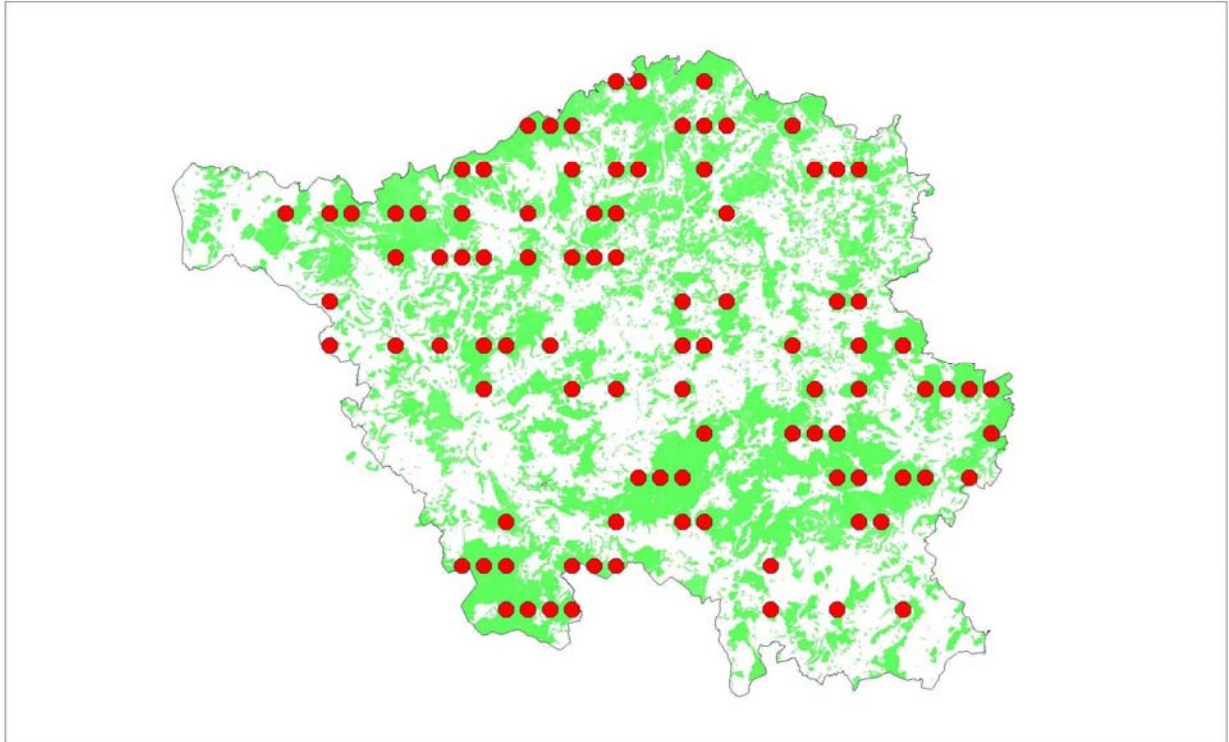


Ergebnisse der Waldzustandserhebung 2007



Ministerium für Umwelt



SaarForst 

Saarland

Landesamt für Umwelt-
und Arbeitsschutz

Saarbrücken, im Oktober 2007

Inhalt

Einführung	1
------------	---

Ergebnisse der Waldzustandshebung 2007

Gesamtergebnis	2
Ergebnisse im Überblick	3
Veränderungen seit 2006	4
Alle Baumarten	5
Buche	7
Eiche	10
Fichte	13
Kiefer	16
Einflussfaktoren	19
Verfahren	23
Ersatz von Probebäumen	24
Untersuchungsergebnisse saarländischer Dauerbeobachtungsflächen im Wald (Depositionsmessnetz)	26
Ergebnisse zur Waldkalkung	35
Literatur	39
Anhang: Ergebnistabellen seit 1984	40

Einführung

Die Vitalität des Waldes wird zunehmend von Klimaextremen oder außergewöhnlichen Wetterereignissen beeinträchtigt.

Nach dem extremen Trockenjahr 2003 kam es auch 2006/2007 zu einer Folge ungewöhnlicher Klimaereignisse: Rekordniederschläge im August 2006, völlige Trockenheit mit teilweise hochsommerlichen Temperaturen im April 2007, der Winter 2006/2007 war der wärmste seit Menschengedenken, die Durchschnittstemperaturen lagen in manchen Monaten über 5K über dem langjährigen Mittel (Juli 2006, Januar 2007). Nordwestdeutschland wurde am 18./19. Januar durch den Orkan Kyrill verheerend getroffen; die Folgen einer globalen Klimaerwärmung sind auch in unserem Raum nicht zu leugnen.

Der Wechsel ausgeprägter Trockenperioden mit sehr niederschlagsreichen Wetterlagen wirkt sich als zusätzlicher Stressfaktor schnell und unmittelbar auf die Dichte und Struktur von Baumkronen aus.

2006 erreichten im Saarland die Waldschäden den höchsten Stand seit 1984. Nur dem regenreichen Sommer dieses Jahres mit günstigen Wachstumsbedingungen ist es zu verdanken, dass sich die Kronenschäden wieder leicht verringerten. Das Schadniveau bleibt dabei besorgniserregend hoch: nicht auszudenken, wenn dem regenlosen April ein trocken-heißer Sommer gefolgt wäre.

Die klimatischen Veränderungen, auch im Zusammenhang mit der Belastung der Waldböden durch Bodenversauerung und Nährstoffverarmung, sind in ihrer Wirkung nicht vollständig absehbar. Die z.Zt. bundesweit durchgeführte Bodenzustandserhebung (BZE II) mit der Zusammenführung der bestehenden Monitoringsysteme (Kronen- und Bodenzustand, ergänzt durch zusätzlich erfasste Waldstrukturdaten) lässt weitere Aufschlüsse auf den ökologischen Waldzustand erwarten.

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 2007 -

Leichter Rückgang deutlicher Schäden im Jahr 2007

Feuchter Sommer begünstigt Baumwachstum

Nach der drastischen Zunahme von Kronenschäden seit dem Trockenjahr 2003 mit Erreichen eines Höchststandes im Jahr 2006 hat sich der Waldzustand in diesem Jahr leicht verbessert. Bei einem Rückgang von 5 %-Punkten auf 43% verbleiben die deutlichen Schäden auf einem hohen Niveau; der Stand der Gesamtschäden hält sich unverändert auf 87%.

Diese Entwicklung hängt eng mit dem Witterungsverlauf dieses Jahres zusammen: die Niederschlagsmengen lagen – abgesehen vom trockenen April – deutlich über dem langjährigen Mittel. Insbesondere die Sommermonate sind geprägt von hohen Regenmengen bei unterdurchschnittlich niedrigen Temperaturen im Juli und August. Die Wachstumsbedingungen für den Wald waren damit hinsichtlich der Wasserversorgung seit längerem wieder ausgesprochen günstig: verstärktes Triebwachstum und Ausbildung der Assimilationsorgane konnten chronische Schäden der Vorjahre teilweise wieder mildern.

Dies zeigt sich besonders bei den jüngeren Waldbeständen; hier nahmen die deutlichen Schäden insgesamt um 9 %-Punkte von 28 auf 19% ab, eine sichtbare Verbesserung ist v.a. bei Buche (-18%-Punkte), Kiefer (-17%-Punkte) und Fichte (-11%-Punkte) zu verzeichnen.

Hingegen verbesserte sich die Schadsituation in älteren, über 60-jährigen Waldbeständen mit einem Rückgang von 3%-Punkten auf 62% nur geringfügig.

In der absoluten Höhe deutlicher Schäden bleibt die Kiefer die am stärksten geschädigte Hauptbaumart (62%; -8%-Punkte), vor Buche (50%; -9 %-Punkte), Eiche (50%; - 1 %-Punkt) und Fichte (33%; -8 %-Punkte).

Die Folgen des Trockenjahres 2003 sind damit bei weitem nicht überwunden, die Kronenschäden liegen bei allen Baumarten auf weit höherem Stand als in den Jahren 2002/2003. Erst die nächsten Jahre werden zeigen, wie sich das komplexe Wirkungsgefüge waldschädigender Faktoren (biotische und klimatische Wachstumsbedingungen, anhaltende Bodenversauerung und Stoffeinträge) auf die Vitalität der Bäume auswirken wird.

Entwicklung der Waldschäden von 2006 auf 2007 im Überblick

Tabelle 1: Gesamtergebnis

	2006	2007
Gesamtschäden	87 %	87 %
deutliche Schäden	48 %	43 %
Buche	60 %	50 %
Eiche	51 %	50 %
Kiefer	69 %	62 %
Fichte	41 %	33 %
deutliche Schäden in älteren Beständen	66 %	62 %
deutliche Schäden in jüngeren Beständen	28 %	19 %

Abb.1 Entwicklung der Waldschäden seit 1984

Waldschadenserhebung 1984-2007: Alle Baumarten und Alterstufen

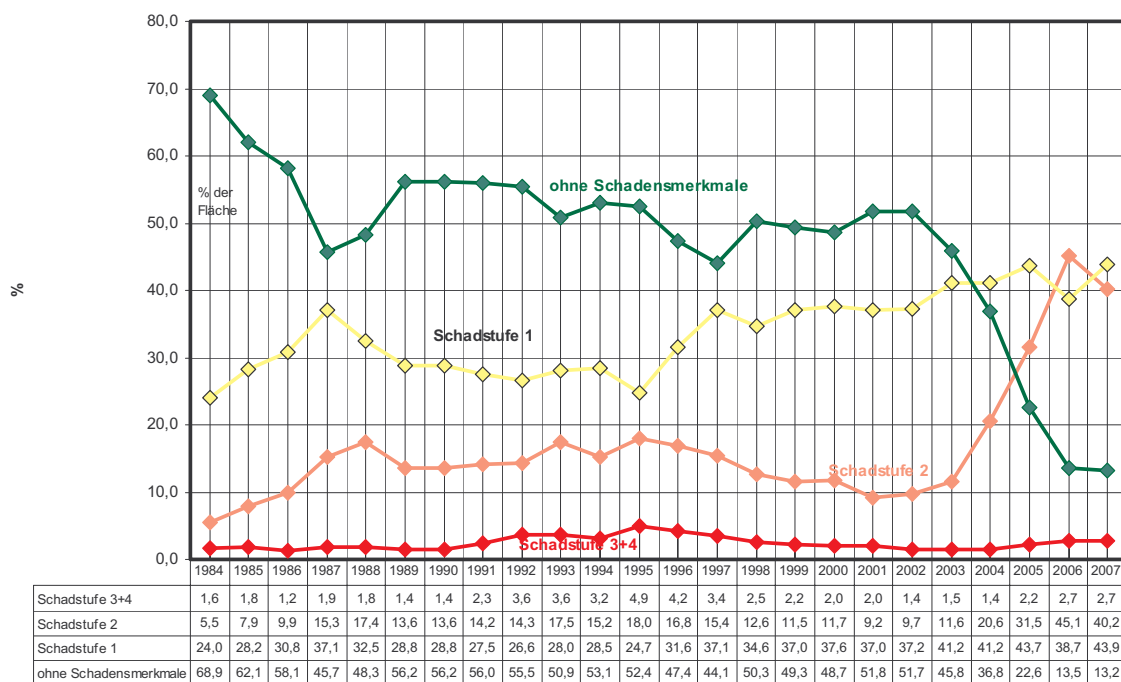


Tabelle 2: Veränderung der Waldschäden seit 2006

		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	2006	26,0	74,0	28,8		100,0	76,6	19,3	80,7	41,2
	2007	31,8	68,2	17,6		100,0	77,4	23,6	76,4	33,0
	Veränd.	5,8	-5,8	-11,2			0,8	4,3	-4,3	-8,2
Douglasie	2006	22,9	77,1	35,8		100,0	64,4	20,2	79,8	39,2
	2007	24,2	75,8	32,6		100,0	16,2	20,0	80,0	29,8
	Veränd.	1,3	-1,3	-3,2			-48,2	-0,2	0,2	-9,4
Kiefer	2006	3,6	96,4	66,8	0,6	99,4	70,3	1,4	98,6	69,4
	2007	3,1	96,9	49,9	0,4	99,6	66,7	1,2	98,8	61,9
	Veränd.	-0,5	0,5	-16,9	-0,2	0,2	-3,6	-0,2	0,2	-7,5
Sonstige Nadelbäume	2006	4,9	95,1	53,2	1,4	98,6	55,9	2,8	97,2	54,8
	2007	4,9	95,1	53,7	0,9	99,1	55,6	2,0	98,0	55,1
	Veränd.	0,0	-0,0	0,5	-0,5	0,5	-0,3	-0,8	0,8	0,3
Buche	2006	17,5	82,5	30,7	1,3	98,7	75,2	7,0	93,0	59,5
	2007	21,3	78,7	13,4	2,3	97,7	70,6	9,0	91,0	50,3
	Veränd.	3,8	-3,8	-17,3	1,0	-1,0	-4,6	2,0	-2,0	-9,2
Eiche	2006	16,9	83,1	27,2	0,3	99,7	61,9	5,6	94,4	50,8
	2007	15,1	84,9	19,4	0,3	99,7	61,4	4,1	95,9	49,9
	Veränd.	-1,8	1,8	-7,8			-0,5	-1,5	1,5	-0,9
Sonstige Laubbäume	2006	52,0	48,0	7,9	22,8	77,2	29,5	43,6	56,4	14,1
	2007	48,0	52,0	8,4	7,9	92,1	21,5	35,7	64,3	12,4
	Veränd.	-4,0	4,0	0,5	-14,9	14,9	-8,0	-7,9	7,9	-1,7
Alle Baumarten	2006	26,0	74,0	28,2	2,3	97,7	65,5	13,5	86,5	47,8
	2007	28,0	72,0	18,9	1,4	98,6	62,1	13,2	86,8	42,9
	Veränd.	2,0	-2,0	-9,3	-0,9	0,9	-3,4	-0,3	0,3	-4,9

Abb.2: Schädigung der Baumartengruppen im Vergleich

Waldschadenserhebung 2007 Saarland
Vergleich der Baumartengruppen
Schadstufenanteile in % der Baumartenfläche

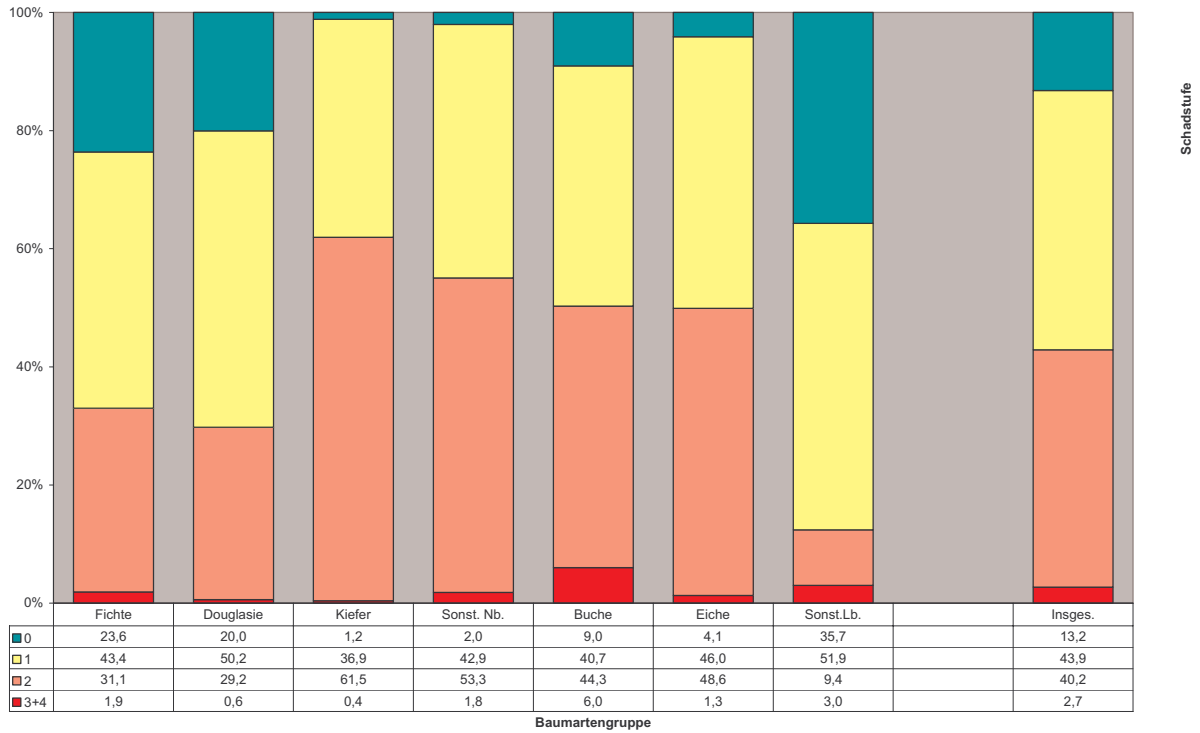


Abb.3: Entwicklung der deutlichen Schäden seit 1984 für alle Baumarten nach Schadstufen

Waldschadenserhebung 1984-2007
Deutliche Schäden der Hauptbaumarten

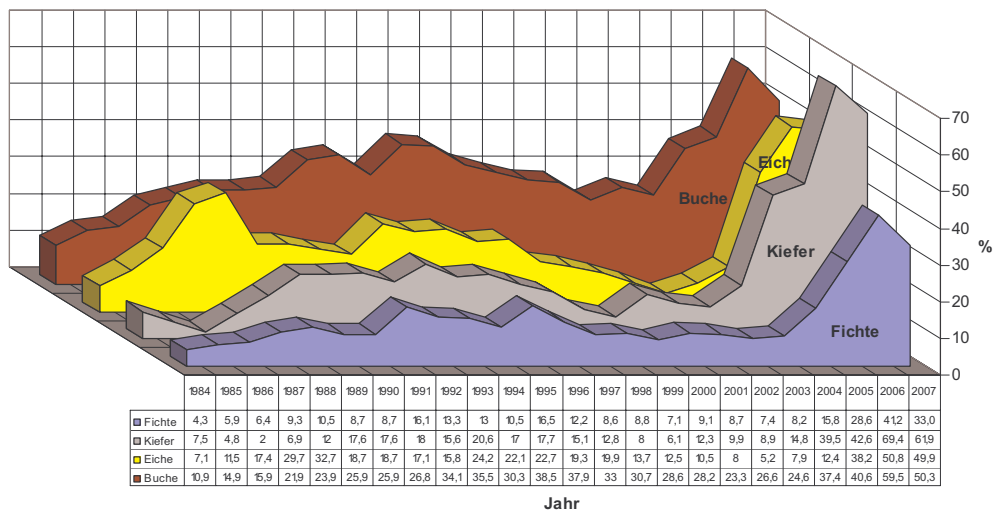


Abb.4 : Entwicklung der Waldschäden seit 1984 für Bäume über 60 Jahre

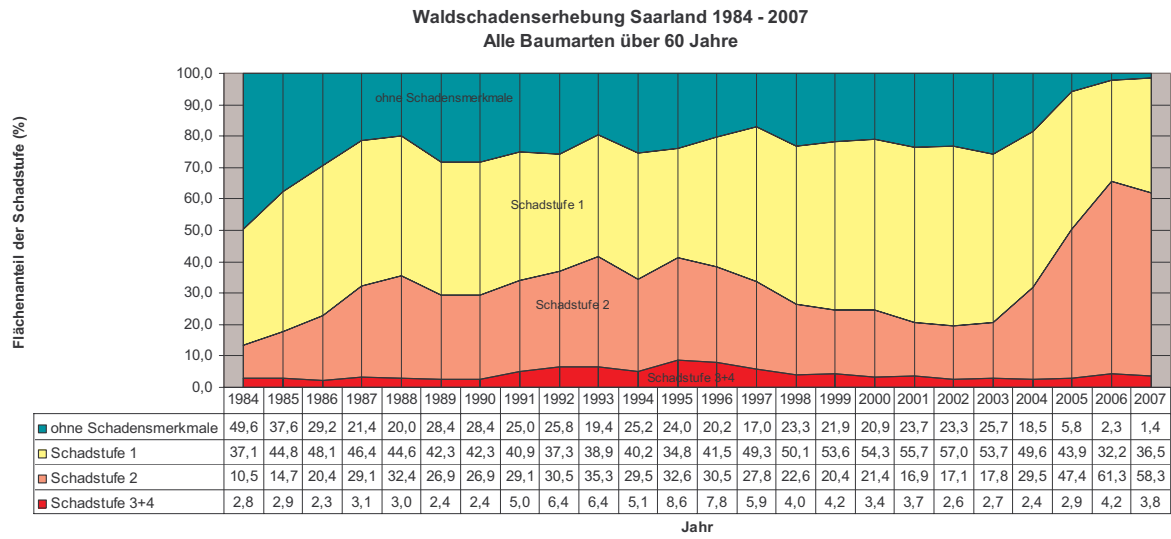
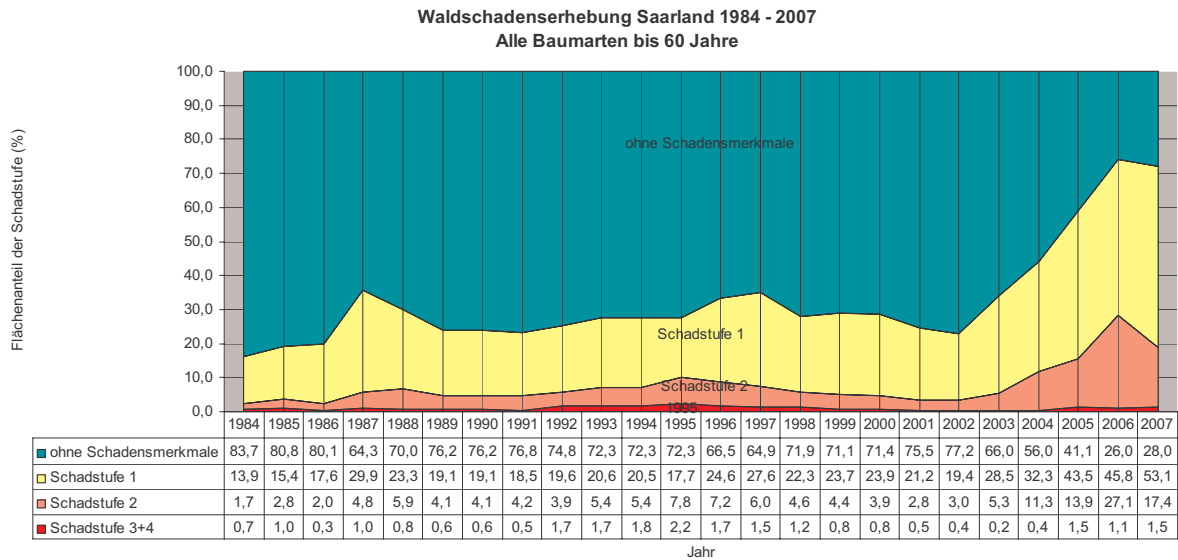


Abb. 5: Entwicklung der Waldschäden seit 1984 für Bäume unter 60 Jahre



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 setzte sich 2006 fort und die Schäden erreichten mit 60% einen neuen Höchststand (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 tieferreichende 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 herrschten. 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:

Das niederschlagsreiche Jahr 2007 führte bei der Buche zu einem Rückgang der deutlichen Schäden (um 9%-Punkte auf 50 %). Erholt haben sich insbesondere die jüngeren Buchen mit einem Rückgang der Schadstufen 2-4 um 17%-Punkte auf 13%, während der Schadensstand bei den älteren, über 60-jährigen Buchen mit 71% (-5%-Punkte) noch immer sehr hoch liegt. Dabei kommt es im Wesentlichen zu einer Verschiebung von den deutlichen zu den schwachen Schäden; der Anteil der Bäume ohne Schadsymptome ist nach wie vor sehr gering. Nur 2% der Altbuchen und 21% der jüngeren Buchen weisen keine äußerlich erkennbaren Schäden auf.

Abb.6: Entwicklung der Waldschäden der Buche seit 1984

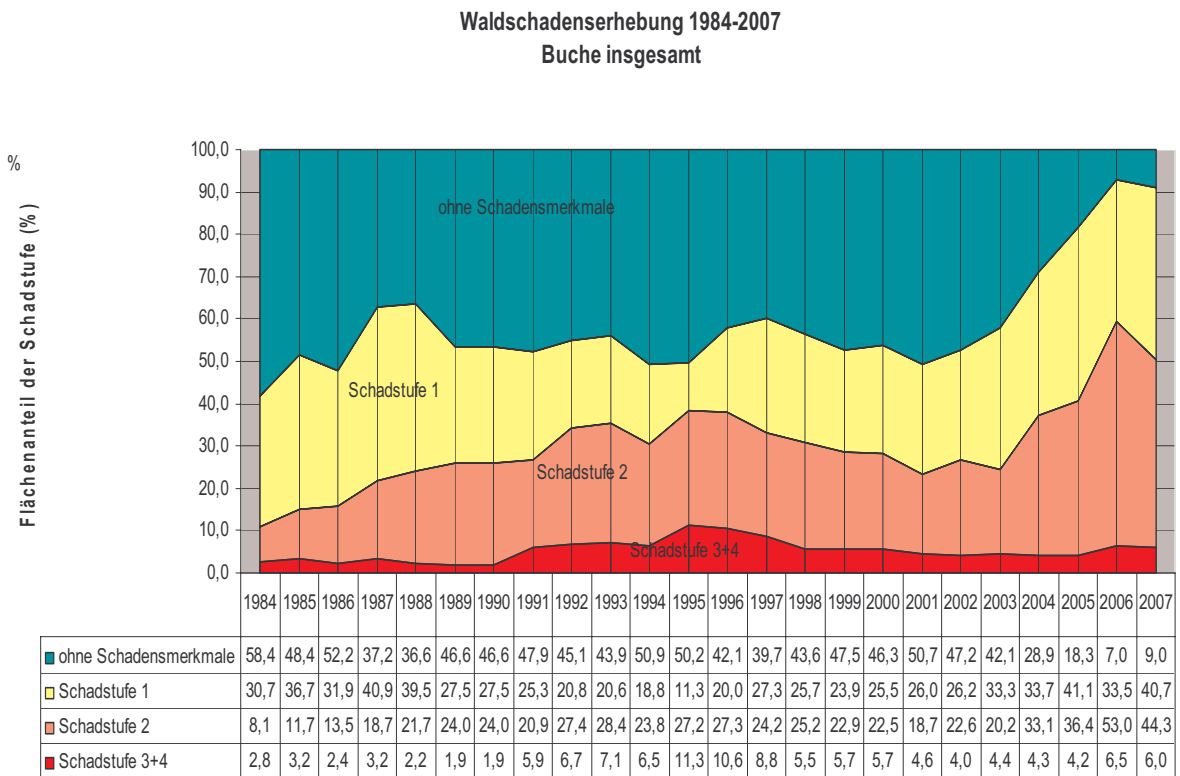


Abb.7: Entwicklung der Waldschäden seit 1984 für Buche bis 60 Jahre

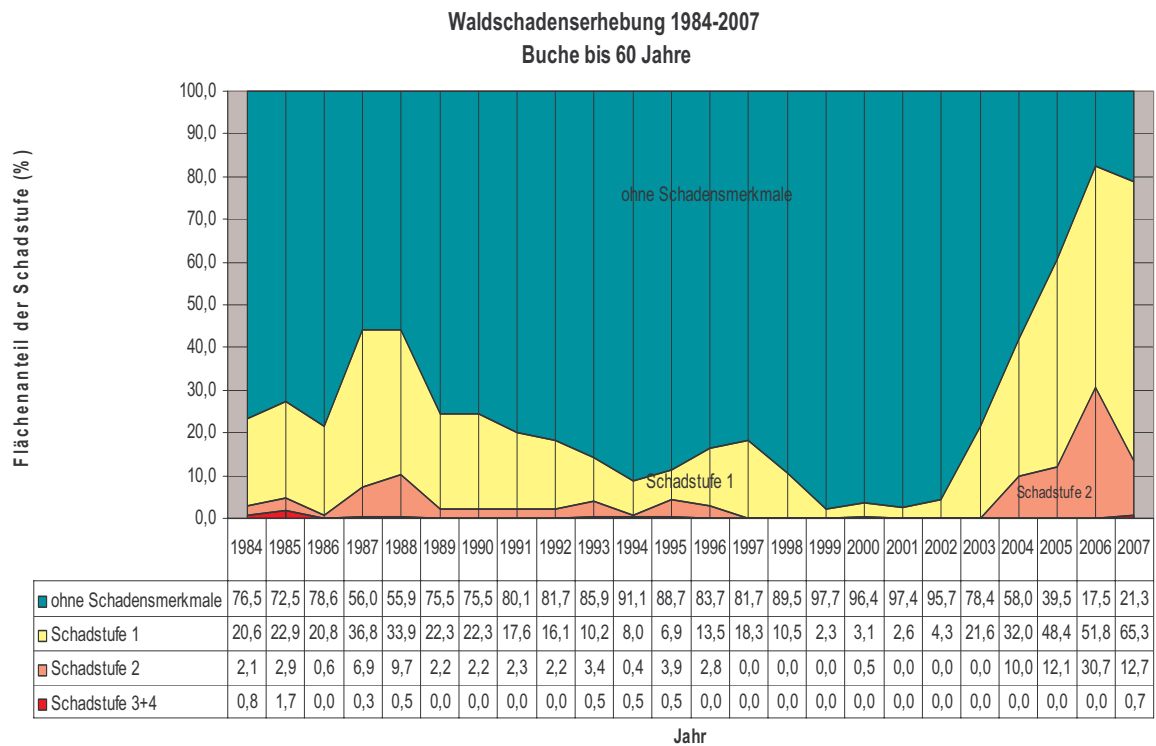
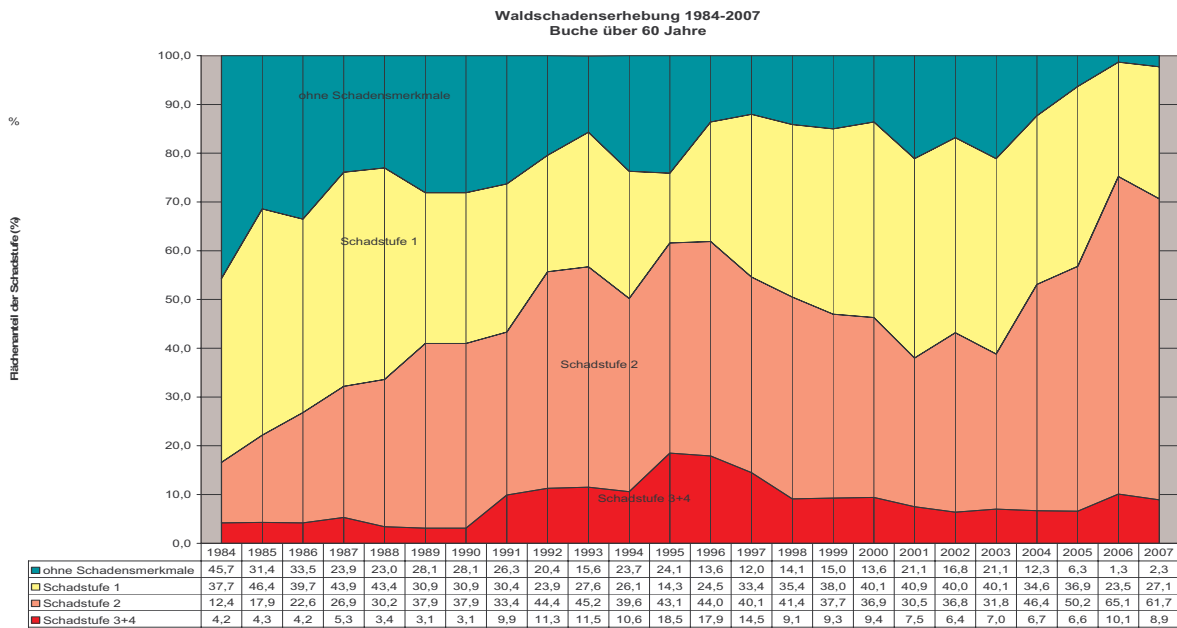


Abb.8: Entwicklung der Waldschäden seit 1984 für Buche über 60 Jahre



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 2006 auf einen Höchststand von 51% 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 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:

Bei der Eiche bleiben die deutlichen Schäden in 2007 insgesamt nur geringfügig hinter dem Höchststand des Vorjahres zurück (50%; -1%-Punkt), eine Verbesserung ist v.a. bei den jüngeren Eichen zu verzeichnen (19%; - 8%-Punkte). Die deutlichen Schäden bei den älteren Eichen verbleiben mit 61% nahezu unverändert (-0,5%-Punkte). Wie bei der Buche sind die älteren Bäume stärker geschädigt als die jüngeren; der Anteil der Bäume ohne Schadsymptome hat sich mit dem Ansteigen der schwachen Schäden (Schadstufe 1) weiter verringert.

Abb.9: Entwicklung der Waldschäden der Eiche seit 1984

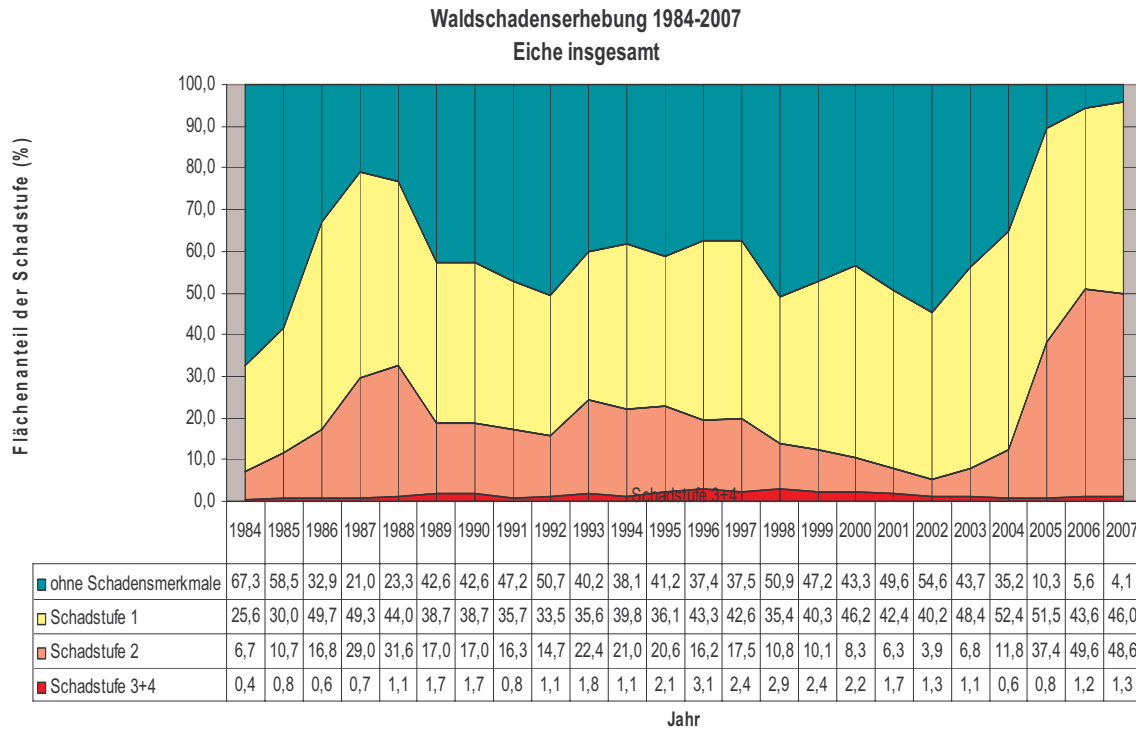


Abb.10: Entwicklung der Waldschäden seit 1984 für Eiche bis 60 Jahre

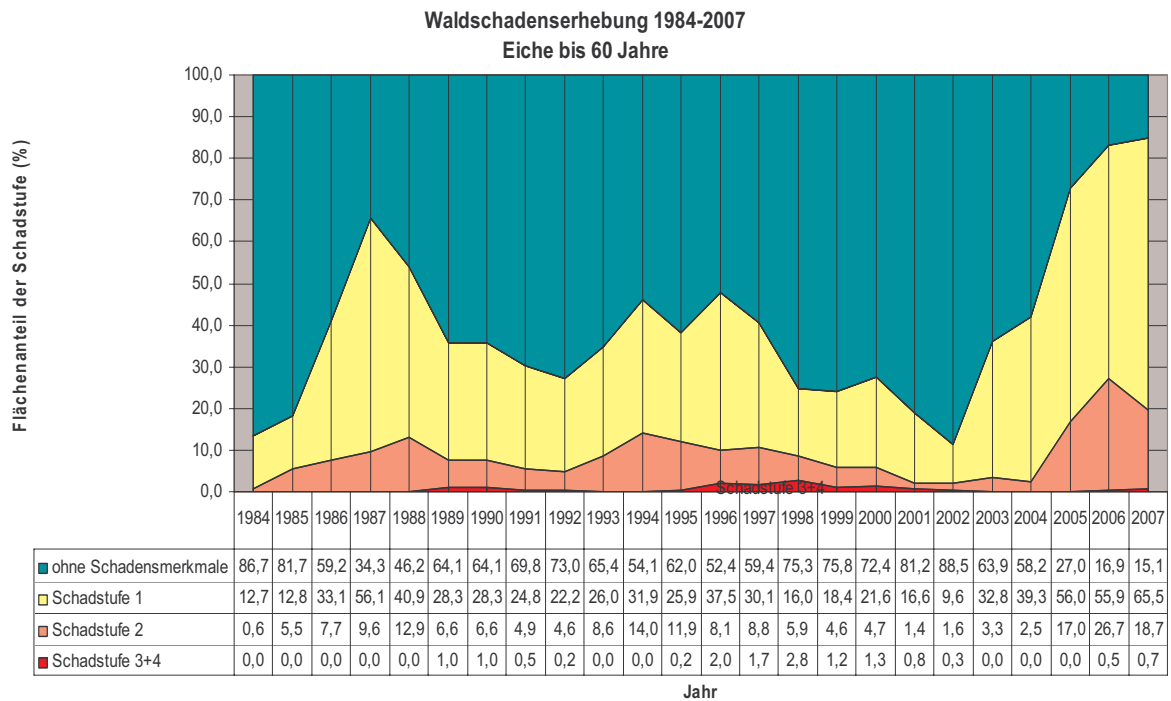
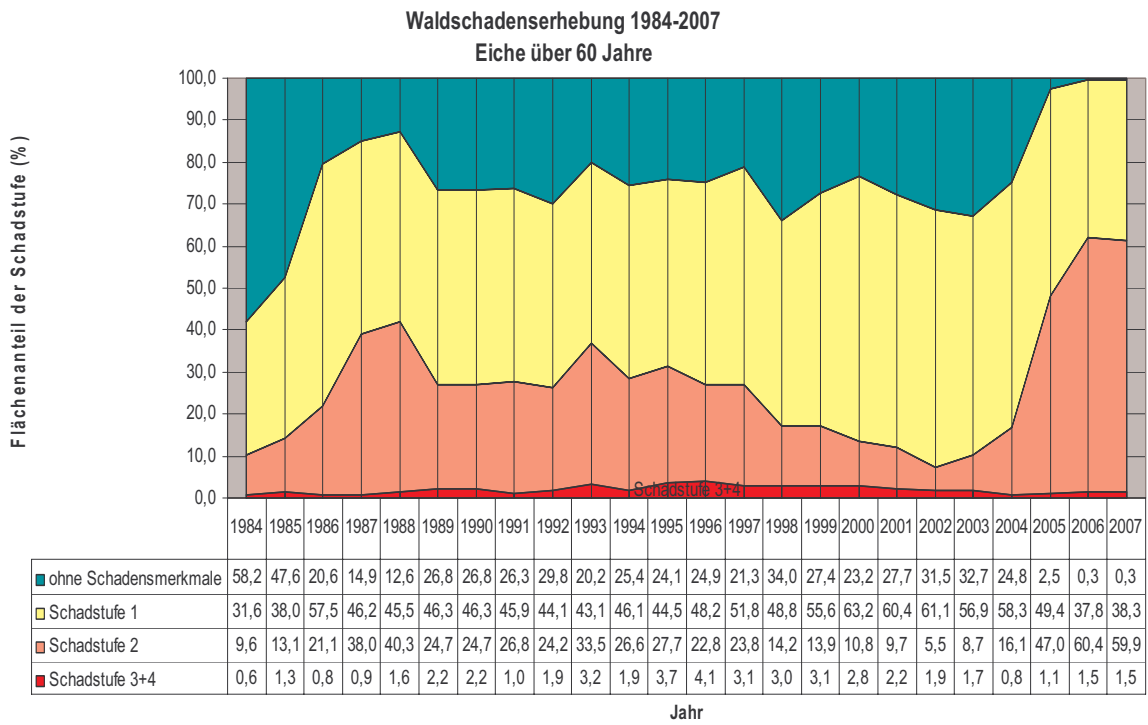


Abb.11: Entwicklung der Waldschäden seit 1984 für Eiche über 60 Jahre



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 Schadprozente der natürlichen Verbreitungsgebiete in den submontanen bis montanen Klimazonen Deutschlands nicht.

Insgesamt hielt sich der Anteil der deutlichen Schäden bei der Fichte seit 1984 auf einem Niveau von unter 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. 1995 erreichten die deutlichen Schäden mit 17% ein Maximum. Nach dem Trockenjahr 2003 stiegen die Schäden bis 2006 auf 41% an.

Aktuelle Entwicklung:

Für die jüngeren und vitaleren Fichtenbestände wirkte sich der regenreiche und kühle Sommer dieses Jahres günstig aus. In den bis 60-jährigen Fichtenbeständen verringerten sich die deutlichen Schäden um 11%-Punkte auf 18%, in den älteren Beständen hielten sie sich allerdings nahezu unverändert bei 77%. Im Gesamtergebnis ergibt sich damit eine Verbesserung um 8%-Punkte auf 33 %. Auf die günstigen Witterungsbedingungen mit hohem Wasserangebot reagierten die Fichten mit starkem Wachstum der Haupt- und Seitentriebe und haben die Benadelungsverluste der Vorjahre zum Teil wieder ausgeglichen.

Die befürchtete Ausbreitung der Borkenkäferschäden (Buchdrucker und Kupferstecher) hielt sich im Jahr 2007 glücklicherweise in Grenzen. Der regenlose und viel zu warme April ließ eine weitere Massenvermehrung befürchten: trocken-warme Witterung beschleunigt die Entwicklung der Schadinsekten und erhöht die Disposition der Wirtsbäume.

Hohe Regenmengen und niedrige Temperaturen im Juli und August beschränkten aber die weitere Entwicklung der Käferpopulation. Borkenkäferschäden traten zwar vielerorts auf, aber meistens örtlich begrenzt und nicht auf größerer Fläche.

Trotzdem ist es um viele Fichtenbestände weiterhin schlecht bestellt: In vielen Fällen muss eine flächige Nutzung fortgeführt werden, weitere Fichtenbestände befinden sich häufig partienweise oder von den Rändern her in Auflösung. Durch Auflösen von Bestandesstrukturen mit plötzlichem Freistand kommt es in den verbleibenden Bestandesteilen zu weiteren Kronenschäden und Verminderung der Vitalität, was dann wiederum die Disposition gegenüber dem Schädlingbefall erhöht.

Infolge der fortlaufenden Aufarbeitung befallener Käferbäume lag der Anteil toter Bäume zum Zeitpunkt der Waldschadenserhebung weit unter 1%.

Abb.12: Entwicklung der Waldschäden der Fichte seit 1984

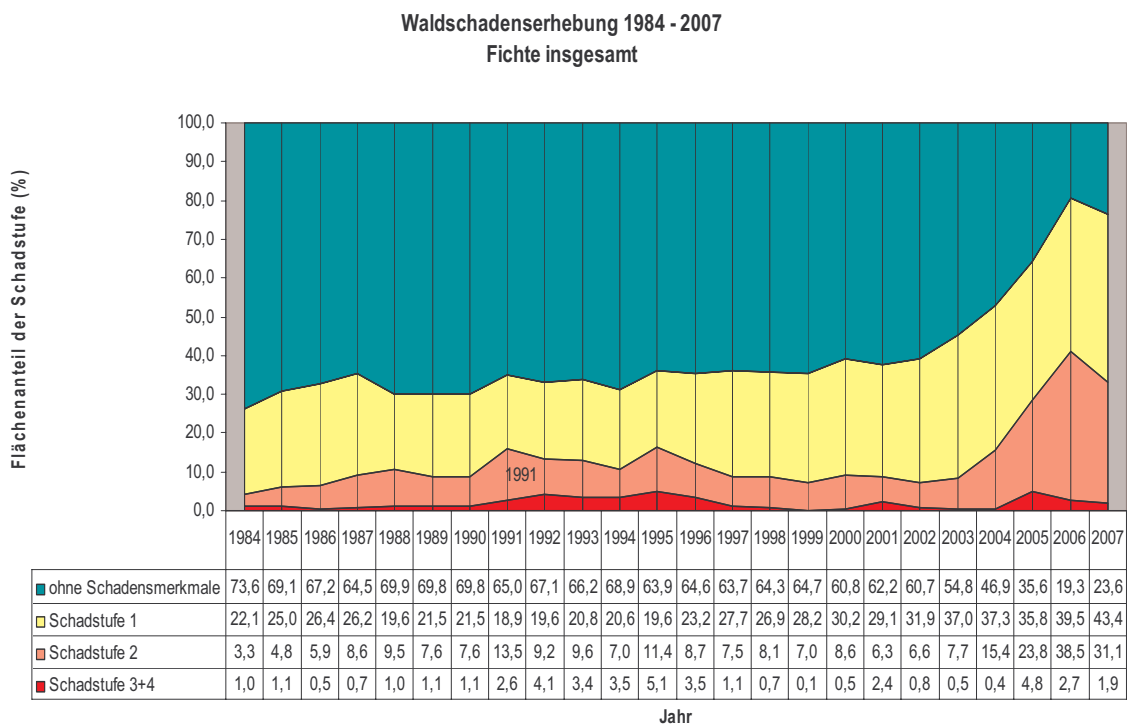


Abb.13: Entwicklung der Waldschäden seit 1984 für Fichte bis 60 Jahre

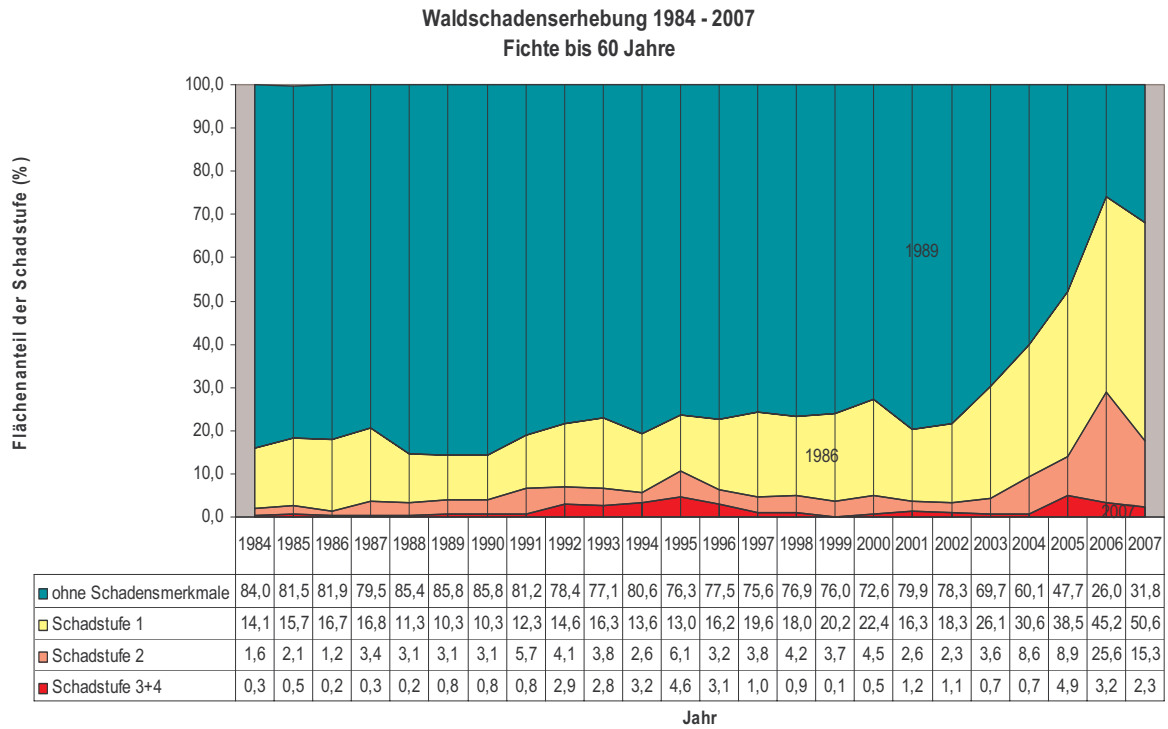
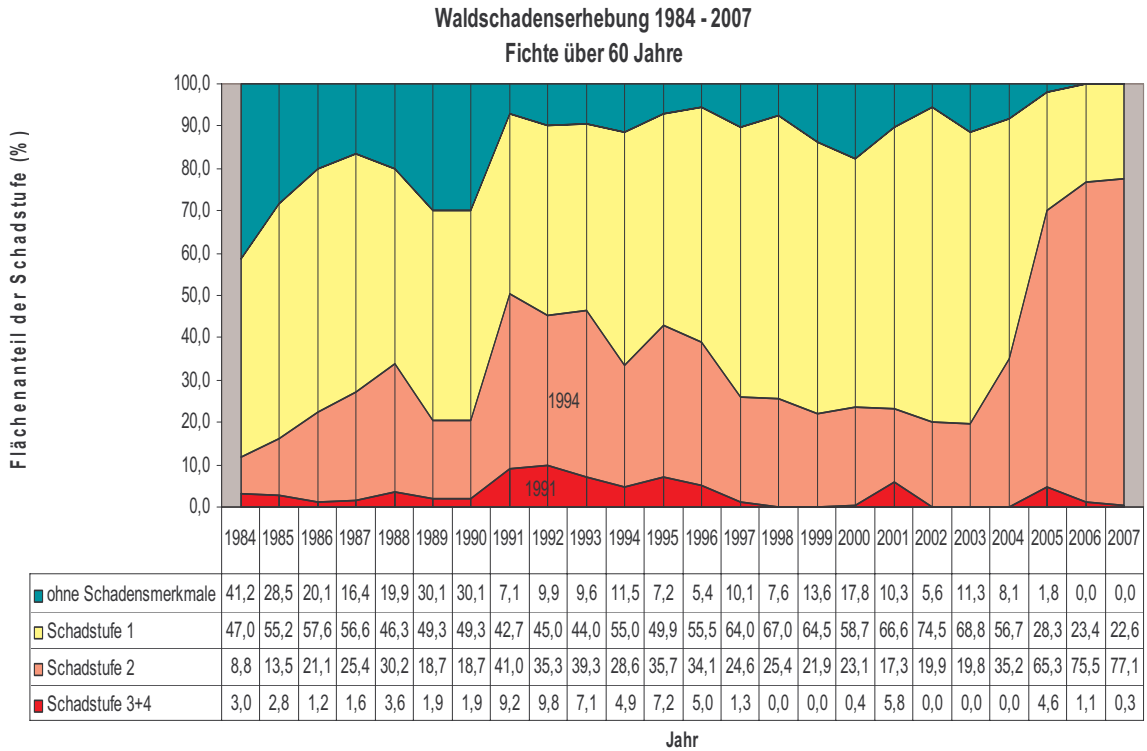


Abb.14: Entwicklung der Waldschäden seit 1984 für Fichte über 60 Jahre



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.

Die deutlichen Schäden der Kiefer lagen in der langjährigen Beobachtungsreihe seit 1984 auf einem Niveau von unter 20% mit einem Maximum von 24% im Jahr 1995. 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% acht mal höher als noch 2003.

Der Anteil von Bäumen ohne Schadensmerkmale verringerte sich im gesamten Zeitraum seit 1984 kontinuierlich, 2006 wurden nur noch 1% aller Kiefern als gesund eingestuft.

Aktuelle Entwicklung:

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

Bei den jüngeren wie auch älteren Kiefern haben sich 2007 die deutlichen Schäden verringert: in den jüngeren, bis 60-jährigen Beständen merklich um 17%-Punkte auf 50%, bei den älteren um 4%-Punkte auf 67 %, über alle Alter um 8%-Punkte auf 62%.

Durch die günstigen Witterungsbedingungen konnten sich 2007 kräftige Jahrestriebe mit guter Benadelung bilden. Allerdings führte bei der feuchten Witterung im Spätsommer die Kieferschütte (eine Pilzerkrankung) zu Nadelschäden und teilweise bereits zu einem vorzeitigen Abwurf der älteren Nadeljahrgänge.

Schädlingsbefall von nadelfressenden Großschmetterlingen wie Nonne, Kiefernspanner und Foreule sowie von Borkenkäfern wie Waldgärtner oder zwölfzähigem Kiefernborkekäfer waren nicht festzustellen.

Abb.15: Entwicklung der Waldschäden der Kiefer seit 1984

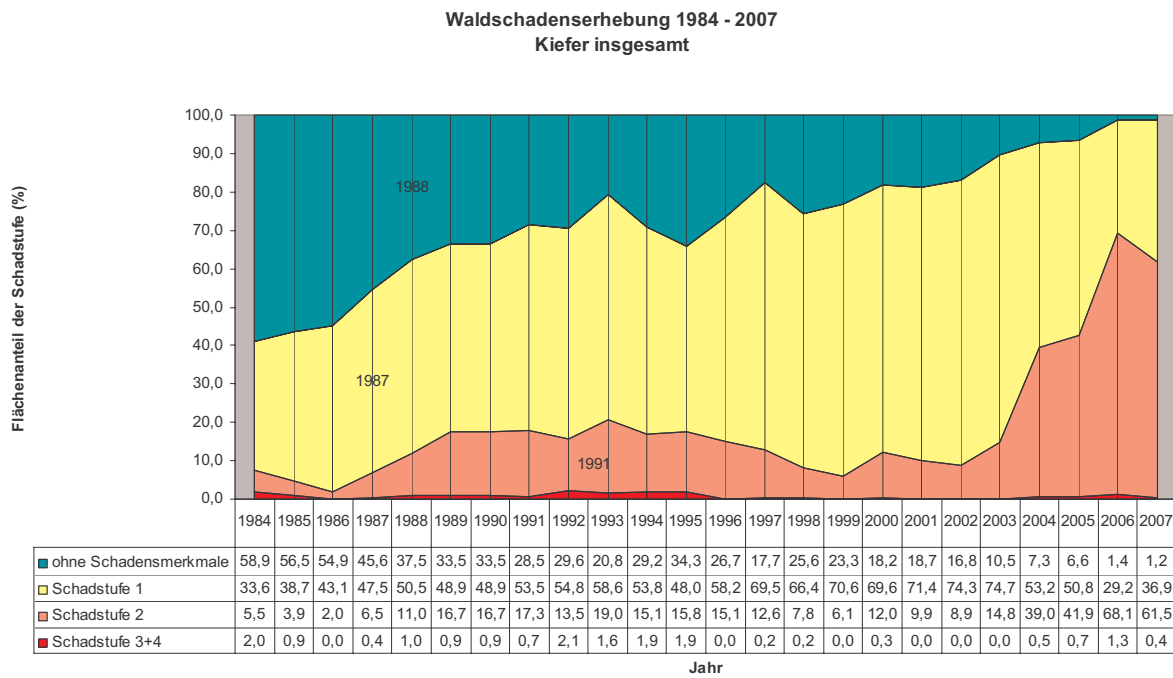


Abb.16: Entwicklung der Waldschäden seit 1984 für Kiefer bis 60 Jahre

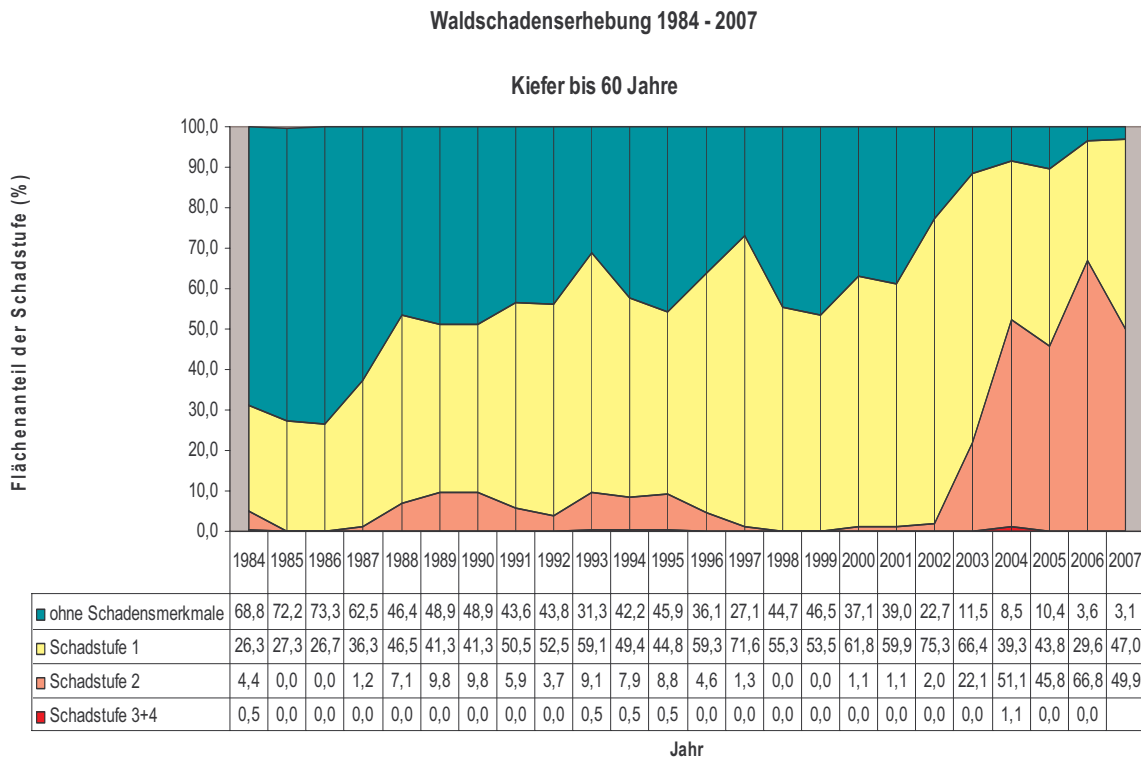
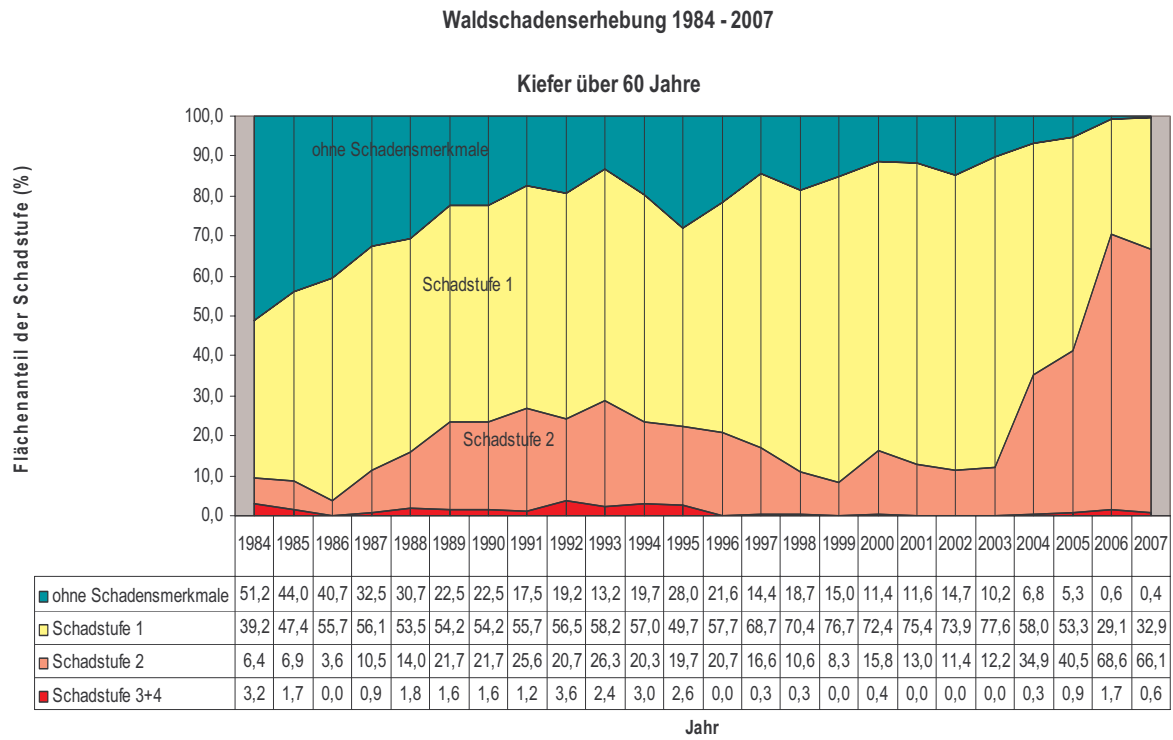


Abb.17: Entwicklung der Waldschäden seit 1984 für Kiefer über 60 Jahre



Einflussfaktoren

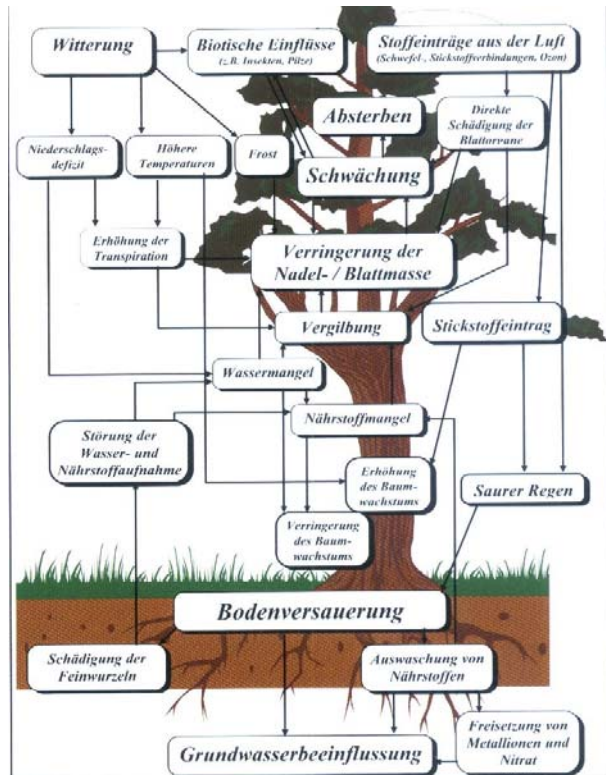
Abb.18: Waldzustand und Einflussfaktoren (*)

Wachstum und Vitalität der Bäume sind abhängig von verschiedenen biotischen und abiotischen Einflussfaktoren. Sie stehen in Wechselwirkung mit Temperatur, Strahlung, Niederschlag, Wasserversorgung des Bodens, Bodenzustand, Nährstoffversorgung und –aufnahme.

Zu den Einflussfaktoren gehören dabei auch die Einflüsse, die vom Menschen verursacht werden, also auch systemverändernde Schadstoffeinträge. Die Höhe dieser Belastungen, insbesondere über den Wirkungspfad des Bodens und des Nährstoffkreislaufes, sind für die Vitalität und Stabilität der Bäume gegenüber Umwelteinflüssen entscheidend.

Vorliegende Untersuchungen belegen eine fortschreitende Versauerung und Nährstoffverarmung der Waldböden. Es gibt bereits Hinweise, dass bei der Buche auftretende Holzverfärbungen und –nekrosen mit der Veränderung der Böden in Zusammenhang stehen könnten.

Das Ministerium für Umwelt hat als Gegen- bzw. Vorsorgemaßnahme die Waldkalkung als eine wesentliche Möglichkeit zur Stabilisierung von Waldstandorten wieder aufgegriffen.

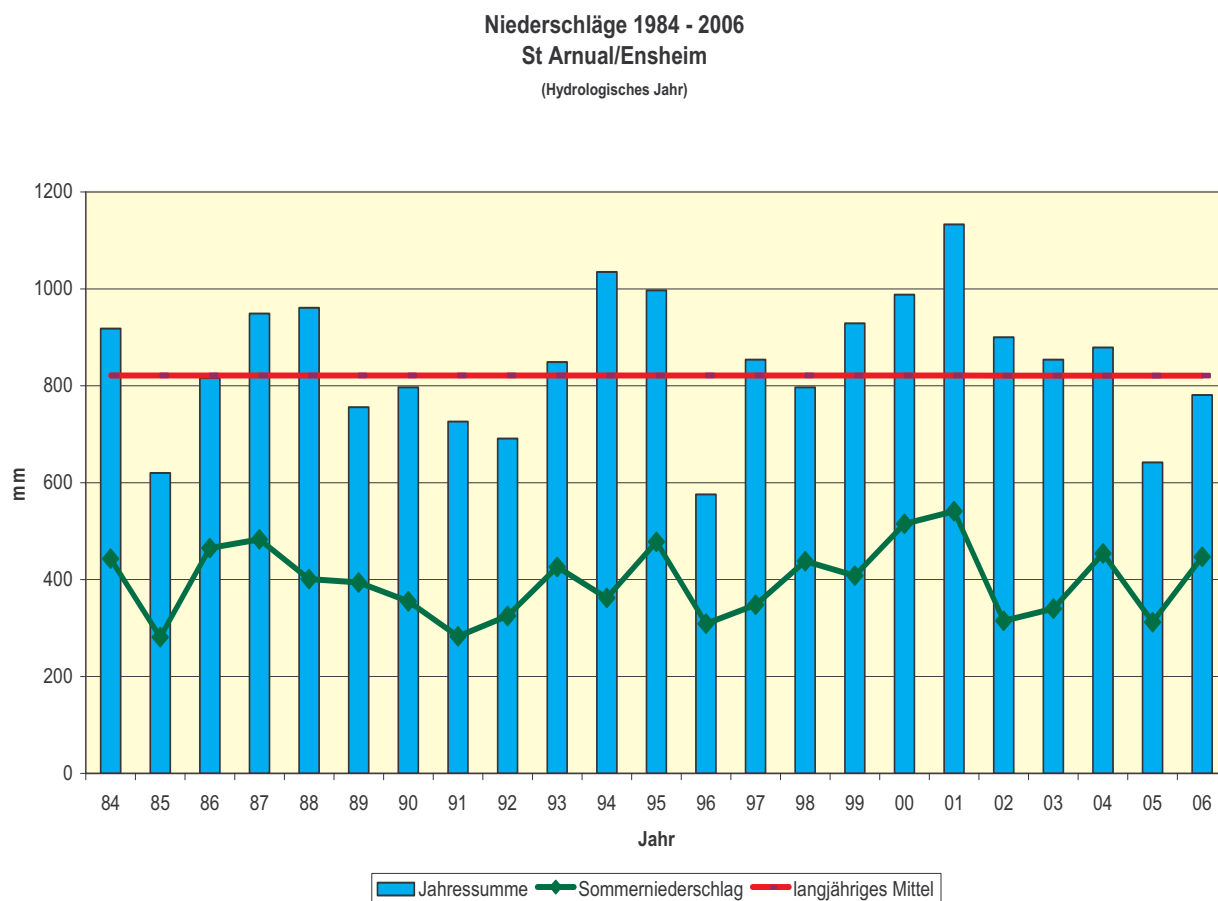


(*)FORSTLICHE VERSUCHSANSTALT BADEN-WÜRTTEMBERG
Waldzustandsbericht 2003, Freiburg 2003

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 seit 1993, ausgenommen das Jahr 1996, im langjährigen Mittel oder darüber. Auch das Jahr 2003 lag trotz eines extrem trocken-heißen Sommers mit 900 mm noch über dem Durchschnitt, was auf die hohen Herbst/Winterniederschläge zurückzuführen ist.

Sehr deutlich unter dem langjährigen Mittel liegen die Jahre mit Sommertrockenheit: 1985, 1991, 1996 sowie in der Folge 2002, 2003 und 2005.

Abb.19: Jahresniederschlag seit 1984 (hydrologisches Jahr - Oktober bis September)



2007: sehr milder Winter, warmes Frühjahr mit trocken-warmen April, regenreicher Sommer

Der bisherige Witterungsverlauf dieses Jahres ist geprägt durch deutlich überdurchschnittliche Temperaturen seit Herbst 2006 bis zum Frühjahr 2007. Der Winter 2006/2007 war der wärmste seit Beginn systematischer Wetterbeobachtungen. Der April war fast hochsommerlich warm mit vielen Sonnentagen (5 K wärmer als das langjährige Mittel) und viel zu trocken.

Die Trockenheit im April wirkte sich nach den vorhergehenden ausreichenden Niederschlägen noch nicht waldschädigend aus; es folgte dann ein regenreicher und in den Monaten Juli/August auch kühler Sommer mit für das Waldwachstum günstigen Bedingungen.

Abb.20: Monatstemperatur Oktober 2002 – August 2007 ()*

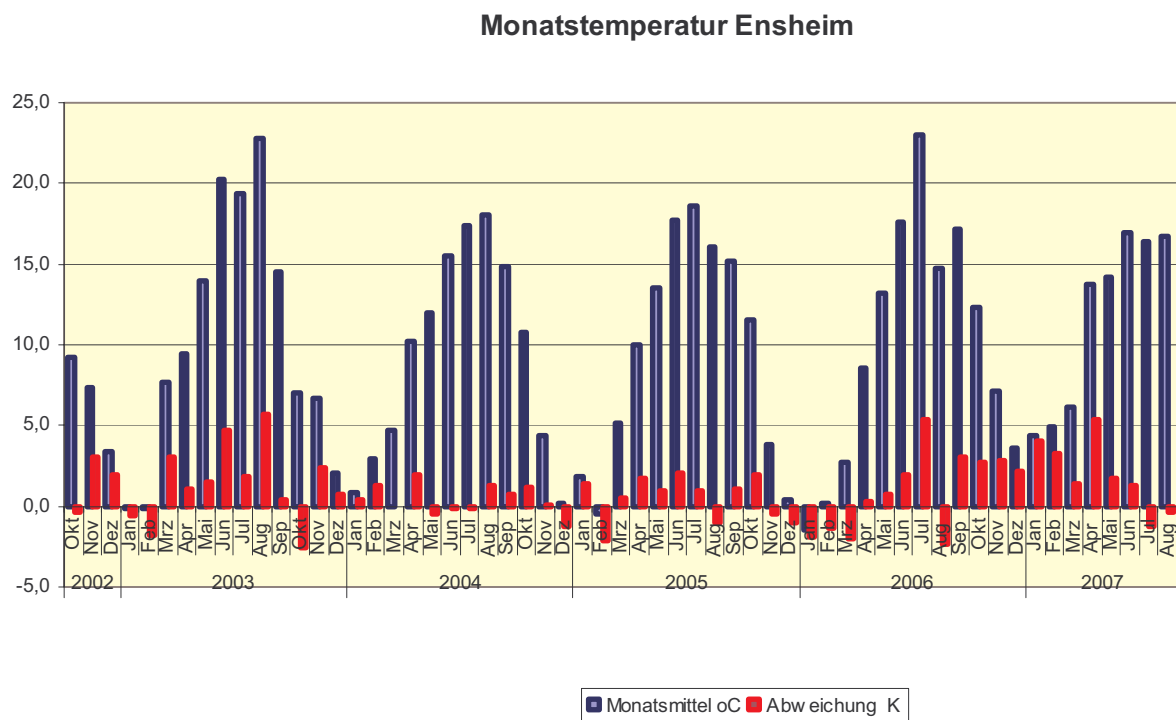
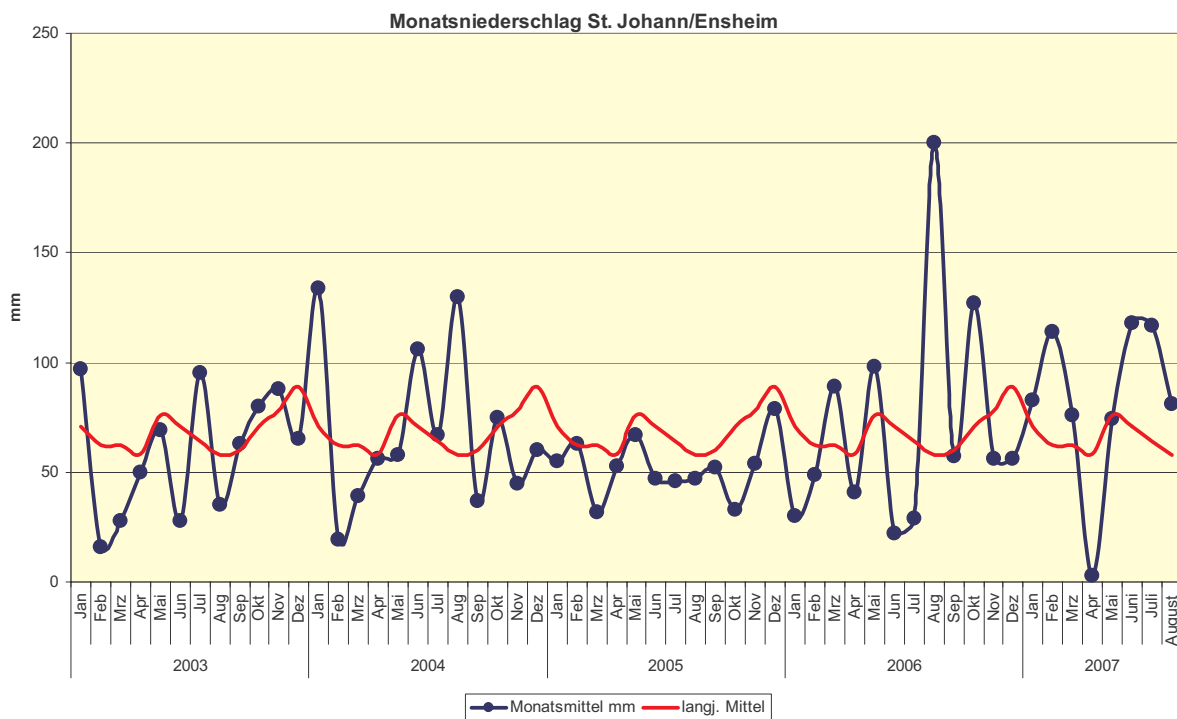


Abb.21: Monatsniederschlag Januar 2003 – August 2007 (*)



Waldschutzsituation

Auch die Schädlingentwicklung wurde durch den Wetterverlauf beeinflusst. Der frühe Wärmeeinbruch schien eine Massenvermehrung von Schadinsekten zu begünstigen, die kühlen und regenreichen Sommermonate stoppten jedoch diese Entwicklung. Trotzdem bleibt die Gradation den Wald bedrohender Schadinsekten ein erstzunehmender Faktor. Dies war deutlich am Blattfraß von Eichen und Buchen durch Eichenwickler und Frostspanner zu erkennen. Wenn auch der lokale Kahlfraß des vergangenen Jahres ausblieb, so war doch fast jede zweite Eiche und auch relativ viele Hain- und Rotbuchen von mittlerem bis starkem Fraß der vorgenannten Insektenarten gezeichnet, besonders auffallend die verstärkten Schäden an Eichen im Nordsaarland, die steigenden Durchschnittstemperaturen begünstigen hier scheinbar die Vermehrung Wärme liebender Insektenarten.

Die Schäden des Borkenkäfers gingen in diesem Jahr deutlich zurück, nur etwa ein Drittel der Vorjahresmenge fiel als Zwangsnutzung wegen Käferbefall an.

Auch Eichen-Prozessionsspinner und Eichen-Prachtkäfer, zwei Wärme liebende Insektenarten, mit ebenfalls erheblichem Schadpotential, konnten sich durch die für sie ungünstige Sommerwitterung nicht bis zum Fortpflanzungsstadium entwickeln.

Die Temperatur- und Niederschlagsentwicklung in den nächsten Jahren wird zeigen, in wie weit diese biotischen Faktoren Einfluss auf den Waldzustand haben werden.

(*) DEUTSCHER WETTERDIENST/Witterungsreport 2002/2006

Verfahren und Durchführung der Waldzustandserhebung

Die Waldzustandserhebung erfolgt nach bundesweit einheitlichen Kriterien durch Ansprache des Gesundheitszustandes von Einzelbäumen nach äußeren Merkmalen, insbesondere nach dem Belaubungszustand.

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 Einschätzung des Befalls biotischer Schadorganismen:

- Borkenkäfer
- Buchenspringrüssler
- Kieferngrößschädlinge
- Eichenwickler und Frostspanner
- sonstige Insekten und Schadpilze

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 3% liegt. Der hohe Wert von 18,2% des Jahres 1991 ist die Folge der Sturmwürfe 1990. Im Jahr 2007 wurden 4,2 % der Probebäume ersetzt.

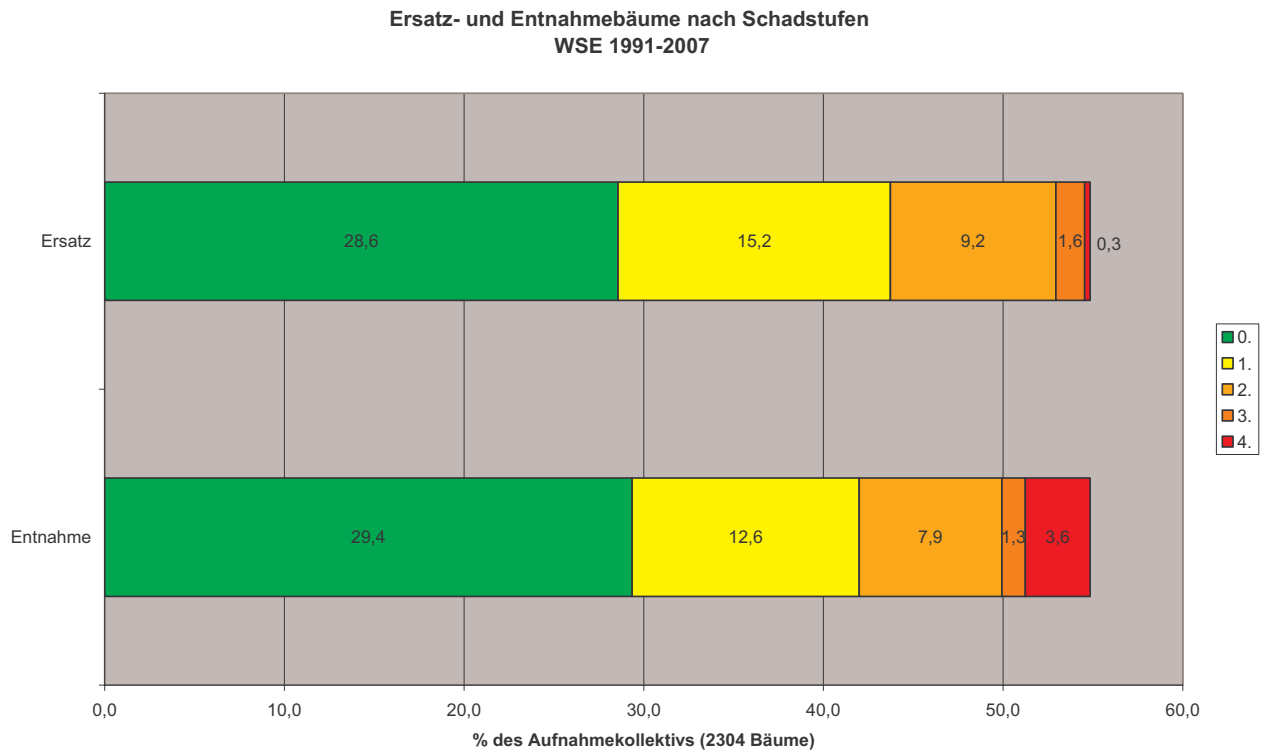
Tabelle 3: Anteil ausgeschiedener und ersetzter Probebäume in Prozent des Aufnahmekollektivs 1991-2007

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
1991-2007	54,8

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

Abb. 22 zeigt für den Zeitraum von 16 Erhebungsjahren die Verteilung der Ersatz- bzw. Entnahmebäume auf die Schadstufen 1-4.

Abb. 22: 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 3,6% 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.

Untersuchungsergebnisse saarländischer Dauerbeobachtungsflächen im Wald (Depositionsmessnetz)

Einleitung

Das Saarland unterhält seit 1990 insgesamt 9 Waldökosystem – Intensivuntersuchungsflächen auf repräsentativen geologischen Ausgangssubstraten (Standorte Fischbach, Von der Heydt, Bildstock, Jägersburg, Eft-Hellendorf, Mettlach, Ormesheim, Altheim, Warndt; Standort Otzenhausen bis 2003). Mit der Station Fischbach beteiligt sich das Saarland am Level II-Programm der Europäischen Union. Ziel der jährlichen Untersuchungen der Dauerbeobachtungsflächen ist es, langjährige Trends der stofflichen Belastung der saarländischen Wälder und Waldböden aufzudecken und Konsequenzen für angrenzende Ökosysteme sowie Empfehlungen für die Verantwortlichen in Politik und forstlicher Praxis abzuleiten.

Stoffeinträge in saarländische Waldökosysteme

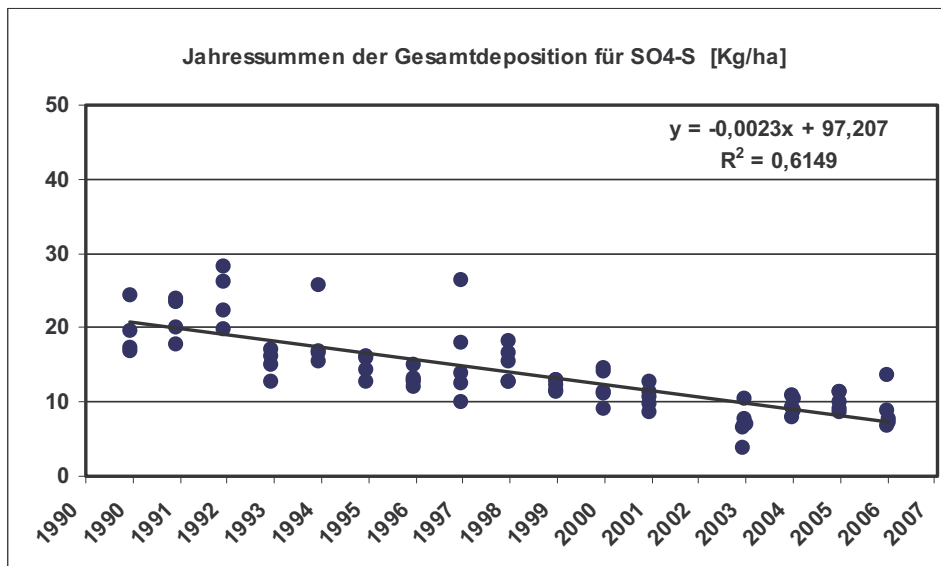
Im Rahmen der Aktivitäten der Wirtschaftskommission der Vereinten Nationen für Europa (UN-ECE) ist das Critical Levels- und Critical Loads-Konzept für ökologische Belastungsgrenzen gegenüber verschiedenen Luftschadstoffen entwickelt worden. In diesem Zusammenhang werden unter Critical-Levels Luftschadstoffkonzentrationen 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.

Schwefel

Dank durchgreifender Luftreinhaltemaßnahmen in den zurückliegenden Dekaden ist die Eintragsbelastung saarländischer Wälder durch versauernd wirkende Schwefelverbindungen weiterhin kontinuierlich zurückgegangen (Abb. 23).

Die Schwefeldioxidkonzentrationen haben sich seit dem Untersuchungsbeginn in 1990 nahezu halbiert und überschreiten heute nicht mehr die kritischen Belastungsgrenzen (Critical Loads). Für die saarländischen Waldböden aus basenarmen Ausgangssubstraten, wie zum Beispiel Quarzit wird dieser Schwellenwert allerdings noch erreicht.

Abb. 23: Jahressummen und linearer Trend der Gesamtdosition für SO₄-S an ausgewählten saarländischen Dauerbeobachtungsflächen im Wald (mit Angabe des Bestimmtheitsmaßes)



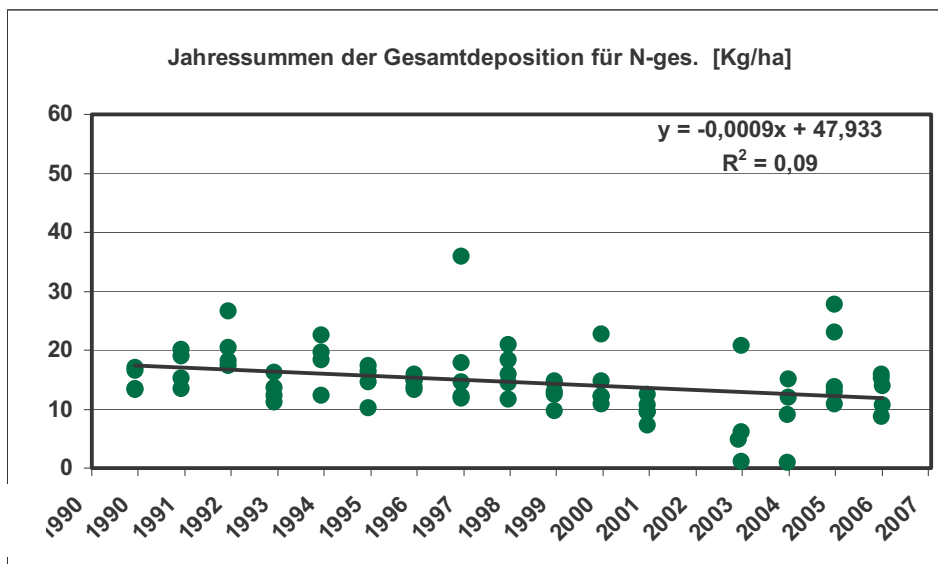
Stickstoff

Neben Schwefelverbindungen werden ebenfalls versauernd wirkende Stickstoffverbindungen aus dem Kraftverkehr (NO_x) und der Landwirtschaft (NH₃) in die Wald-Ökosysteme eingetragen. Die Stickstoff-Gesamtdeposition ging im Saarland als linearer Trend im gesamten Beobachtungszeitraum um ungefähr 34 % zurück (Abb. 24). Die Einträge haben sich von im Mittel 18 kg ha⁻¹ a⁻¹ im Jahr 1990 auf 12 kg ha⁻¹ a⁻¹ im Jahr 2006 reduziert und liegen damit im Bundesdurchschnitt (Baumgarten et al. 2006).

Der kritische Schwellenwert (Critical Load-Wert) für die Stickstoffdeposition wird von den natürlichen Eigenschaften der betrachteten Ökosysteme am konkreten Standort bestimmt. Unter Beachtung der Stickstoffaufnahme der Vegetation, der N-Immobilisation im Boden und dem Stickstoffaustrag mit dem Sickerwasser sowie dem gasförmigen Austrag über die Denitrifikation liegen die Critical Loads für Waldökosysteme im Bereich zwischen 5 kg N ha⁻¹ a⁻¹ und höchstens 20 kg N ha⁻¹ a⁻¹. 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 (UN-ECE 1988; Bobbink et al. 1995; Nagel & Gregor 1998). Zur Vermeidung von Störungen der Bodenprozesse und Bodenvegetation in Wäldern gilt ein Bereich von 10 bis 15 kg ha⁻¹a⁻¹ [N].

Bei den meisten saarländischen Dauerbeobachtungsflächen im Wald wird dieser kritische Schwellenwert 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.

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

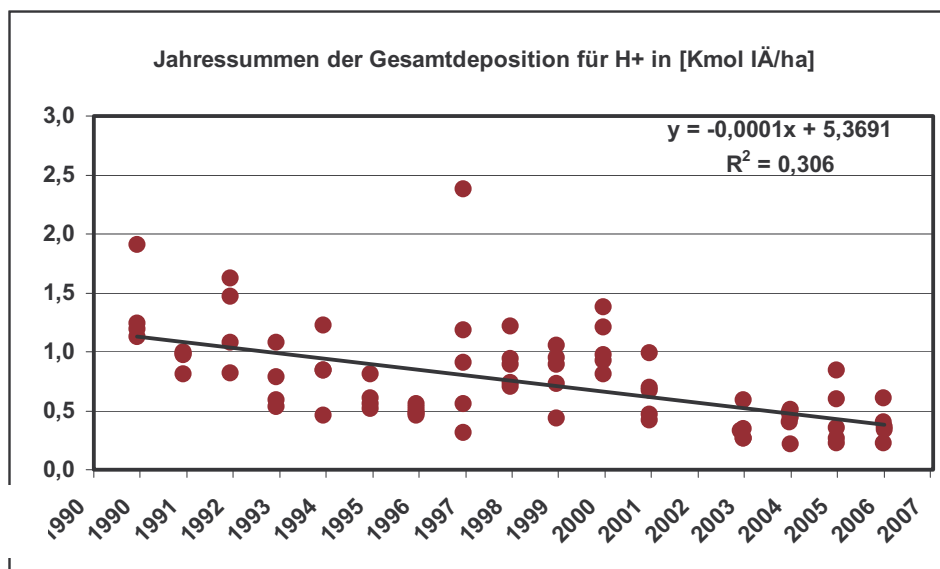


Säureinträge

Die Gesamtdeposition an säurewirksamen Stoffen (H⁺) geht an den saarländischen Level II-Standorten seit 1990 linear zurück (Abb. 25). Aufgrund empirischer Annahmen wurde eine kritische Säurebelastungsgrenze (Critical Load) für Böden basierend auf Bodenchemie und -mineralogie bestimmt. Abhängig von den chemischen Bodeneigenschaften und der Fähigkeit, durch Verwitterung basische Kationen (Ca, Mg, K) nachzuliefern, ist die Kapazität zur Säureneutralisation unterschiedlich. Die Bereiche für die jeweiligen kritischen Eintragungsgrenzen errechnen sich danach, wie viel der Waldboden langfristig durch seine Säureneutralisationskapazität abfangen kann.

Die aktuellen Säureeintragsraten überschreiten mit 0,3 bis 0,8 kmol IÄ/ha/Jahr derzeit noch an den basenarmen Ausgangssubstraten die ökosystemverträglichen Critical Loads (WHO 2000).

Abb. 25: Jahressummen und linearer Trend der Gesamt-Säuredeposition an ausgewählten saarländischen Dauerbeobachtungsflächen im Wald (mit Angabe des Bestimmtheitsmaßes).



Bodenzustand

Eng gekoppelt mit den hohen Stickstoff- und Säureinträgen stellt sich die Belastungssituation der saarländischen Waldböden dar. In Abhängigkeit vom Säureneutralisationsvermögen der Boden-Ausgangssubstrate haben sich pH-Werte, Aziditätsgrad, Säure-/Base-Relationen und ggf. phytotoxisch relevante Konzentrationen an Aluminium oder Mangan in den Laubwaldböden in den zurückliegenden Jahren unterschiedlich entwickelt:

pH-Werte der Bodenlösung

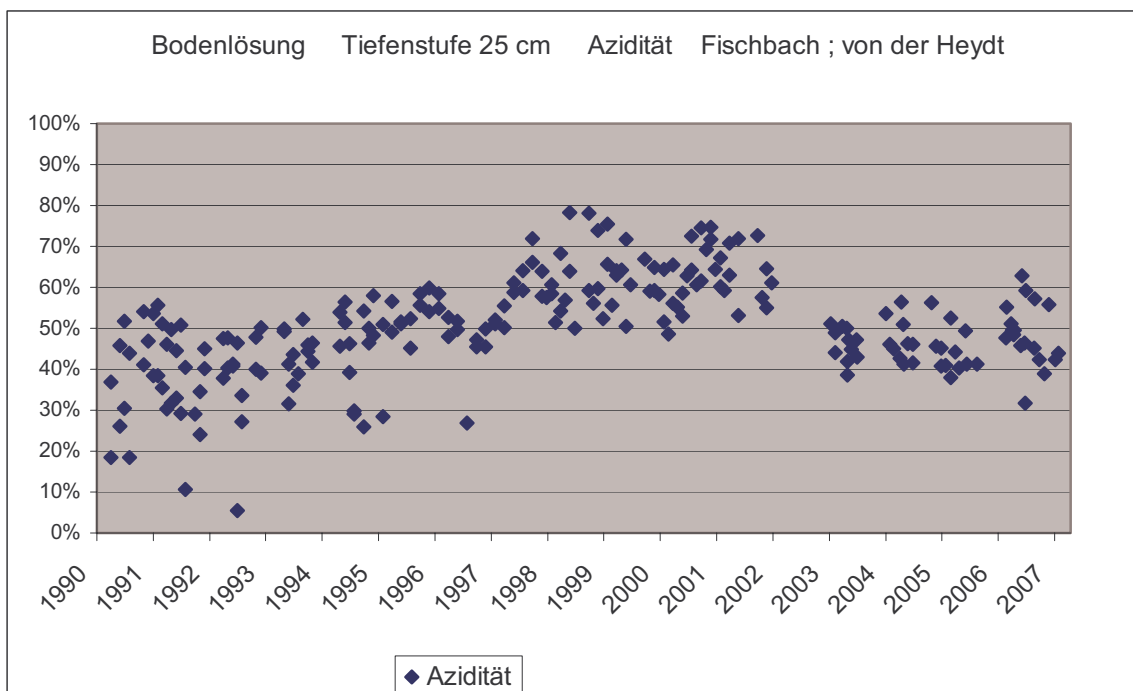
Mit Ausnahme der basenreichen Muschelkalk-Standorte Ormesheim und Altheim sind die pH-Werte der Bodenlösung an den übrigen Standorten weiter abgesunken. In der Wurzelzone bis 25 cm Tiefe liegen sie an den Standorten Eft-Hellendorf, Jägersburg und Warndt aktuell bei pH 4,0 bis pH 4,3. Dieser Trend setzt sich bis in den tieferen Unterboden fort. An den Standorten Fischbach und Von der Heydt variieren die pH-Werte aktuell zwischen 4,1 und 4,8.

Demnach sind die pH-Werte der Oberböden aktuell dem Aluminium- bis Austauscherpufferbereich zuzuordnen. Unter diesen Bedingungen werden eingetragene Säuren durch die Freisetzung von Aluminium-Ionen aus Tonmineralen und Primärsilikaten gepuffert, die zum Teil ökophysiologisch wirksame Konzentrationen in der Bodenlösung erreichen können. Zudem besteht unter diesen Bedingungen bereits die Gefahr einer irreversiblen Veränderung der Tonmineralgarnitur bis zur fortschreitenden Tonmineralzerstörung. Unter bodensauren Bedingungen geht die biologische Aktivität in den Oberböden zurück, was zu einer Verschlechterung der Humusqualität führen kann.

Aziditätsgrad

Der Aziditätsgrad der Bodenlösung – definiert durch das Verhältnis von basischen Kationen (Ca, Mg, K, Na) zu säurebildenden Kationen (Al, Fe, Mn, H) ohne NH_4 – hat sich in Anlehnung an die pH-Werte entwickelt, d.h. insbesondere an den basenarmen Standorten nahm der Aziditätsgrad in den vergangenen Dekaden kontinuierlich zu.

Abb. 26: Monatsmittelwerte des Aziditätsgrades der Bodenlösung (Tiefenstufe 25 cm) für die Stationen Fischbach und Von der Heydt



Im Beobachtungszeitraum stieg der Aziditätsgrad im Mittel von ungefähr 30 % auf im Mittel 60 % in den oberen 25 cm Boden an. In der tieferen Bodenzone liegt er aktuell noch im Mittel bei ungefähr 40 % (Abb. 26). Dieser Anstieg ist insgesamt auf eine zunehmende Verarmung der Standorte an Basen (Ca, Mg, K) durch fortschreitende Versauerung zurückzuführen. An den beiden Standorten Fischbach und von der Heydt hat sich der Aziditätsgrad in 25 cm Tiefe im Mittel bei 50% stabilisiert, was auf die noch ausreichende Pufferkapazität der Unterböden (tiefere Horizonte) zurückgeführt werden kann.

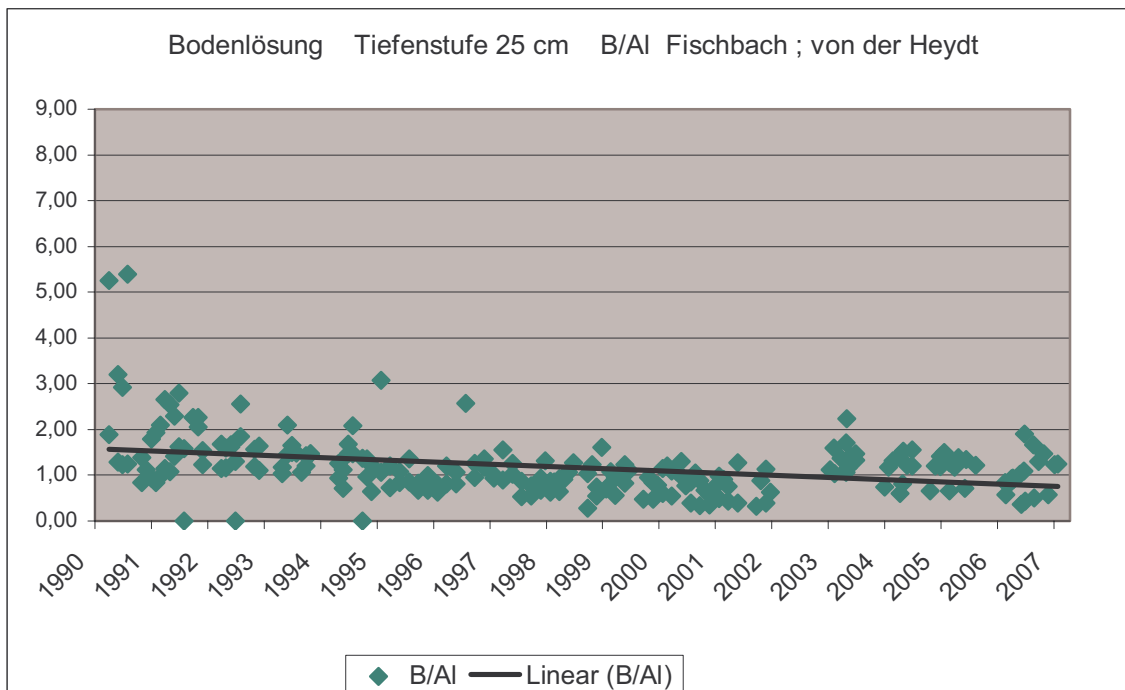
Säuretoxizität

Das molare Verhältnis von Basenkationen (Ca+Mg+K) zu Aluminium in der Bodenlösung berücksichtigt einerseits, dass in Gegenwart dieser basischen Kationen eine erhöhte Aluminiumkonzentration von den Pflanzenwurzeln besser vertragen werden kann und dass andererseits in Gegenwart hoher Aluminiumkonzentrationen die Aufnahme der elementaren Nährstoffe Calcium, Magnesium und Kalium in die Pflanzenwurzel behindert ist. An den basenarmen Standorten aus Quarzit (Eft-Hellendorf) und Buntsandstein (Jägersburg), aber auch an den Messstellen im Saarkohlenwald ist das Base-/Aluminium-Verhältnis unterhalb des humosen Oberbodens bereits deutlich auf < 1 abgesunken (Abb. 27). 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.

Konsequenzen

Die aktuellen Untersuchungsergebnisse aus den Umweltmonitoringflächen 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.

Abb. 27: Monatsmittelwerte und linearer Trend des molaren Verhältnisses von Basenkationen (Ca+Mg+K) zu Aluminium (B/Al) in der Bodenlösung (Tiefenstufe 25 cm) für die Stationen Fischbach und Von der Heydt



Diese Standorte machen im Saarland ca. 2/3 der Waldstandorte 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 lediglich verlangsamt.

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

Blattanalysen an Bäumen der Level II – Flächen des Saarlandes

Im Rahmen des Level II-Programms zum Forstlichen Umweltmonitoring erfolgt alle zwei Jahre eine periodische Untersuchung des Ernährungszustandes dauerhaft beobachteter Forstbestände nach international einheitlichen Vorgaben. Eine Bewertung der Hauptnährelementgehalte erfolgt nach FFCC-Kriterien (FFCC 2006).

Die Probenahme erfolgte im Zeitraum vom 29. Juni bis 5. Juli 2006 auf den Level II Flächen Altheim, Ormesheim, Fischbach, Jägersburg, von der Heydt, Warndt, Mettlach und Eft-Hellendorf. Pro Standort wurden fünf Buchen und eine Eiche aus der herrschenden Baumschicht ausgewählt und jeweils vier Äste aus allen Himmelsrichtungen beprobt. Die Blattproben wurden nach Bonitur der Fraßschäden, Nekrosen, Chlorosen und Abschätzung des Fruchtansatzes auf die Gehalte an Nährelementen (N, P, K, Ca, Mg, S) und Schwermetallen (Fe, Mn, Zn, Pb, Cd) analysiert.

Versorgung der Level II – Forstbestände mit Nährstoffen, Spurenelementen und Schwermetallen

Nach den dreistufigen Kriterien des FFCC (Tab. 4) ist die Ernährungssituation der untersuchten **Buchen**bestände sehr schlecht. An allen Standorten, mit Ausnahme von Altheim, Ormesheim und von der Heydt, ist eine Unterversorgung mit Mg festzustellen. An den Standorten Fischbach und Jägersburg leiden die Buchen unter erheblichem Mangel an basischen Nährstoffen. Ein Phosphormangel ist an fast allen Standorten offensichtlich und am Standort Mettlach sind überhöhte Mn- und Fe-Gehalte in den Blättern nachzuweisen.

Insgesamt ist eine erhebliche Unterversorgung mit Phosphor und ein extrem schlechter Ernährungszustand der Standorte Fischbach und Jägersburg festzuhalten.

Die Analyse von Spurenelementen und Schwermetallen in den Blattproben der Buche belegen einerseits einen ausgeprägten Ca- und Mg- Mangel an Standorten auf basenarmen Ausgangsgestein. Andererseits konnten Fe-, Mn- und Al-Gehalte nachgewiesen werden, die als bedenklich hoch zu bezeichnen sind. Dies spiegelt die Tatsache aktueller Versauerungsvorgänge wider. Mn-, Fe- und Al-Ionen werden in erhöhtem Maße mobil, wenn Carbonat- und Austausch-Puffersystem erschöpft sind und im Boden das Al- und Al/Fe-Puffersystem (pH 4,2 bis 2,4) aktiv wird. Vor allem Aluminium stört die Nährstoffaufnahme der Pflanzen und führt bei Erreichen einer bestimmten Konzentration zum Absterben der Feinwurzeln.

Tab. 4: Mittlere Nährelementgehalte in Buchenblättern (arithmetisches Mittel aus jeweils fünf Proben pro Standort) der saarländischen Forstmonitoringflächen in mg/g TS und Bewertung der Elementgehalte nach FOREST FOLIAR COORDINATING CENTER.

Standort	N [mg/g]	S [mg/g]	P [mg/g]	K [mg/g]	Mg [mg/g]	Ca [mg/g]	Mn [mg/kg]	Fe [mg/kg]	Zn [mg/kg]
Altheim	21.91	1.95	0.81	9.07	1.26	9.97	727	103	21
Ormesheim	21.79	1.81	1.07	8.05	1.47	9.25	271	100	35
Fischbach	25.05	1.78	0.91	7.79	0.82	3.50	1781	105	25
Jägersburg	22.32	1.81	0.93	8.81	0.56	2.61	1481	94	21
Von der Heydt	22.73	1.72	1.03	8.87	1.07	4.07	1662	145	37
Warndt	22.00	1.70	0.90	7.58	0.83	4.11	1936	109	37
Mettlach	23.77	1.89	0.83	5.94	0.85	4.89	3306	224	28
Eft-Hellendorf	23.28	1.85	1.02	7.36	0.90	4.57	1984	138	42
gering	≤ 18,0	≤ 1.3	≤ 1.0	≤ 5.0	≤ 1.0	≤ 4.0	≤ 60	≤ 60	≤ 20
mittel	- 25.0	- 2.0	- 1.7	- 10.0	- 1.5	- 8.0	- 2500	- 200	- 50
hoch	> 25.0	> 2.0	> 1,7	> 10.0	> 1.5	> 8.0	> 2500	> 200	> 50

Tab. 5 fasst die Ergebnisse der **Eichenblattanalysen** und deren Beurteilung nach FFCC zusammen. Insgesamt zeigt sich ein ähnliches Bild wie bei der Untersuchung der Buchenblätter. Nach den Bewertungskriterien des FFCC zeigt sich eine relativ gute N-Ernährung und mangelhafte P-Ernährung. Weiterhin ist abzuleiten, dass die Mg-Ernährung zwar nicht als mangelhaft beurteilt werden kann, jedoch liegt sie an vielen Standorten an der unteren Grenze der mittleren Klasse. Dies trifft auch für Ca zu, mit Ausnahme der Standorte auf Muschelkalk (Altheim und Ormesheim). Weiterhin ist zu erkennen, dass an den Standorten mit schlechter Basenversorgung die Mn-Gehalte erhöht sind. Das trifft vor allem auf dem Standort Mettlach zu, auf dem die Mn-Gehalte als überhöht einzustufen sind.

Fazit

Die fortschreitende Bodenversauerung in saarländischen Waldökosystemen ist gekoppelt an eine Unterversorgung mit den Hauptnährelementen (ausgenommen Stickstoff), die sich auf allen Dauerbeobachtungsflächen tendenziell abzeichnet. Lediglich die Muschelkalkstandorte Altheim und Ormesheim sind davon nicht betroffen. Das Ausgangssubstrat liefert hier ausreichend basische Nährstoffe durch Verwitterung nach. Am schlechtesten ist die Phosphor-Versorgung einzustufen.

Tab. 5: Mittlere Nährelementgehalte in den Eichenblattproben (jeweils nur ein Baum pro Standort) der saarländischen Forstmonitoringflächen in mg/g TS und Bewertung der Elementgehalte nach FOREST FOLIAR COORDINATING CENTER.

Standort	N [mg/g]	S [mg/g]	P [mg/g]	K [mg/g]	Mg [mg/g]	Ca [mg/g]	Mn [mg/kg]	Fe [mg/kg]	Zn [mg/kg]
Altheim	21.52	1.96	0.99	10.08	1.23	8.42	926	73	19
Ormesheim	24.78	1.59	1.34	11.29	1.07	4.87	148	64	19
Fischbach	25.56	1.62	1.09	9.25	1.73	3.52	2288	82	22
Jägersburg	22.53	1.95	0.99	7.94	1.43	2.45	1595	80	20
Von der Heydt	24.98	1.72	1.26	8.76	1.37	3.04	1858	94	25
Warndt	23.53	1.51	0.80	7.47	1.87	4.70	2047	111	28
Mettlach	20.59	1.42	0.89	7.23	1.12	4.53	2981	109	22
Eft-Hellendorf	24.13	2.01	1.11	9.74	1.13	3.86	1525	79	28
gering	<15	<0.8	<1,0	<5	<1	<3	<60	<60	<15
mittel	-25.0	-2.0	-1.8	-10.0	- 2,5	-8.0	-2500	-200	-50
hoch	>25	>2.0	>1.8	>10	>2,5	>8	>2500	>200	>50

Die im Jahr 2006 im Vergleich zu den Vorjahren nachweislich höheren N-Gehalte können entweder auf eine relativ frühe Probenahme oder auf eine verbesserte N-Ernährung zurückzuführen sein. Am Standort Fischbach ist beispielsweise seit 2001 ein kontinuierlicher Anstieg der N-Ernährung festzustellen, der im Jahr 2006 sogar als „Luxus-N-Ernährung“ zu charakterisieren ist. Die verbesserte N-Ernährung muss hier daher mit erhöhten N-Depositionsraten in Verbindung gebracht werden, was zu einer weiteren Versauerung im Wurzelbereich führen wird.

Insgesamt ist zu befürchten, dass eine erhöhte N-Deposition einerseits zu einer weiteren Versauerung und andererseits zu einer ungünstigen bis toxischen Kationen-Balance in den Bäumen führt.

Als Konsequenz dieser Ergebnisse müssen entsprechende Gegenmaßnahmen getroffen werden. Eine fortwährende Luftreinhaltepolitik muss weiterhin durch Kompensationskalkung mit Dolomitskalk ergänzt werden.

Ergebnisse zur Waldkalkung

Da die Waldökosysteme nach wie vor kontinuierlichen, atmosphärischen Stoffeinträgen ausgesetzt sind, verbleibt der forstlichen Praxis neben flankierenden waldbaulichen Maßnahmen lediglich das Instrument der Kompensationskalkung, um wenigstens die eingetragenen, luftbürtigen sauren Depositionen im Boden annähernd neutralisieren zu können. Von den rd. 40.000 ha Staatswald im Saarland ist etwa die Hälfte der Fläche prioritär kalkungsbedürftig. Die Waldkalkung wurde Ende 2005 im südöstlichen Saarland begonnen und soll in wenigen Jahren landesweit durchgeführt werden (siehe S. 38).

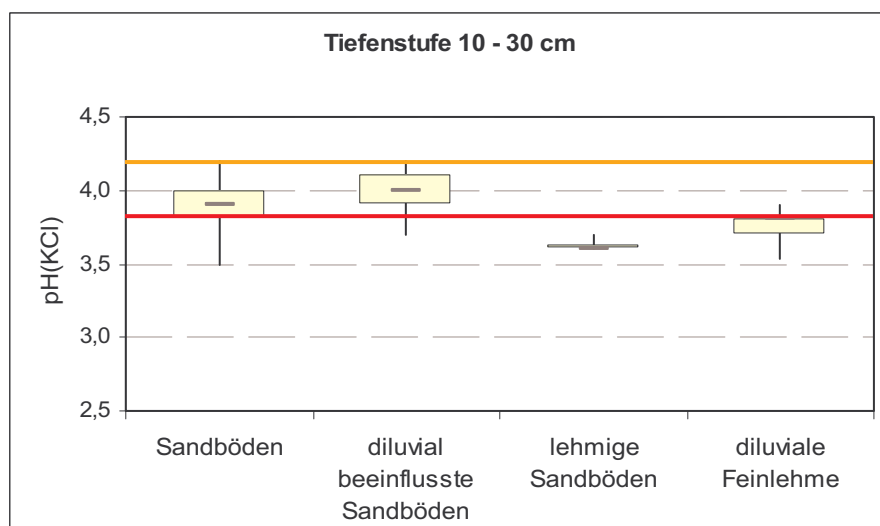
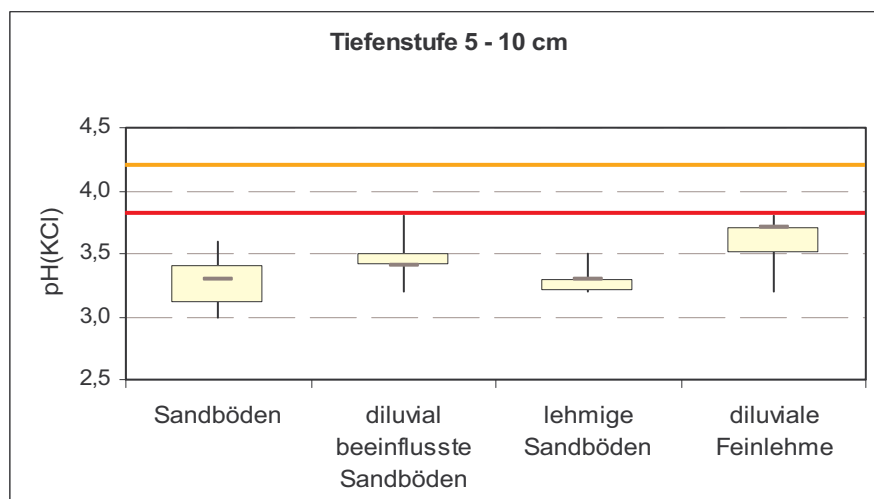
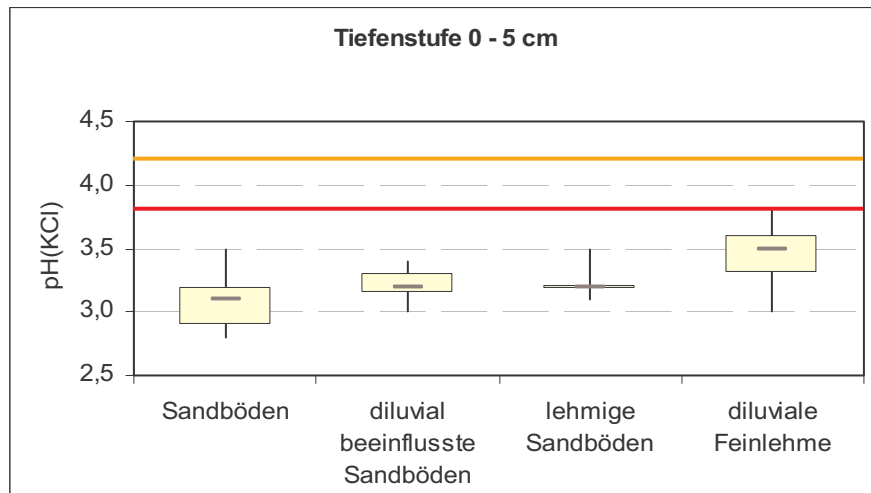
Die Waldkalkung wird durch ein umfangreiches Untersuchungsprogramm begleitet. Es dient sowohl der Erfassung der aktuellen Bodenversauerung vor der Kalkung als auch zur Wirkungskontrolle nach erfolgter Kalkapplikation. Neben der Entnahme von Bodenproben werden auch Blätter und Nadeln zur Kennzeichnung der Nährstoffversorgung des aufstockenden Bestandes gewonnen.

Aus den Kalkungsarealen 2005/2006 im Ostsaarland liegen Analysedaten von ca. 330 Bodenproben aus drei Tiefenstufen (0-5 cm, 5-10 cm, 10-30 cm) vor. Zu den Untersuchungsparametern zählen der pH-Wert und die effektive Kationenaustauschkapazität als Leitindikatoren zur Bewertung der Kalkungsbedürftigkeit der Böden.

In Abbildung 28 sind beispielhaft die nach Tiefenstufen und Substratreihen gruppierten Boxplots zum pH(KCl)-Wert aus dem Kalkungsgebiet 2006 (Reviere Kirkel, Furpach, Spiesen-Elversberg) dargestellt. Den für das Waldökosystem kritischen Versauerungsgrad markiert ein pH-Wert von 4,2 (Salzsuspension). Wird dieser Schwellenwert unterschritten, ist eine Kompensationskalkung erforderlich. Bei den bislang untersuchten Buntsandsteinböden im Ostsaarland sinken nahezu alle pH(KCl)-Werte bis in 30 cm Bodentiefe auf ein Level $<$ pH 4,2 ab. In der oberen Mineralbodenzone bis 10 cm Tiefe gruppieren sich die Messwerte in der Regel bereits im stark sauren Bereich bei pH $<$ 3,8. Auf stärker podsolierten Braunerden im Mittleren Buntsandstein sinkt die Bodenacidität stellenweise sogar auf pH-Werte $<$ 3,0 ab. In diesem Bodenmilieu erfolgt die Pufferung eingetragener Säuren durch die Auflösung von Eisenoxiden, die eine irreversible Zerstörung des Tonmineralbestandes einleitet. Die Analysedaten belegen die hohe Säurebelastung und die Dringlichkeit der Kalkungsmaßnahmen.

Ein weiteres Kriterium zur Charakterisierung der Pufferfähigkeit der Böden stellt die effektive Kationenaustauschkapazität (AKe) und die Belegung des Austauschers mit Kationensäuren/Kationenbasen dar. Für die Einstufung der Kalkungsbedürftigkeit wird u. a. die Basensättigung ermittelt, die den prozentualen Anteil der Ca, Mg, Na und K-Ionen an der AKe ausdrückt. Sinkt der Anteil der austauschbar an den Bodenkolloiden gebundenen basischen Kationen auf $<$ 15 % ab, so gelangen zunehmend phytotoxische Al^{3+} -Ionen von der Bodenmatrix in die Bodenlösung. Abbildung 29 zeigt jeweils tiefenstufenbezogen den prozentualen Anteil an Messwerten mit einer Basensättigung $<$ 15 % bzw. $>$ 15 % in den Probenkollektiven 2005 und 2006. Die Daten dokumentieren die fortgeschrittene Basenverarmung und geringe Elastizität der Böden zur Abpufferung weiterer Säureinträge.

Abb. 28: pH(KCl)-Werte im Probenkollektiv 2006



— pH < 4,2 ▶ Kalkung erforderlich
— pH < 3,8 ▶ Kalkung dringend erforderlich

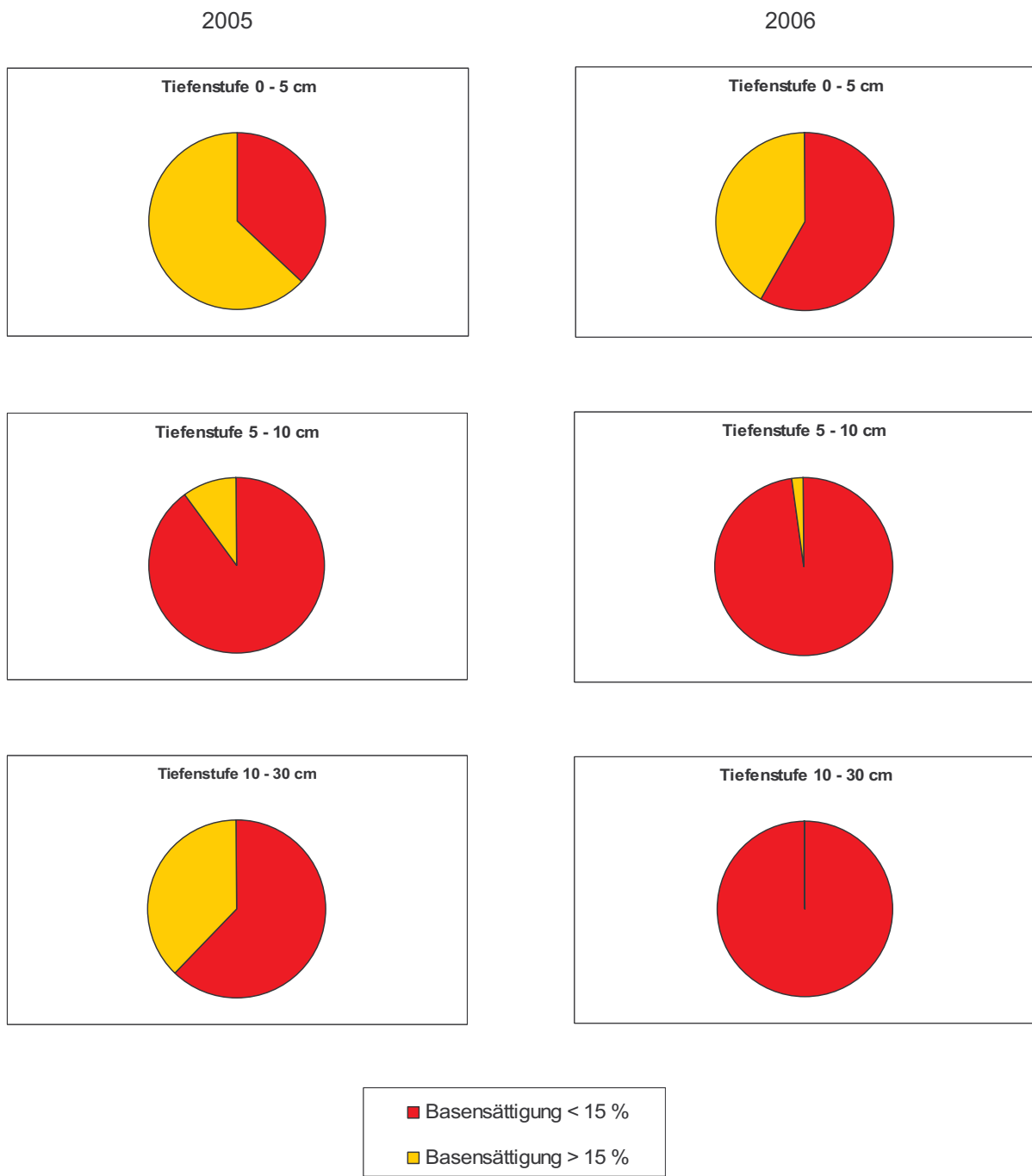


Abb. 29: Verteilung der Basensättigung in den Probenkollektiven 2005 und 2006

Als Ergänzung zur bodenchemischen Standardanalytik wurden an ausgewählten Standorten röntgendiffraktometrischen Untersuchungen durchgeführt. Mit Hilfe dieses Spezialverfahrens können die Folgen der Bodenversauerung auf die Mineralstruktur und damit Anzeichen für eine nachhaltige Beeinträchtigung der Reglerfunktionen des Bodens aufgespürt werden. Die Ergebnisse aus dem Ostsaarland belegen an 4 von insgesamt 15 beprobten Standorten bereits gravierende Verluste an basischen Kationen und Aluminium sowie Veränderungen des Mineralbestandes bis in 20 cm Tiefe. In Einzelfällen ist bereits eine Tonmineralzerstörung und damit eine irreversible Degradierung der Böden eingetreten.

Die Auswirkungen der anhaltenden Säureeinträge und Basenverluste zeichnen sich nicht nur im Boden, sondern auch in der Nährstoffversorgung der Bäume ab. Parallel zu den bodenkundlichen Erhebungen werden daher auch Untersuchungen zum Ernährungszustand des aufstockenden Bestandes durchgeführt. Die Blattspiegelwerte von Buchen und Eichen aus dem Ostsaarland belegen eine Unterversorgung mit den Hauptnährelementen Calcium, Magnesium und Phosphor. Gleichermaßen sind hohe Gehalte an Aluminium und Mangan nachzuweisen, die als Folge der weit fortgeschrittenen Versauerung und Aktivierung des Aluminium-Eisen-Puffersystems in die Bodenlösung freigesetzt und von den Pflanzenwurzeln aufgenommen werden.

Bearbeitungsstand der Kompensationskalkung

Nachdem in den 80er Jahren fast der gesamte Staatsforst im Warndt gekalkt wurde, folgten in den 90er Jahren kleine Areale im Hochwald, die ebenfalls einer Kompensationskalkung unterzogen wurden. Auf dem Kalkungssymposium 2005 wurde im Einvernehmen von Experten und Verbänden eine grundlegende Kalkung im Staatsforst des Saarlands beschlossen.

Im Zeitraum von Januar 2006 bis März 2007 wurden, außerhalb der Vegetationszeit, insgesamt 3.400 ha gekalkt. Die Kalkungsflächen befinden sich im östlichen Saarland und umfassen ausschließlich Staatswald im Bereich der Kommunen Bexbach, Homburg, Kirkel, St. Ingbert, Spiesen-Elversberg und Neunkirchen.

Als weitere Kalkungsmaßnahme sind im Winterhalbjahr 2007/2008 rd. 3.000 ha im Staatsforst in einem Areal zwischen St. Ingbert und Saarbrücken in der Planung.

Ausgebracht wurden 3 to Magnesiumkalk je Hektar, insgesamt somit 10.300 to, in einer Korngröße bis zu 2 mm. Die Kalkausbringung erfolgte mittels Hubschrauber in Streutechnik.

Von der Kalkung ausgeschlossen wurden, nach jeweiligen naturschutzfachlichen Prüfungen, kalkungssensible Biotope, wie z.B. grundwasserbeeinflusste Standorte, Naturschutzgebiete und Naturwaldzellen. Des Weiteren führten in dem dicht besiedelten Areal Verkehrsadern und Siedlungsnähe zu Ausschlussflächen.

Für die Folgejahre sind weitere 17.600 ha Staatswaldflächen zur Kalkung vorgesehen.

Literatur

Baumgarten, M. et al. (2006): Belastung der Wälder mit gasförmigen Luftschadstoffen. Studie zur Beurteilung der Luftqualität an Waldstandorten des forstlichen Umweltmonitoring in den Jahren 2002 und 2003. *Bericht im Auftrag des Bundesministeriums für Ernährung, Landwirtschaft und Verbraucherschutz (BMELV) 2006.*

Bobbink, R. et al. (1995): Critical loads for nitrogen eutrophication of terrestrial and wetland ecosystems based upon changes in vegetation and fauna. In: Grennfelt, P. and E. Thörnelöf (Eds.): *Critical Loads for Nitrogen*. Lökeberg, Sweden.

Nagel, H. D.; Gregor, H. D. (1998): Ökologische Belastungsgrenzen – Critical Loads & Levels. Springer.

UN-ECE (1988): Critical Loads for Sulphur and Nitrogen. Skokloster, Sweden.

WHO - World Health Organisation (2000): Air Quality Guidelines for Europe. Second Edition. WHO regional publications, European Series, No. 91.

Waldschadenserhebung 1984 bis 2007 Saarland
Vergleich der prozentualen Schäden
Angaben in % der Baumartenflächen

Baumart	Jahr	bis 60 Jahre				über 60 Jahre				Alle Alter					Summe
		0	1	2	3+4	0	1	2	3+4	0	1	2	3+4	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	8,8	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	
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	4,4	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	2,8
	1989	94,4	2,8	2,8	--					94,4	2,8	2,8	--	2,8	5,6
	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	14,9
	1994	86,2	11,4	2,4		44,5	55,5	--	--	79,3	18,7	2,0	--	2,0	20,7
	1995	84,6	13,0	2,4		21,5	68,4	9,6	--	74,8	21,7	3,5	--	3,5	25,2
	1996	75,1	9,5	15,4	--	67,8	32,2	--	--	73,9	13,1	13,0	--	13,0	26,1
	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	54,0
	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	55,5
	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	59,7
	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	64,6
	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	68,0
	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	65,7
	2003	34,1	20,7	45,1		16,0	62,5	21,5		31,1	27,0	41,9		41,9	68,9
2004	34,1	25,9	40,0		11,3	67,2	21,5		31,0	31,5	37,5		37,5	69,0	
2005	38,0	41,3	20,7		11,3	67,2	21,5		34,4	44,8	20,8		20,8	65,6	
2006	22,9	41,3	34,7	1,1		35,6	64,4		20,2	40,6	38,2	1,0	39,2	79,8	
2007	24,2	43,2	31,9	0,7		83,8	16,2		20,0	50,2	29,2	0,6	29,8	80,0	
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	41,1
	1985	72,2	27,3	--	--	44,0	47,4	6,9	1,7	56,5	38,7	3,9	0,9	4,8	43,5
	1986	73,3	26,7	--	--	40,7	55,7	3,6	--	54,9	43,1	2,0	--	2,0	45,1
	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	54,4
	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	62,5
	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	66,5
	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	71,5
	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	70,4
	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	79,2
	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	70,8
	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	65,7
	1996	36,1	59,3	4,6	--	21,6	57,7	20,7	--	26,7	58,2	15,1	--	15,1	73,3
	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	82,3
	1998	44,7	55,3			18,7	70,4	10,6	0,3	25,6	66,4	7,8	0,2	8,0	74,4
	1999	46,5	53,5			15,0	76,7	8,3		23,3	70,6	6,1		6,1	76,7
	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	81,8
	2001	39,0	59,9	1,1		11,6	75,4	13,0		18,7	71,4	9,9		9,9	81,3
	2002	22,7	75,3	2,0		14,7	73,9	11,4		16,8	74,3	8,9		8,9	83,2
	2003	11,5	66,4	22,1		10,2	77,6	12,2		10,5	74,7	14,8		14,8	89,5
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	92,7	
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	93,4	
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	98,6	
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	98,8	
Sonstige Nadelbäume	1984	91,0	4,5	4,5	--	80,0	20,0	--	--	90,3	5,5	4,2	--	4,2	9,7
	1985	90,9	4,6	4,5	--	83,3	16,7	--	--	90,5	5,3	4,2	--	4,2	9,5
	1986	86,4	9,0	4,6	--	68,8	18,8	12,4	--	85,3	9,6	5,1	--	5,1	14,7
	1987	59,1	40,9	--	--	41,0	29,5	17,5	12,0	58,0	40,2	1,0	0,8	1,8	42,0
	1988	90,5	9,5	--	--	52,9	11,8	35,3	--	88,1	9,7	2,2	--	2,2	11,9
	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	22,8
	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	26,1
	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	43,8
	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	48,1
	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	53,1
	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	53,2
	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	57,5
	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	71,4
	1998	30,5	56,8	12,7		36,1	52,6	11,3		32,0	55,7	12,3		12,3	68,0
	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	66,7
	2000	29,9	67,6	2,5		44,5	44,9	10,6		33,4	62,2	4,4		4,4	66,6
	2001	22,6	69,4	8,0		47,9	48,5	3,6		28,7	64,4	6,9		6,9	71,3
	2002	21,5	69,8	8,7		29,4	57,3	13,3		24,7	64,7	10,6		10,6	75,3
	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	77,6
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	84,1	
2005	11,7	64,0	24,3		6,4	43,1	50,5		8,7	52,0	39,3		39,3	91,3	
2006	4,9	41,9	53,2		1,4	42,7	53,0	2,9	2,8	42,4	53,1	1,7	54,8	97,2	
2007	4,9	41,4	53,7		0,9	43,5	53,1	2,5	2,0	42					

Waldschadenserhebung 1984 bis 2007 Saarland
Vergleich der prozentualen Schäden
Angaben in % der Baumartenflächen

Baumart	Jahr	bis 60 Jahre				über 60 Jahre				Alle				Summe	
		0	1	2	3+4	0	1	2	3+4	0	1	2	3+4		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	
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	
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	
alle Baumarten	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	37,1	15,4	3,4	18,8	55,9
	1998	71,9	22,3	4,6	1,2	23,3	50,1	22,6	4,0	50,3	34,6	12,6	2,5	15,1	49,7
	1999	71,1	23,7	4,4	0,8	21,9	53,6	20,4	4,2	49,3	37,0	11,5	2,2	13,7	50,7
	2000	71,4	23,9	3,9	0,8	20,9	54,3	21,4	3,4	48,7	37,6	11,7	2,0	13,7	51,3
	2001	75,5	21,2	2,8	0,5	23,7	55,7	16,9	3,7	51,8	37,0	9,2	2,0	11,2	48,2
	2002	77,2	19,4	3,0	0,4	23,3	57,0	17,1	2,6	51,7	37,2	9,7	1,4	11,1	48,3
	2003	66,0	28,5	5,3	0,2	25,7	53,7</								

