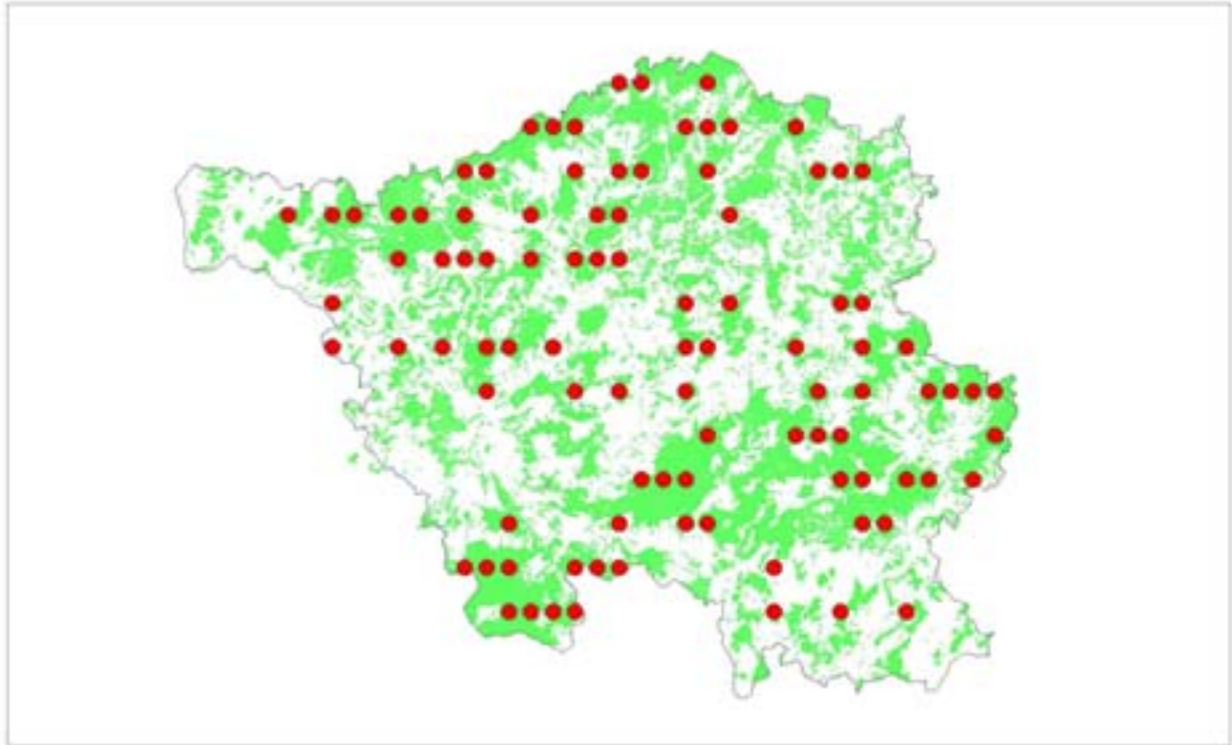


# Ergebnisse der Waldzustandserhebung 2005



SaarForst 

Ministerium für Umwelt

Saarbrücken, im Oktober 2005

# Inhalt

Einführung	1
<b>I. Ergebnisse der Waldschadenserhebung 2005</b>	
Gesamtergebnis	2
Ergebnisse im Überblick	3
Veränderungen seit 2004	4
Alle Baumarten	5
Buche	7
Eiche	10
Fichte	13
Kiefer	16
Einflussfaktoren	19
Verfahren	22
Ersatz von Probebäumen	23
Anhang: Ergebnistabellen seit 1984	25
<b>II. Untersuchungsergebnisse saarländischer Dauerbeobachtungsflächen im Wald</b>	
	27

# Einführung

Das Saarland gehört mit einem Waldanteil von 36% zu den walddreichen Bundesländern. Neben seiner Bedeutung als Wirtschaftsfaktor (Holz als nachwachsender Rohstoff) ist Wald landschaftsprägendes Element und übernimmt damit in vielfacher Hinsicht wichtige Funktionen zu den natürlichen Lebensgrundlagen. Dabei trägt er auch wesentlich zur Identifikation der Menschen mit ihrer Region bei, gerade im Saarland sind die Menschen ihrem Wald traditionell eng verbunden.

Mit zunehmender Industrialisierung und dem damit verbundenen Schadstoffausstoß wurde in industriellen Ballungsräumen an der Saar sehr früh deutlich, dass der Wald als System auf diese Belastungen reagiert, an Vitalität verliert und teilweise in seinen Grundlagen existentiell bedroht ist. Dies gilt insbesondere für die Waldböden, die sich anders als landwirtschaftliche Böden in ihren chemischen und biologischen Eigenschaften unter dem Einfluss der Stoffeinträge stark veränderten.

Seit dem Auftreten gravierender Waldschäden Mitte der 70er Jahre ergab sich die Notwendigkeit, Veränderungen der Vitalität von Waldbäumen systematisch zu dokumentieren, die Ursachen und Wirkungen von Waldschäden zu erforschen und wissenschaftlich zu belegen, um geeignete umweltpolitische Entscheidungen als Gegenmaßnahme zu treffen. All dies mit dem Ziel, Wald unter dem Prinzip einer umfassenden Nachhaltigkeit auch für künftige Generationen als stabile Lebensgrundlage zu erhalten.

Die entwickelten Monitoringverfahren folgen verschiedenen Intensitätsstufen: zu einem als Flächeninventuren mit der Erfassung äußerer Schadsymptome anhand festgelegter, nachvollziehbarer Merkmale nach einem EU- und bundesweit abgestimmten Stichprobenverfahren (level 1), zum anderen als weitergehende Untersuchungen über die Entwicklung und Wirkung von Stoffeinträgen in die Waldökosysteme auf ausgewählten Dauerbeobachtungsflächen (level 2). Die Ergebnisse dieser Programme haben in der öffentlichen Diskussion dazu beigetragen, entsprechende Maßnahmen zur Verringerung der Schadstoffemissionen zu ergreifen und politisch durchzusetzen.

Da Wald einer Vielzahl von Einflussfaktoren ausgesetzt ist, sich neben anthropogen verursachten Schadursachen klimatische oder biotische Faktoren verstärkend oder abschwächend auswirken können, ist insgesamt zur Beurteilung einer tatsächlichen Entwicklung die Betrachtung der langjährigen Zeitreihe, nicht die Veränderung von Jahr zu Jahr entscheidend. Für eine Gesamtbeurteilung ist jedoch weiterhin eine kontinuierliche Beobachtung notwendig, um singuläre Ereignisse wie Trockenjahre und ihre Folgewirkungen bewerten zu können.

Das extreme Trockenjahr 2003 hat wesentlich dazu beigetragen, dass 2005 die Waldschäden im Saarland den höchsten Stand seit 1984 erreicht haben. Die nächsten Jahre werden zeigen, wie sich der langfristige Rückgang der Schwefel- und Stickstoffdepositionen und damit auch des Gesamtsäureeintrags auf die weitere Entwicklung der Wälder auswirken wird.

Insbesondere die level 2-Untersuchungen weisen darauf hin, dass auf vielen saarländischen Standorten nur noch Kompensationskalkungen die laufenden Versauerungsprozesse der Waldböden aufhalten können. In verschiedenen Privat- und Kommunalwäldern, aber auch im Staatswald ist eine Fortführung von Kalkungsmaßnahmen vorgesehen.

Der vorliegende Bericht wurde erstellt durch den SaarForst-Landesbetrieb, Forstplanung, (Teil I – Waldschadenserhebung) und das Landesamt für Umwelt- und Arbeitsschutz, Sachbereich Geologie und Boden (Teil II – Untersuchungsergebnisse Dauerbeobachtungsflächen).

# -Ergebnisse der Waldzustandserhebung 2005 -

## Auch 2005 weitere Zunahme der Waldschäden im Saarland infolge des Trockensommers 2003

### Ein Drittel des Waldes zeigt deutliche Schäden

Das Trockenjahr 2003 hat die Vitalität der Waldbäume gravierend geschwächt. Im Jahr 2004 zeigten sich bei den meisten Baumarten die ersten Folgewirkungen mit einer Zunahme der Kronenverlichtungen, vermindertem Blattaustrieb und teilweise auch dem Absterben ganzer Kronenpartien im äußeren Bereich der Baumkronen. Hinzu kamen verstärkter Schädlingsbefall und teilweise deutlich verstärkte Fruchtbildung. Der Anteil der deutlichen Schäden stieg insgesamt von 13 auf 22%.

Diese Entwicklung hat sich in diesem Jahr in vollem Maße fortgesetzt. Im Jahr 2005 erreichen die deutlichen Schäden einen Anteil von 34% (+ 12 %-Punkte), die schwachen Schäden 43% (+ 2 %-Punkte). Mehr als drei Viertel des Waldes (77% - +14%-Punkte) sind nach äußeren Schadsymptomen geschädigt, ein weiterer Höchststand seit Beginn der systematischen Waldschadenserfassung (1984).

Eine Verdreifachung der deutlichen Schäden bezogen auf den Stand vor dem Trockenjahr (2001/2002) muss damit im Saarland als erhebliche Verschlechterung des Waldzustandes bewertet werden. Dabei stehen die Folgen des Trockenjahres als klimatischer Faktor mit der anthropogen bedingten, durch Schadstoffeinträge verursachten Grundbelastung des Waldes mit in der Folge versauerten Waldböden, gestörten Nährstoffkreisläufen und vorgeschädigten Wurzelsystemen in Wechselwirkung: Das Waldökosystem reagiert auf äußere Einflussfaktoren offensichtlich zunehmend labiler.

Besonders betroffen sind die älteren, über 60jährigen Bestände mit einer Steigerung der deutlichen Schäden gegenüber dem Vorjahr um 18 %-Punkte auf 50 %. In den jüngeren Beständen liegt die Schadzunahme wie auch der Schadensstand wesentlich niedriger (Verschlechterung um 4 %-Punkte auf 15%).

Die Schadentwicklung verläuft 2005 bei den einzelnen Baumarten unterschiedlich: Nach ausgeprägten Fraßschäden durch Eichenwickler und Frostspanner im Frühjahr und darauf folgendem Neuaustrieb ist bei der **Eiche** die stärkste Verschlechterung des Kronenzustandes festzustellen: die deutlichen Schäden stiegen um 26 %-Punkte auf 38 % und übertreffen damit noch das Schadniveau der Kalamitätsjahre 1987/88.

Die Schäden der **Buche** haben mit + 3 %-Punkten vergleichsweise gering zugenommen, liegen aber mit 41% auf einem hohen Schadniveau; das gleiche gilt für die **Kiefer** (43% - + 3%-Punkte). Ein wesentlicher Schadenssprung war bei der Kiefer im Vorjahr (2003 auf 2004) zu verzeichnen.

Auch bei der **Fichte** setzt sich der Trend der letzten Jahre einer zunehmenden Verschlechterung fort. Die deutlichen Schäden nehmen um 13 %-Punkte auf 29% zu, bei den über 60jährigen Fichten ist gar eine Verdoppelung des Schadanteils zu verzeichnen (70%; + 35 %-Punkte). Bei der Fichte treten weiterhin erhebliche Schäden durch Borkenkäferbefall auf.

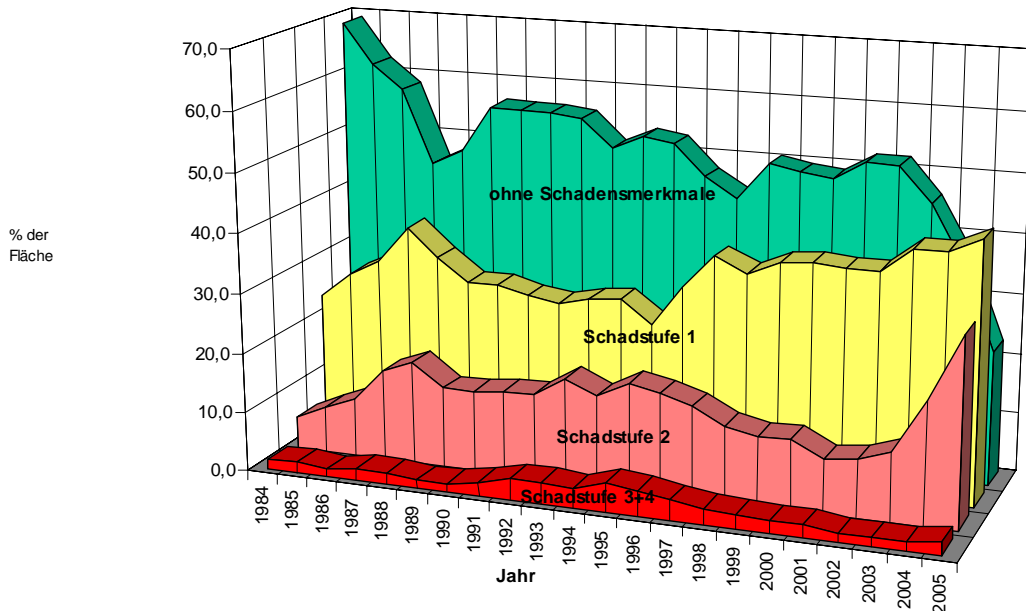
# Entwicklung der Waldschäden von 2004 auf 2005 im Überblick

**Tabelle 1: Gesamtergebnis**

	2004	2005
Gesamtschäden	63 %	77 %
deutliche Schäden	22 %	34 %
Buche	37 %	41 %
Eiche	12 %	38 %
Kiefer	39 %	43 %
Fichte	16 %	29 %
deutliche Schäden in älteren Beständen	32 %	50 %
deutliche Schäden in jüngeren Beständen	12 %	15 %

**Abb.1 Entwicklung der Waldschäden seit 1984**

**Waldschadenserhebung 1984-2005: Alle Baumarten und Alterstufen**



	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005
Schadstufe 3+4	1,6	1,8	1,2	1,9	1,8	1,4	1,4	2,3	3,6	3,6	3,2	4,9	4,2	3,4	2,5	2,2	2,0	2,0	1,4	1,5	1,4	2,2
Schadstufe 2	5,5	7,9	9,9	15,3	17,4	13,6	13,6	14,2	14,3	17,5	15,2	18,0	16,8	15,4	12,6	11,5	11,7	9,2	9,7	11,6	20,6	31,5
Schadstufe 1	24,0	28,2	30,8	37,1	32,5	28,8	28,8	27,5	26,6	28,0	28,5	24,7	31,6	37,1	34,6	37,0	37,6	37,0	37,2	41,2	41,2	43,7
ohne Schadensmerkmale	68,9	62,1	58,1	45,7	48,3	56,2	56,2	56,0	55,5	50,9	53,1	52,4	47,4	44,1	50,3	49,3	48,7	51,8	51,7	45,8	36,8	22,6

Tabelle 2: Veränderung der Waldschäden seit 2004

		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	2004	60,1	39,9	9,3	8,1	91,9	35,2	46,9	53,1	15,8		
	2005	47,7	52,3	13,8	1,8	98,2	69,9	35,6	64,4	28,6		
	Veränd.	-12,4	12,4	4,5	-6,3	6,3	34,7	-11,3	11,3	12,8		
Douglasie	2004	34,1	65,9	40,0	11,3	88,7	21,5	31,0	69,0	37,5		
	2005	38,0	62,0	20,7	11,3	88,7	21,5	34,4	65,6	20,8		
	Veränd.	3,9	-3,9	-19,3				3,4	-3,4	-16,7		
Kiefer	2004	8,5	91,5	51,1	6,8	93,2	35,2	7,3	92,7	39,5		
	2005	10,4	89,6	45,8	5,3	94,7	41,4	6,6	93,4	42,6		
	Veränd.	1,9	-1,9	-5,3	-1,5	1,5	6,2	-0,7	0,7	3,1		
Sonstige Nadelbäume	2004	11,1	88,9	27,3	22,9	77,1	24,6	15,9	84,1	26,2		
	2005	11,7	88,3	24,3	6,4	93,6	50,5	8,7	91,3	39,3		
	Veränd.	0,6	-0,6	-3,0	-16,5	16,5	25,9	-7,2	7,2	13,1		
Buche	2004	58,0	42,0	10,0	12,3	87,7	53,1	28,9	71,1	37,4		
	2005	39,5	60,5	12,1	6,3	93,7	56,8	18,3	81,7	40,6		
	Veränd.	-18,5	18,5	2,1	-6,0	6,0	3,7	-10,6	10,6	3,2		
Eiche	2004	58,2	41,8	2,5	24,8	75,2	16,9	35,2	64,8	12,4		
	2005	27,0	73,0	17,0	2,5	97,5	48,1	10,3	89,7	38,2		
	Veränd.	-31,2	31,2	14,5	-22,3	22,3	31,2	-24,9	24,9	25,8		
Sonstige Laubbäume	2004	77,7	22,3	3,8	45,9	54,1	14,2	68,5	31,5	6,8		
	2005	60,7	39,3	8,9	24,6	75,4	25,9	50,1	49,9	13,9		
	Veränd.	-17,0	17,0	5,1	-21,3	21,3	11,8	-18,4	18,4	7,1		
Alle Baumarten	2004	56,0	44,0	11,7	18,5	81,5	31,9	36,8	63,2	22,0		
	2005	41,1	58,9	15,4	5,8	94,2	50,3	22,6	77,4	33,7		
	Veränd.	-14,9	14,9	3,7	-12,7	12,7	18,4	-14,2	14,2	11,7		

### Ausfall und Ersatz von Probestämmen

2005 schieden 50 von insgesamt 2304 Probestämmen aus der Stichprobe aus und wurden durch benachbarte Bäume ersetzt. Da Ersatz- und Entnahmembäume sich sehr ähnlich auf die Schadstufen verteilen, wurde das Gesamtergebnis dadurch nicht beeinflusst.

Abb.2: Schädigung der Baumartengruppen im Vergleich

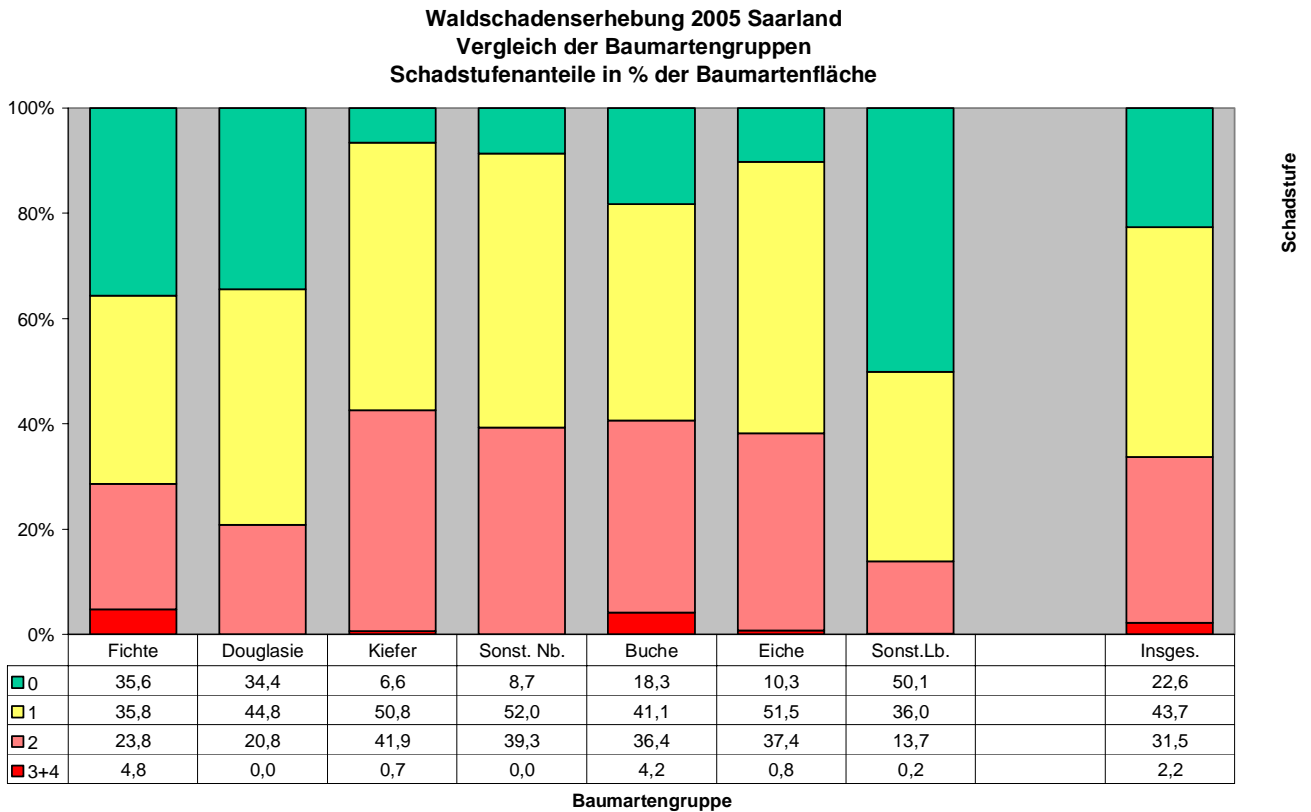


Abb. 3: Entwicklung der deutlichen Schäden seit 1984 für alle Baumarten nach Schadstufen

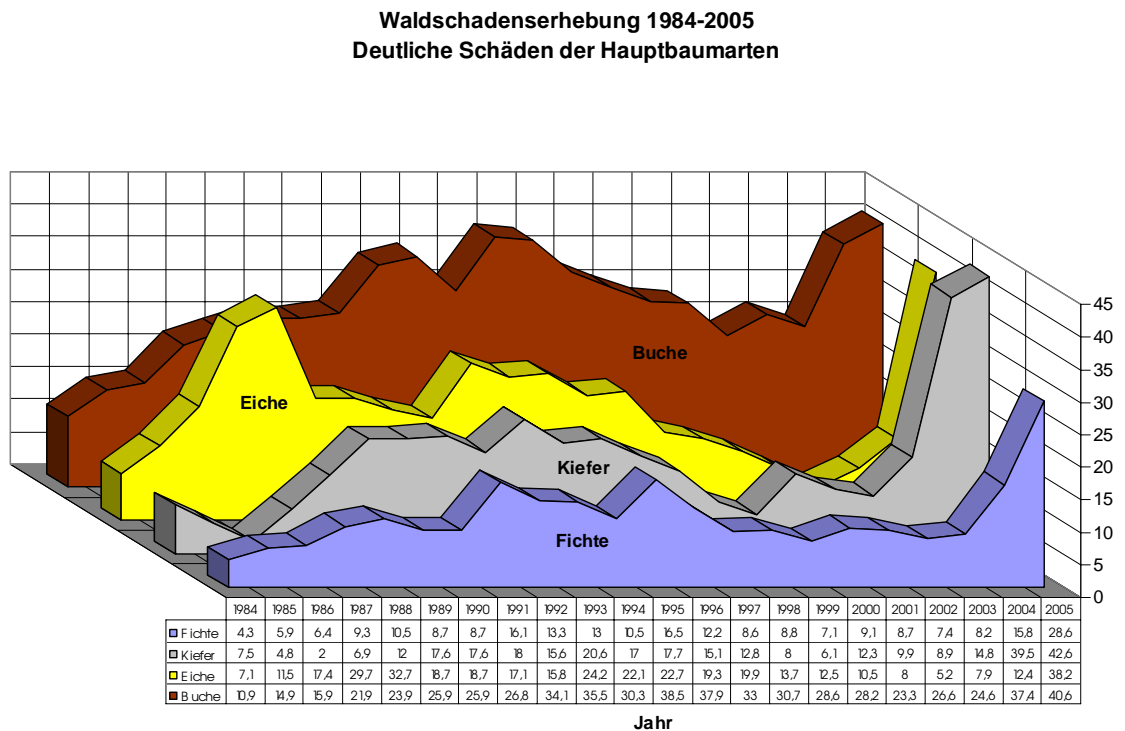


Abb.4 : Entwicklung der Waldschäden seit 1984 für Bäume über 60 Jahre

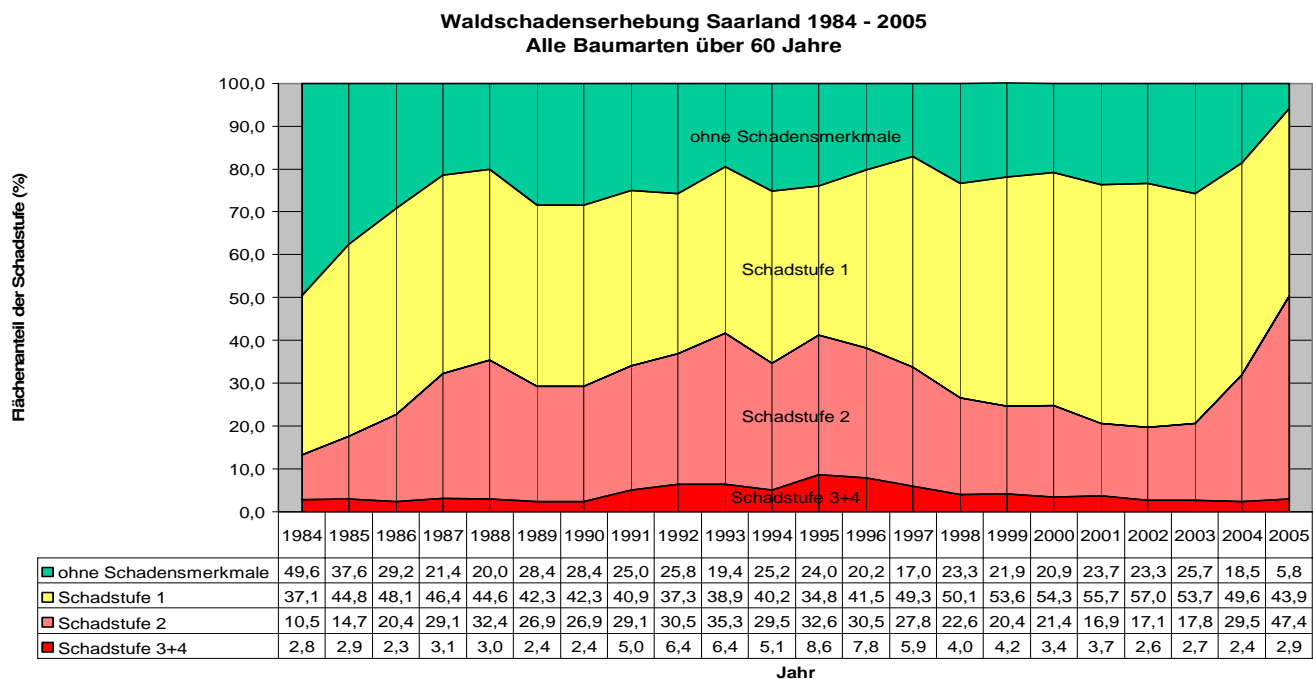
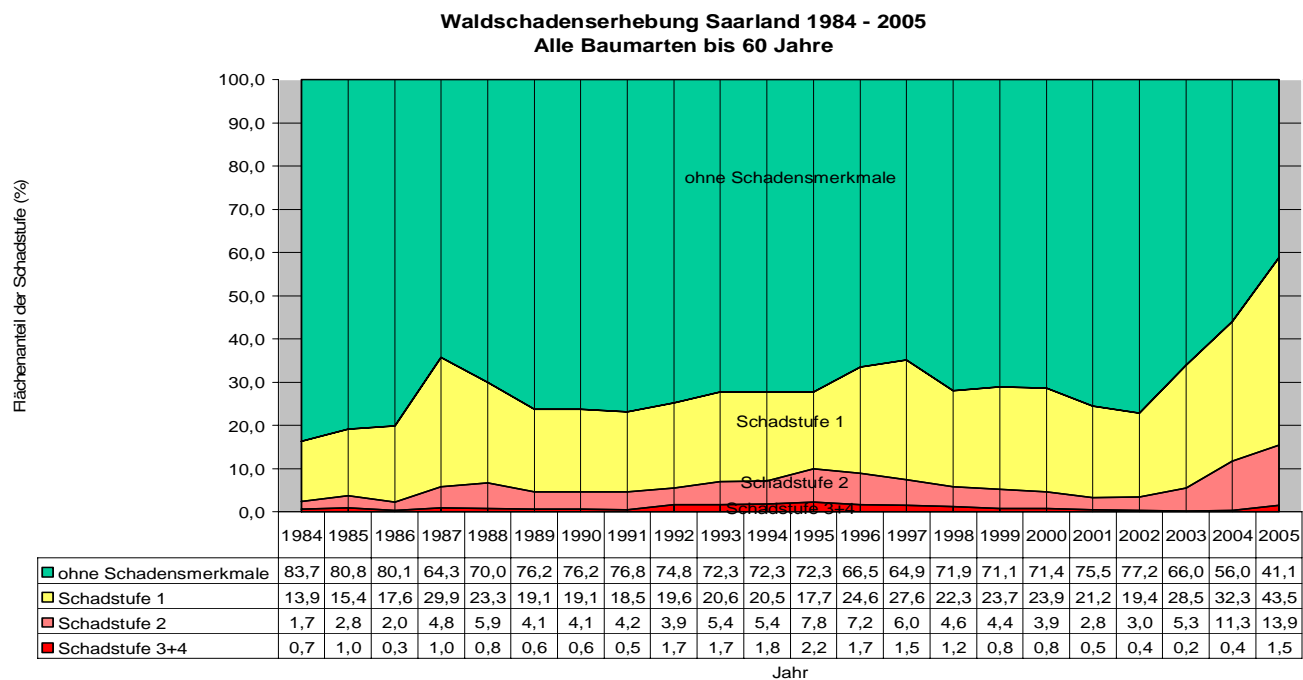


Abb. 5: Entwicklung der Waldschäden seit 1984 für Bäume unter 60 Jahre





## Bewertung der Schadenssituation bei den Baumarten im Einzelnen:

### *Buche*

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

#### **Langfristige Entwicklung:**

Seit Beginn der Waldschadensuntersuchungen im Jahr 1984 nahmen die deutlichen Kronenschäden bei der Buche kontinuierlich zu und erreichten 1995 ein Maximum von 39 % . In den Jahren 1996 bis 2003 schwächten sich die deutlichen Schäden spürbar ab; die rapide Verschlechterung nach dem Trockensommer 2003 setzt sich 2005 fort und die Schäden erreichen mit 41% einen neuen Höchststand.

Insbesondere die Folgen einer anhaltenden Bodenversauerung mit Verringerung der Basenvorräte und Mobilisierung wurzeltoxischer Elemente wie Mangan und Aluminium führen zu den auffälligen Wurzelschäden (Wurzelfäulnis) und Konzentration der Feinwurzeln in den obersten Bodenschichten. Oft sind nur 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:**

Die Verschlechterung des Belaubungszustandes nach dem Trockenjahr 2003 setzt sich bei der Buche auch im Jahr 2005, wenn auch in abgeschwächter Form, fort: die deutlichen Schäden nahmen weiter auf 41 % zu, der Schadanteil erreicht bei den Altbuchen 57 % (+ 3 %-Punkte), in den jüngeren Buchenbeständen 12 % (+ 2%-Punkte).

Die deutlichen Schäden übertreffen zwar den bisherigen Höchststand über alle Alterstufen, bei den Altbuchen ist der Schadensstand von 1996, insbesondere der Anteil sehr stark geschädigter und abgestorbener Bäume noch nicht erreicht (Abb. 8).

In verschiedenen Fällen konnte bereits 2005 eine Verbesserung von Altbuchen mit im Vorjahr sehr hohen Blattverlustprozenten beobachtet werden, da im Gegensatz zum Vorjahr die Bäume wesentlich schwächer fruktifizierten und damit wieder mehr Blattmasse ausbildeten.

Besorgnis bereitet die Entwicklung bei den jüngeren Buchen mit dem Anstieg der deutlichen Schäden auf 12% und einem steil ansteigenden Anteil der noch eher unspezifischen schwachen Schäden (Abb. 7).

Weitere biotische Faktoren wie blattfressende Insekten (v.a. Buchenspringrüssler) beeinflussten das Gesamtergebnis der Buche in diesem Jahr nicht wesentlich. Auch Buchen-Schleimfluss und der Befall durch die Buchenwollschildlaus als bekannte Folgeerscheinungen von extremen Trockenjahren traten bisher noch nicht in dem befürchteten Ausmaß wie z.B. nach dem Trockenjahr 1976 auf.

Anzeichen der sog. Buchen-Komplexkrankheit, die in Teilen der Eifel, Belgien und Luxemburg mit Befall stehender durchaus bis dahin vitaler Bäume mit Pilzen und Laubholzborkenkäfern erhebliche Probleme bereitet, waren im Saarland nicht auffällig.

Allerdings traten bei der Buche bereits Ende Juli auffällige Blattvergilbungen (Blattchlorosen) auf, die auf eine Magnesium-Mangelversorgung auf versauerten Waldstandorten hinweisen (S. 32 ff).

Abb.6: Entwicklung der Waldschäden der Buche seit 1984

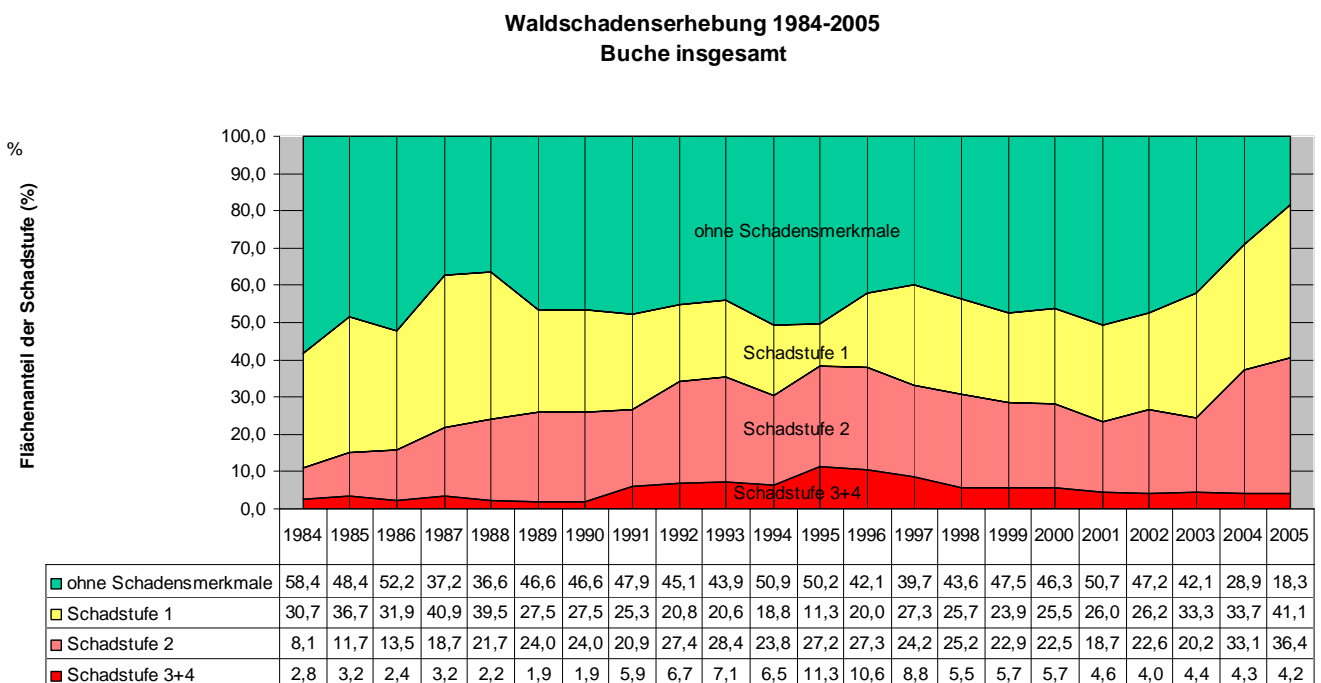


Abb.7: Entwicklung der Waldschäden seit 1984 für Buche bis 60 Jahre

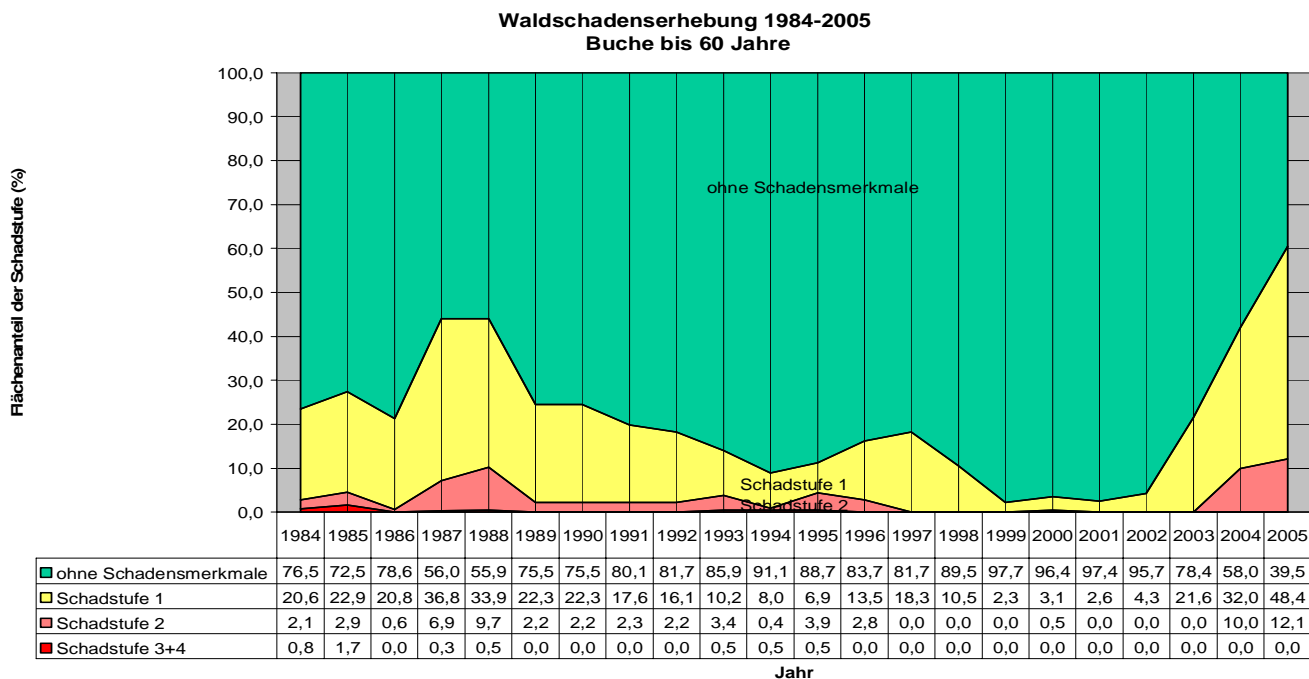
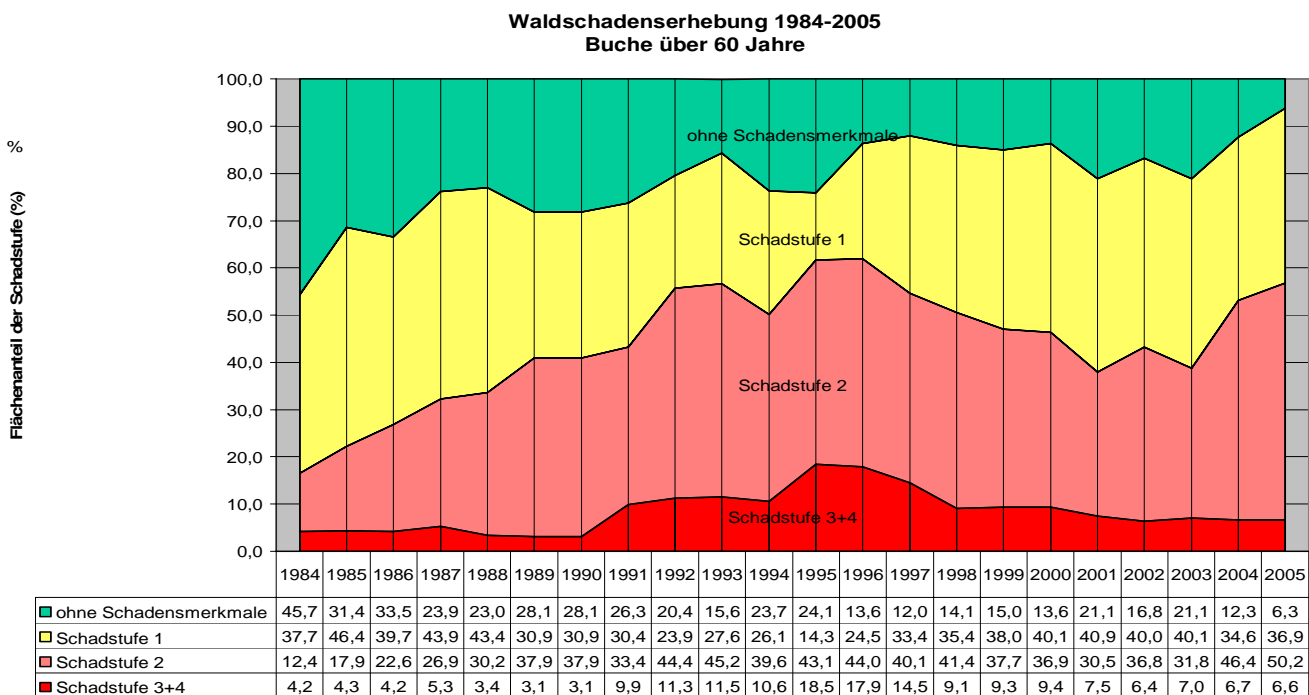


Abb.8: Entwicklung der Waldschäden seit 1984 für Buche über 60 Jahre



## 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 Jahre 1988 auf 5% im Jahr 2002 gesunken, nach dem Trockenjahr 2003 zunächst auf 17% , 2005 weiter auf einen Höchststand von 38% 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 kam es zu einem erneuten Massenbefall mit flächenhaftem Kahlfraß.

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, besonders in besonnten Bereichen des Kronenansatzes nach Durchforstungseingriffen.

### Aktuelle Entwicklung:

Bei der Eiche ist im Jahr 2005 von allen Baumarten die höchste Verschlechterung zu verzeichnen. Die deutlichen Schäden stiegen sprunghaft um insgesamt 26 %-Punkte auf 38% an, bei den über 60jährigen Eichen gar um 31 %-Punkte auf 48%. Die Schäden der jüngeren, unter 60jährigen Eichen sind zu 17% geschädigt.

Dieser Schadensschub ist im wesentlichen darauf zurückzuführen, dass die Fraßschäden des Frühjahrs durch Frostspanner und Eichenwickler mit dem Neuaustrieb der Bäume nicht vollständig ausgeglichen werden konnten. Offensichtlich wirkte sich dabei auch die verminderte Vitalität und Regenerationsfähigkeit in Folge des Trockenstresses des Jahres 2003 aus.

Abb.9: Entwicklung der Waldschäden der Eiche seit 1984

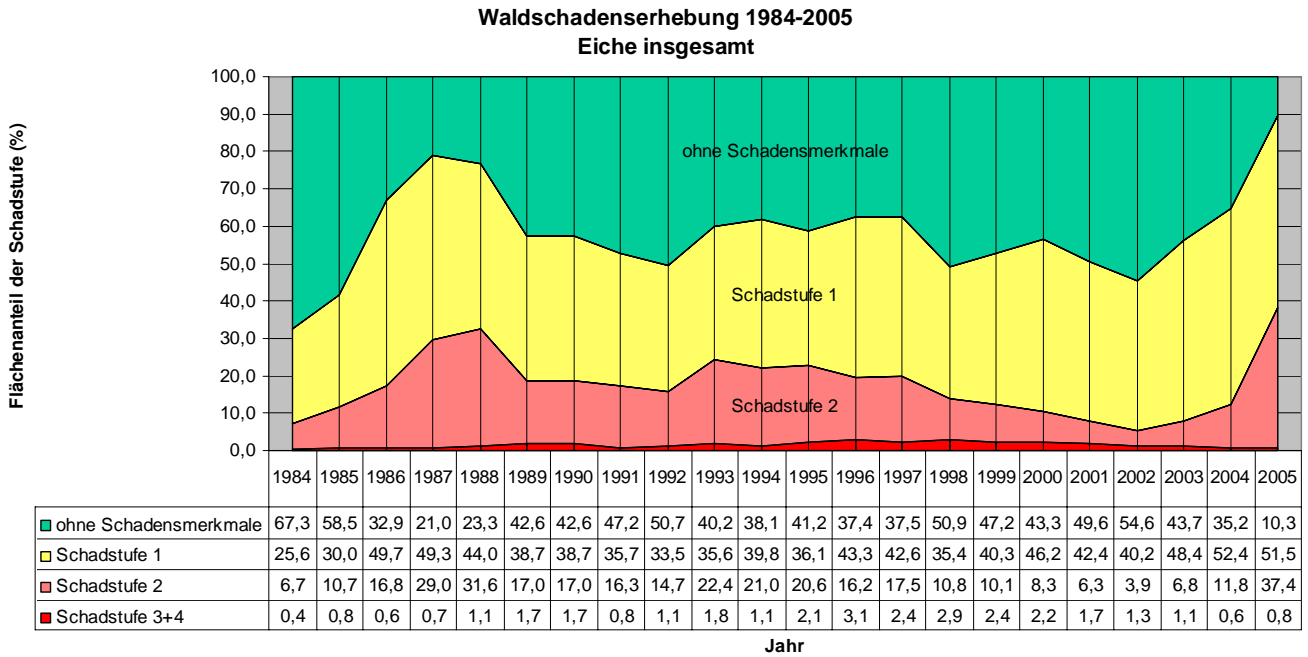


Abb.10: Entwicklung der Waldschäden seit 1984 für Eiche bis 60 Jahre

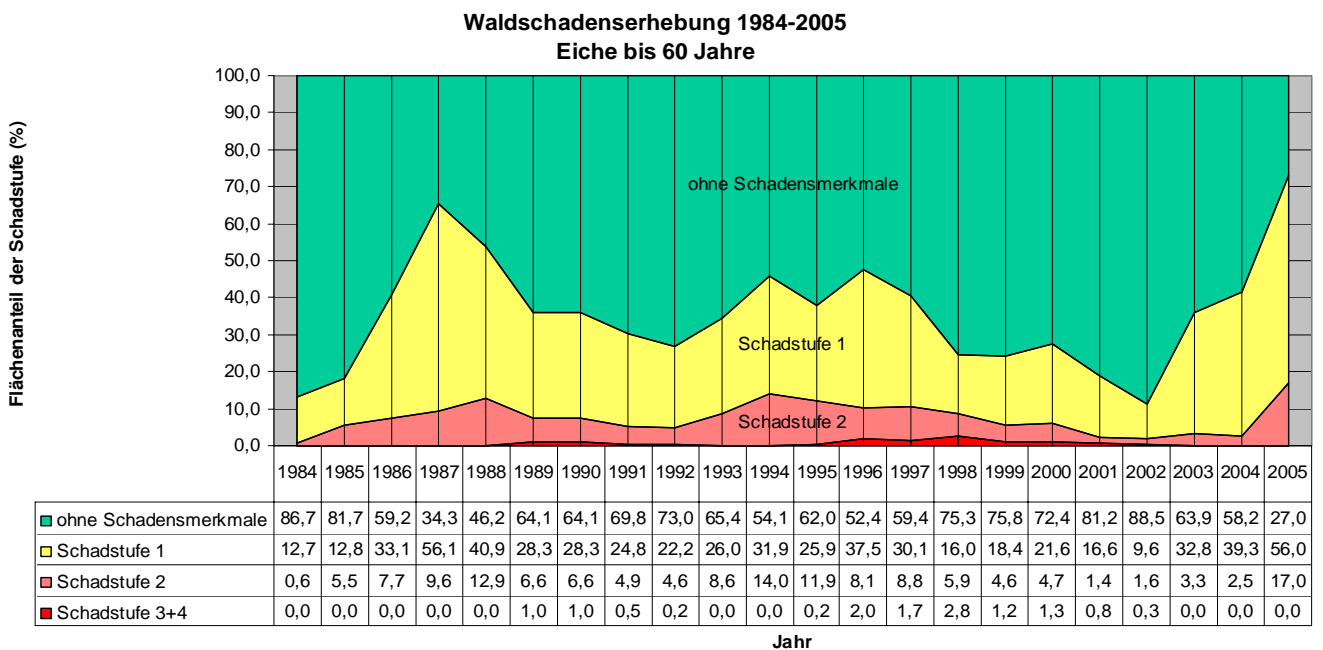
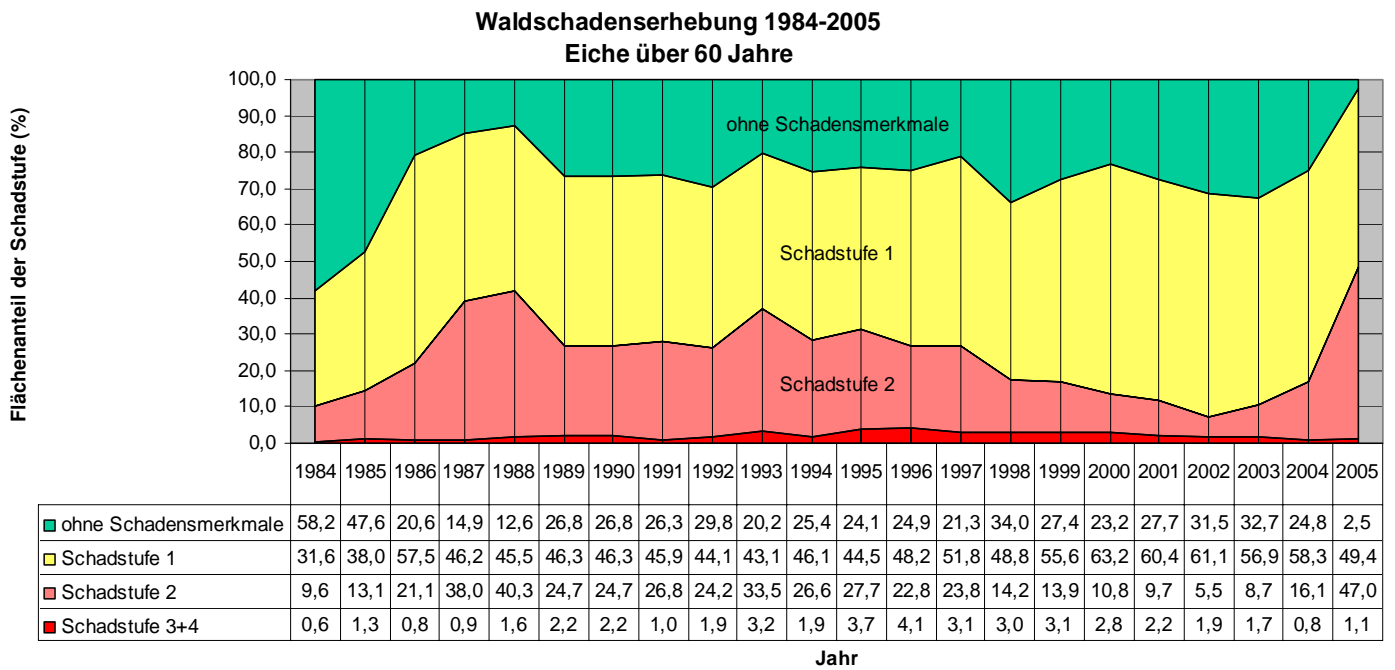


Abb.11: Entwicklung der Waldschäden seit 1984 für Eiche über 60 Jahre



## Fichte

Die Fichte hat im Saarland einen Flächenanteil von 17%.

### Langfristige Entwicklung:

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. 1995 erreichten die deutlichen Schäden mit 17 % ein Maximum. Nach dem Trockenjahr 2003 stiegen die Schäden bis 2005 auf 29% an.

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 i.d.R. nicht ihre natürliche Altersgrenze, zudem wurde die Altersstruktur im Saarland durch die Sturmwürfe des Jahres 1990 und die Nachfolgeschäden durch Borkenkäferbefall durch Verschwinden der älteren und standörtlich labileren Bestände in Richtung der jüngeren Altersstufen verschoben.

Damit wird die Gesamtentwicklung der Fichte stark durch die höheren Anteile der jüngeren Bestände geprägt (Abb. 12, 13). Da der Schädigungsgrad in den älteren Beständen wesentlich höher ist (Abb. 14), werden im Gesamtergebnis die hohen Schadprozente der natürlichen Verbreitungsgebiete der Fichte nicht erreicht.

### Aktuelle Entwicklung:

In den beiden Jahren nach dem Trockensommer 2003 hat sich die Situation bei der Fichte v.a. durch den Befall von Borkenkäfern (Buchdrucker und Kupferstecher) entscheidend verschlechtert. Die kühl-feuchte Witterung des Jahres 2003 konnte zwar noch die Massenentwicklung der Borkenkäferpopulationen bremsen, in diesem Jahr sind viele Fichtenbestände betroffen und befinden sich vielerorts ganz oder teilweise in Auflösung.

Durch Auflösen von Bestandesstrukturen mit plötzlichem Freistand kommt es zu weiteren Kronenschäden und Verminderung der Vitalität, was dann wiederum die Disposition gegenüber dem Schädlingsbefall erhöht.

Insbesondere bei den älteren, über 60jährigen Fichten haben die deutlichen Schäden dramatisch zugenommen, 2004 von 20% auf 35% , 2005 noch einmal verdoppelt auf 70%. Die Waldschadensinventur im Juli/August dieses Jahres traf in diesen Beständen einen Anteil 4% bereits abgestorbener Bäume.

Auch in den jüngeren Fichtenbeständen hat sich der Anteil deutlicher Schäden erhöht (von 9% auf 14%), der Anteil erfasster toter Bäume liegt bei 3%.

Abb.12: Entwicklung der Waldschäden der Fichte seit 1984

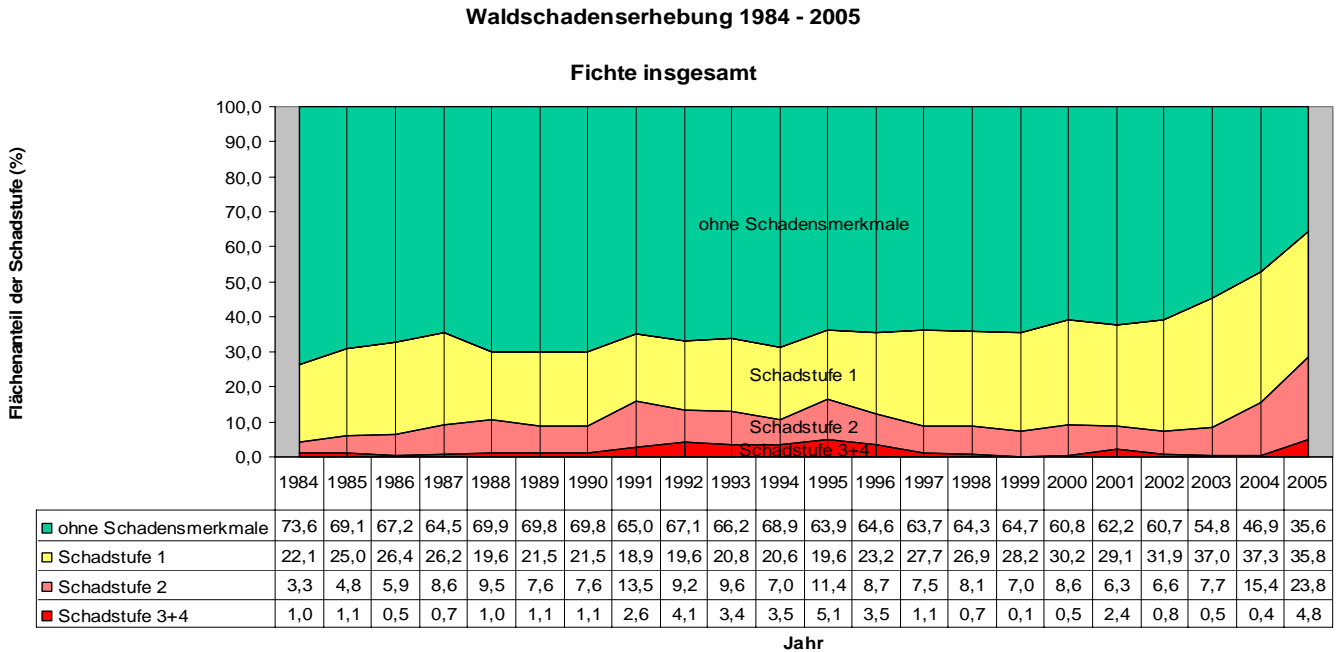


Abb.13: Entwicklung der Waldschäden seit 1984 für Fichte bis 60 Jahre

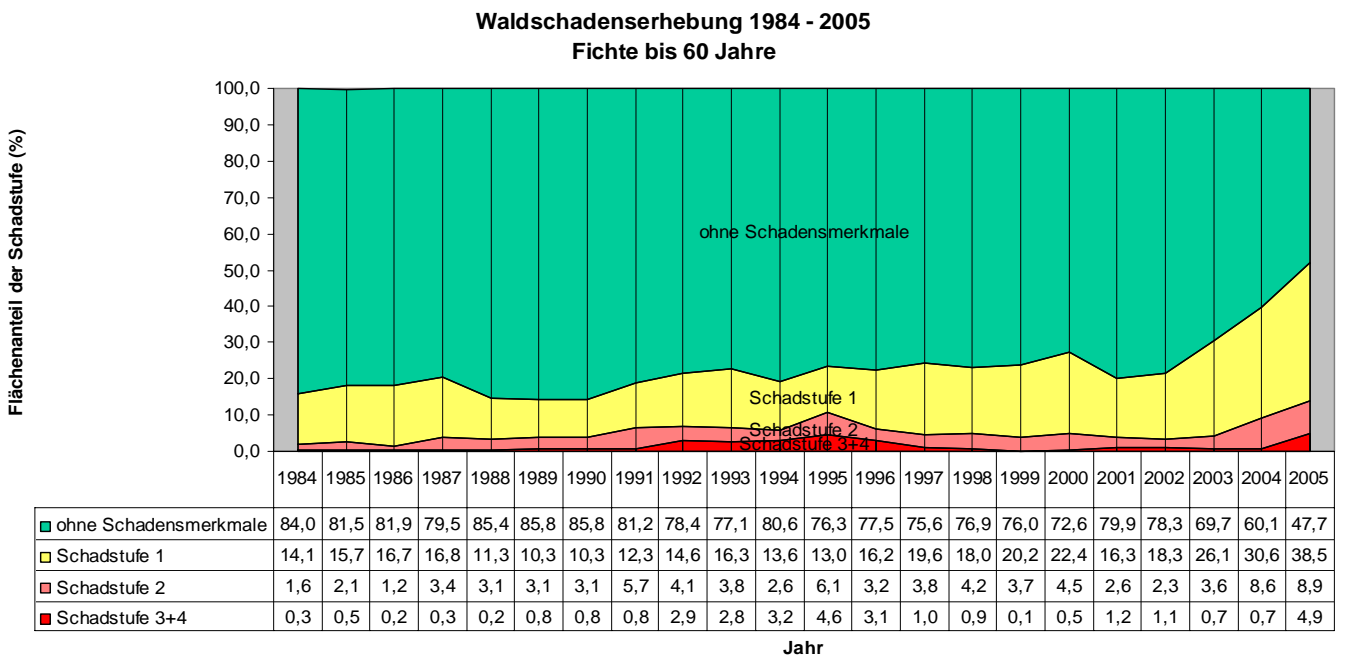
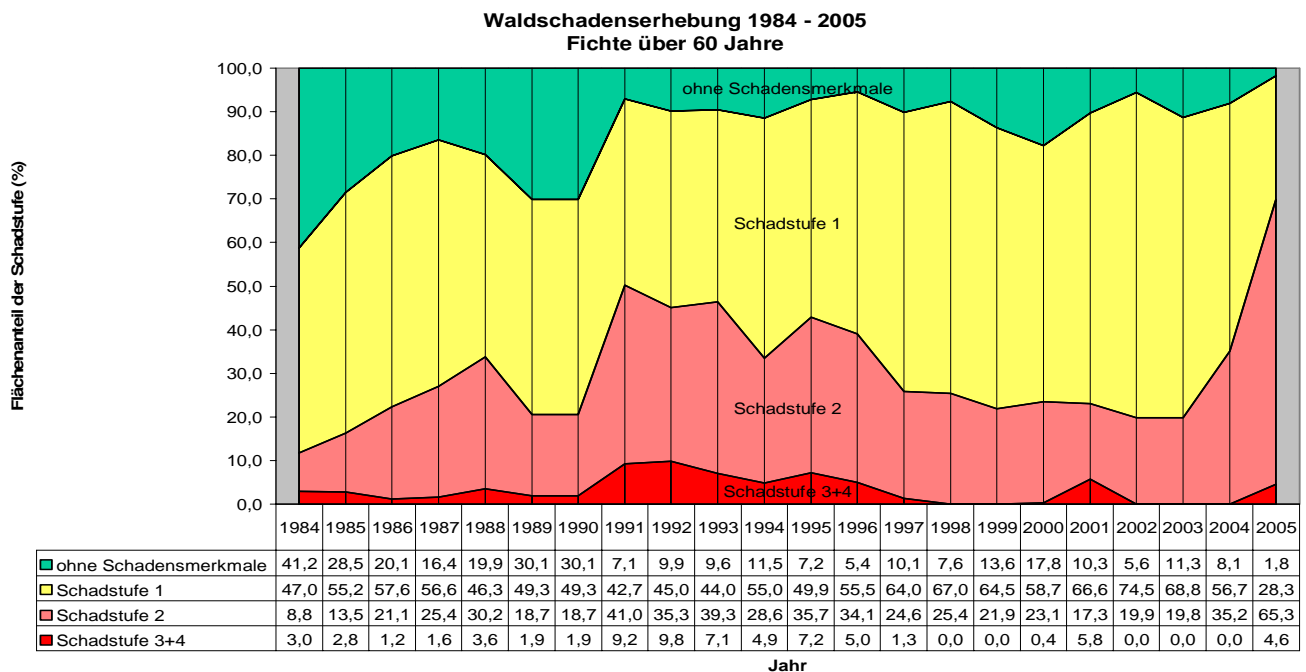




Abb.14: Entwicklung der Waldschäden seit 1984 für Fichte über 60 Jahre



## Borkenkäferbekämpfung und Wirtschaftsmaßnahmen

Wichtigste Gegenmaßnahme im Wald ist, frisch befallene Bäume einzuschlagen, um eine weitere Entwicklung der Schadinsekten einzudämmen, bruttaugliches Material möglichst schnell aus dem Wald zu entfernen bzw. eingeschlagene Stämme unmittelbar zu entrinden.

Der bisherige Anfall von Borkenkäferholz wird allein im Staatswald auf über 20.000 Festmeter geschätzt.

Diese walddhygienischen Maßnahmen können jedoch erfahrungsgemäß eine Ausweitung der Schäden bei Massenvermehrung nicht verhindern.

## Kiefer

Die Kiefer hat im Saarland einen Flächenanteil von 8%.

### **Langfristige Entwicklung:**

Die deutlichen Schäden der Kiefer lagen in der langjährigen Beobachtungsreihe auf einem Niveau von unter 20% mit einem Maximum von 24% im Jahr 1995. Danach ging der Schadensstand leicht zurück. Nach dem Trockenjahr 2003 verdoppelten sich die Schäden und erreichen 2005 einen Stand von 43%. Der Anteil von Bäumen ohne Schadensmerkmale verringerte sich im gesamten Zeitraum seit 1984 kontinuierlich, 2005 wurden nur noch 7% aller Kiefern als gesund eingestuft.

Voll benadelte Kiefern sind im Saarland damit zur Seltenheit geworden: volle 4 Nadeljahrgänge bei jüngeren bzw. 3 bei älteren Kiefern sind kaum noch vorhanden, häufig fehlen ganze Nadeljahrgänge. Soweit es nicht zu strukturellen Kronenschäden mit Absterben ganzer Äste in der Lichtkrone gekommen ist, kann sich bei Kiefern die Benadelungsdichte von Jahr zu Jahr, d.h. in relativ kurzer Zeit ändern, je nachdem, ob ganze Nadeljahrgänge abgeworfen in Anpassung der assimilierenden Nadelmasse an das Wasserangebot mindestens teilweise erhalten bleiben. Dies zeigt sich auch in den relativ starken trendunabhängigen jährlichen Schwankungen in der Beobachtungsreihe (Abb. 15-17).

### **Aktuelle Entwicklung:**

Die weitere Anstieg der deutlichen Schäden der Kiefer gegenüber dem Vorjahr 2004 von insgesamt 3 %-Punkten auf 43 % ist auf eine Verschlechterung der Situation bei den Altkiefern zurückzuführen (+ 6 %-Punkte auf 41%). Leicht erholt haben sich dagegen die jüngeren Kiefern (- 5 %-Punkte auf 46%).

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

Abb.15: Entwicklung der Waldschäden der Kiefer seit 1984

Waldschadenserhebung 1984 - 2005  
Kiefer insgesamt

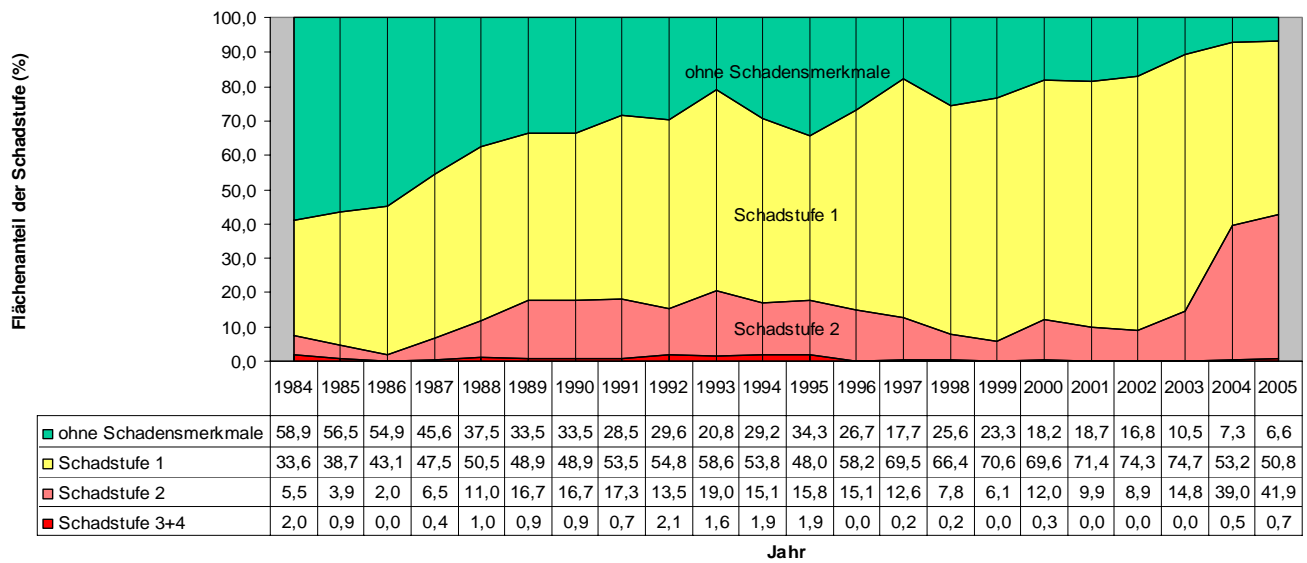


Abb.16: Entwicklung der Waldschäden seit 1984 für Kiefer bis 60 Jahre

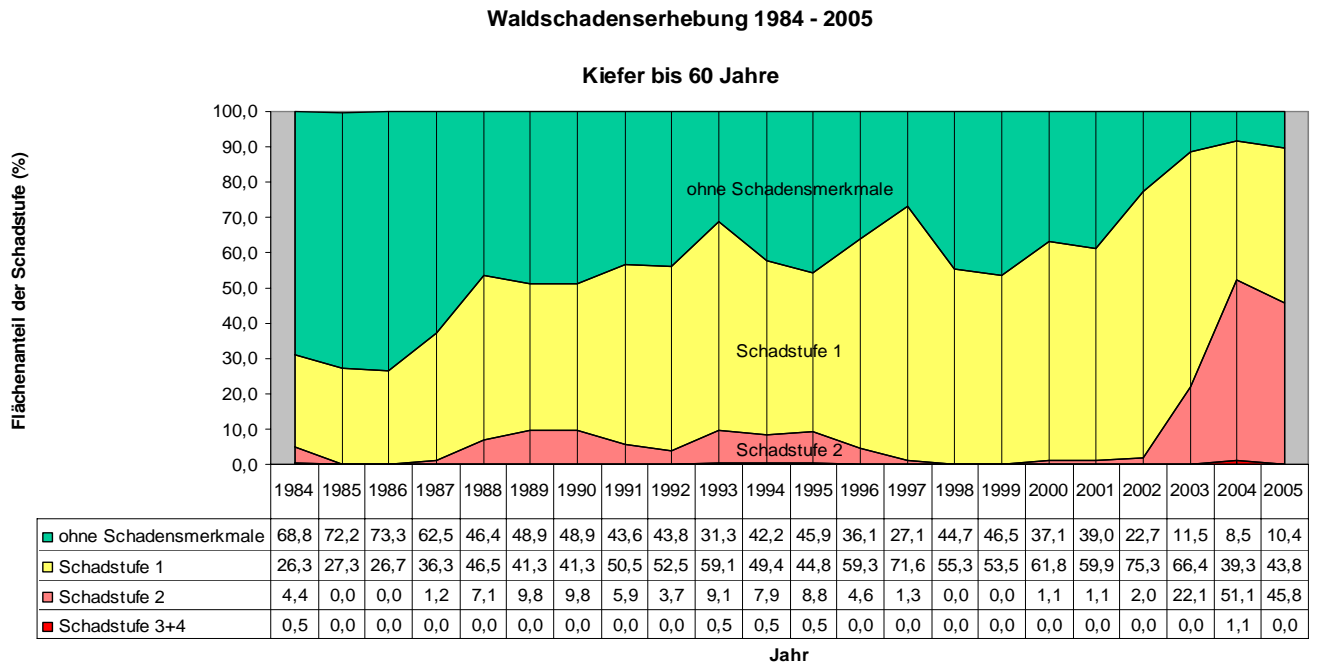
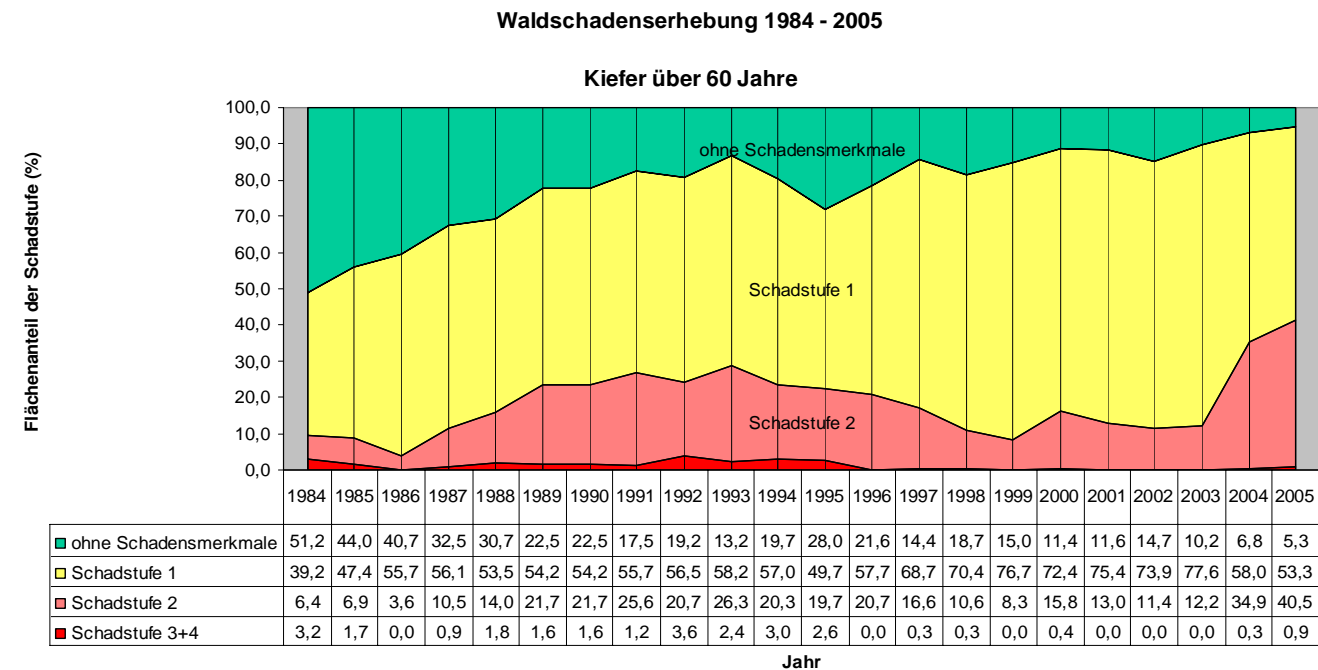


Abb.17: Entwicklung der Waldschäden seit 1984 für Kiefer über 60 Jahre



## Einflussfaktoren

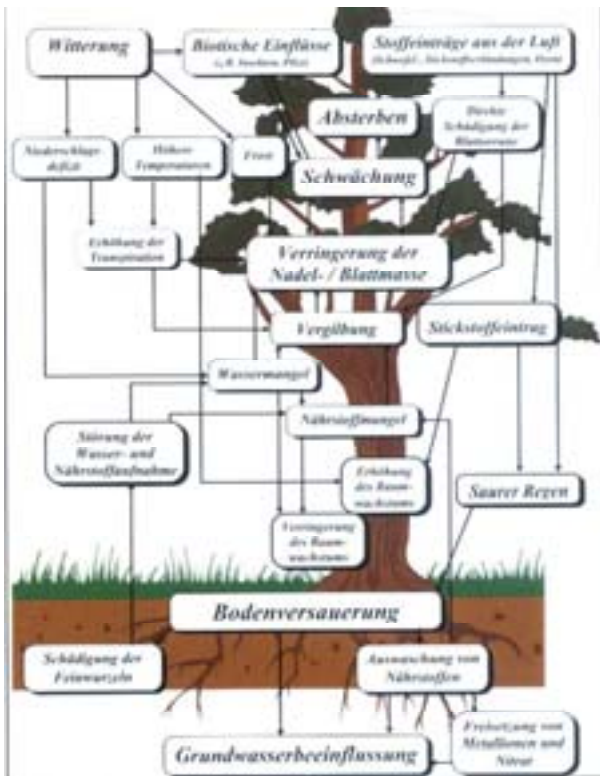


Abb.18: Waldzustand und Einflussfaktoren (\*)

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.

Vorliegenden 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.

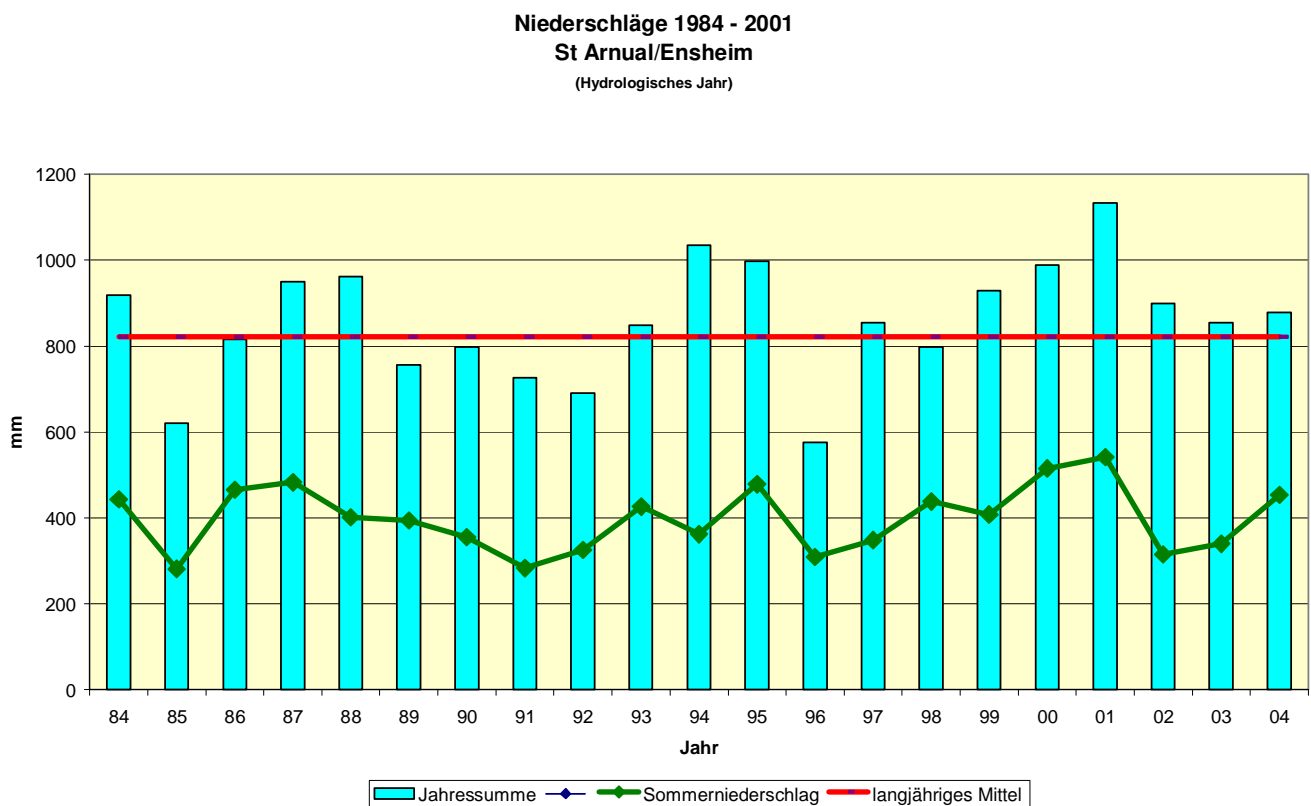
Das Ministerium für Umwelt wird als Gegen- bzw. Vorsorgemaßnahme die Waldkalkung als eine wesentliche Möglichkeit zur Stabilisierung von Waldstandorten wiederaufgreifen. Vorbereitende Maßnahmen sind im Gange, vorgesehen sind Waldkalkungen zunächst auf basenarmen Standorten des Mittleren Buntsandstein und Taunusquarzits, beginnend im östlichen Saarland.

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

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 mit 900 mm noch über dem Durchschnitt, was auf die hohen Herbst/Winterniederschläge zurückzuführen ist.

Sehr deutlich werden die Jahres mit Sommertrockenheit: 1985,1991,1996 sowie 2002 und 2003.

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



### Der heiss-trockene Sommer 2003

Das Jahr 2003 war in Deutschland geprägt durch einen extrem heißen Sommer. Juni und August 2003 waren die heißesten seit Beginn des 20. Jahrhunderts, die Temperaturen lagen über 5K über dem langjährigen Mittel. Am 8. August wurde in Perl eine Rekordtemperatur für ganz Deutschland mit 40,3° C erreicht. Im Saarland lag die Durchschnittstemperatur um 1,5 K über dem langjährigen Mittel, zu kühl waren nur Januar, Februar und Oktober. Gleichzeitig lagen auch die Niederschlagsmengen von Februar bis August, außer Juli, z.T. deutlich unter dem Jahresmittel. Im Wald waren spätestens im Spätsommer die im Boden gespeicherten Wasservorräte verbraucht, es entstanden deutliche Trockenschäden.

## 2005: etwas zu warm und zu trocken bei gleichmäßigem Niederschlagsverlauf

Das Jahr 2005 war im Saarland durchweg trockener und insgesamt etwas wärmer als das langjährige Mittel. Nur im Februar und August lagen die Temperaturen niedriger.

Insbesondere im März war es deutlich zu trocken, durch eine relativ gleichmäßige Niederschläge kam es im weiteren Jahresverlauf jedoch nicht zu witterungsbedingten Stresssituationen für den Wald. Die relativ hohen Temperaturen bei unterdurchschnittlichen Niederschlägen begünstigten allerdings die Entwicklung der Schädlingpopulationen bei den Laubbäumen, insbesondere der Eiche, sowie die Vermehrung der Borkenkäfer.

Abb.20: Monatstemperatur Oktober 2002 – August 2004 (2)  
Monatstemperatur Ensheim

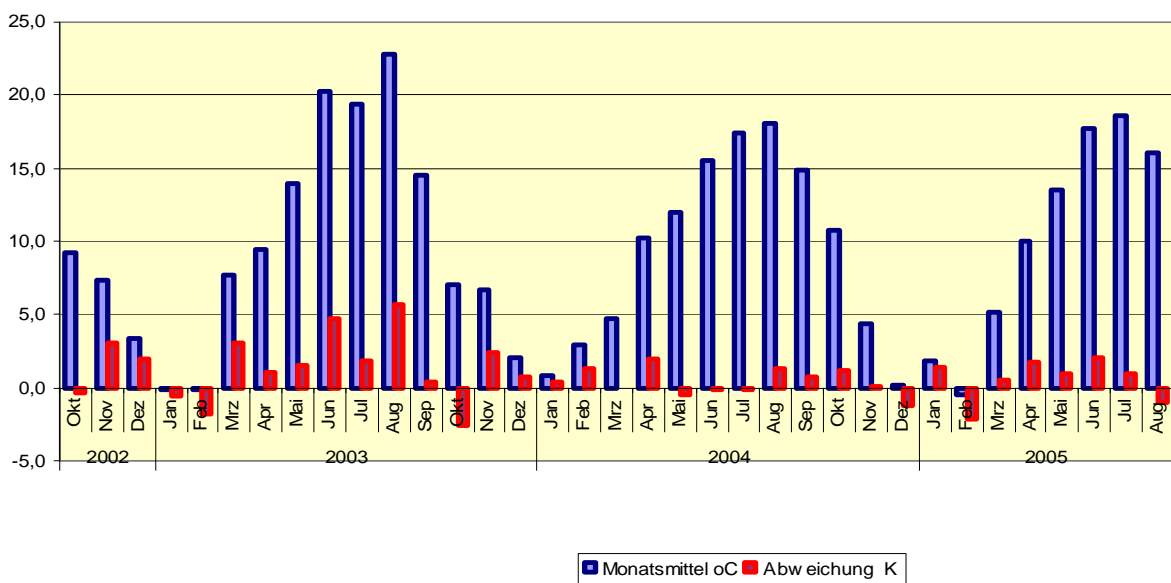
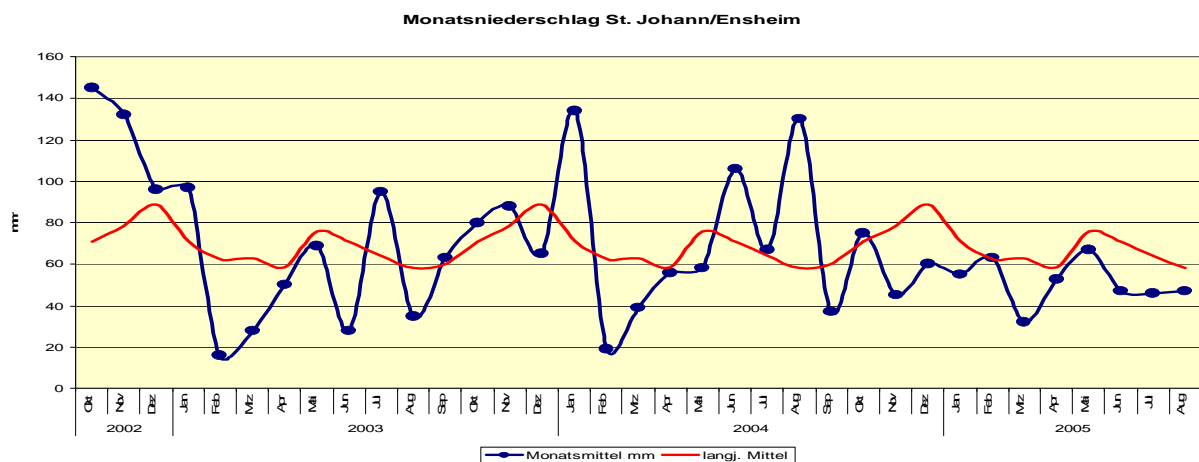


Abb.21: Monatsniederschlag Oktober 2002 – August 2005 (\*)



(\*) DEUTSCHER WETTERDIENST/Witterungsreport 2002/2005

## 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
- Buchenspringgrüssler
- 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. Es stellt sich die Frage, inwieweit die langjährige Waldschadensstatistik 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 3,1%. Im Jahr 2005 wurden 2,2 % der Probebäume ersetzt.

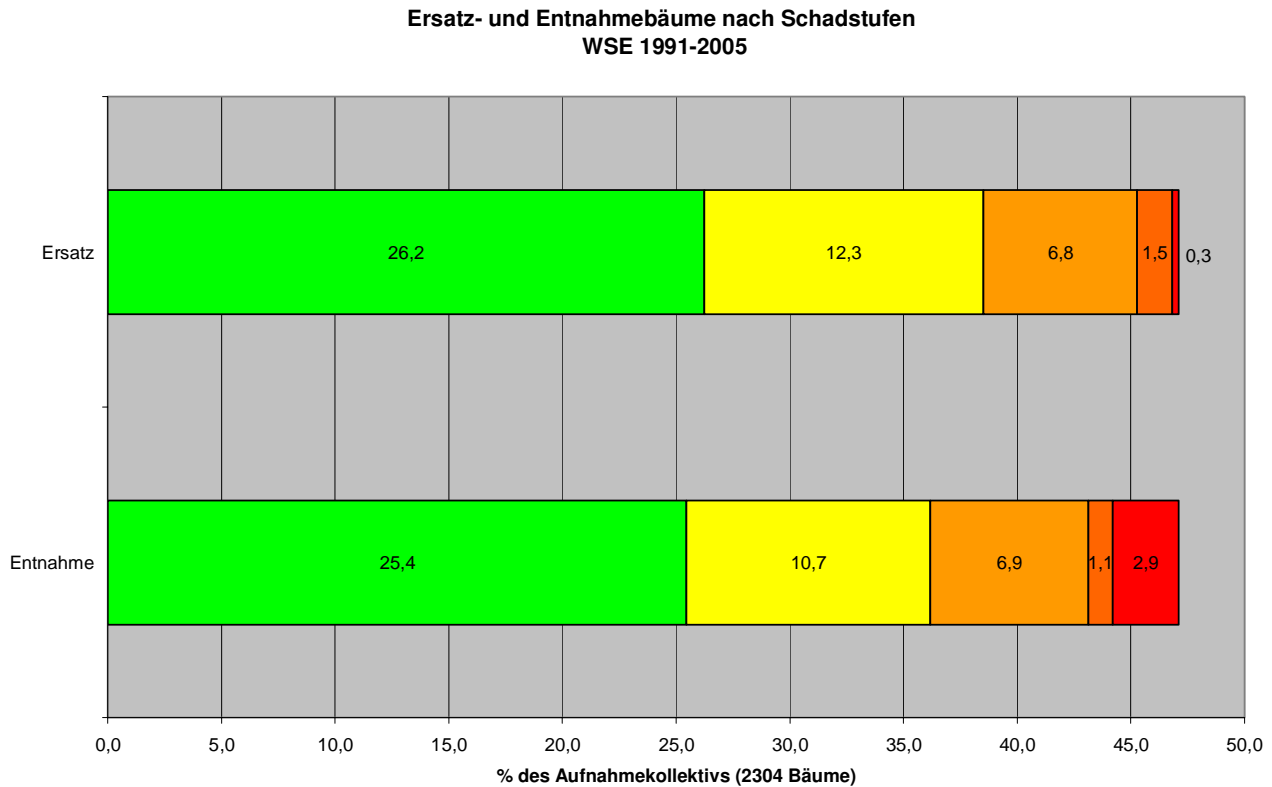
*Tabelle 3: Anteil ausgeschiedener und ersetzter Probebäume in Prozent des Aufnahmekollektivs 1991-2005*

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
1991-2003	47,1
Mittel	3,1

Der Anteil der ersetzten Ersatzbäume 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 14 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 gesunder Bäume liegt bei den Ersatzbäumen für den 14-Jahreszeitraum nur um 0,8 %-Punkten 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) ist 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.

Wären keine Ersatzbäume gewählt und die abgestorbenen Bäume in der Statistik mitgeführt worden, könnte der Anteil der toten Bäume um maximal 2,9%-Punkte höher liegen.

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

Waldschadenserhebung 1984 bis 2005 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
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	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	2,5	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	11,5	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
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	
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	57,0	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	
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	





# -Untersuchungsergebnisse saarländischer Dauerbeobachtungsflächen im Wald -

## 1. 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.

## 2. Stoffeinträge in saarländische Waldökosysteme

### Schwefel

Dank durchgreifender Luftreinhaltemaßnahmen in den zurückliegenden Dekaden ist die Eintragsbelastung saarländischer Wälder durch versauernd wirkende Schwefelverbindungen kontinuierlich zurück gegangen (Abb. 1). Die Schwefeldioxidkonzentrationen haben sich seit dem Untersuchungsbeginn in 1990 nahezu halbiert und überschreiten heute nicht mehr die kritischen Belastungsgrenzen.

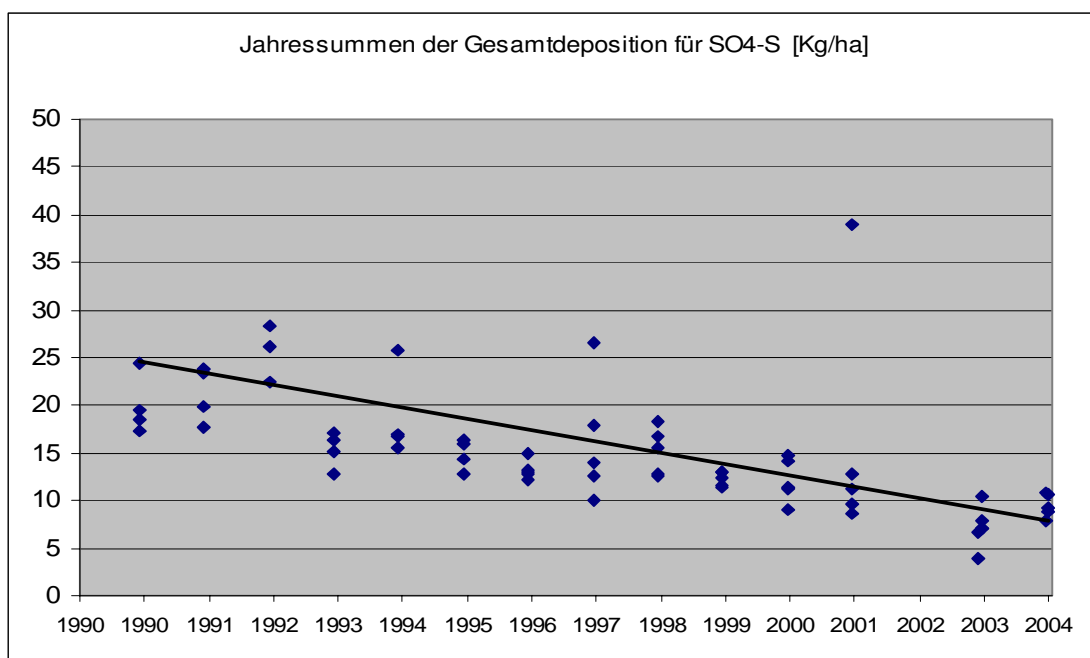


Abb. 1: Jahressummen der Gesamtdeposition für SO<sub>4</sub>-S an ausgewählten Dauerbeobachtungsflächen

## Stickstoff

Neben Schwefelverbindungen werden in den letzten Dekaden zunehmend ebenfalls versauernd wirkende Stickstoffverbindungen aus dem Kraftverkehr (NO<sub>x</sub>) und der Landwirtschaft (NH<sub>3</sub>) in die Waldökosysteme eingetragen. Zwar sind die Einträge an Stickstoffverbindungen deutlich zurück gegangen, doch nach wie vor sind neben Nitratstickstoff- insbesondere hohe Ammoniumstickstoff- Einträge zu verzeichnen. Kritische Schwellenwerte (critical loads) für eutrophierende Stickstoffeinträge variieren bei den meisten Waldtypen und Ausgangssubstraten zwischen 5 und 8 kg N/ha/Jahr. Die gegenwärtigen Stickstoffeinträge liegen an den saarländischen Intensivuntersuchungsflächen zumeist deutlich darüber (Abb. 2). Ein übermäßiges Stickstoffangebot hat als negative Folgen eine Verschärfung der Bodenversauerung, eine unausgewogene Baumernährung und eine erhöhte Empfindlichkeit gegenüber Witterungsextremen und Schädlingsdruck. Daneben besteht die potenzielle Gefahr der Nitratauswaschung in das Grundwasser.

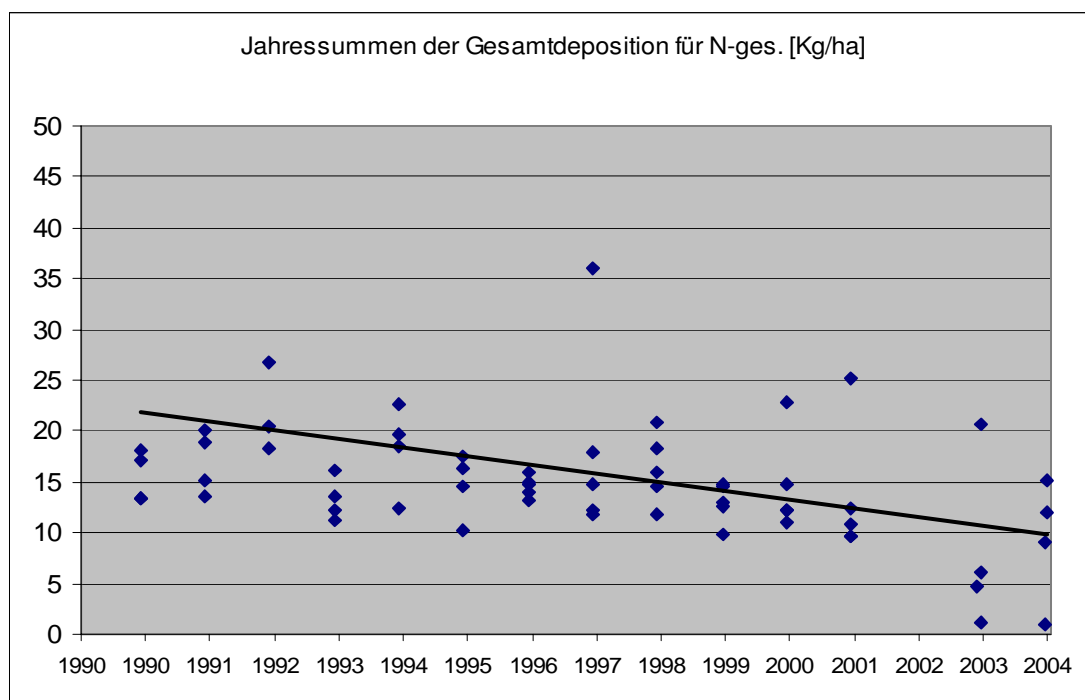


Abb. 2: Jahressummen der Gesamtdeposition für Ngesamt an ausgewählten Dauerbeobachtungsflächen

## Säureinträge

Die Gesamtdeposition an säurewirksamen Stoffen (H<sup>+</sup>) geht an den saarländischen Level II-Standorten in den vergangenen Jahren leicht zurück (Abb. 3). In Jägersburg, Eft-Hellendorf und Warndt ist entgegen des allgemeinen Trends ein leichter Anstieg der H<sup>+</sup> - Depositionsraten festzustellen. Die aktuellen Säureeintragsraten erreichen derzeit noch an nahezu allen Intensivmessstellen annähernd die ökosystemverträglichen critical loads, die in Abhängigkeit vom Baumbestand und vom Basennachlieferungsvermögen aus dem Ausgangssubstrat erfahrungsgemäß mit 0,5 bis 1,2 kmolc /ha/Jahr veranschlagt werden können.

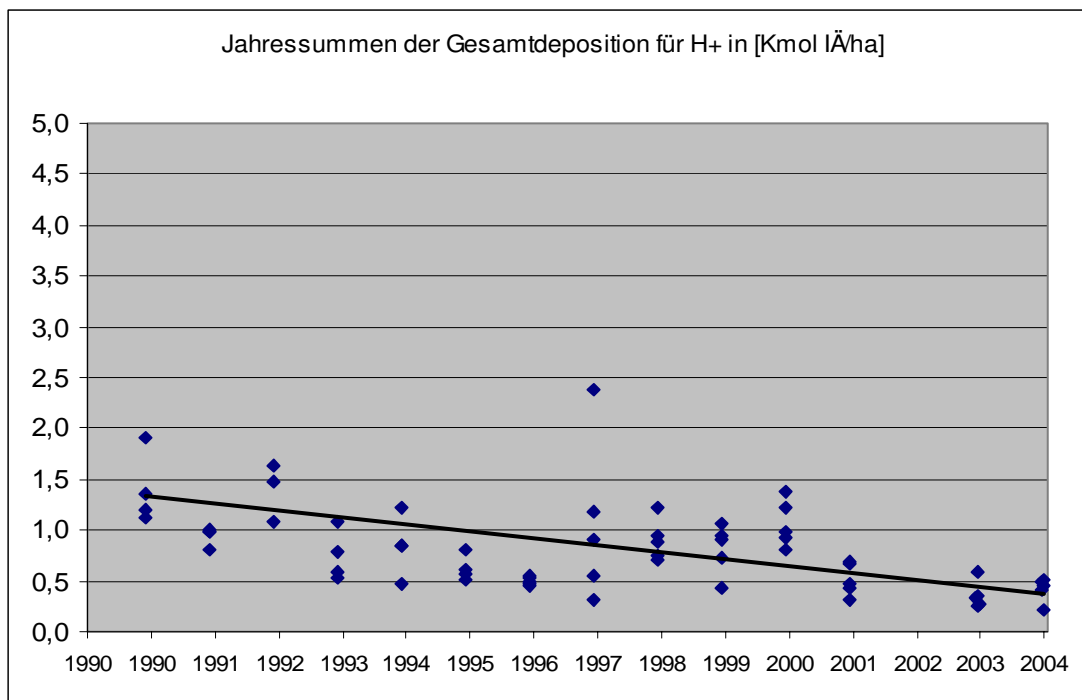


Abb. 3: Jahressummen der Gesamtdeposition für H+ an ausgewählten Dauerbeobachtungsflächen

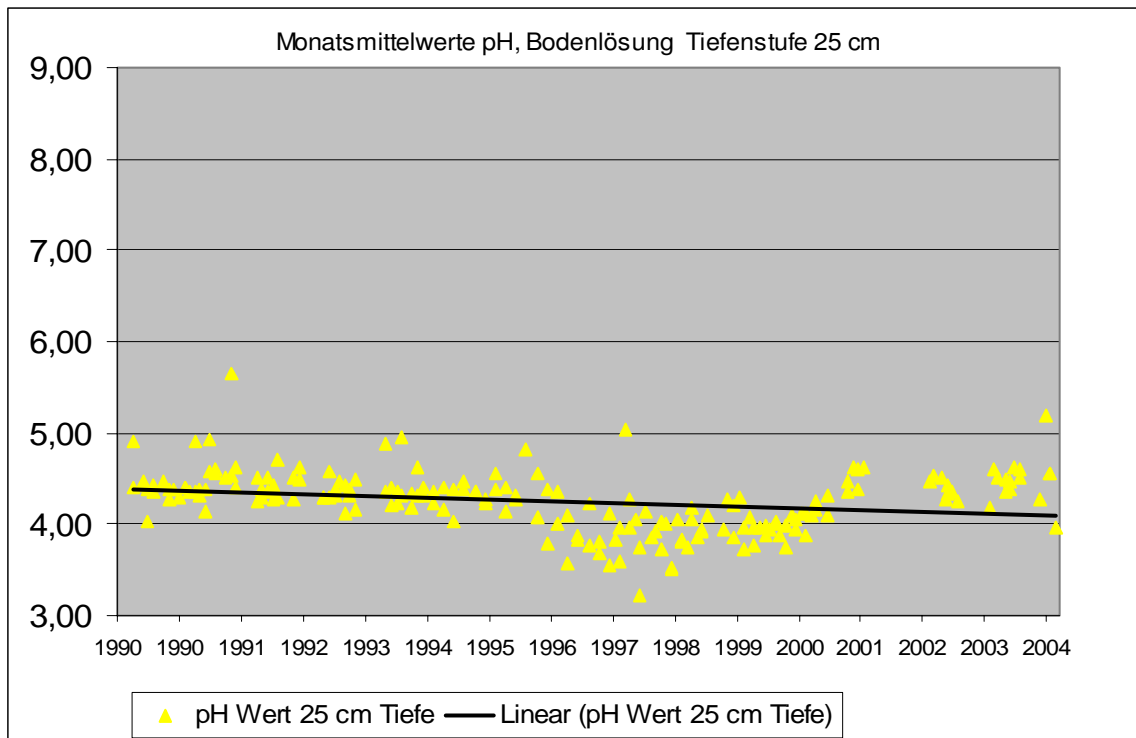
Die Depositionsdaten des extremen Trockenjahres 2003 lassen keine eindeutigen Aussagen hinsichtlich der Auswirkungen auf die Belastungssituation der Wälder zu.

### 3 Bodenzustand

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

#### 3.1 pH-Werte der Bodenlösung

Mit Ausnahme der basenreichen Muschelkalk-Standorte Ormesheim und Altheim sind die pH-Werte der Bodenlösung an den übrigen Dauerbeobachtungsflächen aktuell weiter abgesunken. In der Wurzelzone bis 25 cm Tiefe liegen sie an den Standorten Eft-Hellendorf (Quarzit), Jägersburg und Warndt (Mittlerer Buntsandstein) sowie Fischbach und Von der Heydt (Karbon) aktuell bei pH 4,0 bis pH 4,3.



**Abb. 4:** Monatsmittelwerte des pH-Wertes der Bodenlösung (Tiefenstufe 25 cm) für die Stationen Fischbach und Von der Heydt

Da die pH-Werte der Bodenlösung in einem dynamischen Gleichgewicht mit der Bodenfestphase stehen, spiegeln die Werte auch die Situation in den Oberböden der Untersuchungsflächen wider. 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 bodensaurigen Bedingungen geht die biologische Aktivität in den Oberböden zurück, was zu einer Verschlechterung der Humusqualität führen kann. In den Unterböden der basenarmen Standorte liegen die pH-Werte nur unwesentlich höher. Dies birgt die Gefahr, dass toxische Elemente, wie zum Beispiel Aluminium, die Bodenzone verlassen und in Quell- und Grundwasser eindringen können.

### 3.2 Aziditätsgrad

Der Aziditätsgrad der Bodenlösung – definiert durch das Verhältnis von säurebildenden Kationen (Al, Fe, Mn, H) ohne  $\text{NH}_4$  zu basischen Kationen (Ca, Mg, K, Na) – hat sich umgekehrt proportional zu den pH-Werten entwickelt, d.h. insbesondere an den basenarmen Standorten nahm der Aziditätsgrad in den vergangenen Dekaden kontinuierlich zu. Im Beobachtungszeitraum stieg der Aziditätsgrad im Mittel von ungefähr 30 % auf 60 % in den oberen 25 cm Boden an. In der tieferen Bodenzone liegt er aktuell noch im Mittel bei ungefähr 40 %.



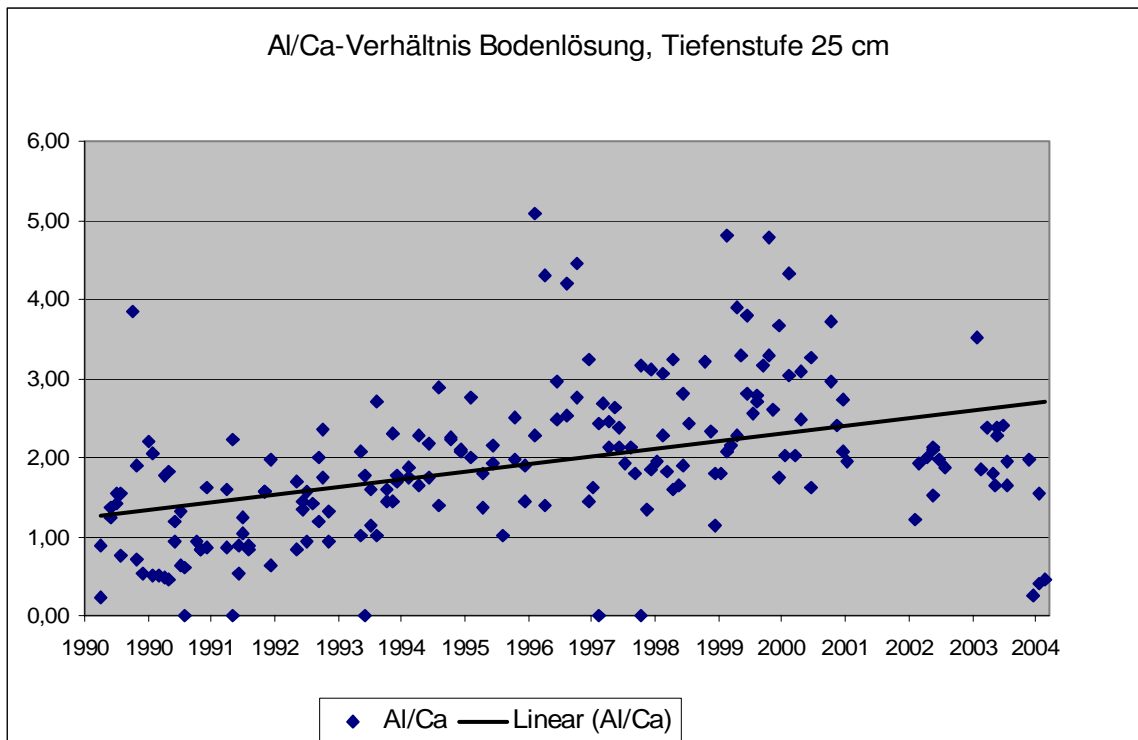
Dieser Anstieg ist insgesamt auf eine zunehmende Verarmung der Standorte an Basen (Ca, Mg, K) durch fortschreitende Versauerung zurück zu führen. An den beiden Standorten Fischbach und von der Heydt zeigt sich eine leichte, kontinuierliche Abnahme der Azidität der Bodenlösung im Unterboden, was auf eine vergleichsweise gute Pufferkapazität der tonreicheren Substrate zurückgeführt werden kann.

Das Bodenwasser in den Böden der meisten saarländischen Level II-Untersuchungsflächen muss demnach als ein saures Milieu bewertet werden (Ausnahme: Muschelkalkstandorte Ormesheim und Altheim). Ein enormer Basenverlust in der Bodenzone bei anhaltender Belastung durch Säureeinträge in die Waldökosysteme unterstreicht, dass eine Kompensationskalkung zur Abpufferung der externen Säureeinträge angebracht ist.

### **3.2 Säuretoxizität**

Das molare Verhältnis von Aluminium zu Calcium in der Bodenlösung kann als Kriterium für die Elastizität bezüglich der toxischen Wirkung von Aluminium herangezogen werden. Nach vorsichtiger Einschätzung kann für humusarme Horizonte (Lysimeter Tiefenstufe 100 cm) an den basenarmen Standorten aktuell ein Aluminiumstress und eine Behinderung in der Aufnahme der wichtigen Nährstoffe Calcium, Magnesium und Kalium in die Pflanzenwurzeln angenommen werden. Außerdem können Basenverluste und erhöhte Aluminiumkonzentrationen in der Bodenlösung das Wurzelwerk, insbesondere Feinwurzeln, schädigen und zur Flachgründigkeit der Baumwurzeln beitragen. Dies gilt insbesondere für die Standorte aus Quarzit (Eft-Hellendorf) und Buntsandstein (Jägersburg). Hier variiert aktuell das molare Al/Ca-Verhältnis zwischen 3,5 bis 5,5. Dies entspricht zum Vergleich einem Ca/Al-Verhältnis von 0,18 bis 0,22.

Im Saarkohlenwald (Standorte Fischbach und von der Heydt) ist das molare Al/Ca-Verhältnis in der Wurzelzone auf 2,5 angestiegen (Ca/Al-Verhältnis 0,4). Dieses für die Pflanzenwurzeln toxische Milieu ist allerdings noch nicht bis in den Unterboden vorgedrungen.



*Abb. 5: Molares Al/Ca-Verhältnis in der Bodenlösung (Tiefenstufe 25 cm) an den Stationen Fischbach und Von der Heydt*

Dies unterstreicht noch einmal, dass für die Laubwaldstandorte auf den genannten basenarmen Quarzit- und Buntsandstein-Standorten eine Kompensationskalkung mit dolomitischen Kalken angebracht ist. Die für das Saarland wirtschaftlich und ökologisch wichtigen Bestände im Saarkohlenwald unterliegen ebenfalls zum Teil einem erhöhten phytotoxischem Risiko.

#### 4. Blattanalysen an Bäumen der Level II-Flächen des Saarlandes

Die Probenahme erfolgte vom 6. bis 11. September 2004. Es wurden jeweils 5 Zweige aus der Sonnenkrone an je 5 Buchen pro Standort entnommen. Die Blattproben wurden auf Kleinblättrigkeit, Chlorosen (vgl. Abb. 7), Nekrosen, Fraß und Fruktifikation bonitiert und die Blätter auf Stickstoff, Schwefel, Phosphor, Kalium, Calcium, Magnesium, Mangan, Aluminium, Eisen und die Schwermetalle Zink, Kupfer, Blei, Chrom, Cadmium und Nickel analysiert.



*Abb. 6: Chlorotische Blätter (Frischgrüt-Chlorosen) auf dem Standort Warndt - typisch für Mg-Mangel*

		N	P	K	Ca	Mg	S	Mn	Fe	Al
Altheim	Mittelwert	2,462	0,90	8,06	12,71	0,343	1,60	0,55	0,11	0,07
	S <sub>x</sub>	2,462	0,122	0,711	4,866	0,343	0,136	0,368	0,027	0,014
Ormesheim	Mittelwert	22,12	1,38	5,69	13,74	1,61	1,73	0,27	0,18	0,14
	S <sub>x</sub>	1,065	0,124	0,936	2,311	0,445	0,101	0,155	0,040	0,025
Bildstock	Mittelwert	17,13	1,60	5,79	12,52	1,58	1,55	1,32	0,21	0,15
	S <sub>x</sub>	1,269	0,182	0,713	2,482	0,539	0,114	0,339	0,041	0,042
Fischbach	Mittelwert	2,462	0,90	8,06	12,71	0,343	1,92	2,42	0,17	0,09
	S <sub>x</sub>	1,712	0,112	2,226	0,643	0,168	0,083	0,393	0,027	0,010
v.d.Heydt	Mittelwert	22,12	1,38	9,85	13,74	1,61	1,94	2,17	0,20	0,12
	S <sub>x</sub>	1,749	0,048	1,205	1,430	0,195	0,060	0,335	0,028	0,010
Jägersburg	Mittelwert	0,628	0,111	10,77	5,65	0,32	1,88	1,50	0,14	0,11
	S <sub>x</sub>	0,628	0,092	0,981	0,738	0,109	0,079	0,220	0,018	0,011
Eft-Hellendorf	Mittelwert	2,029	0,082	1,200	0,522	0,203	1,67	2,11	0,18	0,11
	S <sub>x</sub>	2,029	0,082	1,200	0,522	0,203	0,099	0,354	0,039	0,008
Mettlach	Mittelwert	1,716	0,90	8,06	4,64	0,56	1,66	2,37	0,16	0,10
	S <sub>x</sub>	1,716	0,065	0,963	0,885	0,192	0,190	0,663	0,022	0,018
Warndt	Mittelwert	2,052	0,93	8,49	6,04	0,56	1,62	2,67	0,21	0,12
	S <sub>x</sub>	2,052	0,131	1,857	0,309	0,479	0,104	0,263	0,036	0,012
Insgesamt	Mittelwert	19,58	1,05	7,58	7,39	0,83	1,66	1,64	0,17	0,11
	S <sub>x</sub>	2,389	0,255	1,941	4,195	0,528	0,158	0,840	0,040	0,028

sehr gering	<18	<1.0	<5.0	<4.0	<0.7
gering	18 - 20	1.0 - 1.3	5.0 - 5.5	4.0 - 5.0	0.7 - 0.8
mittel	20 - 22	1.3 - 1.5	5.5 - 6.5	5.0 - 7.0	0.8 - 1.0
hoch	22 - 25	1.5 - 1.7	6.5 - 7.5	7.0 - 8.5	1.0 - 1.4
sehr hoch	>25	>1.7	>7.5	> 8.5	>1.4

Bewertung nach  
HUETTL (1992)

Tab. 1: Elementgehalte der Buchenblätter (*Fagus sylvatica*), Mittelwerte für je 5 Bäume pro Fläche; alle Angaben in mg/g T.S.

Die Buchenblätter der Flächen Altheim und Ormesheim (beide auf Muschelkalk) sowie die Blätter des Standortes Bildstock (Karbon) weisen eine Luxus-Calcium-Versorgung auf. Sie sind auch gut mit Magnesium ernährt. Auf allen anderen Flächen ist die Ca-Versorgung mittel bis sehr gering. Erheblicher Magnesium-Mangel ist auf den Flächen Eft-Hellendorf und Mettlach (Quarzit), Jägersburg und Warndt (Mittlerer Buntsandstein) sowie Fischbach und Von der Heydt (Karbon) festzustellen. Verbunden mit der mäßigen Ca-Versorgung ist auf diesen Flächen eine Kompensationskalkung mit dolomitischem Kalk dringend angeraten.

Auffällig hohe Mangan-Gehalte sind an allen Standorten mit Magnesium-Mangel, und zwar in Eft-Hellendorf, Fischbach, Mettlach, v.d.Heydt, Warndt und Jägersburg zu verzeichnen.

Die allgemein schlechte Phosphor-Ernährung mit Ausnahme der Standorte im Muschelkalk kann sich durch die pH-Anhebung bei Kalkung durch bessere P-Verfügbarkeit bei höheren pH- Werten verbessern.

Bei Ca- und Mg-Mangel wurden erhöhte Mn-Gehalte in den Blättern festgestellt. Vermutlich wird fehlendes Calcium und Magnesium durch Mangan ersetzt. Hier ist eventuell ein Zusammenhang mit Mangan-Flecken im Stammholz herzustellen.

Im Vergleich zu rheinland-pfälzischen Monitoringflächen sind im Saarland höhere Schwermetallkonzentrationen zu finden