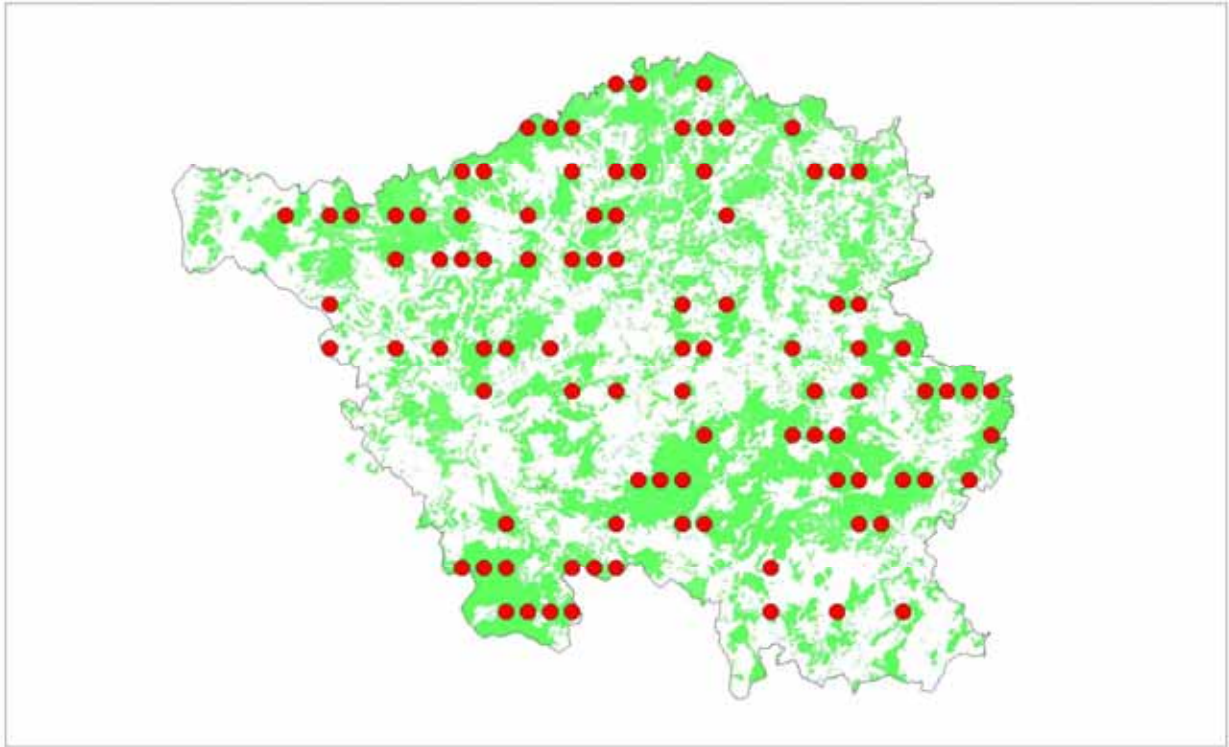


Ergebnisse der Waldzustandserhebung 2010

Forstliches Umweltmonitoring



Saarbrücken, im Dezember 2010

Inhalt

EINFÜHRUNG	2
GESAMTERGEBNIS	3
ENTWICKLUNG DER WALDSCHÄDEN VON 2009 AUF 2010 IM ÜBERBLICK.....	4
SCHÄDEN NACH BAUMARTEN	8
BUCHE.....	8
EICHE	10
FICHTE.....	13
KIEFER	16
EINFLUSSFAKTOREN	19
DIE WALDSCHUTZSITUATION 2010	19
DER EINFLUSS VON KLIMA UND WITTERUNG.....	20
VERFAHREN UND DURCHFÜHRUNG DER WALDZUSTANDSERHEBUNG	23
ERSATZ VON PROBEBÄUMEN.....	24
ERGEBNISTABELLEN SEIT 1984	26
VERBISSCHÄDEN DURCH SCHALENWILD	28
DER EINFLUSS DES WILDES AUF DIE WALDVERJÜNGUNG	28
GROBRAUMINVENTUREN	28
INDIKATORFLÄCHEN ZUR VERJÜNGUNGSKONTROLLE	30
BODENZUSTAND UND FORSTLICHES UMWELTMONITORING	35
BÖDEN UND BODENACIDITÄT	35
STOFFEINTRÄGE IN SAARLÄNDISCHE WALDÖKOSYSTEME (DEPOSITION).....	45
STOFFAUSTRÄGE MIT DEM SICKERWASSER AUS DER BODENZONE.....	47
ERNÄHRUNGSZUSTAND DER HAUPTBAUMARTEN	51

Einführung

Der Kronenzustand der Waldbäume wird seit 1984 im jährlichen Turnus erfasst. Der Verlust oder die Veränderungen von Blättern und Nadeln sind rasch reagierende Frühindikatoren, die relativ einfach zu erheben sind und eine wichtige und aktuelle Auskunft über die Vitalität der Bäume geben.

Die Kronenzustandserfassung ist Teil (Level I) eines europaweit harmonisierten forstlichen Umweltmonitorings und derzeit das einzige großräumig anwendbare Verfahren, um mit vertretbarem Aufwand zeitnah Aussagen über den Kronenzustand wie die Verlichtung, die Verfärbung von Blättern und Nadeln, Schädlingsbefall, Fruktifikation und andere Faktoren machen zu können. Die Abweichungen von einer voll belaubten Krone werden in 5%-Stufen eingeschätzt und im Endergebnis zu so genannten Schadstufen zusammengefasst.

Die Ansprache äußerer Vitalitätsmerkmale muss im Kontext zu umfassenderen Untersuchungen der Wälder (Level II), insbesondere zur Belastung der Waldböden durch Versauerung und Nährstoffverarmung oder zur Ernährungssituation durch chemische Nadel-/Blattuntersuchungen gesehen werden, um die Ursachen von Waldkrankheiten genauer definieren zu können. Der aktuelle Kronenzustand der Bäume hängt darüber hinaus noch von einer Vielzahl weiterer Umweltfaktoren ab, die sich kurzfristig verstärken oder abschwächen können: extreme Wettersituationen, kurz- und langfristige Klimabedingungen oder Schädlingsbefall, aber auch vom Baum selbst generierte Stressfaktoren wie etwa sehr starke Fruktifikation (zuletzt 2009).

Nicht jede Veränderung der Kronenverlichtung zum Besseren oder Schlechteren ist daher als „Schadensveränderung“ infolge von anthropogen verursachten Stoffeinträgen zu beurteilen. Um die Kontinuität der bisher erfolgten Waldzustandserhebungen zu erhalten, wurde der Begriff der „Schadstufen“ beibehalten, obwohl es sich gezeigt hat, dass natürliche Veränderungen der Belaubungs- bzw. Benadelungsdichte auftreten und vornehmlich das Ausmaß der Schadstufe 1 beeinflussen können.

Neben diesen Waldschäden komplexer Ursachen ist die Schädigung der Waldverjüngung durch Reh- und Rotwildverbiss ein zusätzlicher Brennpunkt naturnaher Waldbewirtschaftung. Die systematische Inventur und Dokumentation von Wildschäden ist ein wichtiges Instrument zur Entwicklung jagdlicher Strategien, die dazu dienen, die Schalenwildbestände auf ein waldverträgliches Maß zu reduzieren. Deshalb wird in diesem Jahr erstmals ein Kapitel über die Verbissbelastung der nachfolgenden Waldgeneration in den Waldzustandsbericht aufgenommen.

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

Gesamtergebnis

Weiterer Rückgang der deutlichen Schäden im Jahr 2010

Im Zusammenspiel verschiedener Ursachen von Kronenschäden im Wald wirken sich Witterungsereignisse nachwirkend über mehrere Jahre auf den Schadensverlauf aus. Nach dem letzten vegetationsschädigenden Trockenjahr 2003 stiegen deutliche Waldschäden drastisch von 13% auf 48% im Jahr 2006 an, ein absoluter Höchststand seit 1984. In den Folgejahren mit günstigeren Witterungsbedingungen setzte zunächst langsam wieder eine Erholungsphase ein; 2010 verringern sich die deutlichen Schäden um 8 Prozentpunkte auf 27%.

Der Rückgang der deutlichen Schäden zeigt sich 2010 bei allen Hauptbaumarten. Fichte und Kiefer verbesserten sich gegenüber dem Vorjahr um 5 - 6, die Eiche um 13 und Buche um 16 Prozentpunkte. Die besonders positive Entwicklung der Buche hängt auch damit zusammen, dass im Jahr 2009 die Blatt- und Kronenentwicklung durch den starken Fruchtbehang vermindert war. 2010 hingegen hat die Buche - wie alle anderen Baumarten auch - nur wenig fruktifiziert.

Die Gesamtschäden sind seit 2009 um 5 Prozentpunkte auf 77% abgesunken - bei 23% des Waldes sind keine äußerlichen Kronenschäden erkennbar. Bei den jüngeren - bis 60-jährigen - Bäumen liegt der Anteil deutlicher Schäden mit 12% auf gleichem Niveau wie im Vorjahr, bei den älteren - über 60-jährigen - ist eine spürbare Verbesserung von 51% auf 37% eingetreten .

Die Kiefer bleibt mit 51% nach der absoluten Höhe deutlicher Schäden die am stärksten geschädigte Hauptbaumart, vor der Eiche (37%), Buche (27%) und Fichte (19%).

Entwicklung der Waldschäden von 2009 auf 2010 im Überblick

Tabelle 1: Gesamtergebnis

	2009	2010
Gesamtschäden	82 %	77 %
deutliche Schäden	35 %	27 %
Buche	44 %	27 %
Eiche	47 %	36 %
Kiefer	57 %	51 %
Fichte	23 %	19 %
deutliche Schäden in älteren Beständen	51 %	37 %
deutliche Schäden in jüngeren Beständen	13 %	12 %

Abb. 1: Entwicklung der Waldschäden seit 1984

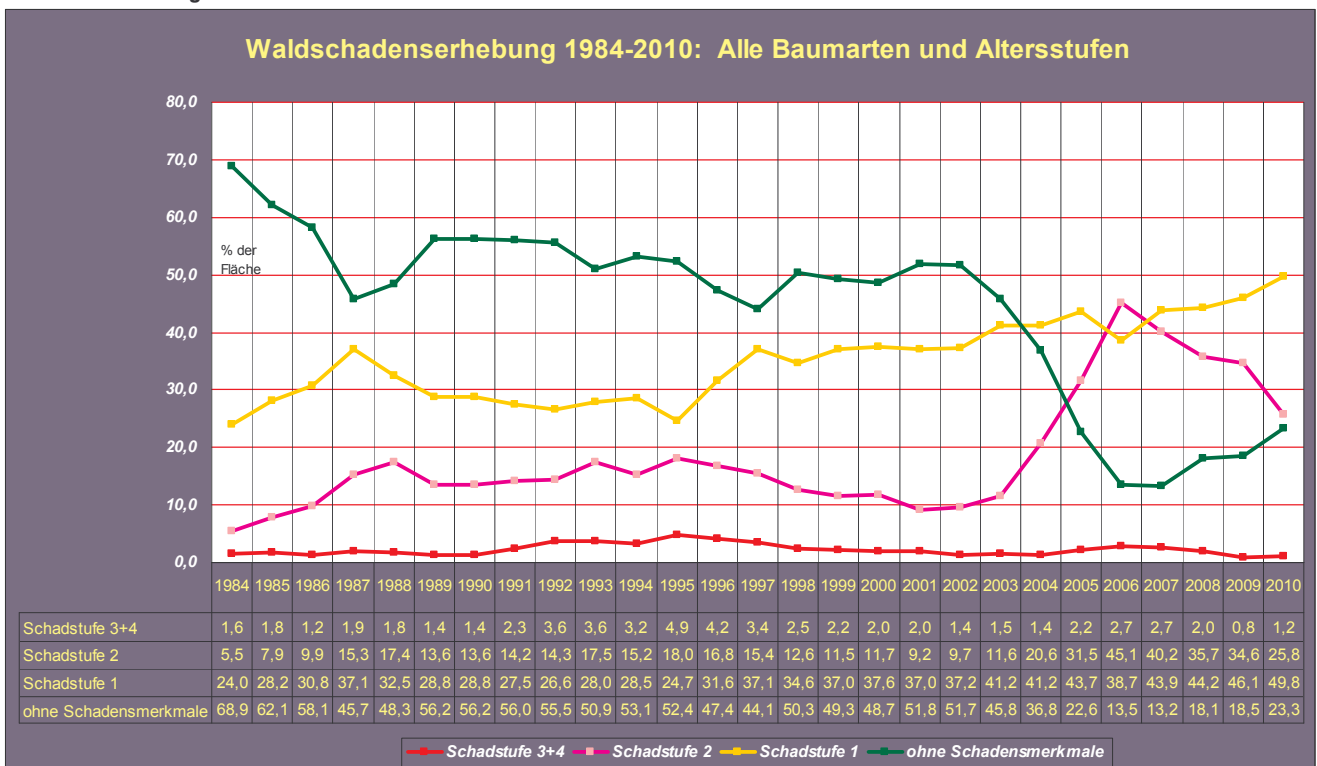


Tabelle 2: Veränderungen von 2009 auf 2010

		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	2009	41,3	58,7	11,8	0,7	99,3	56,6	30,9	69,1	23,3
	2010	49,4	50,6	10,9		100,0	40,2	36,5	63,5	18,6
	Veränd.	8,1	-8,1	-0,9	-0,7	0,7	-16,4	5,6	-5,6	-4,7
Kiefer	2009		100,0	53,0	0,8	99,2	58,7	0,6	99,4	57,0
	2010		100,0	65,6	3,7	96,3	49,3	3,2	96,8	51,4
	Veränd.		0,0	12,6	2,9	-2,9	-9,4	2,6	-2,6	-5,6
Sonstige Nadelbäume	2009	28,6	71,4	13,3	4,5	95,5	38,4	13,3	86,7	29,4
	2010	37,7	62,3	18,9	10,8	89,2	14,5	21,3	78,7	16,2
	Veränd.	9,1	-9,1	5,6	6,3	-6,3	-23,9	8,0	-8,0	-13,2
Buche	2009	35,8	64,2	10,6	3,9	96,1	57,6	13,2	86,8	43,9
	2009	54,7	45,3	4,4	6,4	93,6	35,6	19,1	80,9	27,4
	Veränd.	18,9	-18,9	-6,2	2,5	-2,5	-22,0	5,9	-5,9	-16,5
Eiche	2009	21,0	79,0	16,3	2,4	97,6	54,0	6,1	93,9	46,5
	2010	36,4	63,7	19,9	4,1	95,9	40,9	10,4	89,0	36,1
	Veränd.	15,4	-15,3	3,6	1,7	-1,7	-13,1	4,3	-4,9	-10,4
Sonstige Laubbäume	2009	55,2	44,8	4,5	35,2	64,8	6,8	48,6	51,4	5,2
	2010	59,7	40,3	4,5	35,1	64,9	10,8	51,5	48,5	6,6
	Veränd.	4,5	-4,5	0,0	-0,1	0,1	4,0	2,9	-2,9	1,4
Alle Baumarten	2009	37,9	62,1	13,1	5,0	95,0	50,8	18,5	81,5	35,4
	2010	48,6	51,4	11,9	7,2	92,8	36,6	23,3	76,7	27,0
	Veränd.	10,7	-10,7	-1,2	2,2	-2,2	-14,2	4,8	-4,8	-8,4

Abb. 2: Schädigung der Baumartengruppen im Vergleich

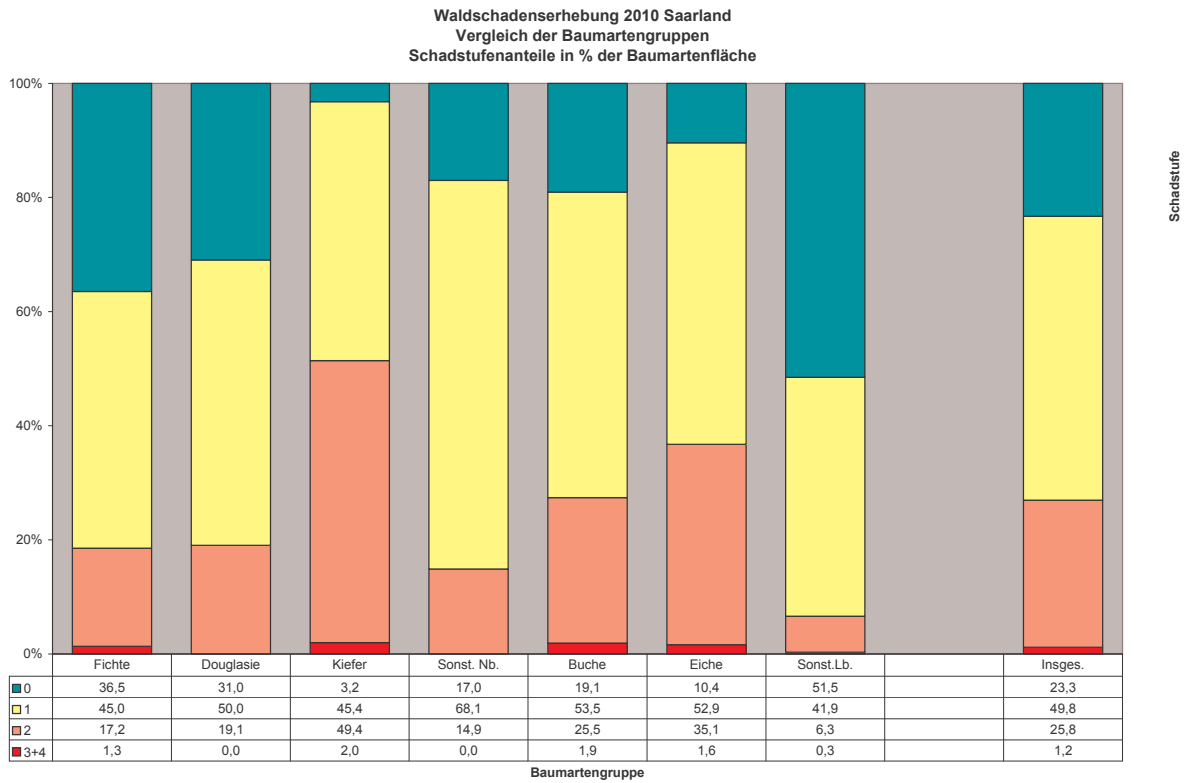


Abb. 3: Entwicklung der deutlichen Schäden seit 1984 für alle Baumarten und Schadstufen

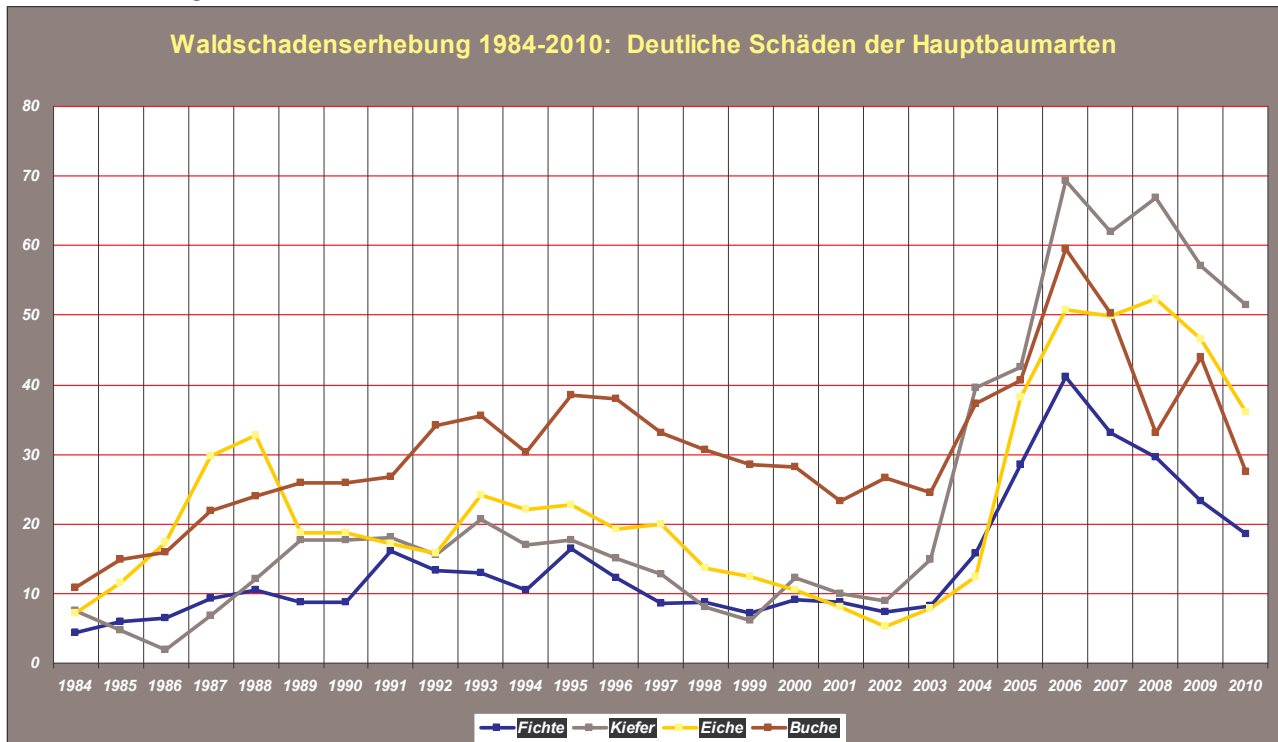


Abb. 4: Entwicklung der Waldschäden seit 1984 für Bäume über 60 Jahre

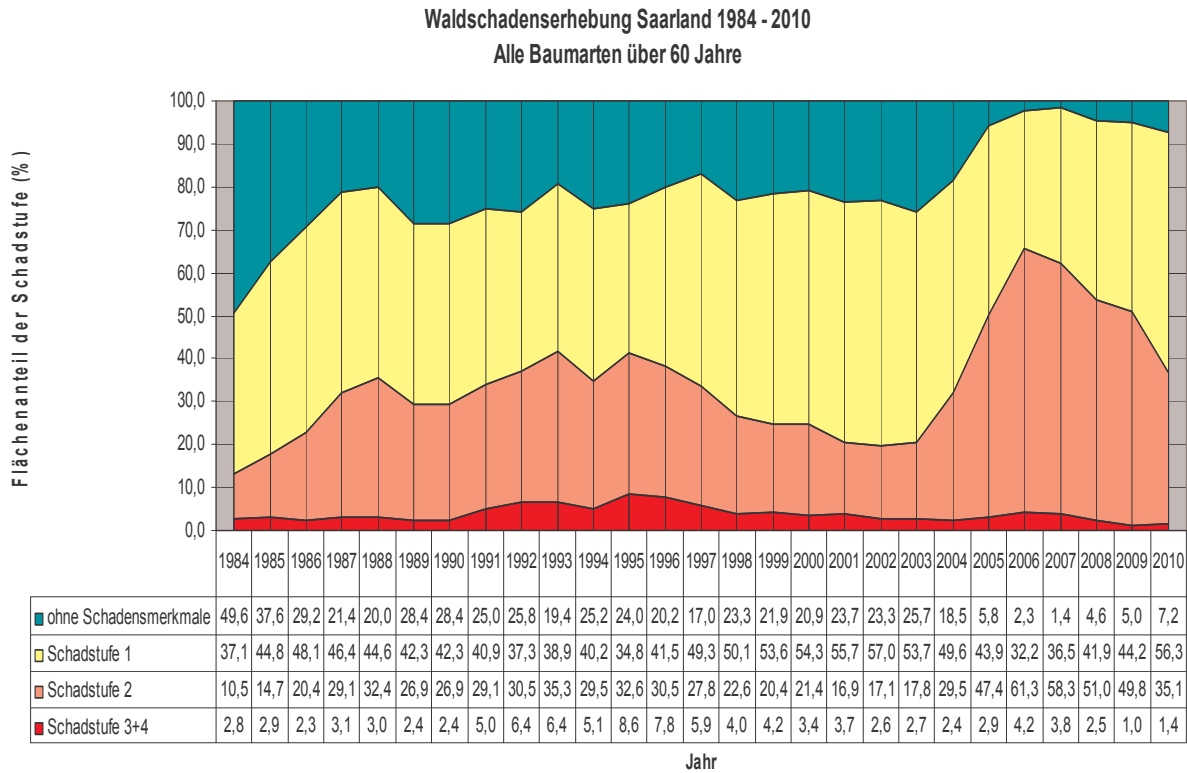
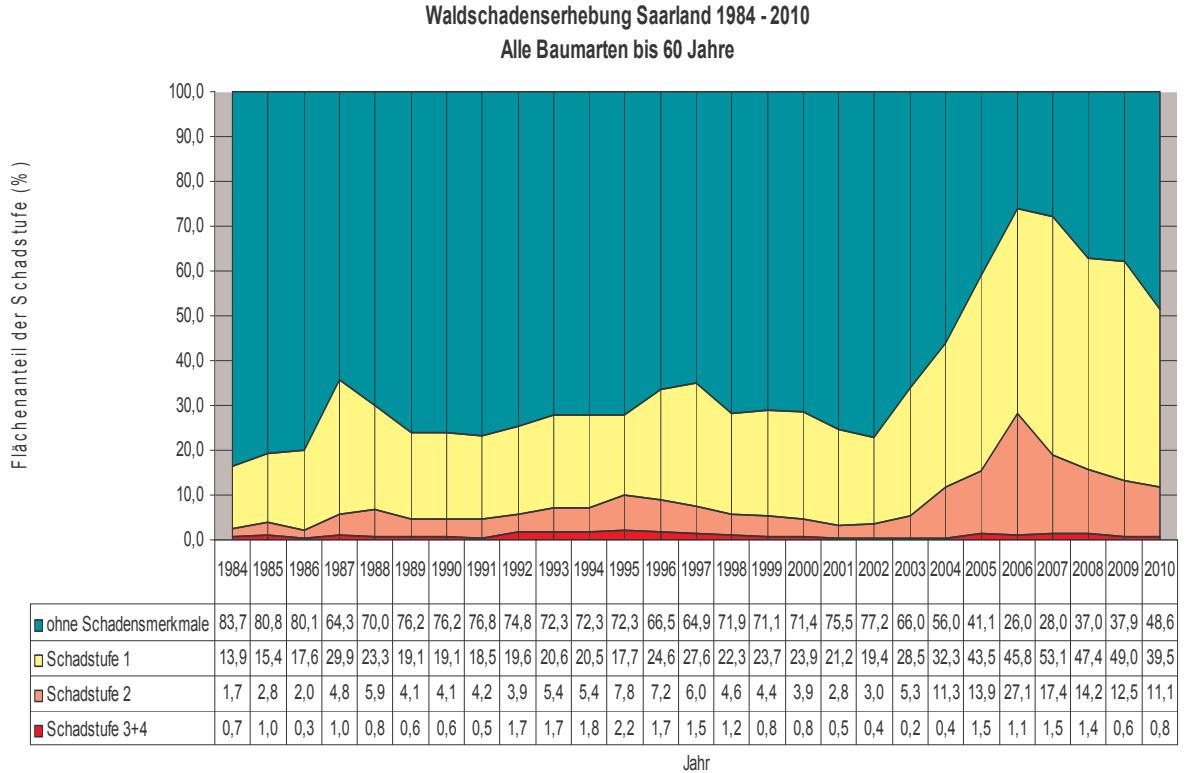


Abb. 5: Entwicklung der Waldschäden seit 1984 für Bäume unter 60 Jahre



Schäden nach Baumarten

Buche

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

Langfristige Entwicklung:

Seit Beginn der Waldschadensuntersuchungen im Jahr 1984 nahmen die deutlichen Kronenschäden bei der Buche kontinuierlich zu und erreichten 1995 ein Maximum von 39%. In den Jahren 1996 bis 2003 schwächten sich die deutlichen Schäden spürbar auf 25% ab. Die rapide Verschlechterung nach dem Trockensommer 2003 führte 2006 mit 60% zu einem neuen Höchststand der Schäden. Unter günstigen Witterungsbedingungen verminderten sich die Schäden bis 2010 auf 27 %. Das entspricht dem Schadniveau von vor 2004 bzw. Anfang der 1990er Jahre (Abb. 6).

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

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

Aktuelle Entwicklung:

Die deutliche Erholung insbesondere der Altbuchen seit 2006 wurde im Jahr 2009 durch die sehr starke Fruktifizierung unterbrochen, die mit der Ausbildung weniger und kleinerer Blätter einherging. Dadurch erhöhte sich bei der Kronenansprache die Kronentransparenz. In diesem Jahr trieben die Bäume wieder normal aus, der allgemeine Trend einer Verbesserung setzte sich verstärkt fort.

Als besonders positiv war das Regenerationsvermögen der älteren Buchen zu bewerten. Gegenüber 2009 verringerten sich die deutlichen Schäden um 22 %-Punkte auf 36%, bei den jüngeren Buchen um 6 %-Punkte auf nur noch 4%.

Abb. 6: Entwicklung der Waldschäden der Buche seit 1984

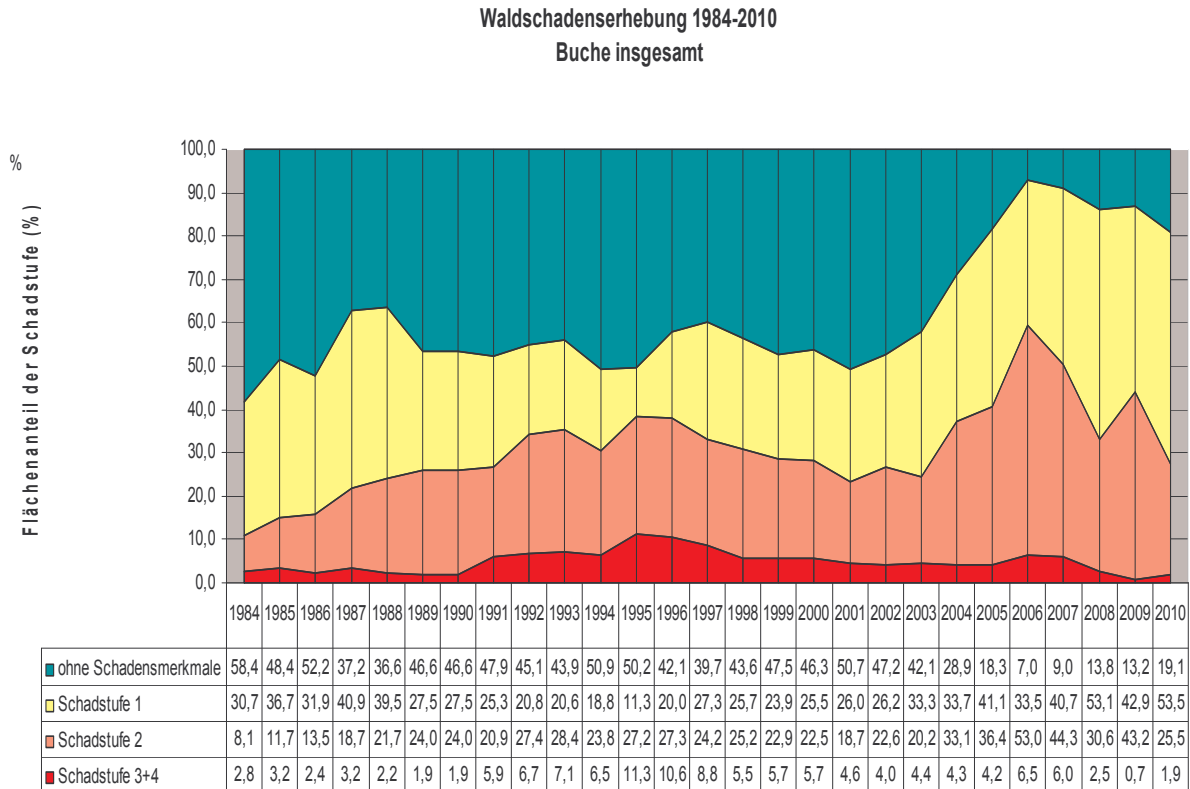


Abb. 7: Entwicklung der Waldschäden seit 1984 für Buche bis 60 Jahre

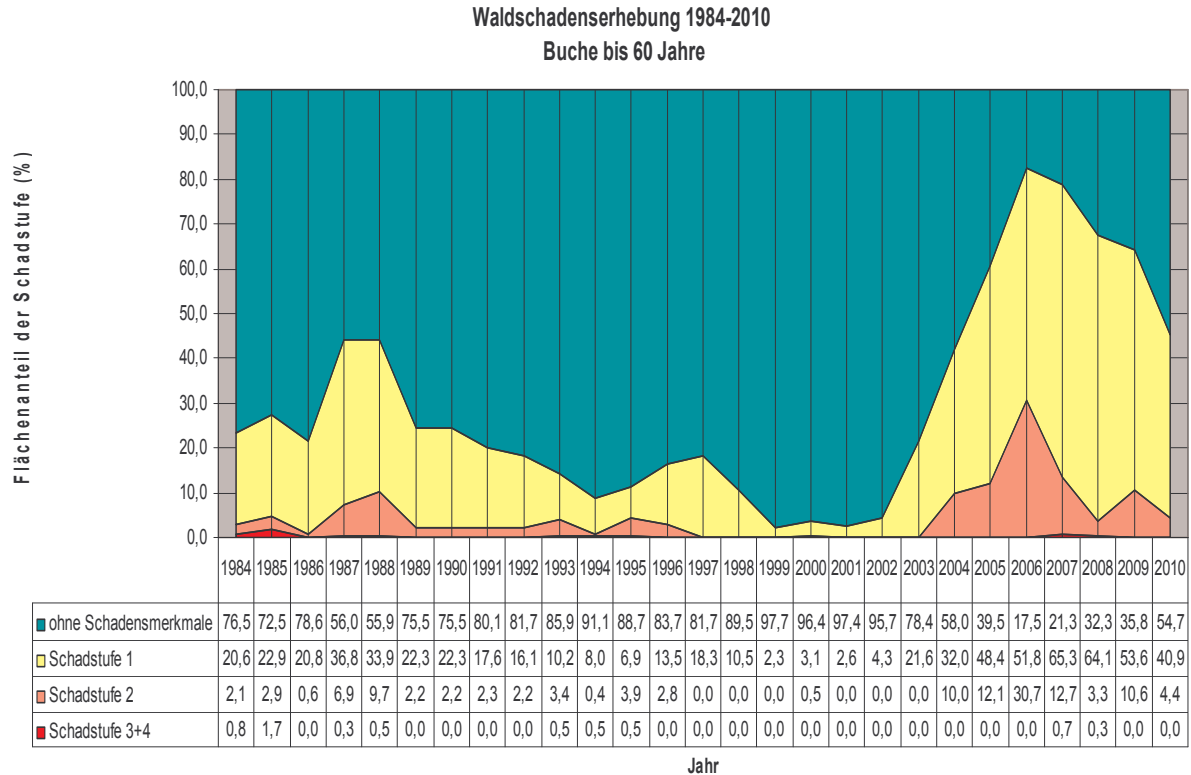
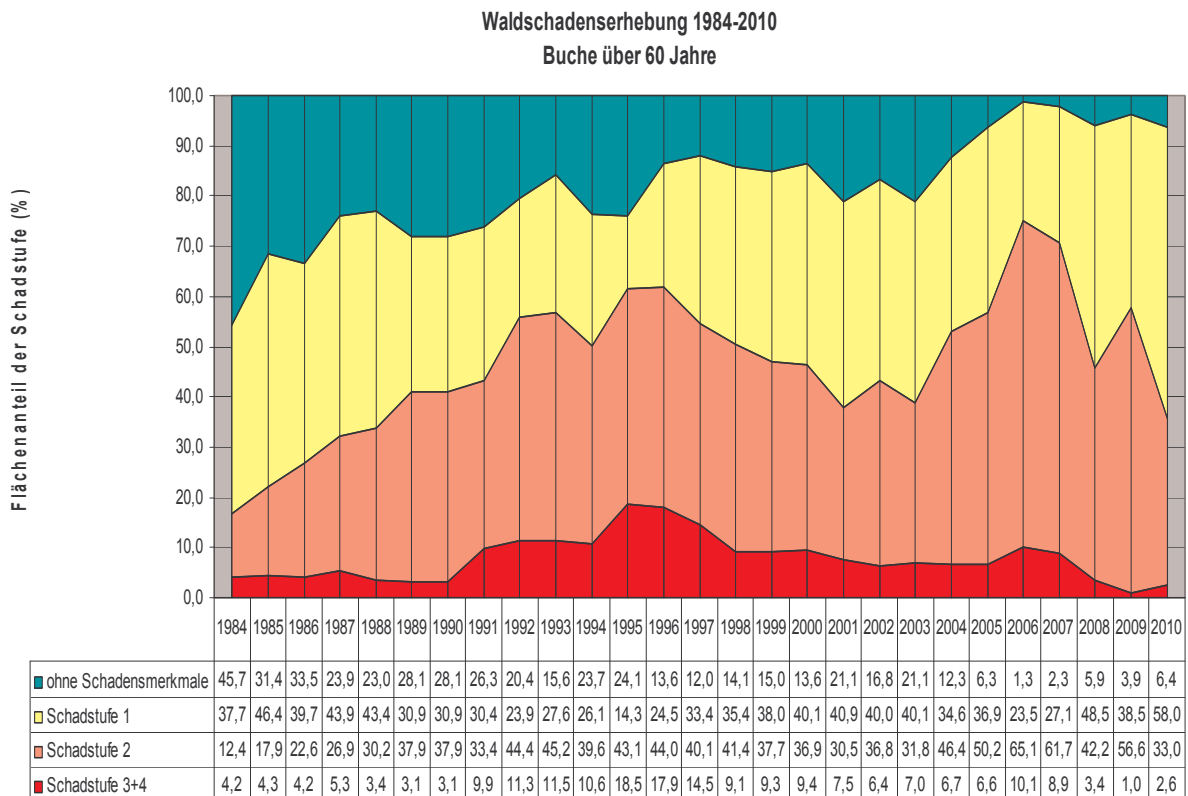


Abb. 8: Entwicklung der Waldschäden seit 1984 für Buche über 60 Jahre



Eiche

Die Eiche hat im Saarland einen Flächenanteil von 21%.

Langfristige Entwicklung:

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

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

Seit 1998 blieb dieser Schädlingbefall weitgehend aus; insbesondere in jüngeren Beständen regenerierten sich die Kronen bei günstiger Witterung mit hohem Niederschlagsangebot. Im Jahr 2005 und auch 2006 kam es zu einem erneuten Massenbefall mit flächenhaftem Kahlfraß, 2007 bis 2009 traten Fraßschäden nur lokal und in geringerem Umfang auf.

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

Aktuelle Entwicklung:

Der Rückgang der deutlichen Schäden im Jahr 2009 setzte sich in diesem Jahr verstärkt fort. Insgesamt verbesserten sich die Eichen um 10 %-Punkte auf 36% deutlicher Schäden, die älteren Eichen um 13 %-Punkte auf 41%. Nur die jüngeren Eichen haben sich geringfügig verschlechtert, liegen aber mit 20% auf dem Niveau der Vorjahre.

Im Gegensatz zur Buche liegt der Schadensstand der Eiche immer noch sehr viel höher als 2003/2004. Auch bleibt der Anteil der Gesamtschäden (einschl. Schadstufe 1) insgesamt hoch, nur 10 % der Eichen zeigen keine Schadmerkmale.

Vitalitätsmindernde Fraßschäden durch Frostspanner und Eichenwickler traten wie in den Vorjahren nur vereinzelt auf.

Abb. 9: Entwicklung der Waldschäden der Eiche seit 1984

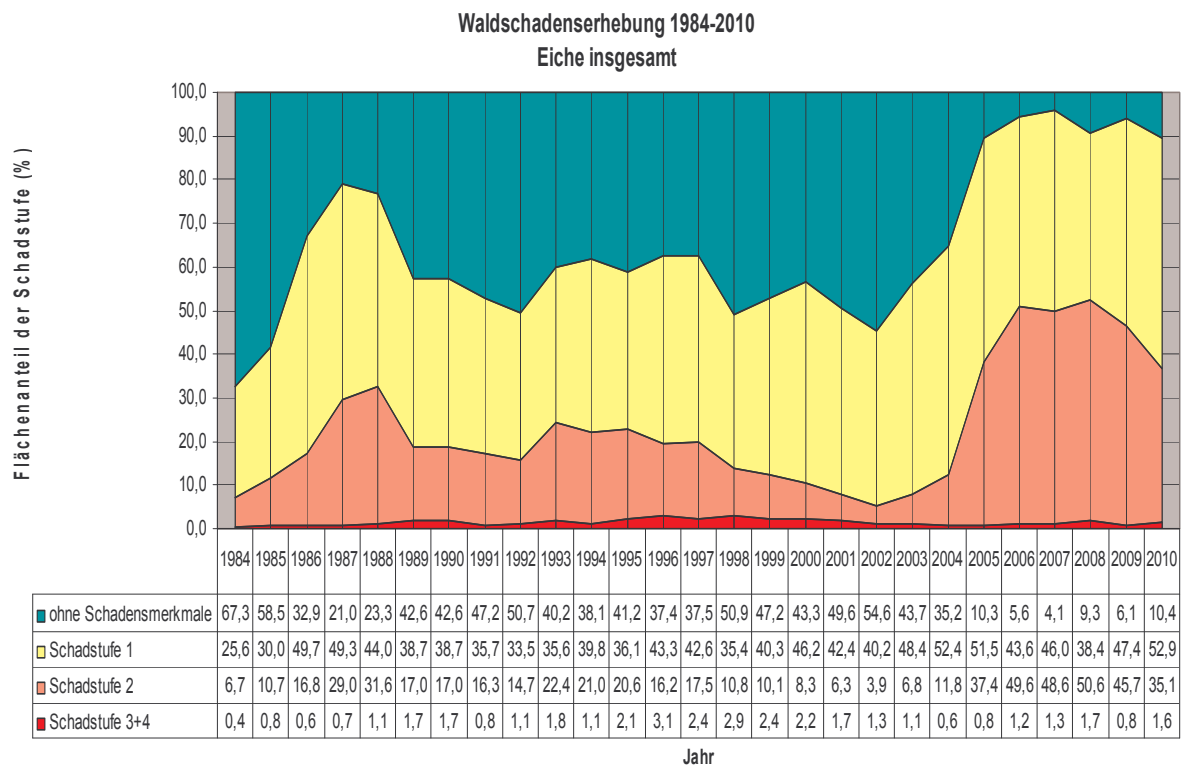


Abb. 10: Entwicklung der Waldschäden seit 1984 für Eiche bis 60 Jahre

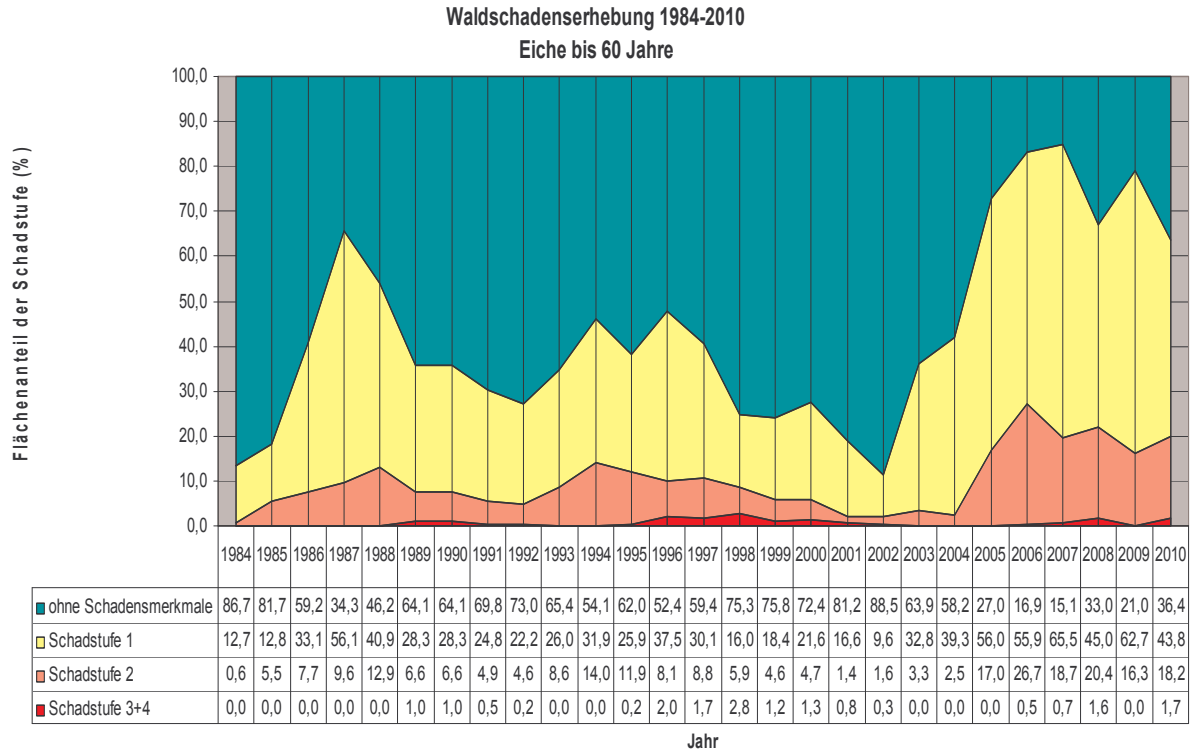
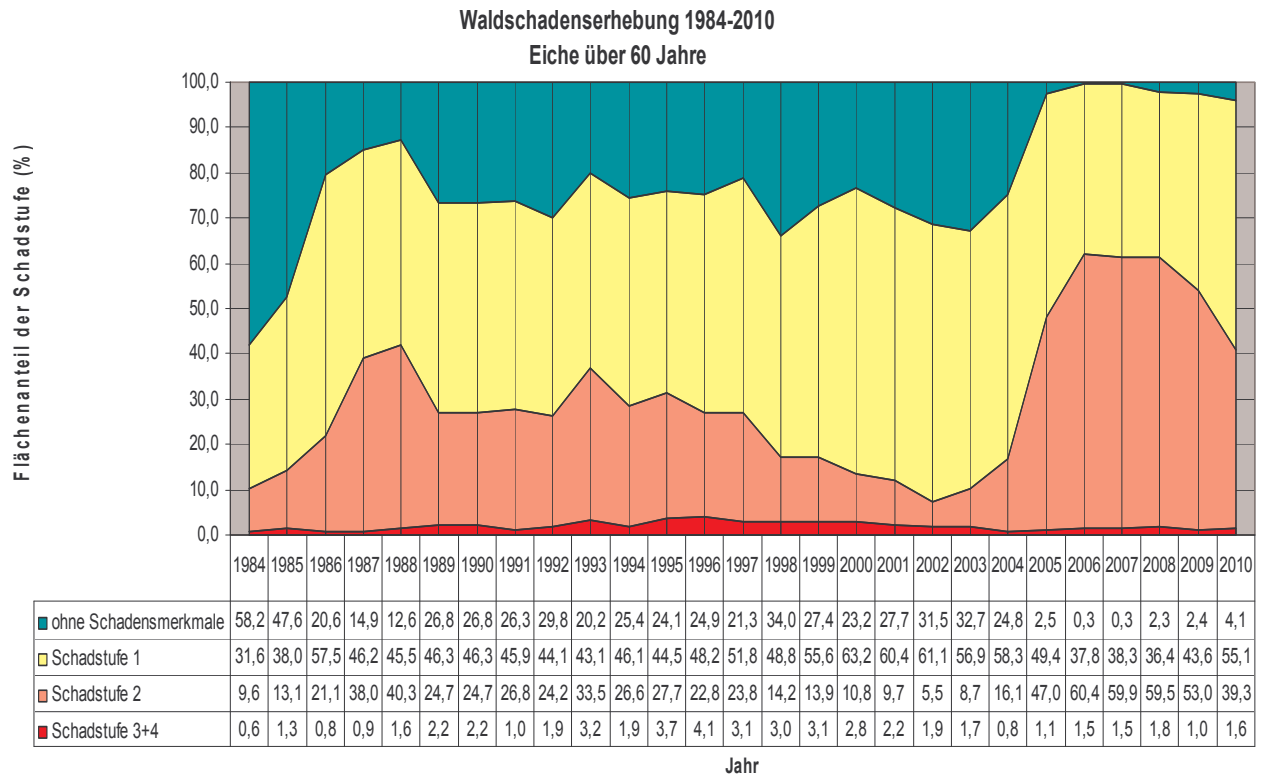


Abb. 11: Entwicklung der Waldschäden seit 1984 für Eiche über 60 Jahre



Fichte

Die Fichte hat im Saarland einen Flächenanteil von 17%.

Langfristige Entwicklung:

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

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

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

Insgesamt hielt sich der Anteil der deutlichen Schäden bei der Fichte seit 1984 mit Schwankungen auf einem Niveau um 10%. Höhere Schäden traten in dem Zeitraum nach den Sturmwürfen 1990 durch Folgewirkungen wie Borkenkäferbefall, Schäden durch plötzliche Freistellung (Untersonnung) und Wasserstress durch Wurzelabrisse auf. Nach dem Trockenjahr 2003 stiegen die Schäden bis 2006 auf 41% an, verringerten sich bei guten Wachstumsbedingungen bis 2009 auf 23%.

Aktuelle Entwicklung:

Auch 2010 setzt sich der Rückgang der Schäden im Trend seit 2006 fast linear fort. Noch ist aber das Schadniveau vor dem Trockenjahr 2003 nicht erreicht. Insgesamt ergibt sich bei den deutlichen Schäden ein weiterer Rückgang um 5 %-Punkte auf 19 %. Verbessert haben sich in diesem Jahr wiederum vornehmlich die älteren Fichten (40%, -16 %-Punkte), bei den jüngeren Fichten bleibt der Schadensstand auf Vorjahresniveau (11%, -1 %-Punkt).

Abb. 12: Entwicklung der Waldschäden der Fichte seit 1984

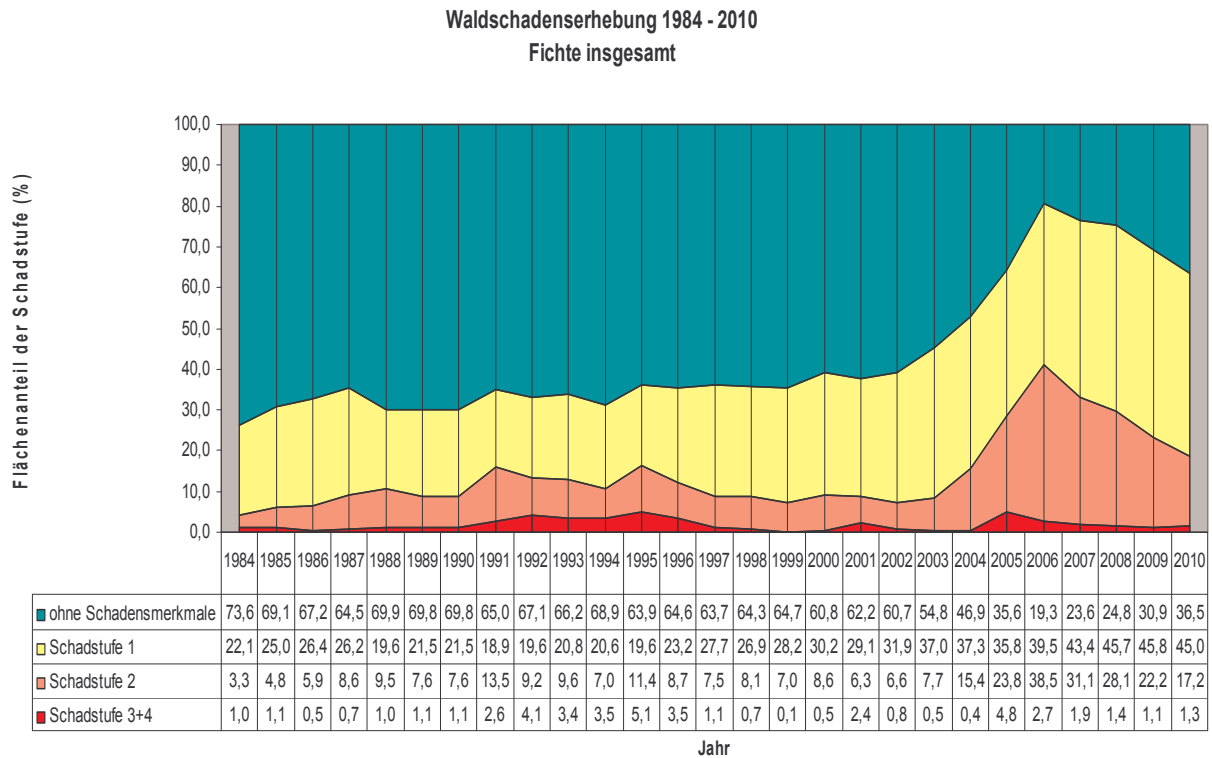


Abb. 13: Entwicklung der Waldschäden seit 1984 für Fichte bis 60 Jahre

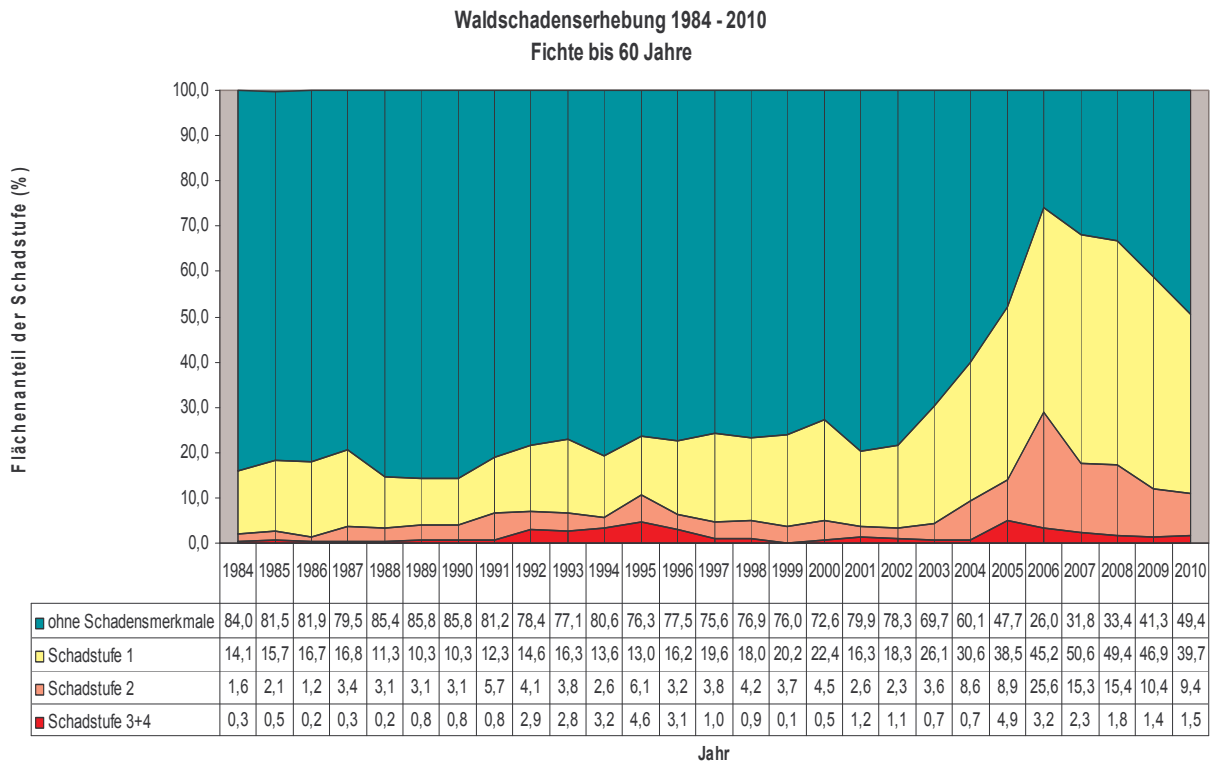
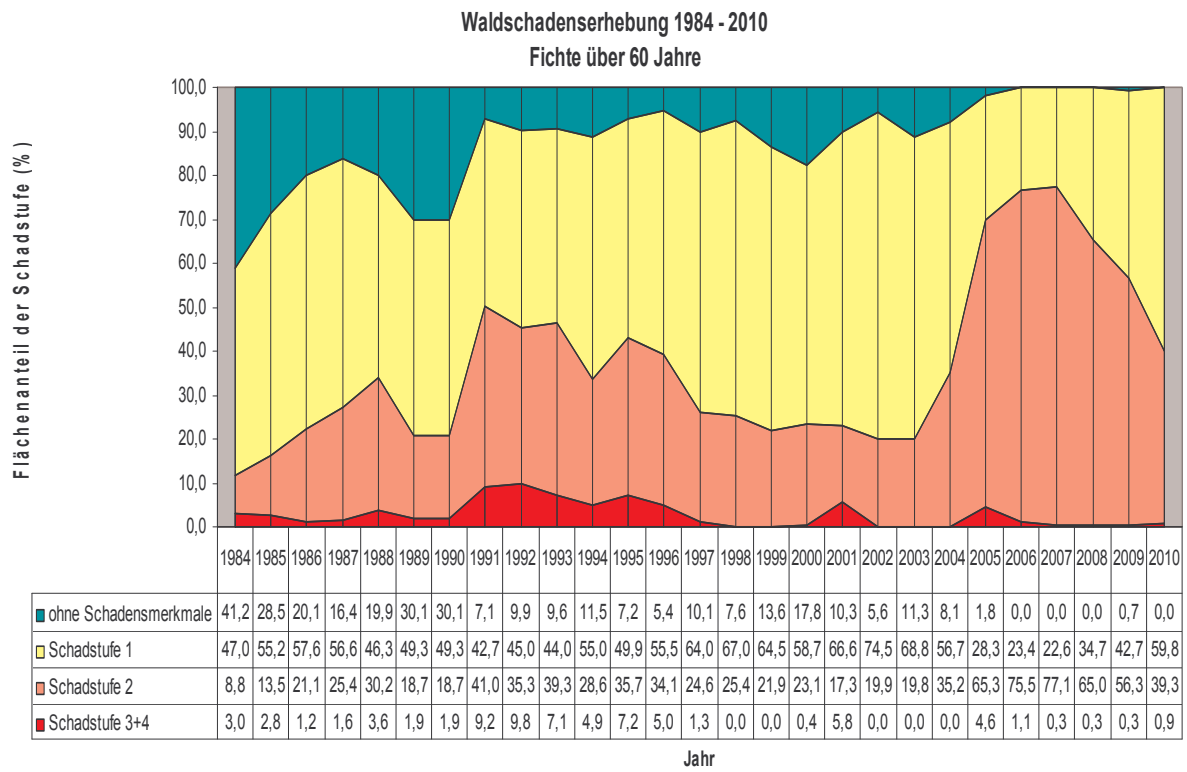


Abb. 14: Entwicklung der Waldschäden seit 1984 für Fichte über 60 Jahre



Kiefer

Die Kiefer hat im Saarland einen Flächenanteil von 8%.

Langfristige Entwicklung:

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

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

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

Der Anteil von Bäumen ohne Schadensmerkmale verringerte sich im gesamten Zeitraum seit 1984 kontinuierlich. 2009 wurden weniger als 1% aller Kiefern in die Kategorie „ohne Schadensmerkmale“ eingestuft.

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

Aktuelle Entwicklung:

Wie bei den meisten Baumarten gingen die deutlichen Schäden auch bei der Kiefer zurück: insgesamt um 5%-Punkte auf 51%; bei den älteren Kiefern von 59 auf 49 %. Bei hoher jährlicher Fluktuation bleibt der Schadensstand der jüngeren Kiefern auf dem Niveau der Vorjahre (2010: 66%: + 13 %-Punkte).

Die Kiefernscütte, ein Nadelpilz, der periodisch zu einem vorzeitigen Abwurf der älteren Nadeljahrgänge führen kann, spielte bei der trockenen Witterung im Spätsommer eine geringere Rolle als in den Vorjahren.

Abb. 15: Entwicklung der Waldschäden der Kiefer seit 1984

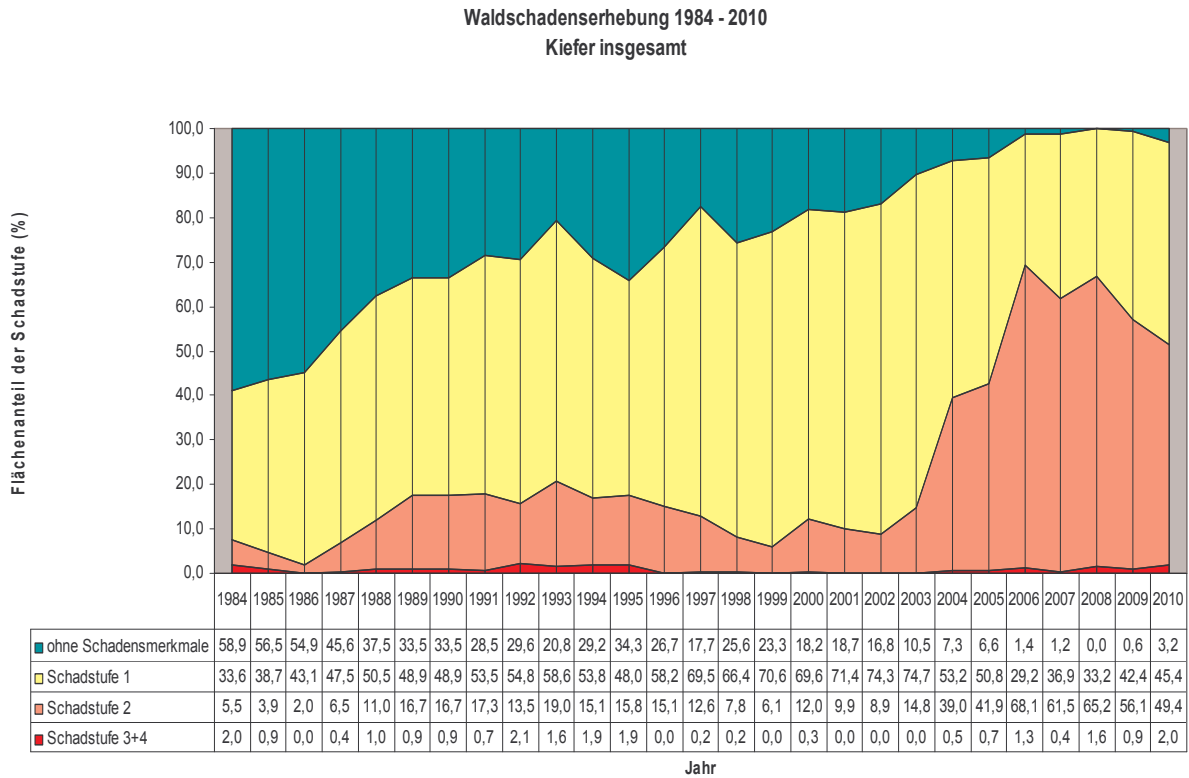


Abb. 16: Entwicklung der Waldschäden seit 1984 für Kiefer bis 60 Jahre

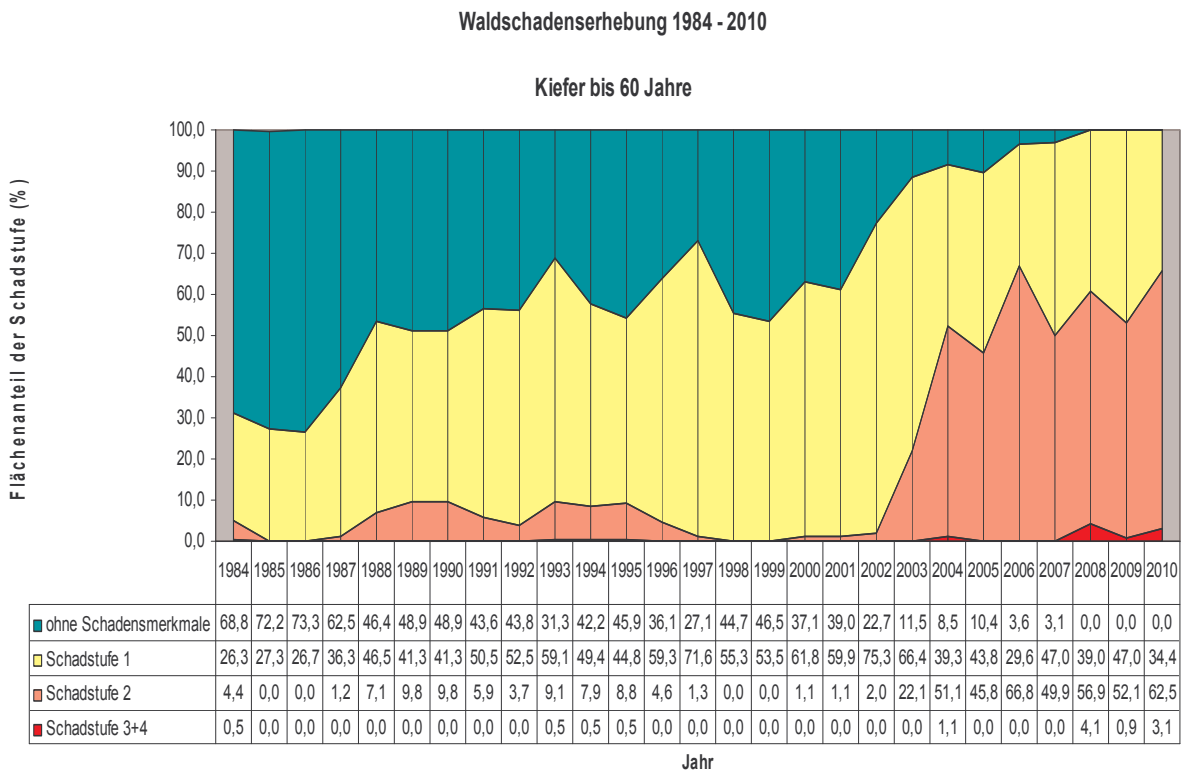
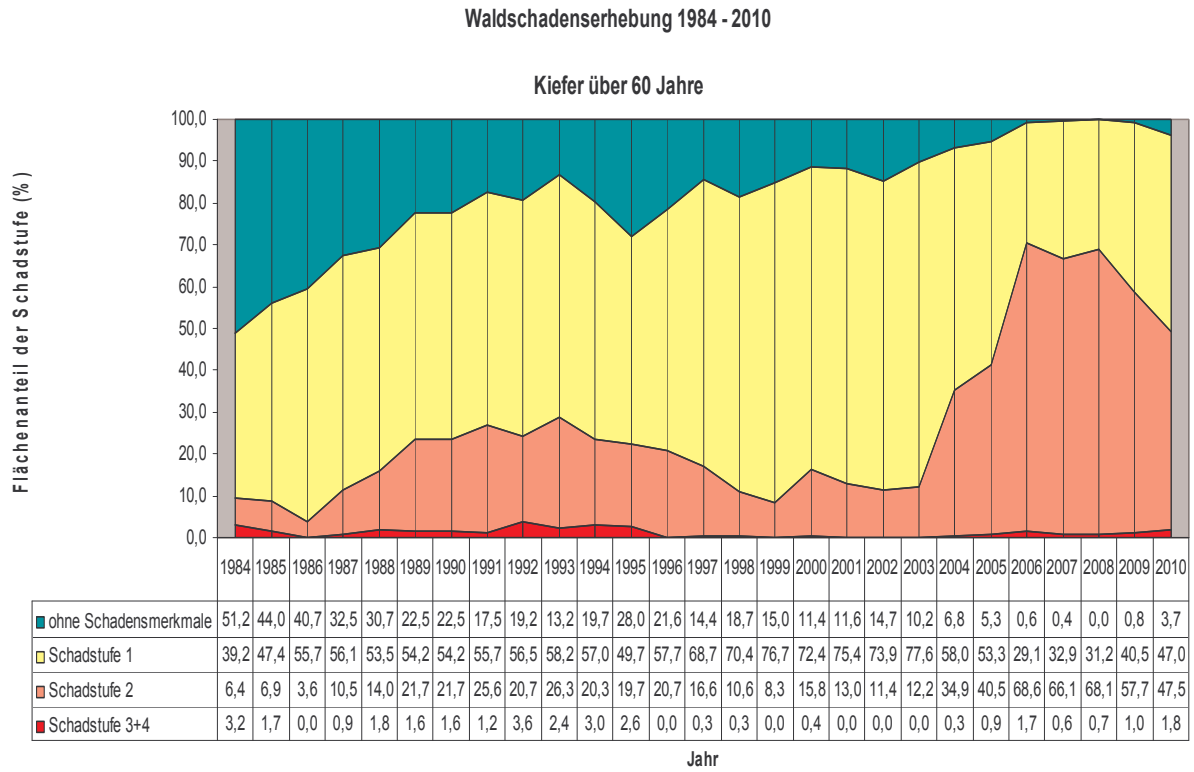


Abb. 17: Entwicklung der Waldschäden seit 1984 für Kiefer über 60 Jahre



Einflussfaktoren

Die Waldschutzsituation 2010

Die für den Wald relativ günstigen Witterungsverhältnisse der letzten Jahre haben sich auch auf die vor Ort angetroffene Schädlingssituation niedergeschlagen, der Rückgang insektenspezifischer Waldschäden setzt sich fort.

Sehr deutlich wird dies bei der Fichte. An keinem der 448 inspizierten Bäume war ein Schaden durch Borkenkäfer feststellbar. Auch im Anfall von Käferschadholz lässt sich dies erkennen, nur knapp 2000 fm Schadholz wurden bisher im Staatswald eingeschlagen, das ist nur noch ein Drittel der schon geringen Menge des Vorjahres.

Obwohl bei der Eiche das Auftreten der so genannten Eichen-Schadgesellschaft (Ei-Wickler und Frostspanner) etwas höher lag (60 % aller Bäume), war der Fraß am Einzelbaum mit nur 17 % befallener Blätter gering und hatte keine Auswirkungen auf die Vitalität der Eichen.

Eine Ausnahme bildet der Eichen-Springrüssler: Zum ersten Mal wurde ein häufigeres Auftreten dieses Insektes festgestellt (ca. 8 % der Bäume zeigten einen durchschnittlichen Laubfraß von 15 % auf). Die Raupe des Käfers produziert einen Minierfraß an den Blättern, der sich dann braun färbt. Der Fraß hat bisher zwar ebenfalls keine Auswirkung auf die Gesundheit der Bäume, zeigt aber, dass in Zeiten von Klimawandel und Neobiota für die Waldgesundheit bisher unbedeutende Organismen plötzlich bedeutungsvoll werden können.

Die Witterungssituation hatte auch wieder ihre positive Auswirkung auf die Entwicklung des Ei-Prozessionsspinners, dessen stärkere Ausbreitung durch geringe Temperaturen während des Laubausbruches (muss mit dem Schlupf der Jungraupen korrelieren) verhindert wurde.

Die Insektenschäden an der Hauptbaumart Buche liegen nach wie vor auf einem unbedeutenden Niveau.

Auch durch Pilze hervorgerufene Krankheiten sind bedeutungslos. Auffallend war in diesem Jahr nur das Auftreten des Ei-Mehltaus im Kronenraum hoher Randeichen, wo dieser eigentlich harmlose Blattpilz nur selten vorkommt.

Der Einfluss von Klima und Witterung

Die Entwicklung des Kronenzustandes der Waldbäume wird durch den Witterungsverlauf maßgeblich beeinflusst. Offensichtlich wirken sich Stresssituationen durch Trockenheit im vorgeschädigten Wald besonders gravierend aus.

Die längerfristige klimatische Entwicklung der letzten beiden Jahrzehnte ist im Vergleich zu den Durchschnittswerten von zu warmen und häufig zu trockenen Vegetationsperioden und überwiegend zu milden Wintern geprägt. Insbesondere nahmen kurzfristige, den Wald zusätzlich belastende Witterungsextreme und Schadereignisse (Stürme) zu.

Abb. 19 zeigt die Niederschlagsverteilung seit 1984. Dargestellt ist jeweils das hydrologische Jahr, d.h. die Niederschläge von Oktober bis September.

Sehr deutlich sind die Jahre mit Sommertrockenheit: 1985, 1991, 1996 sowie in der Folge 2002, 2003 und 2005 zu erkennen. Von besonderer Bedeutung für die aktuelle Waldschadensentwicklung ist das vegetationsschädigende Trockenjahr 2003, dessen Folgewirkung über mehrere Jahre anhält.

Auch die Witterung im Jahr 2006 wirkte sich sichtbar negativ auf den Wald aus. Der Juli 2006 war um ca. 5K wärmer als das langjährige Mittel; die Waldbäume reagierten häufig mit sommerlichem Blattabwurf als Zeichen eines beginnenden Trockenstresses.

Seit 2007 ist der Witterungsverlauf für das Waldwachstum und die Kronenentwicklung der Waldbäume eher günstig, wenn auch immer wieder recht außergewöhnliche Wetterlagen eintraten. So war der Winter 2006/2007 der wärmste seit Beginn systematischer Wetterbeobachtungen. Der April 2007 war fast hochsommerlich warm mit vielen Sonnentagen (5 K wärmer als das langjährige Mittel) und viel zu trocken, ebenso der April 2009, was aber durch hohe Sommerniederschläge wieder ausgeglichen werden konnte.

Das Jahr 2010 brachte im Saarland überdurchschnittlich hohe Niederschläge. Nur der April war außergewöhnlich trocken, die Monate Mai, Juli und August sehr regenreich. Nach einem kalten Winter 2009/2010 lagen die Temperaturen im April über, im Mai unter dem langjährigen Mittel; den recht warmen Sommermonaten Juni und Juli folgte ein etwas kühlerer August.

Die Periode günstiger klimatischer Wachstumsbedingungen setzte sich damit auch 2010 fort.

Im Februar 2010 richtete das Sturmtief „Xynthia“ mit Windgeschwindigkeiten über 130 km/h größere Schäden in unseren Wäldern an.

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

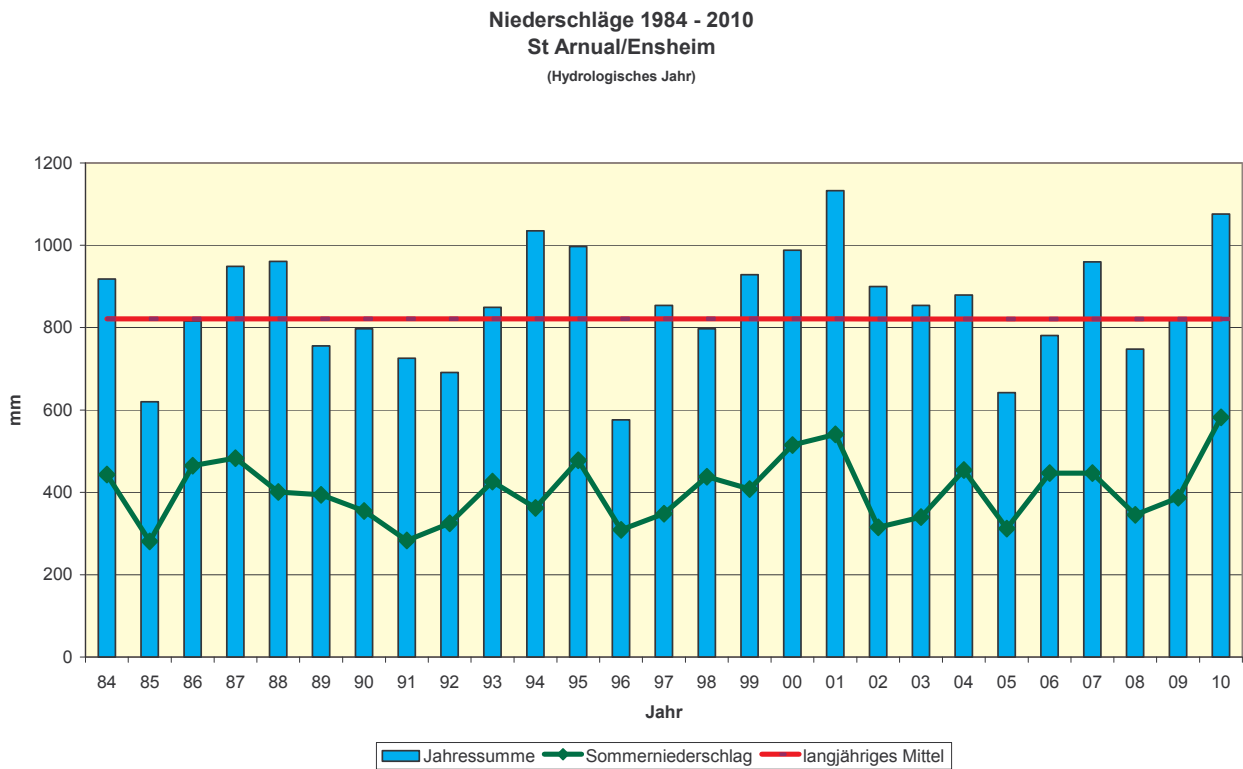


Abb. 19: Monatstemperatur Oktober 2004 – August 2010 (*)

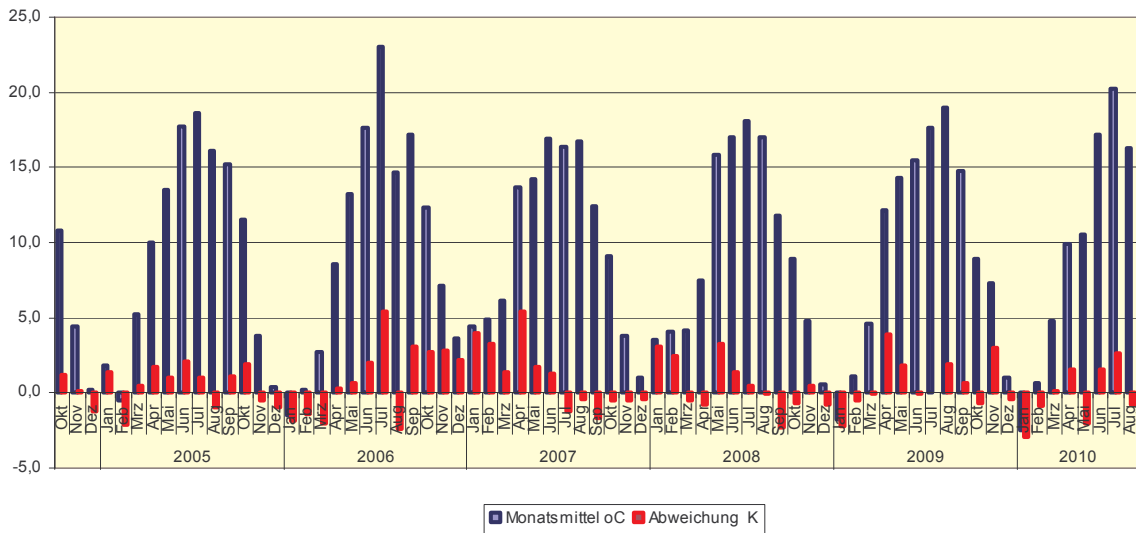
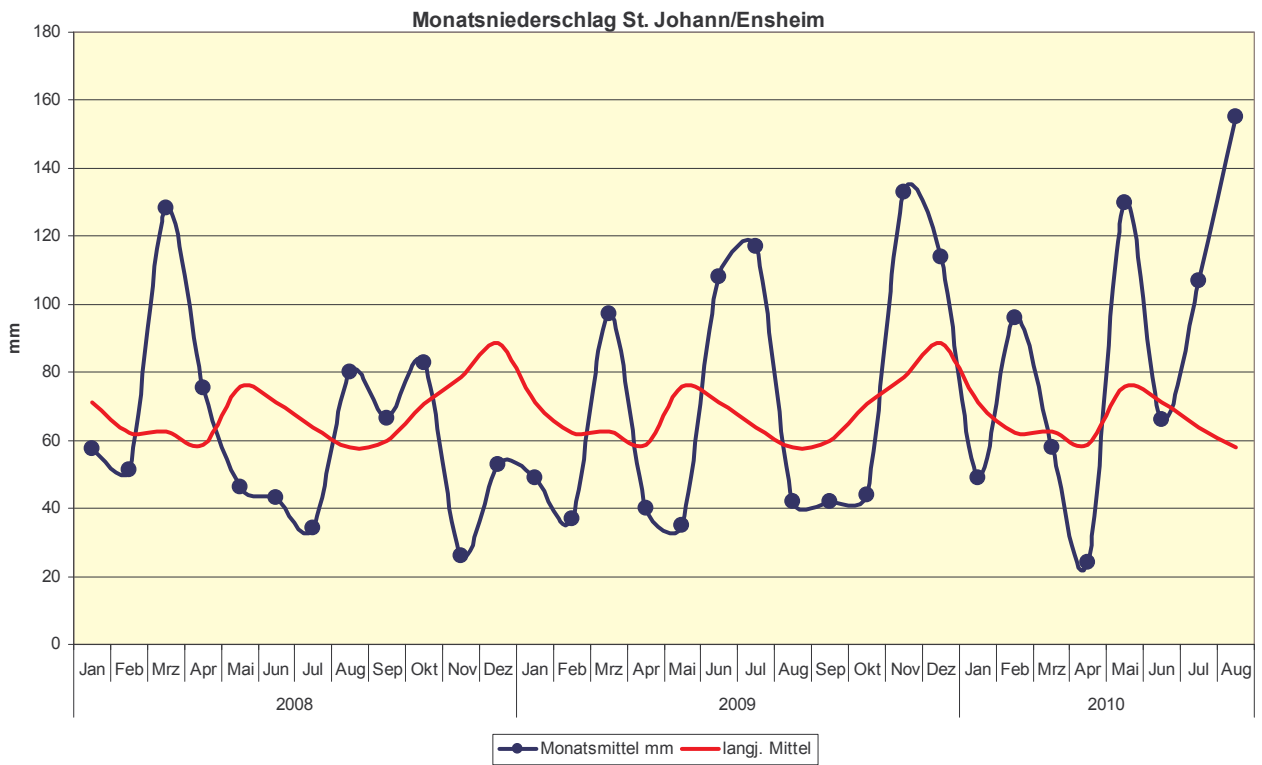
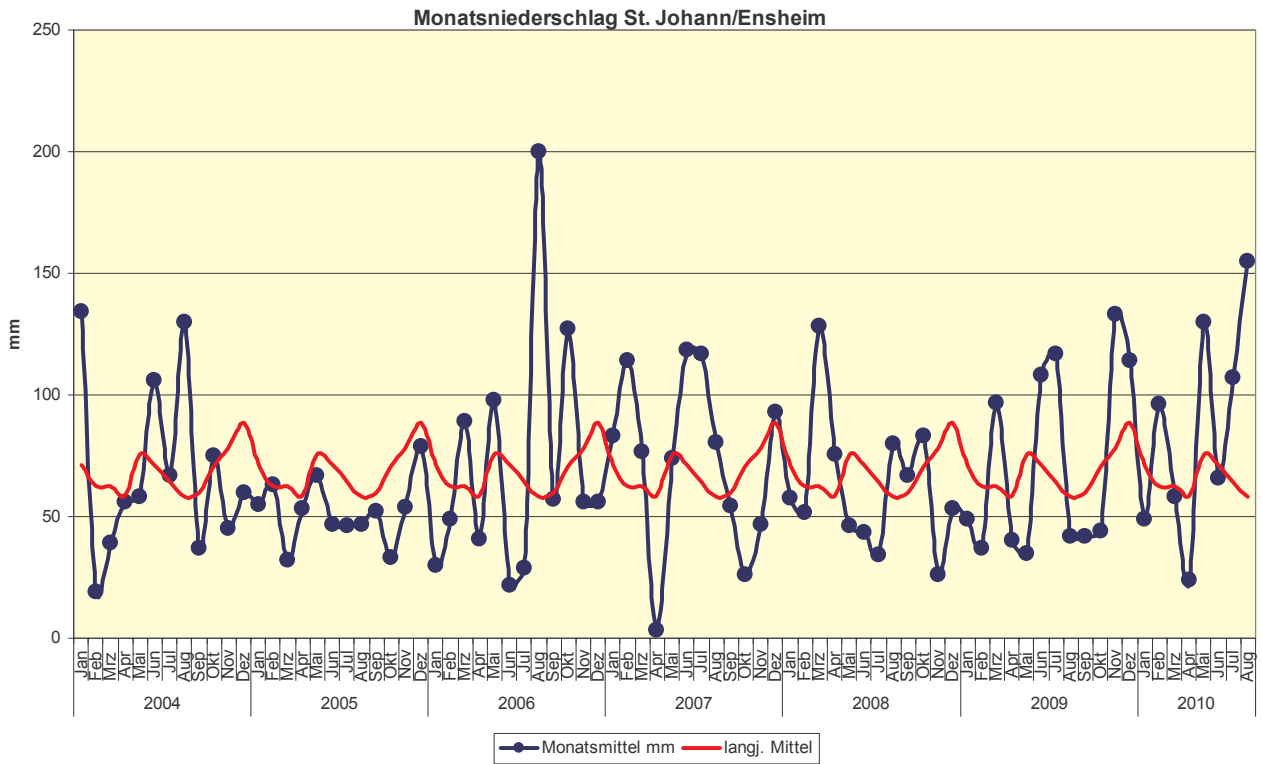


Abb. 20: Monatsniederschlag Januar 2003 – August 2010 (*)



(*) DEUTSCHER WETTERDIENST/ 2004/2010

Verfahren und Durchführung der Waldzustandserhebung

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

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

Aufnahmezeit Ende Juli bis Mitte August

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

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

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

Zusatzun-tersuchung Aufnahme des Befalls biotischer und abiotischer Schadorganismen nach ROSKAMS ROSKAMS, P. (2006): Assessments of Damage Causes.

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

Durchführung SaarForst Landesbetrieb

Ersatz von Probebäumen

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

Tab.3 zeigt den Anteil ausgeschiedener und ersetzter Probebäume am Aufnahmekollektiv (2.304 Probebäume) seit 1991. Es wird deutlich, dass in normalen Jahren der Anteil der ersetzten Bäume bei jährlich unter 2 bis 4% liegt. Der hohe Wert von 18,2% des Jahres 1991 ist die Folge der Sturmwürfe 1990. Im Jahr 2010 wurden 3,4 % der Probebäume ersetzt.

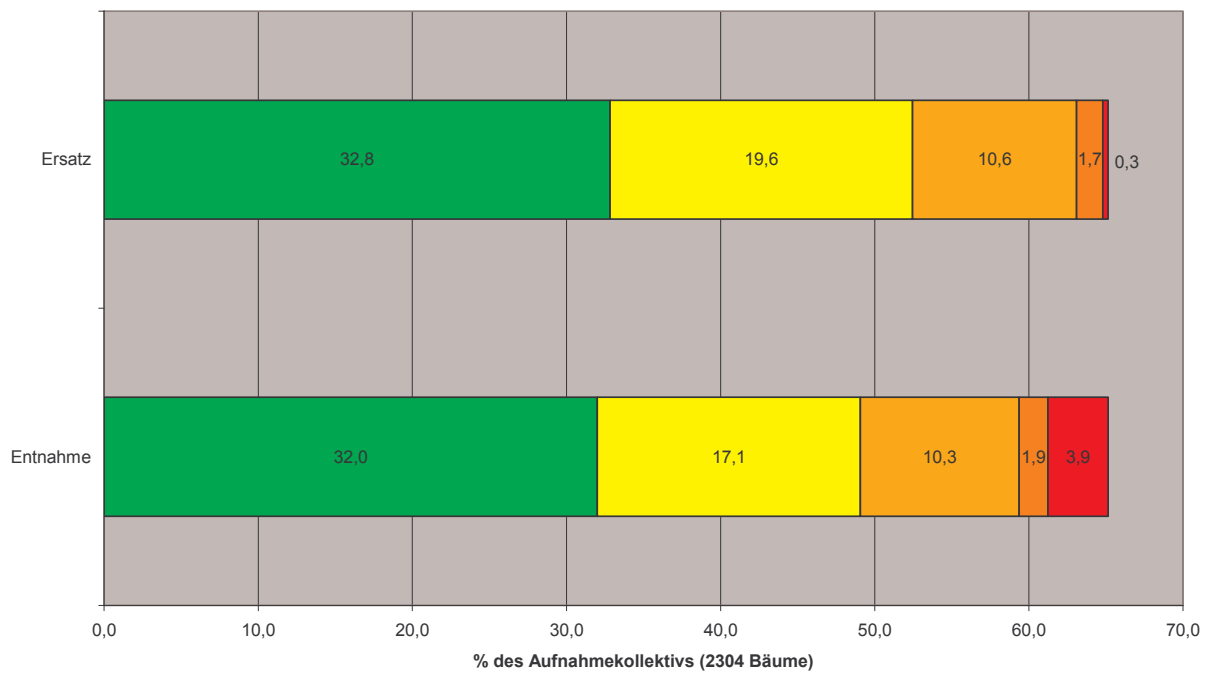
Tabelle 3: Anteil ausgeschiedener und ersetzter Probebäume in Prozent des Aufnahmekollektivs 1991-2008

Jahr	Ersatzbäume in %
1991	18,2
1992	2,5
1993	3,0
1994	1,4
1995	4,4
1996	1,4
1997	1,4
1998	1,3
1999	1,9
2000	1,9
2001	1,8
2002	2,7
2003	2,1
2004	1,0
2005	2,2
2006	3,6
2007	4,2
2008	4,3
2009	2,5
2010	3,4
1991-2010	65,1

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

Abb. 21 zeigt für den Zeitraum von 20 Erhebungsjahren die Verteilung der Ersatz- bzw. Entnahmebäume auf die Schadstufen 1-4.

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



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

Tabelle 4:

Ergebnistabellen seit 1984

Waldschadenserhebung 1984 bis 2010 Saarland															
Vergleich der prozentualen Schäden															
Angaben in % der Baumartenflächen															
Baumart	Jahr	60 Jahre bis				60 Jahre über				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														
	1991	81,2	12,3	5,7	0,8	7,1	42,7	41,0	9,2	65,0	18,9	13,5	2,6	16,1	35,0
	1992	78,4	14,6	4,1	2,9	9,9	45,0	35,3	9,8	67,1	19,6	9,2	4,1	13,3	32,9
	1993	77,1	16,3	3,8	2,8	9,6	44,0	39,3	7,1	66,2	20,8	9,6	3,4	13,0	33,8
	1994	80,6	13,6	2,6	3,2	11,5	55,0	28,6	4,9	68,9	20,6	7,0	3,5	10,5	31,1
	1995	76,3	13,0	6,1	4,6	7,2	49,9	35,7	7,2	63,9	19,6	11,4	5,1	16,5	36,1
	1996	77,5	16,2	3,2	3,1	5,4	55,5	34,1	5,0	64,6	23,2	8,7	3,5	12,2	35,4
	1997	75,6	19,6	3,8	1,0	10,1	64,0	24,6	1,3	63,7	27,7	7,5	1,1	8,6	36,3
	1998	76,9	18,0	4,2	0,9	7,6	67,0	25,4		64,3	26,9	8,1	0,7	8,8	35,7
	1999	76,0	20,2	3,7	0,1	13,6	64,5	21,9		64,7	28,2	7,0	0,1	7,1	35,3
	2000	72,6	22,4	4,5	0,5	17,8	58,7	23,1	0,4	60,8	30,2	8,6	0,5	9,1	39,2
	2001	79,9	16,3	2,6	1,2	10,3	66,6	17,3	5,8	62,2	29,1	6,3	2,4	8,7	37,8
	2002	78,3	18,3	2,3	1,1	5,6	74,5	19,9		60,7	31,9	6,6	0,8	7,4	39,3
	2003	69,7	26,1	3,6	0,7	11,3	68,8	19,8		54,8	37,0	7,7	0,5	8,2	45,3
	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	54,0
2005	47,7	38,5	8,9	4,9	1,8	28,3	65,1	4,6	35,6	35,8	23,8	4,8	28,6	64,4	
2006	26,0	45,2	25,6	3,2	23,4	75,5	1,1	19,3	39,5	38,5	2,7	4,1	80,7	76,4	
2007	31,8	50,6	15,3	2,3	22,6	77,1	0,3	23,6	43,4	31,1	1,9	3,0	76,4	75,2	
2008	33,4	49,4	15,4	1,8	34,7	65,0	0,3	24,8	45,7	28,1	1,4	2,9	75,2	69,1	
2009	41,3	46,9	10,4	1,4	0,7	42,7	56,3	0,3	30,9	45,8	22,2	1,1	23,3	69,1	
2010	49,4	39,7	9,4	1,5		59,8	39,3	0,9	36,5	45,0	17,2	1,3	18,6	63,5	
Douglasi	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	26,8	15,4	---	61,8	37,2	---	9,6	54,9	33,0	13,0	---	13,0	46,3
	1997	47,9	38,2	12,5	1,4	36,7	26,6	37,7	---	46,0	36,4	15,4	1,2	17,6	54,0
	1998	41,2	35,8	21,7	1,3	33,0	30,3	36,7	---	44,5	35,6	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	3,2	26,0	59,7
	2000	36,8	36,6	24,4	2,2	27,6	50,9	21,5	---	35,4	38,8	23,9	1,9	25,8	64,6
	2001	35,8	36,5	26,8	0,9	11,3	67,2	21,5	---	32,0	41,2	26,0	0,8	26,8	68,0
	2002	39,7	34,8	24,6	0,9	16,4	62,1	21,5	---	34,3	40,8	24,1	0,8	24,9	65,7
	2003	34,1	20,7	45,1	---	16,0	62,5	21,5	---	31,1	27,0	41,9	---	41,9	68,9
	2004	34,1	25,9	40,0	---	11,3	67,2	21,5	---	31,0	31,5	37,5	---	37,5	69,0
2005	38,0	41,3	20,7	---	11,3	67,2	21,5	---	34,4	44,8	20,8	---	20,8	65,6	
2006	22,9	41,3	34,7	1,1	---	35,6	64,4	---	20,2	40,6	38,2	1,0	39,2	79,8	
2007	24,2	43,2	31,9	0,7	---	83,8	16,2	---	20,0	50,2	29,2	0,6	29,8	80,0	
2008	37,0	39,1	23,2	0,7	---	100,0	---	---	30,7	49,6	19,2	0,5	19,7	69,3	
2009	38,9	47,5	13,6	---	---	83,8	16,2	---	32,2	53,7	14,1	---	14,1	67,8	
2010	32,4	46,0	21,6	---	20,0	80,0	---	---	31,0	50,0	19,1	---	19,1	69,1	
Kiefer	1984	68,8	26,3	4,4	0,5	51,2	39,2	6,4	3,2	58,9	33,6	5,5	2,0	7,5	41,1
	1985	72,2	27,3	---	---	44,0	47,4	6,9	1,7	56,5	38,7	3,9	0,9	4,8	43,5
	1986	73,3	26,7	---	---	40,7	55,7	3,6	---	54,9	43,1	2,0	---	2,0	45,1
	1987	62,5	36,3	1,2	---	32,5	56,1	10,5	0,9	45,6	47,5	6,5	0,4	6,9	54,4
	1988	46,4	46,5	7,1	---	30,7	53,5	14,0	1,8	37,5	50,5	11,0	1,0	12,0	62,5
	1989	48,9	41,3	9,8	---	22,5	54,2	21,7	1,6	33,5	48,9	16,7	0,9	17,6	66,5
	1990	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
	1991	43,6	50,5	5,9	---	17,5	55,7	25,6	1,2	28,5	53,5	17,3	0,7	18,0	71,5
	1992	43,8	52,5	3,7	---	19,2	56,5	20,7	3,6	29,6	54,8	13,5	2,1	15,6	70,4
	1993	31,3	59,1	9,1	0,5	13,2	58,2	26,3	2,4	20,8	58,6	19,0	1,6	20,6	79,2
	1994	42,2	49,4	7,9	0,5	19,7	57,0	20,3	3,0	29,2	53,8	15,1	1,9	17,0	70,8
	1995	45,9	44,8	8,8	0,5	28,0	49,7	19,7	2,6	34,3	48,0	15,8	1,9	17,7	65,7
	1996	36,1	59,3	4,6	---	21,6	57,7	20,7	---	26,7	58,2	15,1	---	15,1	73,3
	1997	27,1	71,6	1,3	---	14,4	68,7	16,6	0,3	17,7	69,5	12,6	0,2	12,8	82,3
	1998	44,7	55,3	---	---	18,7	70,4	10,6	0,3	25,6	66,4	7,8	0,2	8,0	74,4
	1999	46,5	53,5	---	---	15,0	76,7	8,3	---	23,3	70,6	6,1	---	6,1	76,7
	2000	37,1	61,8	1,1	---	11,4	72,4	15,8	0,4	18,2	69,6	12,0	0,3	12,3	81,8
	2001	39,0	59,9	1,1	---	11,6	75,4	13,0	---	18,7	71,4	9,9	---	9,9	81,3
	2002	22,7	75,3	2,0	---	14,7	73,9	11,4	---	16,8	74,3	8,9	---	8,9	83,2
	2003	11,5	66,4	22,1	---	10,2	77,6	12,2	---	10,5	74,7	14,8	---	14,8	89,5
	2004	8,5	39,3	51,1	1,1	6,8	58,0	34,9	0,3	7,3	53,2	39,0	0,5	39,5	92,7
2005	10,4	43,8	45,8	---	5,3	53,3	40,5	0,9	6,6	50,8	41,9	0,7	42,6	93,4	
2006	3,6	29,6	66,8	0,6	29,1	68,6	1,7	1,4	29,2	68,1	1,3	---	69,4	98,6	
2007	3,1	47,0	49,9	---	0,4	32,9	66,1	0,6	1,2	36,9	61,4	0,4	61,9	98,8	
2008	---	39,0	56,9	4,1	---	31,2	68,1	0,7	---	33,2	65,2	1,6	66,8	100,0	
2009	---	47,0	52,1	0,9	---	40,5	57,7	1,0	0,6	42,4	56,1	0,9	57,0	99,4	
2010	---	34,4	62,5	3,1	---	37,7	47,5	1,8	3,2	45,4	49,4	2,0	51,4	96,8	
Sonstige Nadelbäume	1984	91,0	4,5	4,5	---	80,0	20,0	---	---	90,3	5,5	4,5	---	4,5	9,7
	1985	90,9	4,6	4,5	---	83,3	16,7	---	---	90,5	5,3	4,5	---	4,5	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									

Waldschadenserhebung 1984 bis 2010 Saarland															
Vergleich der prozentualen Schäden															
Angaben in % der Baumartenflächen															
Baumart	Jahr	bis 0	60 Jahre			über 60 Jahre			Alle Alter			Summe			
		0	1	2	3+4	0	1	2	3+4	0	1	2	3+4	1-4	
Buche	1984	76,5	20,6	2,1	0,8	45,7	37,7	12,4	4,2	58,4	30,7	8,1	2,8	10,9	41,6
	1985	72,5	22,9	2,9	1,7	31,4	46,4	17,9	4,3	48,4	36,7	11,7	3,2	14,9	51,9
	1986	78,6	20,8	0,6		33,5	39,7	22,6	4,2	52,2	31,9	13,5	2,4	15,9	47,8
	1987	56,0	36,8	6,9	0,3	23,9	43,9	26,9	5,3	37,2	40,9	18,7	3,2	21,9	62,8
	1988	55,9	33,9	9,7	0,5	23,0	43,4	30,2	3,4	36,6	39,5	21,7	2,2	23,9	63,4
	1989	75,5	22,3	2,2		28,1	30,9	37,9	3,1	46,6	27,5	24,0	1,9	25,9	53,4
	1990														
	1991	80,1	17,6	2,3		26,3	30,4	33,4	9,9	47,9	25,3	20,9	5,9	26,8	52,1
	1992	81,7	16,1	2,5		20,4	23,9	44,4	11,3	45,1	20,8	27,4	6,7	34,1	54,9
	1993	85,9	10,2	3,4	0,5	15,6	27,6	45,2	11,5	43,9	20,6	28,4	7,1	35,5	56,1
	1994	91,1	8,0	0,4	0,5	23,7	26,1	39,6	10,6	50,9	18,8	23,8	6,5	30,3	49,1
	1995	88,7	6,9	3,9	0,5	24,1	14,3	43,1	18,5	50,2	11,3	27,2	11,3	38,5	49,8
	1996	83,7	13,5	2,8		13,6	24,5	44,0	17,9	42,1	20,0	27,3	10,6	37,9	57,9
	1997	81,7	18,3			12,0	33,4	40,1	14,5	39,7	27,3	24,2	8,8	33,0	60,3
	1998	89,5	10,5			14,1	35,4	41,4	9,1	43,6	25,7	25,2	5,5	30,7	56,4
	1999	97,7	2,3			15,0	38,0	37,7	9,3	47,5	23,9	22,9	5,7	28,6	52,5
	2000	96,4	3,1	0,5		13,6	40,1	36,9	9,4	46,3	25,5	22,5	5,7	28,2	53,7
	2001	97,4	2,6			21,1	40,9	30,5	7,5	50,7	26,0	18,7	4,6	23,3	49,3
	2002	95,7	4,3			16,8	40,0	36,8	6,4	47,2	26,2	22,6	4,0	26,6	52,8
	2003	78,4	21,6			21,1	40,1	31,8	7,0	42,1	33,3	20,2	4,4	24,6	57,9
	2004	58,0	32,0	10,0		12,3	34,6	46,4	6,7	28,9	33,7	33,1	4,3	37,4	71,1
2005	39,5	48,4	12,1		6,3	36,9	50,2	6,6	18,3	41,1	36,4	4,2	40,6	81,7	
2006	17,5	51,8	30,7		1,3	23,5	65,1	10,1	7,0	33,5	53,0	6,5	59,5	93,0	
2007	21,3	65,3	12,7	0,7	2,3	27,1	61,7	8,9	9,0	40,7	44,3	6,0	50,3	91,0	
2008	32,3	64,1	3,3	0,3	5,9	48,5	42,2	3,4	13,8	53,1	30,6	2,5	33,1	86,2	
2009	35,8	53,6	10,6		3,9	38,5	56,6	1,0	13,2	42,9	43,2	0,7	43,9	86,8	
2010	54,7	40,9	4,4		6,4	58,0	33,0	2,6	19,1	53,5	25,5	1,9	27,4	80,9	
Eiche	1984	86,7	12,7	0,6		58,2	31,6	9,6	0,6	67,3	25,6	6,7	0,4	7,1	52,7
	1985	81,7	12,8	5,5		47,6	38,0	13,1	1,3	58,5	30,0	10,7	0,8	11,5	41,5
	1986	59,2	33,1	7,7		20,6	57,5	21,1	0,8	32,9	49,7	16,8	0,6	17,4	67,1
	1987	34,3	56,1	9,6		14,9	46,2	38,0	0,9	21,0	49,3	29,0	0,7	29,7	79,0
	1988	46,2	40,9	12,9		12,6	45,5	40,3	1,6	23,3	44,0	31,6	1,1	32,7	76,7
	1989	64,1	28,3	6,6		26,8	46,3	24,7	2,2	42,6	38,7	17,0	1,7	18,7	57,4
	1990														
	1991	69,8	24,8	4,9	0,5	26,3	45,9	26,8	1,0	47,2	35,7	16,3	0,8	17,1	52,8
	1992	73,0	22,2	4,6	0,2	29,8	44,1	24,2	1,9	50,7	33,5	14,7	1,1	15,8	49,3
	1993	65,4	26,0	8,6		20,2	43,1	33,5	3,2	40,2	35,6	22,4	1,8	24,2	59,8
	1994	54,1	31,9	14,0		25,4	46,1	26,6	1,9	38,1	39,8	21,0	1,1	22,1	61,9
	1995	62,0	25,9	11,9	0,2	24,1	44,5	27,7	3,7	41,2	36,1	20,6	2,1	27,7	58,8
	1996	52,4	37,5	8,1	2,0	24,9	48,2	22,8	4,1	37,4	43,3	16,2	3,1	19,3	62,6
	1997	59,4	30,1	8,8	1,7	21,3	51,8	23,8	3,1	37,5	42,6	17,5	2,4	19,9	62,5
	1998	75,3	16,0	5,9	2,8	34,0	48,8	14,2	3,0	50,9	35,4	10,8	2,9	13,7	49,1
	1999	75,8	18,4	4,6	1,2	27,4	55,6	13,9	3,1	47,2	40,3	10,1	2,4	12,5	52,8
	2000	72,4	21,6	4,7	1,3	23,2	63,2	10,8	2,8	43,3	46,2	8,3	2,2	10,5	56,7
	2001	81,2	16,6	1,4	0,8	27,7	60,4	9,7	2,2	49,6	42,4	6,3	1,7	8,0	50,4
	2002	88,5	9,6	1,6	0,3	31,5	61,1	5,5	1,9	54,6	40,2	3,9	1,3	5,2	45,4
	2003	63,9	32,8	3,3		32,7	56,9	8,7	1,7	43,7	48,4	6,8	1,1	7,9	56,3
	2004	58,2	39,3	2,5		24,8	58,3	16,1	0,8	35,2	52,4	11,8	0,6	12,4	64,8
2005	27,0	56,0	17,0		2,5	49,4	47,0	1,1	10,3	51,5	37,4	0,8	38,2	89,7	
2006	16,9	55,9	26,7	0,5	0,3	37,8	60,4	1,5	5,6	43,6	49,6	1,2	50,8	94,4	
2007	15,1	65,5	18,7	0,7	0,3	38,3	59,9	1,5	4,1	46,0	48,6	1,3	49,9	95,9	
2008	33,0	45,0	20,4	1,6	2,3	36,4	59,5	1,8	9,3	38,4	50,6	1,7	52,3	90,7	
2009	21,0	62,7	16,3		2,4	43,6	53,0	1,0	6,1	47,4	45,7	0,8	46,5	93,9	
2010	36,4	43,8	18,2	1,7	4,1	55,1	39,3	1,6	10,4	52,9	35,1	1,6	36,1	89,0	
Sonstige Laubbäume	1984	86,8	10,2		3,0	47,9	39,1	8,7	4,3	81,4	14,2	1,2	1,9	3,1	18,6
	1985	84,9	11,3	1,9	1,9	48,0	47,0	5,0		79,8	16,3	2,3	1,6	3,9	20,2
	1986	88,4	7,9	2,1	1,6	72,3	22,1	5,6		86,2	9,9	2,6	1,3	3,9	13,8
	1987	50,0	37,5	6,3	6,2	52,2	26,2	21,6		50,3	36,0	8,4	5,3	13,7	49,7
	1988	56,9	33,9	4,6	4,6	25,0	37,5	25,0	12,5	52,5	34,4	7,4	5,7	13,1	47,5
	1989	76,1	19,1	3,5	1,3	55,5	27,8	16,7		74,7	19,7	4,4	1,2	5,6	25,3
	1990														
	1991	79,5	15,7	4,8		51,4	31,5	17,1		76,7	17,3	6,0		6,0	23,3
	1992	80,6	16,3	3,1		57,9	27,2	14,9		77,9	17,6	4,5		4,5	22,1
	1993	78,9	16,3	4,8		51,1	22,0	26,9		75,4	17,0	7,6		7,6	24,6
	1994	81,6	14,8	3,2	0,4	54,8	22,6	18,5	4,1	78,2	15,8	5,1	0,9	6,0	21,8
	1995	77,4	15,2	7,2	0,2	38,9	17,0	42,4	1,7	72,8	15,4	11,4	0,4	11,8	27,2
	1996	68,0	18,3	13,1	0,6	30,2	35,4	34,4		63,4	20,4	15,7	0,5	16,2	36,6
	1997	66,4	20,6	8,9	4,1	28,5	45,7	25,8		61,0	24,2	11,3	3,5	14,8	39,0
	1998	75,1	20,4	2,8	1,7	29,0	65,8	5,2		66,5	28,9	3,2	1,4	4,6	33,5
	1999	64,1	27,1	7,2	1,6	44,9	49,7	6,4		60,5	31,1	7,1	1,3	8,4	39,5
	2000	78,7	16,2	3,2	1,9	60,6	29,3	9,5	0,6	75,2	18,8	4,4	1,6	6,0	24,8
	2001	83,1	15,8	1,1		56,7	38,2	4,5	0,6	78,0	20,1	1,8	0,1	1,9	22,0
	2002	86,0	13,6	0,4		55,9	40,0	4,1		78,6	20,1	1,3		1,3	21,4
	2003	86,7	11,9	1,2	0,2	59,3	33,1	7,6		79,0	17,9	3,0	0,1	3,1	21,0
	2004	77,7	18,5	3,6	0,2	45,9	39,9	14,2		68,5	24,7	6,6	0,2	6,8	31,5
2005	60,7	30,4	8,6	0,3	24,6	49,5	25,9		50,1	36,0	13,7	0,2	13,9	49,9	
2006	52,0	40,1	7,9		22,8	47,7	25,8	3,7	43,6	42,3	13,0	1,1	14,1	56,4	
2007	48,0	43,6	6,1	2,3	7,9	70,6	16,8	4,7	35,7	51,9	9,4	3,9	12,4	64,3	
2008	62,3	34,6	2,0	1,1	28,2	61,9	9,9		51,5	43,3	4,5	0,7	5,2	48,5	
2009	55,2	40,3	4,5		35,2	58,0	6,8		48,6	46,2	5,2		5,2	51,4	
2010	59,7	35,8	4,5		35,1	54,1	9,9	0,9	51,5	41,9	6,3	0,3	6,6	48,5	
alle Baumarten	1984	83,7	13,9	1,7	0,7	49,6	37,1	10,5	2,8	68,9	24,0	5,5	1,6	7,1	31,1

Verbisschäden durch Schalenwild

Der Einfluss des Wildes auf die Waldverjüngung

Wesentliche Zielsetzung einer Naturnahen Waldwirtschaft ist, ältere Wälder oder entstandene Freiflächen möglichst mit Baumarten, die der natürlichen Vegetation entsprechen, zu verjüngen und in die nächste Waldgeneration zu überführen. Wichtig ist dabei der Aufbau baumartenreicher Mischbestände, die in ihrer Vielfalt am besten die Waldfunktionen erfüllen und sich auf jetzige und künftige Umwelteinflüsse anpassen können.

Waldverjüngung dient auch als Nahrungsquelle von Wildtieren, insbesondere von Schalenwild (Reh- und Rotwild). Überhöhte Schalenwildbestände beeinträchtigen die Waldverjüngung vielfach erheblich. Starker Wildverbiss kann Waldverjüngung verhindern oder zu Veränderungen der Baumartenzusammensetzung (Entmischung) führen.

Nach Vorgaben des Saarländischen Jagdgesetzes ist der Wildbestand so zu regulieren, dass eine Beeinträchtigung der natürlichen Vielfalt von Flora und Fauna möglichst vermieden wird. Das bedeutet, dass die Höhe des Wildbestandes nur so hoch sein darf, dass sich die Waldverjüngung in Dichte und Baumartenzusammensetzung in angemessenem Umfang entwickeln kann, anderenfalls der Wildbestand durch Erhöhung des Abschusses entsprechend reduziert werden muss.

Großrauminventuren

Als Gradmesser für den Zustand der Waldverjüngung dienen Inventuren, mit denen Dichte, Zusammensetzung und Verbissintensität für einzelne Baumarten festgestellt werden. Großräumige Inventuren im Staatswald des Saarlandes geben einen ersten Überblick über die Gesamtsituation.

Bereits die **Verbisseinschätzung im Jahr 2005** in ca. 200 ausgewählten älteren Buchen-Eichenbeständen kommt zu dem Ergebnis, dass zumindest regional die Vielfalt der natürlichen Verjüngung von Altbeständen durch Wildverbiss beeinträchtigt oder deutlich eingeschränkt wird.

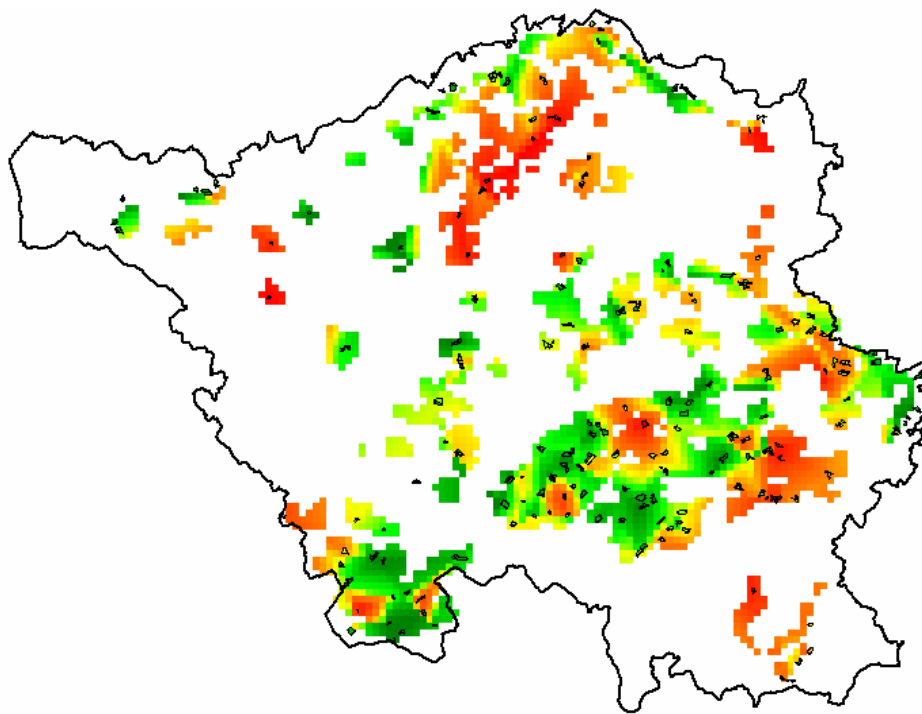
Tabelle 5: Verbisseinschätzung 2005 nach 4 Verbisstufen:

1:	Leittriebverbiss gering (bis 10%)	vereinzelt	58%
2:	Leittriebverbiss mittel (11-35%)	auffällig	17%
3:	Leittriebverbiss stark (36-60%)	sehr auffällig	10%
4:	Leittriebverbiss sehr stark (>60%)	sehr ausgeprägt	15%

Für $\frac{1}{4}$ der Verjüngungsfläche wurde der Verbiss als stark bis sehr stark eingeschätzt. Besonders verbissen wurden in buchendominierten Verjüngungen die Mischbaumarten Eiche, Esche, Bergahorn, Kirsche, Birke, Hainbuche und Tanne. Mischbaumarten sind in der oberen Verjüngungsschicht geringer vertreten als in der unteren (Entmischung durch Wildverbiss, zunehmende Dominanz der Buche).

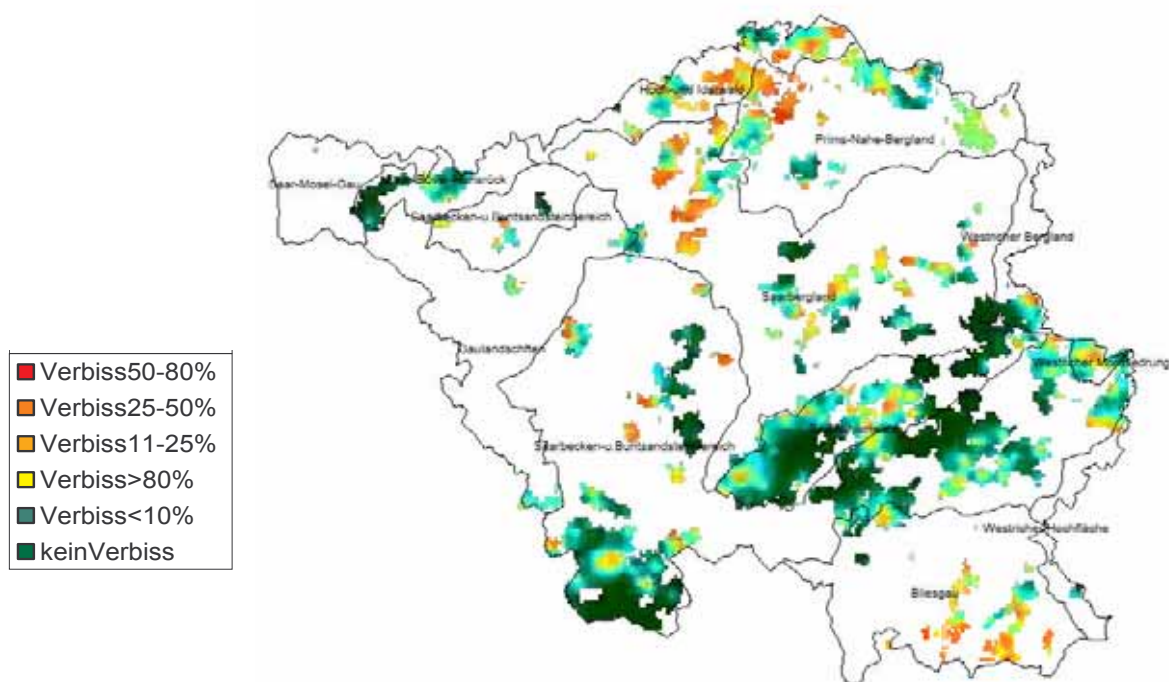
Die Verteilung der nach Verbissintensität eingestufteten Aufnahmeflächen, lässt regional Bereiche erkennen (Abb. 22 -rot markiert-), die einer verstärkten Verbissbelastung ausgesetzt sind.

Abb. 22: Räumliche Differenzierung der Verbisschäden 2005



Eine weitere, wesentlich differenziertere Erfassung des Wildverbisses erfolgte im Zuge der **Staatswaldinventur 2007**. An 3200 Stichproben wurden in der Verjüngung Einzelpflanzen in Probekreisen nach Baumarten und 3 Verjüngungsschichten ausgezählt und Wildverbiss an jedem Probestämmchen beurteilt.

Abb. 23: Räumliche Differenzierung der Staatswaldinventur 2007



Nach der regionalen Verteilung sind Verjüngungen auf Probeflächen im nördlichen Saarland, insbesondere im Raum Merzig-Wadern stärker verbissen als in den geschlossenen Waldgebieten Warndt und Saarkohlenwald.

Für die Verbissprozentage der Gipfeltriebe sind für einzelne Baumarten Grenzwerte hergeleitet und inzwischen breit abgestützt. Überschreitet die Verbissintensität den Grenzwert, so ist das Risiko groß, dass in Zukunft erhebliche Anteile dieser Baumarten ausfallen werden (EIBERLE 1989, RÜEGG 1999).

Grenzwerte für die Verbissprozentage						
Buche	Eiche	Esche	Ahorn	Fichte	Kiefer	Tanne
20%	20%	35%	30%	12%	12%	9%

Die staatswaldweiten Durchschnittswerte überschreiten besonders bei Eichen und Edellaubbäumen diese Grenzwerte z.T. deutlich, besonders gravierend in den verjüngungsrelevanten Baum- und Altholzbeständen.

Indikatorflächen zur Verjüngungskontrolle

Die großräumigen Inventuren bieten jedoch nur einen Gesamtüberblick über die Verbissbelastung. Zur Beurteilung der lokalen Situation in einzelnen Landschaftsräumen und Revieren sind zur Ableitung jagdlicher Maßnahmen zur gezielten Regulierung der Wildbestände örtliche Aufnahmen notwendig.

Der Wildeinfluss auf die Verjüngung soll örtlich kontrolliert, die Ergebnisse in Planung und Realisierung von Massnahmen zur Erreichung eines angepassten Wildbestandes umgesetzt werden.

Indikatorflächen

- ergeben ein objektives Bild für Jäger, Förster und Waldbesitzer
- sind Grundlage für Massnahmenplanung und Erfolgskontrolle
- ergeben unabhängig von den Ausführenden dieselben Resultate
- können wiederholt werden
- ergeben statt zufälliger, kleinräumiger Veränderungen, tatsächliche, für die Region repräsentative Trends

Mit der Anlage solcher Indikatorflächen nach einem in der Schweiz erprobten Verfahren wurde im Warndt im Jahr 2009 begonnen, weitere Indikatorflächen in Schwerpunkträumen des Nordsaarlandes im Jahr 2010 aufgenommen. Die Aufnahmeflächen haben eine Größe von 35-60 ha, die Verbissbelastung wird jeweils an mindestens 35 Probekreisen in festem Raster angesprochen.

Das Gesamtergebnis von 11 aufgenommenen Indikatorflächen im Warndt ergibt ein typisches Bild für nach den Großrauminventuren weniger durch Wildverbiss betroffene Regionen:

Tabelle 5: Verbissprozent in verschiedenen Verjüngungsschichten nach Baumartengruppen im Untersuchungsgebiet Warndt

Anzahl		Gipfelknospe
Ba Gruppe	Verjüngungsklasse	verbissen
BU	Verjuengung 0,1-0,4	12%
	Verjuengung 0,4-0,7	8%
	Verjuengung 0,7-1,0	6%
	Verjuengung 1,0-1,3	3%
BU Ergebnis		10%
EI	Verjuengung 0,1-0,4	14%
	Verjuengung 0,4-0,7	35%
	Verjuengung 0,7-1,0	25%
	Verjuengung 1,0-1,3	33%
EI Ergebnis		14%
ELB	Verjuengung 0,1-0,4	14%
	Verjuengung 0,4-0,7	21%
	Verjuengung 0,7-1,0	30%
	Verjuengung 1,0-1,3	23%
ELB Ergebnis		16%
SLB	Verjuengung 0,1-0,4	13%
	Verjuengung 0,4-0,7	40%
	Verjuengung 0,7-1,0	29%
	Verjuengung 1,0-1,3	11%
SLB Ergebnis		16%
FI	Verjuengung 0,1-0,4	11%
	Verjuengung 0,4-0,7	8%
	Verjuengung 0,7-1,0	0%
	Verjuengung 1,0-1,3	0%
FI Ergebnis		9%
DOU	Verjuengung 0,1-0,4	19%
	Verjuengung 0,7-1,0	100%
DOU Ergebnis		24%
KI	Verjuengung 0,1-0,4	13%
	Verjuengung 0,4-0,7	100%
	Verjuengung 0,7-1,0	100%
KI Ergebnis		30%
LAE	Verjuengung 0,1-0,4	0%
	Verjuengung 1,0-1,3	0%
LAE Ergebnis		0%
Gesamtergebnis		13%

- die Buche dominiert (auch in Eichenbeständen) die Verjüngung, der Verbiss liegt i.d.R. unter dem kritischen Wert von 20% (in den verschiedenen Verjüngungsschichten zwischen 8-12%)
- der Wildverbiss an Eichen, Edellaubbäumen und Sonstigen Laubbäumen ist insbesondere in den für das Wild „bequemen“ mittleren Verjüngungsschichten so hoch, sodass mit verstärkter Mortalität dieser Baumarten zu rechnen ist.

- Infolge davon nehmen die Anteile der Mischbaumarten mit zunehmender Höhe der Verjüngung ab (Entmischung), ebenso die absolute Pflanzenzahl pro Hektar.

Abb. 24: Baumartenanteile in den Verjüngungsschichten (Anzahl/ha) im Untersuchungsgebiet Warndt

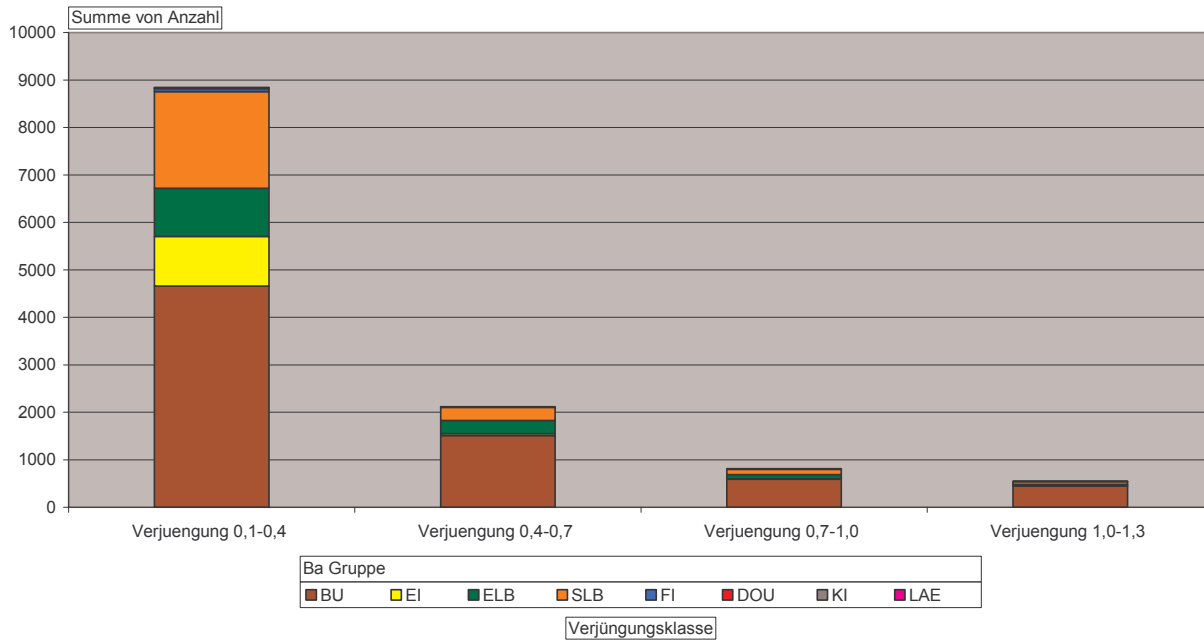
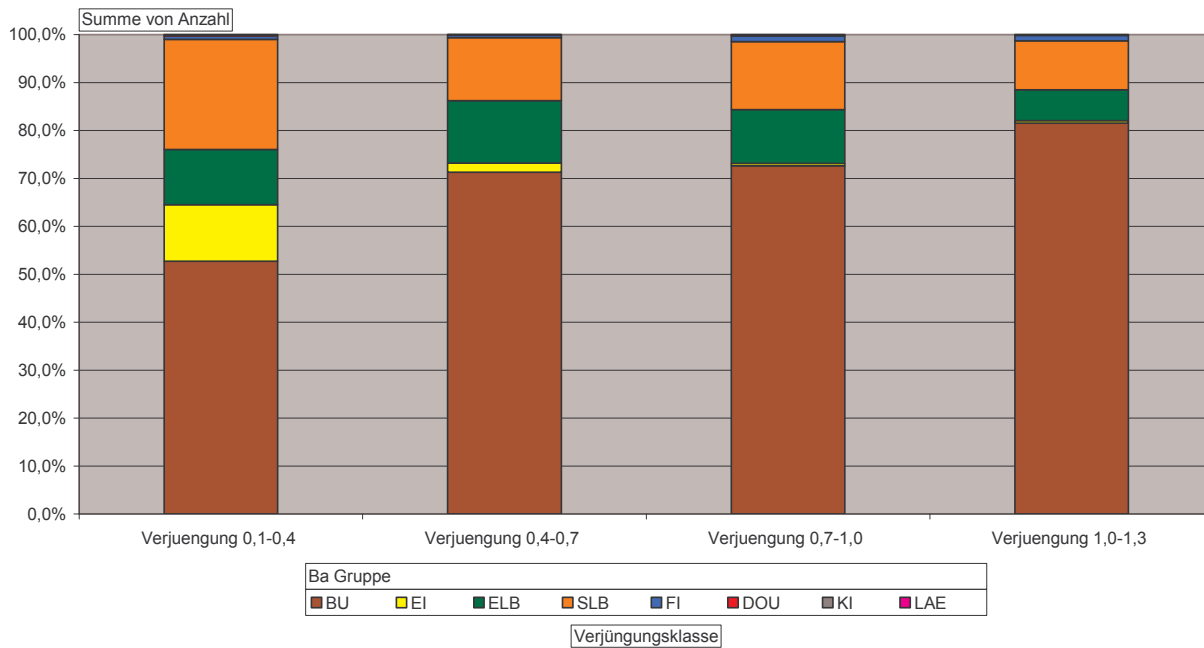


Abb. 25: Baumartenanteile in den Verjüngungsschichten (%) im Untersuchungsgebiet Warndt



Die Bedeutung der Verjüngungskontrolle in **Gebieten hoher Verbissbelastung** zeigt das Beispiel zweier im Jahr 2010 aufgenommenen Indikatorflächen im Nordsaarland (Peterberg und Wadrill). Die Verbissprozente liegen weit über den vertraglichen Grenzwerten. Hier besteht dringender Handlungsbedarf um Waldverjüngung zu ermöglichen bzw. zu sichern.

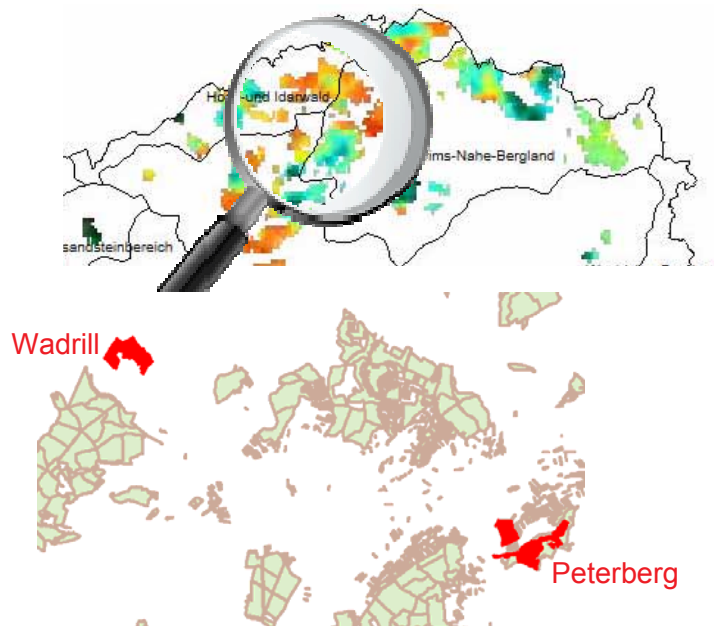


Tabelle 6: Extrem stark geschädigte Indikatorfläche am Peterberg mit hohen Mortalitätsraten aller Baumarten durch Dam- und Muffelwildverbiss.

Inikatorfläche	8201		47,6 ha			
Verjüngungsklasse	(Alle)					
	Pflanzenzahl/ha					
Ba Gruppe	Verbiss	Kein Verbiss	gesamt	Verbissprozent	Baumartenanteil	
BU	1207	418	1625	74	62	
TEI		9	9		0	
BAH	409	279	687	59	26	
ES	46	46	93	50	4	
KIR		9	9		0	
EES		9	9		0	
HBU	149	28	176	84	7	
ULM	9	9	19	50	1	
Gesamtergebnis	1820	808	2628	69	100	
Verjüngungsklasse	Verjuengung 0,1-0,4					
BU	827	56	882	94	59	
TEI		9	9		1	
BAH	269	65	334	81	22	
ES	28	37	65	43	4	
KIR		9	9		1	
EES		9	9		1	
HBU	139	28	167	83	11	
ULM	9	9	19	50	1	
Gesamtergebnis	1272	223	1495	85	100	
Verjüngungsklasse	Verjuengung 0,4-0,7					
BU	288		288	100	60	
BAH	139	46	186	75	38	
ES	9		9	100	2	
Gesamtergebnis	437	46	483	90	100	
Verjüngungsklasse	Verjuengung 0,7-1,0					
BU	74		74	100	73	
BAH		9	9		9	
ES	9		9	100	9	
HBU	9		9	100	9	
Gesamtergebnis	93	9	102	91	100	
Verjüngungsklasse	Verjuengung 1,0-1,3					
Gesamtergebnis						
Verjüngungsklasse	Verjuengung >1,3 m					
BU	19	362	381	5	69	
BAH		158	158		29	
ES		9	9		2	
Gesamtergebnis	19	529	548	3	100	

Tabelle 7: Starker Rotwildverbiss insbesondere an Eichen und Birken auf Niederwaldflächen der Indikatorfläche Wadrill. Trotz sehr hoher Verjüngungsstamm-zahlen ist die weitere Verjüngung stark gefährdet.

Inikatorfläche	8203		35,8 ha			
Verjüngungsklasse	(Alle)					
	Pflanzenzahl/ha					
Ba Gruppe	Verbiss	Kein Verbiss	gesamt	Verbissprozent	Baumartenanteil	
BU		79	79		0	
TEI	4940	3389	8328	59	36	
KIR		20	20		0	
EES	20	138	158	13	1	
WEI	49	40	89	56	0	
FI	30	1877	1907	2	8	
DOU		99	99		0	
ELŽ		10	10		0	
ASP		30	30		0	
BIR	1926	10215	12142	16	53	
ERL		30	30		0	
TRK	10	30	40	25	0	
Gesamtergebnis	6975	15955	22930	30	100	
Verjüngungsklasse	Verjuengung 0,1-0,4					
BU		79	79		1	
TEI	3221	2855	6076	53	44	
KIR		20	20		0	
EES	20	138	158	13	1	
WEI	20	40	59	33	0	
FI	30	929	958	3	7	
DOU		69	69		1	
ELŽ		10	10		0	
ASP		10	10		0	
BIR	474	5829	6303	8	46	
ERL		20	20		0	
TRK	10	30	40	25	0	
Gesamtergebnis	3774	10027	13801	27	100	
Verjüngungsklasse	Verjuengung 0,4-0,7					
TEI	1432	524	1956	73	32	
WEI	30		30	100	0	
FI		741	741		12	
DOU		10	10		0	
ASP		10	10		0	
BIR	701	2746	3448	20	56	
ERL		10	10		0	
Gesamtergebnis	2164	4041	6204	35	100	
Verjüngungsklasse	Verjuengung 0,7-1,0					
TEI	178	10	188	95	13	
FI		188	188		13	
DOU		10	10		1	
ASP		10	10		1	
BIR	336	692	1027	33	72	
Gesamtergebnis	514	909	1423	36	100	
Verjüngungsklasse	Verjuengung 1,0-1,3					
TEI	109		109	100	13	
BIR	198	514	711	28	87	
Gesamtergebnis	306	514	820	37	100	
Verjüngungsklasse	Verjuengung >1,3 m					
FI		20	20		3	
DOU		10	10		1	
BIR	217	435	652	33	96	
Gesamtergebnis	217	464	682	32	100	

Quellen:

- Eiberle, K.; Nigg, H., 1987: Grundlagen zur Beurteilung des Wildverbisses im Gebirgswald. Schweiz. Z. Forstwes. 138 (1987)9: 747-785.
- Rüegg, D., 1999: Zur Erhebung des Einflusses von Wildtieren auf die Waldverjüngung. Schweiz. Z. Forstwes., 150 (1999)9: 327 – 331.
- SaarForst (2006): Verbissgutachten Staatswald 2005, Bericht, Saarbrücken 2006.
- SaarForst (2008): Staatswaldinventur 2007, Abschlussbericht, Saarbrücken 2007.

Bodenzustand und Forstliches Umweltmonitoring

Böden und Bodenacidität

Die gemäßigt humiden Klimaverhältnisse im Saarland sind gekennzeichnet durch eine positive klimatische Wasserbilanz, d. h. es fällt mehr Niederschlag als durch Verdunstung abgegeben wird. Böden erhalten hierdurch mehr Protonen, als von ihnen neutralisiert werden können, Basen werden ausgewaschen. Die Bodenversauerung ist somit grundsätzlich auch ein natürlicher Prozess, der beispielweise dazu geführt hat, dass carbonathaltige Lockergesteine seit der letzten Eiszeit bis zu einem Meter Tiefe entkalkt wurden. Durch die Verbrennung von fossilen Energieträgern hat der Mensch jedoch zusätzlich eine anthropogen bedingte Bodenversauerung ausgelöst. Sie war und ist in ihrem Ausmaß immer noch höher als natürlich ablaufende Prozesse. Dieser Tatsache muss mehr Gewicht beigemessen werden, da die Mehrzahl der saarländischen Forststandorte auf bodensauren Substraten gründet. Diese Böden haben i. d. R. eingeschränkte Pufferfunktionen und sind nur begrenzt in der Lage, eingetragene, saure Depositionen zu kompensieren.

Beschreibung der untersuchten Böden

Grundlage für die Regionalisierung der Böden bildeten die Standortkundlichen Grundlagen der Waldbaurichtlinien des Saarlands (SAARLAND – DER MINISTER FÜR WIRTSCHAFT 1986). Folgende Einheiten wurden untersucht:

- **Diluvialsande (DS):** Böden aus Quarzsandstein verschiedener Substrate entstanden und im Oberboden in geringem Umfang durch äolische Feinkomponenten beeinflusst; bodentypologisch sind es vorwiegend Braunerden
- **Diluviale Feinlehme (DF):** Sowohl im Ober- als auch im Unterboden stärkerer Lehmeinfluss vorhanden, auch Bodenbildungen aus Lößlehm vorkommend; bodentypologisch häufig Braunerden, teils mit Übergängen zu Parabraunerden oder bei Staunäseeinfluss zum Pseudogley
- **Quarzsande (S):** Vorwiegend tiefgründig sandige Böden im Verbreitungsgebiet des Mittleren Buntsandsteins; bodentypologisch meist Braunerden
- **Lehmsande (LS):** Schwach lehmig-sandige bis sandig-lehmige Böden aus verschiedenen Ausgangssubstraten; häufig im Buntsandstein, Rotliegenden und Karbon vorkommend; bodentypologisch vorwiegend Braunerden
- **Glanzlehme (GL):** Bodenentwicklungen insbesondere aus Karbon, Rotliegendem und Oberem Buntsandstein, bei denen der Glimmergehalt bei der Fingerprobe glänzende Reibflächen hinterlässt; bodentypologisch häufig Braunerden
- **Kohlenlehme (KL):** Nährstoffreiche, tongründige Böden vorwiegend aus Karbon; bodentypologisch häufig Braunerden; bei Staunässe Übergänge zum Pseudogley
- **Tonlehme (TL):** Tonige Verwitterungsböden auf Deckleihen vorwiegend im Bereich des Devons und Rotliegenden; bodentypologisch Braunerden oder Pseudogley
- **Vulkanitmischlehme (VL):** Verwitterungsprodukte vorwiegend der Waderner und Söterner Formation des Rotliegenden; die Beteiligung von Konglomeraten aus basischen bis intermediären Magmatiten steuert die Bodenreaktion dieser Böden; bodentypologisch Braunerden mit Übergängen zum Pseudogley

- **Porphyrböden (VP):** Vorkommen konzentriert sich auf das Nohfeldener Rhyolithmassiv; vorwiegend skelettreiche Böden aus Schuttdecken; bodentypologisch meist Braunerden
- **Quarzschuttböden (Q) und Quarzitmischlehme (QL):** Bodenbildungen aus devonischen Quarziten und bei der Beteiligung älterer Verwitterungslehme als QL ausgeprägt; bodentypologisch Braunerden, bei QL vielfach auch Pseudogleye
- **Schieferlehme (Layböden; Z):** Böden aus in Schuttdecken aufbereiteten devonischen Schiefen; bodentypologisch überwiegend Braunerden.

Aus den Untersuchungen zum Kalkungsprogramm liegen zu den Böden der genannten Standortseinheiten Ergebnisse vor, aus denen die für eine Kennzeichnung der Intensität der Bodenversauerung geeigneten Parameter **pH-Wert** und **Basensättigung an der effektiven Austauschkapazität** selektiert wurden.

pH-Wert:

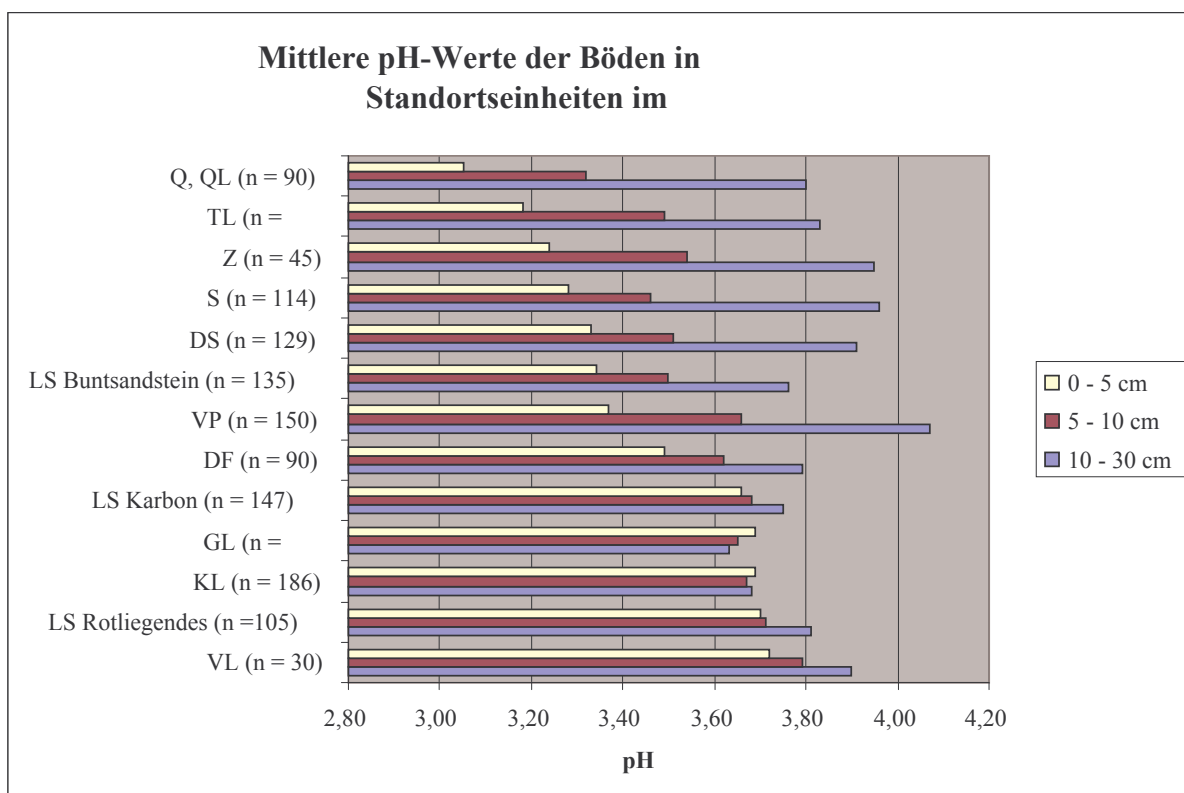


Abb. 26: Mittlere pH-Werte der Böden ausgewählter Standortseinheiten im Saarland

Abbildung 26 zeigt, dass bei der Mehrzahl der untersuchten Standortseinheiten der pH-Wert einer Tiefenfunktion folgt. In den obersten 5 cm des Bodens herrschen vielfach **extrem saure Bedingungen** mit entsprechend tiefen pH-Werten. Äußerst ausgeprägt ist diese Situation bei Böden aus devonischen Quarziten bzw. Quarzitmischlehmen. Mit zunehmender Bodentiefe werden dann höhere Werte angetroffen. Einheiten im Karbon beschreiben diese Tiefenfunktion dagegen nicht oder nur in schwacher Charakteristik. Möglicherweise sind residuale Stoffbestände aus früheren, basischen Staubfrachten der Montanindustrie hierfür heute noch wirksam.

Folgt man den Bewertungsregeln einer Kalkbedürftigkeit (MEIWES et al. 1984), so zeigen sich die Böden aller Standortseinheiten in den Tiefenstufen 0-5 und 5-10 cm als „dringend kalkungsbedürftig“, in der Tiefenstufe 10-30 cm bewegt sich etwa die Hälfte der Einheiten

in der gleichen Klasse, wobei die übrigen Einheiten dort als „kalkungsbedürftig“ einzustufen sind.

Abbildungen 27 – 29 spiegeln die beschriebene Tiefenfunktion des pH-Werts wider. In den obersten 5 cm bewegen sich die pH-Werte in den Standortseinheiten VP, LS Buntsandstein, DS, S, Z, TL, Q und QL zu 100 % unter dem kritischen Wert von 3,8. Abbildungen 28 und 29 zeigen dann, dass diese Anteile mit zunehmender Tiefe fallen.

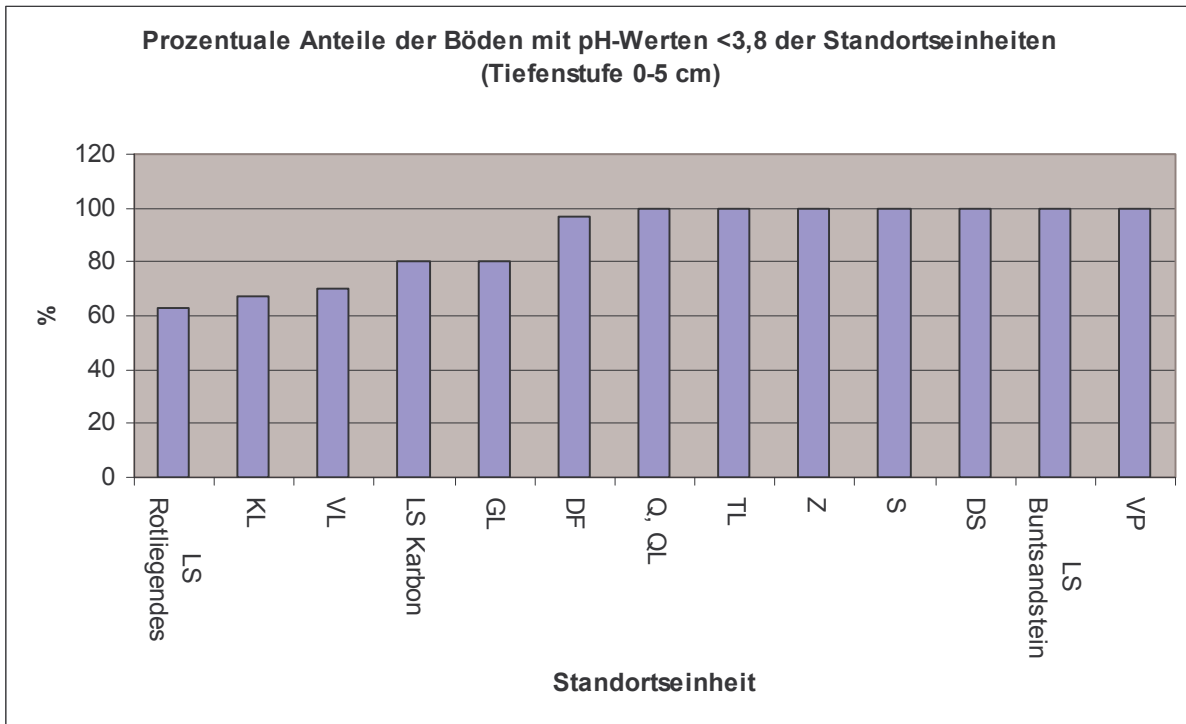


Abb. 27: Prozentuale Anteile der Böden (Tiefenstufe 0-5 cm) mit pH-Werten < 3,8 der Standortseinheiten

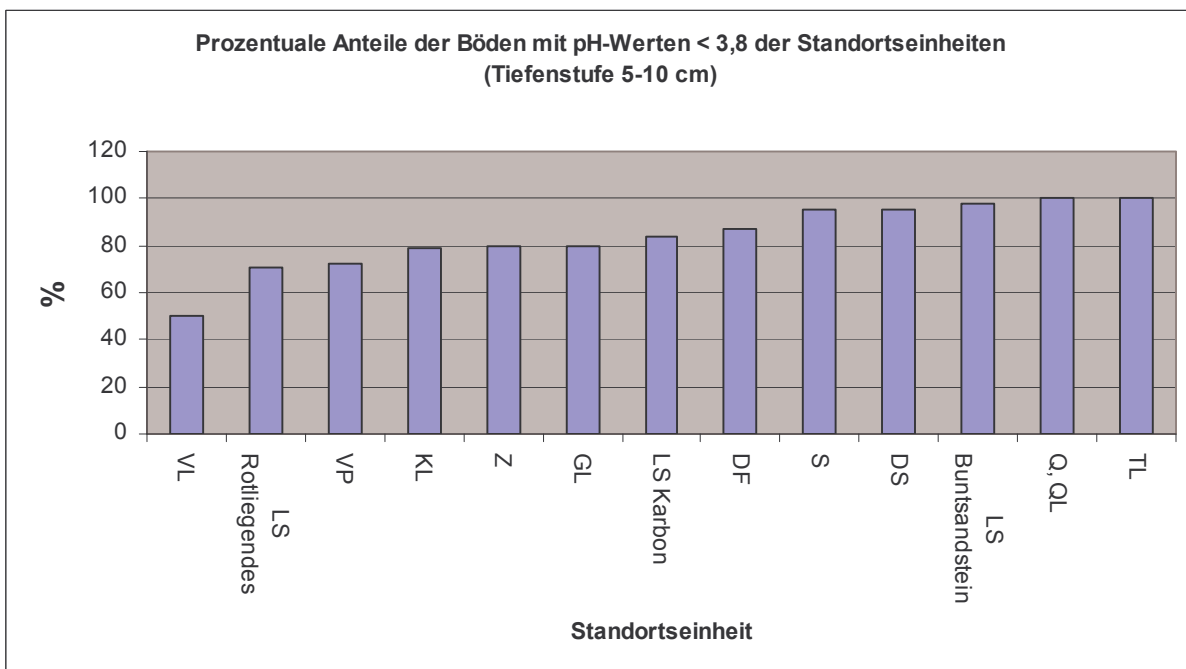


Abb. 28: Prozentuale Anteile der Böden (Tiefenstufe 5-10 cm) mit pH-Werten < 3,8 der Standortseinheiten

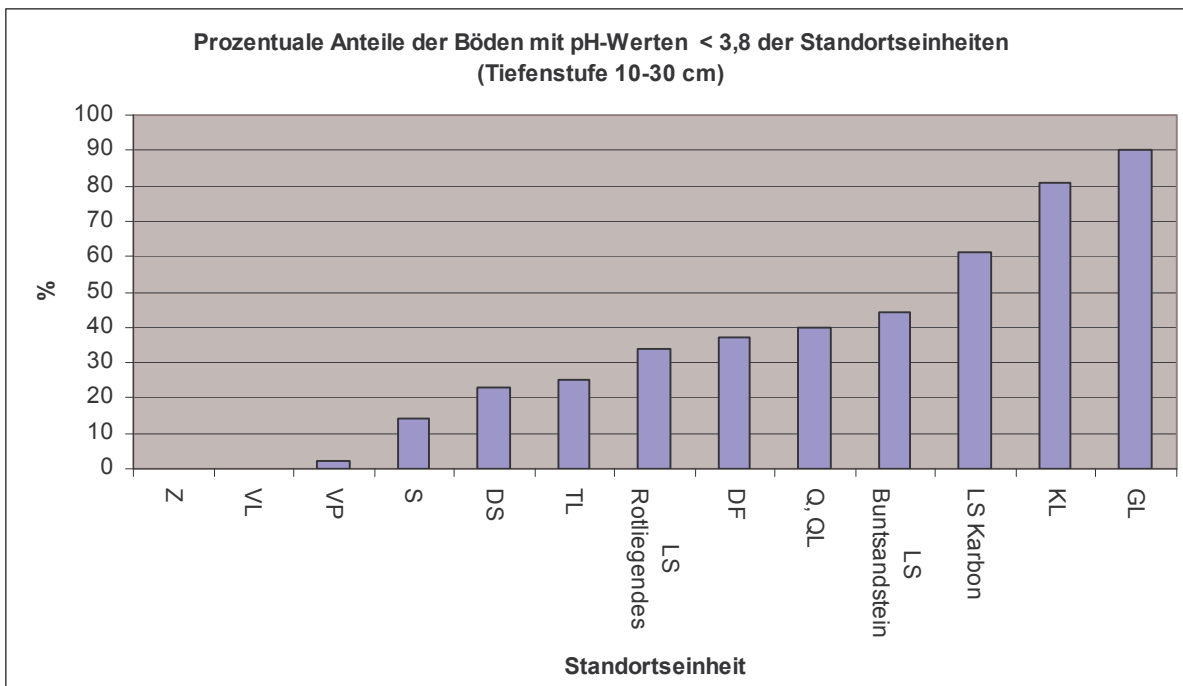


Abb. 29: Prozentuale Anteile der Böden (Tiefenstufe 10-30 cm) mit pH-Werten < 3,8 der Standortseinheiten

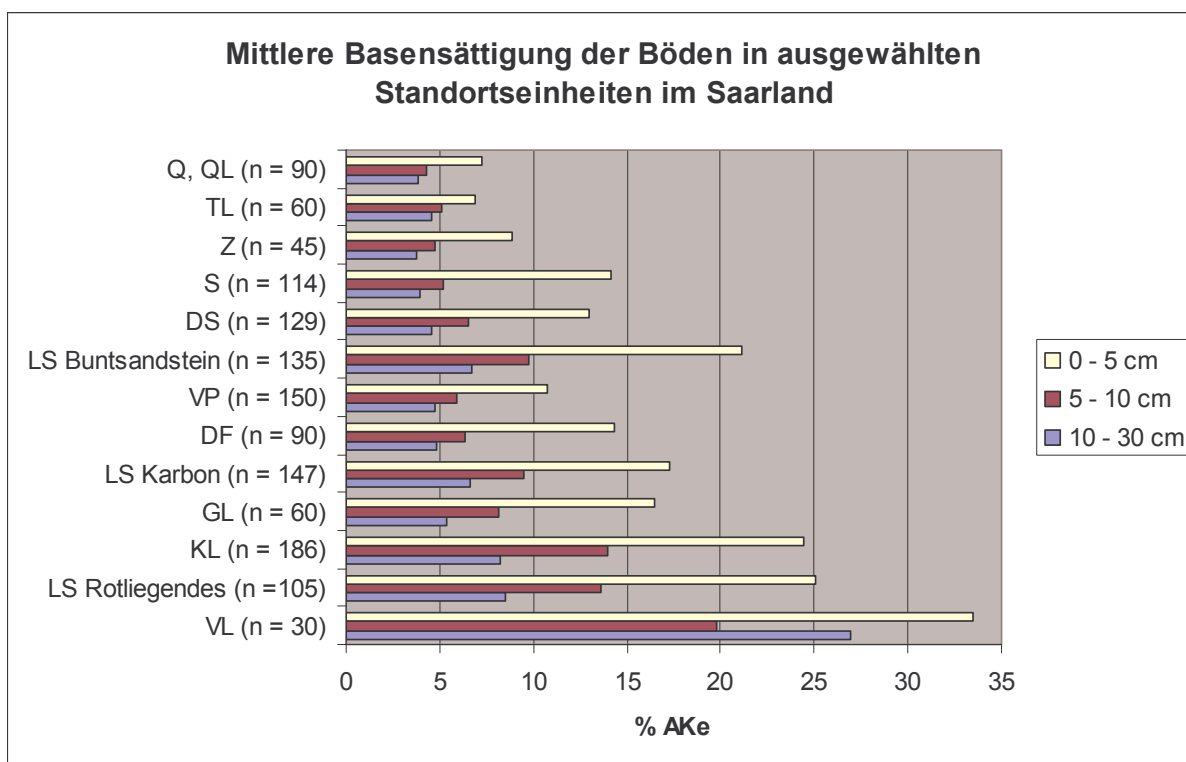


Abb. 30: Mittlere Basensättigung der Böden in ausgewählten Standortseinheiten im Saarland

Basensättigung

In Abb. 30 sind die mittleren Werte der **Basensättigung** der ausgewählten Standortseinheiten dargestellt. Auch bei diesem Bewertungskriterium ist durchweg eine Tiefenfunktion bei allen Einheiten erkennbar, d. h. mit zunehmender Tiefe nehmen die Werte ab.

Erklärbar ist dieser Effekt mit der Ionenpumpe der Bäume bzw. Bodenvegetation, deren abgestorbene Pflanzenrückstände dem Oberboden nach Mineralisierung basische Ionen hinterlassen. Die Basensättigung ist bei den Standortseinheiten Q, QL, TL, Z, S, DS, LS Buntsandstein, VP und DF auf eine alarmierende Tiefe abgesunken. Nach der Empfehlung von MEIWES et al. (1984) ist die Mehrzahl der betroffenen Böden anhand der Basensättigung als „kalkungsbedürftig“ zu klassifizieren. Eine Ausnahme bilden Böden der Einheit VL, bei denen Konglomerate aus basischen oder intermediären Magmatiten für eine günstigere Trophie sorgen.

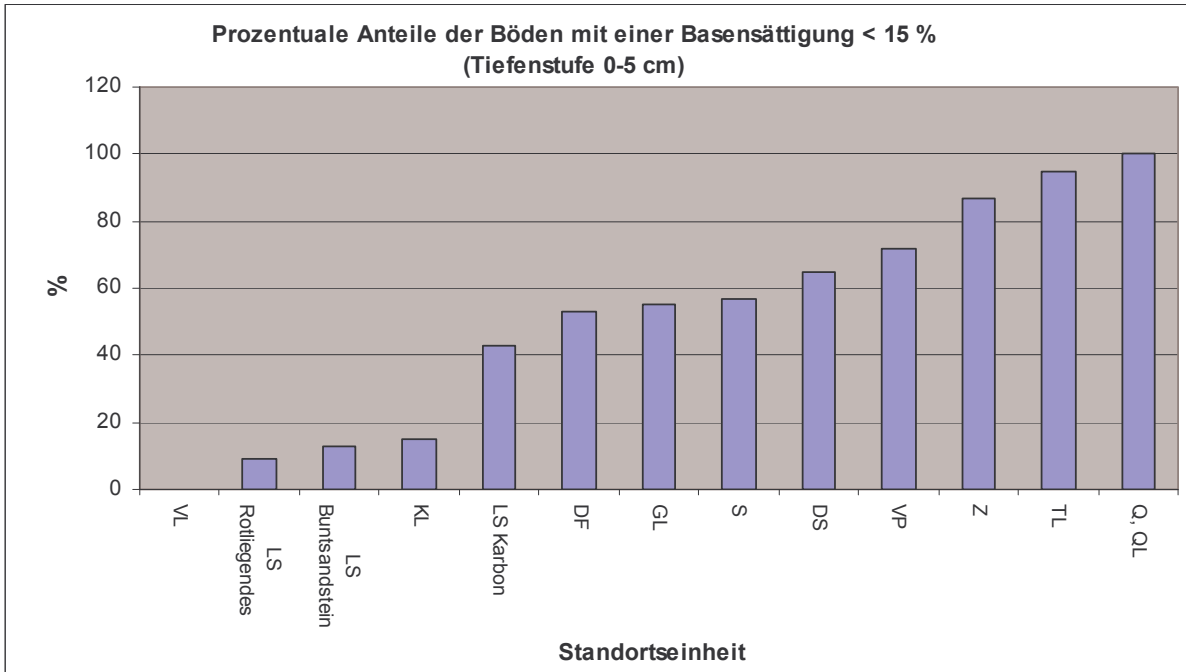


Abb. 31: Prozentuale Anteile der Böden (Tiefenstufe 0-5 cm) mit einer Basensättigung < 15 %

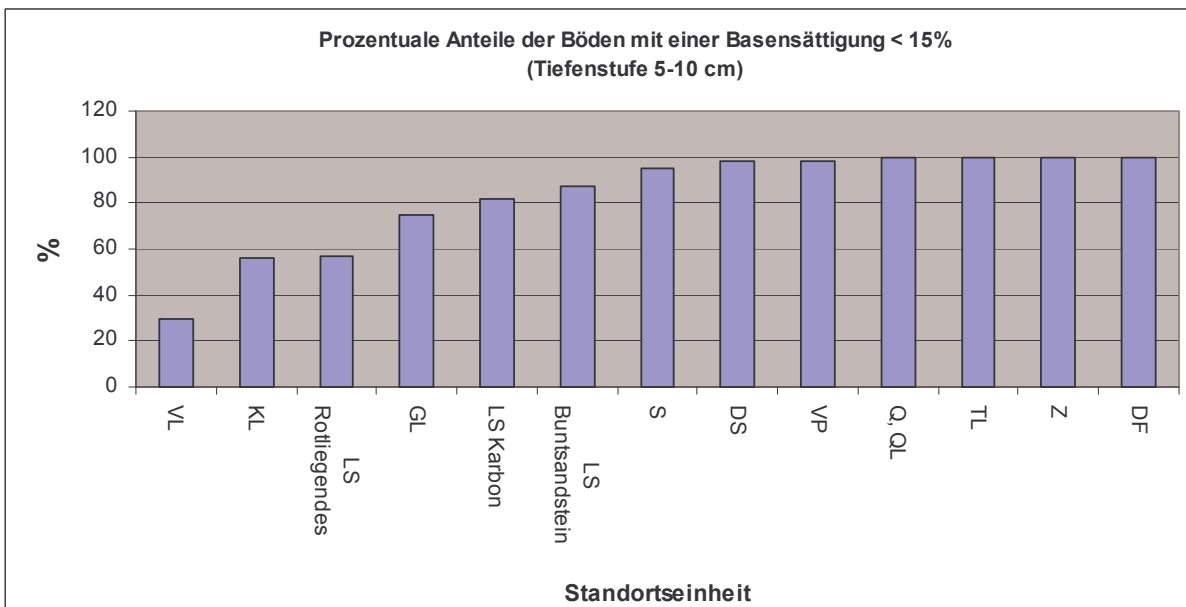


Abb. 32: Prozentuale Anteile der Böden (Tiefenstufe 5-10 cm) mit einer Basensättigung < 15 %

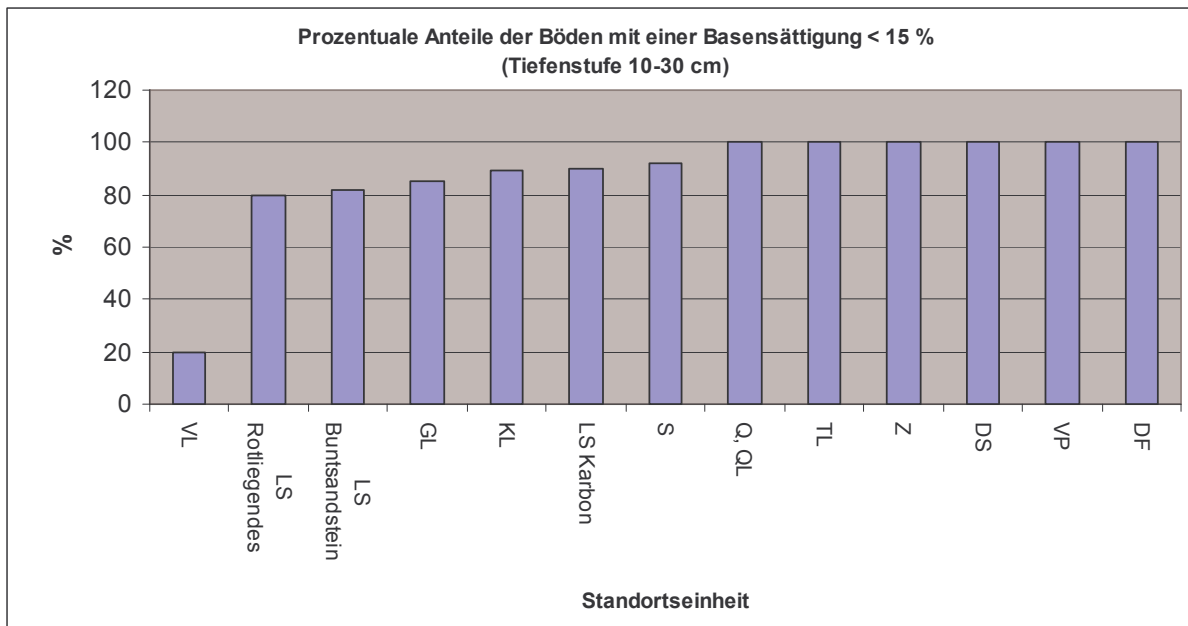


Abb. 33: Prozentuale Anteile der Böden (Tiefenstufe 10-30 cm) mit einer Basensättigung < 15 %

Auch für die Basensättigung zeigen die Abbildungen 31 – 33 eine Tiefenfunktion der relativen Anteile der untersuchten Böden, die unterhalb des kritischen Grenzwertes von < 15 % liegen. Im Gegensatz zum pH-Wert steigt der Anteil der Böden mit dieser Eigenschaft mit zunehmender Profiltiefe markant. Nicht nur die absoluten Werte der Basensättigung sondern auch die Anteile der Böden in der Klasse < 15 % der Standortseinheiten Q, QL, TL, Z, DS, VP und DF mit 100 % belegen eine **gravierende Basenverarmung**.

Neben pH-Wert und Basensättigung stellt das **molare Verhältnis von Ca/Al** in der Bodenlösung ein wichtiges Kriterium zur Beurteilung der **Säuretoxizität** dar (MEIWES et al. 1984, ELLING et al. 2007). Liegt dieses Verhältnis unter **1,0**, so kann von einer **Säuretoxizität** ausgegangen werden. Wird das Verhältnis noch enger und geht unter **0,3** zurück, so muss die **Säuretoxizität** als **erheblich** bewertet werden. Daher wurden die Daten des kontinuierlich beprobten Bodensickerwassers aus den Tiefenstufen 10 cm, 20 cm und 100 cm der Level II-Flächen auf sauren Substraten in diesem Kontext ausgewertet. In den Abbildungen 34 – 36 ist für ausgewählte Messflächen das Ca/Al-Verhältnis über den Beobachtungszeitraum dargestellt.

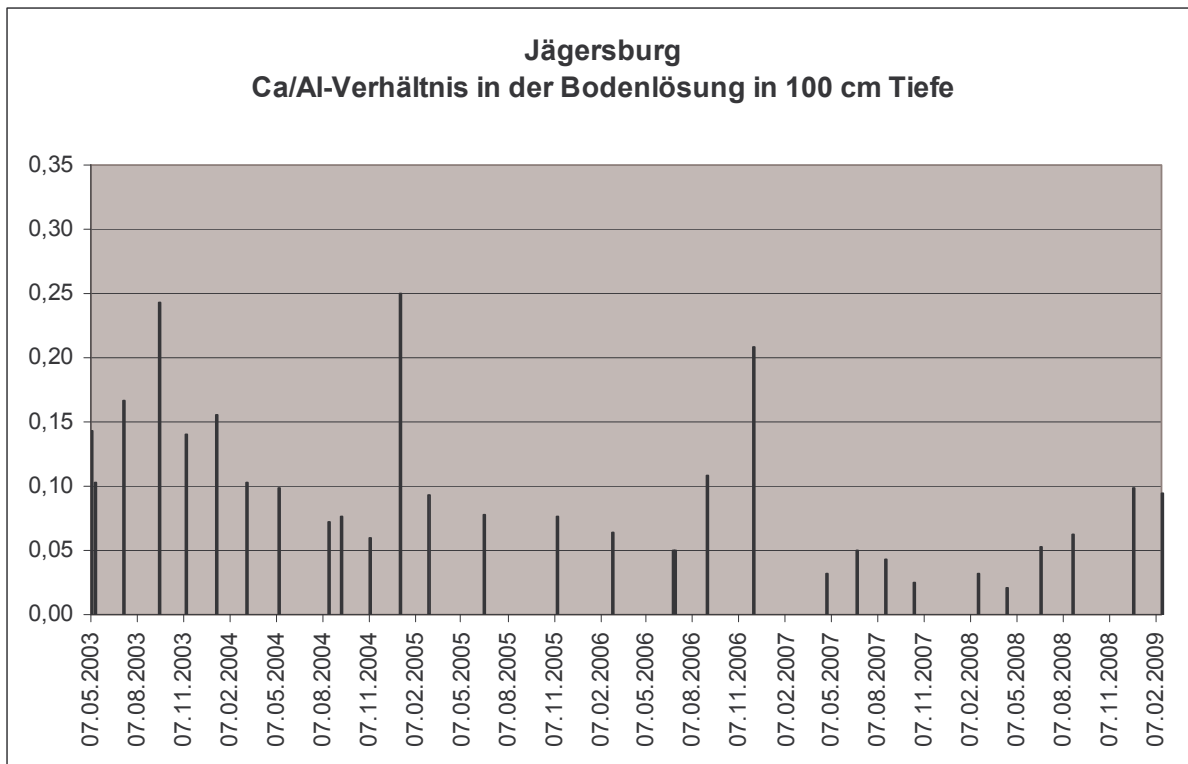


Abb. 36: Ca/Al-Verhältnis in der Bodenlösung in 100 cm Tiefe der Level II-Fläche Jägersburg (Pseudogley-Braunerde aus Sandsteinen des Mittleren Buntsandsteins)

Folgende Erkenntnisse lassen sich aus Daten des **Ca/Al-Verhältnisses** im Bodensickerwasser der Level II-Flächen gewinnen:

- Auf der Mehrzahl der Flächen ist das Verhältnis im Beobachtungszeitraum seit 1990 enger geworden, d. h. die **Säuretoxizität hat zugenommen**.
- Mit zunehmender Bodentiefe weiten sich die Ca/Al-Verhältnisse, d. h. die **Säuretoxizität ist im Oberboden am höchsten**.
- Besonders kritisch ist die Situation in Jägersburg, Mettlach, Eft-Hellendorf, Von der Heydt und Fischbach zu bewerten.

Ergebnisse der tonmineralogischen Untersuchungen

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

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

Die Tonminerale von Böden aus quartären Deckschichten (z. B. DF) sind dagegen verwitterungsresistenter, aber auch nährstoffärmer. Ihr Quarzreichtum lässt nur mäßige Verwitterungsleistungen mit geringen Nährstoffnachlieferungen zu.

Böden aus dem Karbon (z. B. KL) zeigen ein zweigeteiltes Bild. Bei einem Teil der bislang untersuchten Profile sind die Tonminerale noch weitgehend intakt. In anderen Bereichen ist dagegen schon eine tiefgreifende Veränderung der Tonminerale, d.h. ein Verlust an basischen Kationen und vor allem auch an Aluminium eingetreten, so dass die Reglerfunktionen des Waldbodens nicht mehr in ausreichendem Maße gewährleistet sind. Bei Böden aus devonischen Quarziten (Q, QL) kann die Bodenversauerung schon soweit fortgeschritten sein, dass die Kristallgitter angegriffen sind. Begleitet wird dieser Prozess von irreversiblen Verlusten an Aluminium aus der Mineralsubstanz.

Böden aus devonischen Schiefen (Z) können durch Bodenversauerung, wie die Bildungen aus Quarziten, bereits erheblich degradiert sein, doch wurden auch Standorte mit primären Chloriten, die bodenfunktional intakte Eigenschaften haben, beobachtet.

Übergreifendes Merkmal der Böden aus Rhyolith (z. B. VP) ist deren Tonmineralarmut. Diese Bildungen haben sehr eingeschränkte Bodenfunktionen zur Pufferung von eingetragenen Säuren und zur Sorption von Nährstoffen. Die Bodenversauerung hat in diesen Böden sozusagen wenig Angriffsfläche gehabt. Bodenfunktional sind es sehr sensible Standorte (BUTZ-BRAUN 2010).

Zusammenfassende Bewertung

Zur Kennzeichnung der Bodenversauerung und der bodenfunktionalen Eigenschaften forstlich genutzter Böden im Saarland wurden die Untersuchungsparameter pH-Wert, Basensättigung an der effektiven Austauschkapazität, Ca/Al-Verhältnis in der Bodenlösung und schließlich tonmineralogische Untersuchungen herangezogen. Die Ergebnisse lassen sich folgendermaßen zusammenfassen und bewerten:

- Die **pH-Werte** zeigen bei den Böden aus sauren Substraten insbesondere im Oberboden eine **extrem saure Bodenreaktion**.
- Die Werte für die **Basensättigung** belegen bei der Mehrzahl der untersuchten Standortseinheiten eine **gravierende Basenverarmung**.
- Anhand der **Ca/Al-Verhältnisse** Bodensickerwasser der Level II-Flächen ist zu erkennen, dass die **Säuretoxizität** im Beobachtungszeitraum seit 1990 zugenommen hat.
- Ergebnisse aus den **tonmineralogischen Untersuchungen** zeigen, dass bei Böden aus Buntsandstein, Quarzit und Schiefer die Bodenversauerung soweit fortgeschritten sein kann, dass eine **irreversible Zerstörung der Tonminerale** mit einem **teilweisen Verlust der Bodenfunktionen** eingetreten ist.
- Leitet man aus den genannten Untersuchungsparametern eine **Regionalisierung** des Ausmaßes der Bodenversauerung ab, so kristallisieren sich Böden aus **Buntsandstein, devonischen Quarziten** und **Schiefern** als die am stärksten betroffene Areale heraus. Dieses Ergebnis wird durch andere Untersuchungen in diesem Kontext (z. B. BZE, Level II) bestätigt.

Literatur:

- BUTZ-BRAUN, R. (2010): Tonmineralanalysen im Rahmen der Waldkalkung 2009 im Saarkohlenwald. – Bericht 16 S.
- ELLING, W., U. HEBER, A. POLLE und F. BEESE (2007): Schädigung von Waldökosystemen – Auswirkungen anthropogener Umweltveränderungen und Schutzmaßnahmen. Spektrum Akademischer Verlag, Heidelberg 2007, 422 S.
- MEIWES, K.-J., KÖNIG, N., KHANA, P. K., PRENZEL, J. und B. ULRICH (1984): Chemische Untersuchungsverfahren für Mineralböden, Auflagehumus und Wurzeln zur Charakterisierung und Bewertung der Versauerung von Waldböden. – Berichte des Forschungszentrums Waldökosysteme/Waldsterben Göttingen, Bd. 7, 61 S.
- SAARLAND – MINISTER FÜR WIRTSCHAFT (1986): Waldbaurichtlinien für die Bewirtschaftung des Staatswaldes im Saarland. – Saarbrücken 1986, 118 S.

Stoffeinträge in saarländische Waldökosysteme (Deposition)

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

Seit dem Jahr 1989 werden an insgesamt neun Dauerbeobachtungsstationen im Saarland die Einträge von Schwefel- und Stickstoffverbindungen sowie der Gesamtsäure in die Waldökosysteme erfasst. Seit 2009 basiert die Berechnungsgrundlage auf einer verbesserten und gesicherten Modellanpassung. Gerade für Stickstoff sind die Aufnahme-/Austauschprozesse sehr komplex - hier hatte die bisher verwendete, einfache Modellbeschreibung deutliche Limitationen. Die berechneten Eintragsdaten für S und H lagen 2009 nach Modellanpassung auf einem leicht erhöhten Niveau gegenüber dem Vorjahr. Für die N- Einträge ergab sich sogar im Gegensatz zu den Vorjahren ein leicht ansteigender Trend.

Die Eintragsbelastung saarländischer Wälder durch versauernd wirkende **Schwefelverbindungen** ist insgesamt kontinuierlich zurückgegangen. Die Schwefeldioxidkonzentrationen haben sich seit dem Untersuchungsbeginn in 1990 nahezu halbiert und überschreiten heute nicht mehr die kritischen Belastungsgrenzen (Critical Loads). Im Jahr 2009 lagen sie im Mittel bei 8 kg/ha.

Neben Schwefelverbindungen werden ebenfalls versauernd wirkende **Stickstoffverbindungen** aus dem Kraftverkehr (NO_x) und der Landwirtschaft (NH₃) in die Waldökosysteme eingetragen. Ein Rückgang der Stickstoff-Gesamtdeposition im gesamten zwanzigjährigen Beobachtungszeitraum ist nicht zu erkennen (Abb. 37). Auf Basis der neuen Berechnungen sind die Einträge im Beobachtungszeitraum sogar kontinuierlich angestiegen und lagen in 2009 bei 32 kg N ha⁻¹ a⁻¹. Der kritische Schwellenwert für die Stickstoffdeposition in Waldökosysteme kann allgemein zwischen 5 kg N ha⁻¹ a⁻¹ und höchstens 20 kg N ha⁻¹ a⁻¹ angesetzt werden. Critical Loads für Nadelwälder liegen bei 10 kg N ha⁻¹ a⁻¹, für Laubwälder verschieben sich die Werte auf < 15 kg N ha⁻¹ a⁻¹. Zur Vermeidung von Störungen der Bodenprozesse und Bodenvegetation in Wäldern gilt ein Bereich von 10 bis 15 kg N ha⁻¹ a⁻¹. Die N-Einträge in saarländische Wälder liegen folglich auf einem kritisch hohen Niveau mit ansteigender Tendenz. Die Gefahr einer Eutrophierung und einer Verschärfung der Bodenversauerung mit Folgen für die Ernährung der Waldbäume und deren erhöhter Empfindlichkeit gegenüber Witterungsextremen und Schädlingsdruck wird damit auch noch in Zukunft gegeben sein. Die geschilderte Entwicklung im Saarland zeigt sich auch in anderen Bundesländern. Als Ursache werden Konzentrationsentwicklungen in der Landwirtschaft vermutet.

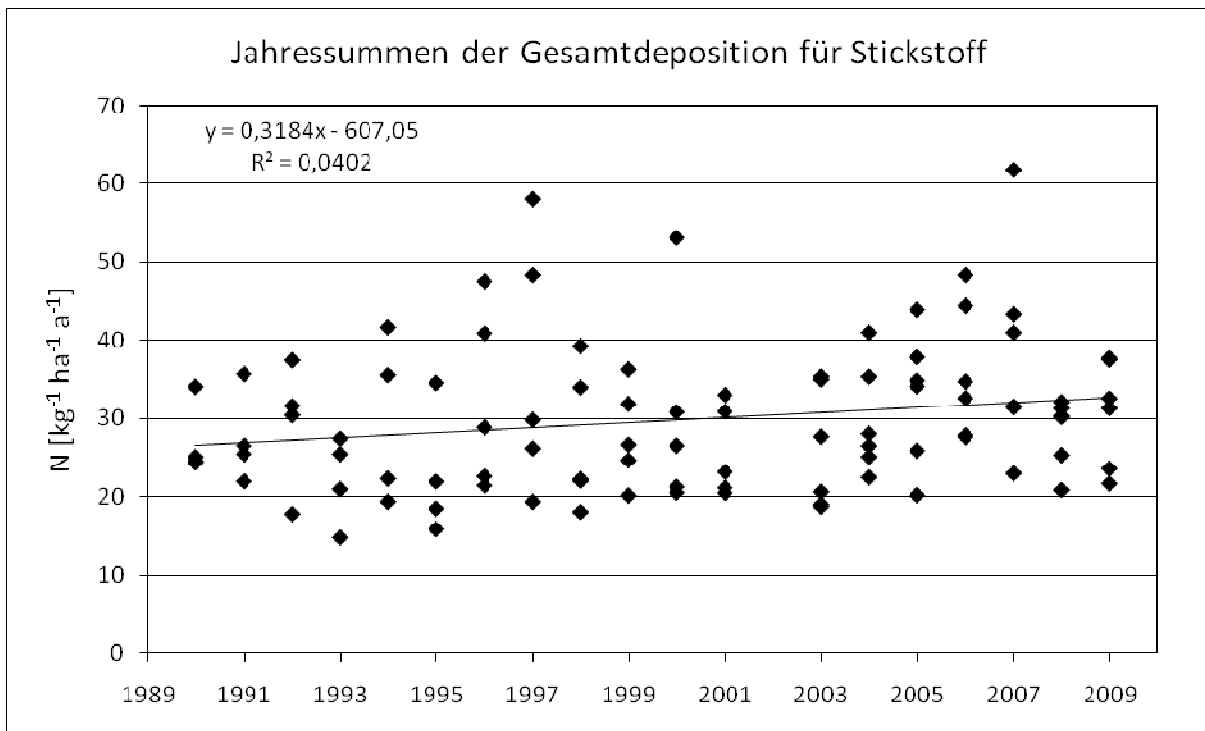


Abb. 37: Jahressummen der Gesamtdeposition für N an ausgewählten saarländischen Dauerbeobachtungsflächen im Wald von 1989 bis 2009.

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

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

Stoffausträge mit dem Sickerwasser aus der Bodenzone

- Aluminium im Sickerwasser

In den vergangenen Jahren sind die Al^{3+} -Gehalte in der Bodenlösung allgemein angestiegen, was insbesondere an den basenarmen und retentionsschwachen Standorten von der Heydt, Fischbach, Jägersburg, Warndt und Eft-Hellendorf bis im tieferen Sickerwasser nachweisbar war. Dies ist vor allem in den tieferen Bodenhorizonten ab 100 cm Tiefe besorgniserregend, da hier Aluminium mit dem Sickerwasser die Bodenzone verlassen kann. Dort ist die **Bodenversauerung** bereits weit fortgeschritten. Anhand der Abb. 38 wird deutlich, dass hiervon insbesondere die Standorte Fischbach, Jägersburg und von der Heydt betroffen sind. Ansteigende Konzentrationen von Al im Sickerwasser korrespondieren mit der irreversiblen Zerstörung von Tonmineralien, wie im Rahmen der Untersuchungen zur Waldkalkung beobachtet werden konnte. An den Standorten Bildstock, Eft-Hellendorf Mettlach und Warndt ist die Versauerungsfront ebenfalls bis in eine Tiefe bis 100 cm klar zu erkennen. Die Muschelkalkstandorte Ormesheim und Altheim zeigen dagegen erwartungsgemäß keine nennenswerten Al-Konzentrationen im Sickerwasser.

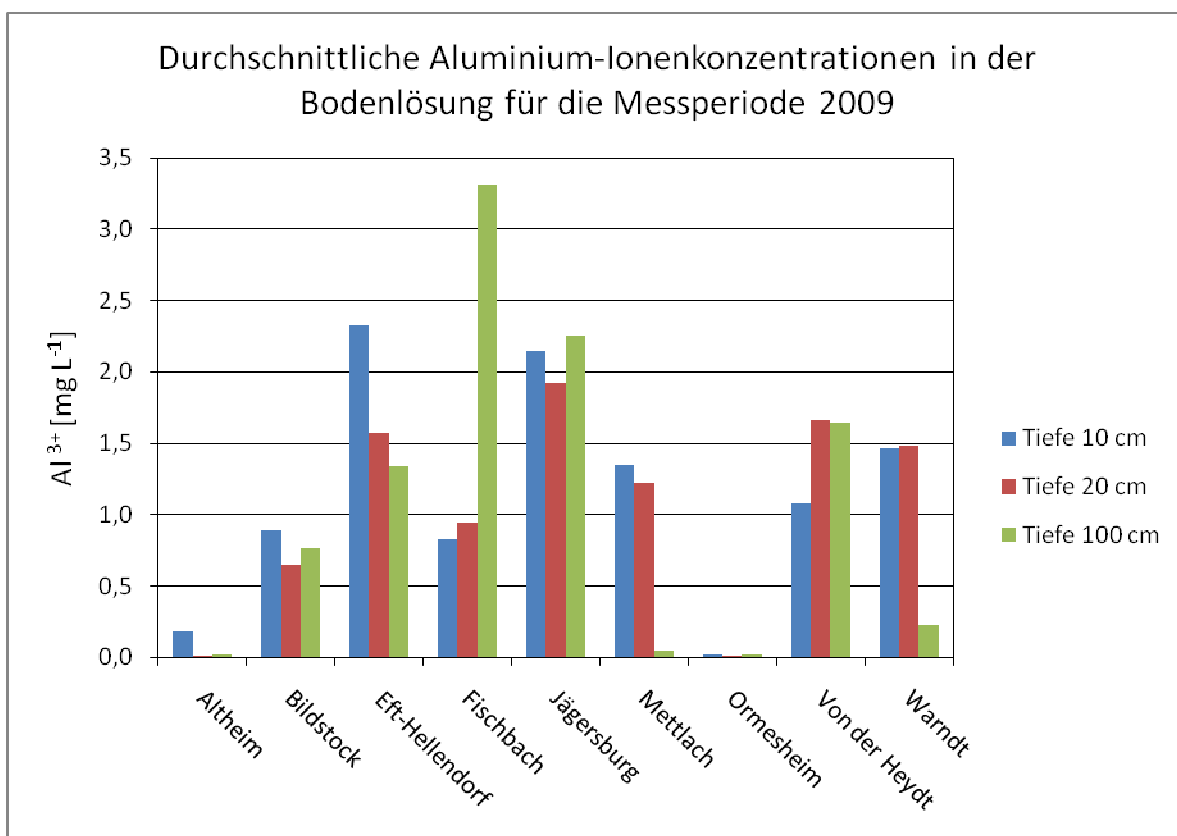


Abb. 38: Jahresmittel der Aluminium-Konzentration im Sickerwasser in verschiedenen Bodentiefen an den Level II - Standorten im Jahr 2009

Diese Aussagen werden durch die Berechnung des molaren Verhältnisses von Al zu Ca unterstützt. Der Anstieg dieses Verhältnisses in den vergangenen Jahren deutet ebenfalls auf eine zunehmende Verarmung der Standorte an Basen (Ca, Mg, K) bei gleichzeitigem Anstieg an Säurekationen (Al, Fe, H) durch fortschreitende Versauerung hin (Abb. 39).

Im Vergleich zum Vorjahr ist das Al/Ca- Verhältnis an allen beobachteten Stationen zurückgegangen. Ob sich hierdurch ein anhaltender Trend ablesen lässt, muss sich in den kommenden Jahren noch zeigen.

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

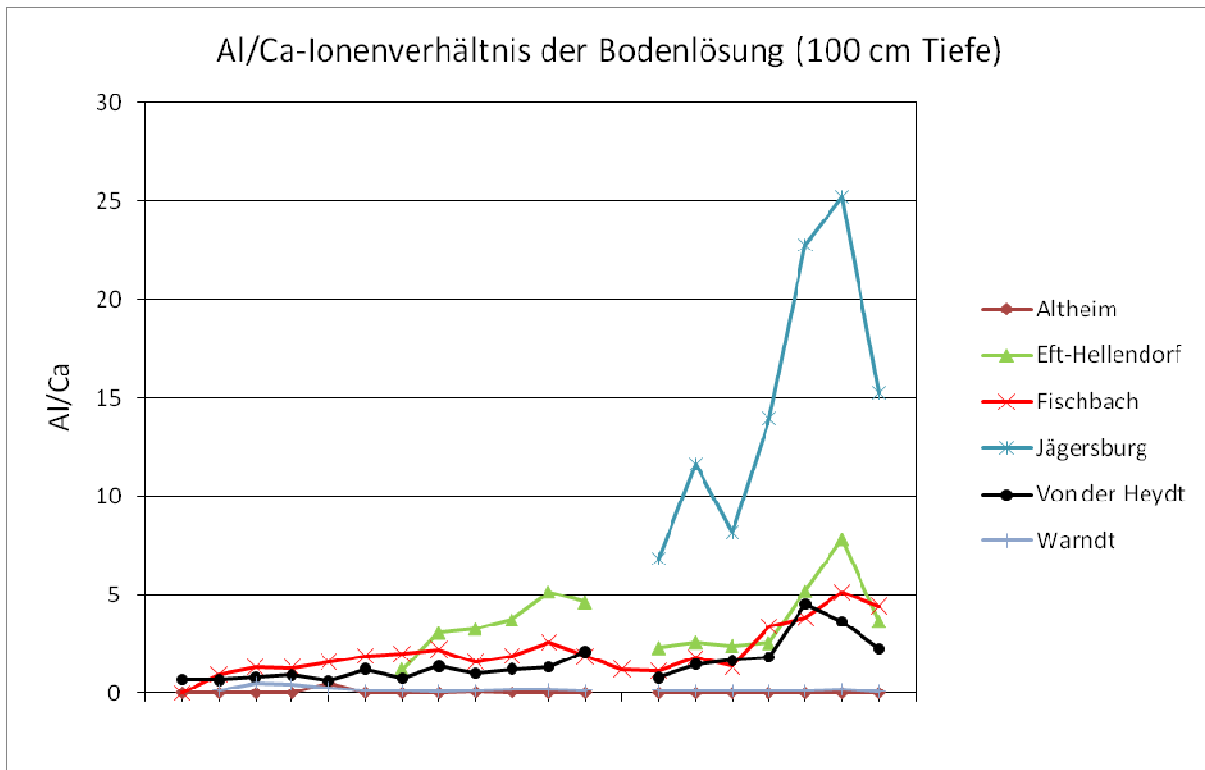


Abb. 39: Jahresmittel des molaren Verhältnisses von Aluminium zu Calcium (Al/Ca) in der Bodenlösung (Tiefenstufe 100 cm) für die Stationen Altheim, Eft-Hellendorf, Fischbach, Jägersburg, Von der Heydt und Warndt von 1990 bis 2009

- *Passivsammler*

Die Eintragsdaten für SO₂ zeigen einen klaren Trend mit hohen Einträgen in den Wintermonaten Januar und Februar und niedrigen Werten in den Sommermonaten (Abb. 40). Dieser Verlauf ist eindeutig auf den winterlichen Hausbrand zurückzuführen. Der seit dem Jahr 2006 erkennbare Abwärtstrend der SO₂-Einträge ist in 2009 allerdings unterbrochen worden. Für Ammoniak zeigt sich dagegen ein umgekehrtes Bild (Abb. 41). Die Spitzenwerte liegen hier in den Sommermonaten, wohingegen die Einträge im Winter niedrig sind. Dieser Verlauf wird durch die Gülleausbringung in der Landwirtschaft nach der sommerlichen Ernte beeinflusst.

Fischbach Passivsammler - Schwefeldioxid

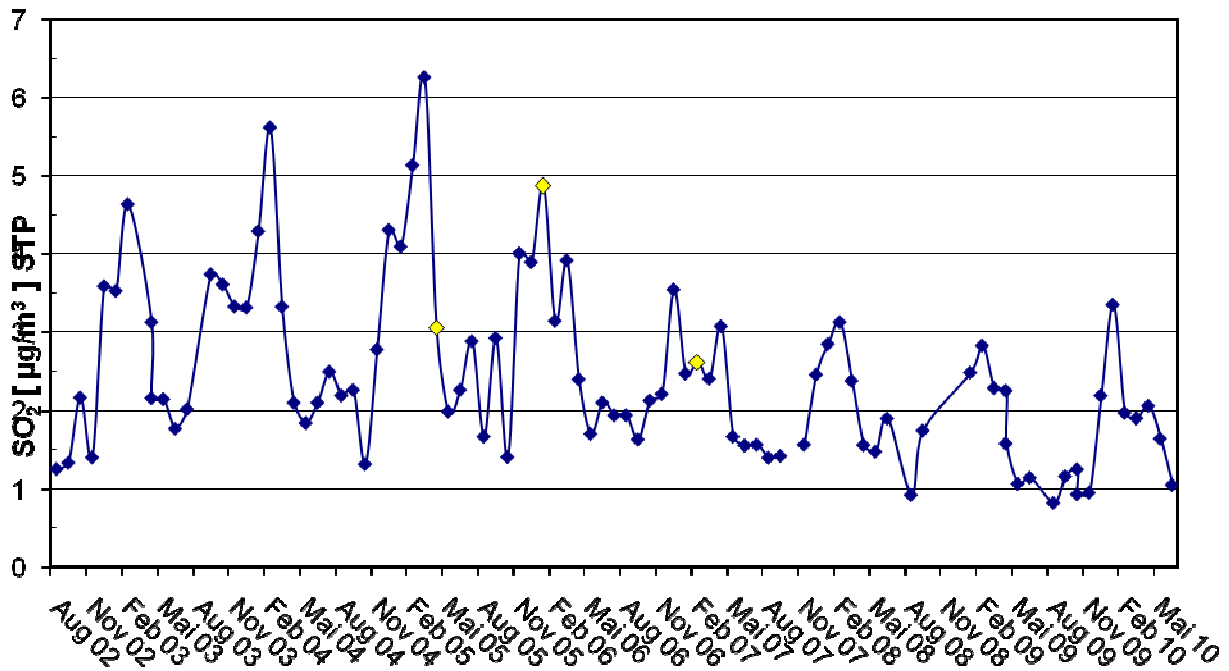


Abb. 40: Verlauf der mit Passivsammlern erfassten Schwefeldioxid-Einträge am Standort Fischbach

Fischbach Passivsammler - Ammoniak

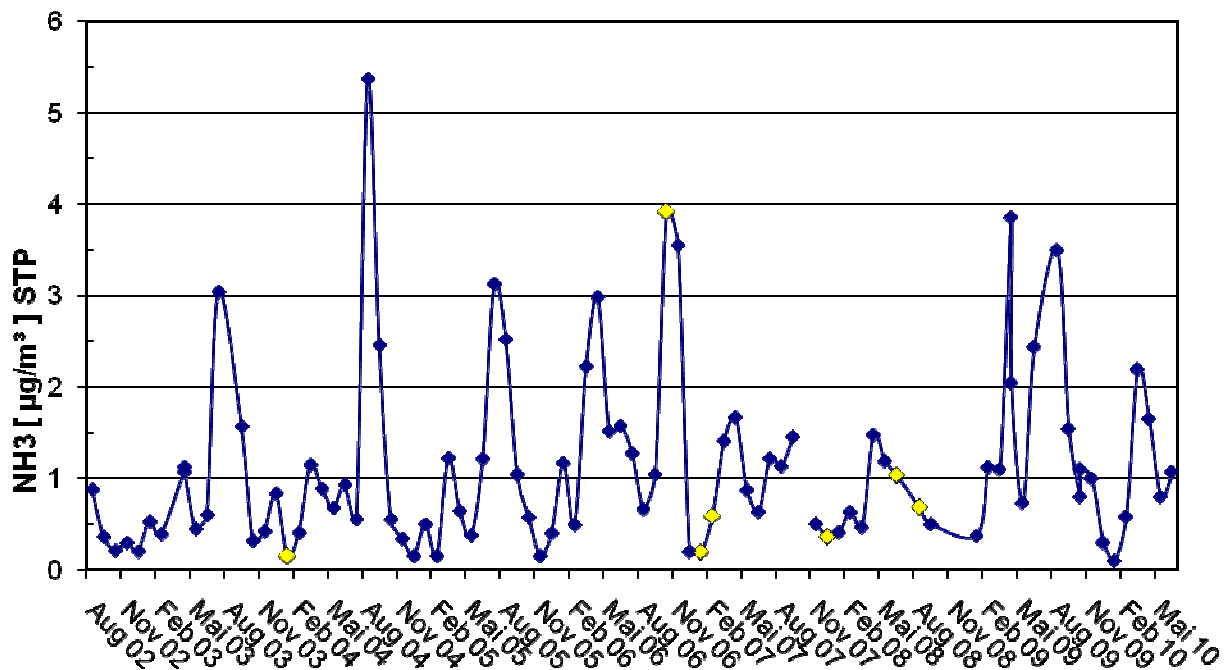


Abb. 41: Verlauf der mit Passivsammlern erfassten Ammoniak-Einträge am Standort Fischbach

Neben den seit August 2002 am Standort Fischbach betriebenen Messungen von Schwefeldioxid, Stickstoffdioxid und Ammoniak mittels Passivsammlern werden seit 2009 im Sommerhalbjahr auch **Ozonmessungen** durchgeführt. Trotz einiger Datenlücken zeigen die vorliegenden Messungen einen Ozonanstieg im Frühjahr bis zu den Sommermonaten und ein Abfallen der Werte zum Herbst/Winter (Abb. 42). Zur Bewertung der ökotoxikologischen Ozonwirkungen werden gewöhnlich Konzentrationssummenwerte oberhalb eines Schwellenwertes (AOT 40 Expositionsindex) als Berechnungsgröße herangezogen. Dieser Index wird als Summe der Differenzen zwischen stündlichen Ozonkonzentrationen und 40 ppb (~80 µg/m³) für einzelne Tage (8:00h - 20:00h) während der Vegetationsperiode kalkuliert. Auf Basis nationaler wie internationaler Bewertungsmaßstäbe zeigen die Auswertungen jedoch bislang keine baumschädigenden AOT₄₀-Konzentrationen.

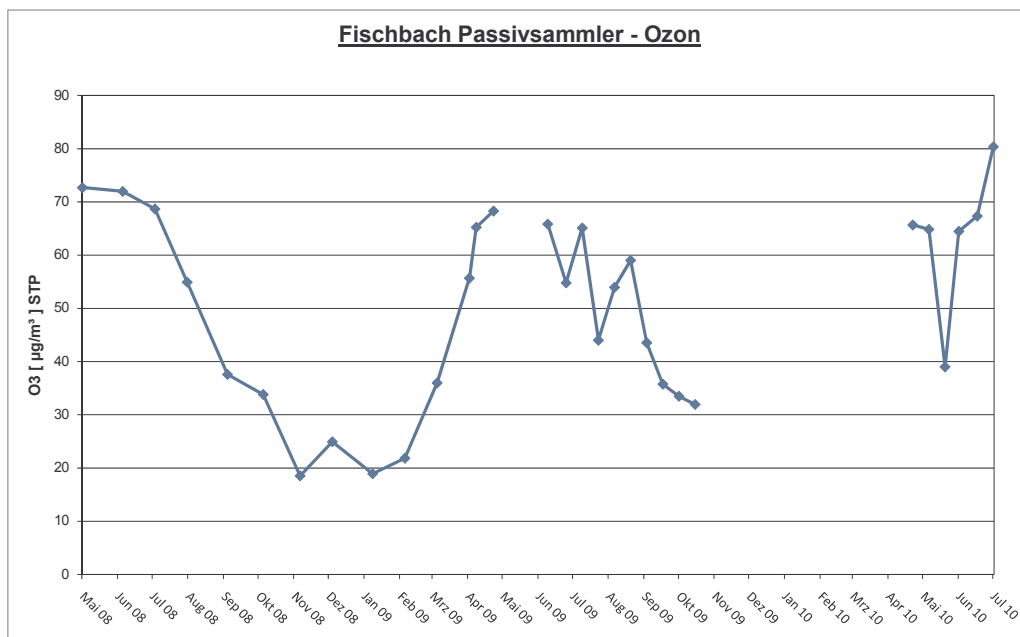


Abb. 42: Verlauf der mit Passivsammlern erfassten Ozon-Einträge am Standort Fischbach

Zur Erfassung von sichtbaren Ozonschäden wurde an der Freifläche in Fischbach eine sog. **LESS-Fläche** (LESS = Light Exposed Sampling Site = lichtexponierte Beobachtungsfläche) eingerichtet. Auch hier konnten in 2009/2010 keine Schäden festgestellt werden.

Ernährungszustand der Hauptbaumarten

Im Rahmen der Untersuchungen zum bundesweiten Bodenzustand der Wälder wurden im Saarland an 40 Standorten Blatt- und Nadelanalysen an den Hauptbaumarten Buche, Eiche, Fichte, Kiefer und Douglasie durchgeführt. Die Auswahl der Probenahmeorte erfolgte nach unterschiedlichen geologischen Substraten der Bodenbildung (vgl. Abb. 43) und den korrespondierenden Bodentypen.

Dabei wurde mit Hilfe von Baumkletterern insgesamt 157 Baumindividuen (47 Fichten, 30 Kiefern, 19 Douglasien, 4 Lärchen, 35 Buchen und 23 Eichen) standardisiert beprobt und die Blätter und Nadeln aus der Sonnenkrone auf die Hauptnährelement N, P, S, K, Ca und Mg sowie auf Spurenelemente (Fe, Mn, Cu, Zn und Cd) analysiert.

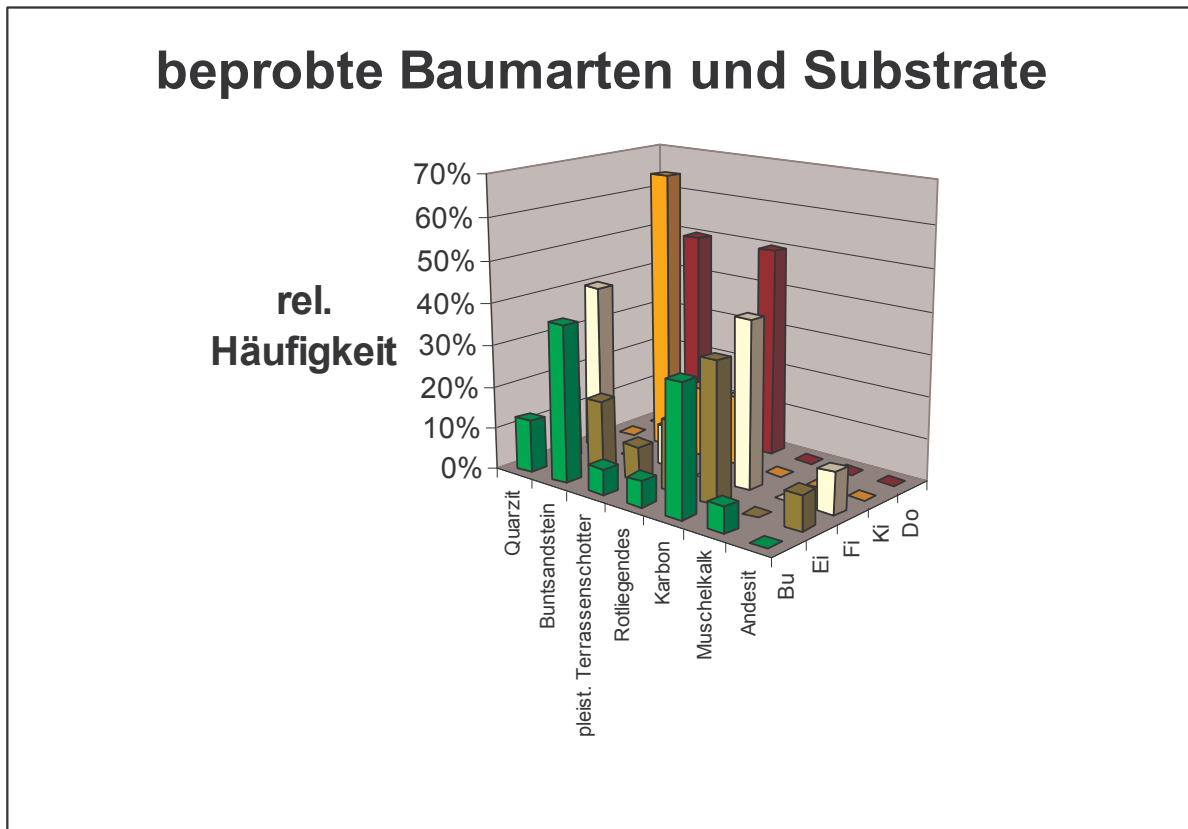


Abb. 43: relative Häufigkeit der beprobten Baumarten pro Klasse des geologischen Ausgangsmaterial der Bodenbildung

Anhand der so ermittelten Konzentrationen kann mit Hilfe von langjährigen Vergleichswerten der Ernährungszustand der Waldbäume für die einzelnen Nährelemente klassifiziert werden (sehr hoch, hoch, mittel, gering und sehr gering von den Burg, 1985, Heinsdorf 1993, 1996, Hüttl 1991, 1992). Wobei sich aufgrund der bislang wenigen Blatt-Nadelanalysen die Elementgehalte der Douglasie nur in drei Klassen (hoch, mittel und niedrig) gliedern lassen (FFCC 2010).

Aus dieser Klassifikation ergibt sich, dass keine Baumart unter Stickstoffmangel leidet (Abb. 44), jedoch bei allen Baumarten sehr geringe bis mittlere Phosphorgehalte die Regel sind, sehr hohe oder hohe P-Gehalte wurden nicht gefunden (Abb. 45). Ebenfalls sind sehr hohe und hohe Magnesiumgehalte eher selten, jedoch geringe und sehr geringe Magnesiumgehalte häufig anzutreffen (Abb. 46).

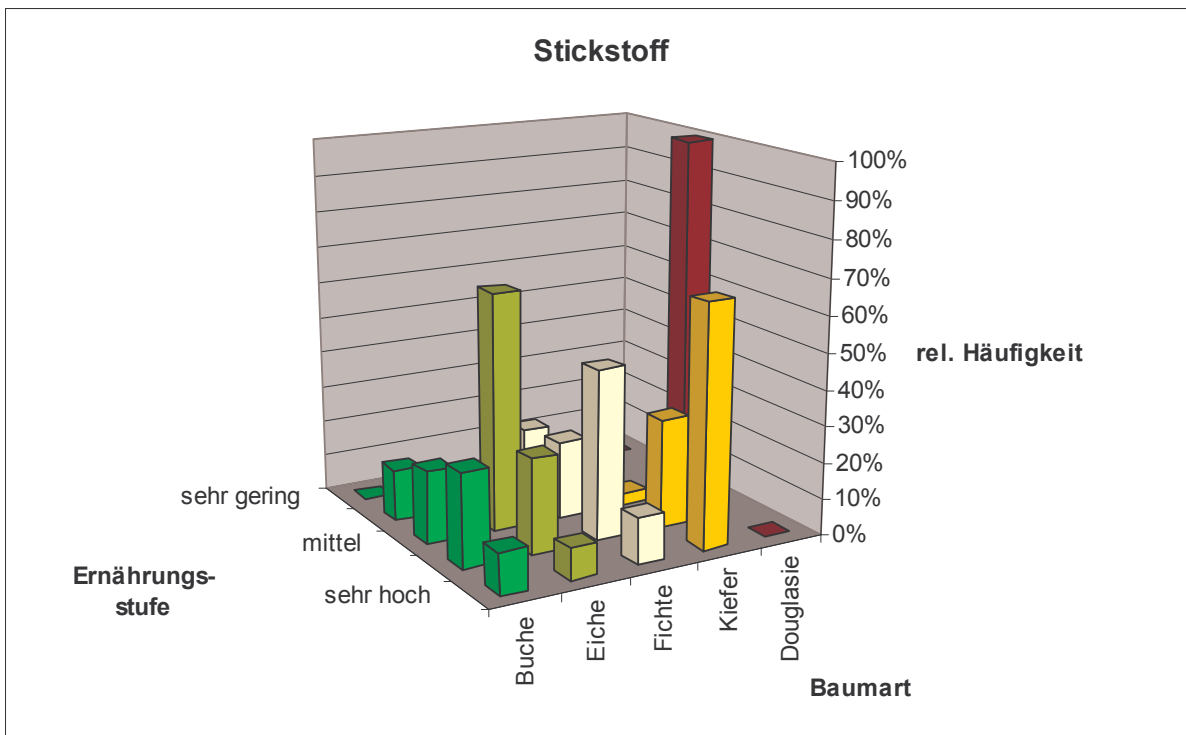


Abb. 44: relative Häufigkeit der Stickstoff -Ernährungsstufen der Hauptbaumarten. Sehr geringe N-Konzentrationen in Blättern und Nadeln treten nicht auf.

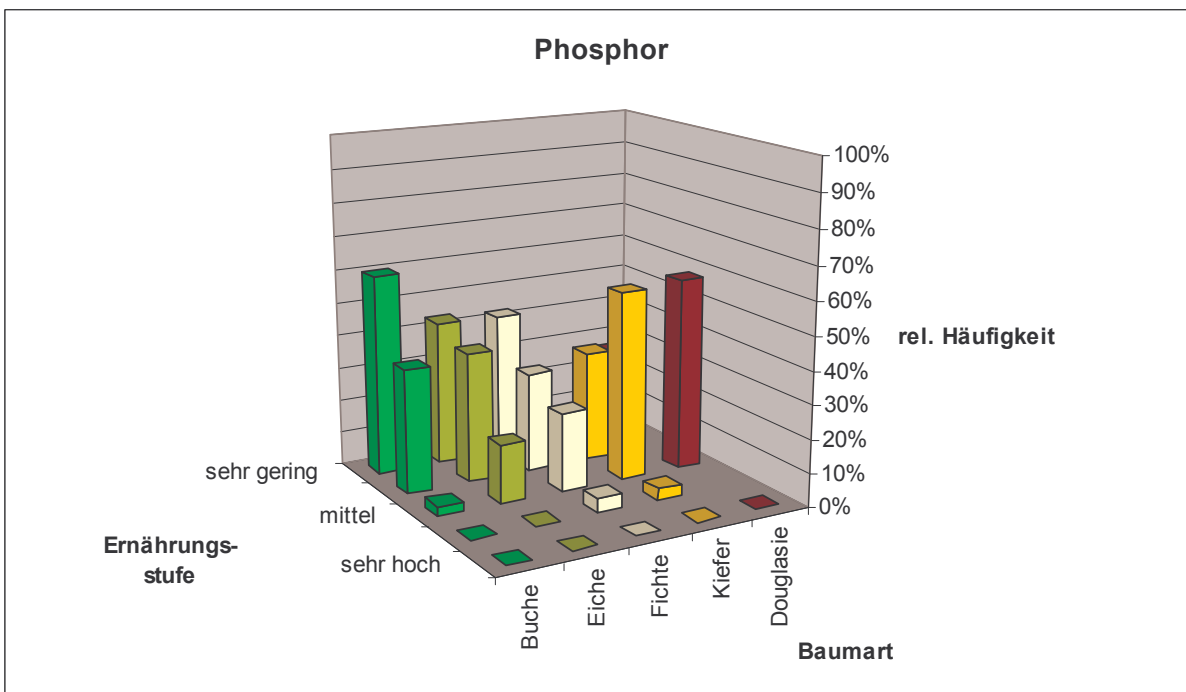


Abb. 45: relative Häufigkeit der Phosphor -Ernährungsstufen der Hauptbaumarten. Sehr hohe P-Konzentrationen in Blättern und Nadeln treten nicht auf, hohe P-Blattkonzentrationen sind selten.

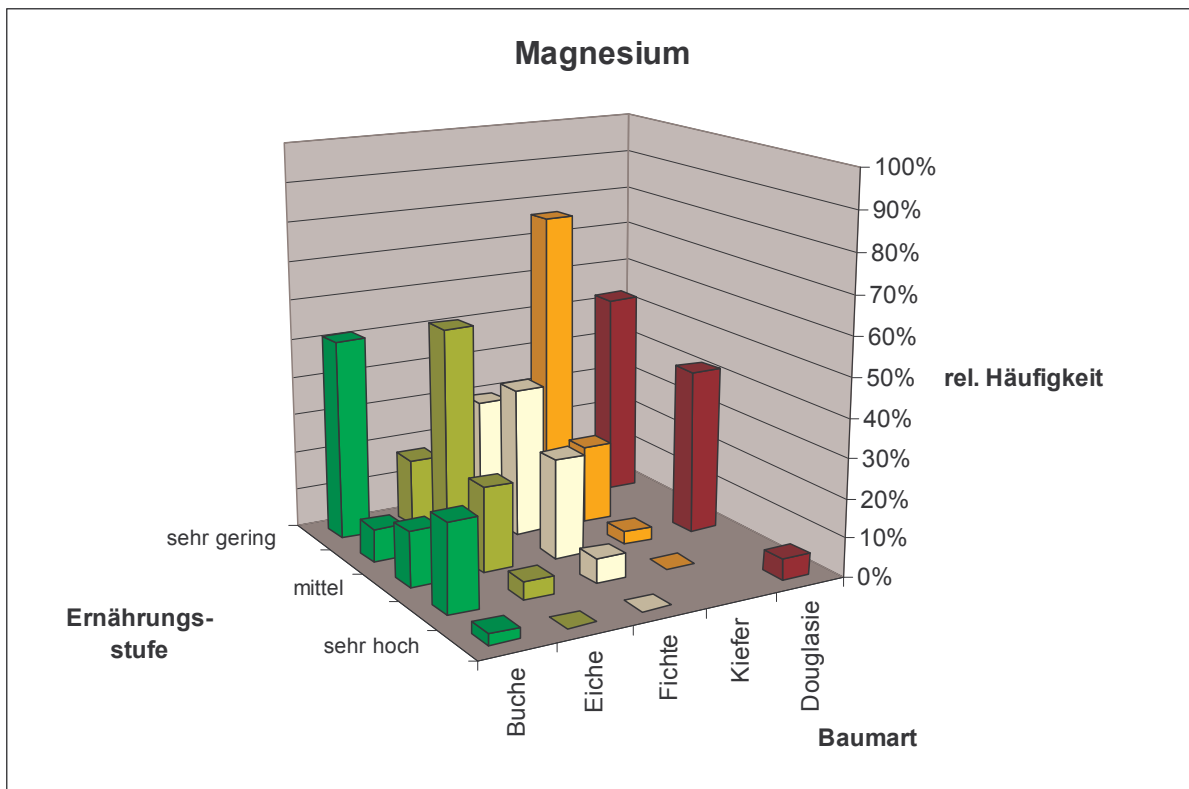


Abb. 46: relative Häufigkeit der Magnesium-Ernährungsstufen der Hauptbaumarten. Sehr hohe Mg-Konzentrationen in Blättern und Nadeln treten selten auf und sind an kalkhaltige Substrate gebunden (vgl. Abb. 7).

Das Auftreten hoher Magnesiumgehalte ist abhängig vom Verwitterungsmaterial des Bodens. So ist es nicht verwunderlich, dass auf Muschelkalk und dem vulkanischen Andesit kein Magnesium- und Kalziummangel herrscht, während auf dem basenarmen Ausgangsgesteinen des Buntsandsteins, des Quarzits und dem Rotliegenden erheblicher Magnesiummangel vorherrscht (Abb. 49). Die N- und P-Ernährung scheint im Großen und Ganzen unabhängig vom geologischen Ausgangsmaterial zu sein (Abb. 47 und 48). Die mehr vom biologischen Kreislauf abhängigen Elemente N, P und S zeigen keinen Zusammenhang mit dem geologischen Ausgangsgestein der Bodenbildung

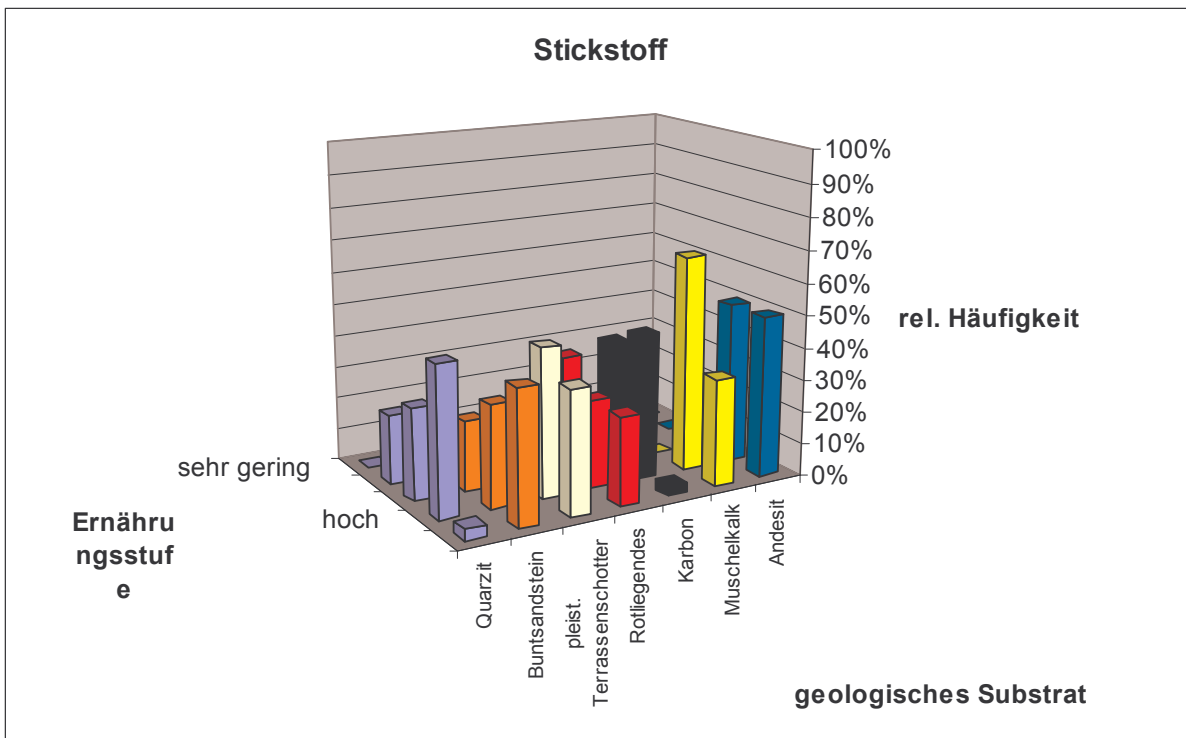


Abb. 47: relative Häufigkeit der Stickstoff-Ernährungsstufen aller untersuchten Baumarten in Abhängigkeit vom geologischen Ausgangsubstrat der Bodenbildung.

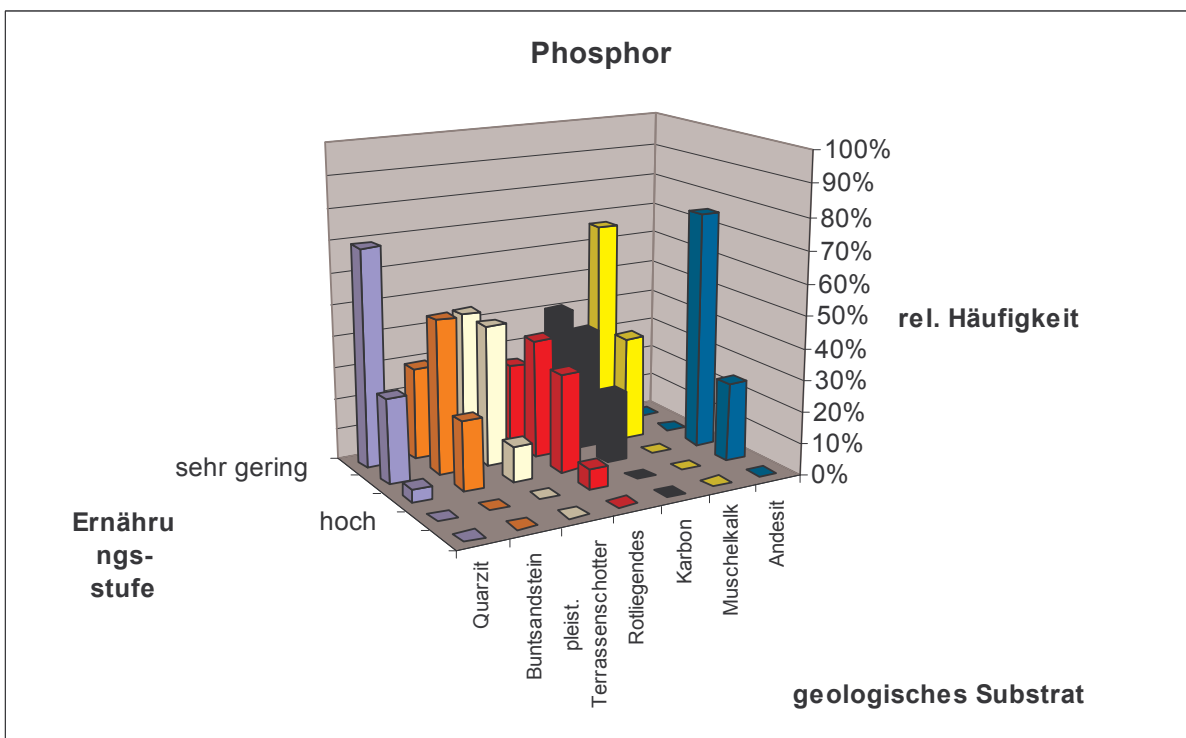


Abb. 48: relative Häufigkeit der Phosphor -Ernährungsstufen aller untersuchten Baumarten in Abhängigkeit vom geologischen Ausgangsubstrat der Bodenbildung.

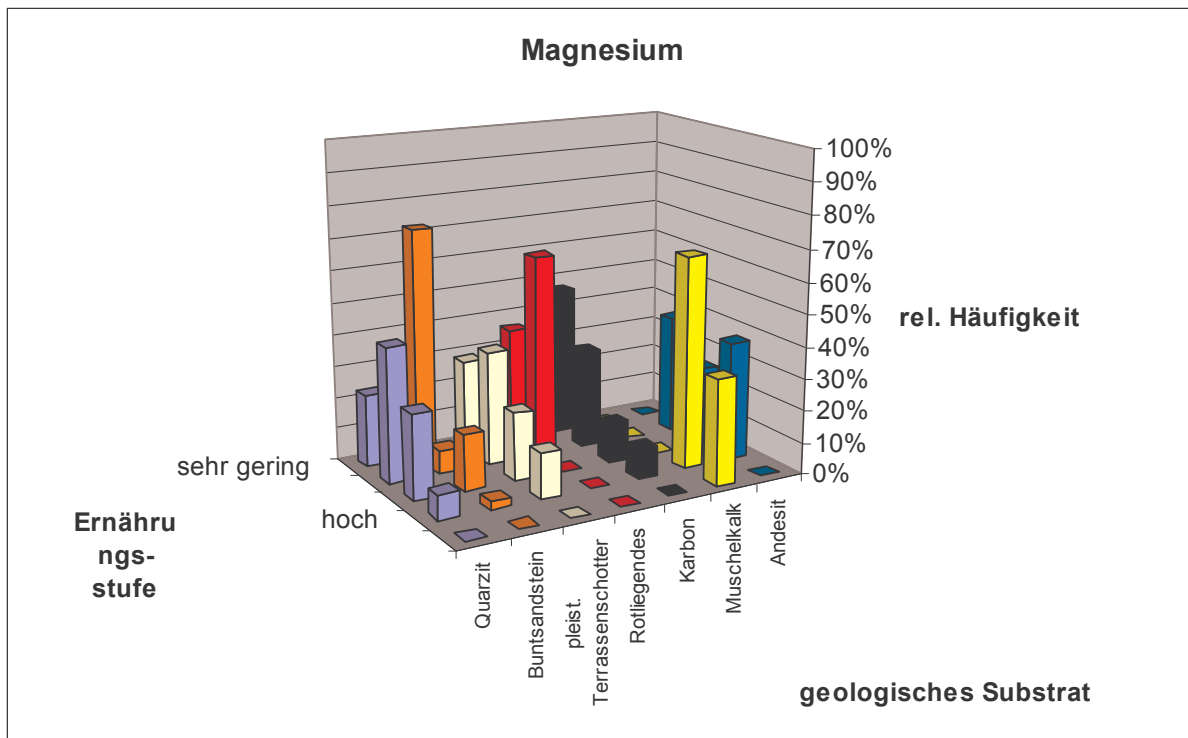


Abb. 49: relative Häufigkeit der Magnesium-Ernährungsstufen aller untersuchten Baumarten in Abhängigkeit vom geologischen Ausgangssubstrat der Bodenbildung.

Es ist festzustellen, dass bei keiner Baumart und in keinem individuellen Fall Stickstoff- und Schwefelmangel erkennbar ist, während in der Mehrzahl der Fälle die gemessene Phosphorkonzentration als sehr gering bis gering einzustufen ist und hohe bis sehr hohe Konzentrationen völlig fehlen.

Die gute Stickstoff- und Schwefelernährung ist mit großer Sicherheit eine Folge der früher hohen Schwefeldeposition, und der anhaltend hohen atmosphärischen Stickstoffdeposition. Die so in den biologischen Kreislauf gelangten Elemente reichern sich in der Phytomasse an. Lediglich Phosphor, der nicht atmosphärisch verbreitet wird, gerät in Mangel. Bei gleichzeitiger Bodenversauerung durch Auswaschung puffernder Kationen wie Ca, Mg und K gehen die pflanzenverfügbaren Phosphate in wasserunlösliche Formen über, so dass sie von der Vegetation nicht aufgenommen werden können. Dies führt zu dem aufgezeigten P-Mangel.

Stickstoff ist nach Kohlenstoff der zweitwichtigste Pflanzennährstoff. Er dient zum Aufbau von Aminosäuren (Proteine), Nucleinären und heterocyclischen Azoverbindungen (Stickstoffbasen). Der Phosphor ist das zentrale Element des Energiestoffwechsels und kommt als Polyphosphatester (ATP, ADP) sowie in Nucleinsäuren vor. Eine gute Stickstoffernährung führt zu höherer Produktion. Phosphorüberschuss in Pflanzen ist weitgehend unbekannt, da seine Löslichkeit durch die Existenz von Ca- oder Al-Phosphaten nur auf einen kleinen pH-Bereich beschränkt bleibt. Bei der relativ guten N-Ernährung und dem vorliegenden Phosphormangel ist zu befürchten, dass es zu Nährstoffungleichgewichten kommt.

Deshalb sollte der Frage nachgegangen werden, in wie weit der P-Mangel mittlerweile limitierend auf den Zuwachs auswirkt.

Koerselman & Meuleman (1996) sprechen von einer N-Limitierung der Produktion in marinen und nassen terrestrischen Ökosystemen bei einem N/P-Verhältnis von <14 und einer P-Limitierung bei einem N/P-Verhältnis >16 . In wie weit sich dies auf Wälder übertragen lässt ist zurzeit noch fraglich. Hier ist Forschungsbedarf gegeben.

Aus dem vorliegenden Datenmaterial ergibt sich die Tendenz, dass die Buche und Eiche dann P-limitiert ist, während die Fichte und Kiefer eher N-limitiert sind, während die Douglasie eine Mittelstellung zwischen den Laub und Nadelholzarten einnimmt. Um diese Frage zu klären müssen weitere größere Stichproben analysiert und in Zusammenhang mit Zuwachsmessungen z.B. im Rahmen der bundesweiten BZE-Erhebungen ausgewertet werden oder Düngungsversuche mit Phosphor unter Beobachtung des Blatt N/P-Verhältnisses und des jährlichen Zuwachses durchgeführt werden

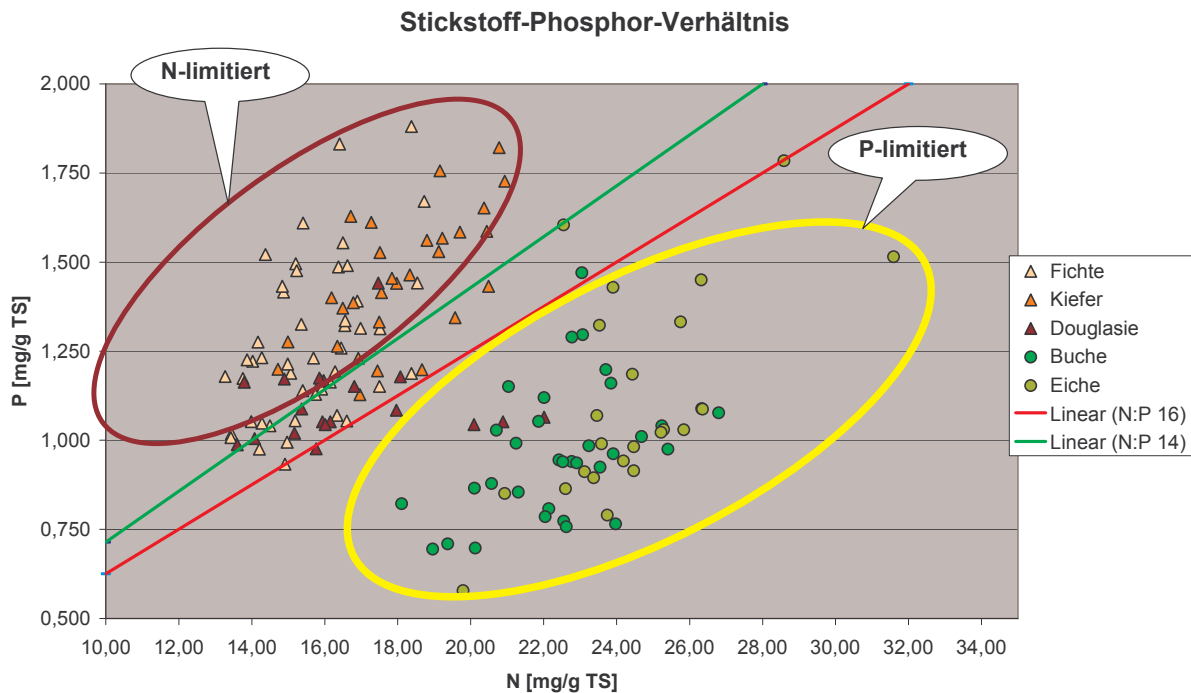


Abb. 50: Streudiagramm der N- und P-Gehalte der untersuchten Blätter und Nadeln (jüngster Jahrgang). Die Laubbäume haben wesentlich höhere N-Gehalte bei niedrigerem P-Gehalt als die Nadelbäume. Folgt am Vermutungen von Koerselman & Meuleman (1996) ist die Buche und Eiche auf den untersuchten Standorten weitgehend P-limitiert (N:P-Verhältnis größer 16), während Fichte und Kiefer hauptsächlich durch den Stickstoff limitiert wird (N:P-Verhältnis kleiner 14). Die Douglasie nimmt eine Mittelstellung ein.

Literatur:

- BURG, J. VAN DEN 1985: Foliar analysis for determination of tree nutrient status - A compilation of literature data. Rijksinstituut voor onderzoek in de bos - en landschapsbouw "De Dorschkamp" Wageningen Rapport nr. 414, 615 pages.
- FFCC 2005: <http://bfw.ac.at/rz/bfwcms.web?dok=2888>
- HEINSDORF D. 1996: Boden- und ernährungskundliche Untersuchungen in geschädigten Eichenbeständen des nordostdeutschen Tieflandes. Mitt. Biol. Bundesanst. Land- u. Forstwirtschaft. Berlin-Dahlem 318,79-98.
- HEINSDORF D. 1993. The role of nitrogen in decline Scots pine forests (*Pinus sylvestris*) in the lowland of east Germany. Water Air and Soil Poll. 69, 21-35.
- HÜTTL, R. F. 1991: Die Nährelementversorgung geschädigter Wälder in Europa und Nordamerika Freiburg im Breisgau: Inst. für Bodenkunde und Waldernährungslehre der Albert-Ludwigs-Universität. Freiburger bodenkundliche Abhandlungen 28.
- HÜTTL, R. F. 1992: Die Blattanalyse als Diagnose- und Monitoringinstrument in Waldökosystemen. Freiburger Bodenkundl. Abhandlungen 20:31-59.
- KOERSELMAN, W., MEULEMAN, A.F.M., 1996. The vegetation N:P ratio: a new tool to detect the nature of nutrient limitation. Journal of Applied Ecology 33, 1441-1450