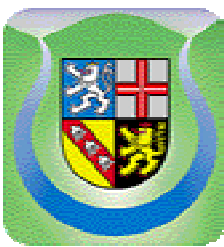
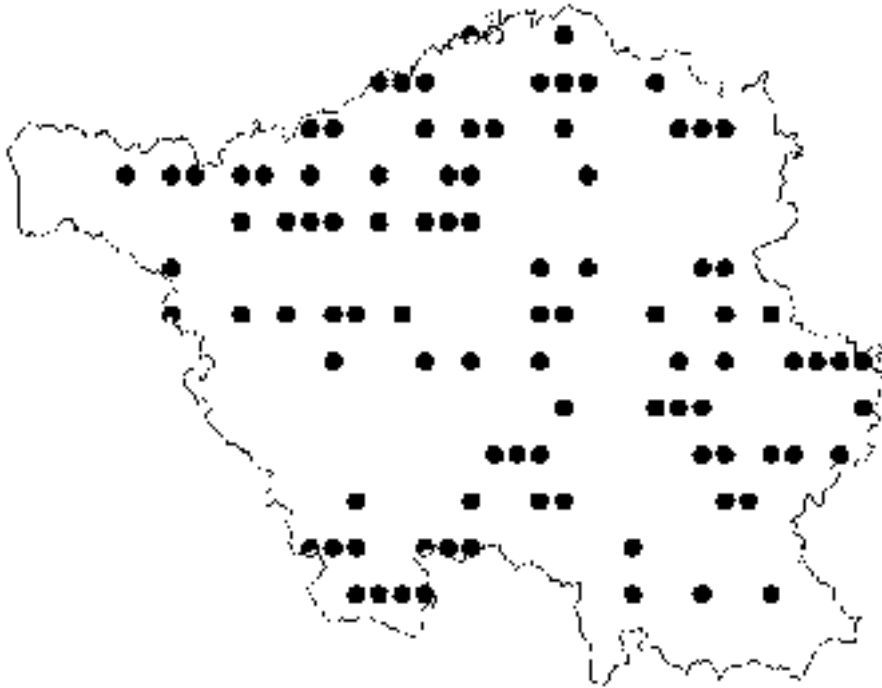


Ergebnisse der Waldzustandserhebung 2003



Ministerium für Umwelt

SaarForst 

Saarbrücken, im September 2003

-Ergebnisse der Waldschadenserhebung 2003 -

Inhalt

Gesamtergebnis	1
Ergebnisse im Überblick	3
Veränderungen seit 2002	4
Alle Baumarten	5
Buche	7
Eiche	10
Fichte	13
Kiefer	16
Einfluss der Witterung	18
Verfahren	23
Ersatz von Probebäumen	24
Ergebnistabellen seit 1984	26
Die Kalkung von Waldstandorten	28
Die Wirkung der Waldkalkung 1994/96	29
Weitere Kalkungsvorhaben im Saarland	37
Quellen	39

-Ergebnisse der Waldschadenserhebung 2003 -

Die Waldschadenserhebung im Saarland erfolgte im Jahr 2003 - zum 19. Mal - als Punktstichprobe in einem 2x4-km-Raster. Über 2300 zufällig ausgewählte Probebäume wurden nach äußerlich erkennbaren Kronenschäden – unabhängig von ihrer Ursache - als Weiser für Vitalität und allgemeinen Gesundheitszustand folgenden Schadensklassen zugeordnet::

Schadstufe 1: Schwache Schäden (Warnstufe; Blatt- oder Nadelverluste vorhanden, aber vielfach noch im Rahmen einer natürlichen Schwankung der Belaubungs- bzw. Benadelungsdichte).

Schadstufe 2-4: stark und sehr stark geschädigte sowie abgestorbene Bäume. Für die Darstellung der Schadensentwicklung werden die deutlichen Schäden ab der Schadstufe 2 als eindeutige (deutliche) Schäden mit mehr als 25% Nadel- bzw. Blattverlust zusammengefasst.

Schadenzunahme im Trockensommer 2003

Deutlich zu niedrige Niederschläge und markant zu hohe Temperaturen führten im Jahr 2003 verbreitet zu Trockenstress im Wald. Insbesondere die Laubbäume reagierten auf die mangelnde Wasserversorgung häufig durch die Verringerung ihrer Verdunstungs = Assimilationsfläche verbunden mit Blattrollung, verfrühtem Laubabfall, Eintrocknung der Blätter (Braunfärbung) und Vergilbungen. Bei den vielfach versauerten Waldböden mit ins Ungleichgewicht geratenen Nährstoffkreisläufen und vorgeschädigten Wurzelsystemen wurde die Vitalität des Waldes damit zusätzlich erheblich beeinträchtigt. In jüngeren Waldbeständen konnte besonders im Unterstand eine geringere Knospenbildung festgestellt werden. Das wahre Ausmaß der Auswirkung des Trockensommers 2003 wird sich erst in den Folgejahren zeigen.

Die Sommertrockenheit im Verbund mit den hohen Temperaturen wirkte sich in der unmittelbaren Reaktion der einzelnen Baumarten altersabhängig auf verschiedenen Standorten sehr unterschiedlich aus. Teilweise wurde das Wasserdefizit im Boden durch die vorhandenen Wasservorräte nach hohen Niederschlagsmengen des vorangegangenen Winters abgemildert.

Trockenschäden in jüngeren Waldbeständen

In der Waldschadensstatistik 2003 schlägt sich der Trockensommer mit einer Zunahme der äußerlich erkennbaren Waldschäden von insgesamt 6 Prozentpunkten auf 54% nieder. Besonders reagierten die weniger tief wurzelnden jüngeren Bäume mit einer Zunahme von 11 Prozentpunkten auf 34%. In den älteren Waldbeständen dagegen hält sich in der Summe der Trend eines leichten Rückgangs der Gesamtschäden (-2 Prozentpunkte auf 74%), allerdings bei den einzelnen Baumarten sehr differenziert.

Der Anteil deutlich geschädigter Bäume mit Blatt-/Nadelverlusten von mehr als einem Viertel stieg gegenüber dem Vorjahr wieder leicht auf insgesamt 13% an (auf 21% in älteren, 6 % in jüngeren Beständen). In der langjährigen Beobachtungsreihe bleiben aber die deutlichen Schäden weiterhin weit hinter dem bisherigen Schadensmaximum von 23 % Mitte der 90er Jahre zurück.

Die Buche ist am stärksten geschädigt

Die Buche bleibt mit einem Anteil deutlicher Schäden von 25% die am stärksten geschädigte Hauptbaumart, gefolgt von Kiefer (15%), Fichte (8%) und Eiche (8%). Dabei sind die deutlichen Schäden nur bei der Buche leicht zurückgegangen (-2 Prozentpunkte), bei Fichte, Kiefer und Eiche angestiegen.

Verstärkte Schäden an der Douglasie werden in vielen Fällen durch Pilzbefall (Douglasienschütte) in Zusammenspiel mit der aktuellen Trockenheit hervorgerufen. Starke Laubverfärbungen mit frühem Laubabfall traten auch bei der Rosskastanie auf; hier spielten neben dem Wassermangel auch die Kastanienminiermotte und die Blattbräune eine Rolle.

Besonders betroffen sind ältere Bestände: Bei den über 60jährigen Bäumen liegen die deutlichen Schäden mit 21%, in Jungbeständen bei 6 %.

Entwicklung der Waldschäden von 2002 auf 2003 im Überblick

Tabelle 1: Gesamtergebnis

	2002	2003
Gesamtschäden	48%	54%
deutliche Schäden	11%	13%
Buche	27%	25%
Eiche	5%	8%
Kiefer	9%	5%
Fichte	7%	8%
deutliche Schäden in älteren Beständen	20%	21%
deutliche Schäden in jüngeren Beständen	3%	6%

Abb.1 Entwicklung der deutlichen Schäden seit 1984

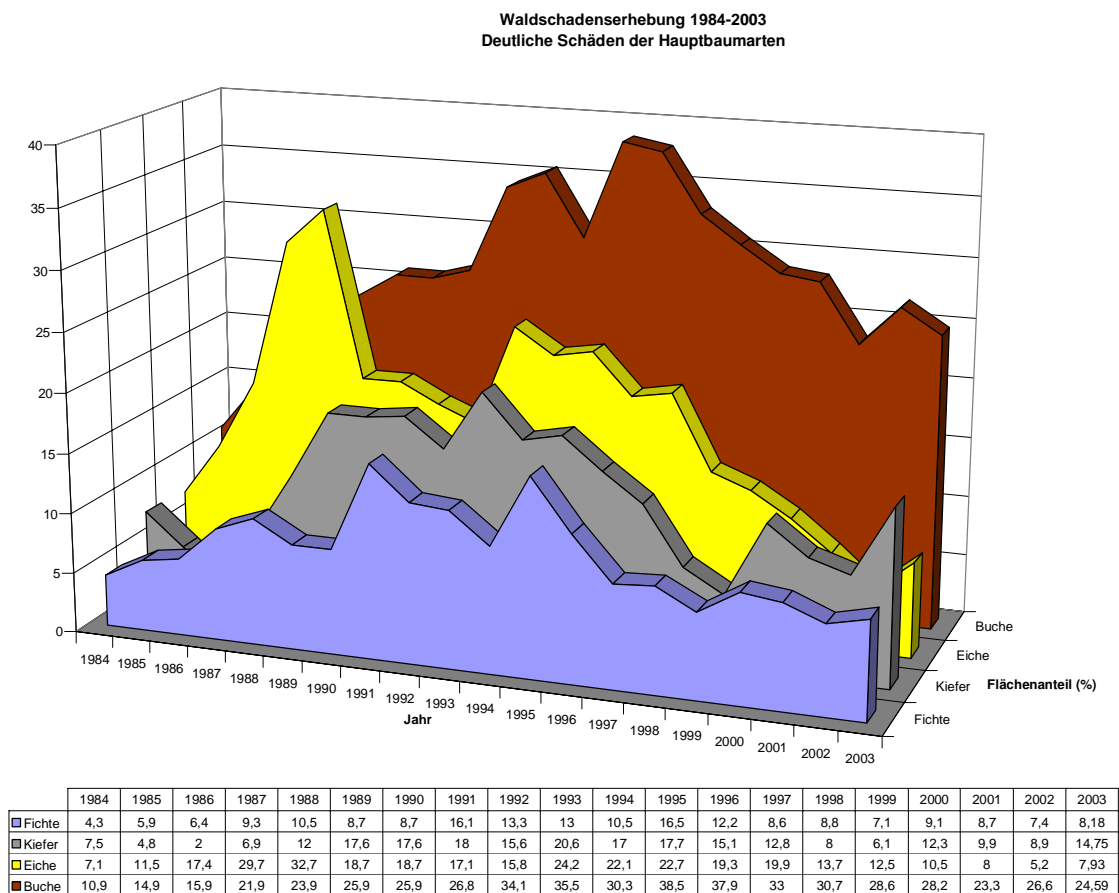


Tabelle 2: Veränderung der Waldschäden seit 2002

Entwicklung der Waldschäden seit 2002 nach Hauptbaumarten und Alterstufen										
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	2002	78,3	21,7	3,4	5,6	94,4	19,9	60,7	39,3	7,4
	2003	69,7	30,3	4,2	11,4	88,7	19,8	54,8	45,2	8,2
	Veränd.	-8,6	8,6	0,8	5,8	-5,8	-0,1	-5,9	5,9	0,8
Douglasie	2002	39,7	60,3	25,5	16,4	83,6	21,5	34,3	65,7	24,9
	2003	34,1	65,9	45,1	16,0	84,0	21,5	31,1	68,9	41,9
	Veränd.	-5,6	5,6	19,6	-0,4	0,4	-0,0	-3,2	3,2	17,0
Kiefer	2002	22,7	77,3	2,0	14,7	85,3	11,4	16,8	83,2	8,9
	2003	11,5	88,5	22,1	10,2	89,8	12,2	10,5	89,5	14,8
	Veränd.	-11,2	11,2	20,1	-4,5	4,5	0,8	-6,3	6,3	5,9
Sonstige Nadelbäume	2002	21,5	78,5	8,7	29,4	70,6	13,3	24,7	75,3	10,6
	2003	20,5	79,5	10,9	25,1	74,9	23,1	22,4	77,6	15,9
	Veränd.	-1,0	1,0	2,2	-4,3	4,3	9,8	-2,3	2,3	5,3
Buche	2002	95,7	4,3		16,8	83,2	43,2	47,2	52,8	26,6
	2003	78,4	21,6		21,2	78,9	38,8	42,1	57,9	24,6
	Veränd.	-17,3	17,3		4,4	-4,4	-4,4	-5,1	5,1	-2,0
Eiche	2002	88,5	11,5	1,6	31,5	68,5	7,4	54,6	45,4	5,2
	2003	63,9	36,1	3,3	32,7	67,3	10,4	43,7	56,4	7,9
	Veränd.	-24,6	24,6	1,7	1,2	-1,2	3,0	-11,0	11,0	2,7
Sonstige Laubbäume	2002	86,0	14,0	0,4	55,9	44,1	4,1	78,6	21,4	1,3
	2003	86,7	13,3	1,4	59,3	40,7	7,6	79,0	21,1	3,1
	Veränd.	0,7	-0,7	1,0	3,4	-3,4	3,5	0,4	-0,4	1,8
Alle Baumarten	2002	77,2	22,8	3,4	23,3	76,7	19,7	51,7	48,3	11,1
	2003	66,0	34,1	5,5	25,7	74,3	20,5	45,8	54,2	13,1
	Veränd.	-11,3	11,3	2,1	2,4	-2,4	0,8	-5,9	5,9	2,0

Ausfall und Ersatz von Probebäumen

2003 schieden 49 Probebäume z.B. durch Nutzung aus der Stichprobe aus und wurden durch benachbarte Bäume ersetzt. Das sind 2,1% der Probebäume. Da Ersatz- und Entnahmebäume sich sehr ähnlich auf die Schadstufen verteilen, hat dies keine Auswirkung auf das Gesamtergebnis.

Abb.2: Schädigung der Baumartengruppen im Vergleich

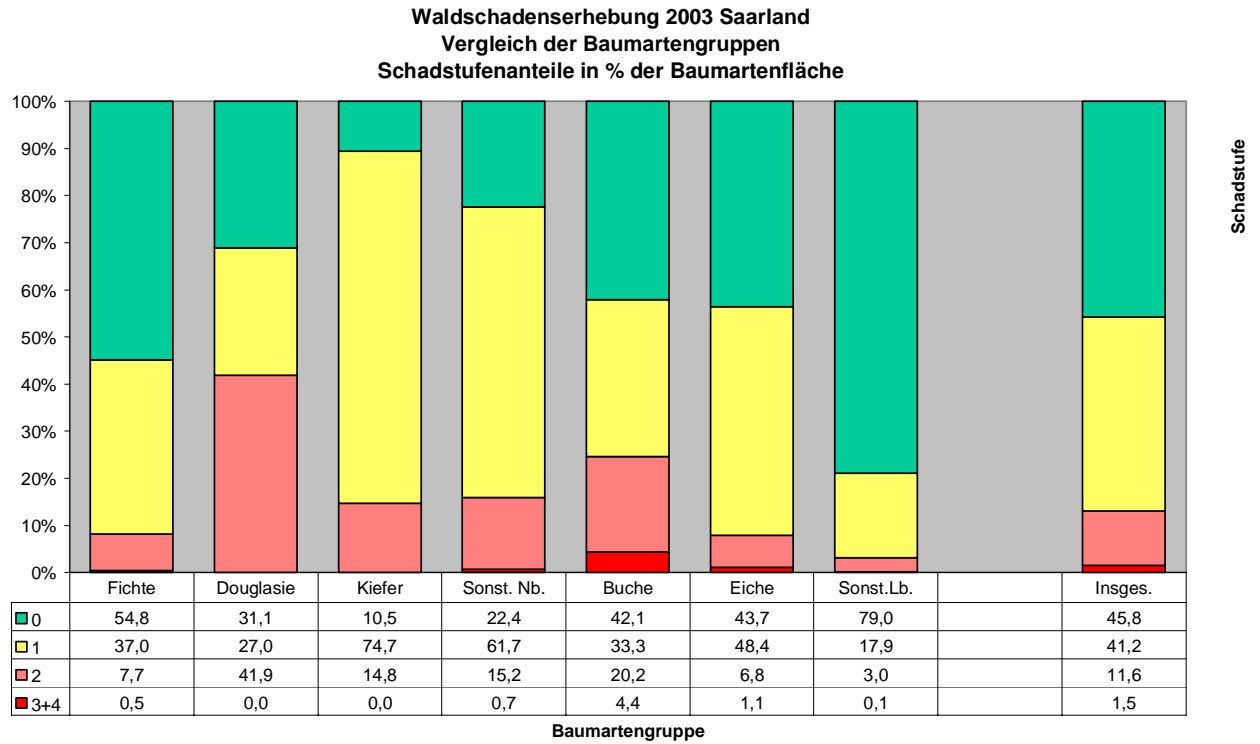


Abb. 3: Entwicklung der deutlichen Schäden seit 1984 für alle Baumarten nach Schadstufen

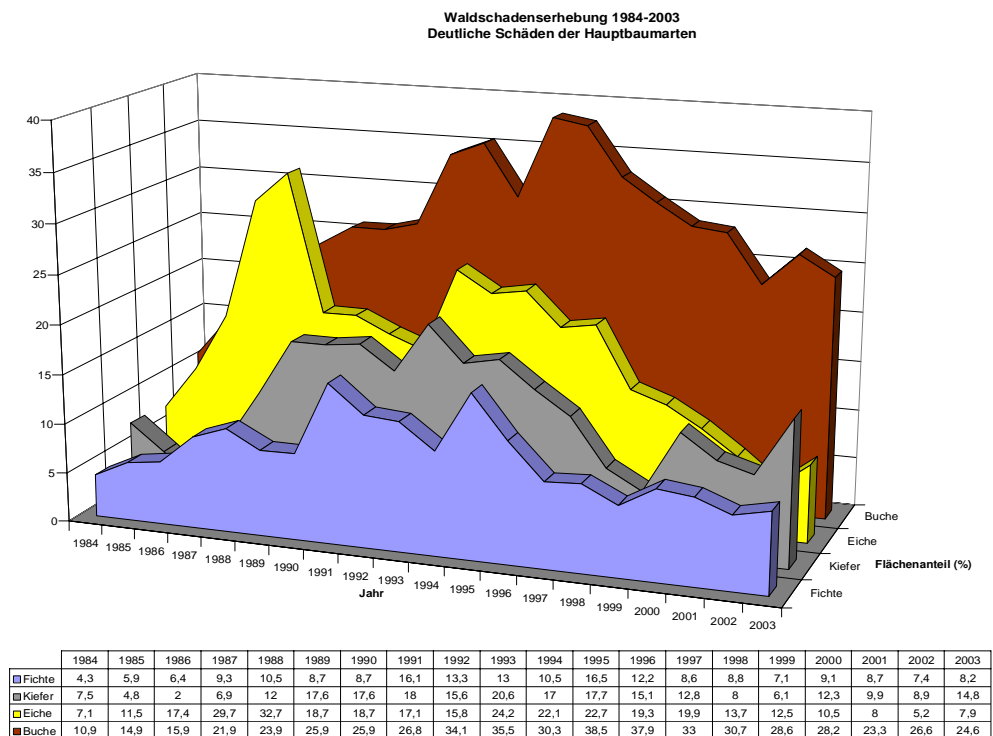


Abb.4 : Entwicklung der Waldschäden seit 1984 für Bäume über 60 Jahre

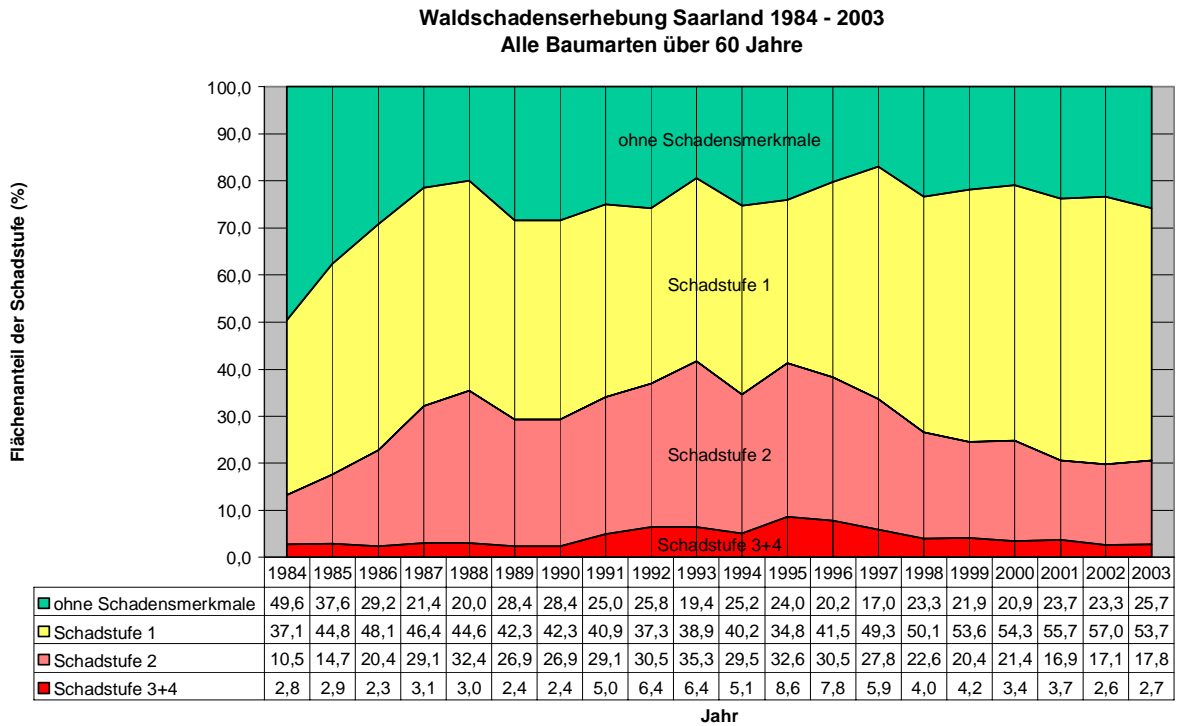
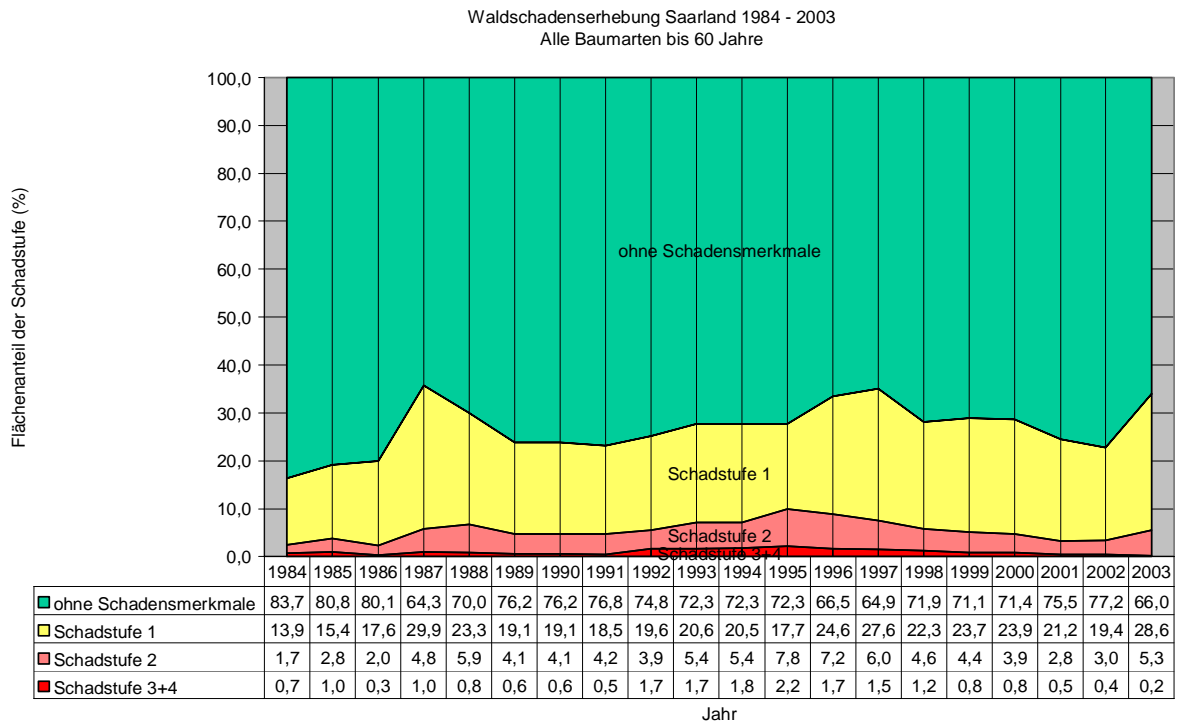


Abb. 5: Entwicklung der Waldschäden seit 1984 für Bäume unter 60 Jahre



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 mit 39 % einen Höchststand. In den Folgejahren war die Schadentwicklung insgesamt rückläufig.

Der Schadensschwerpunkt konzentriert sich auf die älteren Bestände mit gravierenden, oft auch strukturellen Kronenschäden. Gemildert wurden diese in den letzten Jahren durch die Bildung sekundärer Kronenäste im mittleren bis unteren Kronenbereich. Mit Ausbrechen abgestorbener Äste aus der Oberkrone wirken diese Bäume dann oft vitaler als es ihrer tatsächlichen Schadentwicklung entspricht.

Die Wurzelstöcke durch Sturm geworfener Buchen lassen erkennen, dass vielfach starke Wurzelschäden auftreten und die Standfestigkeit der Bäume stark vermindert ist. Oft sind nur noch flache Wurzelteller ausgebildet und tieferreichende stärkere Senkerwurzeln nicht mehr vorhanden oder abgestorben. Diese Absterbeprozesse können mit den versauerungsbedingt erhöhten Konzentrationen von wurzeltoxischem Mangan und Aluminium zusammenhängen. Oftmals konzentrieren sich die Feinwurzeln nur noch auf die obersten Bodenschichten.

Auf diese Entwicklung hatten die Witterungsbedingungen hohen Einfluss: Trockensommer bis Mitte der 90er Jahre wirkten wiederholt durch zusätzlichen Trockenstress vitalitätsmindernd, während in den folgenden Jahren bis 2001 mit hohen Sommerniederschlägen eher günstige Wachstumsbedingungen herrschten.

Die aktuelle Entwicklung seit 2002

Auf den Trockensommer 2003 reagierten insbesondere die jüngeren, unter 60jährigen Buchen mit einer Zunahme der leichten Schäden (Schadstufe 1) um 17 Prozentpunkte auf 22 %. Vielfach reagierten die Bäume auf die Trockenheit zur Verminderung ihrer Assimilationsfläche durch den Abwurf grüner oder vorzeitig verbraunter Blätter, was zunächst nicht als Schaden, sondern als natürlicher Mechanismus zu werten ist.

Auch in den älteren Beständen traten derartige Blattabwürfe auf, jedoch war dort die Belaubungsdichte in diesem Jahr etwas besser als im Vorjahr, was im wesentlichen auf die weit geringere Fruktifikation der Bäume zurückzuführen ist (im Jahr 2002 gab es eine Vollmast mit starkem Fruchtbehang und dadurch einer Ausbildung weniger und kleinerer Blätter). Bei den Altbuchen wurde mit Rückgang der deutlichen Schäden um 4 Prozentpunkte auf 39 % die Schadenzunahme des Vorjahres wieder ausgeglichen.

Trotz der positiven Entwicklung seit 1997 sind die Kronenverlichtungen in Buchenaltbeständen nach wie vor besorgniserregend hoch. Die schweren Schäden (Schadstufe 3+4) liegen mit 6% wieder etwas höher als im Vorjahr. Die langjährige Entwicklungsreihe lässt erwarten, dass Folgeschäden des Trockensommers erst im nächsten oder übernächsten Jahr auftreten werden.

Abb.6: Entwicklung der Waldschäden der Buche seit 1984

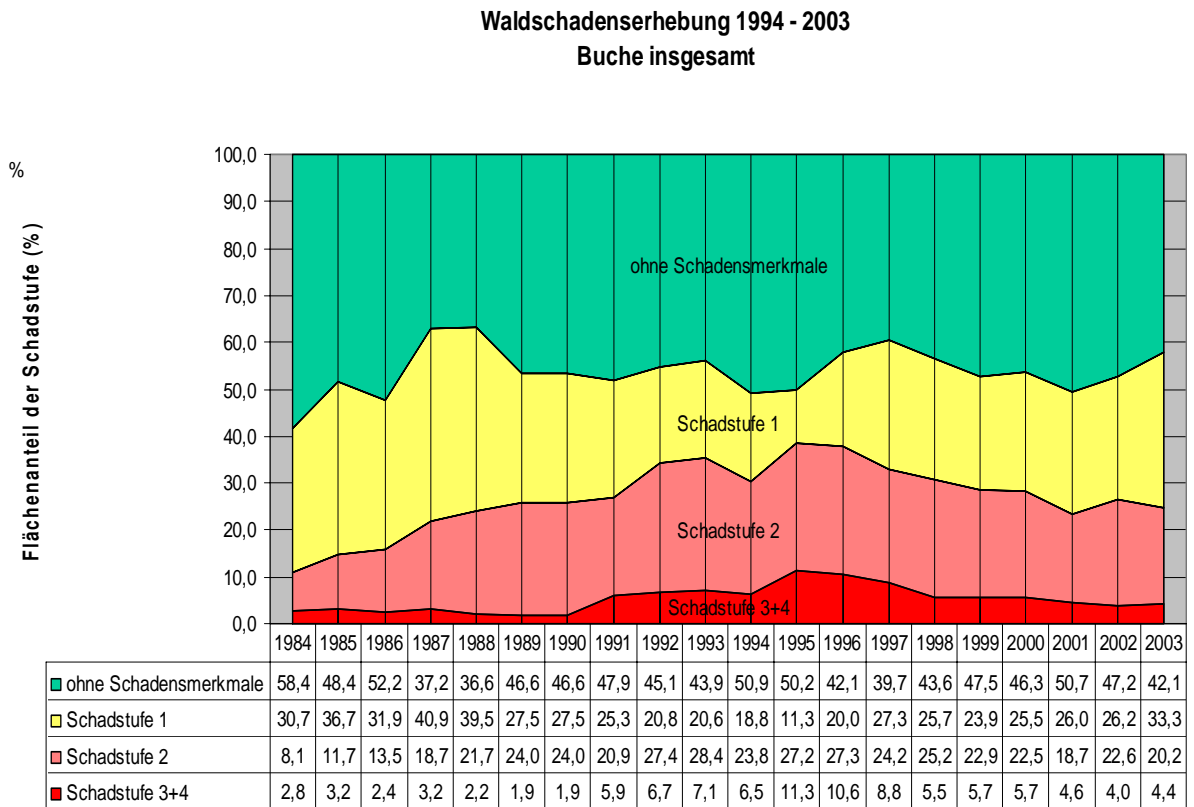


Abb.7: Entwicklung der Waldschäden seit 1984 für Buche bis 60 Jahre

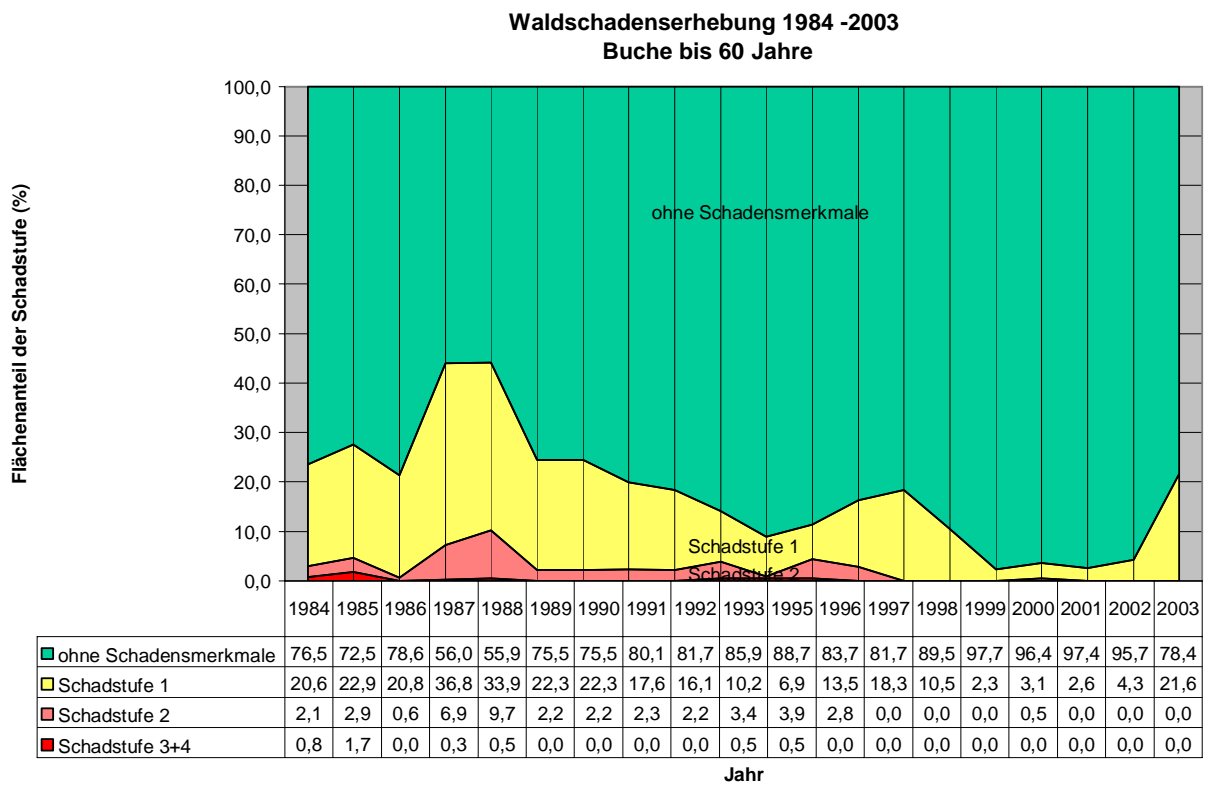
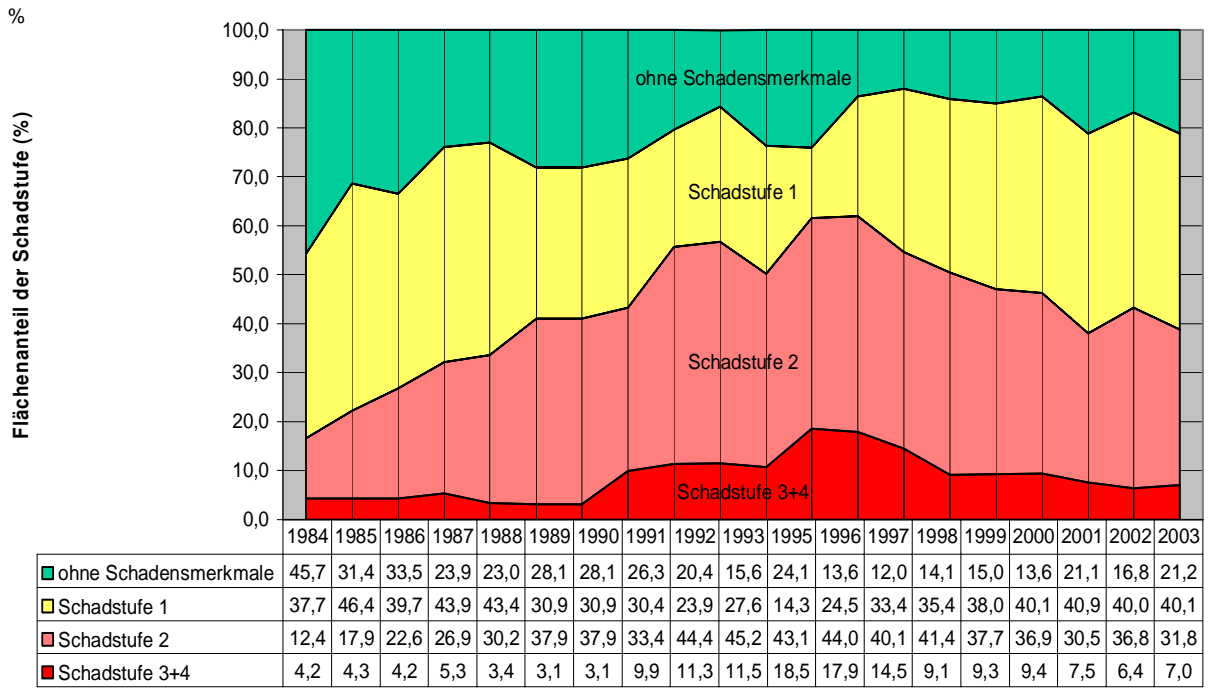


Abb.8: Entwicklung der Waldschäden seit 1984 für Buche über 60 Jahre

Waldschadenserhebung 1984 -2003
Buche über 60 Jahre



Eiche

Die Eiche hat im Saarland einen Flächenanteil von 21%

Langfristige Entwicklung:

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.

Die deutlichen Schäden bei der Eiche sind nach einem Höchststand von 33 % im Jahre 1988 auf 5% im Jahr 2002 gesunken .

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.

Flächenmäßig zwar weniger bedeutend, vom wirtschaftlichen und ökologischen Schaden jedoch gravierend ist das "Eichensterben". Dabei sterben in älteren Eichenbeständen einzelne Bäume, häufig bislang vitale und großkronige Eichen, nach Aufreißen der Rinde und Schleimfluß (Phytophthora-Pilze) innerhalb von 2-3 Jahren ab. Die Ursachen des Eichensterbens sind nicht vollständig geklärt; häufig ist mindestens sekundär der Eichenprachtkäfer beteiligt, der durch querlaufende Fraßgänge seiner Larven die Nährstoff- und Wasserleitung unterbindet.

Die aktuelle Entwicklung seit 2002

Ähnlich wie die Buche reagierten v.a. jüngere Eichen auf die Sommertrocknis mit vorzeitigem Laubabwurf, was sich bei der Kronenanprache in einer Verdreifachung (von 10% auf 33%) der leichten Kronenverlichtungen (Schadstufe 1) niederschlug.

Über alle Altersstufen stiegen die Gesamtschäden um 11 Prozentpunkte von 45 auf 56%, die deutlichen Schäden um 3 Prozentpunkte von 5 auf 8 %.

Abb.9: Entwicklung der Waldschäden der Eiche seit 1984

Waldschadenserhebung 1984-2003
Eiche insgesamt

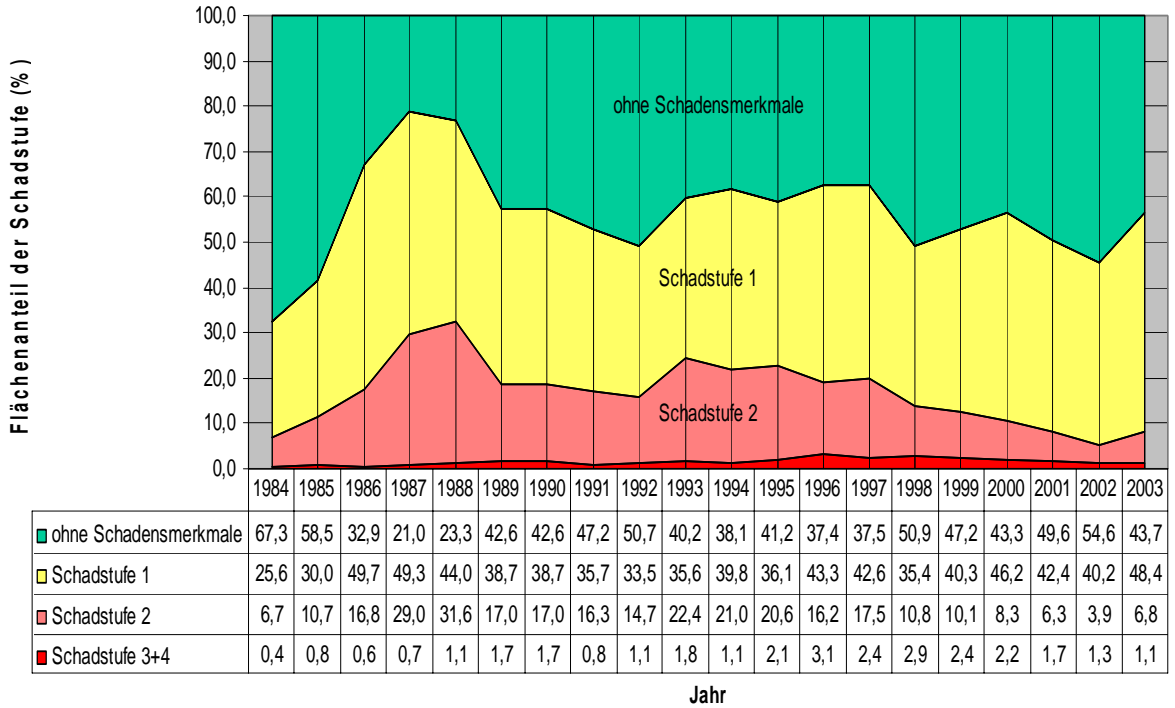


Abb.10: Entwicklung der Waldschäden seit 1984 für Eiche bis 60 Jahre

Waldschadenserhebung 1984-2003
Eiche bis 60 Jahre

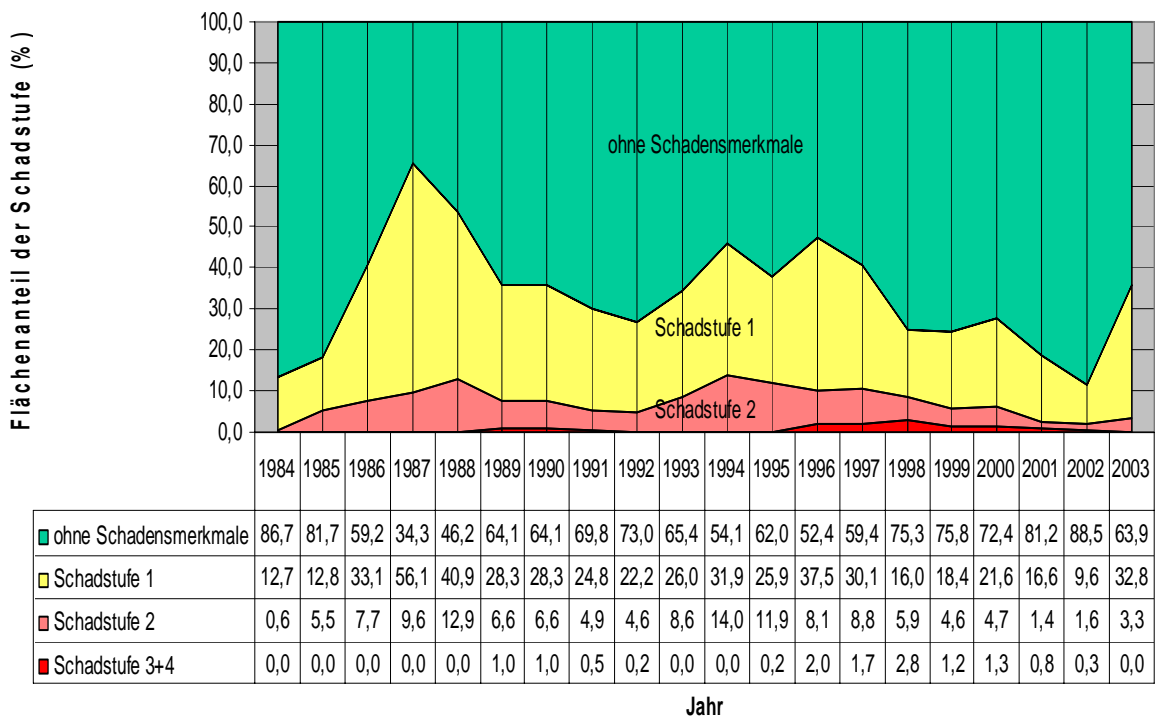
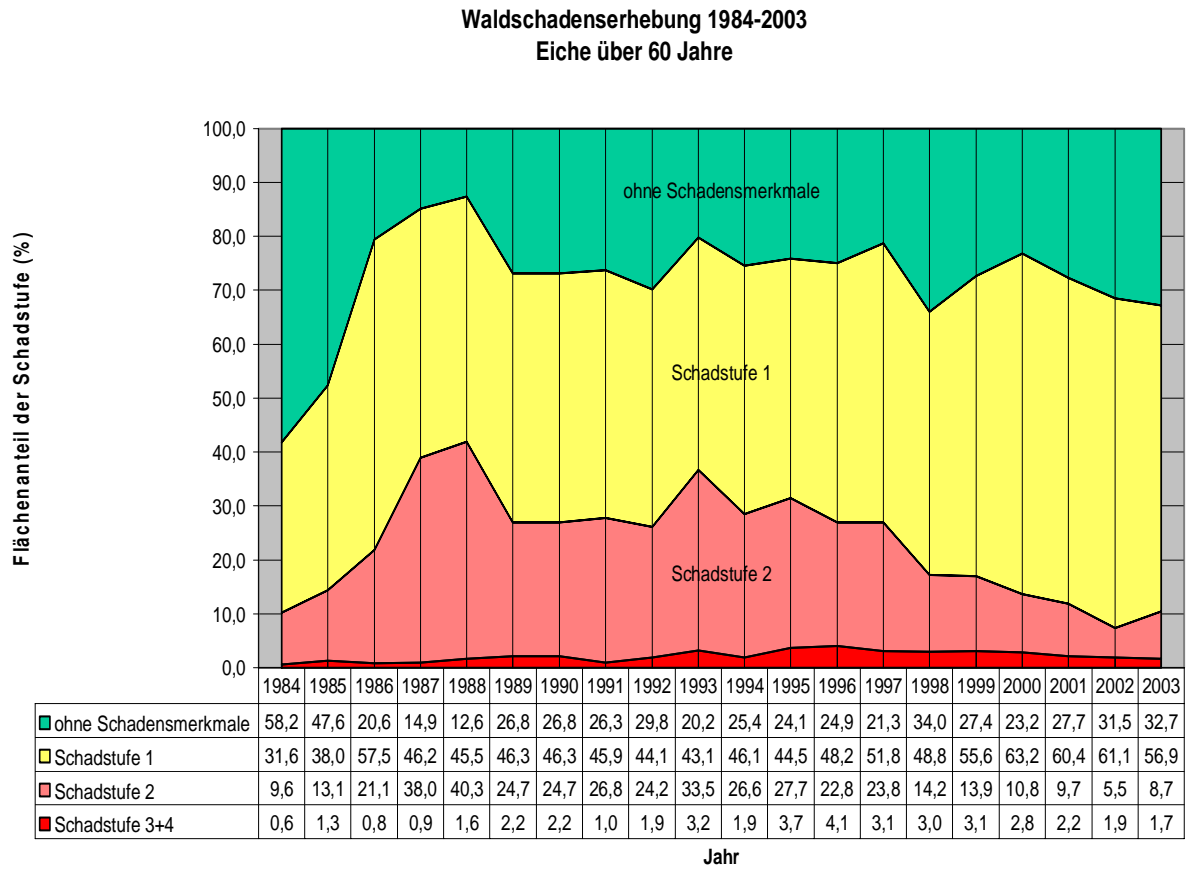


Abb.11: Entwicklung der Waldschäden seit 1984 für Eiche über 60 Jahre



Fichte

Die Fichte hat im Saarland einen Flächenanteil von 17%.

Die Fichte ist die Baumart, bei der ein Zusammenhang zwischen Schadstoffimmissionen, Bodenversauerung und Kronenschäden seit längerem untersucht und dokumentiert wurde. Im Saarland wurden schon in den 60er Jahren Rauchschadenszonen ausgeschieden, die den Anbau der Fichte einschränkten.

Die ersten Waldschadensuntersuchungen Anfang der 80er Jahre konzentrierten sich im Wirkungsbild zunächst auf die Fichte. Später verlagerte sich der Schadensschwerpunkt auf das Laubholz, insbesondere auf die älteren Bäume. Diese Entwicklung hängt v.a. von der Altersstruktur der Fichte im Saarland ab: Als nicht standortheimische Baumart erreicht die Fichte im Saarland nicht ihre natürliche Altersgrenze. Da jedoch die Schäden mit zunehmendem Alter i.d.R. ansteigen, werden die hohen Schadprozentage der natürlichen Verbreitungsgebiete der Fichte nicht erreicht. Mit den Sturmwürfen des Jahres 1990 wurde die Altersstruktur der Fichte zusätzlich verändert. Den Stürmen fielen hauptsächlich die älteren und die standörtlich labilsten Bestände zum Opfer.

Bei den nach den Sturmwürfen verbliebenen Fichten verstärkten sich zunächst die Kronenschäden durch Folgewirkungen wie Borkenkäferbefall, Schäden durch plötzliche Freistellung (Untersonnung) und Wasserstreß durch Wurzelabrisse. 1995 erreichten die deutlichen Schäden mit 17 % ihr Maximum.

Deutliche Schäden auf dem Niveau der letzten Jahre

Mit geringen Schwankungen bleiben die deutlichen Schäden bei der Fichte auf dem Niveau der letzten Jahre. In Altbeständen halten sie den Stand von 20% bei , in jüngeren liegen sie bei 4 % (+1 %-Punkt), insgesamt bei 8 % (+1 %-Punkt).

Bei den älteren Fichten hatte die Sommertrocknis keinen Einfluß auf die Benadelungsdichte; hier hat entgegen der Entwicklung anderer Baumarten der Anteil leichter Schäden um 6 Prozentpunkte von dem hohen Stand von 75% auf 69% abgenommen. Bei den bis 60jährigen Fichten nahm hingegen der Anteil schwacher Schäden um 8 Prozentpunkte auf 26 % zu.

Nach äußeren Schadensmerkmalen ungeschädigte Fichten nehmen damit in jüngeren Beständen einen Anteil von 70%, in Altbeständen 11 %, im Mittel aller Altersstufen 61% ein.

Abb.12: Entwicklung der Waldschäden der Fichte seit 1984

Waldschadenserhebung 1984 - 2003
Fichte insgesamt

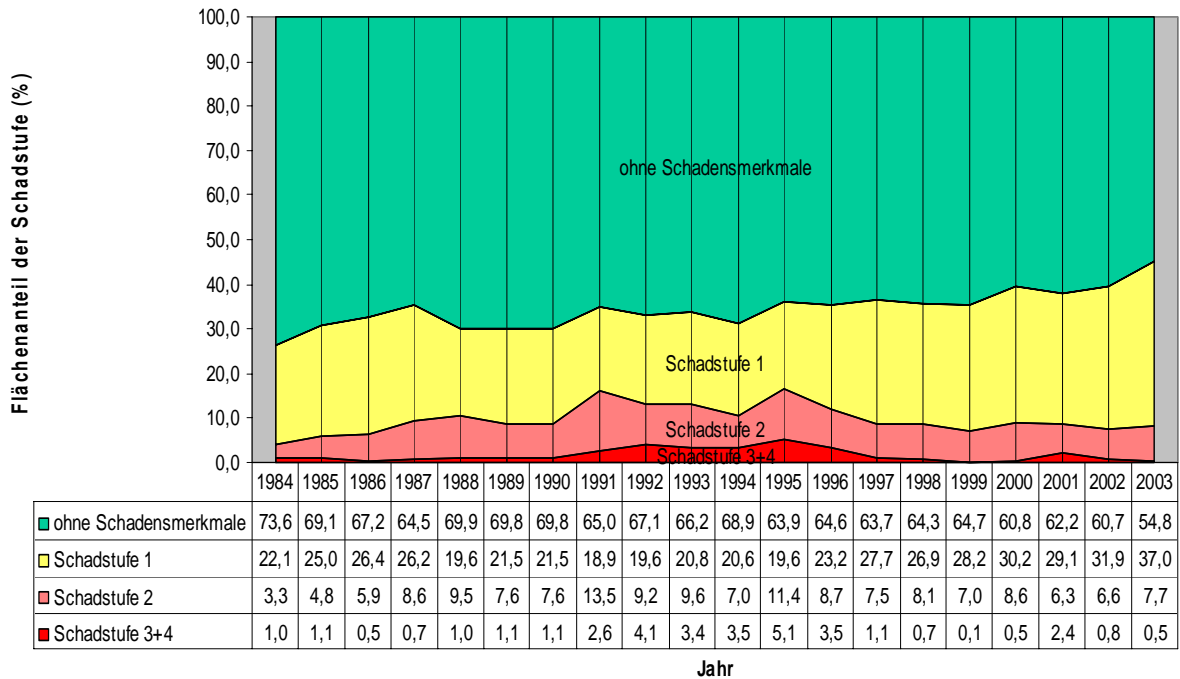


Abb.13: Entwicklung der Waldschäden seit 1984 für Fichte bis 60 Jahre

Waldschadenserhebung 1984 - 2003
Fichte bis 60 Jahre

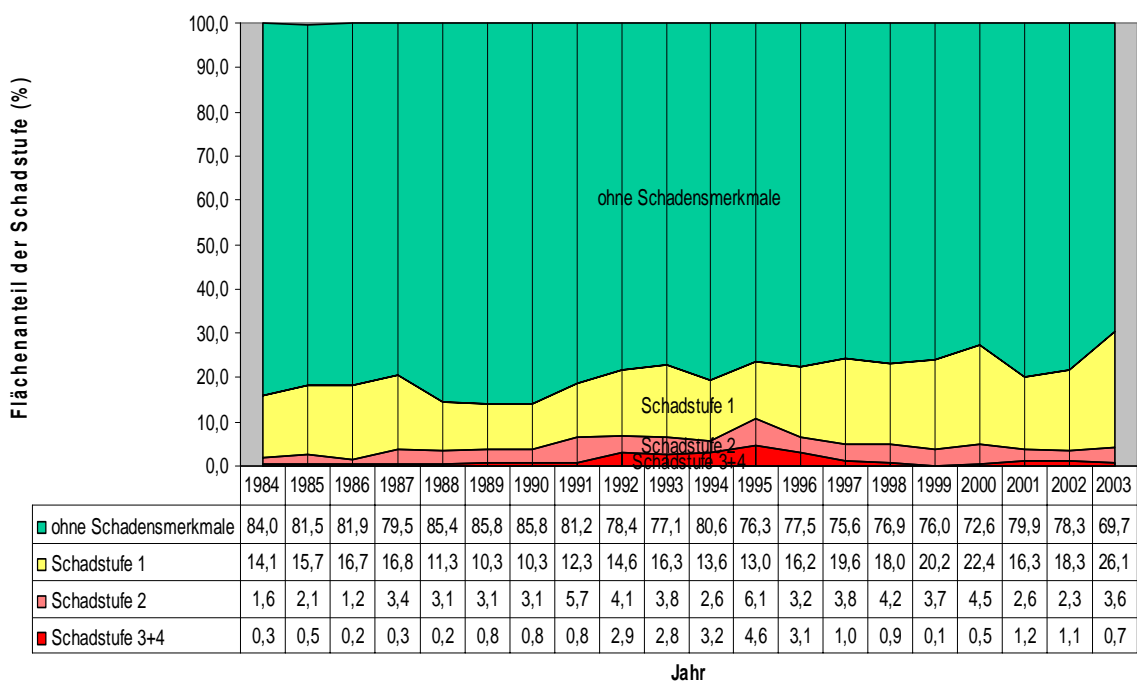
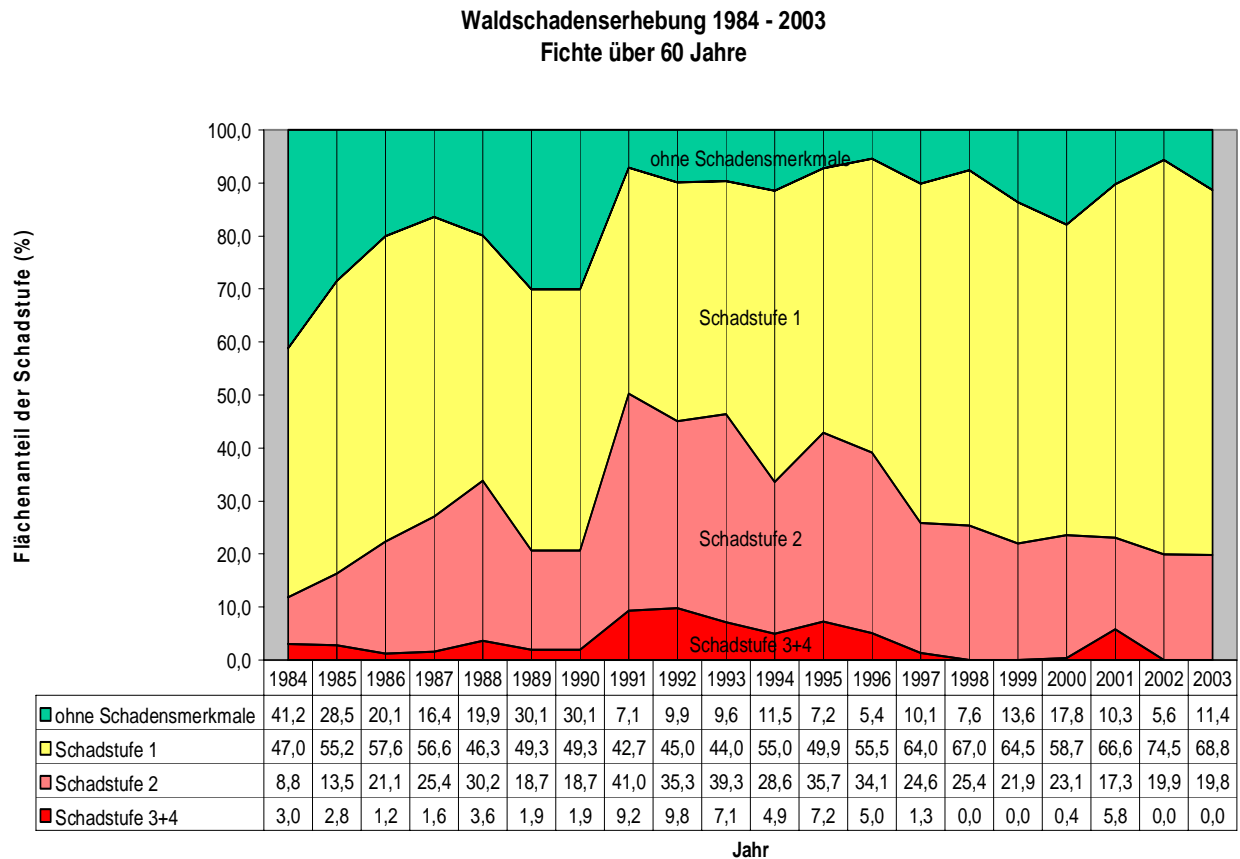


Abb.14: Entwicklung der Waldschäden seit 1984 für Fichte über 60 Jahre



Folgeschäden durch Borkenkäfer im Spätsommer

Dennoch hat die Sommertrocknis dieses Jahres die Vitalität der Fichten beeinträchtigt. Geringe Wasserversorgung begünstigte den Befall und Ausbreitung der Borkenkäfer, insbesondere des Buchdruckers. Die trocken-warme Witterung ermöglichte den Käfern eine relativ späte dritte Brut mit einem starken Populationsanstieg bei stark geschwächten Wirten, was zu einer entsprechenden Schadensentwicklung führte. Es gilt, noch in diesem Jahr frisch befallene Bäume einzuschlagen, um die Populationsdichte zu vermindern und die Gefahr einer Gradation im kommenden Frühjahr einzudämmen. Es wird mit einer Einschlagsmenge von deutlich mehr als 10.000 Festmetern gerechnet.

Die Borkenkäferschäden schlugen sich zahlenmäßig nicht auf das Ergebnis der WSE 2003 nieder, da sie verstärkt im Spätsommer auftraten und die Schadinventur bereits weitgehend abgeschlossen war.

Kiefer

Die Kiefer hat im Saarland einen Flächenanteil von 8%.

Vor allem junge Kiefern haben sich in diesem Jahr deutlich verschlechtert: beeinflusst durch die Trockenheit schnellten hier die deutlichen Schäden um 20 Prozentpunkte auf 22% hoch; in der Summe ergibt sich damit eine Zunahme deutlicher Schäden um 6 Prozentpunkte von 9 auf 15 % .

Von allen Hauptbaumarten hat die Kiefer mit 75 % den höchsten Stand von leichten, eher unspezifischen Schäden (Schadstufe 1); Der Anteil von Bäumen ohne Schadsymptome reduzierte sich im Gesamtergebnis um weitere 6 %-Punkte auf 11%.

Wesentliche Veränderungen gegenüber 2001 ergaben sich v.a. in der weiteren Zunahme der Schadstufe 1 in unter 60jährigen Beständen (+15 %-Punkte).

Zu derartigen größeren Sprüngen bei der Kiefer kommt es auch deswegen, weil bei der Vitalitätsansprache die Zahl der Nadeljahrgänge eine wichtige Rolle spielt. Gesunde jüngere Kiefern haben im Sommer normalerweise volle 4, ältere Kiefern volle 3 Nadeljahrgänge. Auftretende aktuelle Nadelverluste betreffen häufig größere Teile eines Nadeljahrgangs gleichzeitig.

Abb.15: Entwicklung der Waldschäden der Kiefer seit 1984

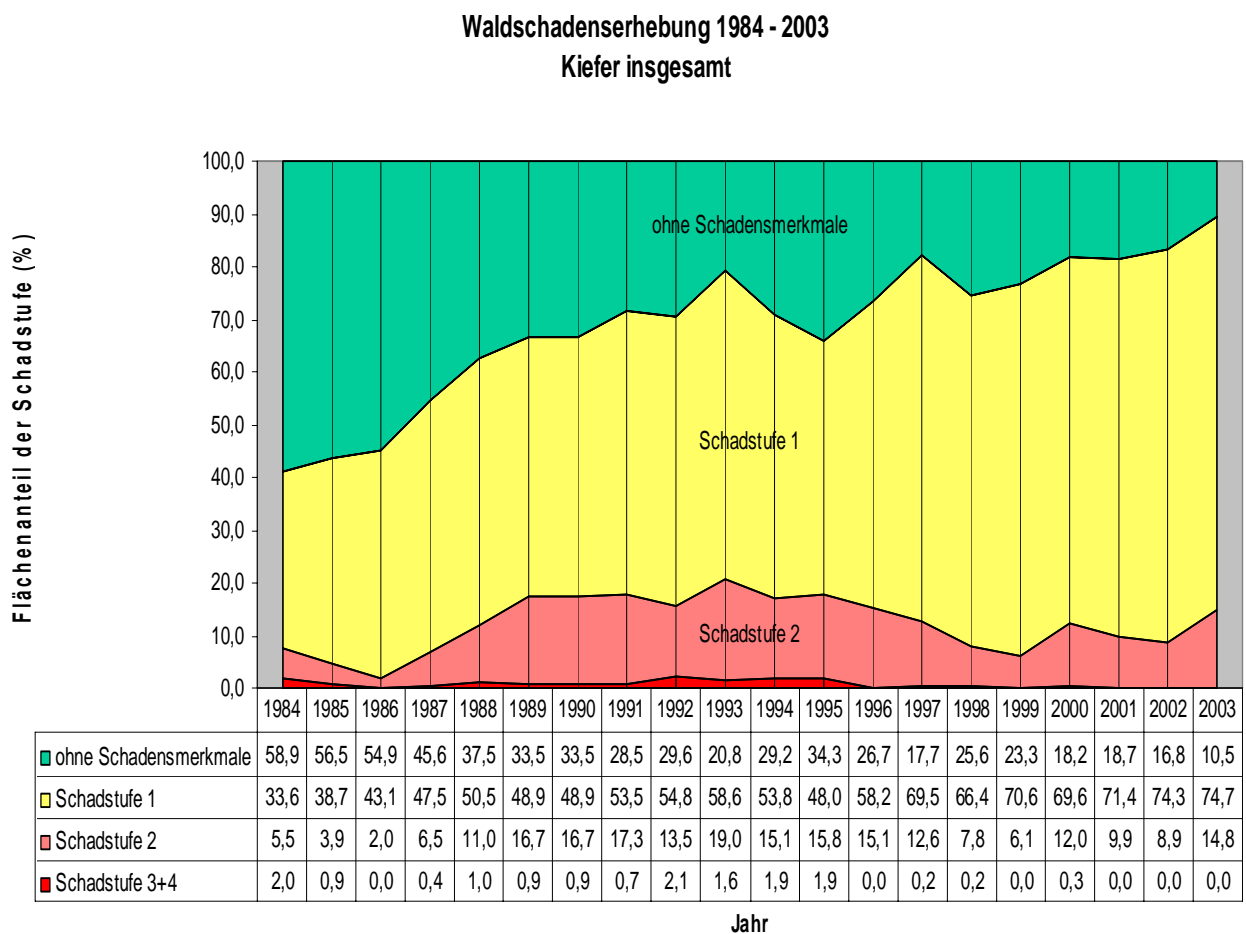


Abb.16: Entwicklung der Waldschäden seit 1984 für Kiefer bis 60 Jahre

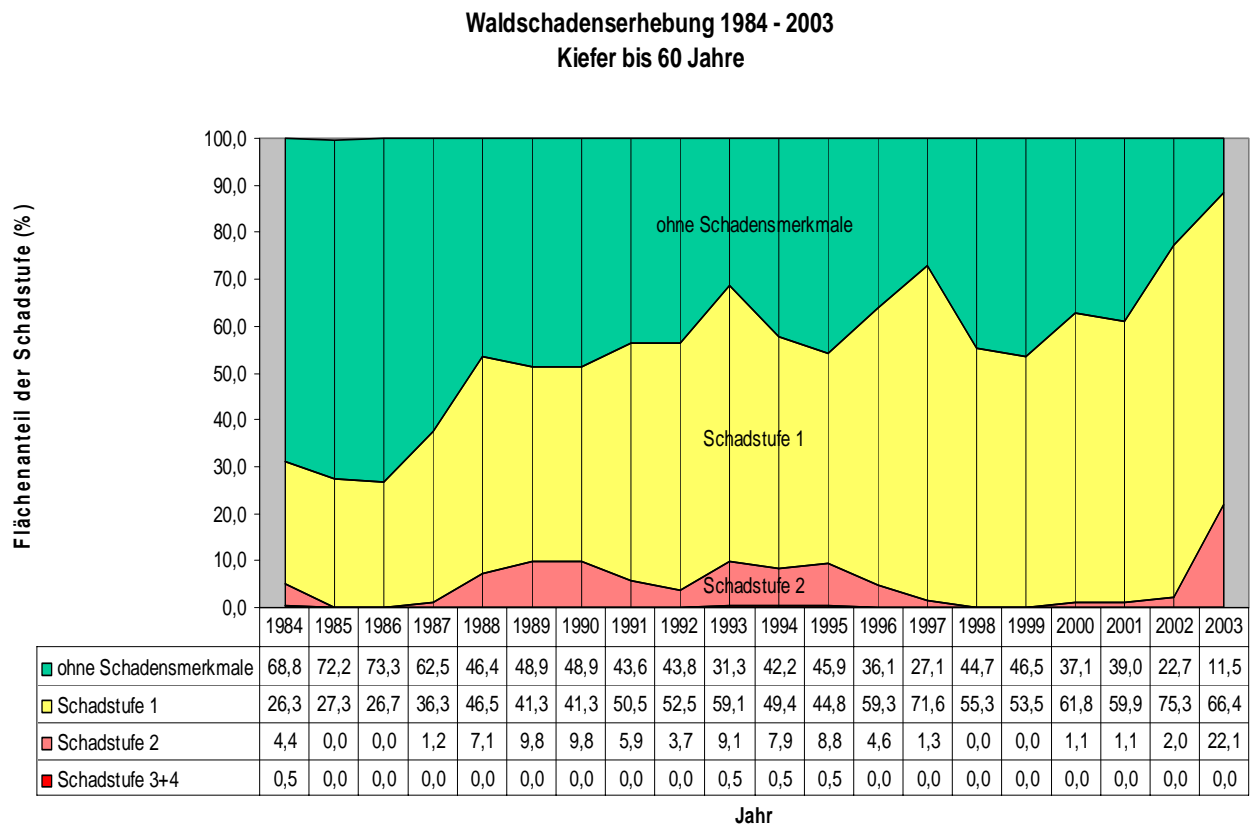
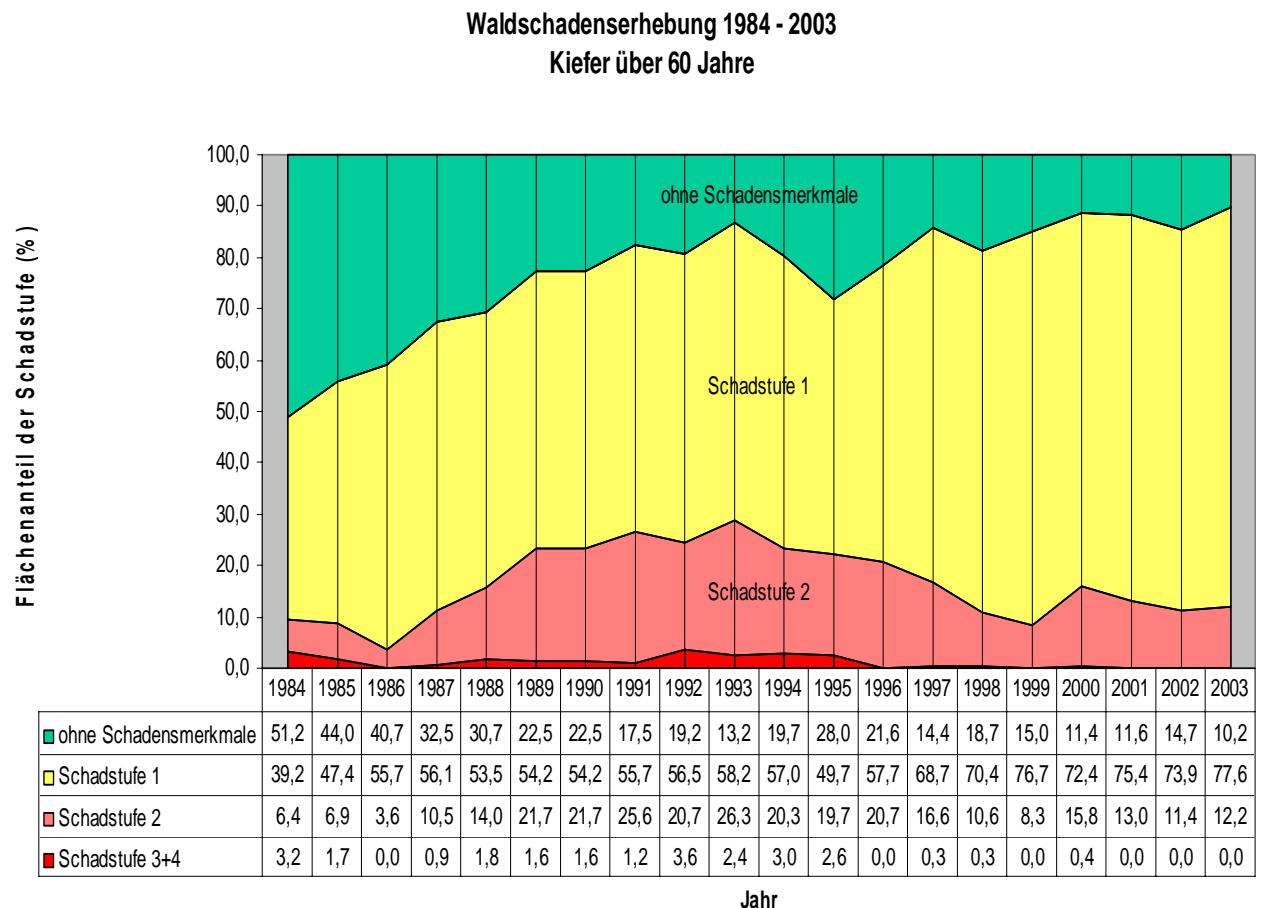


Abb.17: Entwicklung der Waldschäden seit 1984 für Kiefer über 60 Jahre



Der Einfluss der Witterung

Die Wachstumsverhältnisse im Wald mit Stoff- und Energieumsatz werden in hohem Maße durch die unterschiedlichen standörtlichen Verhältnisse und Einflüsse, dabei wesentlich auch durch die klimatischen Bedingungen geprägt. Wachstum und Vitalität der Bäume stehen in Wechselwirkung mit Temperatur, Strahlung, Niederschlag, Wasserversorgung des Bodens, Bodenzustand, Nährstoffversorgung- und -aufnahme. Zu den Standortsfaktoren im weiteren Sinne 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.

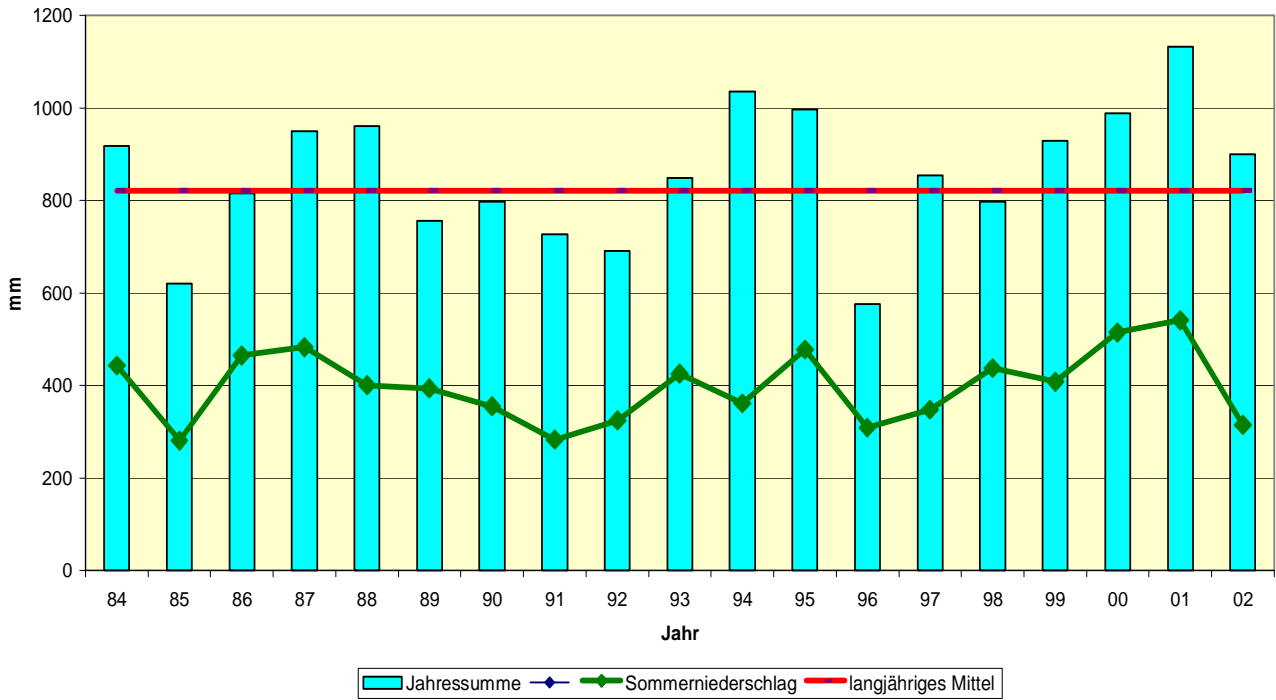
Die Waldschadenserhebung erfaßt Schadensmerkmale unabhängig von ihrer Ursache. Die Vitalitätsmerkmale hängen von einer Vielzahl einzelner Faktoren ab, die im Komplex wirken und in ihrer Wirkung nicht im einzelnen zu trennen sind: biotische und abiotische Schäden, Schäden in Folge direkter oder indirekter Wirkungen von Schadstoffeinträgen. Auch der Witterungsverlauf spielt eine bedeutende Rolle: Bäume reagieren auch unter natürlichen Bedingungen sehr rasch auf Witterungsextreme, v.a. auf Trockenheit. Die Anfälligkeit gegenüber Trockenstress kann dabei z.B. durch bodenchemisch bedingte Wurzelschäden erhöht sein. Ebenso treten Versauerungsschübe im Boden häufig bei Niederschlagsereignissen nach langen Trockenperioden auf und schädigen die Wurzeln zusätzlich.

Umgekehrt können sich längere Phasen mit guter Wasserversorgung positiv auswirken und die Auswirkung anderer vitalitätsmindernd wirkender Faktoren überdecken. Eine Einschätzung des Einflusses der Witterung ist daher für die Betrachtung der allgemeinen Schadentwicklung wichtig; umgekehrt sind singuläre Ereignisse wie der diesjährige Trocken- und Hitzesommer mit seinen unmittelbaren Wirkungen in Zusammenhang mit den übrigen Faktoren zu bewerten.

Die Niederschlagsentwicklung der letzten Jahre hat das Waldwachstum und die Vitalität der Waldbäume eher begünstigt. Seit einer Folge von Jahren mit unterdurchschnittlichem Jahresniederschlag 1989-1992 liegen die Jahresniederschlagswerte seit 1993 im langjährigen Jahresdurchschnitt oder darüber, ausgenommen das Jahr 1996. Auch das Jahr 2002 lag mit 900 mm noch über dem Durchschnitt, weist aber geringe Niederschläge in der Vegetationsperiode v.a. im Frühsommer auf.

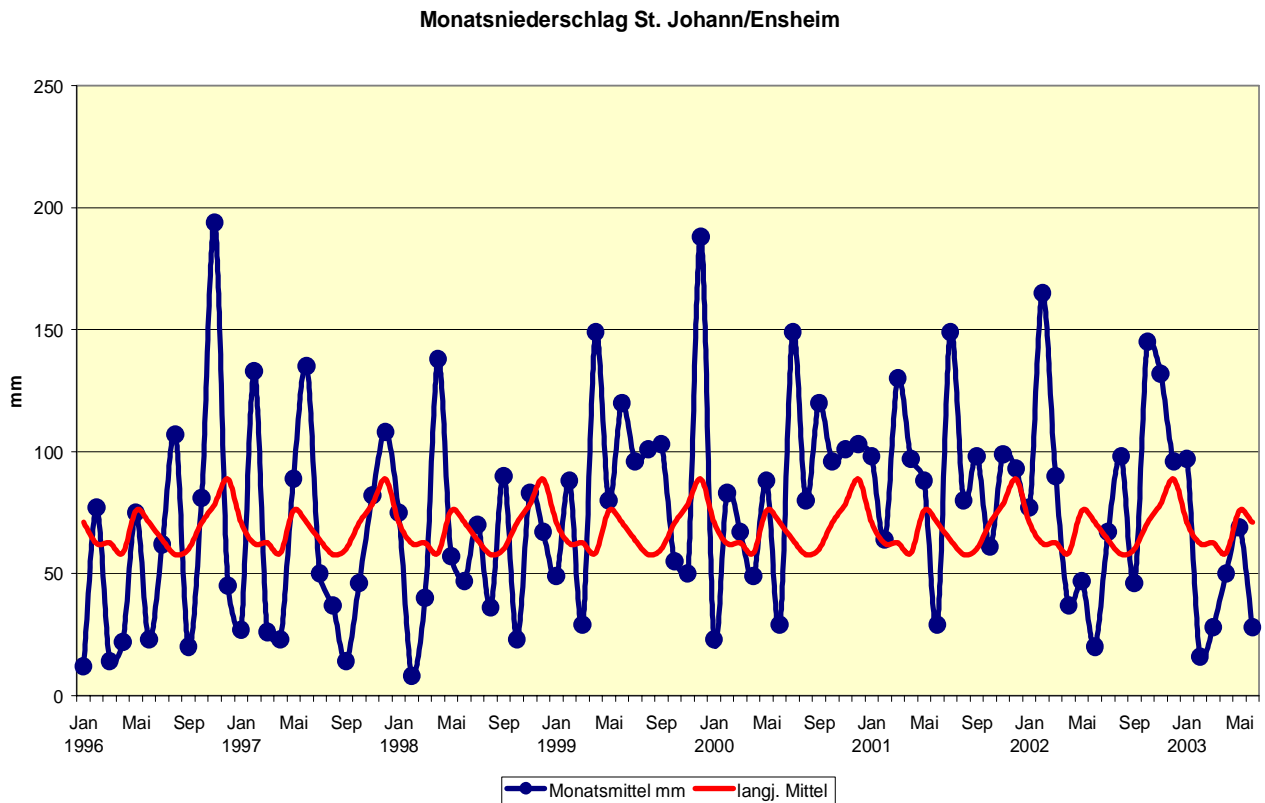
Abb.18: Niederschlagssumme Jahresniederschlag 1984-2002

Niederschläge 1984 - 2001
St Annual/Ensheim
(Hydrologisches Jahr)



Neben der Jahressumme spielt bei Beurteilung der Wasserversorgung die Niederschlagsentwicklung im Monatsgang eine große Rolle.

Abb.19: Monatsniederschlag 1996 – August 2003



Das Jahr 2003 startet mit einem nach hohen Niederschlägen im November/Dezember kalten Winter, im Januar noch mit durchschnittlichen Niederschlägen, im Februar mit nur 16mm* Niederschlag deutlich zu trocken. Ebenfalls deutlich zu trocken sind März (28 mm*) und Anfang April, etwas zu trocken Mai, deutlich zu trocken wieder Juni (28mm*) und August mit 38mm*. Nur die Juliniederschläge liegen über dem langjährigen Mittel, diese Niederschläge, z.T. als Starkregen mit starkem Oberflächenabfluß (am 16.8. 30mm*) reichen aber nicht aus, die ausgetrockneten Waldböden ausreichend zu durchfeuchten. Damit liegt die Niederschlagsverteilung besser als im letzten extremen Trockenjahr 1976 mit von Februar bis August deutlich unterdurchschnittlichen Niederschlägen.

* bezogen auf Saarbrücken Ensheim

Das Jahr 2003 ist von März bis August im Saarland zu warm. Zu den geringen Niederschlägen lagen die Frühjahrstemperaturen über dem Durchschnitt, der Sommer war extrem heiss mit Durchschnittstemperaturen (Monatstemperaturen) von über 20° C, im Juni und August über 5K über dem langjährigen Mittel und Spitzentemperaturen über 40° C (Rekordtemperatur am 8.August in Perl mit 40,3° C – Hitzerekord für ganz Deutschland). Diese Monatstemperaturen entsprechen eher dem langjährigen Mittel der mediterranen Klimazone.

Abb.20: Monatsniederschlag 2002 – August 2003

Monatsniederschlag St. Johann/Ensheim

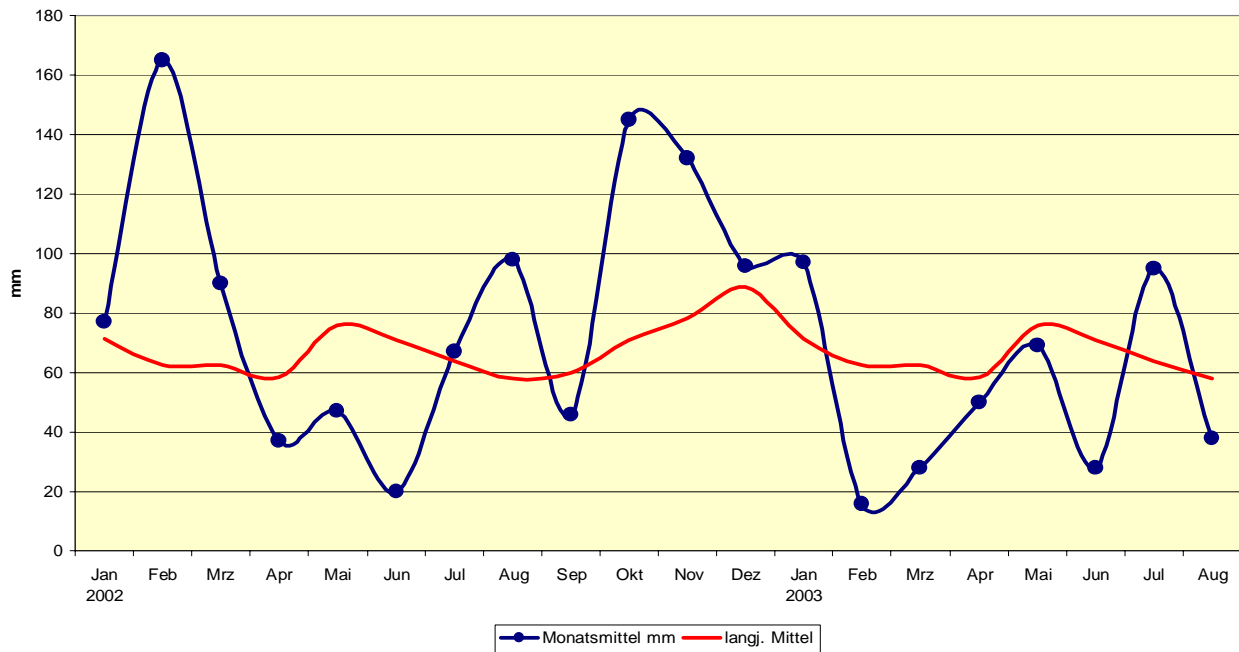
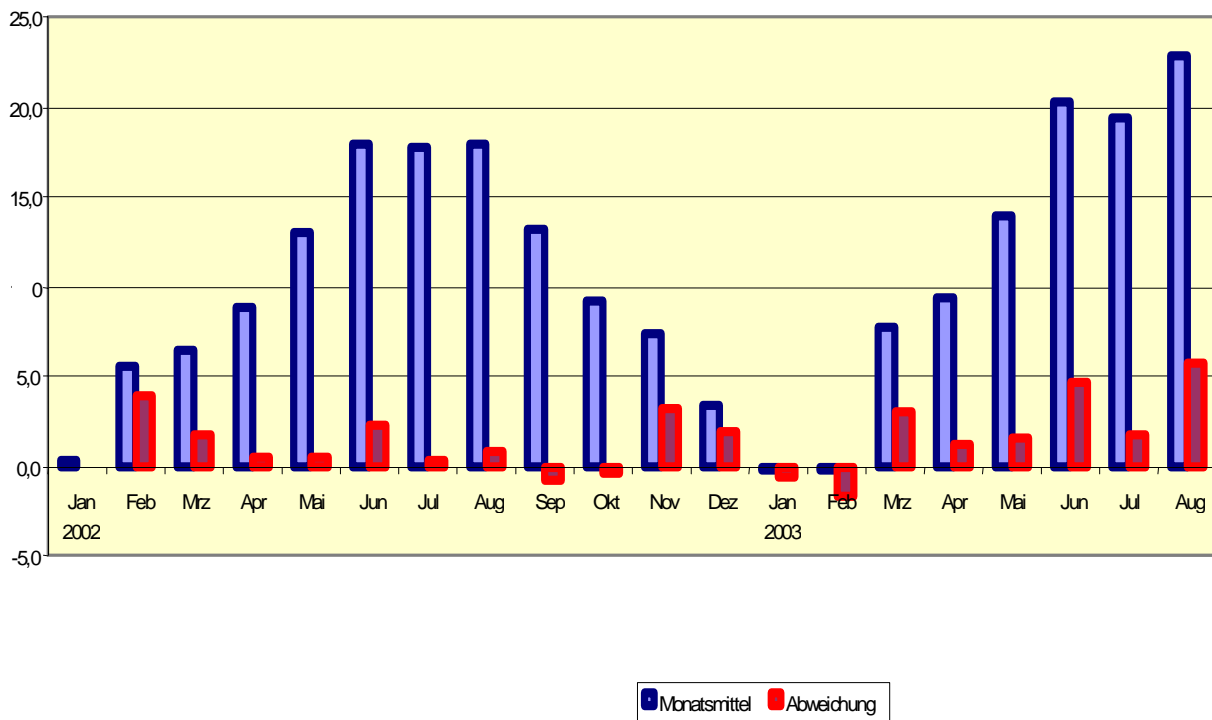


Abb.21: Monatstemperatur 2002 – August 2003

Monatstemperatur Ensheim



Die waldschädigende Wirkung von Trockenjahren

Die Waldbaurichtlinien 1. Teil (Standortsökologische Grundlagen) des Staatswaldes bezeichnen den Niederschlagsverlauf Typ „Trocknes Frühjahr, nasser Juli, trockner August“ als wenig waldschädigend, im Gegensatz zum Typ „durchgehend trocken“ (1976) – stark waldschädigend.

Der Juli 2003 brachte zwar Niederschläge über dem langjährigen Mittel, war aber nicht wirklich nass. Durch die Rekordtemperaturen war die Verdunstungsrate entsprechend hoch.

Durchaus auffallend in der Kronenentwicklung im laufenden Jahr war jedoch, dass viele Bestände bis Anfang August noch keine wesentliche Reaktion auf die Witterung zeigten und es erst im August im Zuge der Hitzewelle verstärkt zu verfrühten Laubabwürfen kam. Zu beobachten war dabei häufig auch eine sehr schwache Ausbildung von Knospen für das nächste Jahr. Tonböden wiesen eine starke Ausbildung von Trockenrissen auf, was zu einer Schädigung der Feinwurzeln durch Wurzelabrisse führte.

Welche langfristigen Auswirkungen das Jahr 2003 auf den Wald haben wird, werden die Folgejahre zeigen. Zu berücksichtigen ist dabei auch, dass sich die Standortsfaktoren, z.B. der Versauerungsgrad der Böden gegenüber früheren Jahren wesentlich verschlechtert haben und auch die Vitalität der Bäume abgenommen hat.

Verfahren und Durchführung der Waldschadenserhebung

Die Waldschadenserhebung 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
- Kieferngroßschädlinge
- Eichenwickler und Frostspanner
- sonstige Insekten und Schadpilze

Durchführung SaarForst Landesbetrieb

Ersatz von Probebäumen

Die Waldschadenserhebung ist eine Stichprobenerhebung mit einer festen Zahl an Aufnahmepunkten und Probebäumen. Scheiden Stichprobenbäume aus dem Aufnahmekollektiv aus, z.B. durch Nutzung oder auch Absterben, werden statt dessen nächststehende Ersatzbäume aufgenommen. Es stellt sich die Frage, inwieweit die langjährige Waldschadensstatistik etwa dadurch beeinflusst wird, dass abgestorbene oder aufgrund mangelnder Vitalität vorzeitig genutzte Bäume durch andere, eventuell vitalere ersetzt werden.

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 und verschiebt den Mittelwert auf 3,2%. Im Jahr 2003 wurden 2,1 % der Probebäume ersetzt.

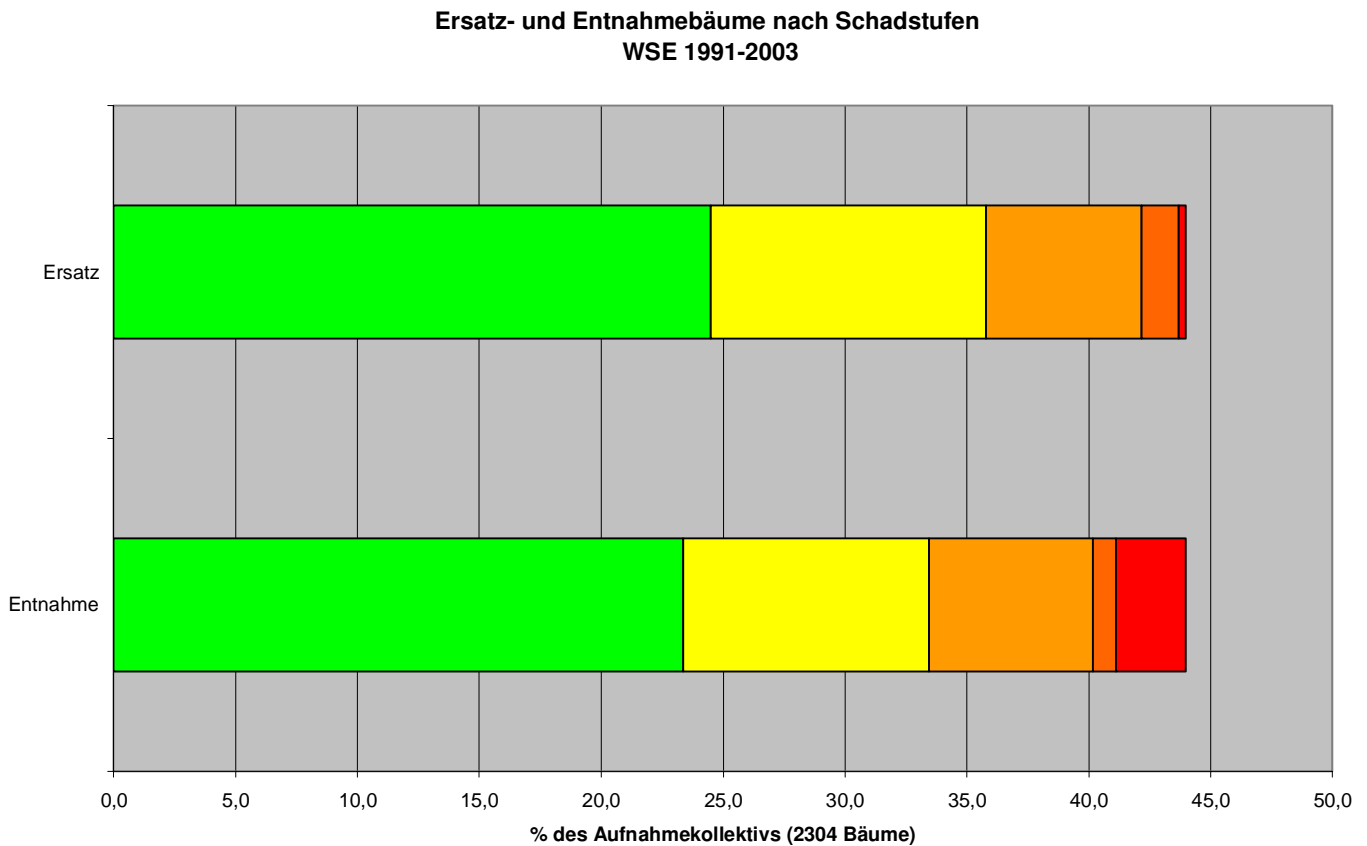
Tabella 3: Anteil ausgeschiedener und ersetzter Probebäume in Prozent des Aufnahmekollektivs 1991-2003

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
1991-2003	41,9
Mittel	3,2

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

Abb. 20 zeigt für den Zeitraum von 13 Erhebungsjahren die Verteilung der Ersatz- und Entnahmebäume auf die Schadstufen 1-4 im Vergleich.

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 gesunder Bäume liegt bei den Ersatzbäumen für den 13-Jahreszeitraum nur um 1,2 % höher als bei den ausgeschiedenen Bäumen, auch die Werte für die Schadstufen 1 bis 3 liegen eng beisammen. Nur der Anteil der abgestorbenen Bäume (Schadstufe 4) liegt bei den Entnahmebäumen mit 2,9% 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.

In der Auswirkung könnte nun grundsätzlich in der Waldschadensstatistik der Anteil der toten Bäume um maximal 2,9%-Punkte höher liegen, wären keine Ersatzbäume gewählt und die abgestorbenen Bäume in der Statistik mitgeführt worden.

Die Berücksichtigung der im gesamten Beobachtungszeitraum abgestorbenen Bäume führte jedoch zu methodisch falschen Ergebnissen, weil Wald von Natur aus dynamischen Prozessen unterliegt und die Baumanzahl vom Jungwald über alle Entwicklungsphasen bis zum Altbestand auch durch konkurrenzbedingte natürliche Absterbeprozesse kontinuierlich abnimmt. Natürliche Prozesse lassen sich bei vorliegenden Größenordnungen nicht von durch äußere Schadfaktoren verursachten Absterbeprozesse trennen.

Die Kalkung von Waldstandorten

1989 wurde im Rahmen der Bundesweiten Bodenzustandserhebung unter Wald (BZE) in Zusammenarbeit der saarländische Landesforstverwaltung mit der AG Forst (Angewandte Geochemie-Prof. H. Schneider) eine umfassende Inventur der Waldböden (2 km * 4 km Raster der Waldschadenserhebung) im Saarland durchgeführt. Gemäß den Ergebnissen dieser Erhebungen ist der Zustand der Waldböden an der Mehrzahl der Standorte als besorgniserregend bis kritisch einzuschätzen. Die Waldböden sind größtenteils stark versauert und besitzen nur noch geringes Säurepufferungspotential bei gleichzeitigem Rückgang der pflanzenverfügbaren Nährstoffvorräte.

Eingebunden in diese rasterförmige Bodenzustandserhebung wurden für den saarländischen Forst im Rahmen eines zweiten Untersuchungsprogramms in ausgewählten Laubwaldökosystemen forstliche Dauerbeobachtungsflächen (Forstliches Umweltmonitoring, Level II) aufgebaut. Ziel dieser Flächen, die mittlerweile EU-weit unterhalten werden, ist es, über permanente Zeitreihen, die Veränderungen des Stoffhaushaltes und die Stabilität der saarländischen Wäldern unter dem Einfluß von atmosphärischen Einträgen zu erfassen und zu bewerten, daraus Maßnahmen abzuleiten und deren Wirkung abzuschätzen. Die Ergebnisse dieses Monitorings belegen u.a., dass sich der Bodenzustand stellenweise dramatisch verschlechtert hat und sich die Austräge aus den destabilisierten Waldstandorten im höchstem Maße schädigend auf die nachgeschalteten Gewässer auswirken (S. Waldzustandsbericht 2002) .

Kompensationskalkungen zielen darauf ab, die über die Deposition eingetragenen anthropogenen Säuren in den obersten Bodenschichten über einen gewissen Zeitabschnitt zu neutralisieren, den Bodenzustand dadurch zu stabilisieren und gegebenenfalls auch zu verbessern. Kompensationskalkungen sind derzeit die einzige forstliche Möglichkeit, besonders gefährdeten Waldstandorten unmittelbar neues Säurepufferungsvermögen zur Verfügung zu stellen.

In Rheinland-Pfalz wurden bis zum Jahr 1998 rd. 500.000 ha Wald gekalkt. Als kalkungsnotwendig werden rd. 75% der rheinland-pfälzischen Waldfläche eingestuft.

Im Abschlußbericht zur Waldbodeninventur (Schneider et al. 1994) wurde anhand der umfangreichen durchgeführten bodenchemischen Untersuchungen Schwerpunkträume für vordringliche Kompensationskalkungen ausgeschieden. Danach besitzen die Standorte im Hunsrück und im Hunsrückvorland - das Wuchsgebiet II mit überwiegend devonischen Ausgangsgesteinen - die höchste Priorität, gefolgt von den Buntsandsteinböden im St. Ingbert - Homburger Raum und im Warndt. Die Landesforstverwaltung entschloß sich daraufhin mit ökosystemverträglichen Kompensationskalkungsmaßnahmen, die von wissenschaftlichen Untersuchungen begleitet wurden, im damaligen FA Hochwald zu beginnen. In den Jahren 1994-1996 wurden dort rd 2100 ha besonders gefährdete Waldstandorte gekalkt.

Die Wirkung der Waldkalkung 1994/96 im Nordsaarland

Nach der Durchführung der Kalkung ist es von hohem Interesse, die bodenchemischen Auswirkungen dieser Maßnahme festzustellen und zu dokumentieren.

Im Jahr 2002 wurde deshalb vom Ministerium für Umwelt eine Wirkungsanalyse dieser Kompensationskalkungen in Auftrag gegeben mit dem Ziel, die aktuellen Versauerungszustände für die ungekalkten Nullflächen und für die gekalkten Flächen sowie die im Boden nach Kalkausbringung noch gespeicherten Säuremengen zu erfassen.

Verschlechterung der ungekalkten Standorte

Ergebnis dieser Untersuchungen ist, dass es an den nicht gekalkten Standorten zu einer weiteren Verschlechterung des Bodenzustandes gekommen ist. Da die Böden im FA Hochwald von Natur aus ausnahmslos kalkfrei sind, konnte die Pufferung der fortgesetzten Schadstoffeinträge nur über die irreversible Auflösung und gegebenenfalls vollständige Zerstörung von Tonmineralen erfolgen.

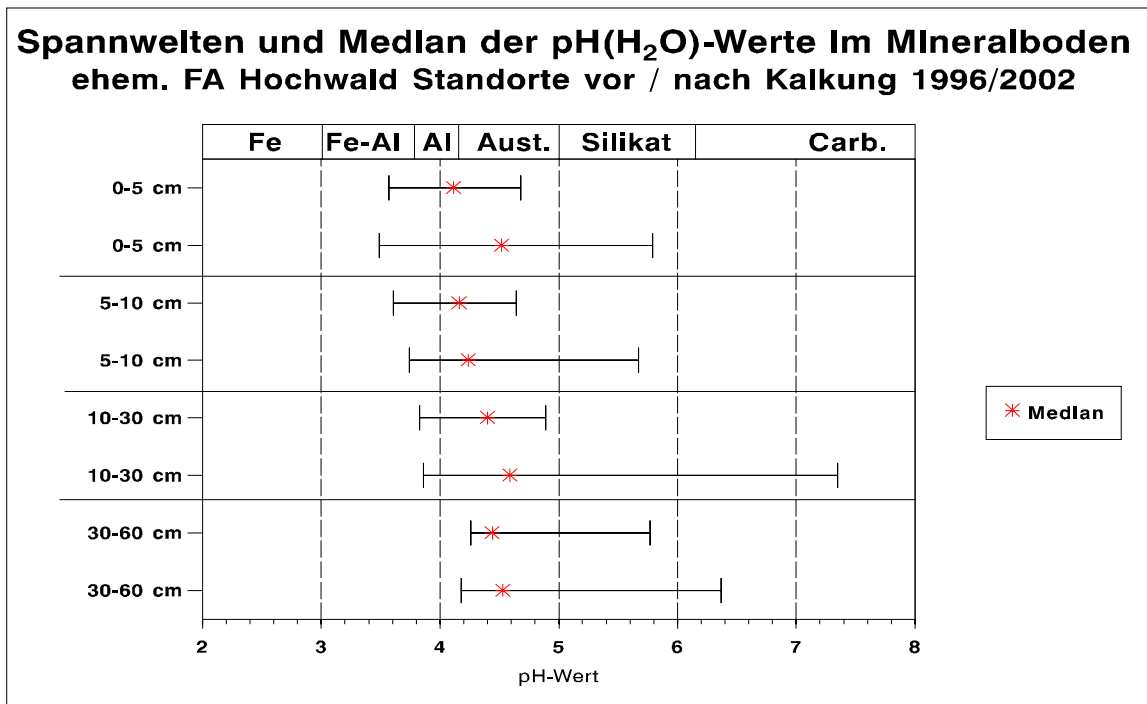
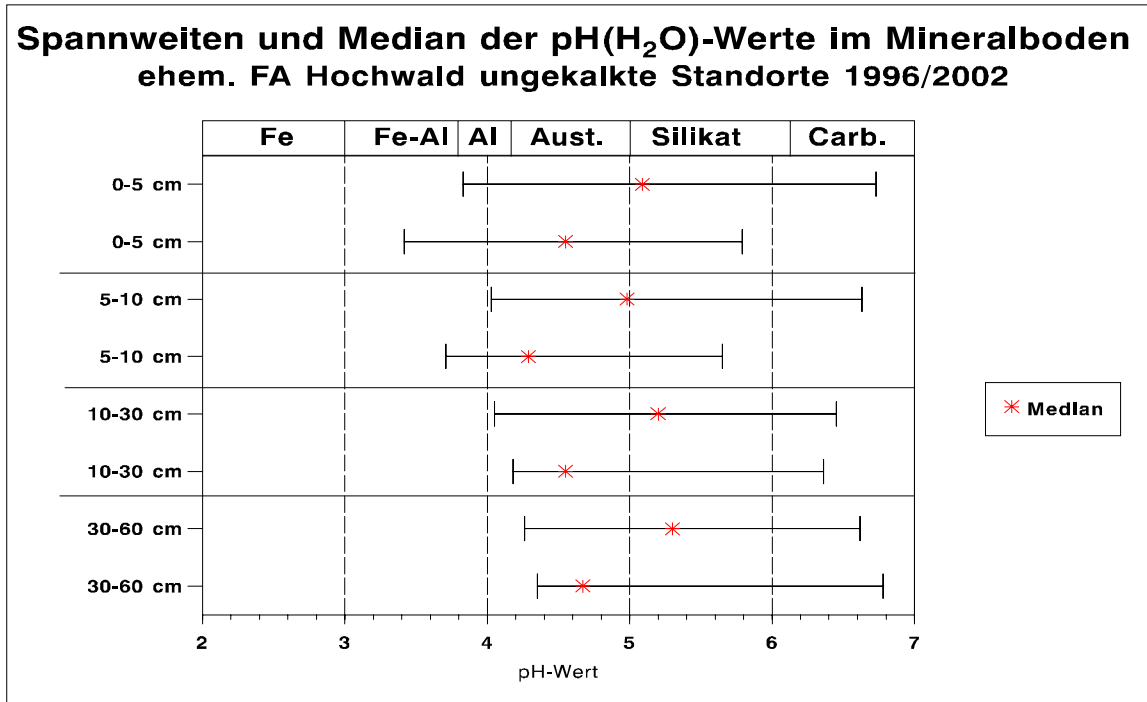
Positive Wirkung der Kalkung

Im Gegensatz dazu hat sich die Bodenazidität für die gekalkten Waldflächen verbessert. Die pH-Werte liegen im Mittel deutlich über den Werten von 1994/1996 vor der Kalkung. An einigen Standorten lassen sich jedoch im Oberboden erneute Versauerungsvorgänge nachweisen, während die Wirkung der Kompensationskalkung im Unterboden z.T. noch vorhält.

Es lässt sich feststellen, dass die ausgebrachten Kalkmengen offensichtlich in der Lage waren, die versauernden Prozesse zu minimieren und die Böden bezüglich des Versauerungsgrades zu stabilisieren. Durch den direkten Vergleich zu den nicht gekalkten Flächen wird erkennbar, in welchem Umfang sich eine Degradation der Böden im Nordsaarland in nur 6 Jahren vollzieht.

So haben sich die Medianwerte der pH-H₂O Messungen an den ungekalkten Standorten in allen Tiefenstufen seit 1994/1996 um z.T. mehr als eine halbe pH-Stufe verschlechtert (Abb.23). Der Minimalwert liegt in den ersten 5 cm der Oberböden bei 3,4.

Abb.23: Unterschiede der pH-Werte gekalkter und ungekalkter Standorte



In den Abb. 24 bis 27 sind die untersuchten Standorte nach den gemessenen pH-Werten verschiedenen ökologisch wirksamen Pufferbereichen zugeordnet.

Tabelle 4: Pufferbereiche nach Ulrich(1987)

Pufferbereich (Ausgangswert)	pH (H ₂ O) Messwert	Merkmale und dabei gelagerte Kationen (Einkaufswert für Vorkalium)
Carbonat-Pufferbereich: CaCO ₃	> 6,5	Ca ²⁺ (HCO ₃ ⁻), Ca ²⁺ und Ca ²⁺ (HCO ₃ ⁻)-Kationenaustauschung
Stark-Pufferbereich: Austauscher	5,5 - 6,5	Ca ²⁺ (HCO ₃ ⁻), Ca ²⁺ (HCO ₃ ⁻), Ca ²⁺ (HCO ₃ ⁻), Ca ²⁺ (HCO ₃ ⁻), Ca ²⁺ (HCO ₃ ⁻), Ca ²⁺ (HCO ₃ ⁻)
Austauscher-Pufferbereich: Tonminerale	5,0 - 5,5	Ca ²⁺ (HCO ₃ ⁻), Ca ²⁺ (HCO ₃ ⁻), Ca ²⁺ (HCO ₃ ⁻), Ca ²⁺ (HCO ₃ ⁻), Ca ²⁺ (HCO ₃ ⁻), Ca ²⁺ (HCO ₃ ⁻)
Mittel-Pufferbereich: Tonminerale	4,5 - 5,0	Ca ²⁺ (HCO ₃ ⁻), Ca ²⁺ (HCO ₃ ⁻), Ca ²⁺ (HCO ₃ ⁻), Ca ²⁺ (HCO ₃ ⁻), Ca ²⁺ (HCO ₃ ⁻), Ca ²⁺ (HCO ₃ ⁻)
schwach-Pufferbereich: Tonminerale	4,0 - 4,5	Ca ²⁺ (HCO ₃ ⁻), Ca ²⁺ (HCO ₃ ⁻), Ca ²⁺ (HCO ₃ ⁻), Ca ²⁺ (HCO ₃ ⁻), Ca ²⁺ (HCO ₃ ⁻), Ca ²⁺ (HCO ₃ ⁻)
Al-Pufferbereich: Tonminerale im Austauschbereich	3,5 - 4,0	Al ³⁺ und Al ³⁺ (HCO ₃ ⁻)-Kationenaustauschung
Al-Pufferbereich: Tonminerale im Austauschbereich	3,0 - 3,5	Al ³⁺ und Al ³⁺ (HCO ₃ ⁻)-Kationenaustauschung
Fe-Al-Pufferbereich: Tonminerale im Austauschbereich	2,5 - 3,0	Al ³⁺ und Fe ³⁺ (HCO ₃ ⁻)-Kationenaustauschung
Fe-Al-Pufferbereich: Tonminerale im Austauschbereich	2,0 - 2,5	Al ³⁺ und Fe ³⁺ (HCO ₃ ⁻)-Kationenaustauschung

Boden pH-Werte - ungekalkte Standorte

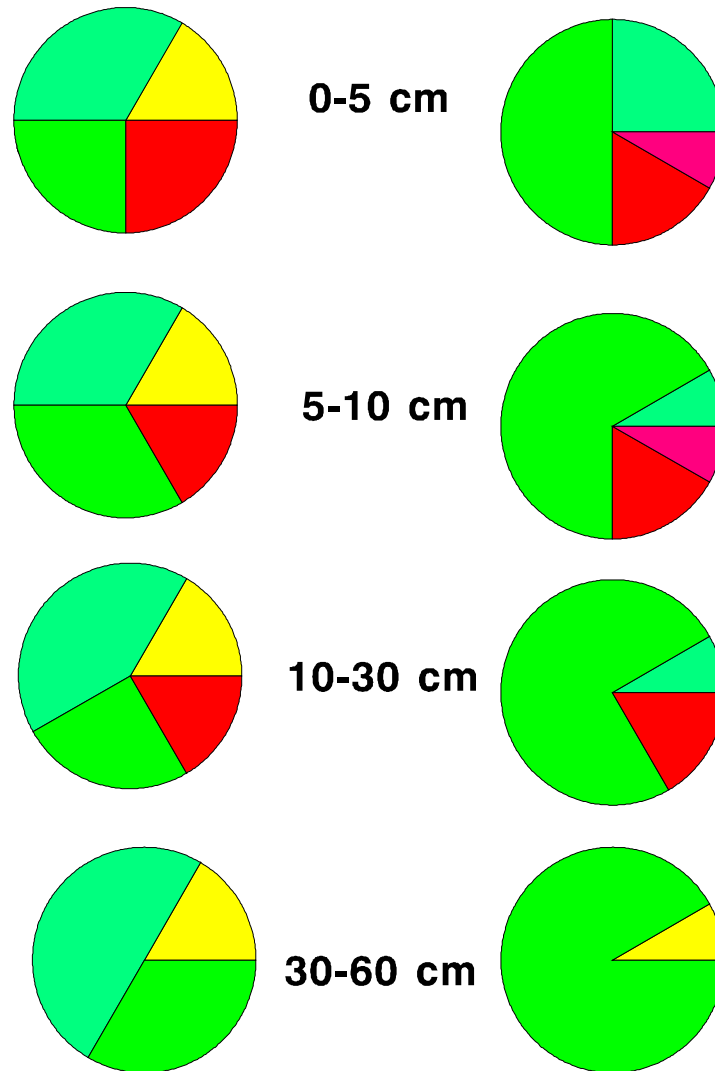
Weitere Versauerung der Böden

Bei den nicht gekalkten Standorten des ehemaligen Forstamtes Hochwald hat sich der Bodenzustand seit 2002 bis in die Tiefenstufe 30-60 cm eindeutig verschlechtert. Die Bodenversauerung hat zugenommen: Während sich der Oberboden (0-30 cm) 1994/1996 noch bei annähernd der Hälfte der Standorte im Carbonat- und Austauscherpufferbereich befand, haben die anhaltenden destabilisierenden Prozesse in den untersuchten Beständen dazu geführt, dass bei der Wiederholungserhebung 2002 nur noch ein Viertel der Standorte in der Tiefenstufe 0-5 cm diesen günstigen pH-Bereichen zugeordnet werden konnten. Noch drastischer stellt sich die Situation in den darunterliegenden Profilabschnitten (5-30 cm) dar, hier sind es nur noch 10% der untersuchten Standorte, die im Carbonat- und Austauscherpufferbereich liegen. Der Unterboden (30-60 cm) zeigt ebenfalls eine starke Versauerungsdynamik auf. Bei der Nachuntersuchung 2002 liegt nur noch ein Standort in dem pH-Spektrum > 5.

Noch dramatischer wird die Bodenentwicklung durch die pH-KCL-Werte dargestellt. Hier verlagert sich das gesamte Probenkollektiv zu Gunsten des Fe-Al-Pufferbereichs (Abb. 25).

Abb. 24: Entwicklung der Bodenversauerung an den ungekalkten Standorten

Einteilung der ungekalkten Standorte in die Pufferbereiche (pH H₂O)



1994/1996

2002

n=12

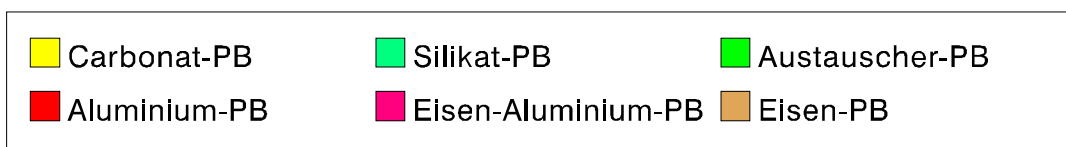
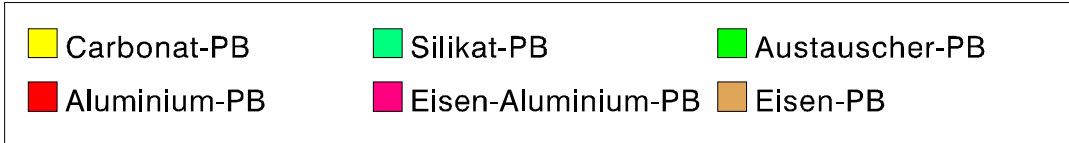
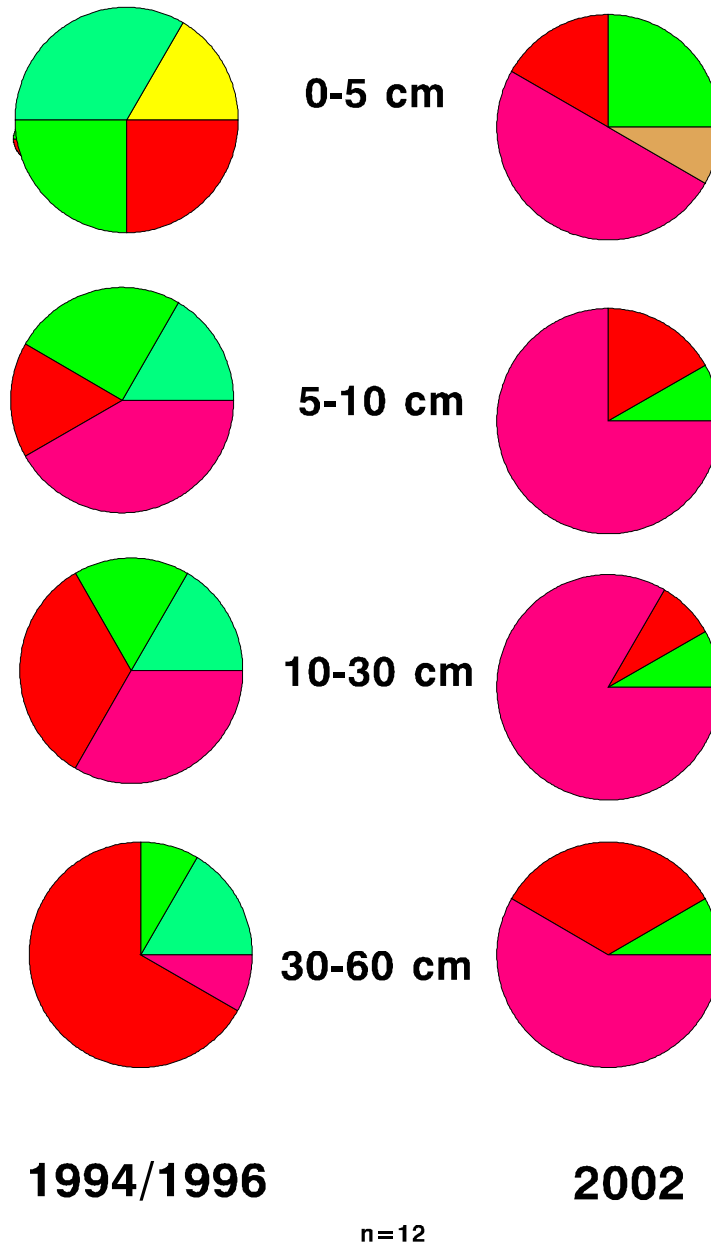


Abb. 25: Entwicklung der pH-KCL Werte in den Böden der ungekalkten Standorten

Einteilung der ungekalkten Standorte in die Pufferbereiche (pH KCL)



Boden pH-Werte - gekalkte Standorte

Stabilisierung der gekalkten Böden

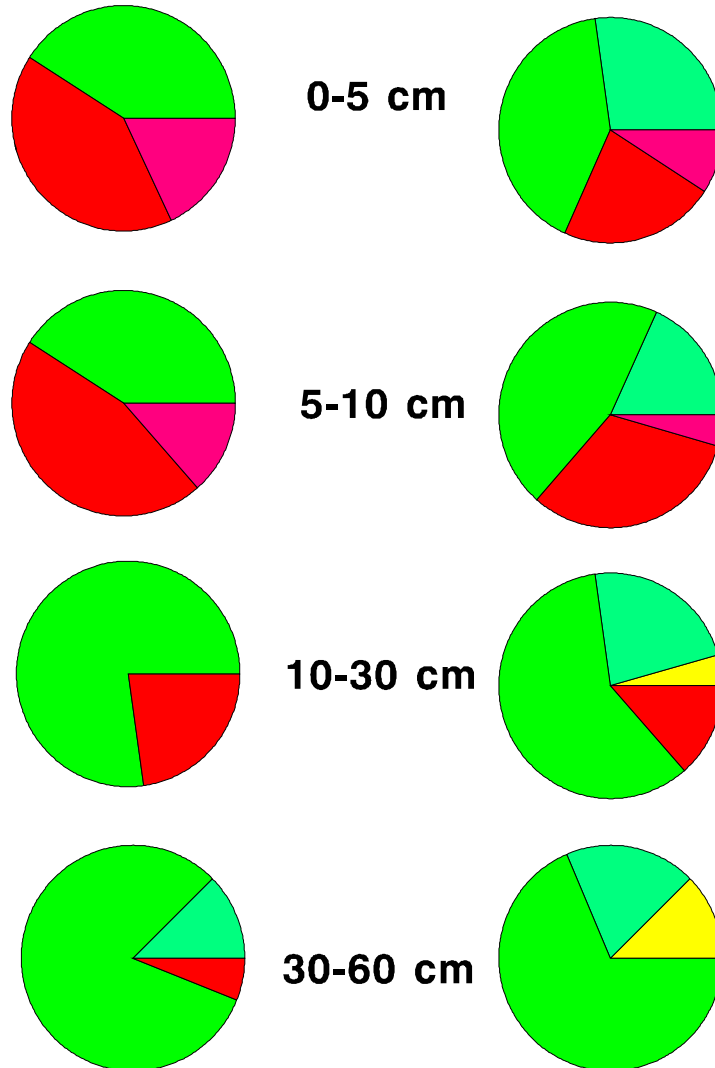
In den Abbildungen 26 und 27 sind die pH-Werte (H₂O, KCL) der nachuntersuchten Standorte vor und nach der Kalkung den verschiedenen Pufferbereichen zugeordnet.

Im Vergleich zu den nicht gekalkten Standorten hat sich der Bodenzustand verbessert. In der Tiefenstufe 0-5 cm hat sich der Anteil der Standorte, die 1994/1996 noch im FeAl und Al- Pufferbereich (pH- H₂O-Werte) lagen auf annähernd die Hälfte reduziert. Gleichzeitig bewirkte die Kalkausbringung, dass 2002, bezogen auf die pH-H₂O-Werte, wieder Standorte im obersten Profilabschnitt im Silikatpufferbereich liegen. Die gleiche Verbesserung lässt sich auch in dem sich anschließenden Beprobungsabschnitt 5-10 cm nachweisen. Der Versauerungszustand des darunter liegenden Profilvereiches (10-30 cm) hat sich ebenfalls positiv verändert, knapp ein Viertel des hieraus untersuchten Probenkollektives liegt wieder im Silikat-Carbonatpufferbereich. Auch im Unterboden sind die pH-H₂O-Werte tendenziell angestiegen, der Anteil der Werte >pH 5 hat merklich zugenommen.

Bezogen auf die pH-KCL-Werte ist ein Rückgang der Bodenazidität ebenfalls feststellbar. Vor allem in dem Profilvereich bis 10 cm kommt es zu einer deutlichen Anhebung der pH-Werte. Während die 1994/1996 untersuchten Standorte in diesem Profilvereich noch alle im FeAl- und Al-Pufferbereich lagen, verschiebt sich die Azidität jetzt in den Al- und Austauschpufferbereich. In der Tiefenstufe 10-30 cm befinden sich nur noch die Hälfte der untersuchten Standorte im FeAl-Pufferbereich. Mit Ausnahme eines Standortes liegt auch der Unterboden nicht mehr in diesem äußerst toxischen pH-Milieu.

Abb. 26: Entwicklung der pH-H₂O Werte in den Böden der gekalkten Standorten

Einteilung der gekalkten Standorte in die Pufferbereiche (pH H₂O)



vor Kalkung

1994/1996

n=22

nach Kalkung

2002

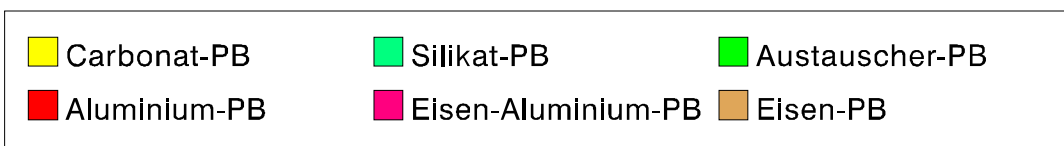
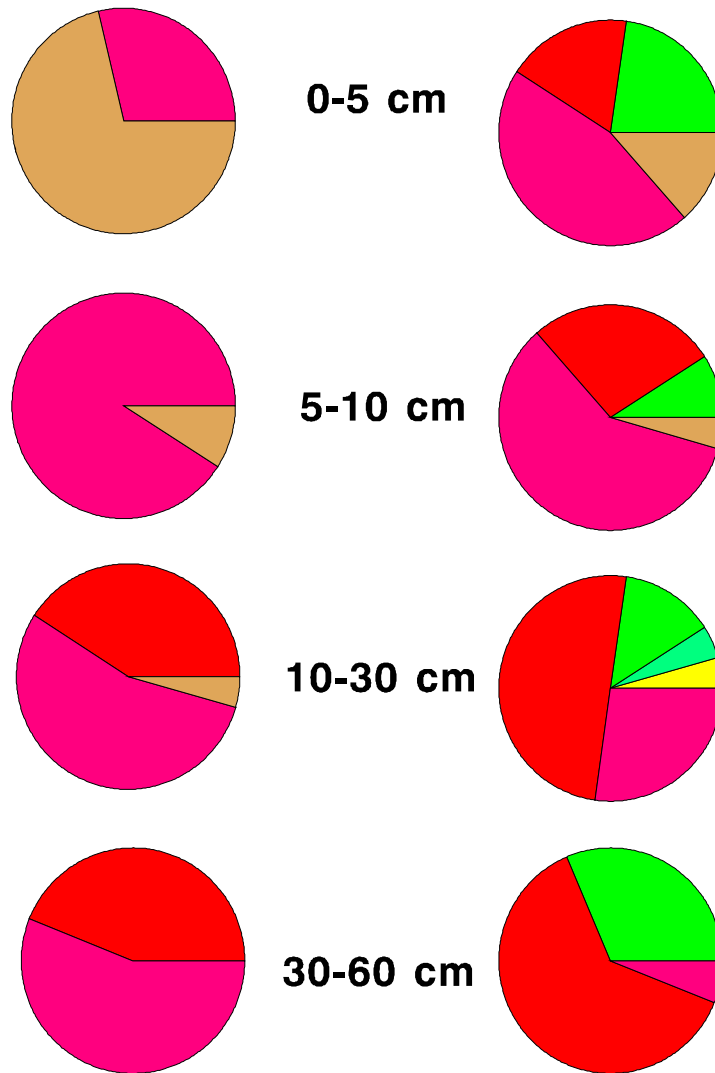


Abb. 27: Entwicklung der pH-KCL Werte in den Böden der gekalkten Standorten

Einteilung der gekalkten Standorte in die Pufferbereiche (pH KCL)



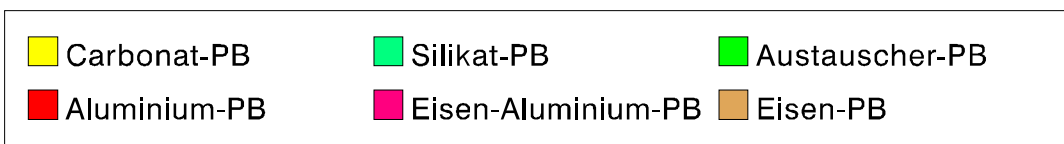
vor Kalkung

1994/1996

n=22

nach Kalkung

2002



Weitere Kalkungsvorhaben im Saarland

Im Nordsaarland planen die Gemeinde Weiskirchen und die Gehöferschaft Losheim unter finanzieller Förderung des Landes die weitere Kalkung von Waldflächen.

Die dazu notwendigen bodenchemischen Voruntersuchungen belegen den äußerst kritischen Bodenzustand mit vorangeschrittener Bodenversauerung in diesen Gebieten. Die mittleren pH-Werte (H₂O) für die oberen Bodenschichten liegen in beiden Gebieten bereits im Eisen-Aluminium bzw. Aluminium-Pufferbereich.

Abb28: pH H₂O Gehöferschaft Losheim.

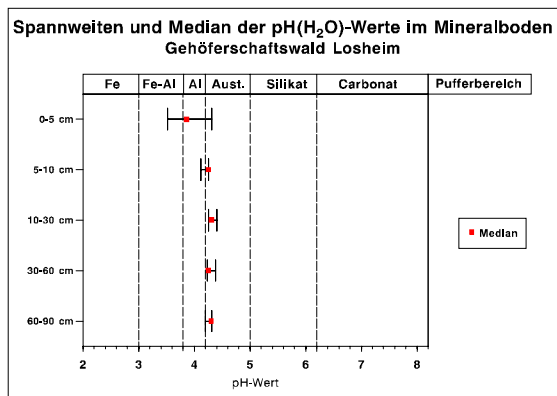
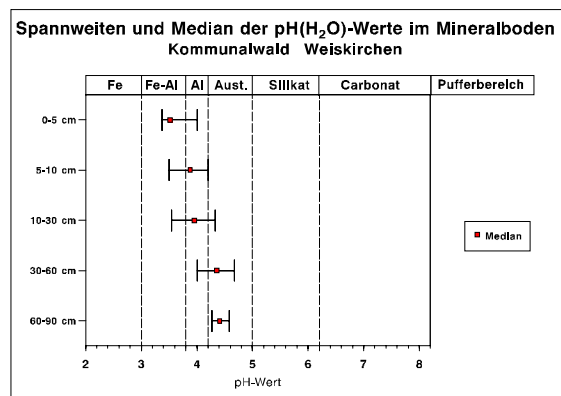


Abb29: pH H₂O Gemeinde Weiskirchen



Zur Abschätzung der auszubringenden Kalkmenge wird die Konzentration der im Boden gespeicherten Säuren bestimmt und standortsabhängig die entsprechenden Kalkmengen berechnet, die zur Abpufferung der Säuremengen bis zu einem pH von 5 notwendig sind

Abb30: Gesamtsäuregehalte Gehöferschaft Losheim.

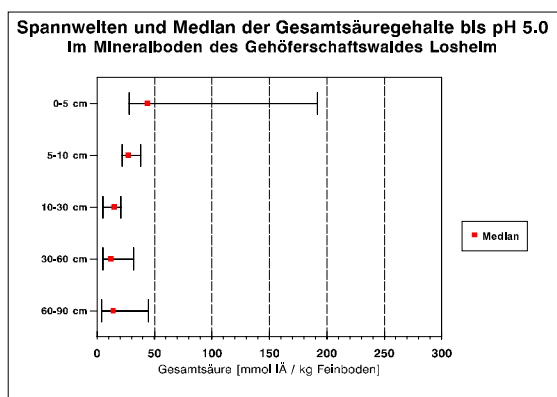
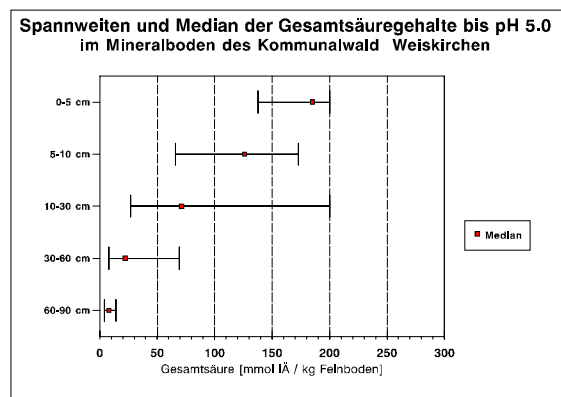


Abb31: Gesamtsäuregehalte Gemeinde Weiskirchen



Die Säurekonzentrationen nehmen im Boden von oben nach unten kontinuierlich ab

Abb32: Kalkmengen Gehöferschaft Losheim.

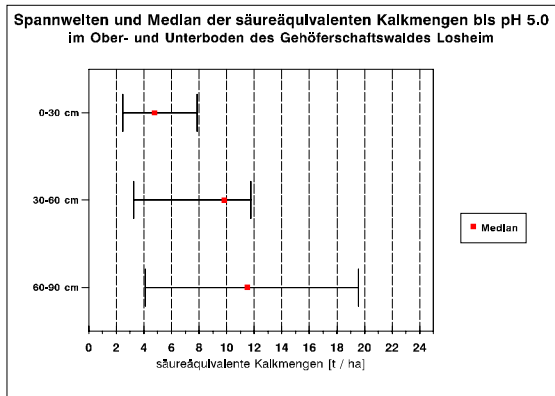
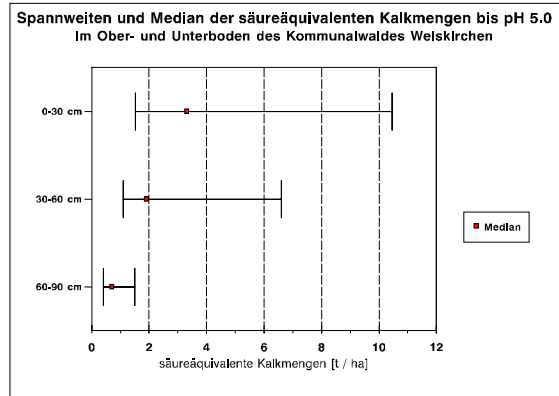


Abb33: Kalkmengen Gemeinde Weiskirchen



Die bis in 30 cm Tiefe rechnerisch notwendige Kalkungsmenge übersteigt in vielen Fällen die Menge von 3 t/ha, die im Rahmen einer Kompensationskalkung i.d.R. ausgebracht wird.

Zunehmend sind auch Waldstandorte von den Folgen langandauerndem Säureeintrags betroffen, die bisher als gut nährstoffversorgt und nicht gefährdet galten. Abb. 34 und 35 zeigen die pH-Werte für verschiedene Tiefenstufen von 2 Bodenprofilen im Bereich des Oberen Buntsandsteins und Unteren Muschelkalk (Muschelsandstein) im Stiftswald St.Annual bei Saarbrücken. Es zeigt sich eine unerwartet starke Versauerung dieser Standorte; die Bodenschichten tiefer 5 cm liegen hauptsächlich im Al- bzw. AlFe-Pufferbereich.

Abb34: pH-Werte St.Annual Oberer Buntsandstein

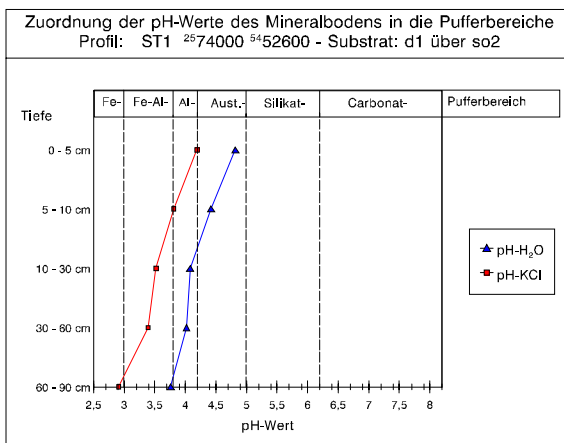
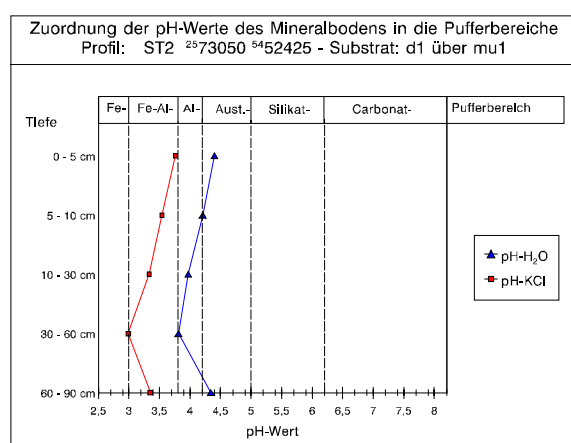
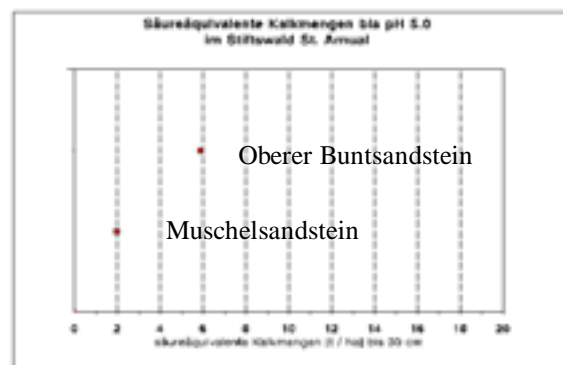


Abb35: pH-Werte St.Annual Muschelsandstein



Zur Neutralisierung der gespeicherten Säuremengen bis zu einem pH von 5 Bis in eine Tiefe von 30 cm wäre eine Kalkmenge von 6 bzw. 2 t/ha notwendig.

Abb36: St.Annual Kalkungsbedarf bis 30 cm



Quellen

ABSCHLUSSBERICHT-BERICHT PROJEKTE 1 und 2: Beweissicherung der saarländischen Waldböden von 1989 hinsichtlich Bodenversauerung und Nährstoffversorgung - Aufbau eines Waldbodeninformationssystems und Ergebnisse der Waldboden-inventur, AG Forst, Schneider H., Backes J., Braul P., Gerber, C. und Kruchten S., FR Angewandte Geochemie, Universität des Saarlandes, unveröffentlicht, 1994.

ABSCHLUSSBERICHT PROJEKT P94GEC2: Entwicklung eines waldernährungsparameterbezogenen Verfahrens zur Erfolgskontrolle von Bodenschutzkalkungen am Beispiel des Reviers Steinberg, FA Hochwald , AG Forst, Schneider H., Backes J., Braul P., Gerber, C. und Kruchten S., FR Angewandte Geochemie, Universität des Saarlandes, unveröffentlicht, 1994.

ABSCHLUSSBERICHT PROJEKT W96GEC1: Verfahren zur Planung und Erfolgskontrolle in saarländischen Laubwaldökosystemen im Bereich des Forstamtes Hochwald, AG Forst, Schneider H., Backes J., Braul P., Gerber, C. und Kruchten S., FR Angewandte Geochemie, Universität des Saarlandes, unveröffentlicht, 1996.

BODENZUSTANDSERHEBUNGEN Gehöferschaftswald Losheim:

AG Forst, Prof. Dr. Kubiniok, Angewandte Geochemie, Universität des Saarlandes, unveröffentlicht, 2003.

BODENZUSTANDSERHEBUNGEN Gemeindewald Weiskirchen:

AG Forst, Prof. Dr. Kubiniok, Angewandte Geochemie, Universität des Saarlandes, unveröffentlicht, 2003.

BODENZUSTANDSERHEBUNGEN Stiftswald St.Arnual:

AG Forst, Prof. Dr. Kubiniok, Angewandte Geochemie, Universität des Saarlandes, unveröffentlicht, 2003.

DEUTSCHER WETTERDIENST

Witterungsreport 2002/2003, Station Saarbrücken Flughafen

MINISTERIUM FÜR UMWELT, SAARLAND

**Forstliches Umweltmonitoring im Saarland, Ergebnisse der
Waldzustandserhebung 2002**

**MINISTERIUM FÜR UMWELT UND FORSTEN; RHEINLAND-PFALZ:
Waldzustandsbericht für Rheinland Pfalz, Mainz 2002**

**MINISTERIUM FÜR UMWELT UND FORSTEN; RHEINLAND-PFALZ 2000):
Jahresbericht der Landesforstverwaltung 1998 Mainz**

**MINISTER FÜR WIRTSCHAFT, SAARLAND, Waldbaurichtlinien für die
Bewirtschaftung des Staatswaldes im Saarland, 1.Teil, Standortökologische
Grundlagen, Saarbrücken 1986**

**ULRICH, B.: Ökologische Gruppierung von Böden nach ihrem chemischen
Bodenzustand. Zeitschrift für Pflanzenernährung und Bodenkunde, 144, S.
647-659, 1981.**