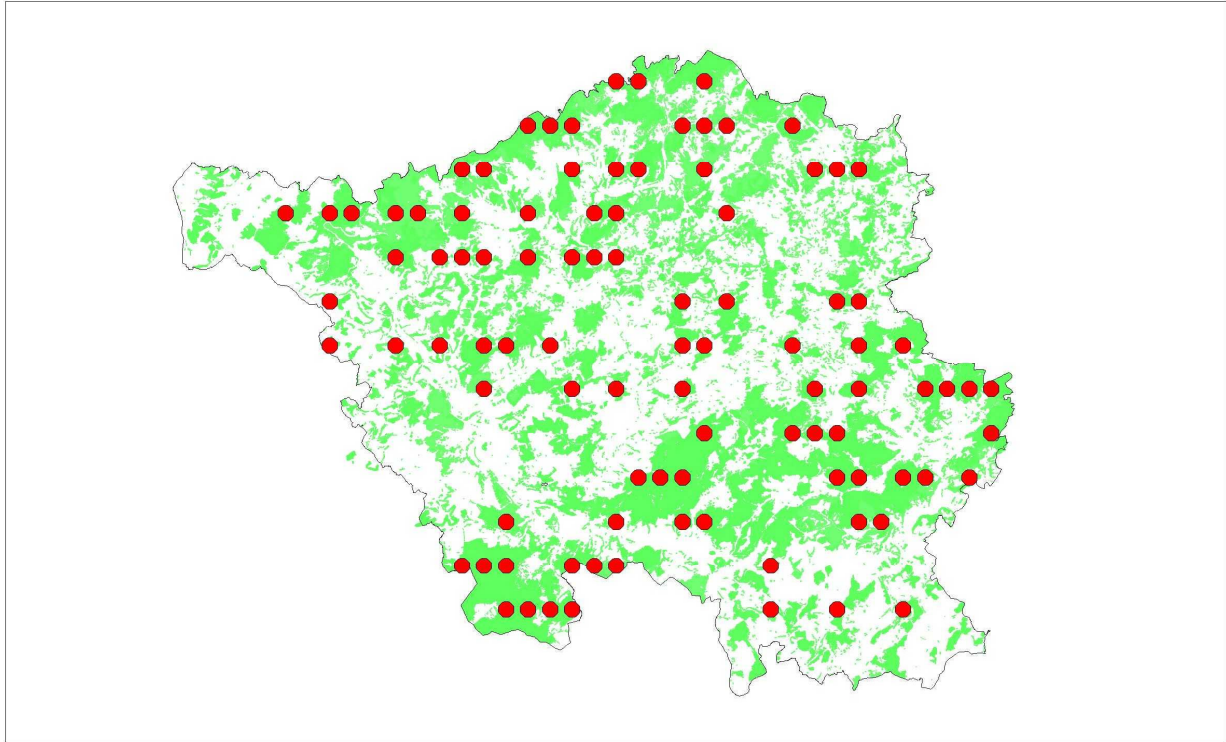


Ergebnisse der Waldzustandserhebung 2009



SaarForst 
Landesbetrieb

Saarland

Ministerium für Umwelt,
Energie und Verkehr



Saarland

Landesamt für Umwelt-
und Arbeitsschutz

Saarbrücken, im Februar 2010

Inhalt

Ergebnisse der Waldzustandshebung 2009

Einführung	3
Gesamtergebnis	4
Ergebnisse im Überblick	5
Veränderungen seit 2008	6
Alle Baumarten	7
Buche	9
Eiche	12
Fichte	15
Kiefer	18
Einflussfaktoren	21
Verfahren	25
Ersatz von Probebäumen	26
Anhang: Ergebnistabellen seit 1984	28

Das forstliche Umweltmonitoring

Internationale Zusammenarbeit	30
Umsetzung des Forstmonitorings im Saarland	31

Maßnahmen zur Erhaltung der Waldökosysteme

Kompensationskalkung	40
----------------------	----

Einführung

Das Hauptziel des Forstlichen Monitoringprogrammes ist es, einen Beitrag zum Verständnis der Auswirkungen von Luftverunreinigungen und anderer Faktoren zu erbringen, welche Einfluss auf Waldökosysteme haben können. Diese Vielzahl von Umweltfaktoren führt zu einer permanenten Veränderung des Zustandes von Wäldern. Die Faktoren beruhen teilweise auf natürlichen Einwirkungen, wie etwa Witterung und biotische Schädigungen, werden aber auch durch menschenbedingte Stoffeinträge beeinflusst. Die klimatischen Veränderungen, auch im Zusammenhang mit der Belastung der Waldböden durch Bodenversauerung und Nährstoffverarmung, sind in ihrer Wirkung nicht vollständig absehbar.

Auch die Folgen des Klimawandels wie etwa längere Vegetationszeiten und Verschiebungen in der jährlichen Niederschlagsverteilung führen gemeinsam mit einem erhöhten Schädlingsaufkommen auf Grund deren besserer Ausbreitungsbedingungen zu neuen Beeinträchtigungen des Zustandes unserer Wälder. Der Wechsel ausgeprägter Trockenperioden mit sehr niederschlagsreichen Wetterlagen wirkt sich als zusätzlicher Stressfaktor schnell und unmittelbar auf die Dichte und Struktur von Baumkronen aus.

Zur Bewahrung der Waldfunktionen bedarf es der Messung von Umwelteinflüssen und Ökosystemreaktionen mit hinreichender Intensität und vor allem auch Kontinuität um Trends in der Veränderung der Wälder zu erkennen, interpretieren und auch entgegensteuern zu können. Mittlerweile ist dieses Forstliche Monitoring europaweit harmonisiert, so dass Länder übergreifend Fehlentwicklungen aufgezeigt werden können.

Eine der Grundlagen für die Berichterstattung über den Waldzustand sind die Ergebnisse der Waldzustandserhebung. Der hierbei begutachtete Kronenzustand stellt ein gut sichtbares, wenn auch unspezifisches Merkmal für den Gesundheitszustand der Bäume dar. Diese Art der Beurteilung des Kronenzustandes ist jedoch ein einfaches und leicht nachvollziehbares Schätzverfahren. Es liefert aktuelle Aussagen über die Vitalität von Waldbäumen, so können langfristige oder auch periodische Trends abgeleitet werden. Verlust oder Veränderungen von Blättern und Nadeln sind ein Zeichen für die auf die Bäume einwirkenden Stressfaktoren, deren anteilige Ursache aber de facto nicht genau hergeleitet werden kann. Nur eine zusammenfassende Betrachtung aller durch Beobachtung und Untersuchung gewonnenen Erkenntnisse der auf die Wälder einwirkenden Umwelteinflüsse ermöglicht ein Verständnis der festgestellten Veränderungen.

2006 erreichten im Saarland die Waldschäden den höchsten Stand seit 1984. Recht günstige klimatische Bedingungen der 4 letzten Jahre trugen dazu bei, dass sich sichtbare Kronenschäden wieder vermindern konnten. Das Schadniveau bleibt jedoch besorgniserregend hoch.

Dieser Waldschadensbericht knüpft an die grundsätzlichen Inhalte der Vorjahre an und aktualisiert die baumartentypischen langjährigen Entwicklungsreihen in der gewohnten Darstellungsform; dabei wird teilweise auch die textliche Beschreibung der bisherigen Entwicklung zum besseren Gesamtverständnis übernommen.

-Ergebnisse der Waldzustandserhebung 2009 -

Weiterer Rückgang der deutlichen Schäden im Jahr 2009

Einfluss starken Fruchtbehangs auf die Kronenentwicklung der Buche

Das vegetationsschädigende Trockenjahr 2003 hat zu einer drastischen Zunahme von Waldschäden geführt. Nach dem Höchststand von 2006 trat langsam wieder eine Verbesserung ein; diese Entwicklung setzt sich auch in diesem Jahr fort.

Besonderheiten der Entwicklung im Jahr 2009 lagen in dem sehr frühen und für alle Baumarten fast gleichzeitigen Austrieb im Frühjahr nach einem außergewöhnlich warmen April und einer sehr starken Fruktifizierung der Laubbäume. Bei den meisten Baumarten verbesserte sich die Vitalität mit Rückgang deutlicher Kronenschäden merklich, nur bei der Buche war die Blatt- und Kronenentwicklung durch den starken Fruchtbehang vermindert, d.h. es wurden weniger und kleinere Blätter ausgebildet, was sich in einer stärkeren Kronentransparenz und – verlichtung niederschlug.

In der Gesamtstatistik veränderten sich die Anteile geschädigter Bäume über alle Baumarten hinweg gegenüber dem Vorjahr kaum: Die **deutlichen Schäden** haben sich 2009 geringfügig um 3 %-Punkte auf 35% vermindert, liegen damit aber immer noch weit über dem ursprünglichen Niveau **vor** dem Jahr 2003. Nahezu unverändert bleibt der Stand der **Gesamtschäden** mit 82% - weiterhin sind nur auf 18% des Waldes keine äußerlichen Kronenschäden erkennbar. Bei den jüngeren – bis 60jährigen – Bäumen liegt der Anteil deutlicher Schäden bei 13%, bei den älteren – über 60jährigen – bei 51%.

Bei den meisten Baumarten haben die deutlichen Schäden gegenüber dem Vorjahr abgenommen, bei Eiche und Fichte um 6 %-Punkte, bei der Kiefer 10 %-Punkte. Nur bei der Buche stiegen die deutlichen Schäden um 10 %-Punkte an und „drücken“ die Gesamtbilanz auf die genannten Werte.

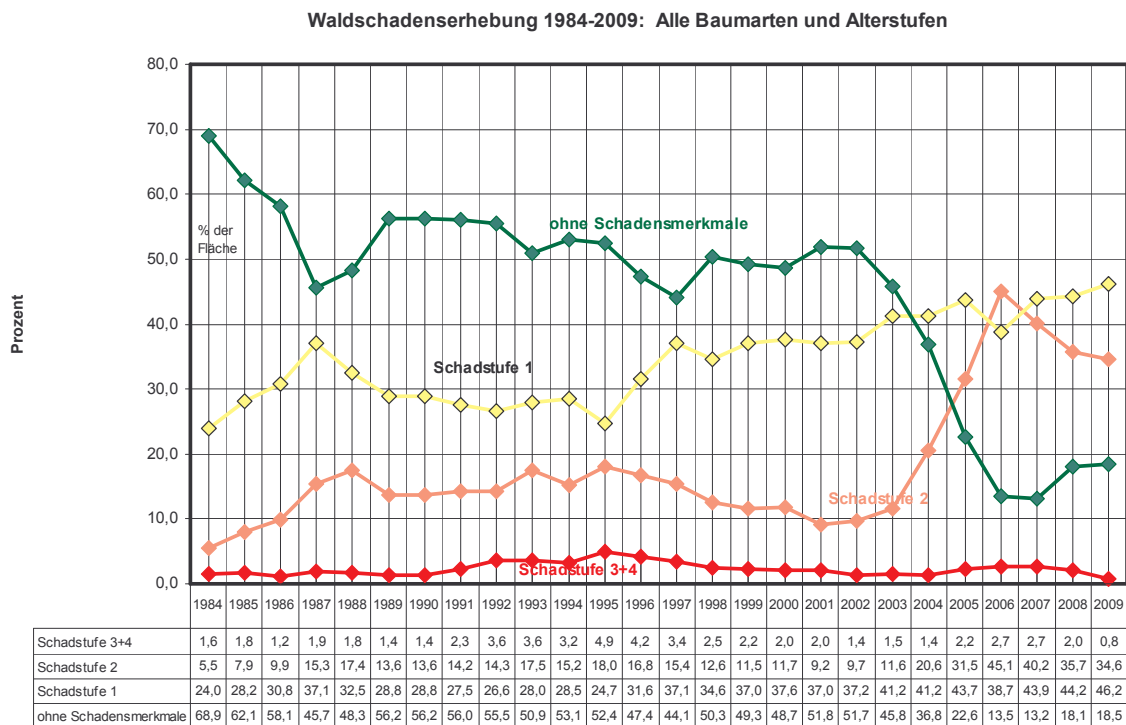
Die Kiefer bleibt nach der absoluten Höhe deutlicher Schäden die am stärksten geschädigte Hauptbaumart (57%), vor der Eiche (47%), Buche (44%) und Fichte (23%).

Entwicklung der Waldschäden von 2008 auf 2009 im Überblick

Tabelle 1: Gesamtergebnis

	2008	2009
Gesamtschäden	82 %	82 %
deutliche Schäden	38 %	35 %
Buche	33 %	44 %
Eiche	52 %	47 %
Kiefer	67 %	57 %
Fichte	30 %	23 %
deutliche Schäden in älteren Beständen	53 %	51 %
deutliche Schäden in jüngeren Beständen	16 %	13 %

Abb.1 Entwicklung der Waldschäden seit 1984



Veränderung in Prozentpunkten

Saarland

Baumart	Jahr	bis 60 Jahre			über 60 Jahre			GESAMT		
		0	1-4	2-4	0	1-4	2-4	0	1-4	2-4
Fichte	2008	33,4	66,6	17,2		100,0	65,3	24,8	75,2	29,5
	2009	41,3	58,7	11,8	0,7	99,3	56,6	30,9	69,1	23,3
	Veränd.	7,9	-7,9	-5,4	0,7	-0,7	-8,7	6,1	-6,1	-6,2
Douglasie	2008	37,0	62,9	23,8		100,0		30,7	69,3	19,7
	2009	38,9	61,1	13,6		100,0	16,2	32,2	67,8	14,1
	Veränd.	1,9	-1,8	-10,2			16,2	1,6	-1,5	-5,6
Kiefer	2008		100,0	61,0		100,0	68,8		100,0	66,8
	2009		100,0	53,0	0,8	99,2	58,7	0,6	99,4	57,0
	Veränd.		0,0	-8,0	0,8	-0,8	-10,1	0,6	-0,6	-9,8
Sonstige Nadelbäume	2008	3,6	96,4	31,8	1,7	98,3	55,4	2,0	98,0	51,2
	2009	4,9	95,1	12,5	4,8	95,2	39,8	4,8	95,2	36,6
	Veränd.	1,3	-1,3	-19,3	3,1	-3,1	-15,6	2,8	-2,8	-14,6
Buche	2008	32,3	67,7	3,6	5,9	94,1	45,6	13,8	86,2	33,1
	2009	35,8	64,2	10,6	3,9	96,1	57,6	13,2	86,8	43,9
	Veränd.	3,5	-3,5	7,0	-2,0	2,0	12,0	-0,6	0,6	10,9
Eiche	2008	33,0	67,0	22,0	2,3	97,7	61,2	9,3	90,7	52,3
	2009	21,0	79,0	16,3	2,4	97,6	54,0	6,1	93,9	46,5
	Veränd.	-12,0	12,0	-5,7	0,1	-0,1	-7,2	-3,2	3,2	-5,8
Sonstige Laubbäume	2008	62,3	37,7	3,1	28,2	71,8	9,9	51,5	48,5	5,2
	2009	55,2	44,8	4,5	35,2	64,8	6,8	48,6	51,4	5,2
	Veränd.	-7,1	7,1	1,4	7,0	-7,0	-3,1	-2,9	2,9	-0,0
Alle Baumarten	2008	37,0	63,0	15,6	4,6	95,4	53,5	18,1	81,9	37,7
	2009	37,9	62,1	13,1	5,0	95,0	50,8	18,5	81,6	35,4
	Veränd.	0,9	-0,9	-2,5	0,4	-0,4	-2,7	0,4	-0,3	-2,3

Tabelle 2: Veränderungen

Abb.2: Schädigung der Baumartengruppen im Vergleich

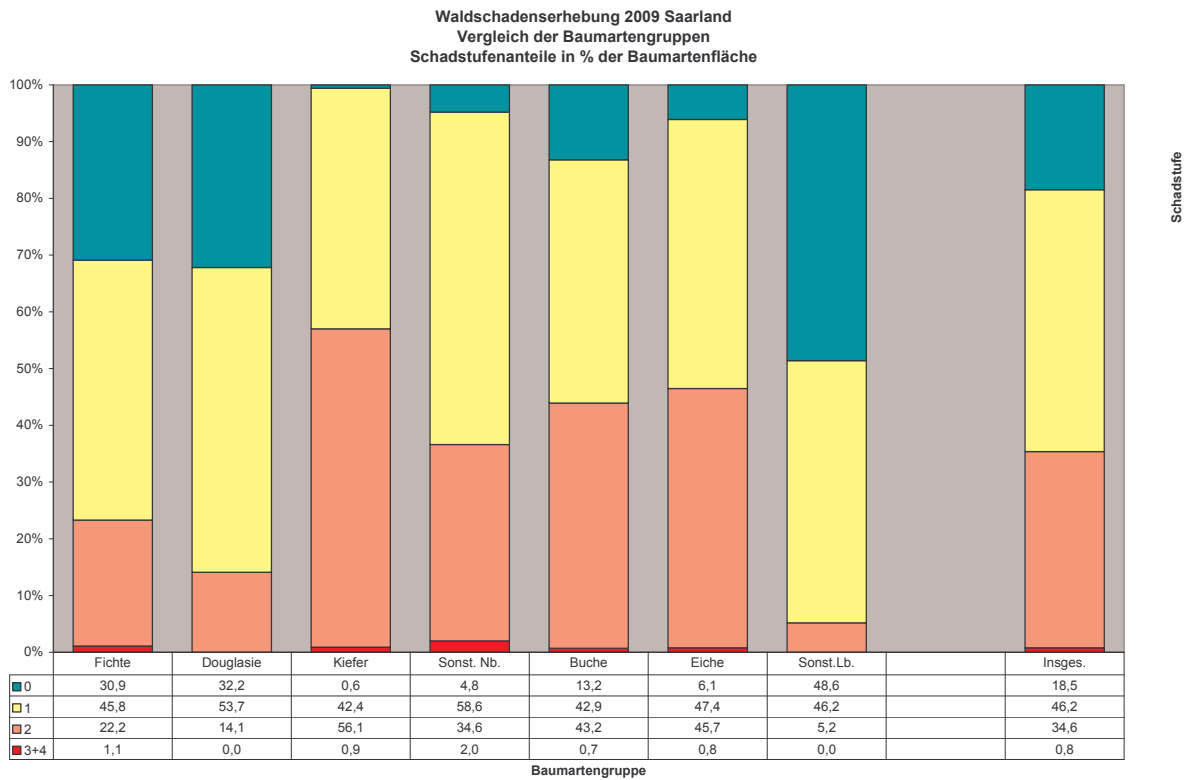


Abb.3: Entwicklung der deutlichen Schäden seit 1984 für alle Baumarten nach Schadstufen

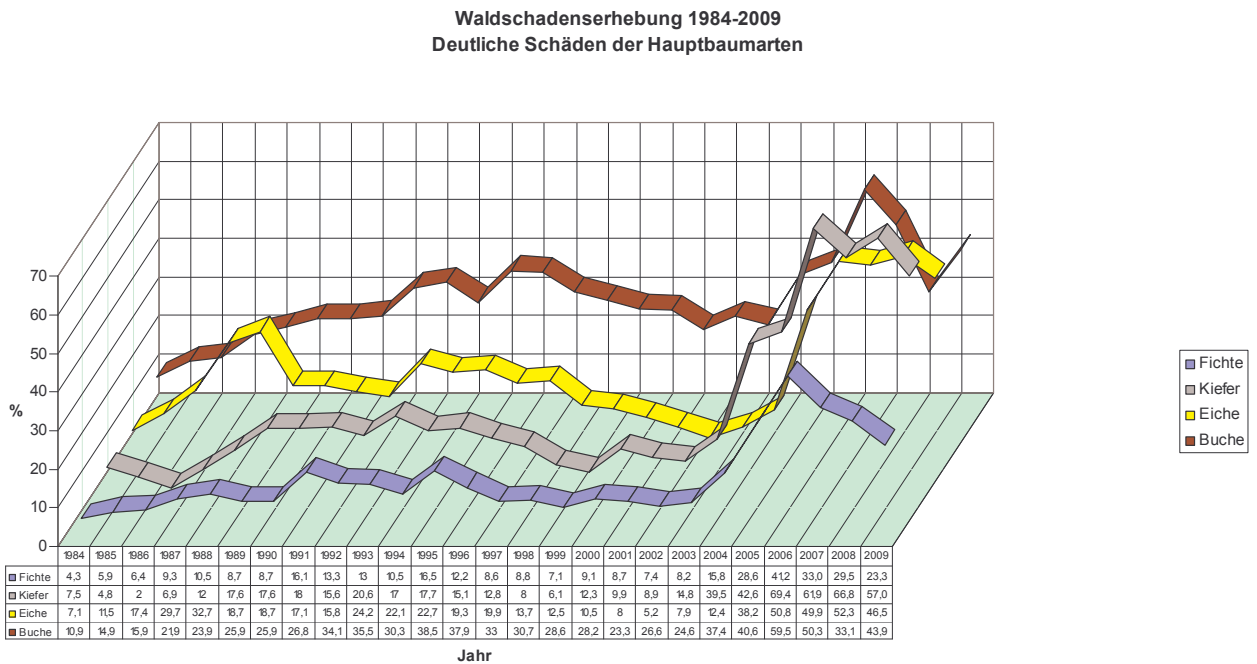


Abb.4 : Entwicklung der Waldschäden seit 1984 für Bäume über 60 Jahre

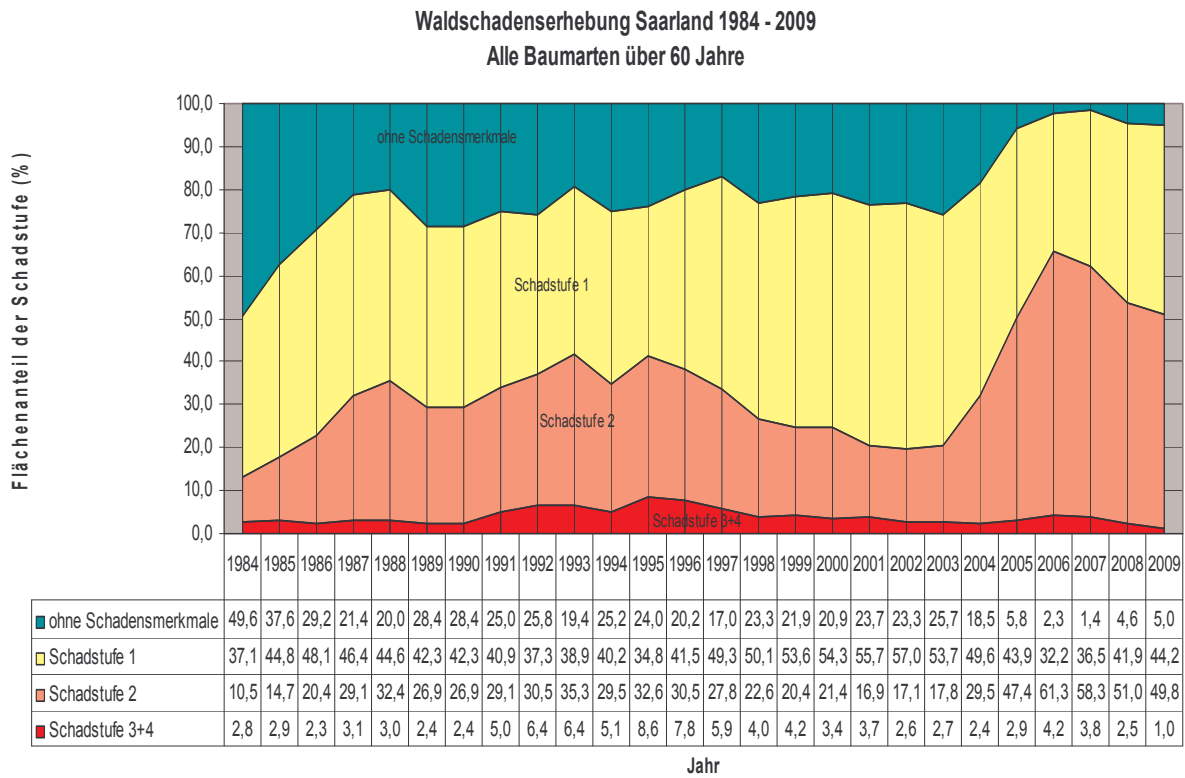
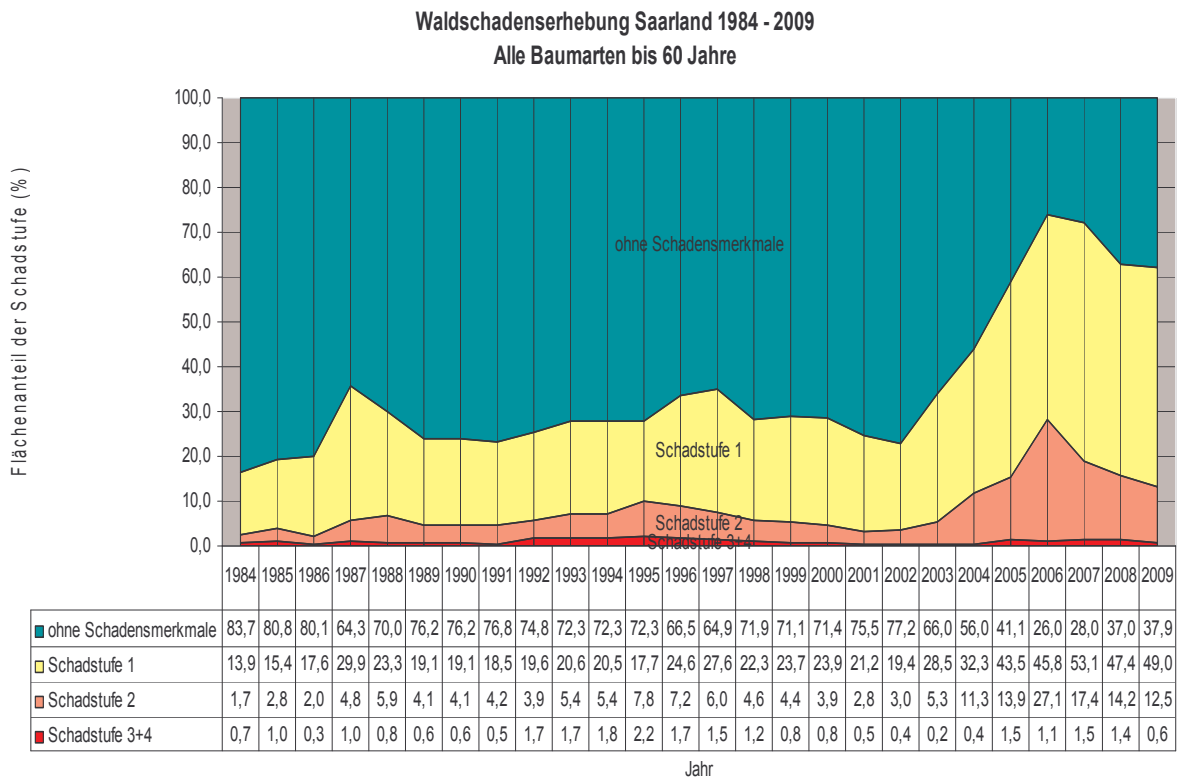


Abb. 5: Entwicklung der Waldschäden seit 1984 für Bäume unter 60 Jahre



Bewertung der Schadenssituation bei den Baumarten im Einzelnen:

Buche

Die Buche ist im Saarland mit 23% Flächenanteil die wichtigste Baumart und zugleich Leitbaumart der natürlich vorkommenden Waldgesellschaften.

Langfristige Entwicklung:

Seit Beginn der Waldschadensuntersuchungen im Jahr 1984 nahmen die deutlichen Kronenschäden bei der Buche kontinuierlich zu und erreichten 1995 ein Maximum von 39%. In den Jahren 1996 bis 2003 schwächten sich die deutlichen Schäden spürbar auf 25% ab. Die rapide Verschlechterung nach dem Trockensommer 2003 führte 2006 mit 60% zu einem neuen Höchststand der Schäden. Unter günstigen Witterungsbedingungen verminderten sich die Schäden bis 2008 auf 33 % (Abb. 6).

Insbesondere die Folgen einer anhaltenden Bodenversauerung mit Verringerung der Basenvorräte und Mobilisierung wurzeltoxischer Elemente wie Mangan und Aluminium führen zu auffälligen Wurzelschäden (Wurzelfäulnis) und Konzentration der Feinwurzeln in den obersten Bodenschichten. Oft sind für die Buche atypische flache Wurzelteller ausgebildet und tiefer reichende stärkere Senkerwurzeln nicht mehr vorhanden oder abgestorben. Neben einer Verringerung der Standfestigkeit führt dies besonders bei Altbuchen zu einer gestörten Nährstoff- und Wasserversorgung und in der Folge über die Jahre zu gravierenden, oft auch strukturellen Kronenschäden. Klimatische Bedingungen wirken sich dabei unmittelbar aus: In niederschlagsreichen Jahren mit einer Verbesserung des Kronenzustandes, in Trockenjahren mit sehr schnell einsetzenden Absterbeprozessen.

So wirkten die Trockensommer bis Mitte der 90er Jahre wiederholt durch zusätzlichen Trockenstress vitalitätsmindernd, während in den folgenden Jahren bis 2001 mit hohen Sommerniederschlägen eher günstige Wachstumsbedingungen vorherrschten. Auch stark vorgeschädigte Altbuchen konnten ihr Kronenvolumen wieder ausweiten; durch die Bildung sekundärer Kronenäste im mittleren bis unteren Kronenbereich vergrößerte sich in vielen Fällen die Belaubungsdichte. Mit Ausbrechen abgestorbener Äste aus der Oberkrone verbesserte sich tatsächlich auch das äußere Erscheinungsbild, diese Bäume wirkten oft vitaler als es ihrer tatsächlichen Schadentwicklung und ihrem wirklichen Gesundheitszustand entsprach.

Aktuelle Entwicklung:

Die im Jahr 2007 einsetzende Erholung setzte sich 2008 verstärkt fort. Als besonders positiv war das Regenerationsvermögen der älteren Buchen zu bewerten. Im Jahr 2009 ist allerdings wieder ein Ansteigen der deutlichen Schäden zu verzeichnen; bei den jüngeren Buchen um 7 %-Punkte auf 11%, bei den älteren, über 60jährigen Buchen um 12 %-Punkte auf 58%, in der Summe um 11 %-Punkte auf 44%.

Als Ursache ist in erster Linie die sehr starke Fruktifizierung der Buchen zu nennen, die mit der Ausbildung weniger und kleinerer Blätter einhergeht. Dadurch erhöht sich bei der Kronenansprache die Kronentransparenz, im Vergleich zu voll belaubten Bäumen nahm die Kronenverlichtung zu.

Das Phänomen geringerer Blattmasse bei starkem Fruchtbehang ist bei der Buche bekannt und wäre zunächst nicht unbedingt als „Schaden“ zu beurteilen. Allerdings bedeutet die Ausbildung sehr vieler Früchte v.a. bei vorgeschädigten Buchen einen zusätzlichen Stressfaktor mit Konzentration der „Baumreserven“ auf die Fruchtbildung, was in der Folge zu einer Beschleunigung des Absterbens von Kronenästen führen kann. Bei stark geschädigten Buchen kann häufiger auch von einer „Notfruktifizierung“ als Überlebensmechanismus der Pflanze gesprochen werden. Diese Entwicklungen sind für die Beurteilung der Vitalitätsentwicklung im Zuge der Waldzustandserfassung, die den Kronenzustand zunächst unabhängig von der Schadensursache betrachtet, sehr wichtig.

Abb.6: Entwicklung der Waldschäden der Buche seit 1984

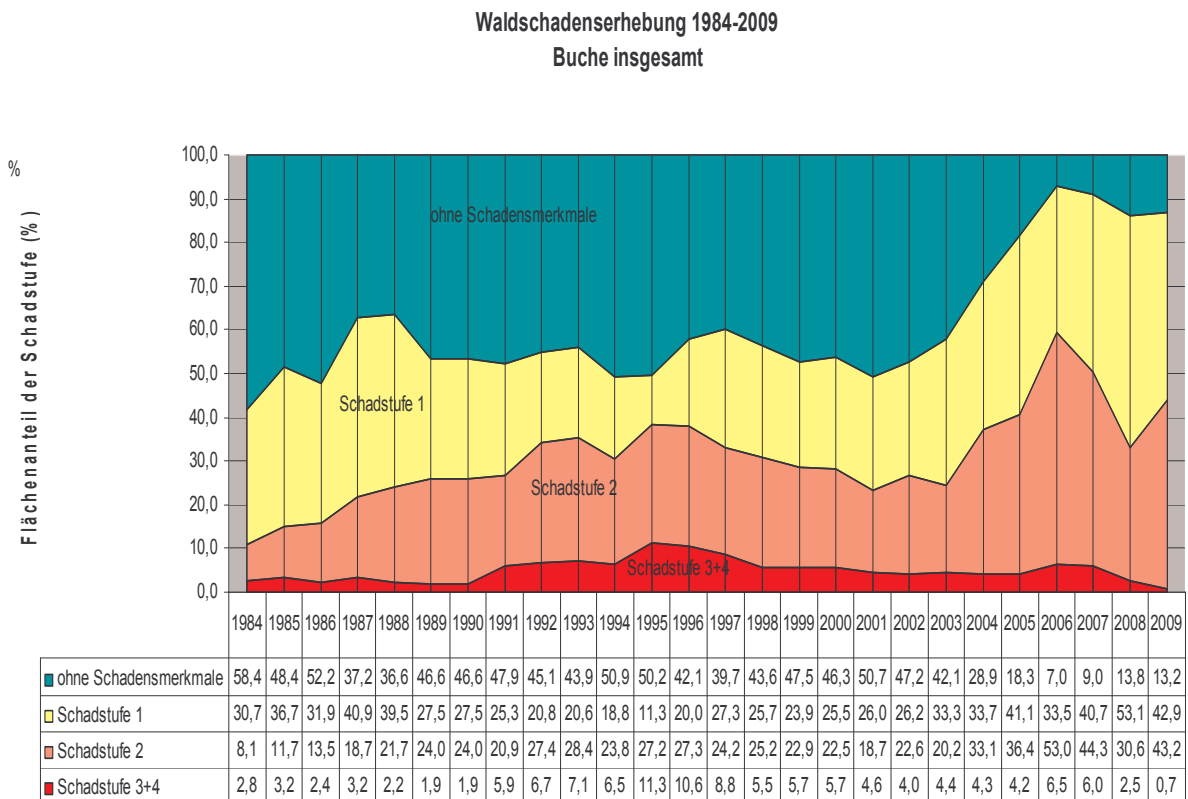


Abb.7: Entwicklung der Waldschäden seit 1984 für Buche bis 60 Jahre

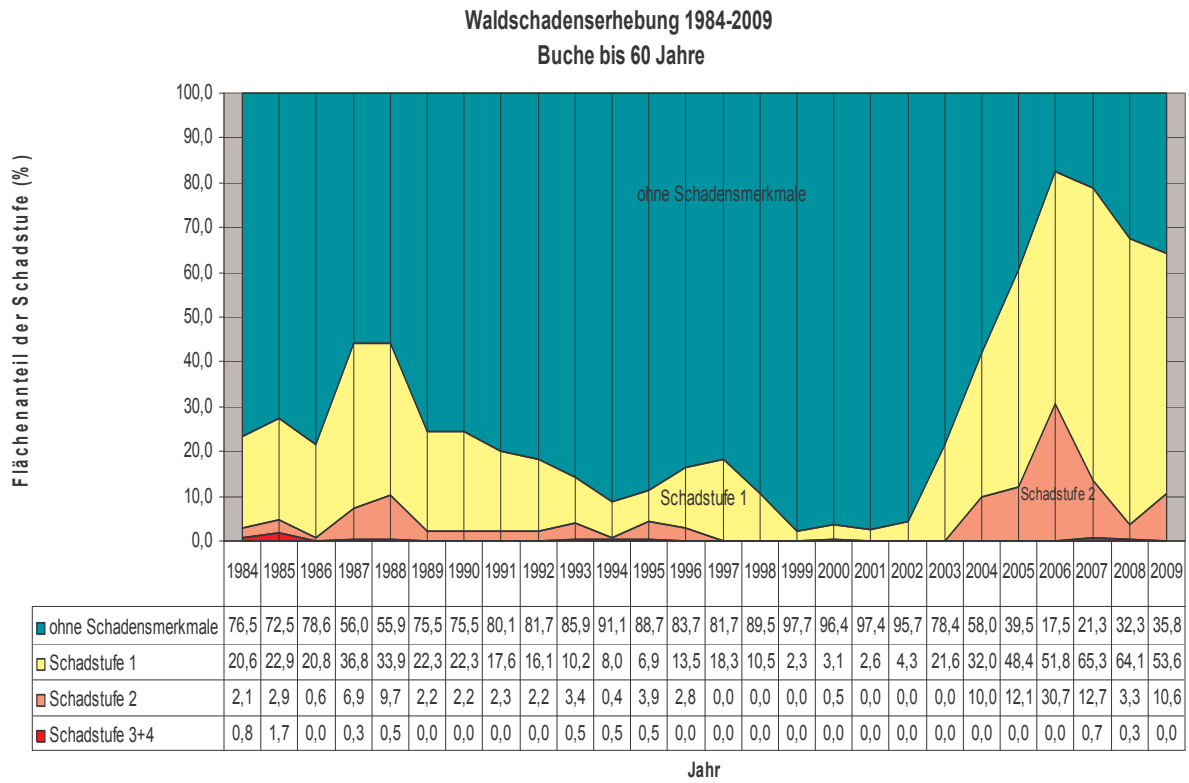
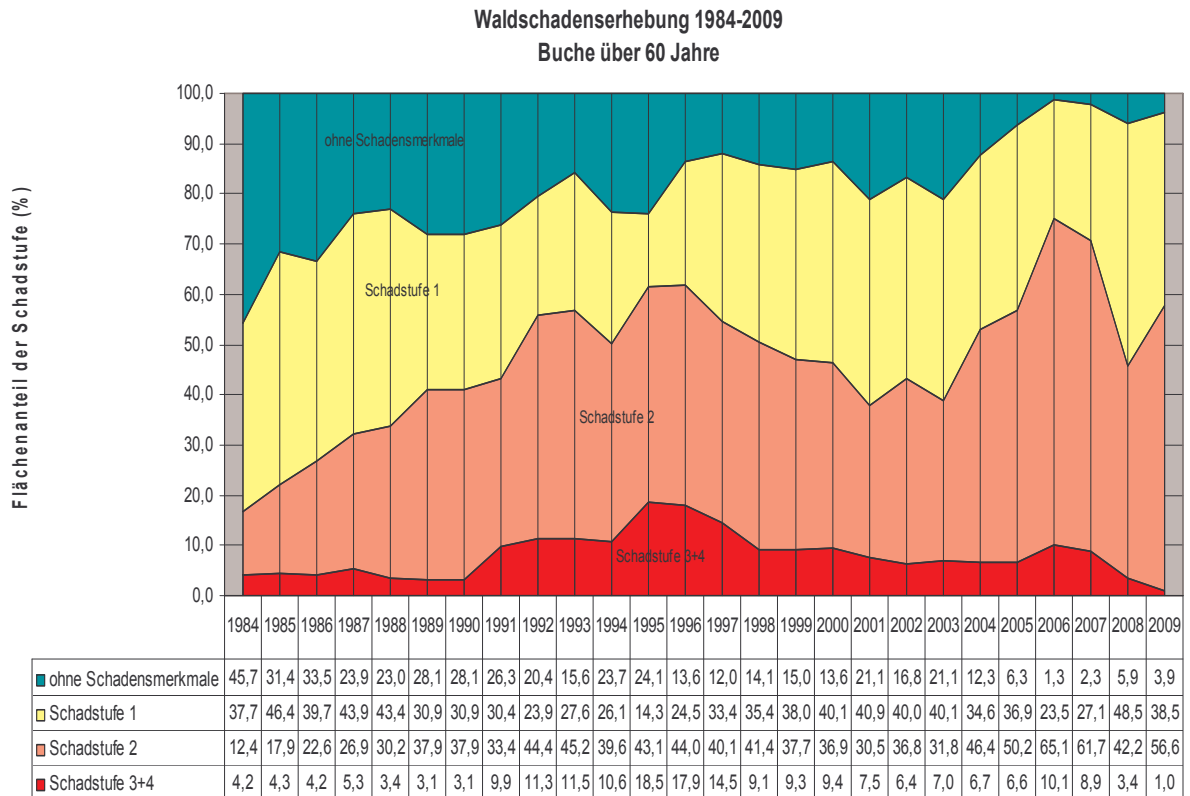


Abb.8: Entwicklung der Waldschäden seit 1984 für Buche über 60 Jahre



Eiche

Die Eiche hat im Saarland einen Flächenanteil von 21%.

Langfristige Entwicklung:

Die deutlichen Schäden bei der Eiche sind nach einem Maximum von 33% im Jahr 1988 auf 5% im Jahr 2002 gesunken, nach dem Trockenjahr 2003 bis 2008 auf einen Höchststand von 52% angestiegen.

Seit Beginn der systematischen Erfassung von Waldschäden ist die Schadentwicklung der Eiche sehr stark durch wiederholt auftretenden Befall blattfressender Insekten, insbesondere von Eichenwickler und Frostspanner geprägt. Diese Kalamitäten erfolgten sporadisch, in den Jahren 1995 bis 1997 als ausgeprägte Kalamität bis hin zum Kahlfraß, und bewirkten erhebliche Vitalitätsminderungen, da die Bäume auf starke Fraßschäden mit einem erneuten Austrieb im gleichen Jahr, meistens jedoch auch mit einer verminderten Blattmasse reagierten.

Seit 1998 blieb dieser Schädlingsbefall weitgehend aus; insbesondere in jüngeren Beständen regenerierten sich die Kronen bei günstiger Witterung mit hohem Niederschlagsangebot. Im Jahr 2005 und auch 2006 kam es zu einem erneuten Massenbefall mit flächenhaftem Kahlfraß, 2007 und 2008 traten Fraßschäden nur lokal und in geringerem Umfang auf.

Deutliche Schäden bei der Eiche zeigen sich häufig durch das Auftreten von Trockenästen in der Oberkrone und einer büschelartigen Belaubung mit größeren Lücken im Kronendach. Mehr noch als die Buche besitzt die Eiche auch noch im höheren Alter die Fähigkeit, abgestorbene oder stark geschädigte Kronenteile durch die Bildung sekundärer Triebe im unteren Kronenbereich zu ersetzen. Auch stark vorgeschädigte Eichen können somit ihre Assimilationsmasse wieder vergrößern.

Aktuelle Entwicklung:

Im Jahre 2009 ist bei der Eiche ein leichter Rückgang der deutlichen Schäden zu verzeichnen (um 6 %-Punkte auf 47%). Verbessert hat sich die Situation sowohl bei den jüngeren (16%; - 6 %-Punkte) wie bei den älteren Eichen (54%; - 7 %-Punkte). Auch die Eiche hat in diesem Jahr stark fruktifiziert (Mastjahr), der starke Fruchtbehang hat sich aber im Gegensatz zur Buche nicht negativ auf die Belaubungsdichte ausgewirkt.

Vitalitätsmindernde Fraßschäden durch Frostspanner und Eichenwickler traten in diesem Jahr auch wieder nur vereinzelt auf.

Allerdings bleibt der Anteil der Gesamtschäden (einschl. Schadstufe 1) auf hohem Niveau, nur 6 % der Eichen zeigen keine Schadmerkmale.

Abb.9: Entwicklung der Waldschäden der Eiche seit 1984

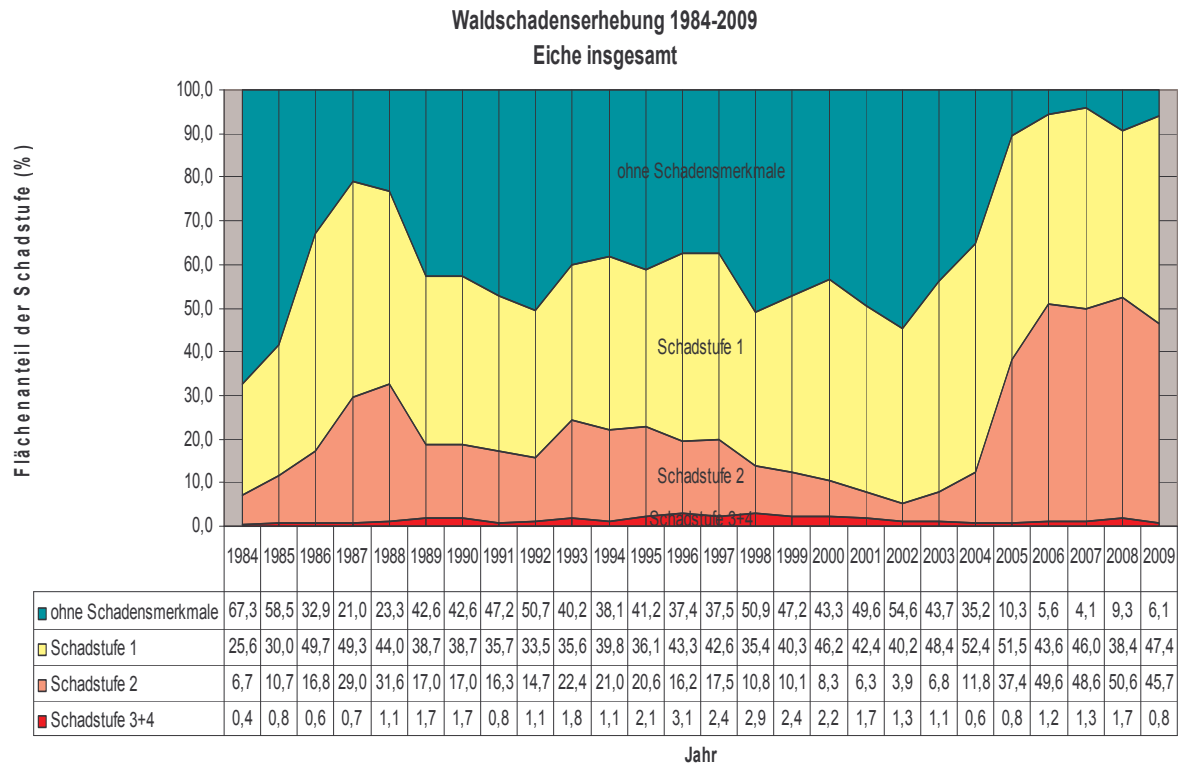


Abb.10: Entwicklung der Waldschäden seit 1984 für Eiche bis 60 Jahre

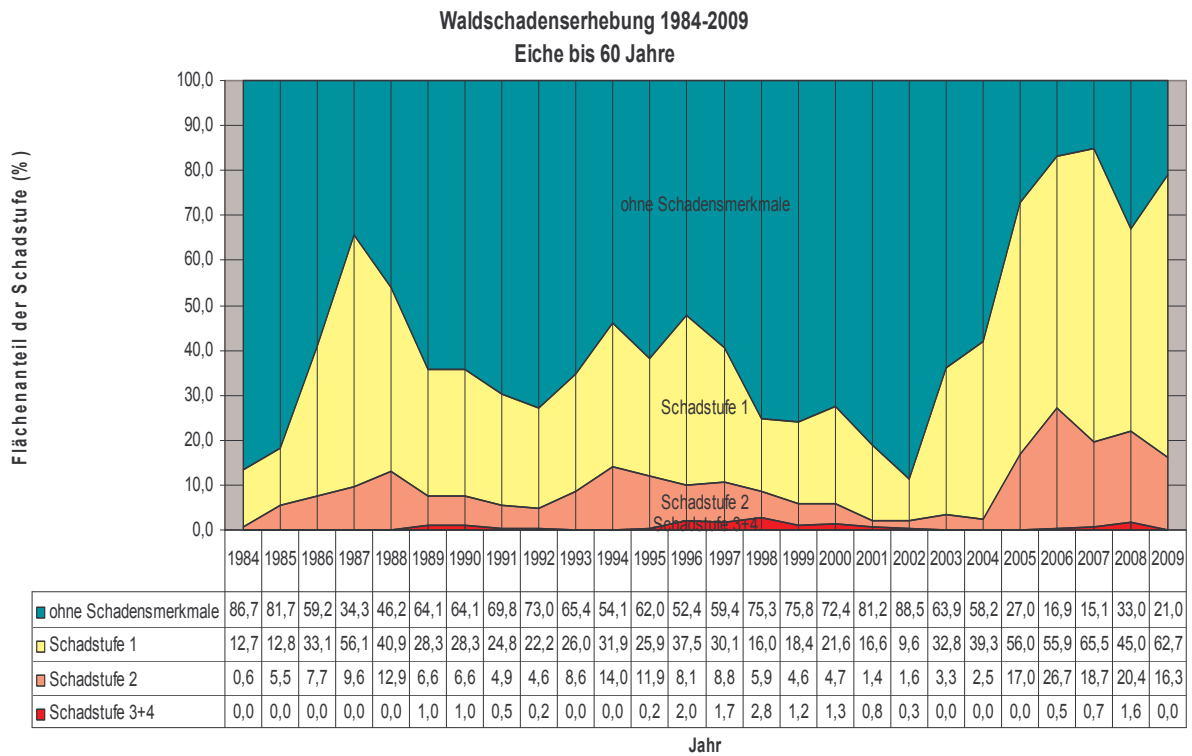
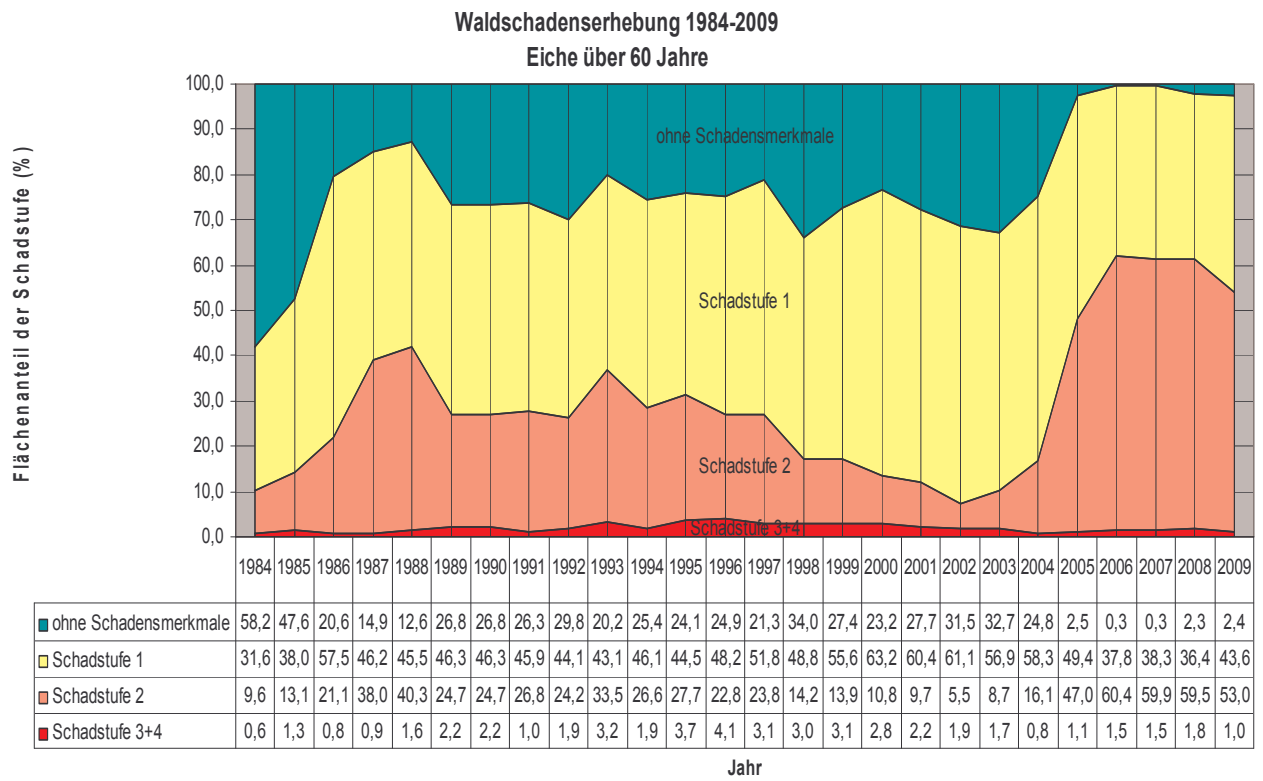


Abb.11: Entwicklung der Waldschäden seit 1984 für Eiche über 60 Jahre



Fichte

Die Fichte hat im Saarland einen Flächenanteil von 17%.

Langfristige Entwicklung:

Die Fichte ist die Baumart, bei der ein Zusammenhang zwischen Schadstoffimmissionen, Bodenversauerung und Kronenschäden seit längerem untersucht und dokumentiert wurde. Schon in den 60er Jahren erkannte man im Saarland die schädliche Wirkung von Rauchgasen auf Waldbäume; die ersten Waldschadensuntersuchungen konzentrierten sich im Wirkungsbild zunächst auf die Fichte, die als immergrüne Nadelbaumart mit ihrem hohen Filterungsvermögen besonders empfindlich gegenüber direkten Schadstoffbelastungen ist. In Nähe der großen Zentren der Schwerindustrie wies die damalige Landesforstverwaltung bereits in den 1960er Jahren Rauchschadenszonen aus und riet dort von einem weiteren, in der damaligen Forstwirtschaft üblichen Anbau dieser Baumart dringend ab.

Später traten die Schäden verstärkt auch bei Laubbäumen auf. Es zeigte sich bald eine klare Altersabhängigkeit auftretender Schäden: Ältere Bäume waren viel stärker geschädigt als jüngere; der Schadensschwerpunkt verlagerte sich im Saarland von Fichtenbeständen auf die alten Laubbaumbestände.

Die heute vergleichsweise geringeren Schäden der Fichte im Saarland sind abhängig von ihrer spezifischen Altersstruktur: Als nicht standortheimische Baumart erreicht die Fichte im Saarland i.d.R. ihre natürliche Altersgrenze nicht. Durch die Sturmwürfe des Jahres 1990 und die Folgeschäden (Trocknis, Borkenkäferbefall) mussten viele ältere und standörtlich labile Fichtenbestände vorzeitig genutzt werden. Die Schadenssituation der Fichte wird deshalb stark durch den hohen Anteil jüngerer Bestände geprägt (Abb. 12-13). Im Gesamtergebnis erreicht die Fichte im Saarland die hohen Schadprozent der natürlichen Verbreitungsgebiete in den submontanen bis montanen Klimazonen Deutschlands nicht.

Insgesamt hielt sich der Anteil der deutlichen Schäden bei der Fichte seit 1984 mit Schwankungen auf einem Niveau um 10%. Höhere Schäden traten in dem Zeitraum nach den Sturmwürfen 1990 durch Folgewirkungen wie Borkenkäferbefall, Schäden durch plötzliche Freistellung (Untersonnung) und Wasserstress durch Wurzelabrisse auf. Nach dem Trockenjahr 2003 stiegen die Schäden bis 2006 auf 41% an, verringerten sich bei guten Wachstumsbedingungen 2008 auf 30%.

Aktuelle Entwicklung:

Im Jahr 2009 setzt sich die Verbesserung des Kronenzustandes fort, das Schadniveau vor dem Trockenjahr 2003 wird aber noch nicht erreicht. Insgesamt ergibt sich bei den deutlichen Schäden ein weiterer Rückgang um 6 %-Punkte auf 23 %. Verbessert haben sich in diesem Jahr wiederum vornehmlich die älteren Fichten (57%, -9 %-Punkte), bei den jüngeren Fichten verringerte sich der Schadensstand von 17 auf 12% (-5 %-Punkte).

Abb.12: Entwicklung der Waldschäden der Fichte seit 1984

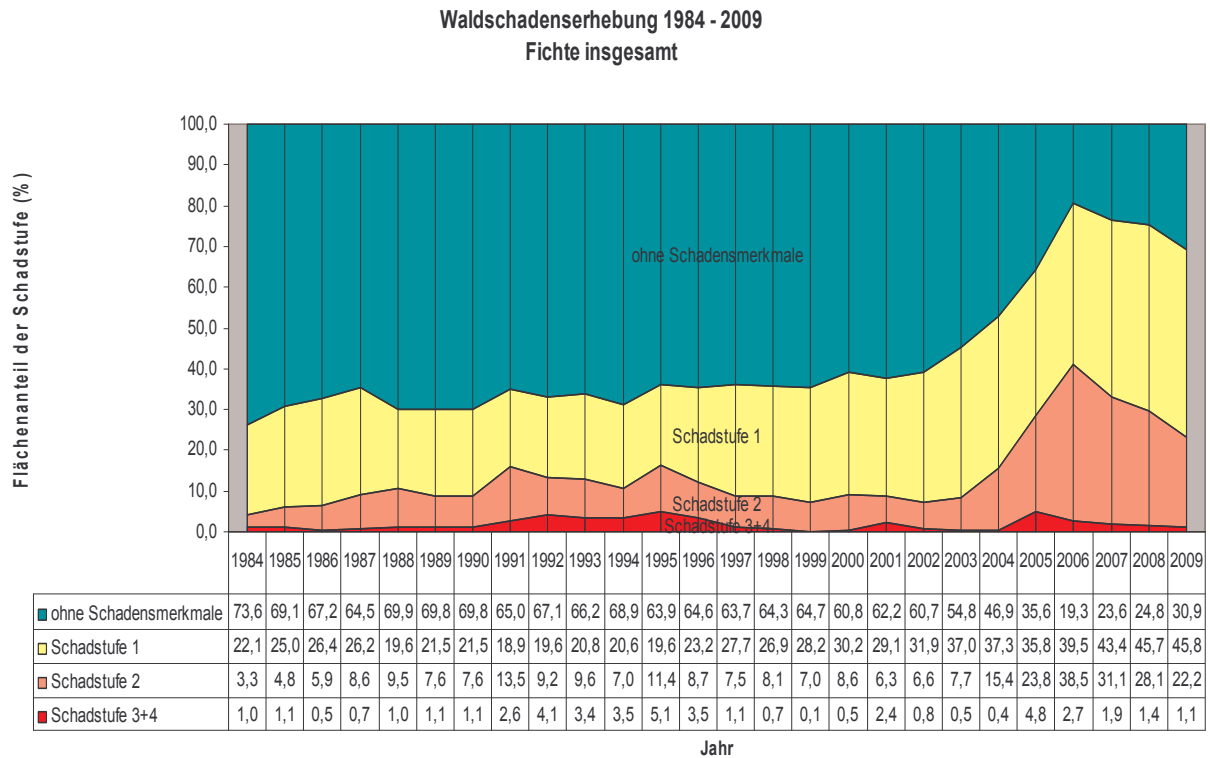


Abb.13: Entwicklung der Waldschäden seit 1984 für Fichte bis 60 Jahre

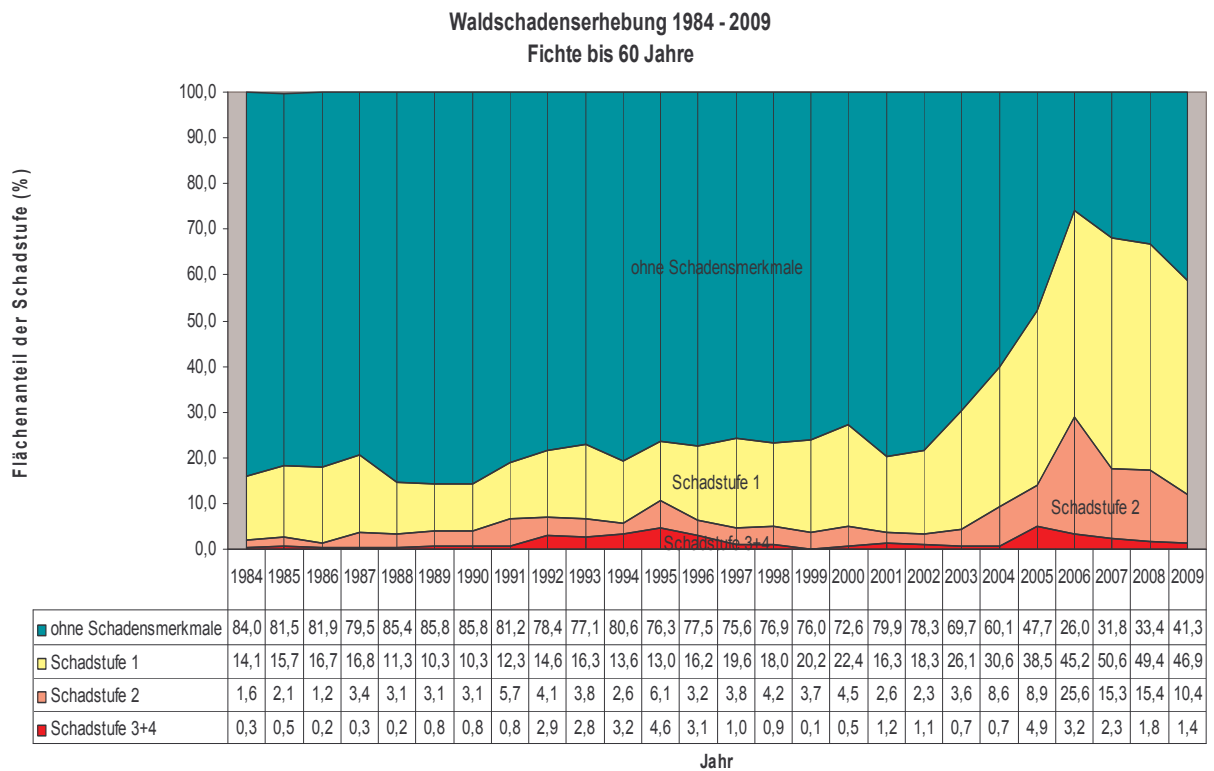
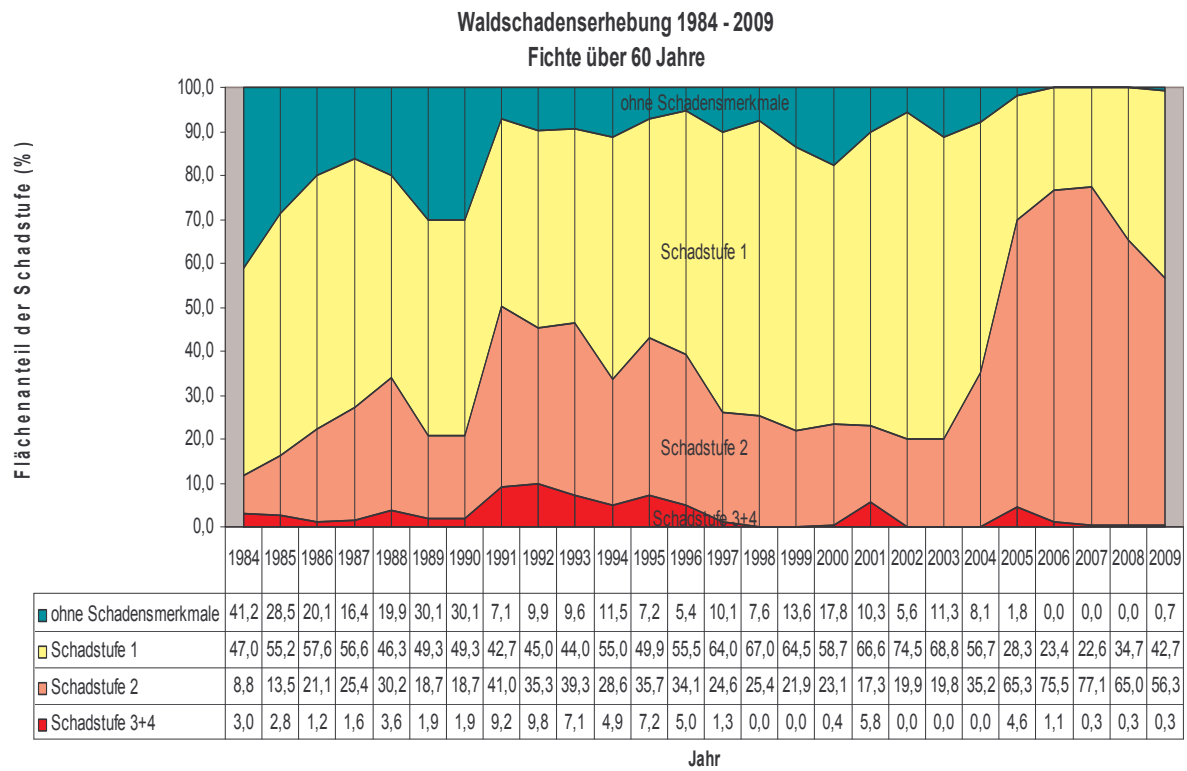


Abb.14: Entwicklung der Waldschäden seit 1984 für Fichte über 60 Jahre



Kiefer

Die Kiefer hat im Saarland einen Flächenanteil von 8%.

Langfristige Entwicklung:

Die Benadelung von Altkiefern mit intakten Kronen besteht normalerweise aus vollen 3, die jüngerer Kiefern aus 4 Nadeljahrgängen. Der vorzeitige Abwurf und Verlust ganzer Nadeljahrgänge (und deren Neuaustrieb) bewirkt bei der Kiefer von Jahr zu Jahr eine stärkere Fluktuation der Kronendichte als bei anderen Baumarten (S. v.a. Abb.16 - Kiefer bis 60 Jahre).

Die deutlichen Schäden der Kiefer lagen in der langjährigen Beobachtungsreihe seit 1984 auf einem Niveau um 20% mit einem Maximum von 21% im Jahr 1993. Danach ging der Schadensstand wieder leicht zurück.

Auf das Trockenjahr 2003 reagierte die Kiefer stärker als die übrigen Hauptbaumarten mit Nadelabwurf zur Verringerung der verdunstenden und assimilierenden Kronenmasse. 2006 lagen die deutlichen Schäden mit 69% fünfmal höher als noch 2003.

Der Anteil von Bäumen ohne Schadensmerkmale verringerte sich im gesamten Zeitraum seit 1984 kontinuierlich. 2008 wurde weniger als 1% aller Kiefern in die Kategorie „ohne Schadensmerkmale eingestuft.

Das Schadniveau der älteren und jüngeren Kiefernbestände liegt im Gegensatz zu den anderen Hauptbaumarten auf einem ähnlich hohen Niveau.

Aktuelle Entwicklung:

Wie bei den meisten Baumarten gingen die deutlichen Schäden auch bei der Kiefer zurück: insgesamt um 10%-Punkte auf 57%; bei den älteren Kiefern von 69 auf 59 %, bei den jüngeren von 61 auf 53%. Die Kieferschütte, ein Nadelpilz, der periodisch zu einem vorzeitigen Abwurf der älteren Nadeljahrgänge führen kann, spielte bei der trockenen Witterung im Spätsommer eine geringere Rolle als in den Vorjahren.

Abb.15: Entwicklung der Waldschäden der Kiefer seit 1984

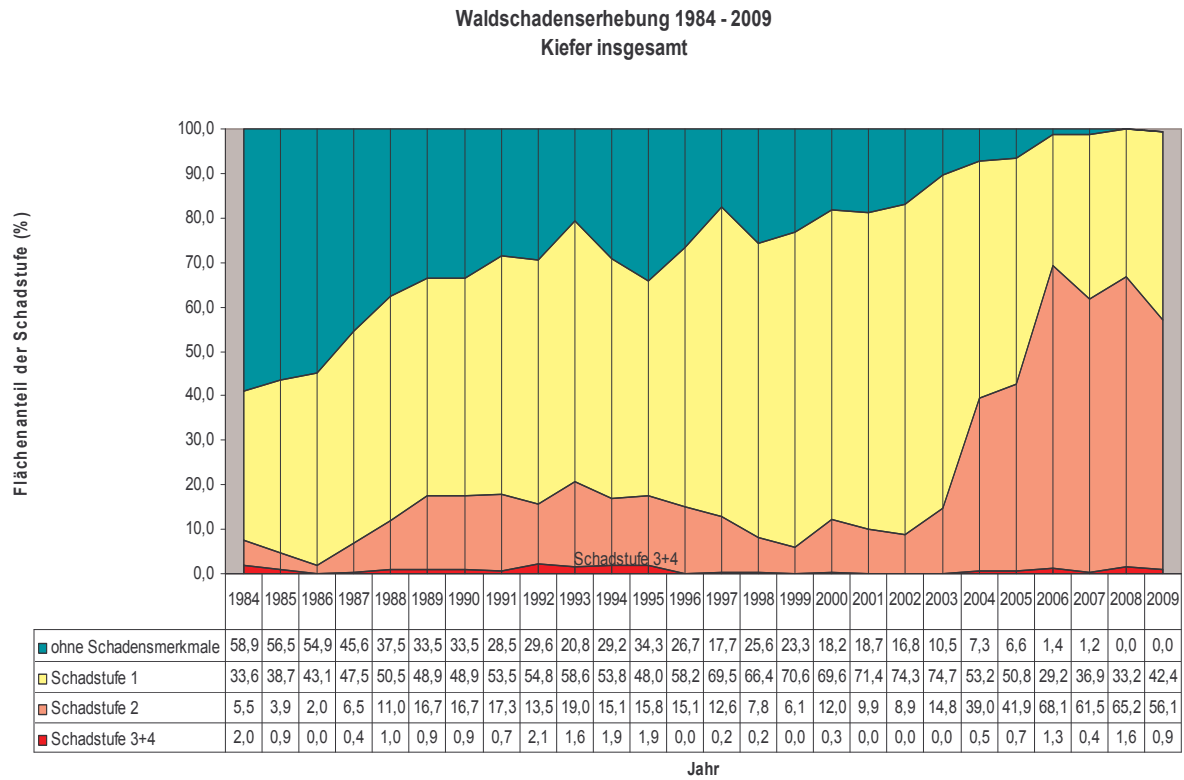


Abb.16: Entwicklung der Waldschäden seit 1984 für Kiefer bis 60 Jahre

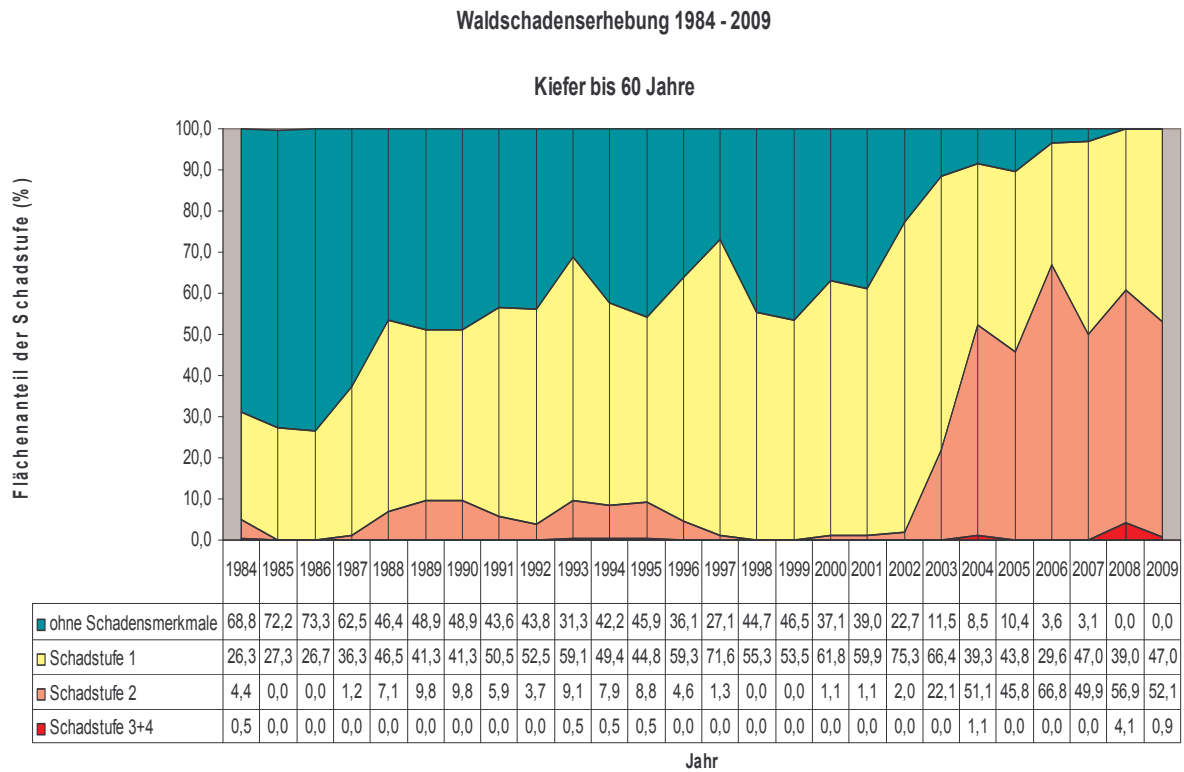
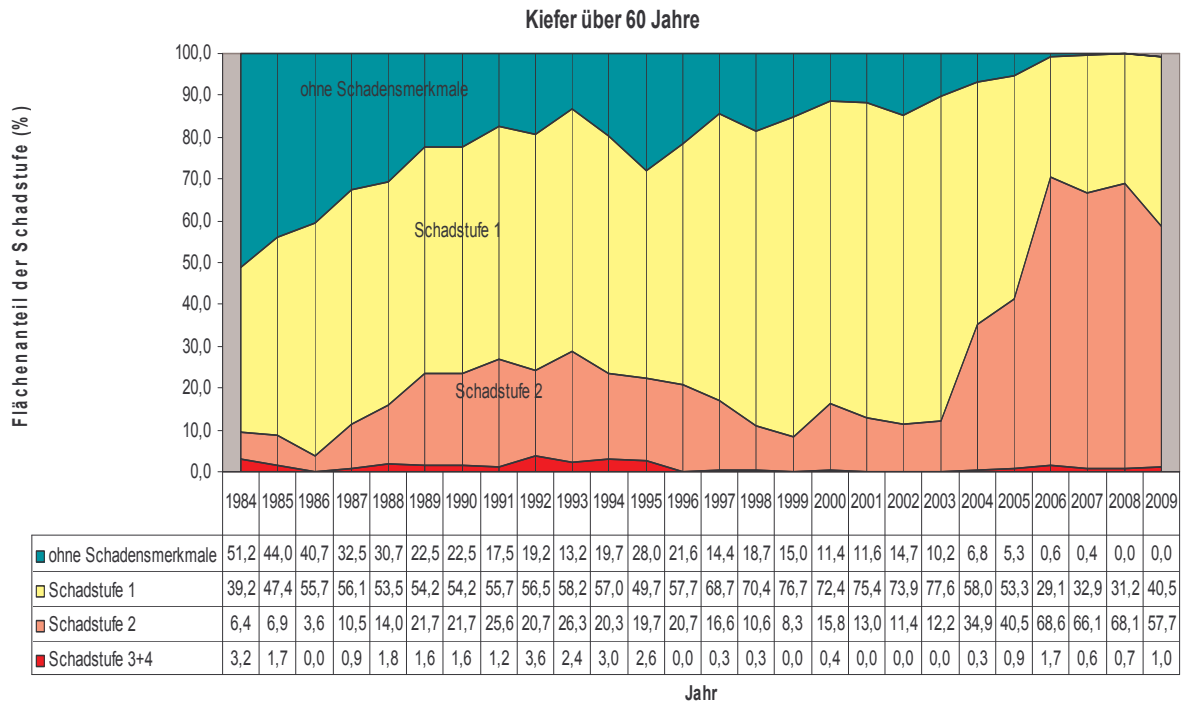


Abb.17: Entwicklung der Waldschäden seit 1984 für Kiefer über 60 Jahre

Waldschadenserhebung 1984 - 2009



Einflussfaktoren

Die Waldschutzsituation 2009

In diesem Jahr wurde zum ersten Mal die Ansprache biotischer und abiotischer Schäden nach *Roskams* (entsprechend ICP-Forests-Manual) als Teil der Kronenzustandsansprache vorgenommen. Um die sehr komplizierte Umsetzung dieser EU-Richtlinie zu erleichtern, wurde eine nationale Liste für Deutschland entwickelt, nach der die Aufnahme häufig auftretender Schäden einfacher zu handhaben ist.

Die festgestellte Schadenssituation auf den Aufnahmeorten folgt, bis auf wenige Ausnahmen, dem allgemeinen Trend des momentanen Rückganges insektenspezifischer Waldschäden.

So wurde bei 448 begutachteten Fichten nur an einem Baum ein Befall mit Borkenkäfer festgestellt. Dies spiegelt sich auch im Einschlag von Käferholz im Staats- und Gemeindewald wieder, mit 6.235 Festmetern erreichte der Schadumfang gerade die Hälfte des Vorjahres. Die für den Wald günstigen Niederschläge (mit den sie begleitenden geringeren Tagestemperaturen) fielen zu den Hauptschwarmzeiten der Käfer.

45 % aller Eichen trugen Fraßschäden der sog. Eichenschadengesellschaft (Eichenwickler und Frostspanner). Das mittlere Fraßprozent lag aber nur bei rund 11%, das heißt, die Fraßschäden waren ohne Bedeutung für die Vitalität und die Fruktifikation der Bäume. Auch hier waren Nässe und etwas niedrigere Temperaturen in der Hauptfraßzeit der Raupen der auslösende Faktor. Gleiches gilt auch für den Eichenprozessionsspinner, dessen gefährliche Gespinste (Gifthaare) relativ selten auftraten.

Noch geringer waren die Fraßschäden an der Buche, nur an 8% der Bäume wurde Blattfraß festgestellt, hauptsächlich durch den Buchenspringrüssler und mit 15 % der jeweiligen Blattmasse war der Fraß auch für die Bäume unbedeutend.

Eine Zunahme der Schäden durch den Eichenprachtkäfer konnte an den WZE-Punkten nicht festgestellt werden, nur eine einzige Eiche des Probestaumkollektivs war befallen und am Absterben. Dies ändert jedoch nichts an der Tatsache, dass es regionale Schwerpunkte im Saarland gibt (Blies- u. Saargau), in denen eine deutliche Zunahme seines Auftretens registriert werden kann. Außerdem ist sicherlich der günstige Witterungsverlauf der letzten Jahre verantwortlich für die etwas stockende Gradation des Käfers.

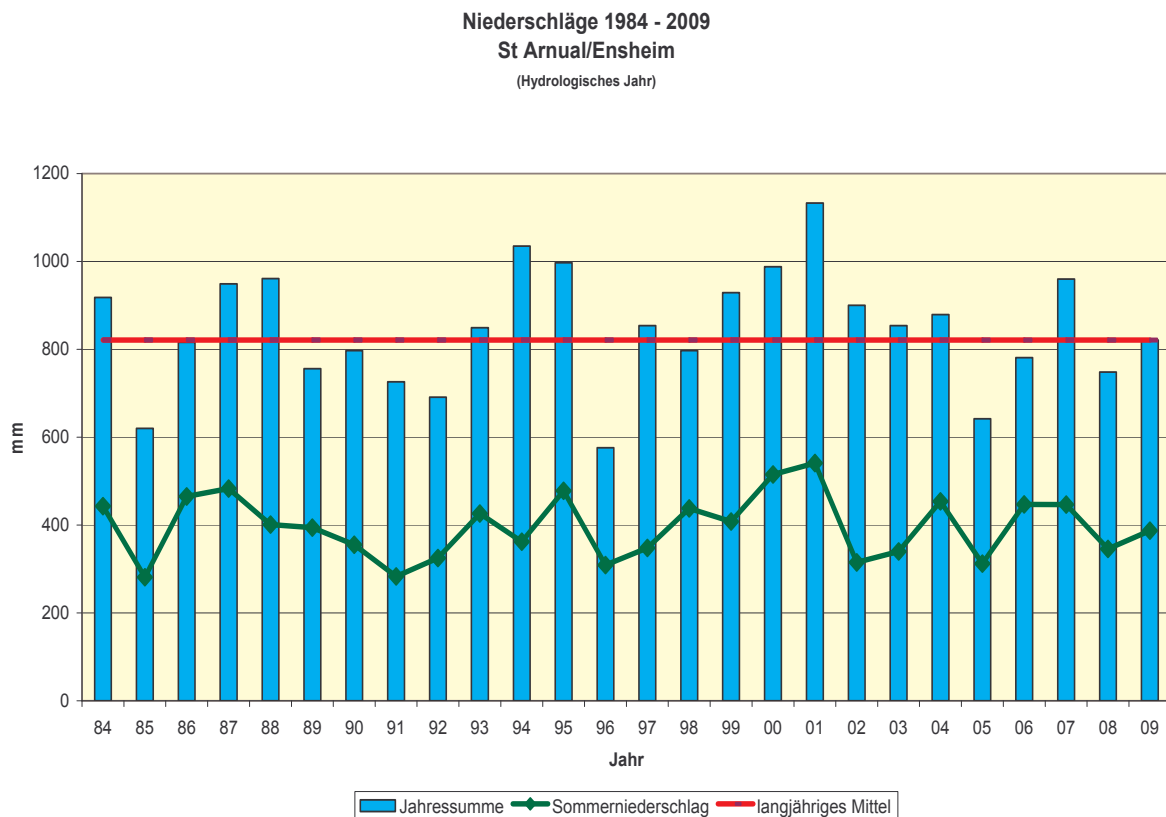
Nadelerkrankungen durch Pilze (Schütte) sind in diesem Jahr faktisch unbedeutend.

Einfluss von Klima und Witterung

Die Entwicklung des Kronenzustandes der Waldbäume wird durch den Witterungsverlauf maßgeblich beeinflusst. Offensichtlich wirken sich Stresssituationen durch Trockenheit im vorgeschädigten Wald besonders gravierend aus. Von besonderer Bedeutung sind dabei vegetationsschädigende ausgeprägte Trockenjahre wie das Jahr 2003, deren Folgewirkungen über mehrere Jahre anhalten. Abb. 19 zeigt die Niederschlagsverteilung seit 1984. Dargestellt ist jeweils das hydrologische Jahr, d.h. die Niederschläge von Oktober bis September. Nachdem von 1989-1992 nur unterdurchschnittliche Jahresniederschläge erreicht wurden, liegen die Werte 1993-2004, ausgenommen das Jahr 1996, im langjährigen Mittel oder darüber. Sehr deutlich sind die Jahre mit Sommertrockenheit: 1985, 1991, 1996 sowie in der Folge 2002, 2003 und 2005 zu erkennen.

Sehr deutlich sind die Jahre mit Sommertrockenheit: 1985, 1991, 1996 sowie in der Folge 2002, 2003 und 2005 zu erkennen.

Abb.18: Jahresniederschlag seit 1984 (hydrologisches Jahr - Oktober bis September)



2009: recht kalter Winter, sehr warmer und sonnenreicher April, feuchter Juni und Juli und trocken-warmer Spätsommer

Nach einem kalten und sehr trockenen Winter 2008/2009 folgte ein niederschlagsreicher März, der für eine ausreichende Wasserversorgung zu Beginn der Vegetationsperiode sorgte. Sehr hohe Temperaturen im April (fast 5 K über dem langjährigen Mittel) führten zu einem frühzeitigen und sehr raschen Austreiben der Bäume. Niederschlagsdefizite der Monate April und Mai konnten im regenreichen Juni/Juli wieder ausgeglichen werden; August und September waren wiederum wärmer und trockener als das langjährige Mittel. Insgesamt können in diesem Jahr die klimatischen Bedingungen für das Waldwachstum als günstig beurteilt werden.

Abb.19: Monatstemperatur Oktober 2004 – September 2009 (*)

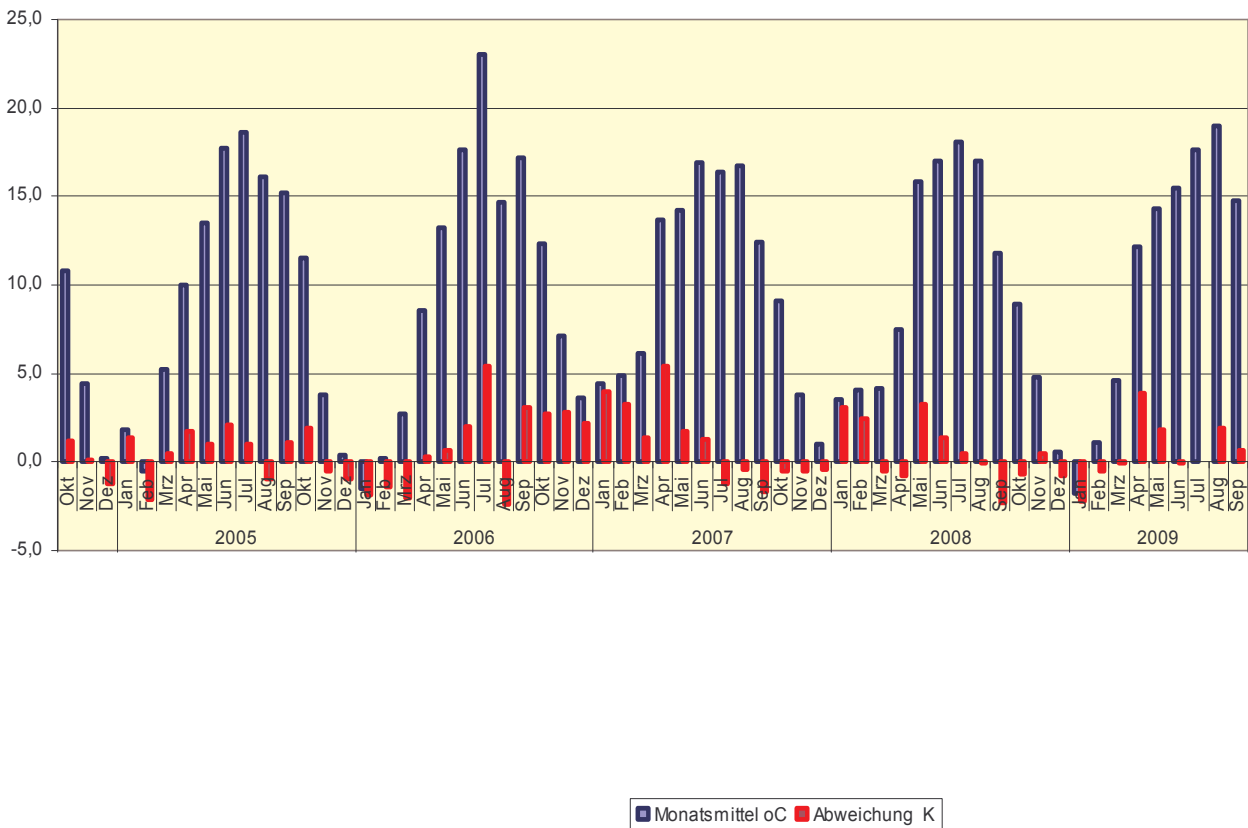
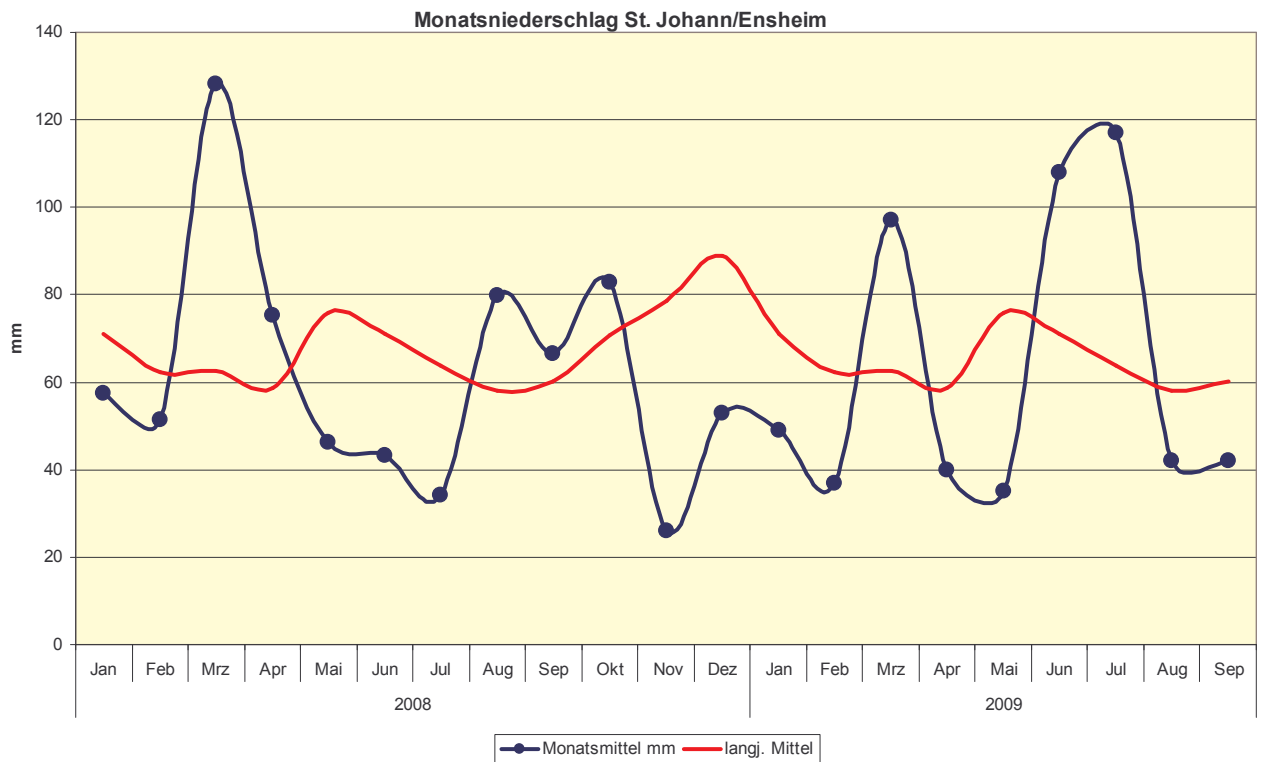
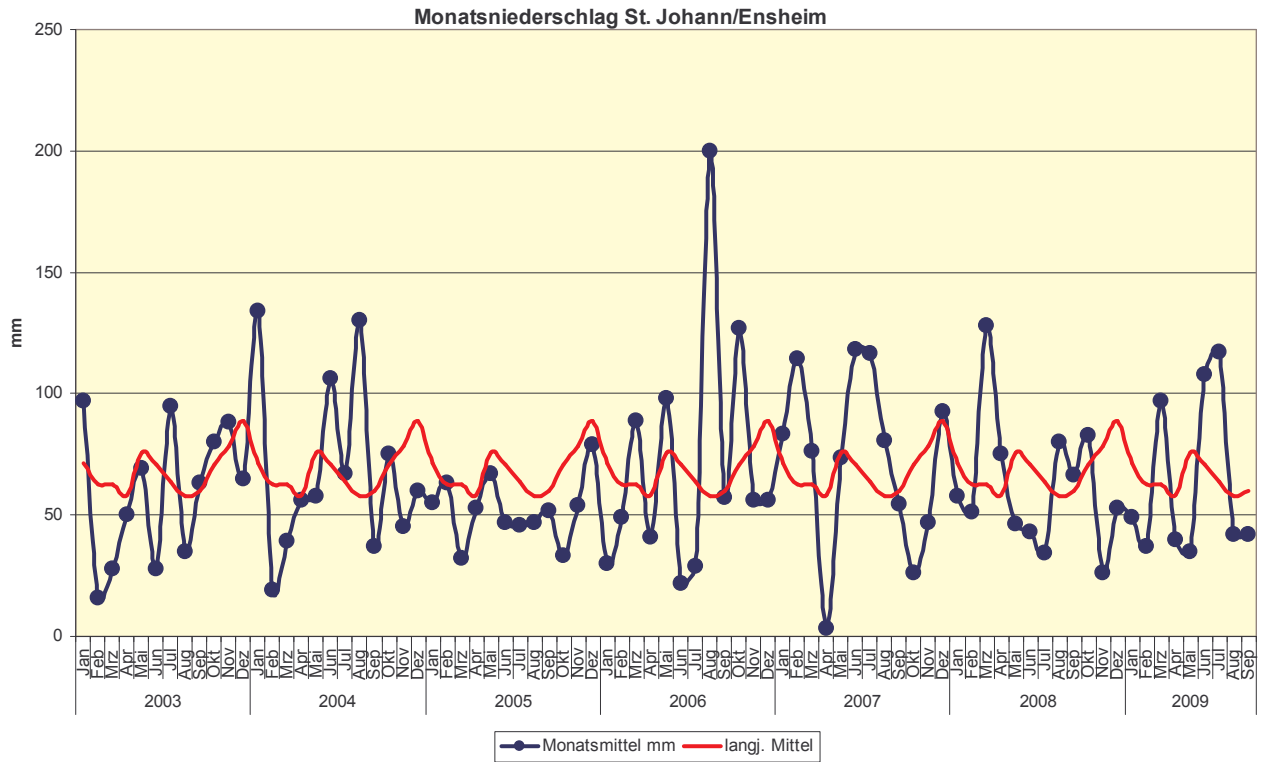


Abb.20: Monatsniederschlag Januar 2003 – September 2009 (*)



(*) DEUTSCHER WETTERDIENST/ 2002/2009

Verfahren und Durchführung der Waldzustandserhebung

Die Waldzustandserhebung erfolgt nach bundesweit einheitlichen Kriterien durch Ansprache des Gesundheitszustandes von Einzelbäumen nach äußeren Merkmalen, insbesondere nach dem Belaubungs- bzw. Benadelungszustand.

Stichprobe 96 Stichprobenpunkte im 2x4-km-Raster mit jeweils 24 zufällig ausgewählten ständigen Einzelbäumen = 2304 Probebäume

Aufnahmezeit Ende Juli bis Mitte August

Schadens-einschätzung Bundeseinheitlich nach äußeren Merkmalen (Nadel- bzw. Blattverlust) sowie Vergilbung am Einzelbaum

Schadein-stufung Schadstufe 0 = ohne äußere Schadmerkmale –10% Blatt-Nadelverlust
Schadstufe 1 = schwach geschädigt 10-25% Blatt-Nadelverlust
Schadstufe 2 = mittelstark geschädigt 26-60% Blatt-Nadelverlust
Schadstufe 3 = stark geschädigt 61-99% Blatt-Nadelverlust
Schadstufe 4 = abgestorben

Darüber hinaus werden auftretende Vergilbungen von mehr als 25% der Blatt-Nadelmasse in der Schadeinstufung berücksichtigt.
(Die besonders aussagefähigen Schadstufen 2-4 werden als "deutliche Schäden" zusammengefasst.)

Zusatzun-tersuchung Aufnahme des Befalls biotischer und abiotischer Schadorganismen nach *Roskams*

- Borkenkäfer
- Buchenspringrüssler
- Kieferngroßschädlinge
- Eichenwickler und Frostspanner
- sonstige Insekten und Schadpilze
- Trockenreisig
- Mechanische Beschädigungen

Durchführung SaarForst Landesbetrieb

Ersatz von Probebäumen

Die Waldzustandserhebung ist eine Stichprobenerhebung mit einer festen Zahl an Aufnahmepunkten und Probebäumen. Scheiden Stichprobenbäume aus dem Aufnahmekollektiv aus, z.B. durch Nutzung oder Absterben, werden statt dessen nächststehende Ersatzbäume aufgenommen.

Tab.3 zeigt den Anteil ausgeschiedener und ersetzter Probebäume am Aufnahmekollektiv (2304 Probebäume) seit 1991. Es wird deutlich, dass in normalen Jahren der Anteil der ersetzten Bäume bei jährlich unter 2 bis 4% liegt. Der hohe Wert von 18,2% des Jahres 1991 ist die Folge der Sturmwürfe 1990. Im Jahr 2009 wurden 2,5 % der Probebäume ersetzt.

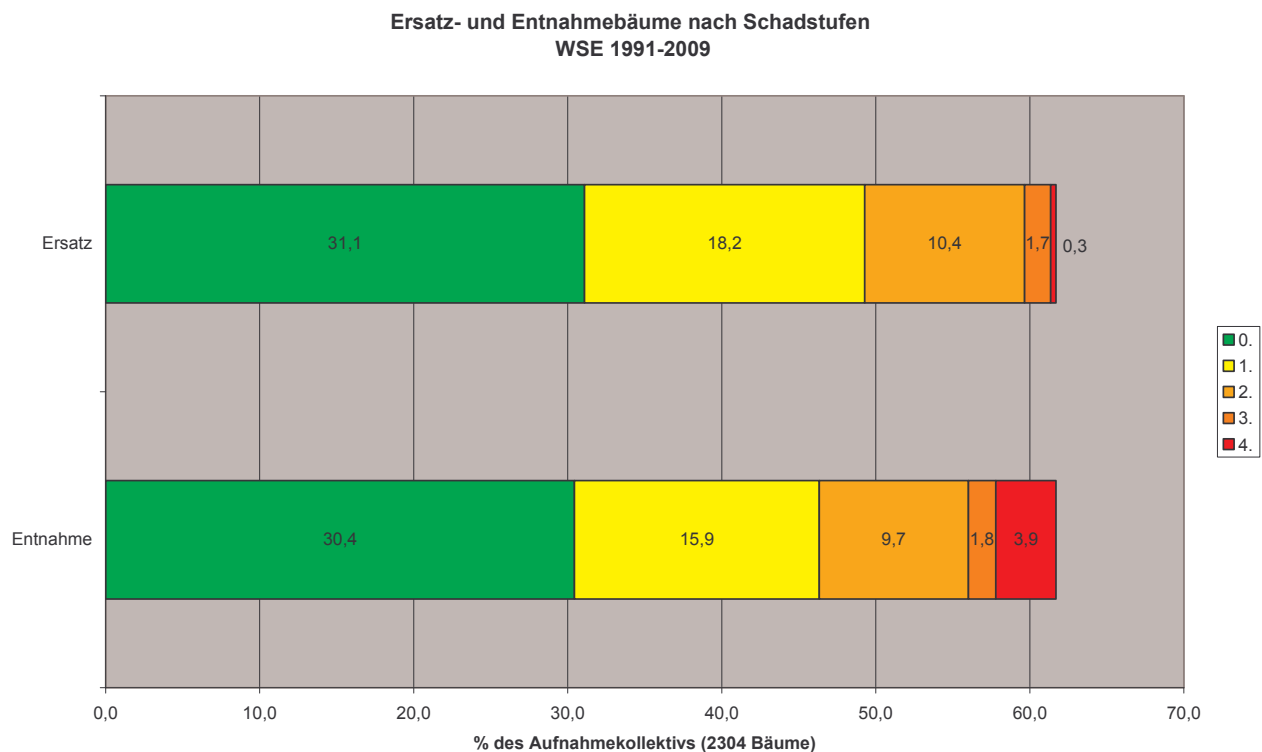
Tabelle 3: Anteil ausgeschiedener und ersetzter Probebäume in Prozent des Aufnahmekollektivs 1991-2008

Jahr	Ersatzbäume in %
1991	18,2
1992	2,5
1993	3,0
1994	1,4
1995	4,4
1996	1,4
1997	1,4
1998	1,3
1999	1,9
2000	1,9
2001	1,8
2002	2,7
2003	2,1
2004	1,0
2005	2,2
2006	3,6
2007	4,2
2008	4,3
2009	2,5
1991-2009	61,8

Der Anteil der ersetzten Probebäume liegt damit unter dem jährlichen Stichprobenfehler und kann allein von der Größenordnung ein Jahresergebnis nur sehr geringfügig beeinflussen.

Abb. 21 zeigt für den Zeitraum von 19 Erhebungsjahren die Verteilung der Ersatz- bzw. Entnahmebäume auf die Schadstufen 1-4.

Abb. 21: Verteilung von Ersatz- und Entnahmebäumen nach Schadstufen seit 1991



Ausgeschiedene Bäume und die Ersatzbäume verteilen sich sehr ähnlich auf die Schadstufen. Der Anteil deutlicher Schäden ist bei den Ersatzbäumen sogar etwas höher als bei den ausgeschiedenen Bäumen. Nur der Anteil der abgestorbenen Bäume (Schadstufe 4) ist bei den Entnahmebäumen mit 3,9% wesentlich höher als bei den Ersatzbäumen (0,3 %), d.h. für tote Bäume, die aus dem Aufnahmekollektiv ausschieden, wurden i.d.R. keine toten Ersatzbäume ausgewählt.

Waldschadenserhebung 1984 bis 2009 Saarland
Vergleich der prozentualen Schäden
Angaben in % der Baumartenflächen

Baumart	Jahr	bis 60 Jahre				über 60 Jahre				Alle Alter				Summe 1-4	
		0	1	2	3+4	0	1	2	3+4	0	1	2	3+4		
Fichte	1984	84,0	14,1	1,6	0,3	41,2	47,0	8,8	3,0	73,6	22,1	3,3	1,0	4,3	26,4
	1985	81,5	15,7	2,1	0,5	28,5	55,2	13,5	2,8	69,1	25,0	4,8	1,1	5,9	30,9
	1986	81,9	16,7	1,2	0,2	20,1	57,6	21,1	1,2	67,2	26,4	5,9	0,5	6,4	32,8
	1987	79,5	16,8	3,4	0,3	16,4	56,6	25,4	1,6	64,5	26,2	8,6	0,7	9,3	35,5
	1988	85,4	11,3	3,1	0,2	19,9	46,3	30,2	3,6	69,9	19,6	9,5	1,0	10,5	30,1
	1989	85,8	10,3	3,1	0,8	30,1	49,3	18,7	1,9	69,8	21,5	7,6	1,1	8,7	30,2
	1990														
	1991	81,2	12,3	5,7	0,8	7,1	42,7	41,0	9,2	65,0	18,9	13,5	2,6	16,1	35,0
	1992	78,4	14,6	4,1	2,9	9,9	45,0	35,3	9,8	67,1	19,6	9,2	4,1	13,3	32,9
	1993	77,1	16,3	3,8	2,8	9,6	44,0	39,3	7,1	66,2	20,8	9,6	3,4	13,0	33,8
	1994	80,6	13,6	2,6	3,2	11,5	55,0	28,6	4,9	68,9	20,6	7,0	3,5	10,5	31,1
	1995	76,3	13,0	6,1	4,6	7,2	49,9	35,7	7,2	63,9	19,6	11,4	5,1	16,5	36,1
	1996	77,5	16,2	3,2	3,1	5,4	55,5	34,1	5,0	64,6	23,2	8,7	3,5	12,2	35,4
	1997	75,6	19,6	3,8	1,0	10,1	64,0	24,6	1,3	63,7	27,7	7,5	1,1	8,6	36,3
	1998	76,9	18,0	4,2	0,9	7,6	67,0	25,4		64,3	26,9	8,1	0,7	8,6	35,7
	1999	76,0	20,2	3,7	0,1	13,6	64,5	21,9		64,7	28,2	7,0	0,1	7,1	35,3
	2000	72,6	22,4	4,5	0,5	17,8	58,7	23,1	0,4	60,8	30,2	8,6	0,5	9,1	39,2
	2001	79,9	16,3	2,6	1,2	10,3	66,6	17,3	5,8	62,2	29,1	6,3	2,4	8,7	37,8
	2002	78,3	18,3	2,3	1,1	5,6	74,5	19,9		60,7	31,9	6,6	0,8	7,4	39,3
	2003	69,7	26,1	3,6	0,7	11,3	68,8	19,8		54,8	37,0	7,7	0,5	8,2	45,2
2004	60,1	30,6	8,6	0,7	8,1	56,7	35,2		46,9	37,3	15,4	0,4	15,8	53,1	
2005	47,7	38,5	8,9	4,9	1,8	28,3	65,3	4,6	35,6	35,8	23,8	4,8	28,6	64,4	
2006	26,0	45,2	25,6	3,2	23,4	75,5		1,1	19,3	39,5	38,5	2,7	41,2	80,7	
2007	31,8	50,6	15,3	2,3	22,6	77,1		0,3	23,6	43,4	31,1	1,9	33,0	76,4	
2008	33,4	49,4	15,4	1,8	34,7	65,0		0,3	24,8	45,7	28,1	1,4	29,5	75,2	
2009	41,3	46,9	10,4	1,4	0,7	42,7	56,3	0,3	30,9	45,8	22,2	1,1	23,3	69,1	
Douglasie	1984	95,0	2,5	2,5	--	--	--	--	95,0	2,5	2,5	--	2,5	5,0	
	1985	89,4	6,2	2,2	2,2	--	--	--	89,4	6,2	2,2	--	2,2	10,6	
	1986	91,7	8,3	--	--	--	--	--	91,7	8,3	--	--	--	8,3	
	1987	100,0	--	--	--	--	--	--	100,0	--	--	--	--	--	
	1988	97,2	--	2,8	--	--	--	--	97,2	--	2,8	--	--	2,8	
	1989	94,4	2,8	2,8	--	--	--	--	94,4	2,8	2,8	--	--	2,8	
	1990	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	
	1991	100,0	--	--	--	49,3	50,7	--	--	92,2	7,8	--	--	7,8	
	1992	97,4	2,6	--	--	49,9	54,1	--	--	88,8	11,2	--	--	11,2	
	1993	93,2	5,7	1,1	--	44,5	55,5	--	--	85,1	14,0	0,9	--	0,9	
	1994	86,2	11,4	2,4	--	44,5	55,5	--	--	79,3	18,7	2,0	--	2,0	
	1995	84,6	13,0	2,4	--	21,5	68,4	9,6	--	74,8	21,7	3,5	--	3,5	
	1996	75,1	9,5	15,4	--	67,8	32,2	--	--	73,9	13,1	13,0	--	13,0	
	1997	47,9	38,2	12,5	1,4	36,7	26,6	37,7	--	46,0	36,4	16,4	1,2	17,6	
	1998	41,2	35,8	21,7	1,3	33,0	30,3	36,7	--	44,5	33,6	20,8	1,1	21,9	
	1999	36,2	36,9	20,7	6,2	35,6	42,9	21,5	--	36,2	37,8	20,8	5,2	26,0	
	2000	36,8	36,6	24,4	2,2	27,6	50,9	21,5	--	35,4	38,8	23,9	1,9	25,8	
	2001	35,8	36,5	26,8	0,9	11,3	67,2	21,5	--	32,0	41,2	26,0	0,8	26,8	
	2002	39,7	34,8	24,6	0,9	16,4	62,1	21,5	--	34,3	40,8	24,1	0,8	24,9	
	2003	34,1	20,7	45,1	--	16,0	62,5	21,5	--	31,1	27,0	41,9	--	41,9	
2004	34,1	25,9	40,0	--	11,3	67,2	21,5	--	31,0	31,5	37,5	--	37,5		
2005	38,0	41,3	20,7	--	11,3	67,2	21,5	--	34,4	44,8	20,8	--	20,8		
2006	22,9	41,3	34,7	1,1	--	35,6	64,4	--	20,2	40,6	38,2	1,0	39,2		
2007	24,2	43,2	31,9	0,7	--	83,8	16,2	--	20,0	50,2	29,2	0,6	29,8		
2008	37,0	39,1	23,2	0,7	--	100,0	--	--	30,7	49,6	19,2	0,5	19,7		
2009	38,9	47,5	13,6	--	--	83,8	16,2	--	32,2	53,7	14,1	--	14,1		
Kiefer	1984	68,8	26,3	4,4	0,5	51,2	39,2	6,4	3,2	58,9	33,6	5,5	2,0	7,5	
	1985	72,2	27,3	--	--	44,0	47,4	6,9	1,7	56,5	38,7	3,9	0,9	4,8	
	1986	73,3	26,7	--	--	40,7	55,7	3,6	--	54,9	43,1	2,0	--	2,0	
	1987	62,5	36,3	1,2	--	32,5	56,1	10,5	0,9	45,6	47,5	6,5	0,4	6,9	
	1988	46,4	46,5	7,1	--	30,7	53,5	14,0	1,8	37,5	50,5	11,0	1,0	12,0	
	1989	48,9	41,3	9,8	--	22,5	54,2	21,7	1,6	33,5	48,9	16,7	0,9	17,6	
	1990	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	
	1991	43,6	50,5	5,9	--	17,5	55,7	25,6	1,2	28,5	53,5	17,3	0,7	18,0	
	1992	43,8	52,5	3,7	--	19,2	56,5	20,7	3,6	29,6	54,8	13,5	2,1	15,6	
	1993	31,3	59,1	9,1	0,5	13,2	58,2	26,3	2,4	20,8	58,6	19,0	1,6	20,6	
	1994	42,2	49,4	7,9	0,5	19,7	57,0	20,3	3,0	29,2	53,8	15,1	1,9	17,0	
	1995	45,9	44,8	8,8	0,5	28,0	49,7	19,7	2,6	34,3	48,0	15,8	1,9	17,7	
	1996	36,1	59,3	4,6	--	21,6	57,7	20,7	--	26,7	58,2	15,1	--	15,1	
	1997	27,1	71,6	1,3	--	14,4	68,7	16,6	0,3	17,7	69,5	12,6	0,2	12,8	
	1998	44,7	55,3	--	--	18,7	70,4	10,6	0,3	25,6	66,4	7,8	0,2	8,0	
	1999	46,5	53,5	--	--	15,0	76,7	8,3	--	23,3	70,6	6,1	--	6,1	
	2000	37,1	61,8	1,1	--	11,4	72,4	15,8	0,4	18,2	69,6	12,0	0,3	12,3	
	2001	39,0	59,9	1,1	--	11,6	75,4	13,0	--	18,7	71,4	9,9	--	9,9	
	2002	22,7	75,3	2,0	--	14,7	73,9	11,4	--	16,8	74,3	8,9	--	8,9	
	2003	11,5	66,4	22,1	--	10,2	77,6	12,2	--	10,5	74,7	14,8	--	14,8	
2004	8,5	39,3	51,1	1,1	6,8	58,0	34,9	0,3	7,3	53,2	39,0	0,5	39,5		
2005	10,4	43,8	45,8	--	5,3	53,3	40,5	0,9	6,6	50,8	41,9	0,7	42,6		
2006	3,6	29,6	66,8	--	0,6	29,1	68,6	1,7	1,4	29,2	68,1	1,3	69,4		
2007	3,1	47,0	49,9	--	0,4	32,9	66,1	0,6	1,2	36,9	61,5	0,4	61,9		
2008	--	39,0	56,9	4,1	--	31,2	68,1	0,7	--	33,2	65,2	1,6	66,8		
2009	--	47,0	52,1	0,9	--	0,8	40,5	57,7	1,0	0,6	42,4	56,1	0,9	57,0	
Sonstige Nadelbäume	1984	91,0	4,5	4,5	--	80,0	20,0	--	--	90,3	5,5	4,2	--	4,2	
	1985	90,9	4,6	4,5	--	83,3	16,7	--	--	90,5	5,3	4,2	--	4,2	
	1986	86,4	9,0	4,6	--	68,8	18,8	12,4	--	85,3	9,6	5,1	--	5,1	
	1987	59,1	40,9	--	--	41,0	29,5	17,5	12,0	58,0	40,2	1,0	0,8	1,8	
	1988	90,5	9,5	--	--	52,9	11,8	35,3	--	88,1	9,7	2,2	--	2,2	
	1989	81,3	15,6	3,1	--	55,5	33,3	5,6	5,6	77,2	18,4	3,5	0,9	4,4	
	1990	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	
	1991	83,2	14,1	--	2,7	47,3	41,6	8,1	3,0	73,9	21,3	2,1	2,7	4,8	
	1992	56,9	25,7	7,6	9,8	54,3	25,6	9,9	10,2	56,2	25,6	8,2	10,0	18,2	
	1993	55,7	27,4	7,6	9,4	42,1	38,1	10,0	9,8	51,9	30,3	8,3	9,5	17,8	
	1994	47,9	33,8	8,4	9,9	44,2	38,5	8,9	8,4	46,9	35,1	8,5	9,5	18,0	
	1995	53,2	23,4	14,1	9,3	28,2	45,4	23,5	2,9	46,8	29,1	16,5	7,6	24,1	
	1996	44,1	40,3	12,0	3,6	38,3	45,4	16,3	--	42,5	41,7	13,2	2,6	15,8	
	1997	29,3	58,1	11,9	0,7	26,3	60,9	12,8	--	28,6	58,8	12,1	0,5	12,6	
	1998	30,5	56,8	12,7	--	36,1	52,6	11,3	--	32,0	55,7	12,3	--	12,3	
	1999	32,4	62,0	5,6	--	35,9	58,6	2,5	3,0	33,3	61,1	4,8	0,8	5,6	
	2000	29,9	67,6	2,5	--	44,5	44,9	10,6	--	33,4	62,2	4,4	--	4,4	
	2001	22,6	69,4	8,0	--	47,9	48,5	3,6	--	28,7	64,4	6,9	--	6,9	
	2002	21,5	69,8	8,7	--	29,4	57,3	13,3	--	24,7	64,7	10,6	--	10,6	
	2003	20,5	68,5	10,9	--	25,1	51,8	21,5	1,7	22,4	61,7	15,2	0,7	15,9	
2004	11,1	61,6	27,3	--	22,9	52,5	22,9	1,7	15,9	57,9	25,5	0,7	26,2		
2005	11,7	64,0	24,3	--	6,4	43,1	50,5	--	8,7	52,0	39,3				

Waldschadenserhebung 1984 bis 2009 Saarland
Vergleich der prozentualen Schäden
Angaben in % der Baumartenflächen

Baumart	Jahr	60 Jahre				60 Jahre				Alle				Summe 1-4	
		bis 0	1	2	3+4	über 0	1	2	3+4	0	1	2	3+4		
Buche	1984	76,5	20,6	2,1	0,8	45,7	37,7	12,4	4,2	58,4	30,7	8,1	2,8	10,9	41,6
	1985	72,5	22,9	2,9	1,7	31,4	46,4	17,9	4,3	48,4	36,7	11,7	3,2	14,9	51,9
	1986	78,6	20,8	0,6	--	33,5	39,7	22,6	4,2	52,2	31,9	13,5	2,4	15,9	47,8
	1987	56,0	36,8	6,9	0,3	23,9	43,9	26,9	5,3	37,2	40,9	18,7	3,2	21,9	62,8
	1988	55,9	33,9	9,7	0,5	23,0	43,4	30,2	3,4	36,6	39,5	21,7	2,2	23,9	63,4
	1989	75,5	22,3	2,2	--	28,1	30,9	37,9	3,1	46,6	27,5	24,0	1,9	25,9	53,4
	1990	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
	1991	80,1	17,6	2,3	--	26,3	30,4	33,4	9,9	47,9	25,3	20,9	5,9	26,8	52,1
	1992	81,7	16,1	2,2	--	20,4	23,9	44,4	11,3	45,1	20,8	27,4	6,7	34,1	54,9
	1993	85,9	10,2	3,4	0,5	15,6	27,6	45,2	11,5	43,9	20,6	28,4	7,1	35,5	56,1
	1994	91,1	8,0	0,4	0,5	23,7	26,1	39,6	10,6	50,9	18,8	23,8	6,5	30,3	49,1
	1995	88,7	6,9	3,9	0,5	24,1	14,3	43,1	18,5	50,2	11,3	27,2	11,3	38,5	49,8
	1996	83,7	13,5	2,8	--	13,6	24,5	44,0	17,9	42,1	20,0	27,3	10,6	37,9	57,9
	1997	81,7	18,3	--	--	12,0	33,4	40,1	14,5	39,7	27,3	24,2	8,8	33,0	60,3
	1998	89,5	10,5	--	--	14,1	35,4	41,4	9,1	43,6	25,7	25,2	5,5	30,7	56,4
	1999	97,7	2,3	--	--	15,0	38,0	37,7	9,3	47,5	23,9	22,9	5,7	28,6	52,5
	2000	96,4	3,1	0,5	--	13,6	40,1	36,9	9,4	46,3	25,5	22,5	5,7	28,2	53,7
	2001	97,4	2,6	--	--	21,1	40,9	30,5	7,5	50,7	26,0	18,7	4,6	23,3	49,3
	2002	95,7	4,3	--	--	16,8	40,0	36,8	6,4	47,2	26,2	22,6	4,0	26,6	52,8
	2003	78,4	21,6	--	--	21,1	40,1	31,8	7,0	42,1	33,3	20,2	4,4	24,6	57,9
2004	58,0	32,0	10,0	--	12,3	34,6	46,4	6,7	28,9	33,7	33,1	4,3	37,4	71,1	
2005	39,5	48,4	12,1	--	6,3	36,9	50,2	6,6	18,3	41,1	36,4	4,2	40,6	81,7	
2006	17,5	51,8	30,7	--	1,3	23,5	65,1	10,1	7,0	33,5	53,0	6,5	59,5	93,0	
2007	21,3	65,3	12,7	0,7	2,3	27,1	61,7	8,9	9,0	40,7	44,3	6,0	50,3	91,0	
2008	32,3	64,1	3,3	0,3	5,9	48,5	42,2	3,4	13,8	53,1	30,6	2,5	33,1	86,2	
2009	35,8	53,6	10,6	--	3,9	38,5	56,6	1,0	13,2	42,9	43,2	0,7	43,9	86,8	
Eiche	1984	86,7	12,7	0,6	--	58,2	31,6	9,6	0,6	67,3	25,6	6,7	0,4	7,1	52,7
	1985	81,7	12,8	5,5	--	47,6	38,0	13,1	1,3	58,5	30,0	10,7	0,8	11,5	41,5
	1986	59,2	33,1	7,7	--	20,6	57,5	21,1	0,8	32,9	49,7	16,8	0,6	17,4	67,1
	1987	34,3	56,1	9,6	--	14,9	46,2	38,0	0,9	21,0	49,3	29,0	0,7	29,7	79,0
	1988	46,2	40,9	12,9	--	12,6	45,5	40,3	1,6	23,3	44,0	31,6	1,1	32,7	76,7
	1989	64,1	28,3	6,6	1,0	26,8	46,3	24,7	2,2	42,6	38,7	17,0	1,7	18,7	57,4
	1990	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
	1991	69,8	24,8	4,9	0,5	26,3	45,9	26,8	1,0	47,2	35,7	16,3	0,8	17,1	52,8
	1992	73,0	22,2	4,6	0,2	29,8	44,1	24,2	1,9	50,7	33,5	14,7	1,1	15,8	49,3
	1993	65,4	26,0	8,6	--	20,2	43,1	33,5	3,2	40,2	35,6	22,4	1,8	24,2	59,8
	1994	54,1	31,9	14,0	--	25,4	46,1	26,6	1,9	38,1	39,8	21,0	1,1	22,1	61,9
	1995	62,0	25,9	11,9	0,2	24,1	44,5	27,7	3,7	41,2	36,1	20,6	2,1	22,7	58,8
	1996	52,4	37,5	8,1	2,0	24,9	48,2	22,8	4,1	37,4	43,3	16,2	3,1	19,3	62,6
	1997	59,4	30,1	8,8	1,7	21,3	51,8	23,8	3,1	37,5	42,6	17,5	2,4	19,9	62,5
	1998	75,3	16,0	5,9	2,8	34,0	48,8	14,2	3,0	50,9	35,4	10,8	2,9	13,7	49,1
	1999	75,8	18,4	4,6	1,2	27,4	55,6	13,9	3,1	47,2	40,3	10,1	2,4	12,5	52,8
	2000	72,4	21,6	4,7	1,3	23,2	63,2	10,8	2,8	43,3	46,2	8,3	2,2	10,5	56,7
	2001	81,2	16,6	1,4	0,8	27,7	60,4	9,7	2,2	49,6	42,4	6,3	1,7	8,0	50,4
	2002	88,5	9,6	1,6	0,3	31,5	61,1	5,5	1,9	54,6	40,2	3,9	1,3	5,2	45,4
	2003	63,9	32,8	3,3	--	32,7	56,9	8,7	1,7	43,7	48,4	6,8	1,1	7,9	56,3
2004	58,2	39,3	2,5	--	24,8	58,3	16,1	0,8	35,2	52,4	11,8	0,6	12,4	64,8	
2005	27,0	56,0	17,0	--	2,5	49,4	47,0	1,1	10,3	51,5	37,4	0,8	38,2	89,7	
2006	16,9	55,9	26,7	0,5	0,3	37,8	60,4	1,5	5,6	43,6	49,6	1,2	50,8	94,4	
2007	15,1	65,5	18,7	0,7	0,3	38,3	59,9	1,5	4,1	46,0	48,6	1,3	49,9	95,9	
2008	33,0	45,0	20,4	1,6	2,3	36,4	59,5	1,8	9,3	38,4	50,6	1,7	52,3	90,7	
2009	21,0	62,7	16,3	--	2,4	43,6	53,0	1,0	6,1	47,4	45,7	0,8	46,5	93,9	
Sonstige Laubbäume	1984	86,8	10,2	--	3,0	47,9	39,1	8,7	4,3	81,4	14,2	1,2	1,9	3,1	18,6
	1985	84,9	11,3	1,9	1,9	48,0	47,0	5,0	--	79,8	16,3	2,3	1,6	3,9	20,2
	1986	88,4	7,9	2,1	1,6	72,3	22,1	5,6	--	86,2	9,9	2,6	1,3	3,9	13,8
	1987	50,0	37,5	6,3	6,2	52,2	26,2	21,6	--	50,3	36,0	8,4	5,3	13,7	49,7
	1988	56,9	33,9	4,6	4,6	25,0	37,5	25,0	12,5	52,5	34,4	7,4	5,7	13,1	47,5
	1989	76,1	19,1	3,5	1,3	55,5	27,8	16,7	--	74,7	19,7	4,4	1,2	5,6	25,3
	1990	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
	1991	79,5	15,7	4,8	--	51,4	31,5	17,1	--	76,7	17,3	6,0	--	6,0	23,3
	1992	80,6	16,3	3,1	--	57,9	27,2	14,9	--	77,9	17,6	4,5	--	4,5	22,1
	1993	78,9	16,3	4,8	--	51,1	22,0	26,9	--	75,4	17,0	7,6	--	7,6	24,6
	1994	81,6	14,8	3,2	0,4	54,8	22,6	18,5	4,1	78,2	15,8	5,1	0,9	6,0	21,8
	1995	77,4	15,2	7,2	0,2	38,9	17,0	42,4	1,7	72,8	15,4	11,4	0,4	11,8	27,2
	1996	68,0	18,3	13,1	0,6	30,2	35,4	34,4	--	63,4	20,4	15,7	0,5	16,2	36,6
	1997	66,4	20,6	8,9	4,1	28,5	45,7	25,8	--	61,0	24,2	11,3	3,5	14,8	39,0
	1998	75,1	20,4	2,8	1,7	29,0	65,8	5,2	--	66,5	28,9	3,2	1,4	4,6	33,5
	1999	64,1	27,1	7,2	1,6	44,9	48,7	6,4	--	60,5	31,1	7,1	1,3	8,4	39,5
	2000	78,7	16,2	3,2	1,9	60,6	29,3	9,5	0,6	75,2	18,8	4,4	1,6	6,0	24,8
	2001	83,1	15,8	1,1	--	56,7	38,2	4,5	0,6	78,0	20,1	1,8	0,1	1,9	22,0
	2002	86,0	13,6	0,4	--	55,9	40,0	4,1	--	78,6	20,1	1,3	--	1,3	21,4
	2003	86,7	11,9	1,2	0,2	59,3	33,1	7,6	--	79,0	17,9	3,0	0,1	3,1	21,0
2004	77,7	18,5	3,6	0,2	45,9	39,9	14,2	--	68,5	24,7	6,6	0,2	6,8	31,5	
2005	60,7	30,4	8,6	0,3	24,6	49,5	25,9	--	50,1	36,0	13,7	0,2	13,9	49,9	
2006	52,0	40,1	7,9	--	22,8	47,7	25,8	3,7	43,6	42,3	13,0	1,1	14,1	56,4	
2007	48,0	43,6	6,1	2,3	7,9	70,6	16,8	4,7	35,7	51,9	9,4	3,0	12,4	64,3	
2008	62,3	34,6	2,0	1,1	28,2	61,9	9,9	--	51,5	43,3	4,5	0,7	5,2	48,5	
2009	55,2	40,3	4,5	--	35,2	58,0	6,8	--	48,6	46,2	5,2	--	5,2	51,4	
alle Baum- arten	1984	83,7	13,9	1,7	0,7	49,6	37,1	10,5	2,8	68,9	24,0	5,5	1,6	7,1	31,1
	1985	80,8	15,4	2,8	1,0	37,6	44,8	14,7	2,9	62,1	28,2	7,9	1,8	9,7	37,9
	1986	80,1	17,6	2,0	0,3	29,2	48,1	20,4	2,3	58,1	30,8	9,9	1,2	11,1	41,9
	1987	64,3	29,9	4,8	1,0	21,4	46,4	29,1	3,1	45,7	37,1	15,3	1,9	17,2	54,3
	1988	70,0	23,3	5,9	0,8	20,0	44,6	32,4	3,0	48,3	32,5	17,4	1,8	19,2	51,7
	1989	76,2	19,1	4,1	0,6	28,4	42,3	26,9	2,4	56,2	28,8	13,6	1,4	15,0	43,8
	1990	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
	1991	76,8	18,5	4,2	0,5	25,0	40,9	29,1	5,0	56,0	27,5	14,2	2,3	16,5	44,0
	1992	74,8	19,6	3,9	1,7	25,8	37,3	30,5	6,4	55,5	26,6	14,3	3,6	17,9	44,5
	1993	72,3	20,6	5,4	1,7	19,4	38,9	35,3	6,4	50,9	28,0	17,5	3,6	21,1	49,1
	1994	72,3	20,5	5,4	1,8	25,2	40,2	29,5	5,1	53,1	28,5	15,2	3,2	18,4	46,9
	1995	72,3	17,7	7,8	2,2	24,0	34,8	32,6	8,6	52,4	24,7	18,0	4,9	22,9	47,6
	1996	66,5	24,6	7,2	1,7	20,2	41,5	30,5	7,8	47,4	31,6	16,8	4,2	21,0	52,6
	1997	64,9	27,6	6,0	1,5	17,0	49,3	27,8	5,9	44,1	37				

Das forstliche Umweltmonitoring

Zusammenarbeit über die Grenzen der EU hinaus

Die Waldzustandserhebung ist Teil des forstlichen Umweltmonitorings. Dieses wurde seit den 80er Jahren entwickelt, um Umweltveränderungen und ihre Auswirkungen auf Waldökosysteme zu erfassen und zu beschreiben. Umweltprobleme machen nicht an nationalen Grenzen Halt. Diese Erkenntnis führte zur grenzüberschreitenden Zusammenarbeit, selbst über den damals noch bestehenden „Eisernen Vorhang“ hinweg.

1985 wurde unter dem Dach des Genfer Luftreinhalteabkommens der UN-ECE das International Co-operative Programme on Assessment and Monitoring of Air Pollution Effects on Forests – Internationales Zusammenarbeitsprogramm zur Bewertung und Überwachung der Wirkung von Luftschadstoffen auf Wälder - (ICP Forests) gegründet. Inzwischen erheben 41 Staaten nach auf europäischer Ebene abgestimmten Verfahren Stoffeinträge in Wälder, den Kronenzustand und weitere den Waldzustand beeinflussende Parameter. Kooperationen bestehen auch mit ähnlichen Initiativen in Nordamerika und Asien. Das forstliche Umweltmonitoring umfasst Großraumerhebungen auf einem systematischen Stichprobennetz (Level I) und die intensive Beobachtung bestimmter Umweltparameter auf ausgewählten **Dauerbeobachtungsflächen (Level II)**. Näheres unter www.icp-forests.org .

Zusammenarbeit in der EU

Seit 1986 beteiligt sich auch die Europäische Union am forstlichen Umweltmonitoring. Im Rahmen einer Reihe von Verordnungen hat sie die Erhebungen und Auswertungen auch finanziell unterstützt; zuletzt nach der „Forest Focus“-Verordnung (Verordnung (EG) Nr. 2152/2003 des Europäischen Parlaments und des Rates vom 17. November 2003 für das Monitoring von Wäldern und Umweltwechselwirkungen in der Gemeinschaft; Amtsblatt der Europäischen Union L324/1).

http://europa.eu/legislation_summaries/agriculture/environment/128125_de.htm

Mit der LIFE+ - Verordnung wurde die Unterstützung des forstlichen Umweltmonitorings durch die EU auf eine neue Basis gestellt. LIFE (wie Englisch: „Leben“) steht für französisch „L' Instrument financier pour l' environnement“ - „Finanzierungsinstrument für die Umwelt“. Dieses Instrument existiert schon seit 1992 und diente zunächst der Unterstützung von Natur- und Umweltschutzprojekten. Mit der 2007 in Kraft getretenen LIFE+ - Verordnung wurde es auf weitere Bereiche ausgedehnt. Neu ist jetzt u. a. auch die Förderung von Projekten im Bereich des Monitorings von Wäldern möglich. Hingegen ist die „Forest Focus“-Verordnung außer Kraft getreten. <http://ec.europa.eu/environment/life/index.htm>

„FutMon“ – ein LIFE+ - Projekt zur Weiterentwicklung des Waldmonitorings in Europa

Im von der Europäischen Kommission bewilligten LIFE+ -Projekt „Further Development and Implementation of an EU-Level Forest Monitoring System (FutMon)“ arbeiten unter Federführung des Instituts für Weltforstwirtschaft des Johann Heinrich von Thünen-Instituts derzeit 37 Partnerorganisationen in 23 EU-Mitgliedstaaten im Waldmonitoring zusammen. Beteiligt sind auch die für das forstliche Umweltmonitoring zuständigen Stellen der deutschen Länder.

Aufbauend auf den bewährten Elementen des forstlichen Umweltmonitorings – den systematischen Stichprobenerhebungen und dem Intensivmonitoring auf Dauerbeobachtungsflächen – die weitergeführt werden, werden neue Erhebungsmethoden entwickelt und erprobt. Mit ihnen werden herkömmliche Fragen des forstlichen Umweltmonitorings, wie z. B. Stoffeinträge und ihre Wirkung auf die Nährstoffversorgung und das Wachstum von Wäldern, vertieft untersucht und Beiträge zu neuen Fragestellungen aus den Bereichen Waldschutz, biologische Vielfalt und Klimawandel erarbeitet. Die Projektlaufzeit umfasst zwei Jahre vom 01.01.2009 bis 31.12.2010. Teil dieses Projekts ist auch die Kronenzustandserhebung auf dem 16 km²-Netz. Näheres siehe <http://www.futmon.org/index.htm>¹

Umsetzung des Forstmonitorings im Saarland

Das Saarland unterhält seit 1990 **9 Waldökosystem-Dauerbeobachtungsflächen** auf repräsentativen geologischen Ausgangssubstraten (Standorte Fischbach, Von der Heydt, Bildstock, Eft-Hellendorf, Mettlach, Ormesheim, Altheim, Warndt, Jägersburg (seit 2003); Standort Otzenhausen bis 2003). Mit der Station Fischbach beteiligt sich das Saarland am Dauerbeobachtungsprogramm der EU. Die Untersuchungen werden im Rahmen des Projektes FutMon in LIFE+ von der EU kofinanziert.

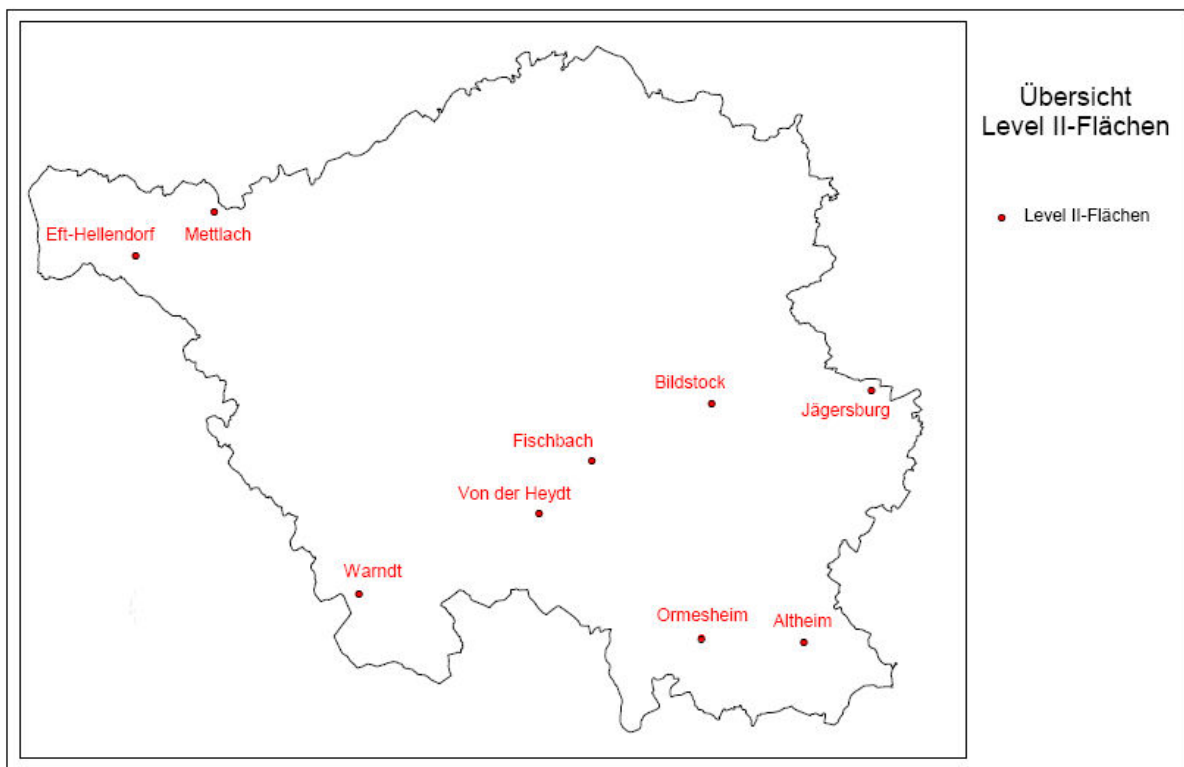


Abb. 22: Standorte der Level II-Flächen im Saarland

¹ Quelle: BMELV 2009

Das Level II-Monitoring beinhaltet ein umfangreiches Messprogramm, zu dem u. a. die kontinuierliche Erfassung der Freiland- und Bestandsdeposition (Kronentraufe, Stammabfluss) sowie des Sickerwassers in drei Tiefenstufen zählt. Die Untersuchungsmethoden sind EU-weit harmonisiert.



Abb. 23: Depositionssammler zur Messung der Kronentraufe (links) und Erfassung des Stammabflusses (rechts)

Stoffeinträge in saarländische Waldökosysteme (Deposition)

Im Rahmen der Aktivitäten der Wirtschaftskommission der Vereinten Nationen für Europa (UN-ECE) ist das Critical Levels- und Critical Loads-Konzept für ökologische Belastungsgrenzen gegenüber verschiedenen Luftschadstoffen entwickelt worden. In diesem Zusammenhang werden unter Critical-Levels Luftschadstoffkonzentrationen verstanden, bei deren Unterschreitung keine direkten Schäden an den Waldökosystemen zu erwarten sind. Unter Critical-Loads versteht man die auf einen Rezeptor unmittelbar einwirkende Schadstoffmenge und kann so die jeweiligen kritischen Eintragsraten ermitteln.

Dank durchgreifender Luftreinhaltemaßnahmen in den zurückliegenden Dekaden ist die Eintragsbelastung saarländischer Wälder durch versauernd wirkende Schwefelverbindungen weiterhin kontinuierlich zurückgegangen. Die Schwefeldioxidkonzentrationen haben sich seit dem Untersuchungsbeginn in 1990 nahezu halbiert und überschreiten heute nicht mehr die kritischen Belastungsgrenzen (Critical Loads). Im Jahr 2008 lagen sie im Mittel bei 6,5 kg/ha (Abb. 24). Für die saarländischen Waldböden aus basenarmen Ausgangssubstraten, wie zum Beispiel Quarzit, wird dieser Schwellenwert allerdings noch erreicht.

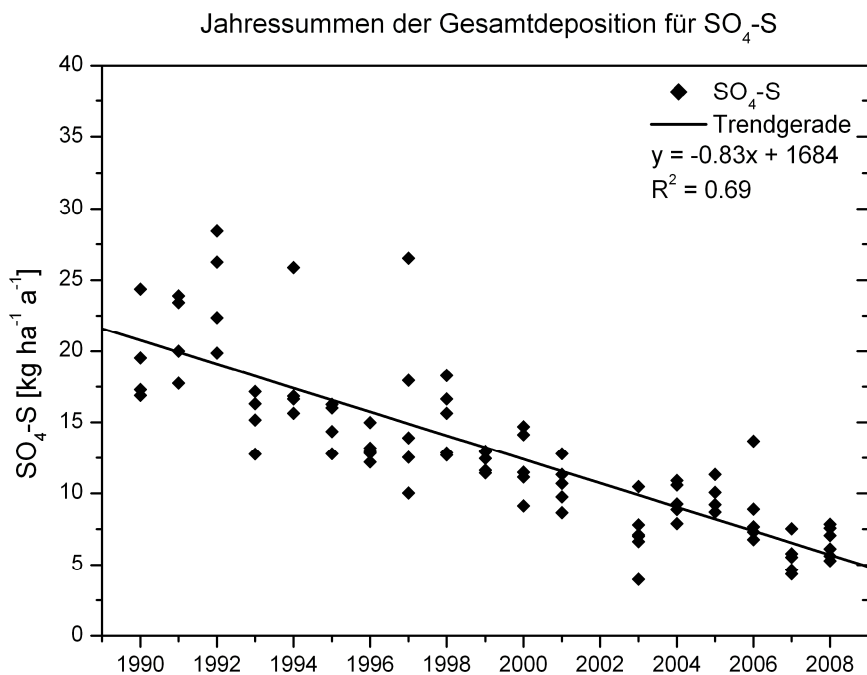


Abb. 24: Jahressummen und linearer Trend der Gesamtdeposition für SO₄-S an ausgewählten saarländischen Dauerbeobachtungsflächen im Wald (mit Angabe des Bestimmtheitsmaßes)

Neben Schwefelverbindungen werden ebenfalls versauernd wirkende Stickstoffverbindungen aus dem Kraftverkehr (NO_x) und der Landwirtschaft (NH₃) in die Waldökosysteme eingetragen. Die Stickstoff-Gesamtdeposition ging im Saarland als linearer Trend im gesamten Beobachtungszeitraum nur sehr langsam zurück. Die Einträge haben sich von im Mittel 18 kg ha⁻¹ a⁻¹ im Jahr 1990 auf ca. 12 kg ha⁻¹ a⁻¹ im Jahr 2008 reduziert (Abb. 25) und liegen damit im Bundesdurchschnitt. Der kritische Schwellenwert für die Stickstoffdeposition in Waldökosysteme kann allgemein zwischen 5 kg N ha⁻¹ a⁻¹ und höchstens 20 kg N ha⁻¹ a⁻¹ angesetzt werden. Critical Loads für Nadelwälder liegen bei 10 kg N ha⁻¹ a⁻¹, für Laubwälder verschieben sich die Werte auf < 15 kg N ha⁻¹ a⁻¹. Zur Vermeidung von Störungen der Bodenprozesse und Bodenvegetation in Wäldern gilt ein Bereich von 10 bis 15 kg N ha⁻¹ a⁻¹.

Bei den meisten saarländischen Dauerbeobachtungsflächen im Wald wird dieser kritische Schwellenwert demnach noch erreicht, bzw. überschritten. Die Gefahr einer Eutrophierung und einer Verschärfung der Bodenversauerung mit Folgen für die Ernährung der Waldbäume und deren erhöhter Empfindlichkeit gegenüber Witterungsextremen und Schädlingsdruck ist damit noch nicht gebannt. In den letzten drei Jahren wird bei Ammonium wieder ein Anstieg der Einträge beobachtet. Diese Entwicklung zeigt sich auch in anderen Bundesländern. Als Ursache werden Konzentrationsentwicklungen in der Landwirtschaft vermutet.

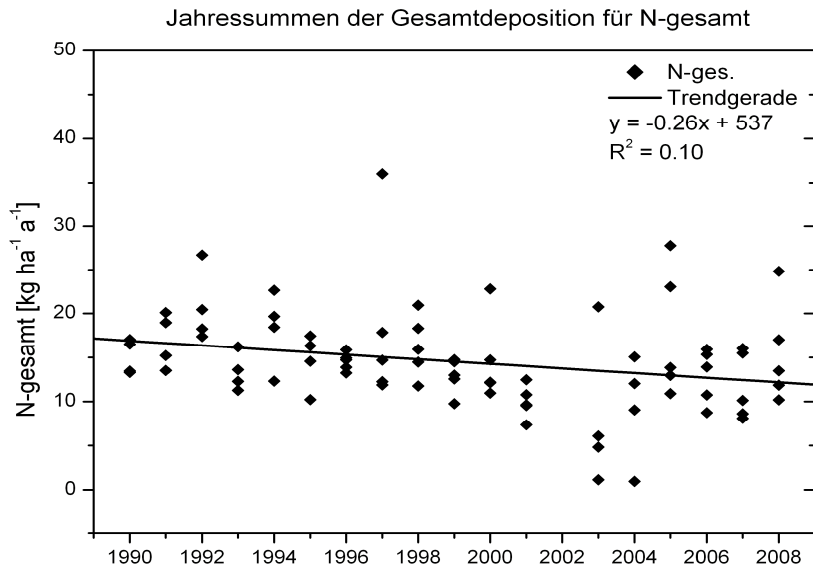


Abb. 25: Jahressummen und linearer Trend der Gesamtdeposition für N an ausgewählten saarländischen Dauerbeobachtungsflächen im Wald (mit Angabe des Bestimmtheitsmaßes)

Die Gesamtdeposition an **säurewirksamen Stoffen (H⁺)** geht an den saarländischen Level II-Standorten seit 1990 linear zurück (Abb. 26). Die Kapazität zur Säureneutralisation der Waldböden ist unterschiedlich und basiert im Wesentlichen auf der Nachlieferung basischer Kationen durch die chemische Verwitterung. Die Bereiche für die jeweiligen kritischen Eintragungsgrenzen errechnen sich danach, wie viel ein Waldboden langfristig durch seine Säureneutralisationskapazität kompensieren kann.

Die aktuellen Säureeintragungsraten überschreiten derzeit noch an den basenarmen Ausgangssubstraten, wie Quarzit und Buntsandstein, die ökosystemverträglichen Critical Loads.

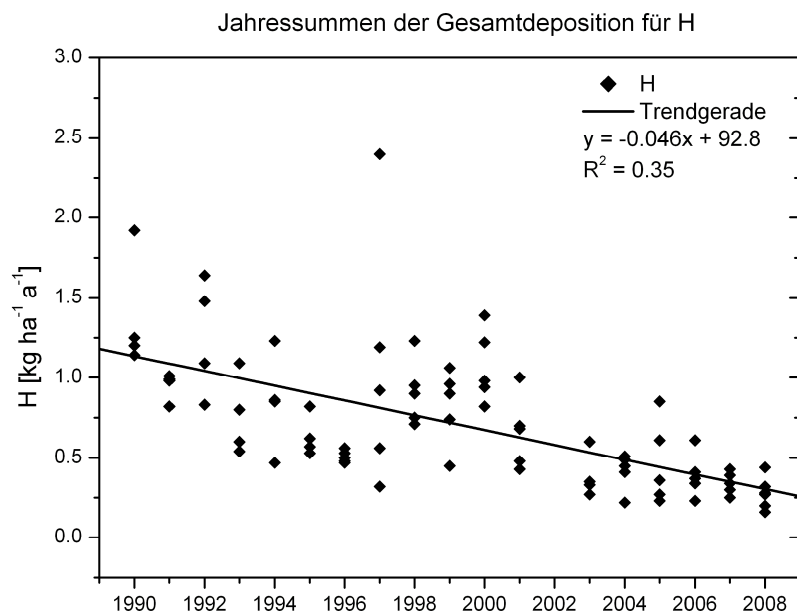


Abb. 26: Jahressummen und linearer Trend der Gesamtsäure-Deposition an ausgewählten saarländischen Dauerbeobachtungsflächen im Wald (mit Angabe des Bestimmtheitsmaßes)

Stoffausträge mit dem Sickerwasser aus der Bodenzone

Mit Ausnahme der basenreichen Muschelkalk-Standorte Ormesheim und Altheim liegen die pH-Werte der Bodenlösung an den übrigen Standorten im sauren Milieu. In der Hauptwurzelzone in 10 bis 25 cm Tiefe befinden sie sich an den Standorten Eft-Hellendorf, Fischbach, Jägersburg, von der Heydt und Warndt aktuell im Aluminium-Pufferbereich zwischen pH 4,0 bis pH 4,3. Dieser Trend setzt sich bis in den tieferen Unterboden fort.

Pufferbereich	pH-Bereich gemessen in der Gleichgewichtsbodenlösung
Carbonatpufferbereich	8,6 - 6,2
Silikatpufferbereich	6,2 - 5,0
Austauscherpufferbereich	5,0 - 4,2
Aluminiumpufferbereich	4,2 - 3,8
Eisenpufferbereich	3,8 - 2,4

Die Entwicklung der pH-Werte des Sickerwassers korreliert eindeutig mit dem **Aziditätsgrad** der Bodenlösung, definiert durch das Verhältnis von basischen Kationen (Ca, Mg, K, Na) zu säurebildenden Kationen (Al, Fe, Mn, H) ohne NH_4 , d.h. insbesondere an den basenarmen Standorten nahm der Aziditätsgrad in den vergangenen Dekaden kontinuierlich zu.

Aluminium im Sickerwasser

In den vergangenen Jahren sind die Al^{3+} -Gehalte in der Bodenlösung allgemein angestiegen, was insbesondere an den basenarmen und retentionsschwachen Standorten von der Heydt, Fischbach, Jägersburg, Warndt und Eft-Hellendorf bis im tieferen Sickerwasser nachweisbar war. Dies ist vor allem in den tieferen Bodenhorizonten ab 100 cm Tiefe besorgniserregend, da hier Aluminium mit dem Sickerwasser die Bodenzone verlassen kann. Dort ist die **Bodenversauerung** bereits weit fortgeschritten. Anhand der Abb. 27 wird deutlich, dass hiervon insbesondere die Standorte Fischbach, Jägersburg und von der Heydt betroffen sind. Ansteigende Konzentrationen von Al im Sickerwasser korrespondieren mit der irreversiblen Zerstörung von Tonmineralien, wie im Rahmen der Untersuchungen zur Waldkalkung beobachtet werden konnte. An den Standorten Bildstock, Eft-Hellendorf Mettlach und Warndt ist die Versauerungsfront ebenfalls bis in eine Tiefe bis 100 cm klar zu erkennen. Die Muschelkalkstandorte Ormesheim und Altheim zeigen dagegen erwartungsgemäß keine nennenswerten Al-Konzentrationen im Sickerwasser.

Diese Aussagen werden durch die Berechnung des molaren Verhältnisses von Al zu Ca unterstützt. Der Anstieg dieses Verhältnisses in den vergangenen Jahren deutet ebenfalls auf eine zunehmende Verarmung der Standorte an Basen (Ca, Mg, K) bei gleichzeitigem Anstieg an Säurekationen (Al, Fe, H) durch fortschreitende Versauerung hin (Abb. 28).

Für Laubwaldbestände bedeutet dies ein erhöhtes Risiko für Aluminiumstress und eine Behinderung in der Aufnahme der wichtigen Nährstoffe Calcium, Magnesium und Kalium in die Pflanzenwurzeln. Außerdem können Basenverluste und erhöhte Aluminiumkonzentrationen in der Bodenlösung das Wurzelwerk, insbesondere Feinwurzeln, schädigen und zur Flachgründigkeit der Baumwurzeln beitragen.

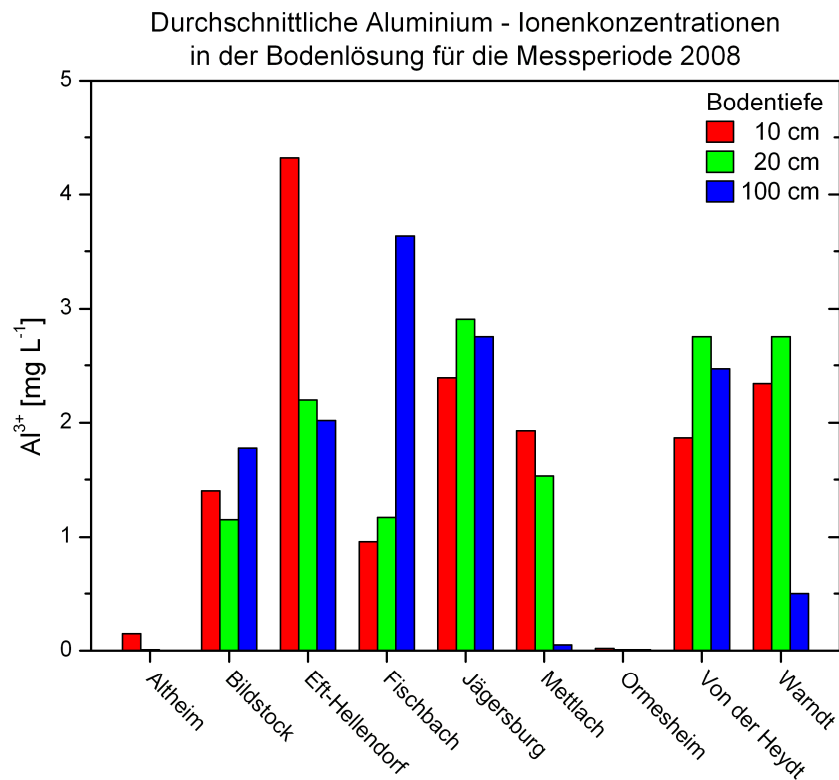


Abb. 27: Jahresmittel der Aluminium-Konzentration im Sickerwasser in verschiedenen Bodentiefen an den Level II - Standorten im Jahr 2008

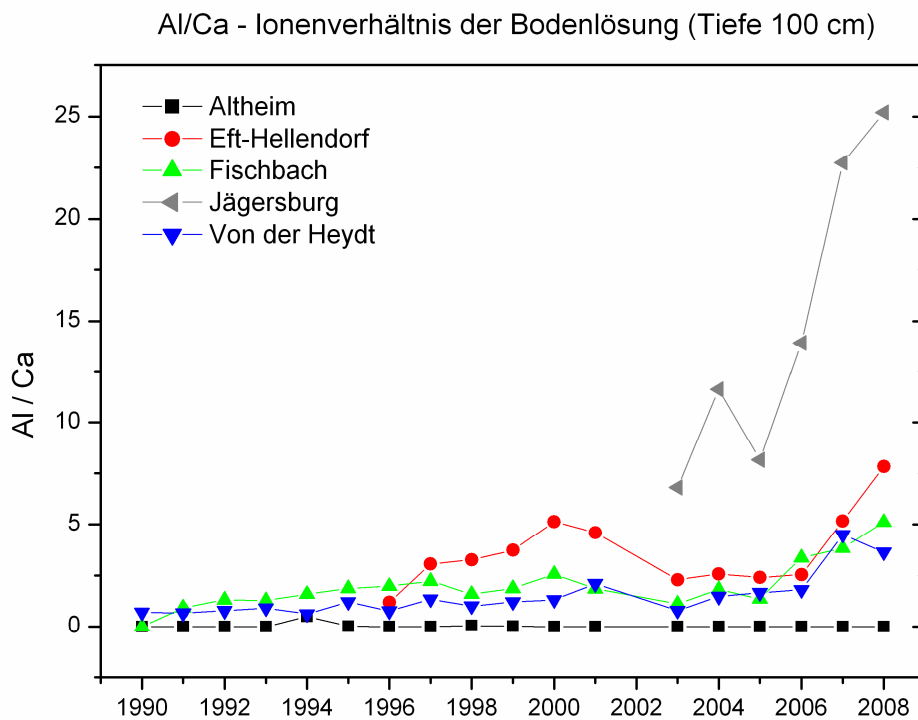


Abb. 28: Jahresmittel des molaren Verhältnisses von Aluminium zu Calcium (Al/Ca) in der Bodenlösung (Tiefenstufe 100 cm) für die Stationen Altheim, Eft-Hellendorf, Fischbach, Jägersburg, Von der Heydt und Warndt von 1990 bis 2008

Messungen mit der Elektronenstrahl-Mikrosonde an ausgewählten Standorten des Forstmonitorings geben Einblicke in die Mineralzusammensetzungen. Auf der Basis dieser Daten wurde eine Abschätzung der Dauer der **Erschöpfung von Nährelementen** in den Böden unter Annahme der dynamisch abnehmenden Austräge vorgenommen. Wie Tab. 4 zeigt, ist insbesondere das Nährelement Calcium in den nativ sauren Böden der Standorte aus der Bodenzustandserhebung (BZE II) Weiskirchen (devonischer Tonschiefer) und Losheim (Buntsandstein) extrem verarmt.

Tab. 4: Kalkulation der Jahre bis zu einer Restmenge der Elemente von 1.000 kg/ha bei dynamisch abnehmenden Austragsraten

	K	Ca	Mg	Na
Eft-Hellendorf				
Jahre bis zum Verbrauch der Elemente	127730	1518	30101	3432
Losheim				
Jahre bis zum Verbrauch der Elemente	92511	726	17554	1188
Weiskirchen				
Jahre bis zum Verbrauch der Elemente	46014	513	30947	2234
Fischbach				
Jahre bis zum Verbrauch der Elemente	278226	2873	67943	17479
Türkismühle				
Jahre bis zum Verbrauch der Elemente	106812	1344	76790	11363
Mettlach				
Jahre bis zum Verbrauch der Elemente	765101	2890	38096	9995

Passivsammler

Die Eintragsdaten für SO₂ zeigen einen klaren Trend mit hohen Einträgen in den Wintermonaten Januar und Februar und niedrigen Werten in den Sommermonaten (Abb. 29). Dieser Verlauf ist eindeutig auf den winterlichen Hausbrand zurückzuführen. Abb. 29 zeigt aber auch einen deutlichen Abwärtstrend der SO₂-Einträge seit dem Jahr 2006. Für Ammoniak zeigt sich dagegen ein umgekehrtes Bild (Abb. 30). Die Spitzenwerte liegen hier in den Sommermonaten, wohingegen die Einträge im Winter niedrig sind. Dieser Verlauf wird durch die Gülleausbringung in der Landwirtschaft nach der sommerlichen Ernte beeinflusst.

Fischbach Passivsammler - Schwefeldioxid

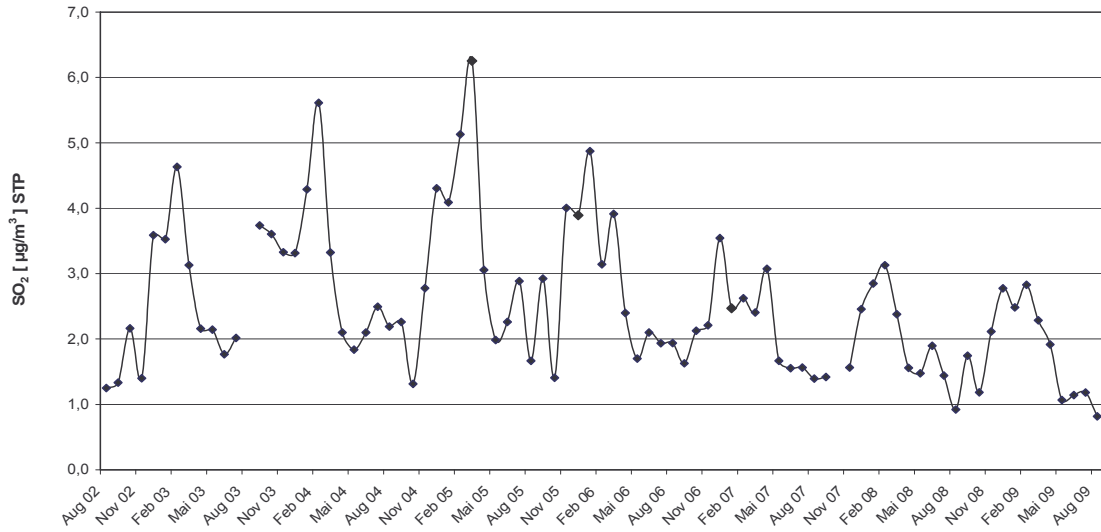


Abb. 29: Verlauf der mit Passivsammlern erfassten Schwefeldioxid-Einträge am Standort Fischbach

Fischbach Passivsammler - Ammoniak

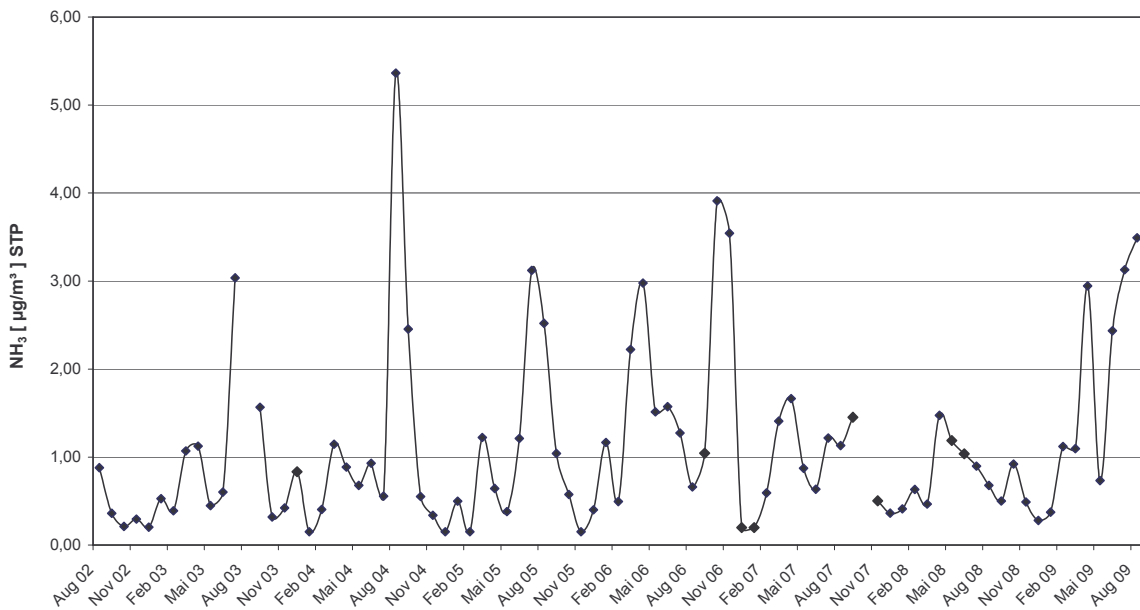


Abb. 30: Verlauf der mit Passivsammlern erfassten Ammoniak-Einträge am Standort Fischbach

Durch das **EU-Projekt FutMon** werden im forstlichen Umweltmonitoring seit 2009 weitere Untersuchungen durchgeführt:

Ozon

Neben den seit August 2002 am Standort Fischbach betriebenen Messungen von Schwefeldioxid, Stickstoffdioxid und Ammoniak mittels Passivsammlern werden seit 2009 im Sommerhalbjahr auch **Ozommessungen** durchgeführt. Die Auswertungen zeigten jedoch im laufenden Jahr keine Konzentrationen, die baumschädigende AOT₄₀-Konzentrationen erkennen ließen.

Zur Erfassung von sichtbaren Ozonschäden wurde an der Freifläche in Fischbach eine sog. **LESS-Fläche** (LESS = Light Exposed Sampling Site = lichtexponierte Beobachtungsfläche) eingerichtet. Auch hier konnten in 2009 keine Schäden festgestellt werden.

Waldwachstum und Waldernährung

In 2009 wurde auf der Beobachtungsfläche in Fischbach erstmalig der **Blattflächenindex** (LAI = Leaf Area Index) mit unterschiedlichen, indirekten Methoden (LICOR2000, Sunscan, hemisphärische Photos) gemessen. Der LAI stellt eine wichtige Eingangsgröße für Baumwachstumsmodelle dar. Eine direkte Messung wird ebenfalls an einem Aliquot des Streufalls erfolgen. **Streufallmessungen** werden in Fischbach seit 2009 vorgenommen (Abb. 31). Die Auswertungen werden sich neben biometrischen Merkmalen auf die Elementgehalte in den Blättern konzentrieren.



Abb. 31: Streufallbehälter auf der Depositionsmessfläche in Fischbach

Die im regelmäßigen Turnus durchgeführten ertragskundlichen Aufnahmen des aufstockenden Bestandes werden in Fischbach ab 2010 durch jährliche **Zuwachsmessungen** mit Hilfe von Zuwachsbändern ergänzt.

Klimabeobachtung

Im Herbst 2008 wurde in der Nähe der Depositionsmessfläche in Fischbach eine Wetterstation aufgebaut, die kontinuierlich Daten zu Niederschlag, Lufttemperatur und -feuchtigkeit, Windrichtung und -stärke, Globalstrahlung und zum Bodenwassergehalt erfasst. Die meteorologischen Parameter sind notwendige Eingangsgrößen für Bilanzierungen zum Wasserhaushalt und liefern grundlegende Informationen für Waldökosysteme unter dem Einfluss des Klimawandels. In der Nähe der Depositionsmessfläche im Warndt befindet sich eine weitere Wetterstation im Aufbau, die ab 2010 Daten bereitstellen soll.



Abb. 32: Wetterstation in der Nähe der Depositionsmessfläche in Fischbach

Bodenwasserhaushalt

Der Aufbau eines Messfelds zur Erfassung von wesentlichen Kenngrößen des Bodenwasserhaushalts (Wasserspannung und -gehalt in 3 Tiefenstufen in der Bodenzone) ist ab dem kommenden Jahr in Fischbach vorgesehen.

Im Rahmen der EU-weiten Aktivitäten wurden auch in anderen Programmen zusätzliche Beobachtungen in saarländischen Waldökosystemen vorgenommen. Hierzu zählt das Projekt **BioSoil** mit Untersuchungen zur Bodenzone und zur **Biodiversität** (u. a. Erfassung von Totholz).

Maßnahmen zur Erhaltung der Waldökosysteme

Die aktuellen Untersuchungsergebnisse aus dem Umweltmonitoring im Forst des Saarlandes belegen, dass sich der negative Trend für die Waldökosysteme auf Böden aus basenarmen Ausgangssubstraten (Buntsandstein, Quarzit) seit Beginn der Untersuchungen im Jahr 1990 fortsetzt. Diese Standorte machen im Saarland ca. 2/3 der Waldflächen aus.

Besorgniserregend ist insbesondere, dass auch basen- und nährstoffreichere Standorte, wie der Saarkohlenwald, nicht aus dieser Tendenz ausgeklammert werden können. Die genannten Prozesse verlaufen hier nur verlangsamt. Lediglich die basenreichen Standorte aus Muschelkalk können die externen Säureeinträge abpuffern.

Waldbauliche Maßnahmen sind nur in sehr eingeschränktem Maße geeignet, diese Entwicklung aufzuhalten oder gar umzukehren. Um eine nachhaltige forstliche Nutzung gerade der bodensauren Quarzit- und Buntsandstein-Standorte sicherzustellen, ist eine konsequente Fortführung der **Kompensationskalkung** mit dolomitischen Kalken unabdingbar. Da einigen Standorten aus ökonomischer Sicht eine besondere Bedeutung für die Forstwirtschaft im Saarland zukommt, müssen auch hier mittelfristig Boden-Restaurationsmaßnahmen in Angriff genommen werden, selbst wenn die Böden über bessere Bodeneigenschaften verfügen.

Von den rd. 40.000 ha Staatswald im Saarland ist etwa die Hälfte der Fläche prioritär kalkungsbedürftig. Die Waldkalkung im Staatsforst wurde Ende 2005 im südöstlichen Saarland begonnen und soll in wenigen Jahren abgeschlossen sein. Es wird eine Kalkgabe (Magnesiumkalk) von 3 to je Hektar in einer Korngröße bis zu 2 mm ausgebracht. Die Kalkausbringung erfolgt mittels Hubschrauber in Streutechnik, die eine gleichmäßige Verteilung des Kalkes garantiert.

Abb. 33 zeigt eine Übersichtskarte mit den bisherigen Kalkungsflächen im Saarland. Auch Ausschluss- und Pufferflächen sind dargestellt.

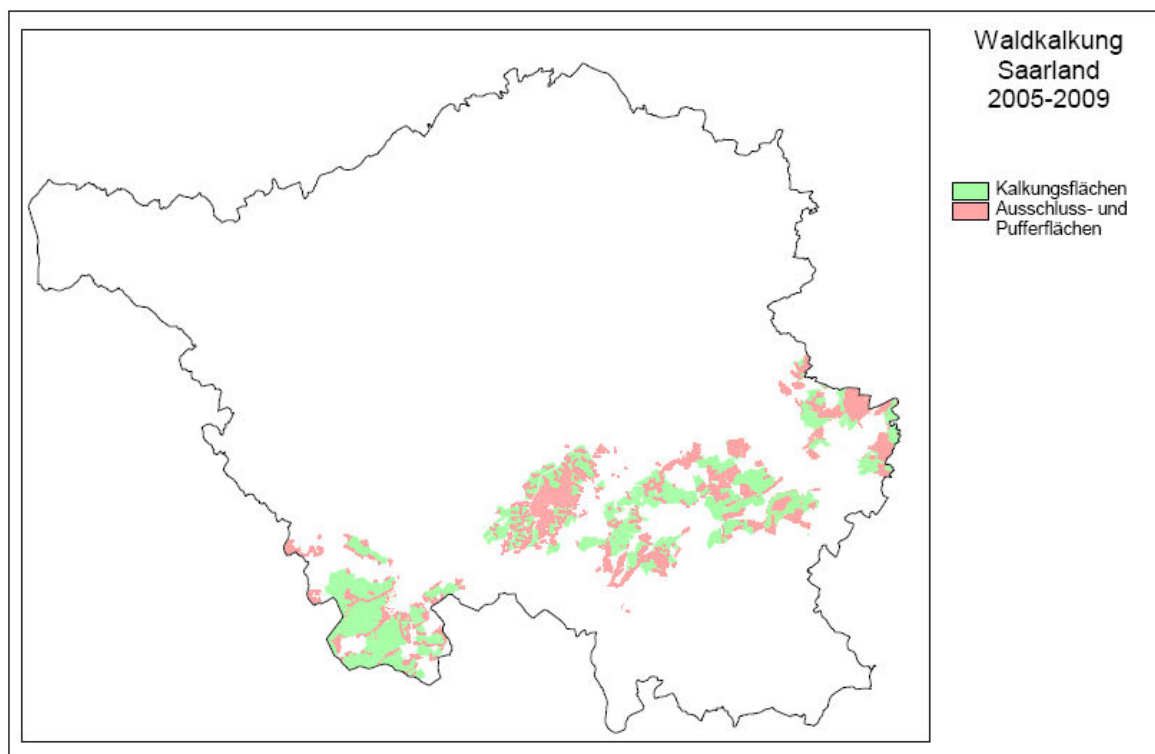


Abb. 33: Flächenareale der Waldkalkung 2005 – 2009 im Saarland

Tab. 5 zeigt einen Überblick über die bislang gekalkten Flächen im saarländischen Staatsforst.

Tab. 5: Kalkungsflächen im saarländischen Staatsforst

	2005 Raum Homburg	2006 Raum Kirkel / Rohrbach	2007 Raum St. Ingbert / Saarbrücken	2008 Warndt	2009 Saarkohlen- wald
Gesamtfläche (ha)	3.018	3.791	3.621	5.940	4.140
Ausschluss- und Pufferflächen (ha)	1.586	1.751	600	1.149	1.967
Kalkungsflächen (ha)	1.450	2.040	3.021	4.791	0
Ausschluss- und Pufferflächen (%)	52	46	17	19	48
Kalkungsflächen (%)	48	54	83	81	0

Die Waldkalkung wird durch ein umfangreiches **Untersuchungsprogramm** begleitet. Es dient sowohl der Erfassung der aktuellen Bodenversauerung vor der Kalkung als auch zur Wirkungskontrolle nach erfolgter Kalkapplikation. Neben der Entnahme von Bodenproben werden auch Blätter und Nadeln zur Kennzeichnung der Nährstoffversorgung des aufstockenden Bestandes gewonnen. Das Verfahren wird naturschutzfachlich und –rechtlich begleitet. Von der Kalkung ausgeschlossen werden, nach jeweiligen naturschutzfachlichen Prüfungen, kalkungssensible Biotope wie z.B. grundwasserbeeinflusste Standorte, Naturschutzgebiete und Naturwaldzellen. Des Weiteren führen in dem dicht besiedelten Areal Verkehrsadern und Siedlungsnähe zu Ausschlussflächen.

Leitindikatoren für eine Kalkbedürftigkeit der Böden sind der pH-Wert und die Basensättigung an der Austauschkapazität. Böden mit pH-Werten von < 4,2 gelten als kalkungsbedürftig, < 3,8 sogar als dringend kalkungsbedürftig. Ergänzend wird die Basensättigung zu Rate gezogen: sinkt sie unter 15 % an der Gesamtaustauschkapazität, so liegt ein weiterer Beleg für die Notwendigkeit einer Kompensationskalkung vor.

Die bislang analytisch untersuchten Kalkungsareale im südöstlichen und südlichen Saarland (Raum Homburg, Kirkel-Rohrbach, St. Ingbert-Saarbrücken, Warndt und Saarkohlenwald) konnten an Hand der Leitindikatoren ohne Ausnahme als kalkungsbedürftig, häufig sogar als dringend kalkungsbedürftig klassifiziert werden. Die Daten dokumentieren die fortgeschrittene Basenverarmung und geringe Elastizität der Böden zur Abpufferung weiterer Säureeinträge. Für das Kalkungsgebiet 2008/2009 im Warndt zeigen die Bodenanalysen örtlich noch eine gewisse Restwirkung der in den 80er Jahren erfolgten Kalkung mittels Verblasungstechnik. Diese Wirkung beruht auf der ungünstigen flächenmäßigen Verteilung des Kalkes bei dem Verblasungsverfahren, der überwiegende Teil der Flächen ist jedoch auch nach analytischer Betrachtung als kalkungsbedürftig anzusprechen.

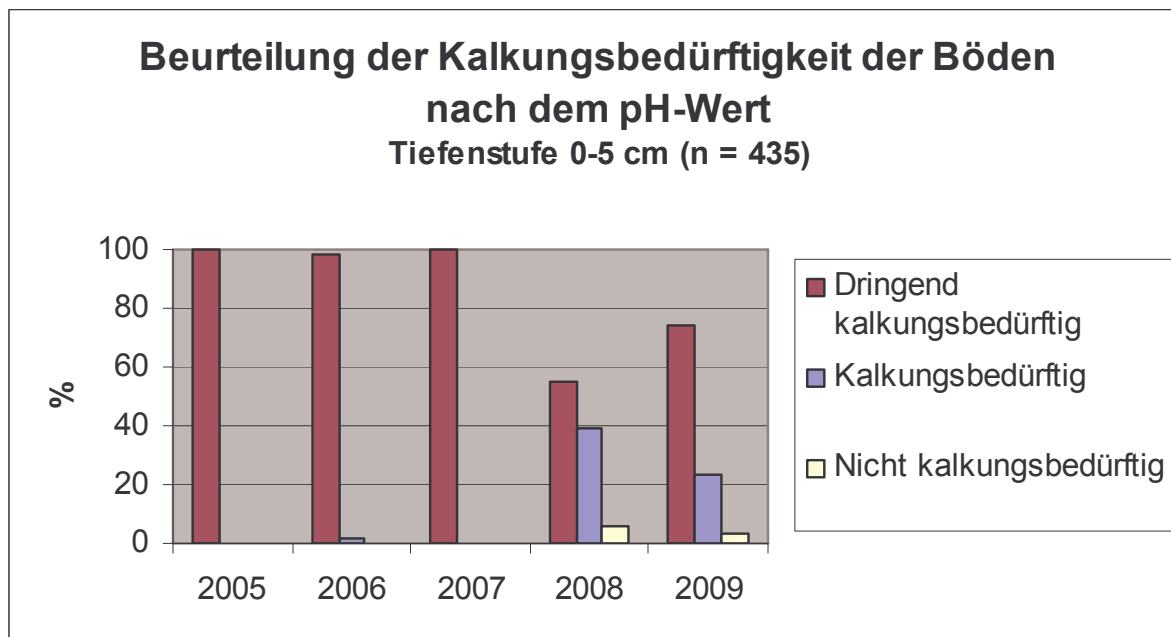


Abb. 34: Beurteilung der Kalkungsbedürftigkeit der Böden (Tiefenstufe 0-5 cm) in den Kalkungsarealen 2005 bis 2009

2005: Homburg
 2006: Kirkel-Rohrbach
 2007: St. Ingbert-Saarbrücken
 2008: Warndt
 2009: Saarkohlenwald

Die Waldkalkung wird 2010 im Nordostsaarland fortgeführt. Hier stehen devonische Quarzite und Schiefer sowie Böden aus Rhyolith zur Kalkung an.

Erste Ergebnisse der Wiederholungsuntersuchung nach erfolgter Kalkung im Raum Homburg

Bodenzustand

Im Konzept zur Waldkalkung des Saarlandes ist eine Wiederholungsuntersuchung in einem Abstand von drei Jahren nach applizierter Kalkung verankert. Die erste Kalkungsmaßnahme wurde im Winter 2005/2006 im Raum Homburg durchgeführt. An den dort festgelegten Monitoringflächen erfolgte im Frühjahr 2009 eine erste Wiederholungsbeobachtung.

Die in Abb. 35 zusammengefasst dargestellten Ergebnisse zeigen, dass die Kalkung insbesondere in der Tiefenstufe 0-5 cm im Boden angekommen ist. Im Vergleich zur Erstbeobachtung sind hier 75% der untersuchten Böden aufgebast. Mit zunehmender Tiefe nimmt der Anteil der pH-Erhöhungen jedoch deutlich ab, da die Wirkung der Kalkung noch nicht weiter vorgedrungen ist.

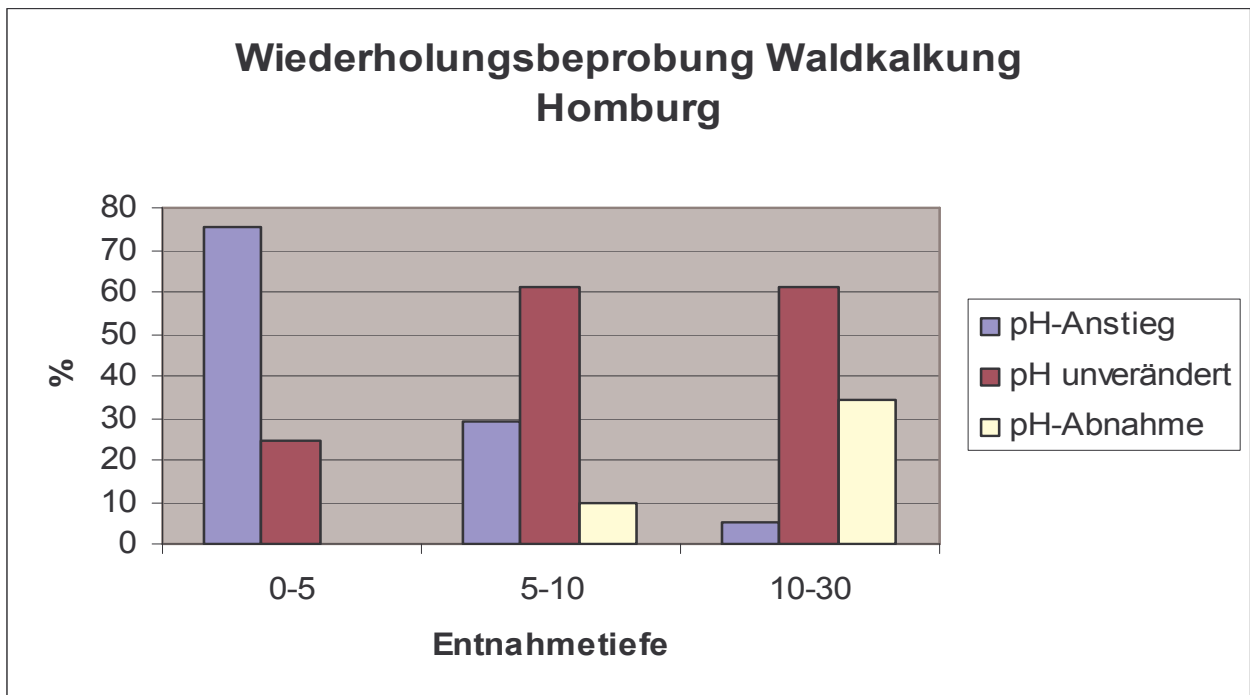


Abb. 35: Wirkung der Waldkalkung auf den pH-Wert des Bodens in 0-5 cm, 5-10 cm und 10-30 cm (Probenahme in 2005 vor der Kalkung; Wiederholungsbeprobung in 2009 drei Jahre nach applizierter Kalkung)

Tonmineralogische Untersuchungen

Die Kalkungsmaßnahmen werden zusätzlich durch tonmineralogische Untersuchungen begleitet. Diese Spezialanalysen bilden eine wichtige Entscheidungsgrundlage für die Bewertung des Zustandes der Waldböden.

Die Tonminerale beeinflussen aufgrund ihrer speziellen kristallographischen, d.h. blättchenförmigen Struktur in vielfältiger Weise die Reglerfunktionen des Bodens. So spielen die Tonminerale bei der Nährstoffversorgung, als Säurepuffer und als Wasserfilter in karbonatfreien Waldböden eine überaus wichtige Rolle. Dabei unterliegen Tonminerale durch den überhöhten Säureeintrag aus Luftschadstoffen ständigen Veränderungen, was sich negativ auf die Elastizität des Bodens auswirkt. Bei stark versauerten Böden kann eine irreversible Tonmineralzerstörung einsetzen. Dagegen können Kompensationskalkungen eine Stabilisierung der Tonminerale bewirken.

Bisherige tonmineralogische Untersuchungen im Saarland haben gezeigt, dass insbesondere die Dreischichtsilikate der Böden des Buntsandsteins durch die Bodenversauerung, teilweise bis zu einer Tiefe von 40 cm, in Mitleidenschaft gezogen wurden. An einigen Stellen ist es sogar schon zu einer Zerstörung der Tonminerale, d.h. zu einer irreversiblen Auflösung der Schichtpakete gekommen.

Durch eine Bodenschutzkalkung wird einer weiteren Auflösung und einer damit verbundenen Aluminiumfreisetzung entgegengewirkt. Außerdem können an freien

Sorptionsplätzen - besonders in den Zwischenschichten - der Dreischichtsilikate Calcium und Magnesium eingebaut werden und stehen dann wieder längerfristig für die Pflanzenernährung zur Verfügung. So ist auch bei einigen Profilstandorten im Warndt, die Mitte der 80er Jahre gekalkt wurden, häufig noch ein Einbau basischer Kationen in die Zwischenschichten nachweisbar. Im Warndt wird der anstehende Buntsandstein weiträumig von quartären Deckschichten überlagert, deren Tonminerale verwitterungsresistenter, aber auch nährstoffärmer als die des Ausgangssubstrates sind. Darüber hinaus sind diese Decksedimente grundsätzlich sehr quarzreich und damit kaum in der Lage, genügend Nährstoffe nachzuliefern.

Vorläufige tonmineralogische Analysen an Bodenproben aus dem Saarkohlenwald zeigen ein zweigeteiltes Bild. Bei einem Teil der bislang untersuchten Profile sind die Tonminerale noch weitgehend intakt. In anderen Bereichen ist dagegen schon eine tiefgreifende Veränderung der Tonminerale, d.h. ein Verlust an basischen Kationen und vor allem auch an Aluminium eingetreten, so dass die Reglerfunktionen des Waldbodens nicht mehr in ausreichendem Maße gewährleistet sind.

Wirkung der Kompensationskalkung, dargestellt an den Nährstoffgehalten der Buchenblätter vor und nach der Kalkung im Raum Homburg

Im Juli 2005 wurden in den zur Kalkung vorgesehenen Revieren Homburg und Jägersburg Blattproben im Sonnenkronenbereich von Rotbuchen entnommen und auf ihre Nährstoffgehalte analysiert. Im Winter 2005/2006 wurden per Hubschrauber 3 t/ha Dolomitmalk (Ca- und Mg-haltig) aufgebracht. Nachdem der Kalk in den Jahren 2006 bis 2009 durch Niederschlagswasser gelöst und durch Bioturbation in den Boden eindringen konnte, wurde im Juli 2009 erneut an den gleichen Bäumen Blattproben entnommen und auf die gleichen Nährstoffe untersucht.

Die Kalkung hat zu einer Erhöhung der Ca- und Mg Konzentrationen der Blätter geführt (Abb. 36 und 37). 2005 mussten alle Blätter als sehr gering bis gering eingestuft werden. 2009 sind die Konzentrationen angestiegen und können als gering bis mittel eingestuft werden. Obwohl Phosphor nicht gedüngt wurde, ist durch die Kalkung eine Verbesserung der Phosphor-Ernährung der Bestände festzustellen (Abb. 38). Erklärbar ist dies durch eine pH-Wert Anhebung, und damit verbundene höhere Löslichkeit und verbesserte Verfügbarkeit des Phosphors im Boden. Durch die pH-Wert Anhebung nach der Kalkung haben sich die Pufferregime im Boden verändert. Aus diesem Grunde ist weniger Fe in der Bodenlösung vorhanden, was zu einer signifikanten Erniedrigung der Fe-Konzentration in den Blättern auf allen untersuchten Standorten geführt hat (Abb. 39).

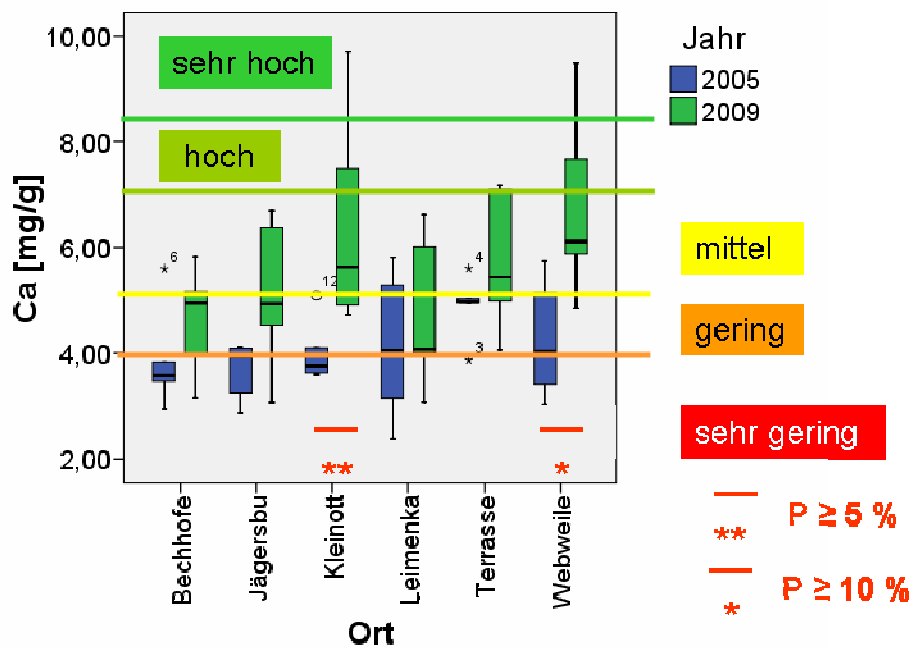


Abb. 36: Kalzium Konzentrationen der Buchenblätter im Juli 2005 vor der Kalkung und im Juli 2009. Im Winter 2005/2006 wurden die Bestände mit 3 t/ha kalzium- und magnesiumhaltigen Dolomit gekalkt.

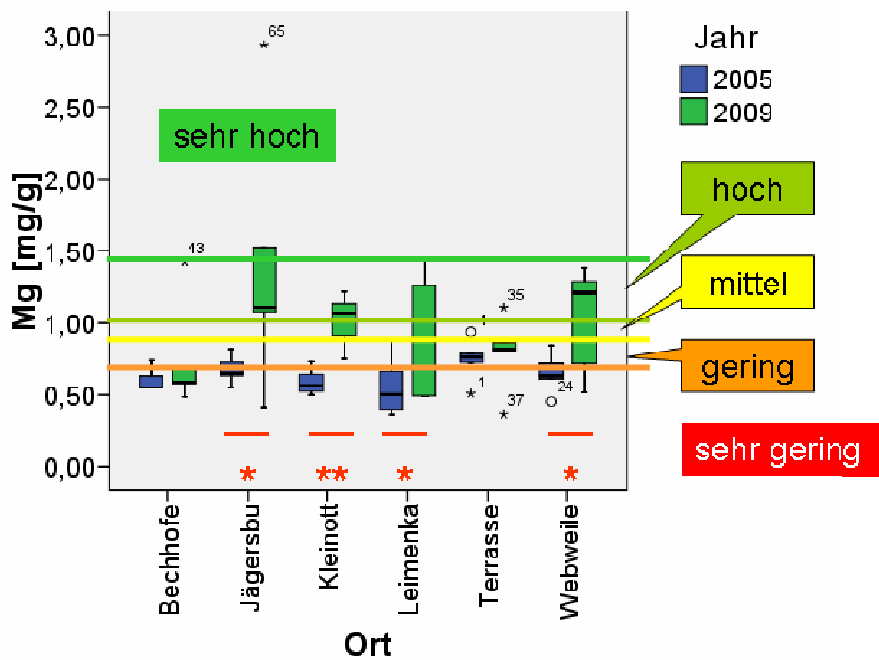


Abb. 37: Magnesium Konzentrationen der Buchenblätter im Juli 2005 vor der Kalkung und im Juli 2009. Im Winter 2005/2006 wurden die Bestände mit 3 t/ha kalzium- und magnesiumhaltigen Dolomit gekalkt.

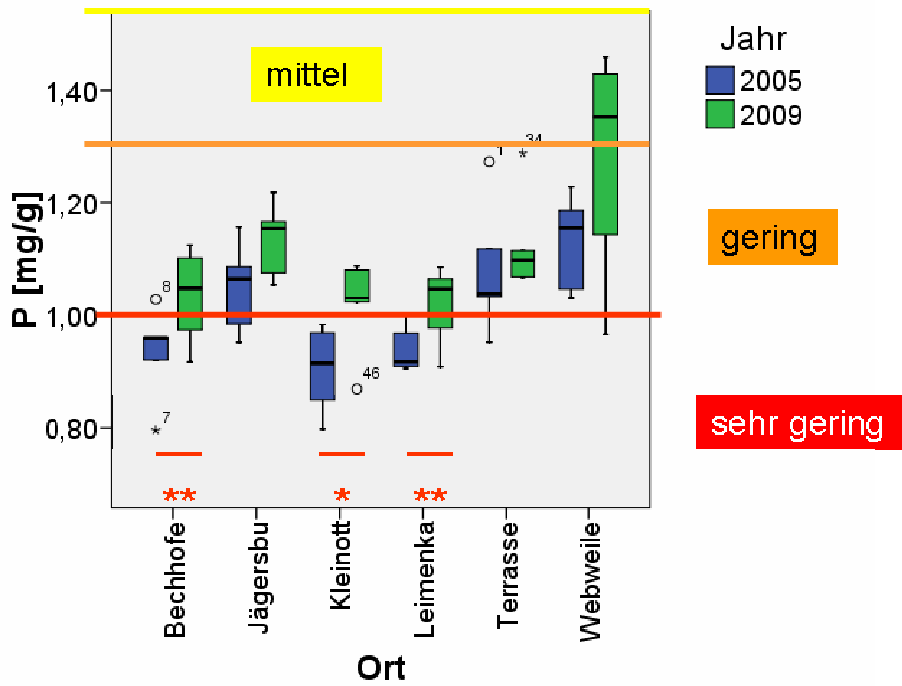


Abb. 38: Phosphor Konzentrationen der Buchenblätter im Juli 2005 vor der Kalkung und im Juli 2009. Im Winter 2005/2006 wurden die Bestände mit 3 t/ha kalzium- und magnesiumhaltigen Dolomit gekalkt.

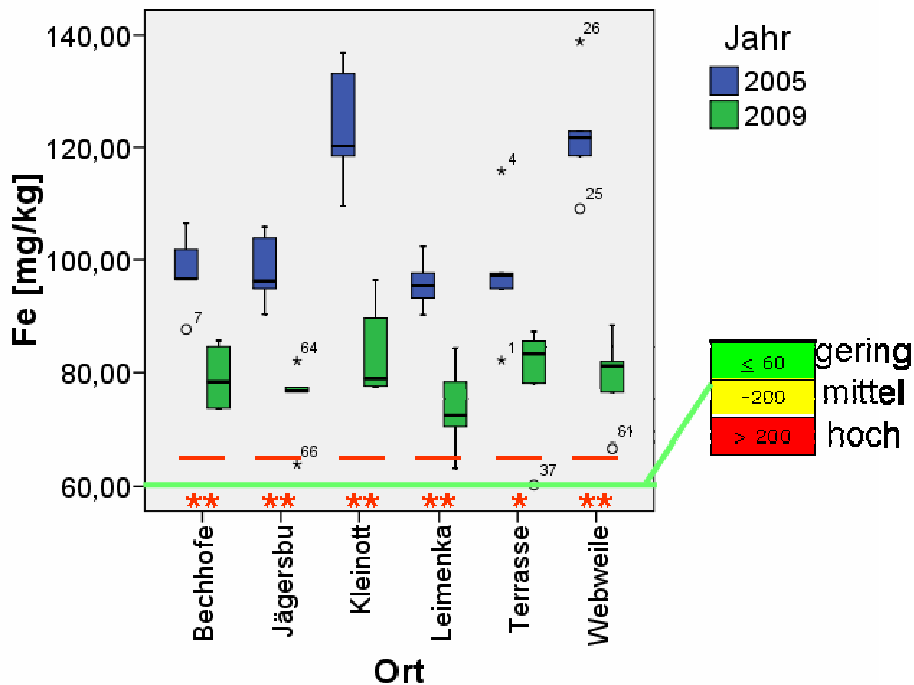


Abb. 39: Eisen Konzentrationen der Buchenblätter im Juli 2005 vor der Kalkung und im Juli 2009. Im Winter 2005/2006 wurden die Bestände mit 3 t/ha kalzium- und magnesiumhaltigen Dolomit gekalkt.

Zusammenfassend ist festzustellen, dass die Kalkung eine bessere Waldernährung sichert. Es ist durch den Eingriff keine Luxusversorgung entstanden, doch sind die Bestände aus einer besorgniserregenden Mangelernährung, die sie langfristig in ihrer Existenz gefährdet hätte, in den Zustand geringer bis mittlerer Versorgung überführt worden. In den Folgejahren muss überprüft werden, wie lange dieser positive und die Waldbestände stabilisierende Effekt anhält.