) im Vergleich zum langjährigen Mittel der Periode 1971 bis 2000 mit einer Ausnahme, dem Jahr 1996, ausnahmslos zu warm. In diesen Daten werden die Auswirkungen des Klimawandels sichtbar.

Im Vorjahr (2017) waren 9 der 12 Monate zu warm und in der Vegetationszeit mit Ausnahme des Monats Juli, zu trocken.

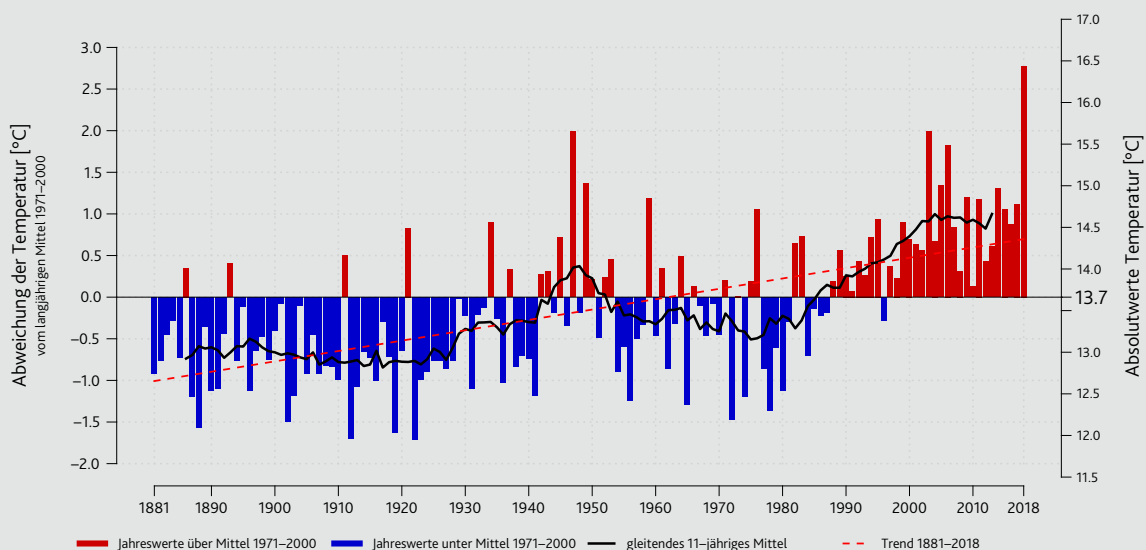


Erosionsschäden am Waldweg nach Starkregen

Foto: Saarforst

Das aktuelle Jahr schlägt alle Rekorde: Seit Beginn der Wetteraufzeichnungen im Jahre 1881 hat es im Saarland keine solch hohen Temperaturen gegeben. Die Mitteltemperatur von April bis Oktober lag im Saarland bei 16,4 Grad. Hinzu kamen, bedingt durch die besonderen Wetterlagen, zahlreiche Unwetter die, vor allem im urbanen Bereich, teils erhebliche Schäden angerichtet haben. Wenn es geregnet hat, dann entweder so wenig, dass es dem Wald nicht bzw. kaum genutzt hat, oder es kamen Regenmassen, die der Boden dann nur noch eingeschränkt aufnehmen konnte.

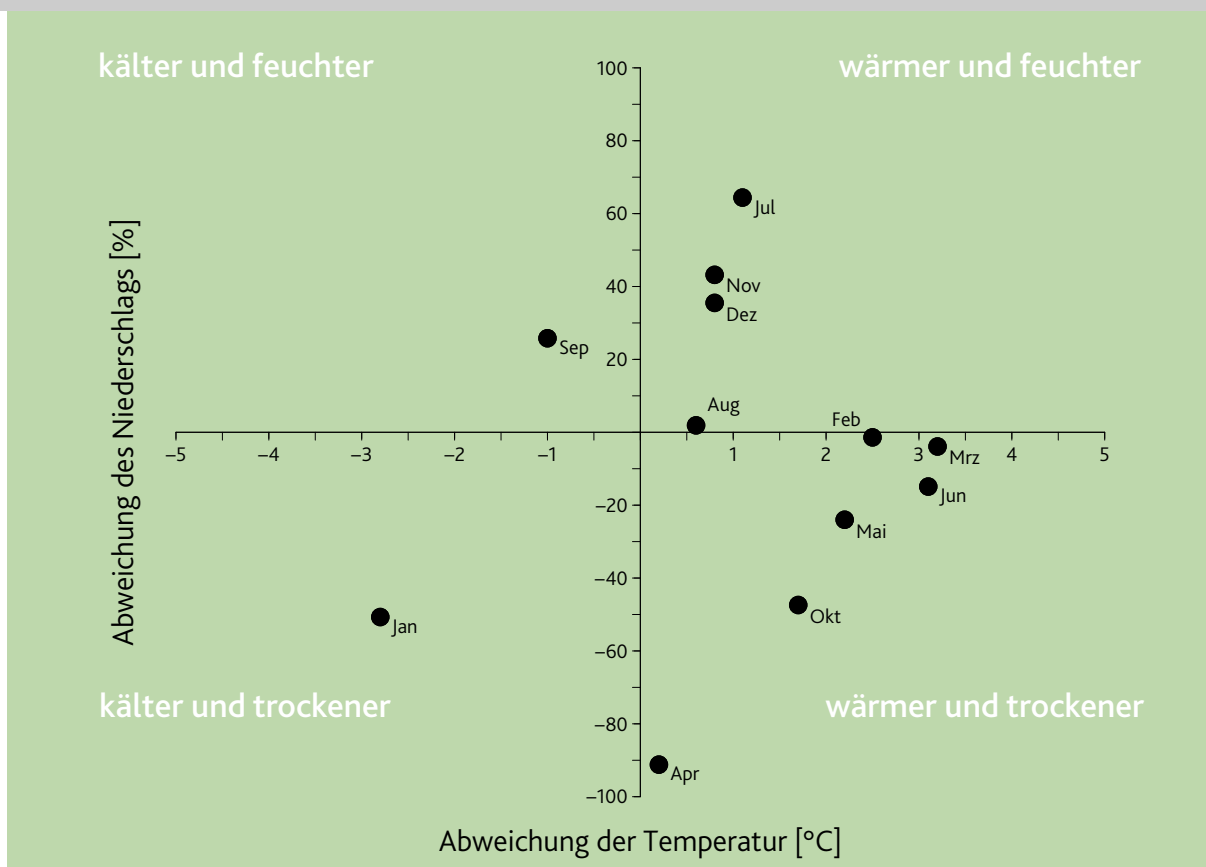
## Entwicklung der Temperatur im Zeitraum April bis Oktober im Saarland seit 1881



Das gleitende Mittel bezieht sich auf den Zeitraum 5 Jahre vor bis 5 Jahre nach dem Jahr der Darstellung. Die gestrichelte rote Linie stellt den signifikanten linearen Trend dar (5%-Signifikanzniveau).

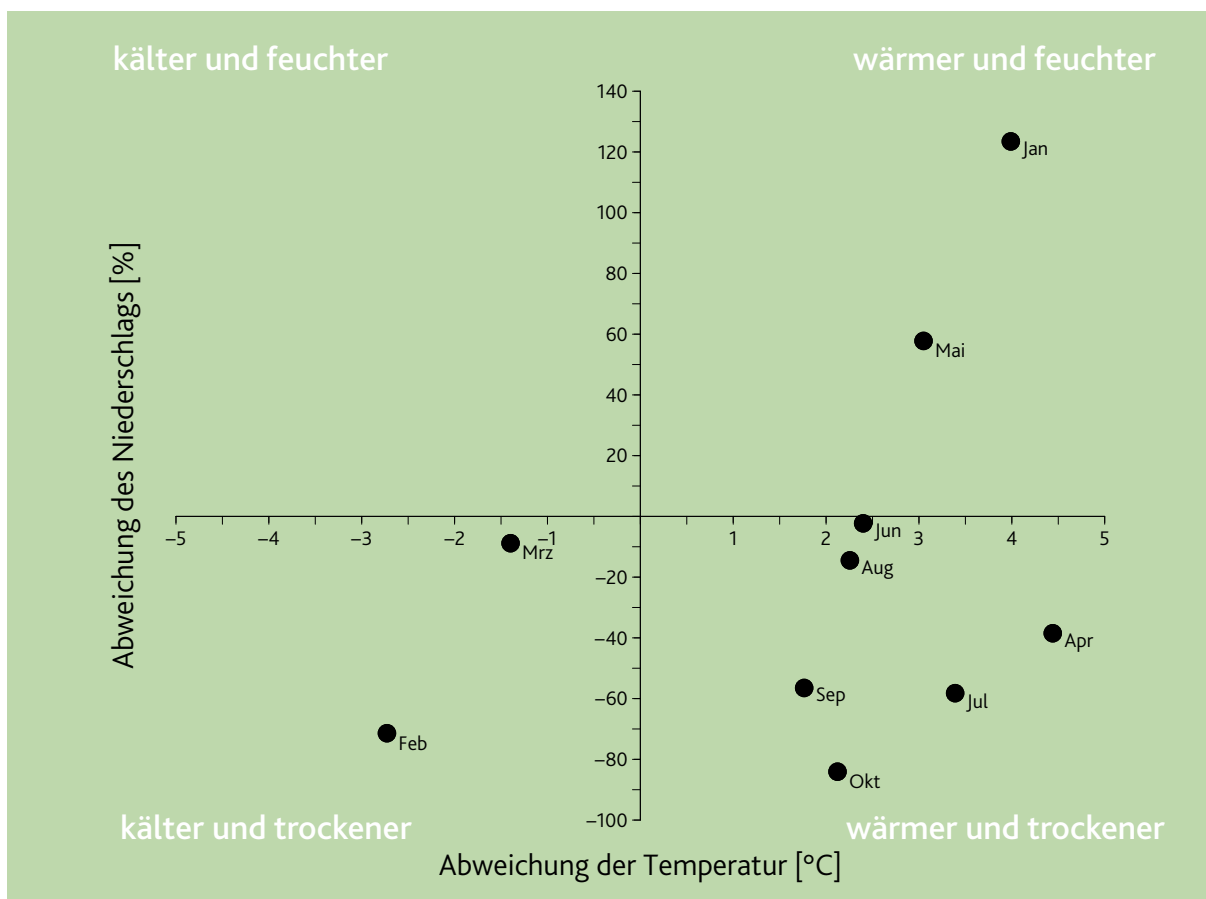
Datenquelle: Deutscher Wetterdienst

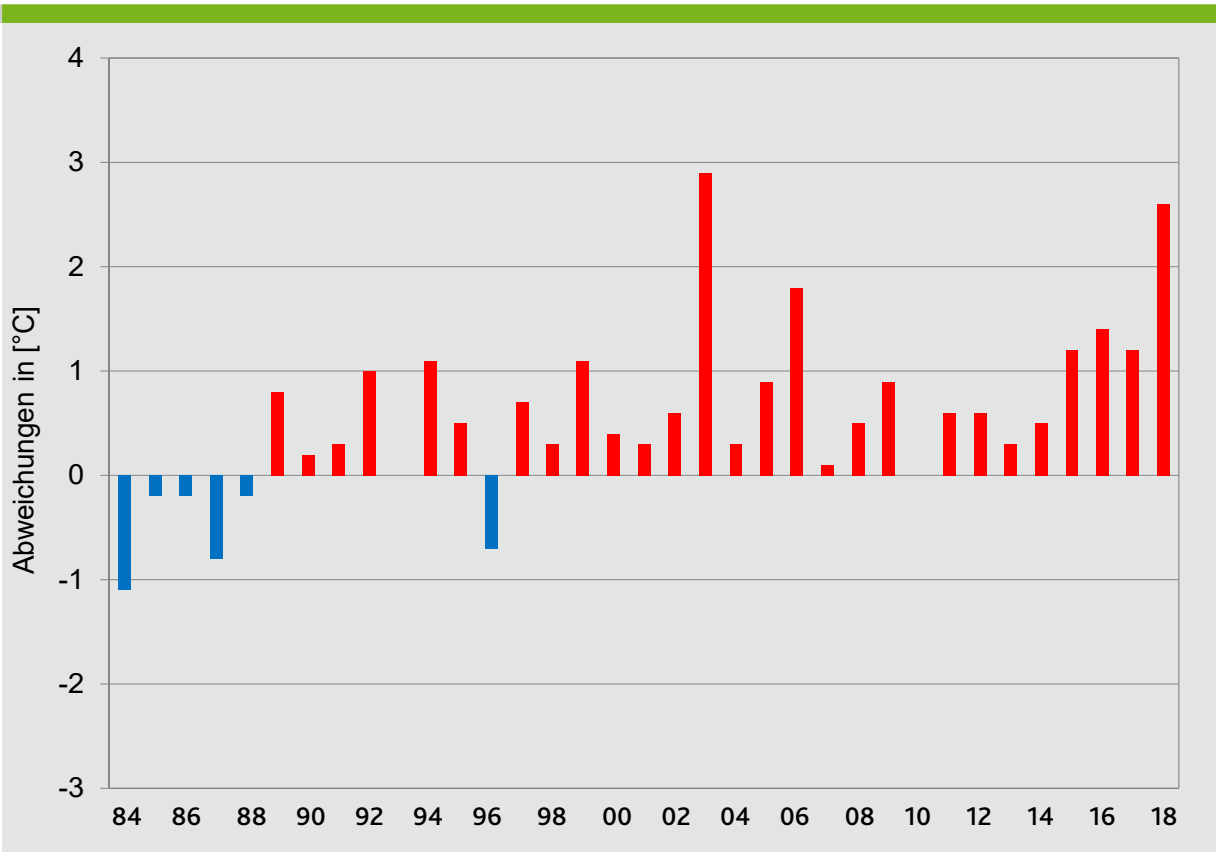
© RLP Kompetenzzentrum für Klimawandelfolgen ([www.kwis-rlp.de](http://www.kwis-rlp.de))



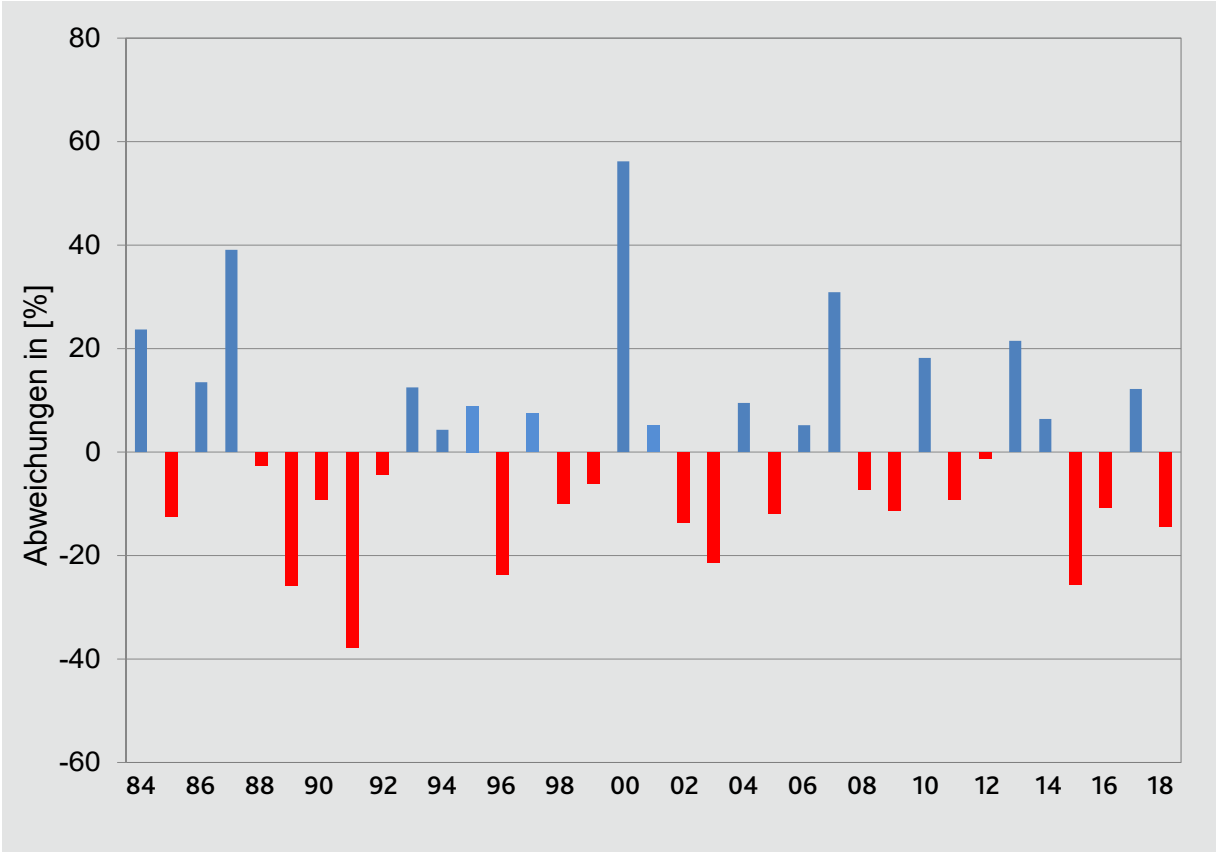
Thermopluviogramme für die Jahre 2017 (oben) und 2018 (unten). Dargestellt sind für die einzelnen Monate die kombinierten Abweichungen von Temperatur (waagerechte Achse) und Niederschlag (senkrechte Achse) zum lang-jährigen Mittel 1971-2000 (Vergleich jeweils anhand der Flächenmittel für das Saarland).

(Quelle: Deutscher Wetterdienst)





Abweichungen der Temperatur (oben) und der Niederschläge (unten) in den forstlichen Vegetationszeiten (Mai bis September) 1984 bis 2018 vom langjährigen Flächenmittel Saarland 1971-2000 (Quelle: Deutscher Wetterdienst)



Auf einen warmen und regenreichen Januar folgte ein kalter, trockener Februar. Nach einem kalten März begann ab April die bereits beschriebene Warmphase: frühlingshafte, ab Monatsmitte sommerliche Temperaturen mit nur wenigen Niederschlägen. Im Mai hat es weit überdurchschnittlich viel geregnet, die Eisheiligen fielen dieses Jahr aus. Wichtig für den Wald: es gab genügend Niederschläge. Der Wasservorrat im Boden wurde im Juni und Juli aufgebraucht, sodass ab Ende Juli/Anfang August auf flachgründigeren Standorten oder in südexponierten Lagen erste Trocknisschäden an

älteren Waldbäumen auftraten. Vereinzelt waren Ausfälle in Kulturen und Naturverjüngungen zu beobachten.

Die Januarstürme „Burglind“ (01.01.2018) und „Friederike“ (18.01.2018) haben über alle Waldbesitzarten hinweg zu einer Windwurfmenge von unter 10.000 fm geführt. In Anbetracht der Tatsache, dass auf Bundesebene allein „Burglind“ mehr als 10 Millionen Festmeter Windwurf verursacht hat, eine vergleichsweise geringe Menge.

**Trocknisschäden an fruktifizierender Buche Anfang August** Foto: Th. Wehner



## Allgemeine Waldschutzsituation

Biotische und abiotische Schadfaktoren können einen erheblichen Einfluss auf die Vitalität unserer Wälder ausüben. Sie treten jährlich in verschiedenen Intensitäten auf. Zu den biotischen Schadfaktoren zählen vor allem Insekten und Pilze. Die bedeutsamsten abiotischen Schadfaktoren sind Frost, Hagel und Sturm.

Zwischen den biotischen und abiotischen Schadeinflüssen gibt es vielfältige Wechselbeziehungen. Zu befürchten ist, dass der bereits laufende Klimawandel nicht nur über Trockenheit und Extremereignisse den Wald schädigt, sondern sich auch auf das empfindliche Gleichgewicht zwischen den Waldbäumen und ihren Gegenspielern zu Ungunsten der Bäume auswirkt (siehe auch Kap. Waldschutz und Klimastress).

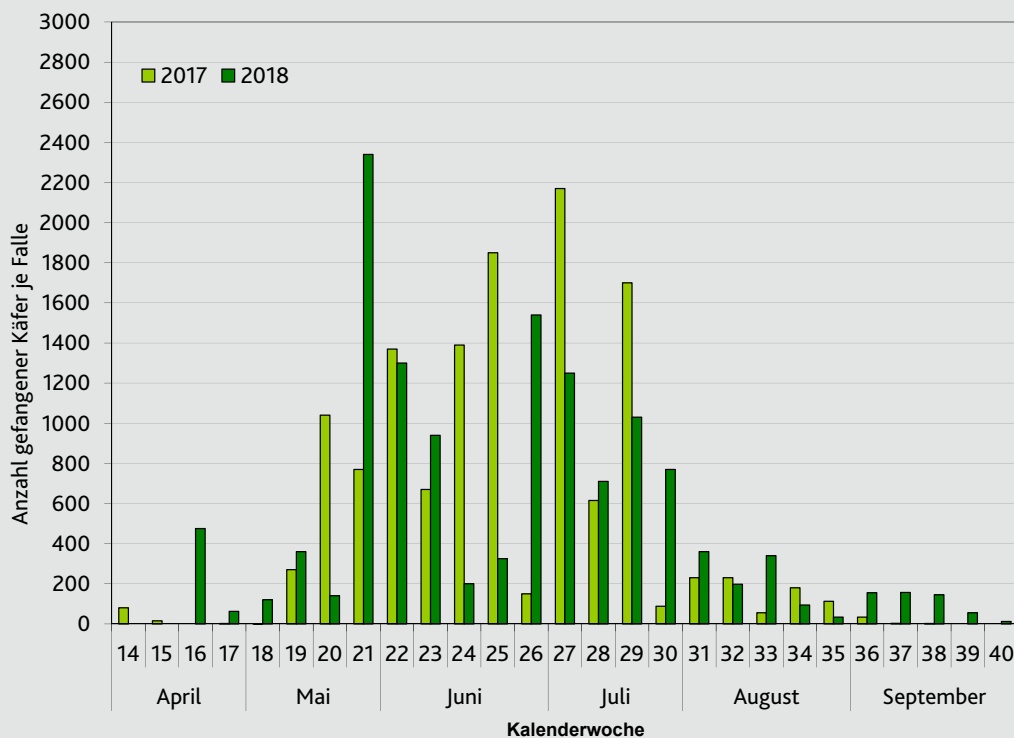
Der Verlauf der Flugaktivität des Buchdruckers (*Ips typographus*), als wichtigstem Fichtenborkenkäfer, wird in einem gemeinsamen Projekt mit Landesforsten Rheinland-Pfalz und der FVA Baden-Württemberg, u. a. auch im saarländischen Hochwald

bei Eisen, mit Pheromonfallen und Kontrollen des Brutfortschritts an mit Pheromondispensern bekö- derten Probestämmen überwacht. Auf Grundlage dieser Daten werden fortlaufend Empfehlungen zur effektiven Kontrolle der Waldbestände auf Stehendbefall abgeleitet.

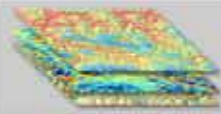
Im Vorjahr wurden landesweit mindestens zwei Buchdruckergenerationen abgeschlossen. In wärmeren Lagen des Saarlandes wurde eine dritte Buchdruckergeneration angelegt. Zudem ist davon auszugehen, dass die Witterungsbedingungen im Verlauf des Winters zu keiner hohen Mortalität geführt haben. Dies bedeutet, dass zum Start der diesjährigen Borkenkäferentwicklung eine vergleichsweise hohe Käferdichte vorhanden war.

Der Schwärmflug der überwinterten Käfer begann 2018 ab Mitte April; in den Brutbeobachtungs-bäumen wurden erste Rammelkammern und Muttergänge angelegt sowie Eiablagen dokumentiert. Die Anlage der Geschwisterbrut erfolgte ca. Mitte Mai, gefolgt von der Brutanlage

Buchdruckerentwicklung 2017 und 2018 an der Monitoringfläche Eisen



## Screenshot PHENIPS für die Klimastation Weiskirchen, Zeitpunkt der Abfrage 15.10.2018



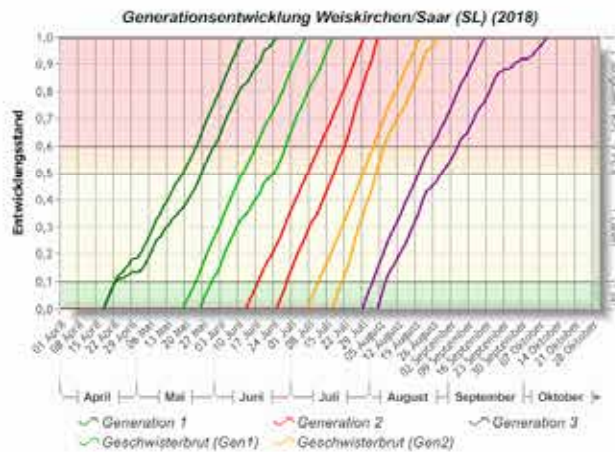
Institut für Forstentomologie, Forstpathologie und Forstschutz  
**Monitoring und Risikoanalyse**



Startseite Phenips Online Monitoring Prädisposition PHENIPS Online PHENIPS-TDEF

- PHENIPS – Baden-Württemberg
- PHENIPS – Nordrhein-Westfalen
- PHENIPS – Rheinland-Pfalz, Saarland
- PHENIPS – Sachsen
- PHENIPS – Thüringen
  
- PHENIPS – Rheinland-Pfalz, Saarland
  - Agrarmeteorologische Stationen (DWD)
    - Generationsentwicklung
    - Klimadaten
      - Temperaturen
      - Globalstrahlung
      - Niederschlag
    - Waldklimastationen
      - Generationsentwicklung
      - Klimadaten
        - Temperatur
        - Globalstrahlung
        - Niederschlag
  - Karte Stationen
  - Borkenkäferentwicklung

Klimastation: Weiskirchen/Saar (SL) Jahr: 2018 Set



gleichfarbige Linien repräsentieren den minimalen und maximalen Entwicklungsverlauf der jeweiligen Generation

Aktueller Entwicklungsstand:

Schwärmbeginn	11.04.2018
Anzahl möglicher Schwärmtage nach Schwärmbeginn	122
Hauptflughöhe / Befallsbeginn	10.04.2018
Anlage der Geschwisterbrut	20.05.2018
Anlage der 2. Generation	14.06.2018
Anlage der Geschwisterbrut der 2. Gen.	08.07.2018

Prognose der Entwicklung für die nächsten 7 Tage:

Schwärmbeginn	11.04.2018
Anzahl möglicher Schwärmtage in den nächsten 7 Tagen	8
Hauptflughöhe / Befallsbeginn	18.04.2018
Anlage der Geschwisterbrut	20.05.2018
Anlage der 2. Generation	14.06.2018

der 2. Generation Mitte Juni nebst der zugehörigen Geschwisterbrut. Die Witterungsbedingungen führten zu einer beschleunigten Entwicklung des Buchdruckers und der Anlage einer 3. Generation ab Anfang August in den tieferen Lagen.

Aufgrund der günstigen Witterungs- und Entwicklungsbedingungen kommt es zu einem „Dauerschwärmen“ des Buchdruckers (mehrere Generationen nebst Geschwisterbruten).

Ende September ist in den tieferen Höhenlagen die Entwicklung der dritten Generation abgeschlossen. In Hochlagen des Landes (Hunsrück) ist die dritte Generation angelegt, z.T. sind bereits Jungkäfer entwickelt. Zur Vermeidung von Verlusten bei zu spät begonnenen Bruten diapausiert der Buchdrucker, wenn die Nachttemperaturen unter

13° C fallen und die Tageslichtlänge 14,5 Stunden unterschreitet, das heißt ab Mitte August geht die Brutbereitschaft der Käfer zurück und ist Mitte September in der Regel abgeschlossen.

Der aktuelle Entwicklungsstand der Buchdruckerpopulation in verschiedenen Regionen kann auch auf Grundlage eines Computermodells (PHENIPS) der Universität für Bodenkultur Wien verfolgt werden. Damit werden tagesaktuell der Schwärmlflug und das Brutgeschehen des Buchdruckers differenziert anhand von Daten von 7 DWD-Wetterstationen im Saarland unter Einbindung einer 7-Tagesprognose eingeschätzt:

[http://iff-server.boku.ac.at/wordpress/index.php/language/de/phenips-online-monitoring/phenips-online-deutschland/phenips-baden-rheinland-pfalz-saarland/waldklimastationen\\_rlp/generationsentwicklung-2-2/](http://iff-server.boku.ac.at/wordpress/index.php/language/de/phenips-online-monitoring/phenips-online-deutschland/phenips-baden-rheinland-pfalz-saarland/waldklimastationen_rlp/generationsentwicklung-2-2/)



Die durch Borkenkäfer angefallene Holzmenge ist in 2018 gegenüber den Vorjahren drastisch angestiegen. Sie liegt aktuell (Ende September) bei ca. 40.000 fm und somit im Bereich der starken Schäden in den Jahren in und nach dem Trockenjahr 2003. Trotz in großem Umfang durchgeführter Kontrollen der Fichtenbestände auf Befallssymptome und dem Bemühen um eine zügige Fällung der von Fichtenborkenkäfern befallenen Bäume konnte Neubefall nicht immer verhindert werden. Hinzu kam, dass dieses Jahr aufgrund fehlender Transportkapazitäten das befallene Fichtenholz nicht immer rechtzeitig abgefahren werden konnte. Ursache war die Bindung von Transportkapazitäten in den Windwurfgebieten Mitteldeutschlands. Diese Entwicklung führte und führt zu erheblichen Ertragseinbußen. Einerseits erzielen von Borkenkäfern befallene Fichten geringere Preise, andererseits müssen sie vorzeitig genutzt werden, was wiederum zu Ertragseinbußen führt. Hinzu kommen erhöhte Holzerntekosten durch kleinräumigen Hiebsanfall und die Gefahr sinkender Preise durch ein Überangebot auf dem Holzmarkt.

Wie in den Vorjahren war auch 2018 landesweit in vielen Douglasienbeständen ein erheblicher Befall mit der Rußigen Douglasenschütte (*Phaeocryptopus gaeumannii*) festzustellen. In Douglasienbeständen, die bereits mehrere aufeinanderfolgende Jahre stark Schütte-befallen sind, treten gravierende Kronenverlichtungen auf. In der Regel sterben die Bäume aber nicht ab (siehe auch Kapitel Waldschutz und Klimastress).

Fraßschäden durch die „Eichenfraßgesellschaft“ (Eichenwickler, Schwammspinner, verschiedene Frostspanner- und Eulenarten) traten nur in mäßigem Umfang auf.

Neue Schäden durch Prachtkäfer (*Agrilus biguttatus*) hielten sich in Grenzen.

Der Eichenprozessionsspinner (*Thaumetopoea processionea*) hat sich dieses Jahr im Saarland weiter verbreitet. Ältere Raupen verfügen über spezielle Brennhaare (Setae) mit dem Nesselgift Thaumetopoein, welches Haut- und Augenreizungen bis hin zu schweren Allergien auslösen kann.

Die Befunde des Borkenkäfermonitorings und daraus abgeleitete Empfehlungen für die forstliche Praxis finden Sie auf den Webseiten der Forstlichen Versuchs- und Forschungsanstalt Baden-Württemberg

[http://www.fva-bw.de/monitoring/ws/kaefer/kaefer.php?datei=fi\\_bk.inc.php&b=a&v=0&jahr=2016&land=rp](http://www.fva-bw.de/monitoring/ws/kaefer/kaefer.php?datei=fi_bk.inc.php&b=a&v=0&jahr=2016&land=rp)

Die Informationen und Empfehlungen für den Hochwald umfassen auch die Daten der saarländischen Monitoringfläche Eisen.



**Raupennest des Eichenprozessionsspinners**

Foto: H.W. Schröck



**Hautausschlag durch Eichenprozessionsspinner**

Foto: H.W. Schröck

Informationen zum Eichenprozessionsspinner:  
[http://www.waldwissen.net/waldwirtschaft/schaden/insekten/lwf\\_merkblatt\\_15/index\\_DE](http://www.waldwissen.net/waldwirtschaft/schaden/insekten/lwf_merkblatt_15/index_DE)  
[http://www.waldwissen.net/waldwirtschaft/schaden/insekten/fva\\_eichenprozessionsspinner\\_aktuell/index\\_DE](http://www.waldwissen.net/waldwirtschaft/schaden/insekten/fva_eichenprozessionsspinner_aktuell/index_DE)

Die Brennhaare reichern sich als Häutungsreste in den Raupennestern an und bleiben auch nach der Verpuppung der Raupen eine Gefahr, da ihre Wirkung mindestens zwei Jahre anhalten kann. Verschiedene Kommunen (z.B. Saarbrücken) mussten aufgrund einer Gesundheitsgefährdung die Nester als Brennhaarquellen beseitigen lassen. Bisher führte der Eichenprozessionsspinner im Saarland noch nicht zu waldschutzrelevanten Schäden in Eichenwäldern.

Das Eschentriebsterben tritt landesweit in fast allen Eschenbeständen auf. Der europaweite wissenschaftliche Austausch über die EU-Plattform FRAXBACK zeigt allgemein ein Fortschreiten des Eschentriebsterbens nahezu im gesamten natürlichen Verbreitungsgebiet der Esche (*Fraxinus excelsior*). In Europa sind Eschen auf Nass-Standorten und im Dichtstand besonders gefährdet. Mit Sporen aus Fruchtkörpern, die im Sommer auf mindestens einjährigen Eschenblattstielen in der Bodenstreu wachsen, infiziert der Pilz die Blätter in den Baumkronen und kann über diese in die Triebe einwachsen. Dies verursacht das typische Triebsterben, das sich nach jährlich erneuten Infektionen in einem Zurücksterben der Krone äußert und zum Absterben des Baumes führen kann. Der Pilz kann die Eschen aber auch am Wurzelansatz besiedeln und Stammfußnekrosen verursachen. Andere holzerstörende Pilze, wie der Hallimasch (*Armillaria spp.*), können daraufhin den Stammfuß infizieren und schwerwiegende Stockfäulen verursachen. Dies führt zu einer erheblich erhöhten Wurf- und Bruchgefahr und damit zu Problemen für die Verkehrs- und Arbeitssicherheit.

Die Esche ist im Saarland eine bedeutsame Waldbaumart. Sie ist sehr klimatolerant und galt daher bis zum Auftreten des Eschentriebsterbens als eine im Klimawandel zunehmend interessante, zukunftsfähige Baumart. Auch in den vom Eschentriebsterben stark betroffenen Beständen sind meist noch einige wenige, symptomfreie Eschen vorhanden. Diese partielle Resistenz ist offenbar genetisch bedingt und damit vererbbar. Dies dürfte der Baumart eine evolutionäre Anpassung an die Krankheit ermöglichen. Über die Verjüngung der

resistenteren Individuen könnte sich somit eine weniger anfällige Eschengeneration entwickeln.

Im Bereich Eppelborn, wurde im Verlauf des Jahres ein kleinräumiges Absterben von Eiche, Lärche und Buche dokumentiert. Der Verdacht, dass der Absterbeprozess ursächlich auf den Quarantäne-Schadorganismus *Phytophthora ramorum* zurückzuführen ist konnte durch Laboruntersuchungen ausgeschlossen werden. Die Pilze der Gattung *Phytophthora* gelten als primärparasitische Organismen und können das Absterben verschiedener Eichenarten sowie anderer Laubbäume verursachen.

An den untersuchten Proben wurden Vertreter der Gattung *Phytium* sowie Hallimasch (*Armillaria gallica*) diagnostiziert, beides sekundäre Schwächepathogene an i.d.R. standörtlich disponierten Bäumen. Sie verursachen zumeist eine Fäule und charakteristische Fruchtkörper im Bereich des Stammfußes.



# WALDKALKUNG IM SAARLAND



## Ergebnisse aus dem BMEL-Modellvorhaben zur „Nachhaltigen Nährstoffversorgung von Wäldern“

In den Jahren 2015 bis 2017 beteiligte sich das Saarland an einem Modellvorhaben des Bundesministeriums für Ernährung und Landwirtschaft zur Förderung von „Maßnahmen zur nachhaltigen Nährstoffversorgung und Gesunderhaltung von Wäldern“. Ziel war es, den aktuellen Versauerungszustand ausgewählter Waldstandorte zu beleuchten und eine Grundlage zum Wirkungsvergleich von Dolomit-Kalk (herkömmlich zur Bodenschutzkalkung eingesetzt) und einem Gemisch aus Holzasche und Dolomit-Kalk, von dem eine umfänglichere Nährstoffrückführung erwartet wird, zu schaffen. Unter Federführung der Nordwestdeutschen Forstlichen Versuchsanstalt nahmen außer dem Saarland die Bundesländer Baden-Württemberg, Brandenburg, Niedersachsen, Rheinland-Pfalz und Sachsen-Anhalt am Projekt teil.

### Was ist Bodenversauerung?

Bodenversauerung ist ein unter humiden Klimabedingungen natürlich ablaufender und für die Pflanzenernährung notwendiger Prozess der Bodenentwicklung. Er beruht im Wesentlichen auf der Lösung von Kohlendioxid ( $\text{CO}_2$ ) aus der (Boden-) Luft in Regen- und Bodenwasser. Durch die dabei entstehende Kohlensäure (eine schwache Säure<sup>1</sup>) erhöht sich die Konzentration von Protonen ( $\text{H}^+$ -Ionen), die Bodenlösung wird sauer und der pH-Wert sinkt. Pflanzen tragen ebenfalls in geringem Maße zur Versauerung bei, indem sie bei der Nährstoffaufnahme Protonen abgeben. Im Boden wird die eingetragene Säure durch sog. Puffersysteme neutralisiert. Im Austausch gegen Protonen gelangen dabei Nährstoffionen (Calcium  $\text{Ca}^{2+}$ , Magnesium  $\text{Mg}^{2+}$ , Kalium  $\text{K}^+$ , Natrium  $\text{Na}^+$ ), die an Bodenteilchen gebunden sind, in die Bodenlösung und werden so für die Aufnahme durch Pflanzenwurzeln verfügbar. Der pH-Wert des Bodens bleibt konstant, solange ausreichende Mengen an Puffersubstanz zur Verfügung stehen. Pflanzen nehmen die gelösten Nährstoffe über ihre Wurzeln auf und bauen diese in ihre Biomasse ein. Während der Verrottung von Pflanzenteilen gelangen organisch gebundene Basen wieder in den Boden (Mineralisierung), wo sie erneut als Puffersubstanz und als Nährstoff zur Verfügung stehen. In Wäldern ist dieser Kreislauf zeitlich entkoppelt, da die Bäume als Nährstoff-/Ba-

senspeicher fungieren. Für Wälder ist aufgrund dieser Prozesse eine natürlicherweise schwach saure Bodenreaktion bei pH-Werten um 5 bis 6 typisch. In Wirtschaftswäldern trägt die Holzernte ebenfalls zur Versauerung bei, indem die im Holz gespeicherten basischen Nährstoffe dem Kreislauf entnommen werden.

Durch den Menschen verursachte Luftschadstoffe – vornehmlich Schwefel- und Stickstoffverbindungen aus Industrie, Straßenverkehr und Landwirtschaft – gelangen im Wesentlichen mit dem Niederschlag („Saurer Regen“) in die Wälder und Waldböden, haben sich über viele Jahrzehnte in den Waldböden akkumuliert und verursachen seither eine im Vergleich zu den beschriebenen natürlichen Vorgängen verstärkte und schnell fortschreitende Bodenversauerung. Dabei gelangen starke Säuren (Schwefelsäure, Salpetersäure) in den Boden, beschleunigen die o. g. Prozesse und stören dort den natürlichen Basenhaushalt.

### Welche Folgen hat die durch Luftschadstoffe verursachte Bodenversauerung für Wälder?

Der übermäßige Säureeintrag wird durch die zunächst noch vorhandenen Basenpuffersysteme neutralisiert. Der dabei in Lösung gelangende Überschuss basischer Nährstoffe kann in großen

<sup>1</sup> In wässriger Lösung stabil und wenig reaktiv. Geringe Neigung zur Abgabe von  $\text{H}^+$ -Ionen (Protolyse).

Teilen nicht von den Pflanzen aufgenommen werden, wird daher mit dem Sickerwasser ausgewaschen und verbleibt somit nicht im Nährstoffkreislauf des Ökosystems (Nährstoffverlust). Damit einhergehend ist der Verbrauch von Puffersubstanz. Der pH-Wert des Bodens sinkt. Sind die auf basischen Nährstoffen beruhenden Puffersysteme einer Bodenschicht erschöpft, wird die Struktur von Tonteilchen im Boden angegriffen und letztlich irreversibel zerstört. Wichtige Bodenfunktionen wie Nährstoff- und Wasserspeicher sowie Schadstofffilter und Säurepuffer, die von Tonmineralen maßgeblich beeinflusst werden, gehen mit ihnen verloren. Diese Veränderung des bodenchemischen Milieus bewirkt, dass neben säureempfindlichen Pflanzenarten auch Bodenorganismen (bekannteste Vertreter sind Regenwürmer) verschwinden. Deren Haupttätigkeit ist die Zersetzung und Mineralisierung toter organischer Substanz sowie die der Durchmischung und Belüftung des Bodens. Sie beeinflussen damit entscheidend den Nährstoffhaushalt und die Fruchtbarkeit eines Bodens. Mit dem Verschwinden von Bodenlebewesen sinkt die Nährstoffverfügbarkeit. Weitere Folgen reichen von Nährstoffungleichgewichten in Pflanzen, die zu Nährstoffmangelerscheinungen und größerer Anfälligkeit von Bäumen gegenüber Krankheitserregern und Schadorganismen führen,

#### Einbau von Saugkerzen zur Beprobung des Bodensickerwassers

Foto: D. Hemmerling



#### Beprobung des Auflagehumus

Foto: D. Hemmerling

über Wurzelschäden und eine gestörte Nährstoffaufnahme, bis hin zu einer möglichen Belastung von Grund- und Oberflächenwasser durch Aluminium und Schwermetalle. Darüber hinaus werden teils erhebliche negative Effekte (bis hin zum Absterben) auf Naturverjüngung und Aufforstung beobachtet.

#### Wie ist der Versauerungszustand saarländischer Wälder?

Aktuelle Untersuchungsergebnisse aus dem Modellvorhaben, dem kontinuierlichen Begleitmonitoring zur Waldkalkung sowie aus dem Umweltmonitoring im Forst belegen eine weit fortgeschrittene Bodenversauerung und einen anhaltend negativen Trend des Zustandes von Waldökosystemen im Saarland. Bemerkenswerterweise gilt diese Tendenz nicht nur für Böden, die sich aus basenarmen Ausgangsgesteinen (Buntsandstein, Quarzit) entwickelt haben. Bestände auf Böden, die aufgrund ihres geologischen Ausgangsgesteins (Sedimentgesteinen des Rotliegenden und des Karbons) nährstoffreichere Verhältnisse erwarten lassen, zeigen einen vergleichbaren Versauerungsgrad. An diesem gleichermaßen schlechten Zustand ist abzulesen, dass die Versauerungsprozesse erheblich stärker wirksam waren als bislang angenommen, denn innerhalb desselben Wirkungszeitraums gingen in vergleichbarer Bodentiefe auf natürlicherweise nährstoffarmen sowie auf nährstoffreicheren Substraten nahezu sämtliche pflanzenverfügbaren Nährstoffe verloren.

### Warum Bodenschutzkalkung?

Wälder sind laut Landeswaldgesetz (§ 1) wegen ihrer Bedeutung für die Umwelt (Schutzfunktion), ihrer wirtschaftlichen Bedeutung (Nutzfunktion) und ihrer unmittelbaren Bedeutung für den Menschen (Erholungsfunktion) besonders wertvoll, erhaltenswert und nachhaltig zu sichern. Bei der Bewirtschaftung von Wäldern ist der Erhaltung der natürlichen Lebensgrundlagen Boden, Wasser, Klima und Luft Rechnung zu tragen. Die Bodenfunktionen sind als Bestandteil gesunder und stabiler Wälder dauerhaft zu erhalten (§ 11 LWaldG). Vor dem Hintergrund des aktuellen Versauerungszustands vieler Wälder und eines anhaltend negativen Trends besteht somit dringender Handlungsbedarf.

Waldbauliche Maßnahmen sind nur sehr eingeschränkt geeignet, das aktuelle Versauerungsgeschehen aufzuhalten oder gar umzukehren. Unter

Experten herrscht heute bundesweit Einigkeit darüber, dass unter Beachtung potenzieller Risiken und Nebenwirkungen (wie Humusverlust, Nitrat- auswaschung, Verflachung des Wurzelsystems, biozönotische Veränderungen) insbesondere in forstlich genutzten Waldbeständen gezielte, naturschutzfachlich begleitete Bodenschutzkalkungen derzeit das einzige forstliche Mittel zur Stabilisierung versauerter Waldökosysteme darstellen. Um den im Boden befindlichen Säuren zu begegnen, einer weiteren Verschlechterung des Bodens durch neue Säureeinträge entgegenzuwirken und eine nachhaltige forstliche Nutzbarkeit sicherzustellen, wurden daher von 2006 bis 2017 – unter Berücksichtigung naturschutzfachlicher Belange sowie regelmäßiger wissenschaftlicher Begleitung – im Saarländischen Staatswald systematisch Bodenschutzkalkungen durchgeführt (auf etwa 21.000 ha).

#### Untersuchungsstandort 7 mit nahezu reinsandigem Boden und typischer Ausbildung des Bodentyps Podsol

Foto: M. Haßdenteufel



Bei Kalkungsmaßnahmen werden pro Hektar Waldfläche etwa 3 t Magnesiumkalk (sog. Dolomit) per Hubschrauber ausgebracht. Der Kalk löst sich im Laufe der Zeit im Regenwasser. Dabei gelangen im Wesentlichen Ca- und Mg-Ionen in die Bodenlösung. Durch diese vergleichsweise geringe Aufwandsmenge ( $300 \text{ g/m}^2$ ) werden die pH-Werte des Bodens nicht über die jeweils standorttypischen Bereiche angehoben. Ziel einer Kalkungsmaßnahme ist es, die in den Folgejahren weiterhin in die Waldökosysteme eingetragenen Säuren abzuf puffern und langfristig das Säure-Basenverhältnis des Bodens und damit letztlich die Nährstoffverfügbarkeit zu verbessern. Der Abwärtstrend der pH-Werte im Boden soll durch die Kalkausbringung gestoppt und die Basenverfügbarkeit erhöht werden. Eine Nivellierung der von Natur aus differenzierten Standortverhältnisse erfolgt dabei nicht. Die Bodenschutzkalkung stabilisiert nachweislich die Waldökosysteme, verbessert den Ernährungsstatus und damit die Vitalität der Waldbestände sowie die Lebensbedingungen für Bodenlebewesen erheblich und trägt zum Schutz von Quell- und Grundwasser gegenüber Schwermetall- und Aluminiumeinträgen bei. Eine nicht umkehrbare Zerstörung von Tonmineralen wird durch rechtzeitige Kalkung verhindert. So

können Böden zu einem späteren Zeitpunkt, wenn Luftreinhaltemaßnahmen zur Reduzierung der Stickstoffeinträge greifen, wieder regenerieren.

### Warum Holzasche?

Die für die Waldernährung sehr bedeutsamen Nährelemente Phosphor und Kalium sind in hoher Konzentration in der Rinde und in Feinästen der Bäume enthalten. Die Saarländische Forstwirtschaft verzichtet daher im Sinne des Kreislaufgedankens auf die Nutzung von Holz unter 10 cm Durchmesser, um den Entzug von Phosphor und Kalium zu beschränken. Aktuelle Untersuchungsergebnisse zur Ernährungssituation von Wäldern im Saarland weisen dennoch auf einen standortabhängigen Nährstoffmangel der Hauptbaumarten Buche, Eiche und Fichte hin. Dieser betrifft neben Calcium und Magnesium trotz der o. g. Nutzungseinschränkung auch die Elemente Phosphor und Kalium. Um einer Unterversorgung mit Mangel an Phosphor und Kalium zu begegnen, kommt der Einsatz von Kalk-Holzasche-Gemischen in Betracht. Darin sind neben Calcium und Magnesium auch die Nährstoffe Phosphor und Kalium enthalten. Im Rahmen des Modellvorhabens sollte die Grundlage zur Beurteilung geschaffen werden, ob die gezielte Verwendung von Kalk-Holzasche-Gemischen Engpässen in der Phosphor- und Kaliumversorgung entgegenwirken kann.

Holzasche darf im Rahmen forstlicher Nutzung nur in Mischung mit dolomitischen Kalken ausgebracht werden und unterliegt im Sinne der Risikominimierung für eine Schadstoffbelastung dabei den Regelungen der Düngemittelverordnung (DüMV). Es dürfen ausschließlich Brennraumaschen aus der Verbrennung von chemisch unbehandelten (= naturbelassenen) Hölzern (z. B. Waldholz, Waldrestholz, Sägerestholz, Landschaftspflegeholz) zum Einsatz kommen (DüMV, Anlage 1, Abschnitt 1, Zeile 1.4.1). Aschen gestrichener, lackierter, beschichteter oder verleimter Hölzer (sog. Althölzer nach AltholzV) dürfen nicht verwendet werden. Einer weiteren Qualitätssicherung wird über die Zertifizierung des verwendeten Materials durch die Bundesgütegemeinschaft Holzasche e.V. Rechnung getragen (RAL-Gütezeichen). Das bei der Zertifizierung vergebene Gütezeichen RAL-Dünger bescheinigt, dass

die Aschen eines bestimmten Holzascheanbieters als Ausgangsstoff für Düngemittel eingesetzt werden können. Die Gütesicherung beinhaltet sowohl Kontrollen der Entstehung vor Ort (Begutachtung/Auditierung) als auch regelmäßige unabhängige Untersuchungen der Aschen. Der Beimischungsanteil von Holzasche am ausgebrachten Kalkungsmittel darf maximal 30 % betragen (DüMV, Anlage 1, Abschnitt 1, Zeile 1.4.1). So werden schädliche Effekte (Verätzungen) auf Flora und Fauna durch die hohe Basizität der Holzasche (pH-Wert ~12) vermieden. Schließlich erfolgt eine Prüfung des jeweils vor Ort eingesetzten Materials. Lieferanten müssen im Ausschreibungsverfahren Qualitätsnachweise gemäß DüMV erbringen. Diese werden durch chemische Laboranalysen unmittelbar vor Ort gewonnener Stichproben verifiziert. Für eine hinreichende Nährstoffzufuhr mit Kalk-Holzasche-Gemischen wird eine von der herkömmlichen Kalkung abweichende Dosierung von 4 t pro ha bzw. 4,4 t pro ha im feuchten Zustand (10 % Wassergehalt zur Staubvermeidung) empfohlen.

### Das Modellvorhaben im Saarland

Ziel des Modellvorhabens war die Erprobung von Kalk-Holzasche-Gemischen im Vergleich mit herkömmlich eingesetztem Magnesium-Kalk (Dolomit) unter Praxisbedingungen. Mit Fördermitteln des Bundes konnten im Rahmen des Projektes insgesamt 170 ha Privatwald im nördlichen und südlichen Saarland mit einem Kalk-Holzasche-Gemisch zu Erprobungszwecken behandelt werden. Innerhalb der Projektlaufzeit von 3 Jahren sollte die Grundlage für einen langzeitlichen Wirkungsvergleich geschaffen werden. Vor diesem Hintergrund wurden im Waldgut Bornbacher Hof (Privatwaldbesitz bei Niederwürzbach) insgesamt 10 Untersuchungsstandorte eingerichtet und zunächst der bodenchemische Ist-Zustand bis max. 90 cm Bodentiefe zu Projektbeginn erfasst. Das Untersuchungsspektrum umfasst neben den bodenchemischen Parametern den Blatt- bzw. Nadelernährungsstatus, das Sickerwasser sowie die Vegetation. Auf 4 dieser Plots wurde anschließend ein Kalk-Holzasche-Gemisch ausgebracht. 3 Flächen wurden mit Dolomit behandelt, 3 Flächen blieben unbehandelt und dienen als Kontrollflächen. Der bodenchemische Ist-Zustand aller Untersuchungsstandorte spiegelt zum Zeitpunkt der



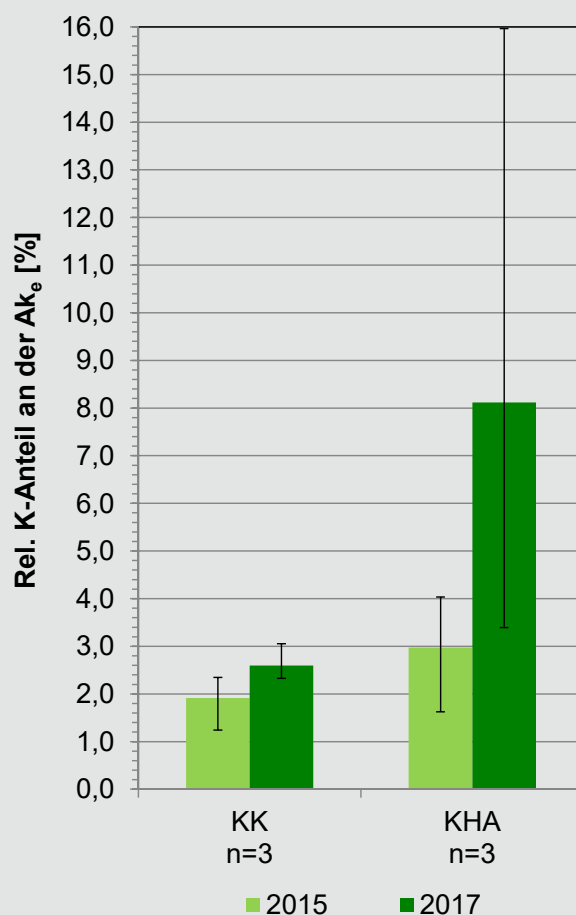
Lage der zehn Parzellen im Waldgut Bornbacher Hof. Das Jahr der Kalkungsmaßnahme steht in Klammern.



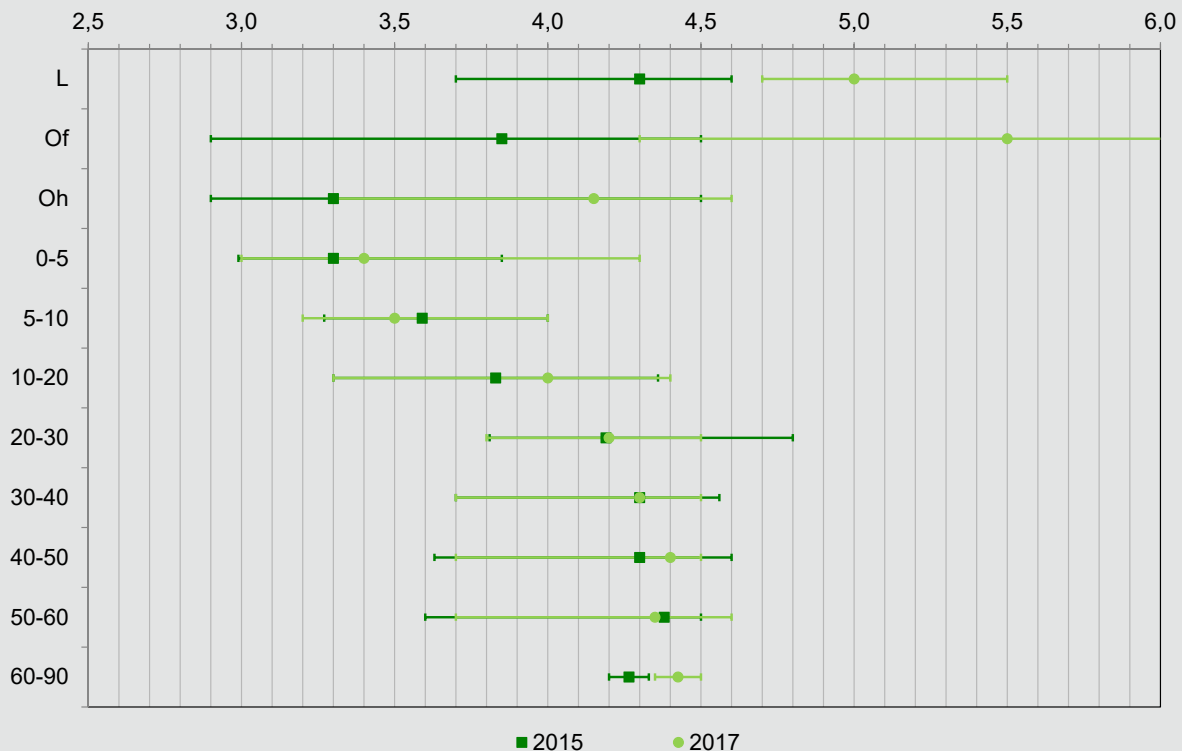
Erstaufnahme eine tiefgründige (teils bis in 90 cm Tiefe) Versauerung der Böden auf ohnehin von Natur aus nährstoffarmem Ausgangssubstrat (Sandböden sowie tonige Sandböden des Mittleren und Oberen Buntsandsteins) wider. Mit wenigen Ausnahmen befinden sich die untersuchten Böden bis in die unterste Tiefenstufe im Aluminium-Pufferbereich (pH 4,2-3,8) und erreichen vielfach bis in 60 cm Tiefe bereits den Aluminium-Eisen-Pufferbereich (pH 3,8-3,0). Sie sind per Definition somit als (sehr) stark sauer einzuordnen. Parallel zu den pH-Werten konzentriert sich eine hohe Basensättigung (relativer Anteil basischer Nährstoffionen an der Summe aller austauschbaren Kationen --> Kationenaustauschkapazität AKe) allein auf die

Humusauflage. Die Basensättigung wird als Maß für die Nährstoffverfügbarkeit gesehen. Bereits in der obersten Mineralbodenschicht nimmt diese rapide ab. Die Basensättigung liegt dort im Mittel unter 10 % der AKe. Im gesamten Wurzelraum unterhalb von 5 cm Tiefe liegt die Basensättigung im Mittel unter 7 % und maximal bei 18 % (5-10 cm Tiefe). Diese Böden erreichen auf der Skala zur Bewertung der relativen Austauschkapazität bezogen auf die AKe die unterste Stufe (< 7 %). Sie sind als äußerst basenarm zu bewerten. Ihre Elasti-

Veränderung der K-Gehalte im Zuge der Behandlung (KK = Dolomit, KHA = Kalk-Holzasche) in 30-50 cm Tiefe. Dargestellt sind jeweils Mittelwerte, Minima und Maxima. K-Bestandteile der Holzrasche sind in den rein-sandigen Böden äußerst mobil und gelangen innerhalb des Wirkungszeitraumes (etwa 12 Monate nach der Kalkung) bis in eine Bodentiefe von 50 cm. In den etwas tonreicheren Böden ist dieser Effekt minimiert.



Tiefenfunktion der mittleren pH(KCl)-Werte im Untersuchungsgebiet vor (2015; n = 10) und nach (2017; n = 7, ohne Nullflächen) der Kalkung. Dargestellt sind Mediane, Minima und Maxima ohne Differenzierung nach Kalkungsmaterial. Eine Zunahme der pH-Werte infolge der Kalkung beschränkt sich im Wesentlichen auf die Humusaufgabe.



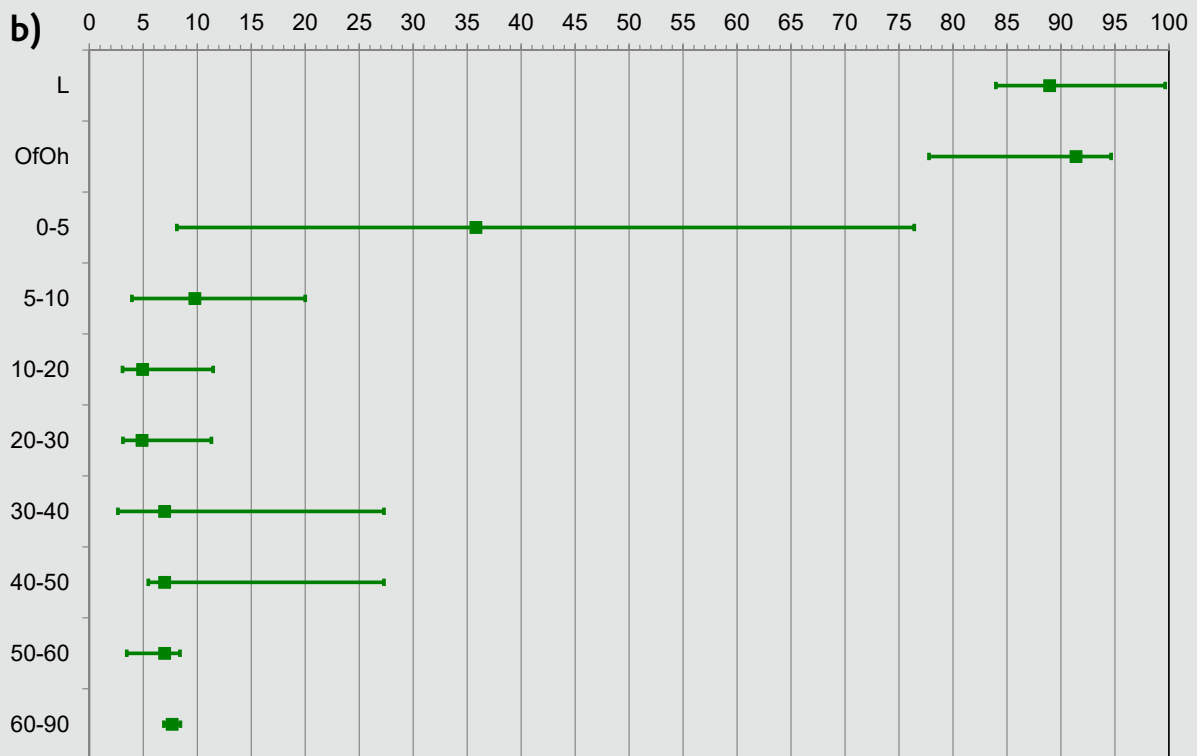
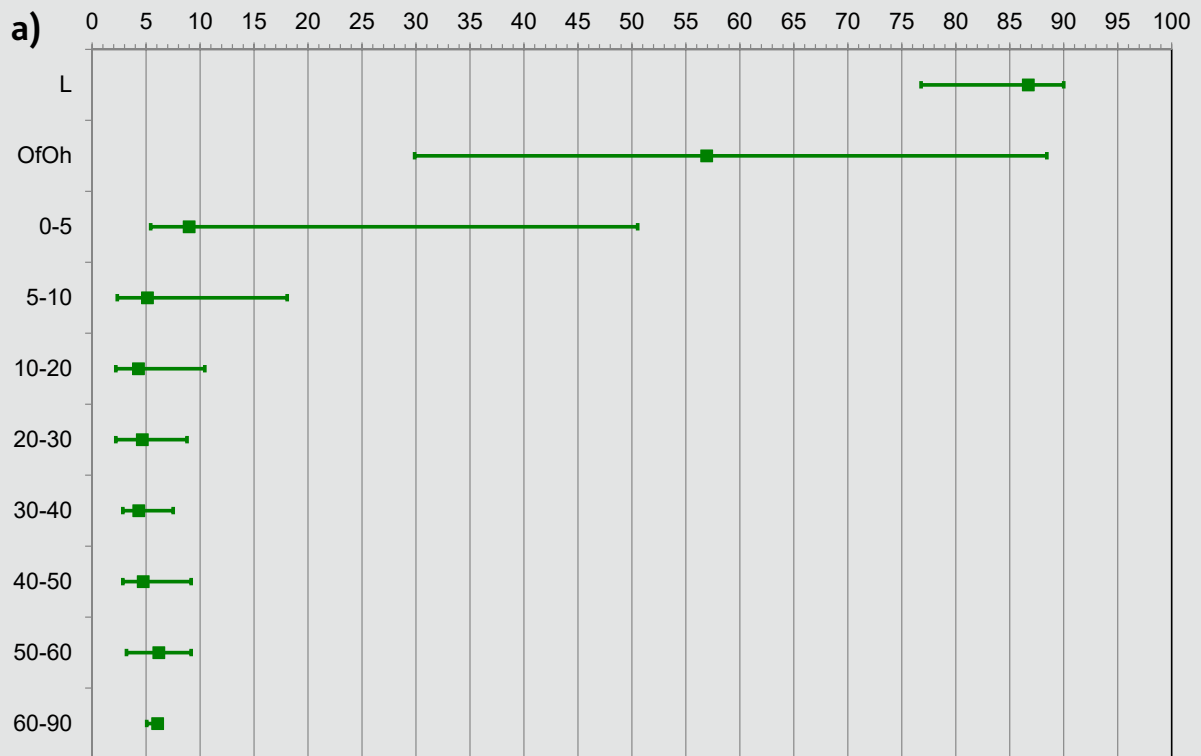
azität gegenüber Säuretoxizität wird als sehr gering bezeichnet. Jeder weitere Säureeintrag hat schädliche Wirkung auf den Zustand dieser Böden.

Die im Rahmen einer Wiederholungsuntersuchung (etwa 1 Jahr nach der Kalkungsmaßnahme) erhobenen bodenchemischen Daten belegen bereits eine deutliche, initiale Kalkungswirkung auf den behandelten Flächen. Eine Zunahme der pH-Werte (im Mittel) um 0,7 bis 1,7 pH-Stufen ist nach der Kalkung in der Streuaufgabe (L, Of, Oh) zu erkennen. Im Mineralboden ist dagegen (noch) keine Veränderung der pH-Werte nachweisbar. Eine deutlich (um 5 bis 35 Prozentpunkte) erhöhte Basensättigung ist dagegen bereits bis in 10 cm Bodentiefe messbar. Auffällig sind hohe Kaliumgehalte in 30-50 cm Tiefe bei der Holzasche-Variante. Offenbar sind in der Holzasche vorhandene Kaliumbestandteile gut löslich und Kalium-Ionen

sehr mobil, sodass diese aufgrund des sehr geringen Kalium-Fixierungsvermögens der sandigen Böden den Wurzelraum innerhalb sehr kurzer Zeiträume passieren und bereits wenige Monate nach der Kalkung bis in diese Tiefe gelangt sind. Denkbar ist, dass das zugeführte Kalium in den folgenden Monaten sehr schnell mit dem Sickerwasser ausgetragen wird und somit den Pflanzen gar nicht erst zur Verfügung steht. Möglicherweise ist somit ein erwarteter positiver Effekt der Holzasche-Verwendung auf die Kaliumverfügbarkeit bei sandigen Böden nicht gegeben. Gesicherte Aussagen, insbesondere zur Unterscheidung zwischen herkömmlicher Kalkung und Holzasche-Variante sind erst nach ausreichend langem Wirkungszeitraum möglich.

Gleiches gilt für Untersuchungen zum Blatt- bzw. Nadelernährungsstatus. Elementgehalte in Blät-

Median und Streuung (Min/Max) der Basensättigung in % (= Anteil der Summe aller Basenkationen  $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Mg}^{2+}$ ,  $\text{Na}^+$ ,  $\text{K}^+$  an der AKe) vor (a; n = 10) und nach (b; ohne Null-Flächen, n = 7) Behandlung. Eine erhöhte Basenverfügbarkeit infolge der Kalkung ist bereits bis in 10 cm Tiefe nachweisbar.



tern und Nadeln spiegeln den bodenchemischen Zustand integriert über den gesamten Wurzelraum wider. Die unmittelbar nach der Behandlung durchgeführten Erstanalysen lassen wegen des kurzen Beobachtungszeitraumes keine Wirkungseffekte erkennen und erst recht keine Unterscheidung zwischen reiner Dolomit- und Holzaschebehandlung zu. Sie zeigen den Ist-Zustand an und belegen Nährstoffungleichgewichte innerhalb der Pflanzen. Die Ergebnisse der Blatt-/Nadelanalysen sind daher an dieser Stelle nicht dargestellt, im Abschlussbericht zum Projekt aber detailliert diskutiert. Im Hinblick auf langfristige, kalkungsbedingte Veränderungen erfolgten darüber hinaus auf den Untersuchungsflächen Vegetationsaufnahmen zur Erfassung des Ist-Zustands.

### Weiterführung der Untersuchungen

Bedingt durch die kurze Beobachtungszeit sind unterscheidbare Effekte zwischen Holzasche und Dolomit bislang nicht erkennbar. Die Ergebnisse stellen zum Abschluss des Projektes eine hervorragende Informationsgrundlage für eine Untersuchungsintensivierung dar, indem sie bereits jetzt Entwicklungstendenzen erkennen lassen, die nun gezielt weiter beobachtet werden können. Eindeutige Effekte sind erst nach ausreichend langer Beobachtungs- und Wirkungsdauer zu erwarten. Im Hinblick auf Signifikanzprüfungen – bestenfalls um Unterschiede zwischen Holzasche- und Dolomitmalkung aufzuzeigen und Vor- und Nachteile zu erkennen – soll die Datenbasis nun gezielt konzentriert (Standorte, Variablen) und verdichtet (Stichprobengröße, Wiederholungsuntersuchung) werden. Ziel ist dabei auch kontinuierliche Untersuchungen des Sickerwassers zu etablieren. Diese sind bislang lückenhaft.

### Fazit

Die Ergebnisse des Modellvorhabens bestätigen einmal mehr, dass unsere Böden durch Eintrag anthropogen verursachter Luftverunreinigungen stark belastet sind. Waldökosysteme sind in ihrem aktuellen Zustand anfällig gegenüber äußeren Stressfaktoren und deren Wechselwirkung. Interessant zu beobachten wird die Reaktion der Wälder auf die Hitze und Trockenheit des vergangenen Sommers sein. Eine mögliche Folge könnte erneut eine erhebliche Verschlechterung des Kronenzustands im nächsten Jahr sein, ähnlich wie im Folgejahr des Hitzesommers 2003. Als Konsequenz dieser Ergebnisse müssen geeignete Gegenmaßnahmen getroffen und weitergeführt werden. Neben einer konsequenten und fortwährenden Luftreinhaltepolitik und einem maßvollen Biomasseexport (Holzernte), der die Nährstoffzufuhr durch atmosphärischen Eintrag und die Nachlieferung aus Gesteinsverwitterung nicht überschreitet, müssen Bodenschutzkalkungen mit Dolomit weiterhin stattfinden und mögliche Alternativen weiter untersucht werden.

Den Abschlussbericht zum Modellvorhaben mit der bundesweiten Ergebnisauswertung finden sie unter [https://www.bmel.de/DE/Wald-Fischerei/Waelder/\\_texte/MVNaehrstoffversorgung.html](https://www.bmel.de/DE/Wald-Fischerei/Waelder/_texte/MVNaehrstoffversorgung.html)



**Bodenschutzkalkung vom Hubschrauber aus**

Foto: H. Lehnhausen

# DIE EICHE IM KLIMAWANDEL: MIT VITAMIN C UND GERBSTOFFEN GEGEN DIE TROCKENHEIT



Die Eiche kann etwas, das andere Bäume nicht so gut können: Vitamin C und Gerbstoffe erzeugen, die sie vor Trockenheit schützen. Das macht sie zu einer wichtigen Baumart, um den Folgen des Klimawandels mit wärmeren Temperaturen und längeren Trockenperioden zu begegnen. Die Methode der Eiche haben Forscher entdeckt, als sie Holzfässer untersuchten, in denen Wein gereift wird.

### Die Eichen in unserem Land

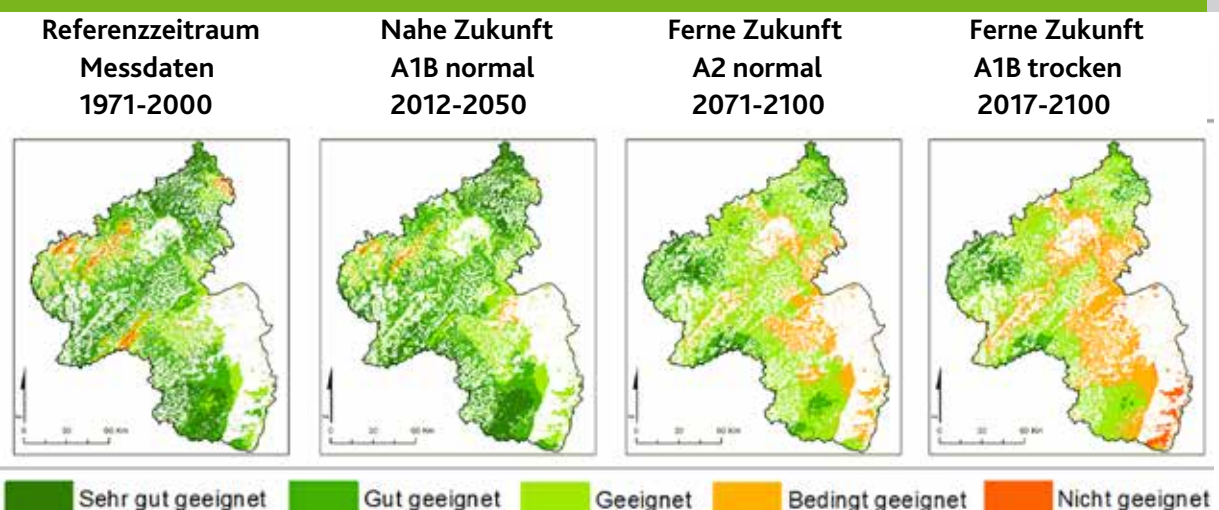
Das Saarland hat mit 36 % einen überdurchschnittlich hohen Waldanteil und gehört zu den walddreicheren Bundesländern. Im Saarland wachsen auf rund 19.800 Hektar Eichenwälder, die Eiche hat damit einen Anteil von 21,2 % an der Baumartenverteilung. Die Eiche kommt in allen saarländischen Wuchsgebieten Hunsrück, Gutland, Pfälzisch-Saarländisches Muschelkalkgebiet, Saar-Nahe-Bergland und Landstuhler Bruch vor. Eichenwälder liefern nachhaltig wertvolles Holz für vielfältigen Nutzen. Aber nicht nur wirtschaftlich, gerade auch kulturell und ökologisch sind Eichen immens wichtig. So leben in einem Eichenhochwald alleine an die 1.000 Käferarten (SEGATZ, 2016). Und kaum eine andere Baumart beein-

druckt die Menschen so mit charakteristischen Baumpersönlichkeiten wie ein Eichenwald.

### Die Eiche im Klimawandel

Der Klimawandel wird auch für das Saarland höhere Temperaturen und längere sommerliche Trockenperioden bringen. Doch die Eiche kann dem trotzten. Vor allem Traubeneichen kommen gut mit länger anhaltender Trockenheit zurecht. (ELLENBERG, 1986). Deshalb werden sich im Gegensatz zu anderen Baumarten auch weiterhin große Teile des Saarlandes trotz Klimawandel zumindest für die Traubeneiche gut eignen.

Abbildung 1: Rheinland-pfälzisches Eichenareal im Klimawandel (VASCONCELOS et al. 2013)



Um vermehrt auf Eichen in unseren Wäldern zu setzen, gibt es zwei Möglichkeiten: Zum einen werden Eichen aus Südosteuropa eingeführt, wo es seit jeher wärmer und trockener ist oder man setzt auf Nachkommen von Eichen, die hier seit Jahrhunderten wachsen (GLATZER & SCHRAMM, 2010). Beide Möglichkeiten werden umgesetzt, sogenannte „Trockeneichen“, also Eichen von trockenen Orten in unserem Land, werden gepflanzt wie heimische natürlich verjüngt. Dabei ist der Anteil heimischer Eichen höher. Die Forstleute pflanzen also nicht extra junge Bäumchen, sondern setzen darauf, dass der Samen der Eichen von selbst aufgeht. So ist die genetische Variabilität gesichert.

Es ist bisher jedoch nicht nachgewiesen, dass solche „Trockeneichen“ besser als die ortsansässigen Bäume an belastende Umweltbedingungen angepasst sind. Andererseits hätte eine solche Strategie möglicherweise unvorhersehbare Auswirkungen auf die ökologische, ästhetische und ökonomische Leistungsfähigkeit der Wälder.

Deshalb hat die FAWF Rheinland-Pfalz mit Unterstützung der Bundesministerien für Umwelt und für Landwirtschaft untersucht,

- ob es überhaupt „Trockeneichen“ gibt, die sich von Eichen, die auf feuchteren Standorten wachsen, unterscheiden und
- ob man solche Eichen vermehrt anbauen sollte.

### Wie unsere Eichen Trockenstress abwehren

Zur Beantwortung dieser Fragen wurde geklärt, wie die Eichen sommerlichen Trockenstress abwehren. Bei allen grünen Pflanzen ist das so: Sie atmen über Spaltöffnungen im Blatt tagsüber Kohlendioxid (CO<sub>2</sub>) ein und Sauerstoff (O<sub>2</sub>) aus. Durch die Spaltöffnung geben sie allerdings auch Wasser ab. Wird es trocken, schließen die Bäume die Spaltöffnungen in den Blättern und sorgen dafür, dass sie möglichst kein Wasser abgeben. So schützen sich die Bäume vor dem Austrocknen. Die Strategie hat allerdings einen Haken: Da die Bäume nicht mehr „atmen“, also weniger Photosynthese betreiben, verarmen sie an Kohlendioxid (CO<sub>2</sub>). Dadurch kommt das Elektronengleichge-

wicht durcheinander und es bilden sich aggressive Verbindungen wie Ozon (O<sub>3</sub>) oder Wasserstoffperoxid (H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>) in den Blättern, die die Biomembranen in den Zellen angreifen (RENNENBERG et al., 2006). Ein solcher oxidativer Stress kann mitunter zum Tod der Zellen und möglicherweise ganzer Pflanzen führen. Um diese Schadstoffe zu entgiften, bedienen sich die Eichen einer Strategie. Sie produzieren sozusagen „Gegenmittel“. Das sind Gerbstoffe und Vitamin C sowie die regenerierenden Enzyme wie beispielsweise die Glutathionreductase (DEIGHTON et al., 2000; POLLE et al., 2006). Die Gerbstoffe machen einer Erhebung der FAWF Rheinland-Pfalz zufolge regelmäßig mehr als zwei Drittel der gesamten Antioxidantienkapazität der Eichen aus – also der Fähigkeit, auf Trockenheit zu reagieren und dennoch keinen Schaden davonzutragen (RUCKTESCHLER, 2013).

Allerdings war bisher unbekannt,

- wie sich antioxidatives System und Gerbstoffe bei trockener Witterung verhalten,
- ob es herkunftsbedingte Unterschiede zwischen den Eichen gibt und
- inwieweit sich unterschiedliche Eichenherkünfte an die Auswirkungen der Trockenheit anpassen können.

### Gibt es Trockeneichen? Die FAWF untersucht, wie sich Eichen von verschiedenen trockenen Standorten unterscheiden

Wie Eichen von trockenen und niederschlagsreicheren Standorten mit Trockenheit umgehen, haben Forscherinnen und Forscher der FAWF an Traubeneichen untersucht. Dabei wurden Nachkommenschaften von Eichen unterschiedlich Wasser versorgter Eichenwälder angebaut. Man hat also heimische Eichen, die Trockenheit gewohnt waren, an einen feuchteren Standort gepflanzt und Eichen, die mit mehr Niederschlägen versorgt waren, an einen trockeneren Standort angebaut. Anschließend wurde untersucht, welche Eichen wie mit der Trockenheit zurecht kommen und welche Methode sie nutzen, um Trockenstress abzuwehren.

Im trockenen Bestand reicherten die Absaaten der





Pflanzkästen des Kreuzaustauschversuchs

Foto: M. Jochum

Die vorgestellten Erkenntnisse sind Teil des APEK-Projekts (28WB400201), das vom Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft (BMEL) und dem Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, Bau und Reaktorsicherheit (BMUB) auf einer Entscheidung der Deutschen Bundestages aufbauend gefördert wurde. Eine Literaturliste kann bei der FAWF Rheinland-Pfalz angefordert werden.

autochthonen, also der am trockenen Standort heimischen Eichen Vitamin C in den Blättern an, während die aus dem feuchteren Bestand hierher verpflanzten kaum mit Vitamin C reagierten (Abb. 2 A). Sie verbrauchten stattdessen ihren Blattvorrat an Gerbstoffen.

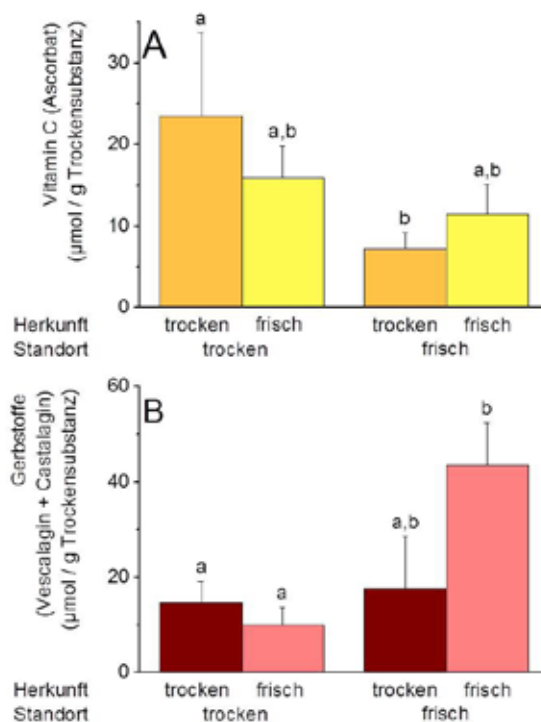
Auf dem feuchteren Standort war es anders: Hier bevorrateten sich nur die Bäume der feuchteren Herkunft mit Gerbstoffen (Abb. 2 B). Offensichtlich setzen Trockeneichen bei der Abwehr von Trockenstress auf eine andere Strategie als die Bäume feuchterer Standorte – sie produzieren Vitamin C. Bäume, die mehr Niederschläge gewohnt sind, greifen für den gleichen Zweck auf ihre Gerbstoffe zurück. Bekannt war bisher, dass unterschiedliche Eichenarten differenziert auf Trockenstress reagieren (Günthardt-Goerg et al., 2013). Die aktuellen Untersuchungen der FAWF zeigen darüber hinaus erstmals, dass es solche Anpassungen auch innerhalb der Arten bei den Standortsrassen gibt.

### Brauchen wir Trockeneichen? Die FAWF untersucht, ob sich alle Eichen an Trockenheit anpassen können

Trockeneichen hielten nicht nur vor Ort an ihrem trockenem Standort viel Glutathionreductase zur Regeneration ihrer Antioxidantien vor, sondern selbst dann, wenn sie einen günstigen Wasserhaushalt hatten (Abb. 3 A). Andererseits waren aber auch die anderen Eichen in der Lage, sich nach dem Verbrauch der Gerbstoffe gegebenenfalls flexibel auf die Anforderungen einer weiterhin angespannten Wasserversorgung einzustellen

Abbildung 2A und 2B

### Vitamin C und Gerbstoffe (Vescalagin und Castalagin, VC; in den Blättern von Eichen einer trockenen bzw. frischen Herkunft nach wechselseitiger Umpflanzung



(Abb. 3 B). Beide Eichentypen kommen also mit der Trockenheit gut zurecht, nur mit verschiedenen Methoden. Jenseits der physiologischen Stressbewältigung in den Blättern gibt es daneben aber sicher noch weitere wichtige Einflüsse, erleiden doch beispielsweise Stieleichen bei falscher Herkunftswahl erhöhte sommerliche Ausfallraten durch Luftembolien im Holz (COCHARD et al., 1995; WUNDERLICH et al., 2018).

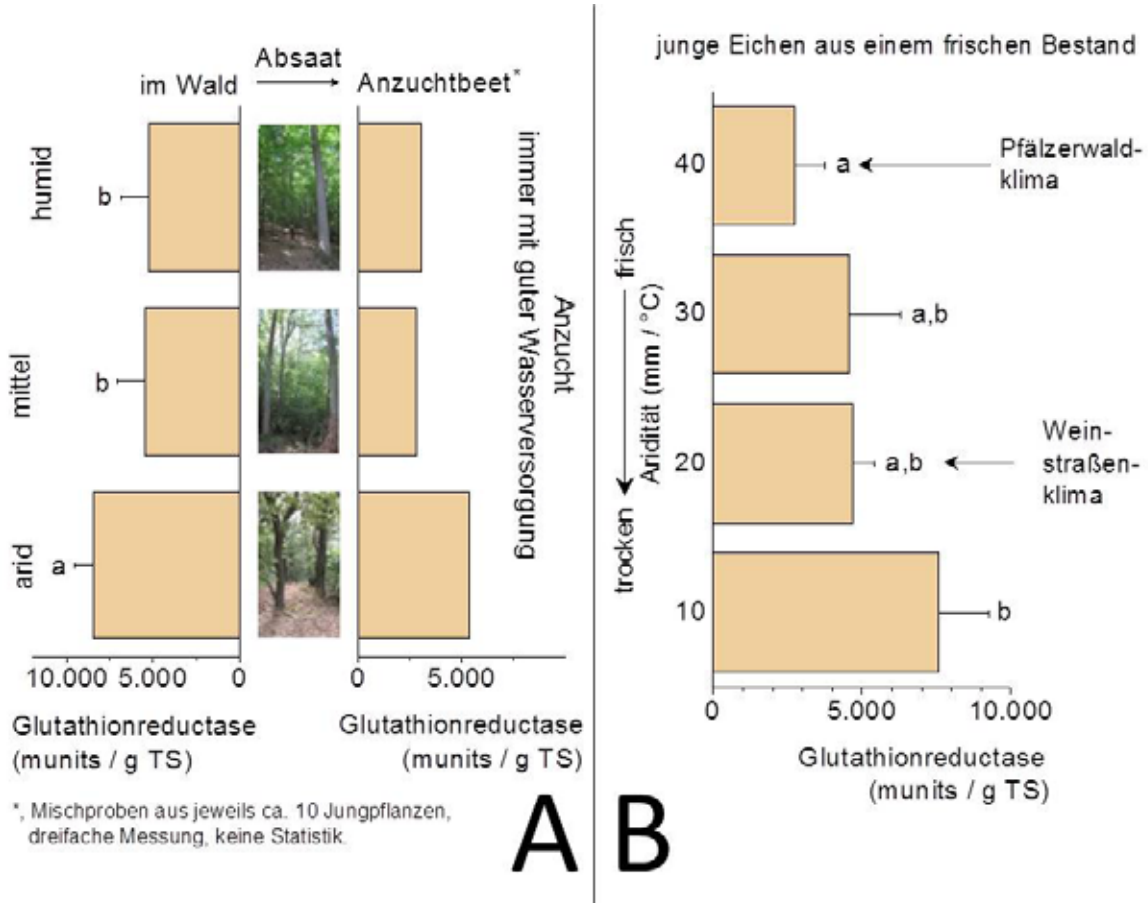
in ihren Gerbstoffen ein wirksames Werkzeug, um rasch auf Wassermangel zu reagieren. Dies macht deutlich, dass alle Eichen erfolgreich mit Trockenheit umgehen können. Die Waldbewirtschafter können vor diesem Hintergrund wohl auch weiterhin schwerpunktmäßig auf ihre bewährten autochthonen Herkünfte setzen, um die biologische Vielfalt ihrer Wälder zu erhalten und zu entwickeln.

### Zusammenfassende Würdigung

Unsere Eichen wehren nicht nur mit einem antioxidativen System aus Antioxidantien wie dem Vitamin C und regenerierenden Enzymen sommerliche Trockenheit ab. Sie besitzen vielmehr auch

Abbildung 3A und 3B

Glutathionreductase in Alteichen unterschiedlich trockenerer Herkünfte sowie in deren Absaaten und ihre Aktivierung in einer frischen Herkunft bei Trockenstress



Auf die Idee, den Gerbstoffgehalt der Eichen in Bezug auf den Umgang mit Trockenheit zu untersuchen, sind die Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler durch den Wein gekommen. So hat Eichenholz je nach seinem besonderen Standort seine individuelle Gerbstoffcharakteristik. Dies macht es für Weinfässer bei Winzern besonders beliebt. Die Gerbstoffe im Eichenholz bewirken nämlich, dass Rotwein eine intensiv rote Farbe bekommt und der Wein vollmundiger schmeckt

# DER HIRSCHKÄFER: SONNENLIEBENDER BAUMSTUMPFRECYCLER IN WALD UND GARTEN



Der Hirschkäfer *Lucanus cervus* ist der größte und wohl auch imposanteste Käfer Mitteleuropas und kommt auch hier im Saarland vor. Zur Vermehrung benötigt er alte, möglichst besonnte Baumstümpfe, sodass er nicht nur in lichten Eichenwäldern, sondern auch im Offenland vorkommt. Gefördert wird er durch die Erhaltung von Eichenwäldern. Auch das Belassen von Baumstümpfen in Gärten und Grünanlagen trägt erheblich zu seinem Schutz bei.

Eine kleine Gruppe als Verein organisierter Hirschkäferfreunde erfasst die Vorkommen des Käfers und liefert Informationen zu seiner Förderung.

### Gesellschaftliche Relevanz

Hirschkäfer sind sehr charismatische Käfer und haben heute ein durchweg positives Image. Es ist ihr Aussehen, ihr Verhalten und die überwiegend versteckte, aber kurzzeitig sehr extrovertierte Lebensweise, die den Menschen auch heute noch bei Begegnungen fasziniert oder, wenn auch seltener, ängstigt. Die Schwerpunkte dieser Wahrnehmung waren in der Geschichte unterschiedlich. Der Hirschkäfer hatte aber immer einen Platz in Mythologie, Aberglaube und Legende. Die Angst vor Gewittern und die Tatsache, dass Hirschkäfer in der schwülen, drückenden Phase vor einem Gewitter gerne und vor allem auch im Hellen fliegen, brachte ihm Namen wie Donnergugi oder Pferdeklemmer ein. Segen oder Fluch für die Folgen eines Gewitters. 2018 zeigten sich die Hirschkäfer vielerorts auch bei schwülwarmem Wetter und es folgte Unglück dort, wo es heftigste Gewitter gab und Glück dort, wo sie ausblieben.

Kein Schadinsekt für menschliche Interessen zu sein, bot in der gemeinsamen Geschichte mit dem Menschen Vorteile, denn mal abgesehen von der Verwendung der Larve als Delikatesse in der römischen Kultur wurde dem Hirschkäfer nicht nachgestellt.



Die Flugbilder des Hirschkäfers sind beeindruckend, unverkennbar und erklären vor allem beim Männchen seine mythische Wirkung. Männchen fliegen häufiger als Weibchen. Fotos: M. Rink



Der markante Geschlechtsdimorphismus lenkt den Blick, auch den der Prädatoren, auf das Männchen. Beide Geschlechter zeigen eine Anpassung an die Notwendigkeiten für eine erfolgreiche Hirschkäferzeit. Weibchen sind für eine lange Grabetätigkeit im Erdreich mit Grabschaufeln, Beißzange und flacher, sich nach vorne und hinten verjüngender Bauweise ausgestattet. Die funktionelle Bauweise des Männchens ist nahezu selbsterklärend. Ein bewehrter Kämpfer, der sein Weibchen erkämpfen, fangen und beschützen kann.

Foto: M. Rink

### Verein Hirschkäferfreunde-Nature two e.V.

Vorsitzender des Vereins ist Dr. Markus Rink, ein im Natur- und Artenschutz aktiver Förster des Forstrevieres Alf im Forstamt Zell. Er engagiert sich seit 1999 für den Hirschkäfer und hat 2006 über diesen Käfer promoviert. Markus Rink ist zudem in der Umweltbildung tätig, bildet Förster aus und betreut eine FÖJ-Stelle mit Schwerpunkt Hirschkäfermonitoring.



Der Verein **Hirschkäferfreunde-Nature two e.V.** hat aktuell 85 Mitglieder und betreut die Homepage: [www.hirschkaefer-suche.de](http://www.hirschkaefer-suche.de), über die sich jede Bürgerin und jeder Bürger ausführlich über den Hirschkäfer informieren kann. Und, ganz wichtig: über die jeder Beobachtungen melden und somit selbst das Wissen über die Verbreitung des Käfers mehren kann.

Aktuelle Forschungsschwerpunkte:

- Raumnutzung, Citizen science, Entwicklung und Nesthabitatmodellierung, Nachweis und Schutzmethoden, Baumartenvielfalt, Untersuchung lokaler Populationen mit Master- und Bachelorabschlussmöglichkeit.
- Weiterentwicklung der Homepage: [www.hirschkaefer-suche.de](http://www.hirschkaefer-suche.de)
- Zusammenarbeit mit europäischen Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftlern, gemeinsame Publikationen und Mitglied in der European Stag Beetle Group.

Der Hirschkäfer ist nach dem Bundesnaturschutzgesetz eine besonders geschützte Art. In der Europäischen Flora-Fauna-Habitatrichtlinie wird er im Anhang II geführt, wonach Schutzgebiete für ihn auszuweisen sind. Er wird in Deutschland als stark gefährdet eingestuft.

### Stellung im Naturkreislauf: Baumstumpf-Recycling und Leckerbissen für Vögel

Die aktive Gestaltungsrolle des Hirschkäfers im Naturhaushalt liegt in der Entwicklung vom Ei bis zum Käfer, bei der weißfaules Holz in einer zwingenden Verbindung zur Erde langsam zersetzt wird. Mit diesem sanften Baumstumpfrecycling werden auch Grundlagen für neues Leben geschaffen. Hirschkäfer sind **keine** primären oder sekundären Baumschädlinge, sondern sie folgen



Weißfaules Holz wird von der Larve systematisch und mehrmals aufgenommen. Der Aufschluss erfolgt innerhalb und außerhalb der Larve mit Hilfe von Mikroorganismen.

Foto: M. Rink

einem bereits weit fortgeschrittenen Zersetzungsprozess durch diverse Weißfäulepilze. Gesundes Holz können die Larven nicht aufschließen. Lediglich das adulte Weibchen vermag dem Baum kleinste Wunden zur für den Energiehaushalt notwendigen Saftflussgenerierung zuzufügen. Allerdings zeugen auch Hirschkäfer, die nicht mit Eichensaft in Berührung gekommen sind, fertile Nachkommen in hoher Zahl.

Alle Entwicklungsstadien sind eine begehrte Nahrung für Prädatoren (Wildschweine, Dachse und Vögel). Insbesondere der oft intensive Vogelfraß wird während der Hirschkäferzeit durch die zum Teil sich noch tagelang bewegenden Überreste von Menschen als bedrohliches Szenario für die Art wahrgenommen. In Fachkreisen gelten viele Totfunde zunächst jedoch auch als Beleg für starke Populationen.

### Lebenszyklus: Bis zu acht Jahre unter der Erde, nur drei Monate im Licht

Der Lebenszyklus des Hirschkäfers unterteilt sich in eine lange unterirdische Zeit (drei bis acht Jahre) und eine im Vergleich dazu nur sehr kurze oberirdische Zeit (sechs bis zwölf Wochen). Unter der Erde durchläuft der Käfer drei Stadien als Larve, erst dann kann er sich zum Käfer entwickeln und kommt ans Licht. Die sehr variable Länge der unterirdischen Zeit dient der Entwicklung und Ausreifung. Die Larve nimmt nach dem Schlupf aus dem Ei zunächst Erde (Humus) auf und wandert erst nach circa einer Woche ins modernde Wurzelholz. Ab dem dritten Larvenstadium ist eine Verwandlung zum adulten Käfer möglich. Die Larve leitet ein Jahr vor dem oberirdischen Leben (Mai bis Juni) diesen umfassenden Verwandlungsprozess ein. Da dieser nicht reversibel ist, muss die Larve eine frostsichere Stelle aufsuchen. Die ausgereifte Larve nimmt zur Verpuppung Erde auf und fertigt eine innen geglättete und isolierte Puppenwiege aus verarbeiteter Erde an. Auslöser sind endogene Hormonspiegelveränderungen in der Larve, zu denen auch Umweltreize Impulse geben (z.B. Störungen oder Veränderungen im Nahrungs-

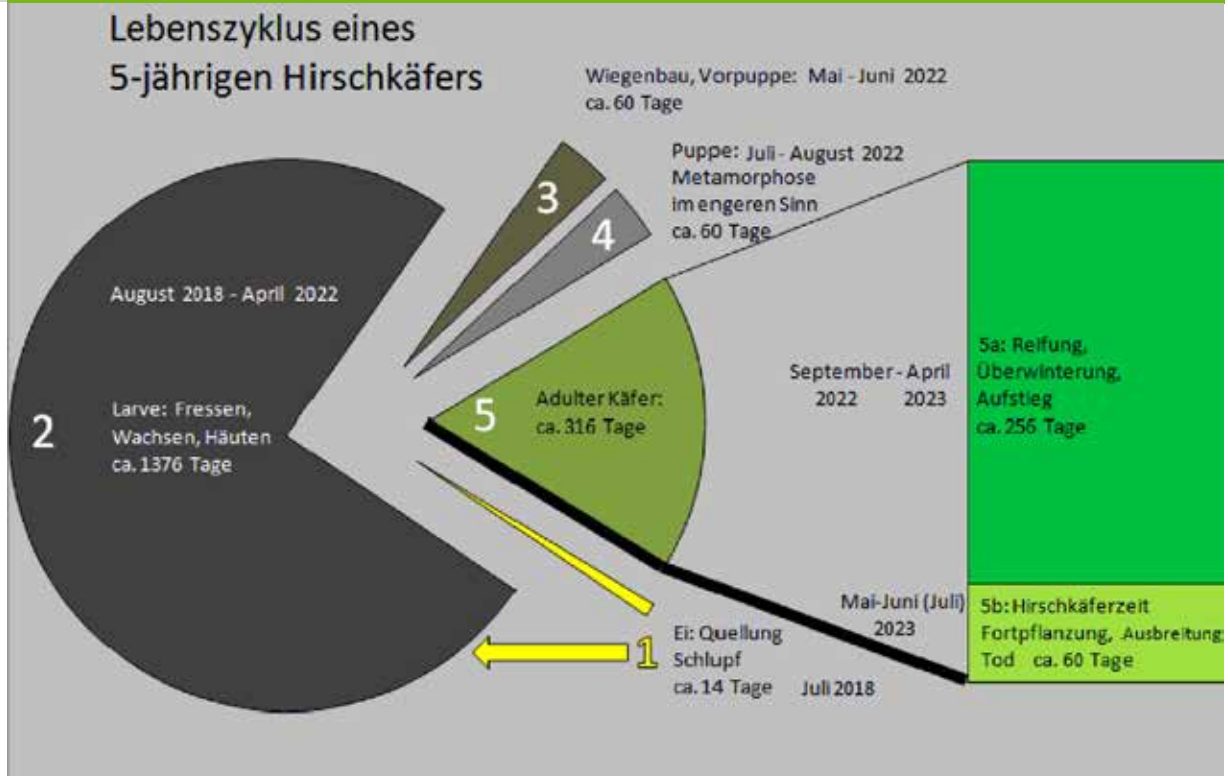
Die Metamorphose des Hirschkäfers über Ei, Larve und Puppe sowie die anschließende Reifung führen zu einem ausgeprägten Geschlechtsdimorphismus der adulten Käfer. Dieser ist bereits bei der Puppe gut zu erkennen. Das Imago wächst nicht mehr.

Fotos: M. Rink



Die Entwicklungsphase 2 (Larve) ist die längste Phase im Leben der Hirschkäfer. Während der Hirschkäferzeit (5b) findet auch die Weichensteuerung (Phase 3) für das Folgejahr statt.

Abbildung: M. Rink



strat). Die Larven kommunizieren untereinander, oft sind es räumliche Gruppen, die sich zeitgleich zur Verpuppung entschließen. Jährlich führt dies zu unterschiedlichen Größen innerhalb der Geschlechtergruppen. Der Größte ist nicht unbedingt der Erfolgreichste. Auch kleine Käfer sind erfolgreich, Begriffe wie Hungerkäfer oder „Kümmergeweih“ sind unangemessen.

Die Hirschkäferzeit, also die Zeit über der Erde, erfüllt den Zweck der Fortpflanzung und der Ausbreitung.

Die spektakulären und bekannten Rivalenkämpfe leitet das Weibchen durch aktives Anlocken, meist verstärkt durch Saftaufnahme, ein. Sie sind aber nur ein Teil in einem komplexen, noch nicht abschließend erforschten Fortpflanzungsverhalten, das auch Alternativen für längere Schlechtwetterphasen, Verlust von Baumstümpfen und den Zugriff durch Prädatoren bieten muss.

Hirschkäfer schlüpfen in der Regel im Schutz der Dämmerung an warmen Abenden, um dann den Baumstumpf fliegend verlassen zu können. Männchen beginnen am selben Baumstumpf damit bis

zu einer Woche früher als die Weibchen. So wird in der Regel schon ein Austausch zwischen Individuen entfernter Baumstümpfe auch über größere Entfernungen vorbereitet. Die Paarung erfolgt dann im Umfeld von besiedelten Baumstümpfen und kann sich über Tage hinziehen. Von einem besiedelten Baumstumpf gehen nämlich unterschiedliche Lockwirkungen auf Männchen und Weibchen aus. Männchen suchen dort Weibchen, Weibchen wiederum den Erfolg für ihre Nachkommen. Die Weibchen orientieren sich deshalb vor allem nach der Paarung wieder sehr stark am vorhandenen Brutstättensystem und bevorzugen besiedelte Baumstümpfe gegenüber unbesiedelten. Das heißt, sie legen ihre Eier lieber dort ab, wo dies auch schon andere Weibchen getan haben. Sind dort schon viele, suchen sie sich oft laufend einen noch unbesiedelten Baumstumpf in der Nähe. Findet man also ein Hirschkäferweibchen auf dem Boden, kann sich ganz in der Nähe eine Hirschkäferwohngemeinschaft in Form eines Baumstumpfes befinden, die jährlich, so lange der Vorrat reicht, von heranreisenden Müttern aufgesucht wird.



Hirschkäfer treten normalerweise erst ab Mitte Mai auf. Höhepunkt ist Anfang Juni. Dieser Kurvenverlauf kann durch das Wetter beeinflusst werden. 2018 traten bereits ab Anfang Mai viele Hirschkäfer auf.  
Abbildung: M. Rink



Der Wetterverlauf in den Monaten April bis Juli hat nicht nur Einfluss auf Start und Ende der Lebensdauer der oberirdischen Käfer sondern auch auf den möglichen Erfolg. Ist es dauernd kühl und abends kein Flugwetter, ist der Austausch zwischen den Baumstümpfen schwierig. Es kommt dann auch zu Verpaarungen von Bewohnern eines Nestes, die aber nicht unbedingt Geschwister sein müssen. Ist es anhaltend warm und heiß, verlieren die Männchen schneller ihre anfangs üppige Flugfreude, ja sie sterben sogar manchmal unvermittelt im Konkurrenzkampf um die Weibchen. Zudem können die Männchen der Tageshitze weniger gut ausweichen als die Weibchen. Viele

Käfer sind dann gleichzeitig unterwegs und locken durch ihr dann auffälligeres Verhalten verstärkt Fressfeinde auf den Plan. Idealer erscheint deshalb wechselhafteres Wetter. Hirschkäfer können dann auch mal über Tag eine kurze drückend warme Phase zu einem Flug nutzen um dann über Tage hinweg an einem Nest auf Weibchen zu warten. Die Hirschkäferzeiten 2003 und 2018 zeichnen sich jeweils durch eine sehr kurze, sehr intensive Hirschkäferzeit aus, allerdings mit einem schnellen Vitalitätsverlust der Männchen. Der Klimawandel kann hier die Bedingungen für die Hirschkäferzeit durchaus beeinflussen.

Hirschkäfer besiedeln sehr unterschiedliche Lebensräume: lichter Wald, Waldrand mit Eichen-Nesthabitat (gelbe Umrandung) und den Lebensraum Garten, hier mit Kirschen-Nesthabitat (gelbe Fähnchen).

Fotos: J. Sack, links, M. Rink, rechts



## Lebensraum: Baumstumpf in der Sonne bevorzugt

Hirschkäfer bevorzugen lichte Wälder, Waldränder, Offenland sowie Dörfer und Städte mit Baumbestand. Mehrjährig abgestorbene, unbeschattete, sonnenexponierte Baumstümpfe werden für die Entwicklung bevorzugt. Diese Präferenz ermöglicht dem Hirschkäfer auch eine nachhaltige Entwicklung außerhalb des Waldes und erklärt im Wald seine Vorliebe für durch intensive Nutzung entstandene lichte Waldformen wie Nieder- und Hutewälder.

Hirschkäferlebensräume wurden und werden langfristig über Jahrhunderte vom Menschen gestaltet und wieder aufgegeben. Der Hirschkäfer ist ein Kulturfolger.



Alte Eichen mit Totholz im Stumpfbereich enden oft wie der Baum unten, sind aber für den Hirschkäfer noch sehr wertvoll. Ebenso der dekorative Kirschbaumstumpf im Vorgarten.

Fotos: M. Rink oben und unten, H. Bous, links





Saftstellen sind Tankstellen und Treffpunkte der Geschlechter. Neben Eiche (links oben), Birnbaum (links unten) und reifen Kirschen (unten) wurden an Pappel, Esche, Ahorn, Apfel und weiteren Baumarten Beobachtungen gemeldet.

Fotos: M. Rink links oben, A.Ch. Voss unten und H. Bous, links unten



## Baumarten

Die Eiche (*Quercus petraea/robur*) ist für Hirschkäfer als Brut- und als Saftbaum eine attraktive Baumart. Allerdings ist sie keine zwingende Voraussetzung für eine erfolgreiche Population. Als Brutraum geeignet sind zahlreiche andere Baumarten wie z.B. Roteiche, Buche, Ahorn, Birke, Robinie, Kastanie, Weide, Pappel, Kirsche, Apfel, Birne, Pflaume, Fichte. Insbesondere aus den Offenlandbereichen werden immer noch weitere Baumarten bestätigt. Flexibilität gibt es auch bei der Saftaufnahme von Eiche, Kirsche, Birne, Ahorn sowie von Früchten (Kirsche).

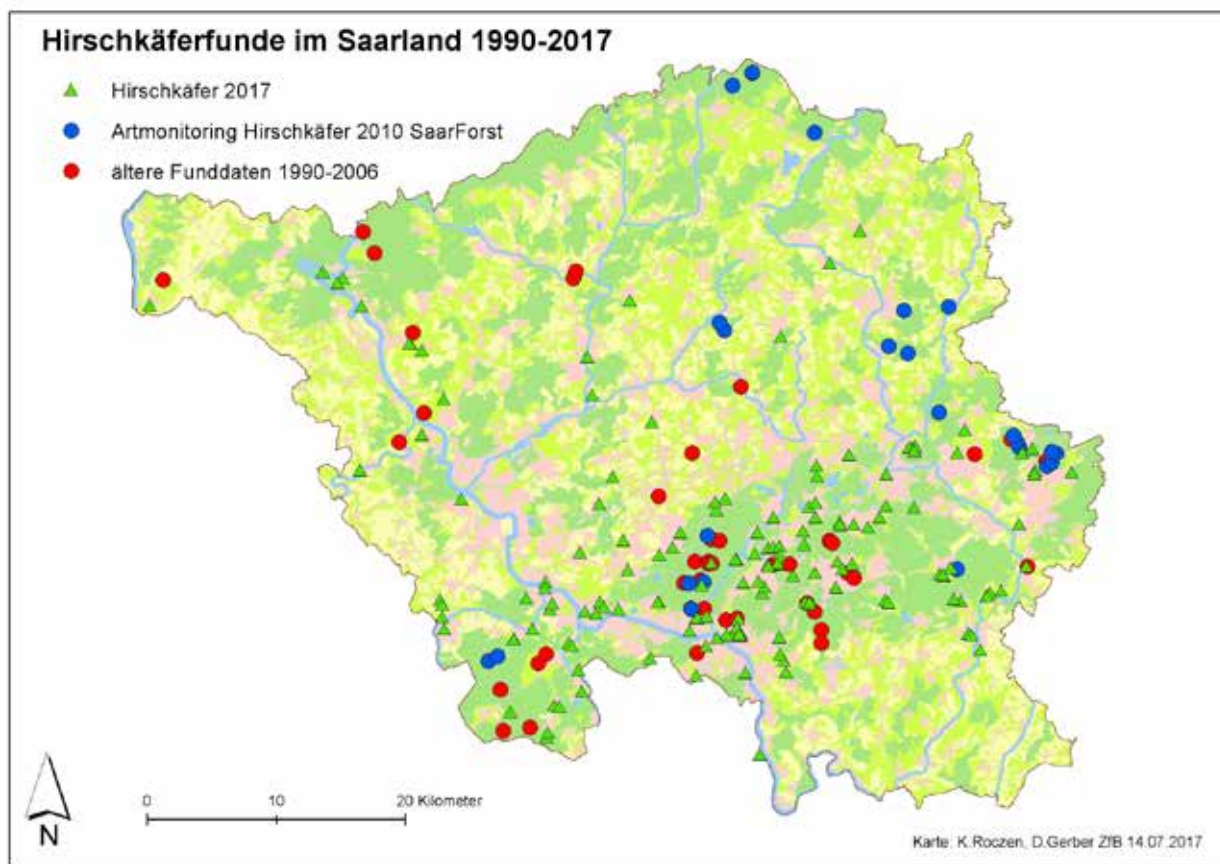
Aufliegendes Totholz mit Erdkontakt kann für Hirschkäfer fängisch werden, bei sonnig gelagerten Brennholzstapeln kommt dies aber ebenfalls

vor. Der Erfolg in solchen Habitaten ist aufgrund deren Nutzung nach zwei bis drei Jahren jedoch meist fraglich. Denn der Hirschkäfer braucht länger, um sich als Larve zu entwickeln.

Für das Bruthabitat sind der Zustand der Zersetzung (fortgeschrittene Weißfäule) und der Kleinstandort (Sonne vor Schatten) entscheidender als die Baumart.

Die Bedeutung der Eiche für die Hirschkäfer ergibt sich vor allem durch deren Lichtbaumeigenschaft und die Förderung ihrer Verbreitung durch den Menschen. Mensch, Hirschkäfer und Eiche teilen die gleiche Vorliebe für lichte, sonnige Standorte.

## Hirschkäferfunde im Saarland 1990 - 2017



Die Informationen über Vorkommen und Verbreitung des Hirschkäfers beruhen auf aktuell 3280 Meldungen seit dem Jahr 2000, mit einem Schwerpunkt von 2011 bis 2017. Entlang der großen Flusstäler von Rhein und Mosel, entlang der Lahn sowie im Pfälzerwald liegen die Hauptverbreitungsgebiete. Grenzen der Verbreitung scheinen in den Höhenlagen von Eifel, Hunsrück und Westerwald zu sein.

Weitere Meldungen, insbesondere für Regionen in denen aktuell keine oder nur wenige Meldungen vorliegen, können erheblich zur Verbesserung der Informationen beitragen.

In den Moselgemeinden Alf und Bullay hat der Hirschkäfer seit dem Jahr 2000 ununterbrochen Vorkommen mit nachweisbaren Bruthabitaten in den Ortslagen.

Die genaue Analyse der Einzelvorkommen zeigt, dass aktuell in vielen Regionen ein genetischer Austausch zwischen den Populationen gewährleistet ist.

Weiterführende Quellen:

<https://www.hirschkaefer-suche.de/index.php/ct-der-hirschkaefer/ct-mythologie-legende-und-kunst/ct-hirschkaefer-und-hakenkreuz>

<http://avdlswr-a.akamaihd.net/swr/swr-fernsehen/landesschau-rp/wetter/1024489.sm.mp4> (bis 17.05.2019)

[https://www.hirschkaefer-suche.de/pdf/Hirschkaefer-Literatur-Bruthabitat und Larvalentwicklung.pdf](https://www.hirschkaefer-suche.de/pdf/Hirschkaefer-Literatur-Bruthabitat%20und%20Larvalentwicklung.pdf)

<https://www.hirschkaefer-suche.de/index.php/ct-hirschkaeferschutz/ct-kaeferschutz>

---

## Schutz

Beim Thema Schutz muss man in der Praxis sowohl den Schutz der adulten Käfer während der Hirschkäferzeit als auch den Schutz der Entwicklungsstadien mit dem Fokus auf den Baumstumpf berücksichtigen. Außerdem muss man zwischen den Vorkommen im Wald und den Vorkommen im urban-landwirtschaftlichen Raum unterscheiden. Im Wald geht es in erster Linie um die Lichtsteuerung, um das Nesthabitat und im Hinblick auf Prädatoren derzeit um die unnatürlich hohe Schwarzwilddichte mit direkter Bedrohung des Nesthabitats. Der Hirschkäfer ist auch im Wald ein Kulturfolger und nimmt vom Menschen geschaffene Lebensräume gerne an - er braucht diese sogar. Dort, wo der Wald bewirtschaftet wird, entstehen lichte Stellen - sonnige Orte die der Hirschkäfer braucht.

Generell ist die Förderung der Eiche, insbesondere dort, wo die Buche die natürliche Waldgesellschaft dominiert, von großer Bedeutung für den Erhalt der Hirschkäferpopulation.

In Dörfern und Städten ist die Lichtsteuerung dagegen kein Thema, Mensch und Hirschkäfer haben die gleiche Vorliebe. Die Werbung für den Erhalt von alten Baumstämpfen steht hier im Vordergrund. Das Beseitigen eines Baumstumpfes ist mit dem Einzug von Kleinbagger und Stockfräse allerdings zunehmend zur preisgünstigen kosmetischen Landschaftsgestaltung bei privaten und öffentlichen Haushalten mutiert. Baumstümpfe, die im Idealfall noch 50 bis 100 cm aus dem Boden ragen, sind Teil des Bodens und wertvolle Lebensräume, nicht nur für Hirschkäfer.

Ansonsten kann der Mensch dort auch durch Erhaltung und Anpflanzung von Bäumen, etwas Vorsicht beim Rasenmähen sowie Achtsamkeit für Käfer in Not ein hirschkäferfreundliches Umfeld schaffen.

# WALDSCHUTZ UND KLIMASTRESS (AM BEISPEIL DER DOUGLASIE)



Bisher galt die Douglasie im Vergleich zu den heimischen Nadelhölzern als robust und anpassungsfähig, mit einer geringen Anfälligkeit gegenüber den häufigsten Schadfaktoren wie z.B. Borkenkäfern oder pilzlichen Schaderregern. Aktuell mehren sich die Hinweise über größere „gesundheitliche“ Probleme. So führt die in großem Umfang auftretende Rußige Douglasienschütte - eine Pilzerkrankung an den Nadeln - zu deutlichen Vitalitätsverlusten. Dies schwächt die Douglasie und macht sie anfällig gegenüber anderen Schaderregern.

Klimawandel, weltweiter Warenverkehr und zunehmende Reisetätigkeit führen bereits heute zu einer deutlichen Erhöhung der Risiken für den Wald. So führen steigende Temperaturen zur beschleunigten Entwicklung von wärmeliebenden Insektenpopulationen: Fichtenborkenkäfer wie der Buchdrucker bilden vermehrt 3 statt 2 Generationen pro Jahr aus, Prachtkäfer tendieren zu einjährigen statt zweijährigen Entwicklungszyklen und wärmeliebende Arten wie der Eichenprozessions-

**Infolge Prachtkäferbefall absterbende Eiche** Foto: J. Block



**Auch die noch vor wenigen Jahren als vergleichsweise risikoarm angesehene Douglasie hat aktuelle größere "gesundheitliche" Probleme.** Foto: H.W. Schröck



**Hagelschäden**

Foto: G. Kopp

spinner führen zu zunehmenden gesundheitlichen Risiken etc.

Witterungsextreme wie Sturm, Hagel oder Frostereignisse potenzieren das Brutraumangebot für Borkenkäfer oder öffnen Eintrittspforten für pilzliche Erreger wie z.B. den wärmeliebenden Nadelpilz *Sphaeropsis sapinea*, der bei Kiefer nach Hagelschäden oder infolge Trockenheit oder Insektenfraß hervorgerufener Schwächung das sogenannte Diplodia-Triebsterben verursacht. Nadelpilze wie die Rußige Douglasienschütte schwächen den Baum und führen zum vorzeitigen Abfall der Nadeln (Nadelschütte).

Einwandernde oder eingeschleppte Schaderreger breiten sich aus und können Baumarten massiv

## Douglasie

Die Douglasie (*Pseudotsuga menziesii*) ist ursprünglich in Nordamerika beheimatet. Dort besiedelt sie im Westen des Kontinents ein riesiges Areal, das sich über 4.500 km von Kanada bis nach Mexiko erstreckt. Sie kommt unmittelbar an der Küste des Pazifiks über das Kaskadengebirge bis in 3.000 m Höhe in den Rocky Mountains vor.

In diesem Areal haben sich zwei Rassen und eine Übergangsform ausgebildet: die grüne oder Küsten-Douglasie (*var. viridis*), die blaue oder Inland-Douglasie (*var. glauca*) und als Übergangsform die Graue Douglasie (*var. caesia*). Die Rassen sind genetisch kompatibel, unterscheiden sich aber ökologisch beträchtlich. Aufgrund ihrer Unempfindlichkeit gegenüber der Rostigen Douglasienschütte (*Rhabdocline pseudotsugae*) wird darauf geachtet, lediglich die Küstendouglasie anzubauen.

Die inzwischen bedeutendste in Deutschland eingebürgerte Baumart wurde 1792 durch den Naturforscher Archibald Menzies bei einer Forschungsreise nach Nordamerika entdeckt und beschrieben. In der Region des heutigen Rheinland-Pfalz erfolgten erste Versuchsanbauten um 1880 in den Forstämtern Daun/Eifel und Schweigen/Pfalz.

gefährden. Aktuelles Beispiel ist das Eschen-triebsterben, das durch das Falsche Weiße Stängelbecherchen (*Hymenoscyphus fraxineus*) verursacht wird. Der ursprünglich in Japan beheimatete und dort an der Mandschurischen Esche vorkommende Pilz verursacht im Ursprungsland keine Schäden – möglicherweise geht die Anfälligkeit der Europäischen Esche auf die fehlende wechselseitige Anpassung (Koevolution) zurück – führt jedoch in Europa zu flächigen, drastischen Absterbevorgängen. Der Pilz gefährdet somit eine noch vor wenigen Jahren als mögliche „Zukunftsbaumart“ im Klimawandel postulierte Baumart.

Stärker noch als früher muss die Waldbewirtschaftung diese zunehmenden Risiken berücksichtigen und Strategien zu deren Minimierung entwickeln. Allerdings sind viele dieser Entwicklungen nicht vorhersehbar. Folglich müssen waldbauliche Entscheidungen unter immer größeren Unsicherheiten getroffen werden - und das für Bäume, die heute gepflanzt werden, jedoch in 100 Jahren mit den dann herrschenden Umweltbedingungen zurechtkommen müssen.

### Douglasie

Nachfolgend werden am Beispiel der wirtschaftlich bedeutenden und im Klimawandel vielfach als

Wirtschaftsbaumart der Zukunft und als „Ersatzbaumart für die Fichte“ gehandelten Douglasie, Potenziale und aktuelle Risiken dieser Baumart betrachtet.

Die Douglasie hat in Rheinland-Pfalz, nicht zuletzt aufgrund ihrer eindrucksvollen Wuchsleistungen und des vielseitigen und technisch hochwertigen Holzes, aktuell einen Flächenanteil von ca. 7 %. Viele u.a. auch kommunale Waldbesitzende haben große Hoffnungen in die Douglasie gesetzt. Geeignete Herkünfte vorausgesetzt, ist sie an milde, regenreiche Winter und trocken-heiße

Falsches Weißes Stängelbecherchen Foto: B. Metzler





Sommer besser angepasst als beispielsweise die Fichte. Umfangreiche Untersuchungen der Universität Trier, Abteilung Geobotanik, belegten in dem Untersuchungsbestand Merzalben ihre vor allem im Vergleich zur Buche präzisere Stomata-Regulationsfähigkeit. Die Douglasie kann ihren Wasserverbrauch bei Trockenheit drosseln, hat somit eine hohe Toleranz gegenüber Trockenheit. Weiterhin verbraucht sie pro Einheit gebildetes Holz weniger Wasser als andere Baumarten; sie hat eine hohe Wassernutzungseffizienz.

Ein weiterer großer Vorteil, insbesondere gegenüber den Laubbaumarten, ist der vergleichsweise geringe Nährstoffentzug bei der Holznutzung. Insbesondere auf ärmeren Standorten wie z.B. Buntsandstein ist der Entzug der in nur geringem Umfang vorhandenen Nährelemente Kalium, Phosphor und Magnesium pro Festmeter Holz

### Nährstoffnachhaltigkeit

Steigende Nachfrage nach Holz zur energetischen und stofflichen Verwendung führt zu einer steigenden Nutzungsintensität. Die Ausschöpfung dieses Nutzungspotentials ist sowohl im Interesse der Gesellschaft (Rohstoffversorgung) als auch der Umwelt (Klimaschutz), muss jedoch standortsverträglich erfolgen. Das heißt: die Nährstoffnachhaltigkeit muss bei der Waldbewirtschaftung dauerhaft erhalten werden. Hierzu wurde 2016 ein umfangreiches Projekt zur Gewährleistung der Nährstoffnachhaltigkeit in den Wäldern von Rheinland-Pfalz abgeschlossen und veröffentlicht: [https://www.fawf.wald-rlp.de/fileadmin/website/fawfseiten/fawf/downloads/Mitteilungen/Endfassung\\_Naehrstoffbericht.pdf](https://www.fawf.wald-rlp.de/fileadmin/website/fawfseiten/fawf/downloads/Mitteilungen/Endfassung_Naehrstoffbericht.pdf).

Daraus resultierende Handlungsanweisungen wurden 2017 für den Staatswald in Rheinland-Pfalz in einer verbindlichen Richtlinie festgeschrieben. Die Umsetzung in die Praxis erfolgt sukzessive mit Schulung der Forstämter und soll bis Mitte 2019 abgeschlossen sein. <https://www.fawf.wald-rlp.de>

geringer als bei den übrigen Baumarten.

Der im Saarland nicht natürlich vorkommenden Fichte wird aufgrund ihrer Disposition gegenüber rindenbrütenden Borkenkäfern, wie dem Buchdrucker, insbesondere in wärmeren Lagen, keine langfristige Perspektive mehr gegeben. Demgegenüber ergab eine Analyse aus dem Jahre 2013, dass für die Douglasie bisher, außer bei starker Schwächung, keine große Gefährdung von einheimischen Borkenkäfern ausgeht. Allerdings dauert die Koevolution der Douglasie mit mitteleuropäischen Schadorganismen erst ca. 160 Jahre an. D.h. in Zukunft sind Anpassungen zwischen Wirt und potenziellen Schaderregern nicht ausgeschlossen. Als besonders gefahrenträchtig wurde in einer Untersuchung aus dem Jahre 2013 von allen 388 weltweit detektierten Schadorganismen lediglich die Einschleppung von in ihrer Heimat Nordamerika größere Schäden verursachenden, folgenden 3 Organismen gesehen: *Dendroctonus pseudotsugae*, ein Massenvermehrungen durchlaufender Bastkäfer, sowie *Orgyia pseudotsugata* und *Choristoneura occidentalis*, Schmetterlingsarten, deren Raupen Kahlfraß verursachen.

Aktuell gehen größere Schäden von aus Nordamerika eingeschleppten Pilzkrankungen aus: Einerseits durch die Rostige Douglasienschütte (*Rhabdocline pseudotsugae*) und andererseits durch die Rußige Douglasienschütte (*Phaeocryptopus gaeumannii*). Durch die Rostige Douglasienschütte sind insbesondere die nicht zur Anpflanzung empfohlenen Inlands- und Übergangsherkünfte gefährdet, bei der aktuell problematischen Rußigen Douglasienschütte gelten alle Douglasienrasen als anfällig.

### Rußige Douglasienschütte

Seit den Aufzeichnungen der Waldschutzmeldungen RLP im Jahre 1977 trat stärkerer Befall der Rußigen Douglasienschütte zunächst in den Jahren 1996, 2003 und 2011 auf. Dies waren in der Waldschutzsprache sogenannte „Schüttejahre“, während derer es zu größeren wirtschaftlichen Schäden kommen konnte. Mindestens seit 2011 ist dieser Nadelpilzbefall jedoch jährlich in größerem Umfang zu beobachten. Die Douglasie



Extrem stark verlichtete Douglasie Foto: H.W. Schröck

leidet somit bereits im 8. Jahr hintereinander unter starkem Schütteebeffall. Dieser mehrjährige starke Befall durch die Rußige Douglasienschütte führt zu deutlichen Vitalitätsverlusten und somit zur Schwächung der Bäume. Sekundärschädlinge wie Kupferstecher (*Pityogenes chalcographus*), Furchenflügler Fichtenborkenkäfer (*Pityophthorus pityographus*), Lärchenborkenkäfer (*Ips cembrae*) oder auch der aus Ostasien stammende Schwarze Nutzholzborkenkäfer (*Xylosandrus germanus*), die bisher nur selten an Douglasie beobachtet wurden, könnten bei einem höheren Angebot an geschwächten Bäumen eine zunehmend relevantere Rolle spielen.

Auch die aus Nordamerika eingeschleppte Douglasienwolllaus (*Gilletteella cooleyi*), deren Befall auf den Nadeln durch gelbliche Flecken, weiße, flaumige Wachsflocken und Häutungsreste erkennbar ist, könnte zu zunehmenden Problemen führen.

Besondere Aufmerksamkeit gebührt der 2015

Douglasienwolllaus

Foto: H.W. Schröck



Sirococcusbefall am Neuaustrieb Foto: H.W. Schröck

in Belgien und ab 2016 auch in Rheinland-Pfalz beobachteten Douglasiengallmücke (*Contarinia pseudotsugae*), die in ihrem Heimatland Amerika lediglich in Christbaumkulturen als Schädling beschrieben ist. Da diese den jüngsten Nadeljahrgang der Douglasie befällt ist sehr ungewiss, wie sich dies auf Douglasien auswirkt, die infolge starken Schütteebeffalls lediglich noch 1-2 Nadel-

### Rußige Douglasenschütte

Bei dieser Nadelpilzerkrankung treten auf der Unterseite der noch grünen Nadeln punktbis kugelförmige schwarze Fruchtkörper auf, die stets auf die Spaltöffnungen zentriert und damit linienförmig angeordnet sind. Die Nadelunterseite erscheint hierdurch wie mit Ruß belegt. Bei der Rußigen Douglasenschütte handelt es sich in der Regel um einen mehrjährigen Krankheitsverlauf, bei dem die Nadeln erst zwei bis drei Jahre nach der Infektion abgeworfen werden. Erst bei sehr starkem, wiederholtem Befall bleibt nur der jeweils jüngste Nadeljahrgang erhalten. Da eine starke Infektion die Frosthärte der Nadeln herabsetzt, tritt ein verstärktes Nadelschütten vor allem in Wintern mit starken Frösten unter  $-10^{\circ}\text{C}$  auf.

Foto: B. Metzler



jahrgänge aufweisen.

Der Befall durch Grauschimmel (*Botrytis cinerea*) oder den Erreger des Sirococcustriebsterbens (*Sirococcus conigenus*), deren Erscheinungsbild dem von Spätfrostschäden ähnelt, könnten sich ausbreiten. Das Gleiche trifft auf bisher in ihrem Schadumfang, insbesondere im Vergleich zur Fichte, eher unbedeutende Wurzelpilze wie Hallimasch (*Armillaria* spp.), Wurzelschwamm (*Heterobasidion annosum*), Kiefernbraunporling (*Phaeolus schweinitzii*) oder Krause Glucke (*Sparassis crispa*) zu. Die bereits heute örtlich zu Problemen führende Phomopsis-Rindenbrandkrankheit der Douglasie (*Phomopsis pseudotsugae*) könnte ebenso zunehmen.

Zur Verifizierung dieser hypothetischen Überlegungen wird aktuell ein länderübergreifendes Forschungsprojekt geplant. Die Versuchsanstalten FVA Baden-Württemberg, NW-FVA und FAWF-Rheinland-Pfalz haben aktuell einen gemeinsamen länderübergreifenden Forschungsantrag gestellt, um offene Fragen und Zusammenhänge zu klären sowie Handlungsempfehlungen für die Praxis zu erarbeiten.

### Kiefern-Braunporling an gebrochener Douglasie

Foto: R. Klemm



## Anhang 1 Zeitreihentabellen der Anteile der Schadstufen

Änderungen des Aufnahmeasters und der Methodik in der Zeitreihe siehe [www.saarforst.de/Waldzustandsbericht.htm](http://www.saarforst.de/Waldzustandsbericht.htm)

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	
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		

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

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

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

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

Baumart	Häufigkeit	Anteil in %	Mittleres Alter
Trauben-/Stieleiche	626	27,2	103
Buche	511	22,2	96
Fichte	398	17,3	65
Waldkiefer	205	8,9	97
Birke	91	3,9	54
Esche	90	3,9	67
europäische Lärche	70	3,0	77
Douglasie	58	2,5	47
Bergahorn	52	2,3	52
Hainbuche	39	1,7	73
Schwarzkiefer	34	1,5	81
Kirsche	34	1,5	54
japanische Lärche	19	0,8	74
Schwarz-/Grauerle	12	0,5	76
Aspe	11	0,5	43
Eberesche	8	0,3	55
Pappel	8	0,3	82
Robinie	7	0,3	28
Weymouthskiefer	7	0,3	107
Spitzahorn	5	0,2	51
Ulme	5	0,2	42
Küstentanne	4	0,2	42
Feldahorn	3	0,1	52
Roteiche	3	0,1	116
Mehlbeere	2	0,1	62
Sitkafichte	1	0,0	44
Weißtanne	1	0,0	63
<b>Gesamt</b>	<b>2304</b>	<b>100</b>	<b>84</b>

### 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 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 wieder, so sind über 160-jährige Probebäume nur bei Eiche und Buche 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
	2018	0,0	6,8	25,8	26,0	11,5	9,3	8,0	7,2	5,5
Buche	1994	3,7	11,2	23,6	9,3	16,1	6,0	11,0	9,5	9,7
	2018	0,0	2,9	19,2	25,2	12,7	10,0	11,4	8,8	9,8
Eiche	1994	0,9	10,4	31,8	11,8	12,7	8,9	12,2	4,5	6,9
	2018	0,0	5,4	5,9	31,3	11,8	8,6	12,5	14,2	10,2
Fichte	1994	5,5	61,3	15,5	6,2	11,6	0,0	0,0	0,0	0,0
	2018	0,0	1,0	59,9	16,8	11,8	9,5	1,0	0,0	0,0
Kiefer	1994	0,4	9,7	28,7	11,3	29,1	7,7	13,0	0,0	0,0
	2018	0,0	5,4	10,5	20,5	19,7	15,5	13,4	10,5	4,6
Esche	1994	35,7	23,5	26,5	2,0	2,0	10,2	0,0	0,0	0,0
	2018	0,0	1,1	53,3	26,7	5,6	3,3	10,0	0,0	0,0
Birke	1994	9,5	61,9	22,2	0,0	0,0	6,3	0,0	0,0	0,0
	2018	0,0	37,4	27,5	17,6	15,4	0,0	2,2	0,0	0,0
Ahorn	1994	36,8	18,4	36,8	2,6	2,6	2,6	0,0	0,0	0,0
	2018	0,0	26,7	40,0	23,3	8,3	1,7	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
	2018	0,0	0,0	13,5	71,9	0,0	11,2	1,1	2,2	0,0
Douglasie	1994	27,5	60,0	0,0	0,0	12,5	0,0	0,0	0,0	0,0
	2018	0,0	15,5	65,5	12,1	0,0	6,9	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 Probestämme einbezogen, die  
jeweils an beiden Aufnahmetermi-  
nen bonitiert wurden (identische Probestämme). Das Konfidenzintervall be-  
trägt 95 %, die Irrtumswahrscheinlichkeit damit 5 %. Verglichen wird das aktuelle Jahr mit dem Vorjahr.

Baumart (Baumartengruppe)	Anzahl der Probestämme	Kollektiv der 2018 und 2017 bonitierten, identischen Probestämme			Signifikanz (zweiseitig)
		Mittleres Verlustprozent			
		2018	2017	2018-2017	
Alle Baumarten	2254	23,48	21,24	2,24	0,000 s.
Eiche	613	25,81	19,98	5,83	0,000 s.
Buche	499	23,25	22,77	0,48	0,457 n.s.
Fichte	381	20,84	21,63	- 0,79	0,115 n.s.
Kiefer	239	17,72	17,41	0,31	0,666 n.s.
Esche	88	43,24	36,65	6,59	0,000 s.
Birke	91	26,48	17,53	8,96	0,000 s.
Lärche	88	23,47	17,33	6,14	0,000 s.
Ahorn	59	20,68	12,20	8,48	0,000 s.
Douglasie	57	23,51	29,04	- 5,53	0,001 s.

---

\* T-Test oder Paardifferenztest untersucht, ob sich  
die Mittelwerte zweier Gruppen systematisch  
unterscheiden

## Ausmaß und Ursachen des Ausscheidens von Probebäumen

Im Jahr 2018 sind insgesamt 50 Probebäume ausgeschieden, die alle ersetzt werden konnten. Die Gründe für das Ausscheiden der Probebäume sind vielfältig:

- 18 infolge regulärer, planmäßiger Nutzung zur Holzernte
- 16 infolge außerplanmäßiger Nutzung nach Insekten- oder Pilzbefall
- 5 infolge außerplanmäßiger Nutzung nach Sturmwurf, Schneebruch oder Blitzschlag
- 3 Nutzung zur Holzernte; ob planmäßig oder außerplanmäßig blieb unbekannt
- 0 sind umgeworfen oder umgebogen infolge Sturm oder Schneedruck
- 2 ist durch Sturm angeschoben oder hängt in einem Nachbarbaum
- 3 haben durch einen Kronenbruch über die Hälfte ihrer grünen Krone verloren
- 2 sind von Nachbarbäumen vollständig überwachsen worden
- 1 sind abgestorbene Bäume, die jetzt kein Feinreisig mehr aufweisen

### 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 %					2 bis 4
		0	1	2	3	4	
Ersatzbäume 2018	50	30,0	42,0	26,0	2,0	0,0	28,0
Vorgänger 2017	50	26,0	48,0	16,0	6,0	4,0	26,0

Im Jahr 2018 ist der Anteil deutlich geschädigter Probebäume unter den ausgeschiedenen Probebäumen in etwa gleich wie unter den Ersatzbäumen. Über die komplette Zeitreihe zeigt sich durchgehend, dass die Ersatzbäume eher selten den Schadstufen 3 und 4 angehören.

Im Jahr 2018 waren 8 Probebäume (0,3 %) frisch abgestorben, die mit 100 % Kronenverlichtung im Probebaumkollektiv verblieben sind. 9 weitere tote Probebäume stehen ebenfalls mit 100 % Kronenverlichtung im Kollektiv, waren jedoch bereits im Vorjahr abgestorben. 2 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.

Im Jahr 2018 war an keinem der Aufnahmepunkt der Waldbestand vollständig genutzt worden.

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 Probebäume 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 Probebäume ist jedoch genauso erforderlich wie die Verjüngung im Wald, nur so ist das Kollektiv der Probebäume repräsentativ für den Wald als Ganzes.

## Abkommen und gesetzliche Regelungen zur Luftreinhaltung

Maßnahme	Jahr	Ziel
<b>Internationale Abkommen und Richtlinien</b>		
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 Verbindungen
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 Mitgliedstaaten bei den Schadstoffen SO <sub>2</sub> , NO <sub>x</sub> , NH <sub>3</sub> 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 (PM <sub>10</sub> , PM <sub>2.5</sub> ) 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
Novellierung der Richtlinie über die Reduktion der nationalen Emissionen bestimmter Luftschadstoffe (NEC = National Emission Ceilings)	2016	Festsetzung von nationalen Emissionshöchstgrenzen für die Mitgliedstaaten für SO <sub>2</sub> , NO <sub>x</sub> , NMVOC, CO, NH <sub>3</sub> , PM <sub>10</sub> , PM <sub>2.5</sub>
<b>Nationale Regelungen</b>		
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

Maßnahme	Jahr	Ziel
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
Biokraftstoff-Nachhaltigkeitsverordnung (Biokraft-NachV)	2009	Verordnung über Anforderungen an eine nachhaltige Herstellung von Biokraftstoffen
TA Luft	2002	Neufassung der Technischen Anleitung zur Reinhaltung der Luft, Emissionsbegrenzung bei Industrieanlagen nach dem Stand der Technik
Änderungen der Kfz-Steuerregelung	2009	Ausrichtung der Kfz-Steuer für Pkw nach dem Emissionsverhalten und CO <sub>2</sub> -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 <sub>x</sub> ) ab 2008
EURO 6 Norm für Pkw	2007	6. Stufe der Abgasgrenzwerte für Pkw ab 2014/2015
EURO VI Norm für Lkw	2007	6. Stufe der Abgasgrenzwerte für Lkw ab 2013/2014
Verordnung über Erhebungen zum forstlichen Umweltmonitoring, ForUmV	2013	Datengrundlage für forst- und umweltpolitische Entscheidungen sowie Berichterstattung





Diese Druckschrift wird im Rahmen der Öffentlichkeitsarbeit der Regierung des Saarlandes herausgegeben. Sie darf weder von Parteien noch von Wahlwerbern oder Wahlhelfern zum Zwecke der Wahlwerbung verwendet werden. Auch ohne zeitlichen Bezug zu einer bevorstehenden Wahl darf die Druckschrift nicht in einer Weise verwendet werden, die als Parteinahme der Landesregierung zugunsten einer politischen Gruppe 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](http://www.futmon.org)) von der Europäischen Union finanziell unterstützt.



**SAARLAND**

Großes entsteht immer im Kleinen.



Ministerium für Umwelt und  
Verbraucherschutz  
Keplerstraße 18  
66117 Saarbrücken

[www.umwelt.saarland.de](http://www.umwelt.saarland.de)

