September 1994

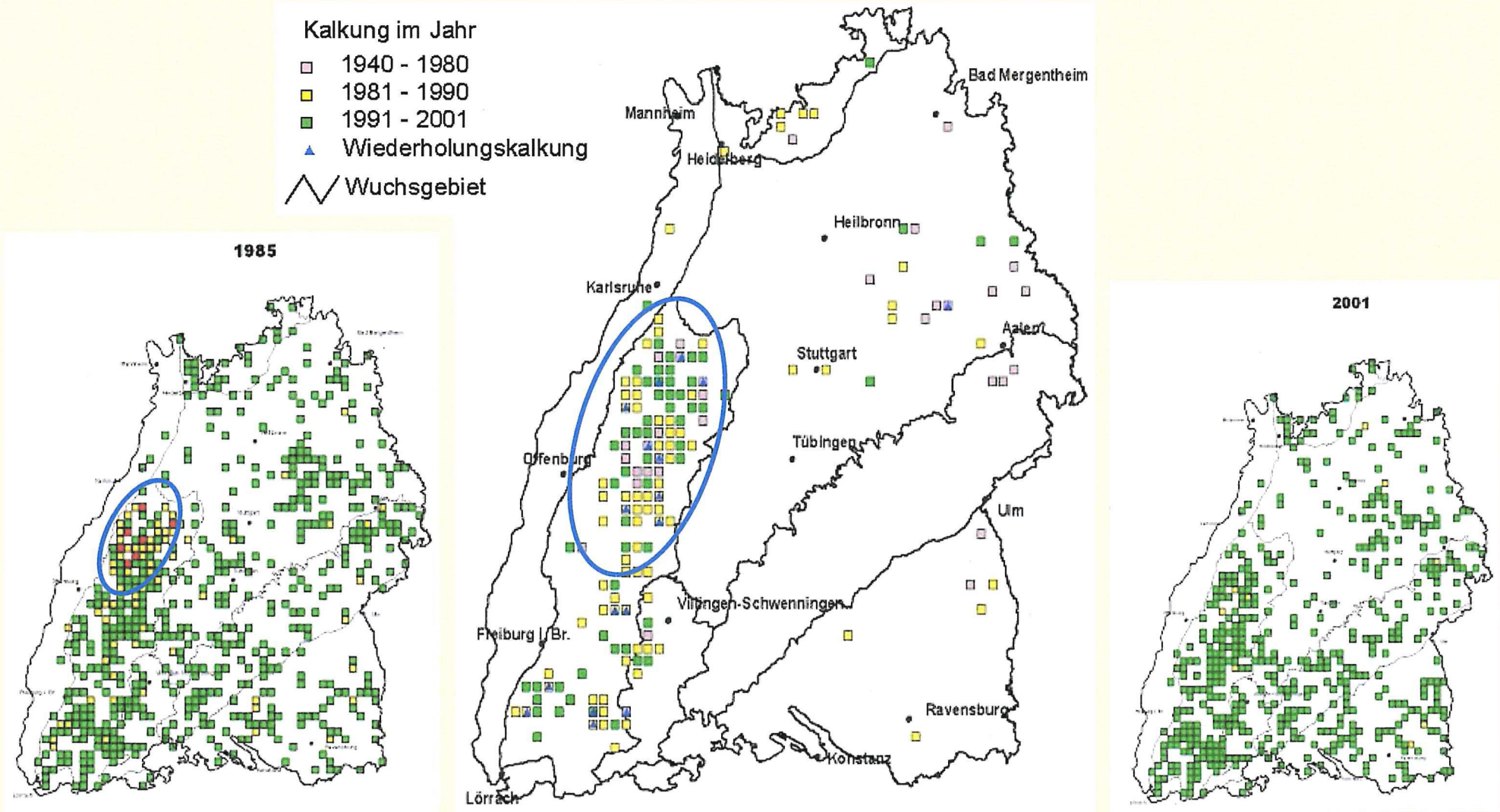
Waldschadensbericht

Baden-Württemberg

1994

Forstliche Versuchs- und Forschungsanstalt
Baden-Württemberg, Freiburg im Breisgau
Abteilung Waldschutz

Vergilbung an Nadeln und Blättern



INHALTSVERZEICHNIS

Seite

1. Inventurumfang und Durchführung der Inventur 2

2. Aktuelle Schadenssituation und Schadensentwicklung 3

2.1 Gesamtsituation 3

2.2 Vergleich der Grundaufnahmen (4 x 4 km-Netz) 3

2.2.1 Wuchsgebiete 3

2.2.2 Forstdirektionen 5

2.2.3 Baumarten 5

2.3 Vergleich der Aufnahmen des EG-Netzes (16 x 16 km-Netz) 7

3. Einflußfaktoren 7

3.1 Immissionen 7

3.1.1 Gasförmige Immissionen 7

3.1.2 Niederschlagsdeposition 8

3.2 Versorgung mit Nährelementen 8

3.2.1 Bodenzustandserhebung 8

3.2.2 Immissionsökologische Waldzustandserhebung 9

3.3 Schäden durch Insekten und Pilze 9

3.4 Witterungsverlauf 10

3.4.1 Witterungssituation 1993/94 10

3.4.2 Lang- und mittelfristiger Witterungsverlauf 11

4. Zusammenfassende Bewertung 12

Anhang 13

1. Inventurumfang und Durchführung der Inventur

Die elfte terrestrische Waldschadensinventur im Jahr 1994 (TWI'94) wurde als Grundaufnahme mit einer Rasterdichte von 4 x 4 km durchgeführt. Hierdurch wurde die Situation für die Hauptbaumarten in den größeren Wuchsgebieten mit ausreichender Genauigkeit erfaßt. Da die Inventuren 1992 und 1993 im 16 x 16 km-Raster keine Auswertungen für Wuchsgebiete und Baumarten zulassen, liegen damit erstmals seit 1991 hierfür wieder Vergleichswerte vor.

Zusammen mit der TWI erfolgten, wie in den Jahren 1983 und 1988, die Aufnahmen für die Immissionsökologische Waldzustandserhebung (IWE).

Jahr	Aufnahmeintensität	Anzahl Probepunkte	Anzahl Probebäume
1988	Unterstichprobe	571	11 926
1989	Grundaufnahme	827	17 268
1990	EG-Aufnahme	49	1 155
1991	Grundaufnahme	798	18 843
1992	EG-Aufnahme	48	1 142
1993	EG-Aufnahme	48	1 142
1994	Grundaufnahme	777	18 202

Zur Wahrung der Vergleichbarkeit der Ergebnisse mit denen der vorangegangenen Inventuren wurden die Kurse für die Aufnahmetrupps nach dem bewährten Muster der Vorinventuren durchgeführt. Hierzu gehörte die Schulung von 8 Gebietsleitern, 38 Forstreferendaren und 48 Forstinspektorenanwärtern auf den Schätzpfaden in der Umgebung von Freiburg durch Mitarbeiter der FVA.

Die Außenaufnahmen erfolgten in der Zeit vom 1. bis zum 12. August.

Der Stichprobenumfang ist in Anlage 1 dargestellt.

Zwischen der Inventur 1991 und 1994 sind insgesamt 30 Stichprobenpunkte ausgefallen. Hiervon ging der größte Teil in Folge von außerplanmäßigen Nutzungen, meist Windwurf (20 Stichproben) und Borkenkäfer (3 Stichproben), verloren. 4 Stichprobenpunkte entfielen aufgrund planmäßiger Nutzung, und bei 3 Stichprobenpunkten ist der Ausfallgrund unbekannt.

Bei der diesjährigen Inventur mußten insgesamt 916 Probebäume ersetzt werden, davon waren 520 Ersatzbäume über 60 Jahre alt. Ein Vergleich zwischen den ausgefallenen und den Ersatzbäumen über 60 Jahren ergibt, daß von den ausgefallenen Bäumen nur 6 % den Schadstufen 2-4 zugerechnet wurden, während 44 % der Ersatzbäume in diese Stufen fallen. Durch den Ersatz von Stichprobenbäumen wurde also keine Verringerung der Anteile an den Schadstufen 2-4 bewirkt.

Hauptgrund für den Ersatz von Stichprobenbäumen auf noch vorhandenen Aufnahmepunkten war die planmäßige Nutzung (45 %). Weitere häufige Ausfallgründe sind abiotische Ursachen wie z.B Sturmwurf (13 %) und das Umsetzen in die bei der Schaderhebung nicht einbezogenen Kraft'schen Baumklassen IV oder V (24 %).

2. Aktuelle Schadenssituation und Schadensentwicklung

2.1 Gesamtsituation

Aufgrund der Verwendung unterschiedlicher Aufnahmenetze sind Jahresvergleiche der Waldschadenserhebungen nur bedingt möglich. Während die Höhe des Schadniveaus im Gesamtwald Baden-Württenbergs auch durch die Erhebung im 16 x 16 km-Netz ermittelt werden kann, sind statistisch abgesicherte Aussagen über Baumarten und die Situation in den einzelnen Wuchsgebieten oder Forstdirektionsbereichen nicht möglich. Erst bei Erhebungen im 4 x 4 km-Netz können auch Baumarten, Wuchsgebiete und Forstdirektionen ausgewertet werden.
In den letzten beiden Jahren erfolgten Erhebungen im 16 x 16 km-Netz; Jahresvergleiche bleiben hier auf die Gesamtsituation begrenzt.
Die letzte mit der diesjährigen Waldschadenserhebung voll vergleichbare Inventur erfolgte 1991. Aussagen über die Schadflächen der einzelnen Baumarten und in einzelnen Wuchsgebieten bzw. Forstdirektionsbereichen sind nur für den Zeitraum 1991-1994 möglich. Zwischenzeitlich veränderte Trends können hier nicht erkannt werden.

Im Vergleich zum Vorjahr ging landesweit der Anteil der Schadstufen 2-4 zurück. Der Trend der letzten beiden Jahre, mit stark steigenden Schadflächenanteilen, hat sich damit nicht fortgesetzt.
25,5 % der Waldfläche in Baden-Württemberg sind deutlich geschädigt (Schadstufen 2-4). Dieses Schadniveau wurde nur 1985 und im Vorjahr übertroffen (vgl. Anlage 2).

2.2 Vergleich der Grundaufnahmen (4 x 4 km-Netz)

Im Vergleich zum Jahr 1991 (letzte Grundaufnahme) hat ein deutlicher Anstieg der Schadstufen 2-4 um 8,5 Prozentpunkte stattgefunden. Während sich die Flächen in den Stufen 0 und 1 etwa zu gleichen Teilen verringert haben, erfolgte die Zunahme im wesentlichen in der Schadstufe 2 (vgl. Anlage 4).

Nachdem das Schadniveau 1985 seinen vorläufigen Höhepunkt erreichte, nahm es bis 1991 insgesamt ab. Durch den starken Anstieg im Jahr 1994 wird nun das zweithöchste Schadniveau in der Geschichte der TWI erreicht (vgl. Anlagen 2 und 3).

2.2.1 Wuchsgebiete

In Anlage 7 sind die Schadstufenanteile für die Hauptbaumarten, für die statistisch gesicherte Aussagen möglich sind, wuchsgebietsweise dargestellt.

In allen Wuchsgebieten hat gegenüber 1991 ein deutlicher Anstieg der Flächen in den Schadstufen 2-4 stattgefunden. Besonders deutlich sind die Zunahmen im Schwarzwald und in den kleinen Wuchsgebieten Baar-Wutach und Oberrheinisches Tiefland (vgl. Anlage 5).

Nach wie vor bildet das Wuchsgebiet **Schwarzwald** das Hauptschadensgebiet in Baden-Württemberg. Durch den starken Anstieg um 11 Prozentpunkte seit 1991 beträgt der Anteil der Schadstufen 2-4 dort jetzt 33 %. Nach einer Verringerung der Schadflächen zwischen 1987 und 1991 ist damit nahezu das hohe Niveau der frühen 80iger Jahre erreicht.
Hauptursache für den starken Anstieg der Schadflächenanteile sind vor allem die starken Zunahmen bei den beiden wichtigsten Baumarten Fichte (Schadstufen 2-4: 35 %, Zunahme 15 Prozentpunkte) und Tanne (Schadstufen 2-4: 52 %, Zunahme 17 Prozentpunkte).

Die Schadstufenverteilung im **Neckarland** entspricht mit einem Anteil von 24 % in den Schadstufen 2-4 etwa dem Landesmittel. Auch die Zunahme der Flächen in den Schadstufen 2-4 zwischen 1991 und 1994 erfolgte in gleicher Höhe wie im Landesdurchschnitt. Dies gilt auch für die einzelnen Baumarten. Bei Eiche haben die Schadflächen mit 12 Prozentpunkten sehr stark zugenommen.

Im Wuchsgebiet **Schwäbische Alb** hat seit 1988 ein kontinuierlicher Anstieg, allerdings von einem niedrigen Niveau ausgehend, zu einem Flächenanteil an den Schadstufen 2-4 von 21 % geführt. Die Nadelbäume sind deutlich weniger geschädigt als im Landesmittel. Die Zunahme der Schadflächenanteile erfolgte hauptsächlich bei der Buche.

Trotz der Zunahme der Schadstufen 2-4 um 5 Prozentpunkte auf 14 % ist das **Südwestdeutsche Alpenvorland** nach wie vor das Wuchsgebiet mit dem niedrigsten Schadniveau. Die Zunahme beruht auf den gestiegenen Schadflächenanteilen bei der Baumart Fichte.

Im kleinen Wuchsgebiet **Baar-Wutach** haben sich die Flächenanteile der Schadstufen 2-4 um 20 Prozentpunkte auf 41 % verdoppelt. Damit ist das Schadniveau hier erstmals höher als im angrenzenden Schwarzwald. Die hier prägende Hauptbaumart ist die Fichte (Schadstufen 2-4: 36 %, Zunahme 19 Prozentpunkte).

Im **Odenwald** (Zunahme der Stufen 2-4 um 9 Prozentpunkte auf 24 %) und im **Oberrheinischen Tiefland** (Zunahme der Stufen 2-4 um 13 Prozentpunkte auf 25 %) liegen die Zunahmen der Schadflächenanteile ebenfalls deutlich über dem Landesmittel. Während dies im Odenwald durch die starke Zunahme der Schadflächen bei Fichte und Buche begründet ist, hat sich im Oberrheinischen Tiefland vor allem der Zustand der Kiefer sehr verschlechtert.

Insgesamt muß festgestellt werden, daß die Schadflächen in allen Wuchsgebieten gegenüber 1991 nahezu gleichmäßig zugenommen haben. Bei den einzelnen Baumarten sind jedoch teilweise erhebliche Unterschiede innerhalb einzelner Wuchsgebiete aufgetreten.
Vergleiche hierzu die Anlagen 5, 6, 7 und 8.

2.2.2 Forstdirektionen

Im Bereich der **Forstdirektion Stuttgart** beträgt der Flächenanteil der Schadstufen 2-4 25 %. Dies entspricht dem Niveau des Landesdurchschnitts, ebenso wie die Zunahme um 8,3 Prozentpunkte seit 1991.

Im Bereich der **Forstdirektion Karlsruhe** sind die Anteile der Schadstufen 2-4 um 7,6 Prozentpunkte auf 22,6 % gestiegen.
Außergewöhnlich stark war hier die Zunahme bei der Eiche mit 21 Prozentpunkten.

Im Bereich der **Forstdirektion Freiburg** liegt das Schadniveau mit 32,5 % Anteil an den Schadstufen 2-4 am höchsten. Hier war auch die Zunahme gegenüber 1991 mit 11,5 Prozentpunkten am stärksten ausgeprägt.

Im Bereich der **Forstdirektion Tübingen** nahmen die Flächen in den Stufen 2-4 um 6,1 Prozentpunkte zu. Auffällig sind die sehr starken Schäden bei der Eiche (Stufen 2-4: 49 %) gegenüber dem Land (Stufen 2-4: 38 %), die allerdings auch schon 1991 (Stufen 2-4: 47 %) festgestellt wurden. Im Forstdirektionsbereich wurde mit 20 % das niedrigste Schadniveau im Landesvergleich gehalten.

Insgesamt läßt sich aussagen, daß die Schadflächen in Direktionsbereichen mit hohem Niveau stärker zugenommen haben, als in solchen mit geringem, die Unterschiede also eher vergrößert wurden (vgl. Anlage 9).

2.2.3 Baumarten

Tabellen zur Entwicklung des Gesundheitszustandes der Hauptbaumarten sind in Anlage 10 zu finden.

Fichte

Gegenüber der letzten Grundaufnahme 1991 ist der Anteil an den Stufen 2-4 mit 9 Prozentpunkten auf 23 % deutlich angestiegen. Die Fichtenschäden erreichen damit landesweit wieder das Niveau von 1986.

Die Schadenshöhe in den einzelnen Wuchsgebieten differiert sehr stark. Während auf der Alb und im Südwestdeutschen Alpenvorland relativ geringe Schadflächenanteile festgestellt wurden (Schadstufen 2-4: 13 % bzw. 15 %), sind die Schadstufenanteile im Schwarzwald und auf der Baar beträchtlich (Schadstufen 2-4: 35 bzw. 36 %).
In allen Wuchsgebieten mit Ausnahme der Schwäbischen Alb erfolgte eine deutliche Zunahme der Schadstufen 2-4.

Ältere Bestände weisen deutlich höhere Schadflächenanteile auf als jüngere. So entfallen bei Beständen unter 60 Jahren 90 % der Fläche auf die Stufen 0 und 1.

Die Vergilbung blieb, wie in den vorangegangenen Jahren, von geringem Einfluß auf das Schadniveau. Nur etwa 0,4 % Anteil an den Schadstufen 2-4 im Gesamtwald ist auf starke Vergilbung zurückzuführen.

Allerdings ist trotz großflächig erfolgter Kalkungen im Schwarzwald der Anteil an Fichten mit mehr als 25 % bzw. 60 % vergilbten Nadeln (Vergilbungsstufen 2 und 3) von 0,9 % auf 2,3 % angestiegen.
Vergleiche hierzu die Anlagen 3 und 11.

Tanne

Die Tanne verzeichnet seit 1991 mit 14 Prozentpunkten die stärkste Zunahme der Schadstufen 2-4 von allen Hauptbaumarten. Eine längere Phase der Regeneration, seit 1985 hatten die Schadflächenanteile bei der Tanne von einem allerdings extrem hohen Niveau ausgehend kontinuierlich abgenommen, scheint damit beendet zu sein. Der Anteil der Stufen 2-4 beträgt nun 48 %. Die Tanne ist damit immer noch die am stärksten geschädigte Baumart. Der Anstieg gegenüber 1991 erfolgte hauptsächlich im Hauptschadensgebiet Schwarzwald (17 Prozentpunkte), während im Neckarland nur geringe Zunahmen (4 Prozentpunkte) festgestellt wurden.

Wie bei den Fichten hat sich auch bei den Tannen der Anteil an Bäumen mit deutlich vergilbten Nadeln (Vergilbungsstufe 2 und 3) im Schwarzwald mit 5,2 % gegenüber 1991 (2,4 %) stark vergrößert.

Kiefer

Landesweit ist der Anteil an den Schadstufen 2-4 um 5 Prozentpunkte auf 29 % angestiegen.
Im Wuchsgebiet Neckarland, das 1991 einen besonders steilen Anstieg verzeichnete, war die Zunahme der Schadflächen mit 5 Prozentpunkten eher gering. Dagegen mußte im Wuchsgebiet Oberrheinisches Tiefland eine Zunahme in den Schadstufen 2-4 um 16 Prozentpunkte festgestellt werden. Die Kiefer zeigt daher heute in tieferen Lagen mit 34 % (Stufe 2-4 Neckarland) und 29 % (Stufe 2-4 Oberrheinisches Tiefland) deutlich größere Schadflächenanteile als im Schwarzwald mit 19 % Anteil an den Schadstufen 2-4.

Buche

Im Vergleich zur Tanne oder zur Eiche ist das Schadniveau bei der Buche seit Beginn der Inventur relativ konstant. Der Anteil an den Schadstufen 2-4 beträgt 23 %, dies bedeutet eine Zunahme gegenüber 1991 um 7 Prozentpunkte.
Die Entwicklung in den einzelnen Wuchsgebieten verlief allerdings uneinheitlich. Während im Schwarzwald, auf der Schwäbischen Alb und im Neckarland leichte Zunahmen bei den Schadstufen 2-4 festgestellt wurden, trat im Wuchsgebiet Südwestdeutsches Alpenvorland eine Verbesserung um 8 Prozentpunkte auf.

Ebenso wie im Jahr 1991 wurde die Fruktifikation der Buchen aufgenommen. Nur 8 % der Buchen über 60 Jahre wiesen mittelstarken Fruchtbehang auf. Starker Fruchtbehang wurde nur an 1 % der älteren Buchen beobachtet. Damit war die Fruktifikation deutlich geringer als 1991, damals wurde mittlere und starke Fruktifikation an 20 % der älteren Buchen ermittelt.
Während Blattvergilbung im Neckarland nach wie vor kaum beobachtet wurde, wurden im Wuchsgebiet Schwarzwald Anteile an der Vergilbungsstufe 2 von 3,5 % ermittelt.

Eiche

Schon seit Beginn der Waldschadensinventur ist die Eiche eine Baumart, die besonders starke Schwankungen im Schadensverlauf aufweist. 1994 hat eine Zunahme der Schadstufen 2-4 um 11 Prozentpunkte gegenüber 1991 stattgefunden. Mit 38 % Anteil an den Schadstufen 2-4 ist damit wieder das hohe Niveau von 1989 erreicht.

Die Schadensentwicklung in den Wuchsgebieten war gleichlaufend ansteigend. Im Wuchsgebiet Oberrheinisches Tiefland (Stufen 2-4: 45 %) sind die Schadflächen der Eichen nach wie vor größer als im Neckarland (Stufen 2-4: 38 %).

2.3 Vergleich der Aufnahmen des EG-Netzes (16 x 16 km-Netz)

Um einen Vergleich zum Vorjahr 1993 ziehen zu können, dort fand eine Aufnahme im EG-Netz (16 x 16 km-Stichprobenraster) statt, ist es erforderlich, die Ergebnisse aus dem EG-Netz für 1994 heranzuziehen (vgl. Anlage 12).
Beim Vergleich der Ergebnisse des EG-Netzes mit dem 4 x 4 km-Grundnetz stellt man fest, daß das EG-Netz die Gesamtsituation im Land sehr gut repräsentiert (Schadstufen 2-4: 1991 17,0 bzw. 18 %, 1994 25,5 bzw. 26 %).

Der Anteil der Schadstufen 2-4 beträgt 1994 für die EG-Stichprobenpunkte 26 %. Dies bedeutet gegenüber 1993 eine Abnahme um 5 Prozentpunkte. Damit ergibt sich nach einem kontinuierlichen Anstieg von 1991 bis 1993 in diesem Jahr erstmals wieder eine Verbesserung der Situation. Der Flächenanteil der Schadstufen 2-4 liegt allerdings über dem von 1991 und 1992.

3. Einflußfaktoren

Die Terrestrische Waldschadensinventur liefert eine Beschreibung des Kronenzustandes, die nur durch zusätzlich erhobene Kriterien interpretiert werden kann. Solche Einflußfaktoren sind Schadstoffeinträge, der Ernährungszustand der Bäume, biotische Schadursachen wie Insekten und Pilze sowie Witterungseinflüße.

3.1 Immissionen

3.1.1 Gasförmige Immissionen

Die Landesanstalt für Umweltschutz Baden-Württemberg (LfU) führt in den Waldgebieten Baden-Württembergs Immissionsmessungen durch. An 2 Meßpunkten werden stationäre Anlagen unterhalten ("Edelmannshof" im Schwäbisch-Fränkischen Wald und "Kälbelescheuer" im Schwarzwald). An der Kälbelescheuer werden seit Januar 1984 die Luftschadstoffe Stickstoffmonoxid, Stickstoffdioxid, Ozon und Schwefeldioxid gemessen.

In der Anlage 13 ist die mittlere jährliche Schwefeldioxid- (SO_2) und Ozonkonzentration (O_3) der beiden stationären Meßstationen dargestellt.
Beim Vergleich fällt auf, daß die Belastung durch Schwefeldioxid an der Meßstation Edelmannshof höher ist, als an der Kälbelescheuer. Beim Ozon kehrt sich dies um. Die Konzentrationswerte zeigen eine deutliche Abhängigkeit von der Höhenlage und der Intensität der Sonneneinstrahlung. Der höchste Mittelwert im Jahr 1993 in 24 Stunden lag an der Kälbelescheuer bei 238 ug/m3. Insgesamt betrachtet hat die Ozonkonzentration an ländlichen Stationen seit 1986 mit geringen jährlichen Schwankungen stetig zugenommen, während bei Schwefeldioxid eine Abnahme festgestellt wurde.
Die aktuell gemessenen Ozon-Konzentrationen führen zwar nicht zu direkt erkennbaren Schäden an Waldbäumen, müssen jedoch als weiterer Streßfaktor bewertet werden.

3.1.2 Niederschlagsdeposition

Auch die Wirkung der in den letzten Jahren deutlich rückläufigen Sulfat-Immissionen (SO_4) darf nicht vernachlässigt werden. Zusammen mit anderen Säurebildnern z.B. Ammonium (NH_4) und Nitrat (NO_3) werden Gesamtsäuremengen erreicht, die das natürliche Puffervermögen nichtkarbonatischer Standorte in der Regel um ein Mehrfaches überschreiten (vgl. Anlage 14). Stickstoffeinträge in Form von Nitrat aber auch als Ammonium wirken im Waldökosystem wachstumsstimulierend und gleichzeitig versauernd. Sie bilden auf Grund der in den letzten Jahren zurückgegangenen SO_4-Immissionen zusammengenommen den überwiegenden Anteil an der Gesamtsäurebelastung. Darüber hinaus wirkt Stickstoff als wichtiges Makronährelement wachstumsfördernd. Können die Bäume andere Nährelemente nicht ebenfalls verstärkt aufnehmen, geraten sie in eine "ernährungsphysiologische Schere". Hierauf ist beispielsweise die montane Vergilbung bei Fichten und eine erhöhte Empfindlichkeit von Waldbäumen gegenüber Trockenheit zurückzuführen. In Baden-Württemberg wird zur Zeit auf den meisten Standorten mehr Stickstoff eingetragen (vgl. Anlage 15), als mit dem Biomasseexport entleert wird. Das System wird damit langfristig eutrophiert und gerät zunehmend in ein Ungleichgewicht.
Saure Niederschläge wirken sowohl über den Boden als auch direkt über die Blattorgane durch Auswaschung von Nährelementen (Leaching). Folgen sind weitere Ungleichgewichte in der Nährstoffversorgung der Bäume.

3.2 Versorgung mit Nährelementen

3.2.1 Bodenzustandserhebung

Die Bodenzustandserhebung (BZE) wurde in den Jahren 1990/91 in Baden-Württemberg im 8 x 16 km-Grundraster durchgeführt. In den waldreichen Regionen dem Schwarzwald, dem Odenwald, dem Inneren Schwäbisch-Fränkischen Wald, dem Virngrund und im Südwestdeutschen Alpenvorland erfolgte eine Verdichtung auf 8 x 8 km.

Anhand von bodenchemischen Kennwerten wie pH-Wert, sog. "Basensättigung" und austauschbarer Nährelementvorrat wird die bodenchemische Stabilität der Waldökosysteme untersucht und beurteilt.

Die BZE liefert deutliche Hinweise, daß in den letzten Jahrzehnten depositionsbedingt markante bodenchemische Änderungen stattgefunden haben müssen.
Neben einer großflächigen chemischen "Nivellierung" der Standorte, auf niedrigem Niveau, ist eine Stickstoffanreicherung aufgrund einer depositionsbedingten deutlichen Verengung der C/N-Verhältnisse wahrscheinlich.

3.2.2 Immissionsökologische Waldzustandserhebung

Im Jahr 1994 wurde zeitgleich mit der TWI die dritte Immissionsökologische Waldzustandserhebung (IWE) in Baden-Württemberg im 4 x 4 km-Raster durchgeführt.
Die Inventur umfaßt 987 Stichprobenpunkte, an 760 Punkten konnten Proben gewonnen werden.

An jedem Stichprobenpunkt wurden zwei Bäume, Fichten oder Tannen gefällt. Mit Hilfe wachstumskundlicher Messungen und der Entnahme von Nadelproben werden Wachstumsreaktionen und die Nährelementversorgung der Probebäume untersucht.

Die Ergebnisse für die IWE 1994 werden voraussichtlich erst 1996 vorliegen.

Die Auswertung der beiden vorangegangenen Inventuren 1983 und 1988 ergaben **Magnesium**-Mangelregionen im Schwarzwald (insbesondere Nordschwarzwald), im Odenwald und im Schwäbisch-Fränkischen Wald. **Kalium**-Mangelregionen wurden im Alpenvorland und auf der Ostalb ermittelt. Regionen mit erhöhter **Sulfat**- und **Nitrat**-Deposition sind im Nordschwarzwald und im Odenwald aufgetreten. Obwohl bei Nähr- und Schadelementen im Beobachtungszeitraum eine deutliche Nivellierungstendenz in der Nährstoffversorgung eingetreten ist, sind 1988 die genannten Problemareale ähnlich deutlich erkennbar wie 1983, die Kalium-Mangelareale haben sich ausgeweitet.
Auf Landesebene haben die Magnesium- und Kaliumgehalte der Nadeln signifikanten, positiven Einfluß auf den Radialzuwachs, während zwischen Stickstoffgehalten und laufenden Zuwachsgrößen kein Zusammenhang erkennbar ist. Dieser Befund stützt die Hypothese, daß im Zuge zunehmender Stickstoffsättigung von Waldökosystemen Nährelementungleichgewichte bestehen. Nicht mehr der für Waldökosysteme typische Mangelfaktor Stickstoff steuert das Baumwachstum, sondern je nach regionaler Faktorenkombination die Mangelelemente Magnesium und Kalium.

3.3 Schäden durch Insekten und Pilze

Um auftretende Nadel- und Blattschäden, die erkennbaren Ursachen zugeordnet werden können, zu erfassen, wurde von den Aufnahmetrupps eine Differentialdiagnose durchgeführt (vgl. Anlage 16).
Wie in den vorausgegangenen Inventuren sind die Nadelbäume wesentlich geringer von Insekten und Pilzen befallen als die Laubbäume.

Bei Fichte, Tanne und Kiefer ist der Befall mit Nadelinsekten gegenüber 1991 trotz des damals schon sehr geringen Anteils weiter gesunken.

Der **Buchenspringrüssler** (Rhynchaenus fagi) gewinnt verstärkt an Bedeutung. Bei der Inventur 1994 wurde an 27 % der bonitierten Buchen geringer und an 6 % der bonitierten Buchen mittlerer bis starker Befall ermittelt. Die stärkste Verbreitung wurde auf der Schwäbischen Alb festgestellt, hier wurde an 57 % der bonitierten Buchen Springrüsslerbefall beobachtet.
Besonders bei starkem Befall muß davon ausgegangen werden, daß der Springrüssler auch Einfluß auf die Höhe der Blattverluste hat.

Die verschiedenen Blattinsekten an Eiche, vor allem **Schwammspinner** (Lymantria dispar), aber auch **Frostspanner** (Operophthera brumata) und **Eichenwickler** (Tortrix viridana) sind 1994 verstärkt in Erscheinung getreten. An 15 % der bonitierten Eichen wurden geringe und an 11 % mittlere bis starke Fraßschäden festgestellt. Dabei ist zu beachten, daß zur Zeit der Inventur ein Großteil der im Frühjahr und Frühsommer aufgetretenen Fraßschäden wegen des Neuaustriebs der Eichen gar nicht mehr erkannt werden konnte.

Der Befall durch **Borkenkäfer** wurde getrennt aufgenommen. Insgesamt wurden 1994 nur 30 Bäume mit Borkenkäferbefall ermittelt. Dies ist ca 50 % weniger als 1991.
Allerdings mußten 3 Stichprobenpunkte wegen Borkenkäferbefalls aufgegeben werden. 36 Bäume, die außerplanmäßig wegen biotischer Einflüsse genutzt waren, wurden ersetzt. Von den 13 aus biotischen Gründen frisch abgestorbenen Bäumen dürfte auch ein Großteil mit Borkenkäfern befallen gewesen sein. Dennoch ist die Bedeutung der Borkenkäfer gegenüber den vorangegangenen Kalamitätsjahren deutlich gesunken.

3.4 Witterungsverlauf

3.4.1 Witterungssituation 1993/94

Anlage 17 zeigt den Witterungsverlauf (Niederschläge u. Temperatur) an 10 über das Land verteilten Wetterstationen des Deutschen Wetterdienstes (Anlage 18). Die Monatswerte von Juli 1993 bis Juli 1994 sind bei der Temperatur in absoluten, bei den Niederschlägen in relativen Abweichungen vom langjährigen Mittelwert (1951-1980) wiedergegeben.

Im Durchschnitt aller Wetterstationen war das Jahr **1993** in der ersten Jahreshälfte zu trocken und zu warm, in der zweiten niederschlagsreich und kühl. In der Vegetationszeit (Mai bis Sept.) lagen die Niederschlagsmengen mit 104 % etwas über dem langjährigen Mittel. Die Folge von vier extrem trocken-warmen Sommern wurde 1993 somit nicht fortgesetzt. Auch in der Gesamtbilanz 1993 fielen im Landesdurchschnitt aller Wetterstationen mehr Niederschläge (102 %) als im langjährigen Mittel. Allerdings war die Streuung der Niederschlagsverteilung groß (z.B Freiburg 81%; Freudenstadt 127 %).

Das Jahr **1994** begann mit einer ausgesprochen warm-feuchten Witterung. Mit Ausnahme des Februars lagen die Durchschnittswerte für Temperatur und Niederschlag bis Mai deutlich über den lang- jährigen Mittelwerten. Im Landesdurchschnitt waren die Sommermonate Juni/Juli dann überwiegend durch eine sehr warme, mäßig trockene Witterung gekennzeichnet. Regional fielen allerdings auch Niederschläge (Sommergewitter), die über dem langjährigen Mittel lagen (z.B: Münsingen und Wildbad). Andererseits gab es auch Wetterstationen mit stärkerer Trockenheit (z.B. Freiburg und Heidelberg). Bei den Temperaturen ragte vor allem der Juli mit Rekordwerten heraus, die im Landesdurchschnitt 4 C° über dem langjährigen Mittel lagen. Für die Vitalität der Bäume war die Witterung 1994 bislang insgesamt günstig.

3.4.2 Lang- und mittelfristiger Witterungsverlauf

Anlage 19 zeigt den mittelfristigen Verlauf von Temperatur und Niederschlag an 4 beispielhaft ausgesuchten Wetterstationen.
Im Verlauf dieses Jahrhunderts wechselten sich niederschlagsreiche und -arme Perioden ab. Seit 1970 befinden wir uns in einer Periode mit relativ vielen "niederschlagsarmen" Jahren. Gleichzeitig häufte sich seit 1980 auch die Anzahl überdurchschnittlich warmer Jahre. Insbesondere die letzten sechs aufeinanderfolgenden Jahre waren deutlich zu warm. Auch 1994 liegen die Monatstemperaturwerte bisher deutlich über dem langjährigen Mittel. Somit ist ein Ende dieser "Wärmeperiode" noch nicht erkennbar.

Die erste TWI 1983 fiel in eine Folge von vier niederschlagsreichen Jahren (1981 bis 1984). Insbesondere 1981 und 1982 lagen die Niederschlagsmengen sehr hoch, während sie 1983 und 1984 relativ nahe beim langjährigen Mittel lagen. Einem einzelnen trockenen Jahr 1985 folgten sogleich wieder drei niederschlagsreiche Jahre (1986-1988). Anschließend gab es eine bemerkenswerte Folge von vier zum Teil ausgeprägten "Trockenjahren". Hierbei wiesen zwar die Jahre 1990 und 1992 eine mehr oder weniger ausgeglichene Niederschlagsbilanz auf. Die jahreszeitliche Verteilung der Niederschläge zeigt aber hier eine recht trockene Vegetationszeit. Erst ab der zweiten Jahreshälfte 1993 gab es wieder Niederschläge, die über den langjährigen Mittelwerten lagen. Ab diesem Zeitpunkt sind die Monatsniederschlagsmengen insgesamt wieder höher.

4. Zusammenfassende Bewertung

Im **Land** Baden-Württemberg ist die Situation 1994 gekennzeichnet durch eine Abnahme der Schadflächen gegenüber dem Vorjahr 1993 und einer deutlichen Zunahme der Gesamtschadensfläche gegenüber dem Vergleichsjahr 1991.

In allen **Wuchsgebieten** und in allen **Forstdirektionen** wird seit 1991 eine Zunahme der Flächenanteile an den Schadstufen 2-4 festgestellt.

Die **Hauptbaumarten** weisen ebenfalls alle ein höheres Schadniveau als 1991 auf. Besonders stark angestiegen sind die Schäden bei Tanne und Eiche. Während die Fichte durchschnittliche Zunahmen aufweist, liegen die der Buche unter dem Landesmittel.

Zur Interpretation der Ergebnisse der Inventur werden verschiedene Einflußfaktoren herangezogen.

In verschiedenen Untersuchungen werden die Auswirkungen von Immissionen untersucht. Belastend ist die Wirkung der Säurebildner wie Ammonium, Nitrat und Sulfat, wenn auch die Sulfate stark rückläufig sind. Gleiches gilt für die erhöhten Ozon-Werte. Verstärkte Stickstoffeinträge verschärfen den chronischen Mangel an Magnesium und Kalium. Diese Ungleichgewichte in der Versorgung der Bäume mit Nährelementen spiegeln sich in den Ergebnissen der Bodenzustandserhebung und der Immissionsökologischen Waldzustandserhebung wieder.

Die Schäden durch Insekten und Pilze waren an Nadelbäumen gering. Der Buchenspringrüssler und Blattinsekten an Eiche haben dagegen stark an Bedeutung gewonnen.

Der Witterungsverlauf, vier trocken-warme Sommer bis zum Jahr 1993, stellte einen zusätzlichen Streßfaktor dar. 1994 war bisher insgesamt geprägt durch hohe Temperaturen bei günstigen Wasservorrats- und Niederschlagsverhältnissen.

ANHANG

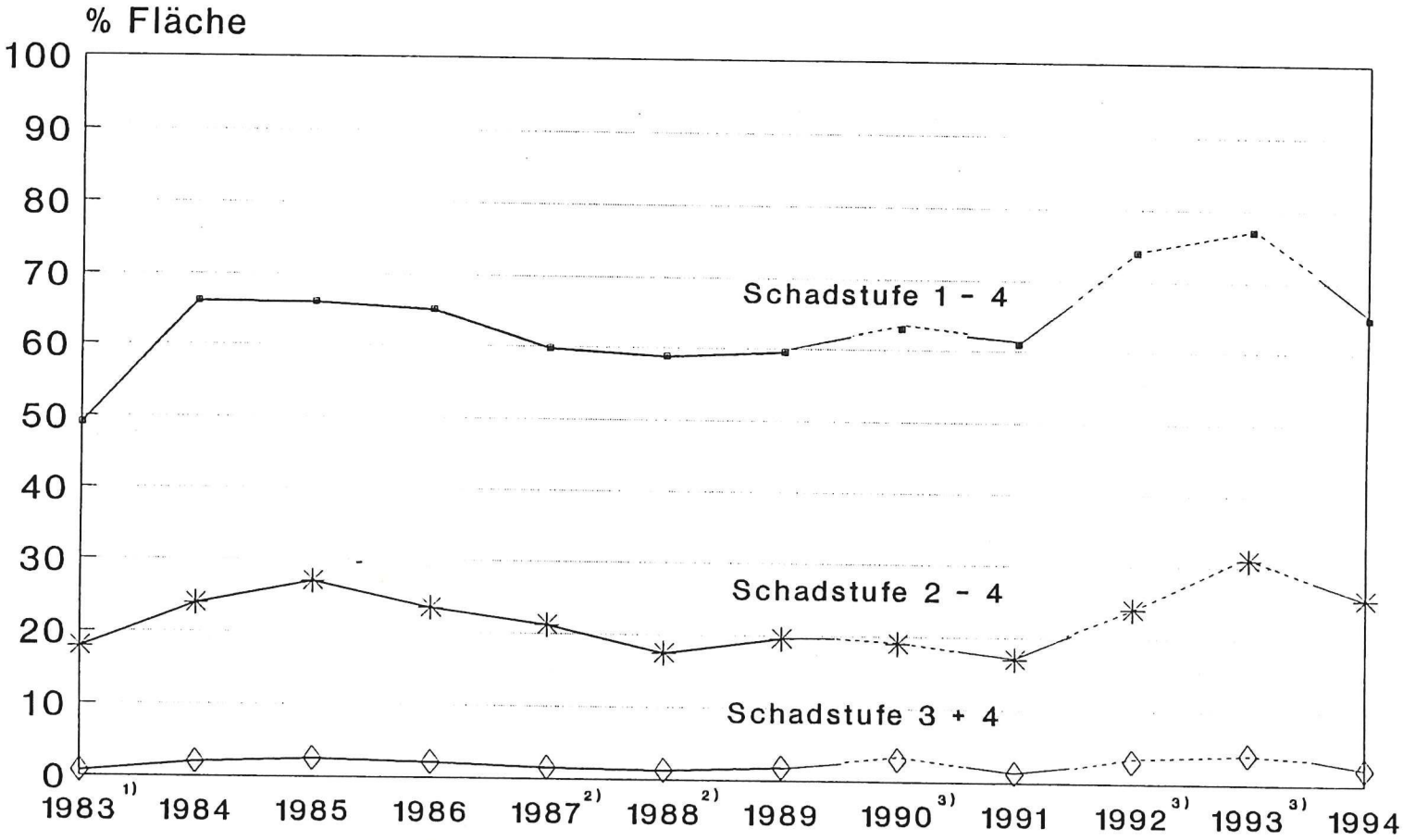
Anlage 1	Stichprobenumfang 1994
Anlage 2	Waldschadensentwicklung im Gesamtwald 1983-1994, Graphik
Anlage 3	Entwicklung der Schadstufenanteile im Gesamtwald 1983-1994 Tabelle
Anlage 4	Entwicklung der Schadstufenanteile im Gesamtwald 1989, 1991 und 1994, Tabelle
Anlage 5	Schadstufenanteile nach Wuchsgebieten 1989, 1991 und 1994 Graphik
Anlage 6	Waldschadensentwicklung (Schadstufen 2-4) nach Wuchsgebieten und nach Baumarten 1983-1994, Graphik
Anlage 7	Schadstufenanteile und Holzbodenflächen nach Wuchsgebieten und Baumarten 1994, Tabellen 1 - 8
Anlage 8	Waldschadensentwicklung (Schadstufen 2-4) nach Baumarten innerhalb der Hauptwuchsgebiete 1983-1994, Graphik
Anlage 9	Gesundheitszustand der Hauptbaumarten nach Forstdirektionen 1994, Tabellen
Anlage 10	Entwicklung des Gesundheitszustandes der Hauptbaumarten 1984-89, 1991 und 1994, Tabellen
Anlage 11	Anteil der vergilbten Nadel- /Blattmasse 1984-89, 1991 und 1994 Tabelle
Anlage 12	Entwicklung der Schadstufenanteile -Nur 16 x 16 km-Raster- 1990 bis 1994, Tabelle
Anlage 13	Jahresmittelwerte der Immissionskonzentrationen für So_2 und O_3 an den Stationen Edelmannshof und Kälbelescheuer 1985-1993, Graphik
Anlage 14	Gesamtsäurebelastung im hydrologischen Jahr 1993, Graphik
Anlage 15	Stickstoffeinträge im hydrologischen Jahr 1993, Graphik

Anlage 16	Entwicklung der Flächenanteile mit Insekten- und Pilzbefall 1984-89, 1991 und 1994, Graphik
Anlage 17	Niederschlags- und Temperaturentwicklung Juli 1993 bis Juli 1994 Graphik
Anlage 18	Wetterstationen in Baden-Württemberg, Graphik
Anlage 19	Mittelfristige Niederschlags- und Temperaturentwicklung für 4 Wetterstationen 1960-1993, Graphik

Stichprobenumfang 1994

Anzahl	Baumart	Zahl der bewerteten Probebäume			
		absolut	in %	<60 Jahre	>60 Jahre
	Fi	8512	47	2993	5519
777	Ta	1824	10	136	1688
	Dgl	468	3	384	84
Stich-	Kie	1208	7	343	865
proben-	sNb	262	1	128	134
punkte	Bu	3161	17	584	2577
	Ei	1062	6	241	821
	sLb	1705	9	896	809
gesamt:		18202	100	5705	12497

Waldschadensentwicklung
Gesamtwald Baden-Württemberg 1983-1994
Kombinationsschadstufen



1) Wert ohne Verfärbung
2) 8 x 8 km Raster
3)16 x 16 km Raster

Anlage 2

Entwicklung der Schadstufenanteile im Gesamtwald

TWI	Nadel-/Blattverlust	Schadstufen			
		0	1	2	3/4
1983	ohne Verfärbung %	51,1	31,1	17,2	0,7
1984	ohne Verfärbung %	34,1	42,4	22,5	1,0
	mit Verfärbung %	33,8	42,3	21,9	2,0
1985	ohne Verfärbung %	34,2	39,5	25,0	1,3
	mit Verfärbung %	33,9	39,1	24,5	2,5
1986	ohne Verfärbung %	35,0	41,8	21,6	1,6
	mit Verfärbung %	35,0	41,7	21,3	2,1
1987 [1]	ohne Verfärbung %	40,3	38,7	19,7	1,3
	mit Verfärbung %	40,1	38,6	19,7	1,5
1988 [1]	ohne Verfärbung %	41,2	41,5	16,5	0,8
	mit Verfärbung %	41,2	41,3	16,2	1,3
1989	ohne Verfärbung %	40,5	40,1	18,1	1,2
	mit Verfärbung %	40,5	39,9	17,8	1,8
1990 [2]	ohne Verfärbung %	37	44	18	1
	mit Verfärbung %	37	44	17	2
1991	ohne Verfärbung %	39,2	44,1	15,8	0,8
	mit Verfärbung %	39,1	43,9	15,7	1,3
1992 [2]	ohne Verfärbung %	26	51	22	1
	mit Verfärbung %	26	50	21	3
1993 [2]	ohne Verfärbung %	23	46	29	2
	mit Verfärbung %	23	46	27	4
1994	ohne Verfärbung %	35,2	39,7	24,0	1,1
	mit Verfärbung %	35,1	39,4	23,4	2,1

1) 8 x 8 km Raster

2) 16x16 km Raster

Entwicklung der Schadstufenanteile

- Gesamtwald Baden-Württemberg -

Kombinationsschadstufen

Stufe (Nadel-/Blattverlust)	Schadstufenanteile			Differenz	
	TWI 1989	TWI 1991	TWI 1994	89 - 94	91 - 94
0 (0 - 10%)	40,5	39,1	35,1	-5,4	-4,0
1 (11 - 25%)	39,9	43,9	39,4	-0,5	-4,5
2 (26 - 60%)	17,8	15,7	23,4	5,6	7,7
3 (61 - 99%)	1,6	1,0	1,8	0,2	0,8
4 .(100%)	0,2	0,3	0,3	0,1	0,0
2 - 4	19,6	17,0	25,5	5,9	8,5

Stufe 0 = ohne Schadmerkmale

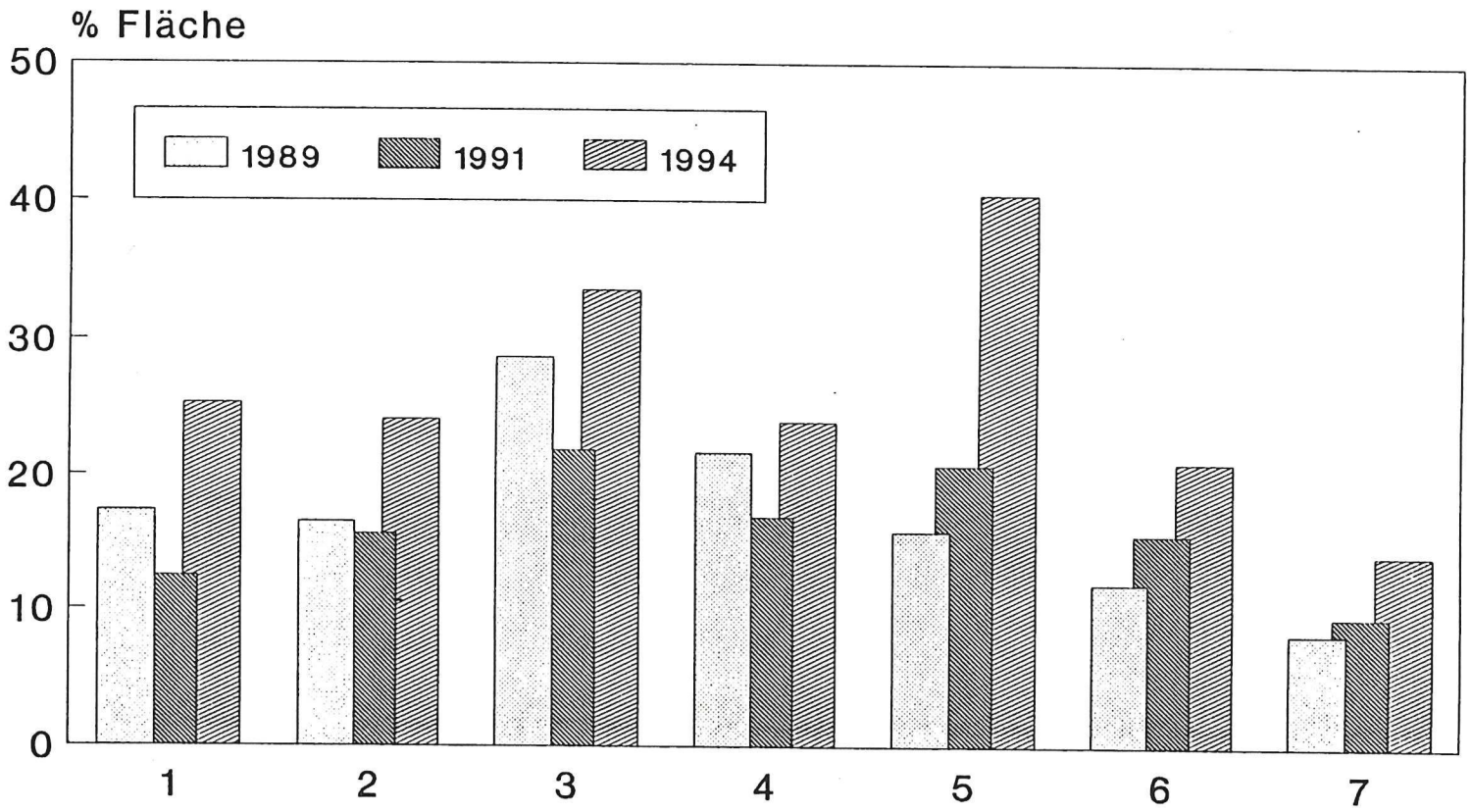
Stufe 1 = schwach geschädigt

Stufe 2 = mittelstark geschädigt

Stufe 3 = stark geschädigt

Stufe 4 = abgestorben

Schadstufenanteile nach Wuchsgebieten
Vergleich 1989/91/94
(Schadstufen 2 bis 4)

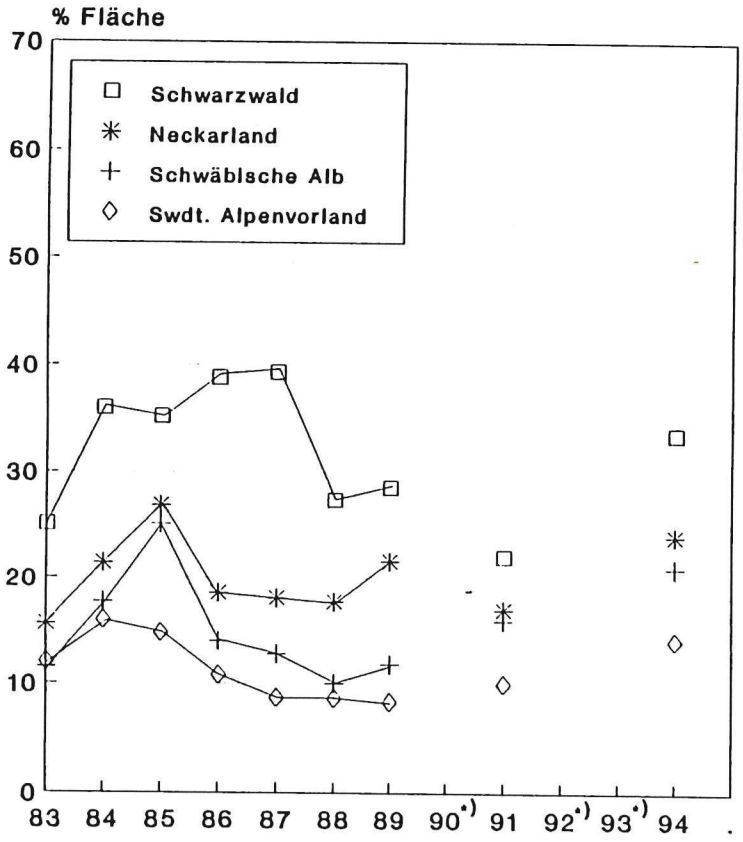


Wuchsgebiete

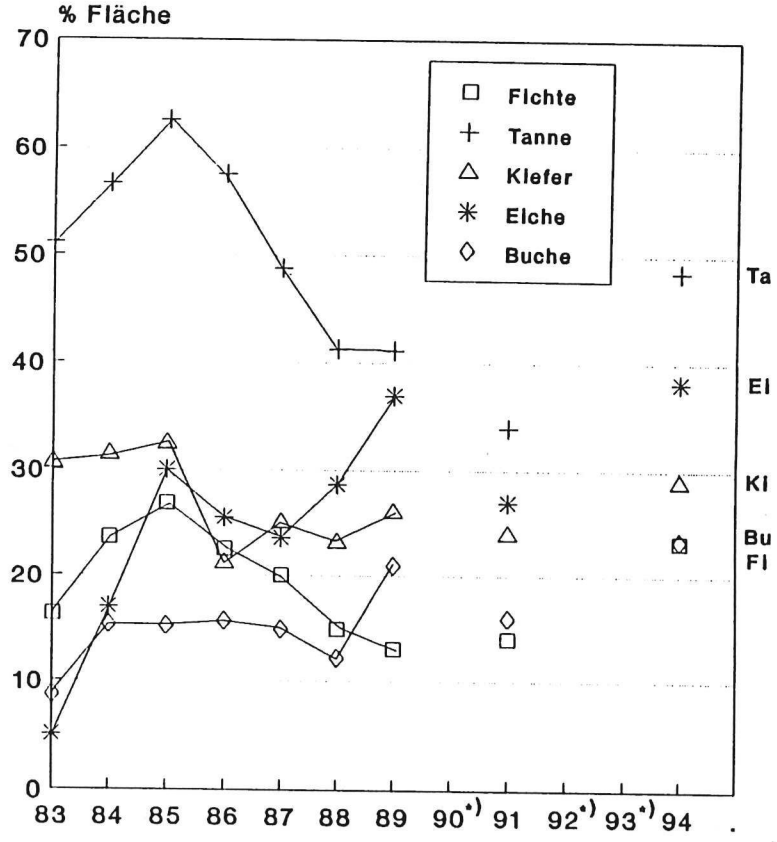
1. Oberrheinisches Tiefland
2. Odenwald
3. Schwarzwald
4. Neckarland
5. Baar-Wutach
6. Schwäbische Alb
7. Südwestdeutsches Alpenvorland

Anlage 5

Waldschadensentwicklung
nach WG, 1983-89, 1991 und 1994
(Schadstufe 2 bis 4)



Waldschadensentwicklung nach Baumarten
Baden-Württemberg 1983-89, 1991 und 1994
(Schadstufe 2 bis 4)



*) keine Werte aus 4 x 4 km-Raster, weil Aufnahme im 16 x 16 km-Raster erfolgte

Anlage 6

Gesamtwald Baden-Württemberg
TWI 1994
Kombinationsschadstufen

Tabelle 1

Baumart	Holzboden-fläche ha	Stufe 0 %	Stufe 1 %	Stufe 2 %	Stufe 3 %	Stufe 4 %	Stufe 2-4 %
Fichte	605507	38	39	22	1	0	23
Tanne	108574	22	30	41	7	0	48
Douglasie	30736	67	27	6	0	0	6
Kiefer	113125	26	45	24	3	2	29
s. Nadelbäume	26753	24	44	30	2	0	32
Buche	250171	33	44	22	1	0	23
Eiche	86779	19	43	36	2	0	38
s. Laubbäume	131000	49	38	12	1	0	13
Gesamt	1352645	35	40	23	2	0	25

Wuchsgebiet Neckarland
TWI 1994
Kombinationsschadstufen

Tabelle 2

Baumart	Holzboden-fläche ha	Stufe 0 %	Stufe 1 %	Stufe 2 %	Stufe 3 %	Stufe 4 %	Stufe 2-4 %
Fichte	137261	40	41	17	1	1	19
Tanne	19723	23	40	34	3	0	37
Douglasie	7255	79	14	7	0	0	7
Kiefer	35532	19	47	26	4	4	34
s. Nadelbäume	11759	13	41	43	3	0	46
Buche	79629	36	44	19	1	0	20
Eiche	53020	15	47	36	2	0	38
s. Laubbäume	38019	55	34	11	0	0	11
Gesamt	382198	34	42	22	1	1	24

Wuchsgebiet Schwarzwald
TWI 1994
Kombinationsschadstufen

Tabelle 3

Baumart	Holzboden-fläche ha	Stufe 0 %	Stufe 1 %	Stufe 2 %	Stufe 3 %	Stufe 4 %	Stufe 2-4 %
Fichte	194553	30	35	32	3	0	35
Tanne	73820	21	27	44	8	0	52
Douglasie	14318	68	23	9	0	0	9
Kiefer	29043	39	42	17	2	0	19
Buche	46244	32	38	27	3	0	30
s. Laubbäume	19615	37	56	5	2	0	7
Gesamt	391942	31	36	30	3	0	33

Wuchsgebiet Schwäbische Alb
TWI 1994
Kombinationsschadstufen

Tabelle 4

Baumart	Holzboden-fläche ha	Stufe 0 %	Stufe 1 %	Stufe 2 %	Stufe 3 %	Stufe 4 %	Stufe 2-4 %
Fichte	99134	50	37	13	0	0	13
Kiefer	6461	31	49	18	2	0	20
Buche	85134	30	43	27	0	0	27
s. Laubbäume	21959	49	36	15	0	0	15
Gesamt	225049	41	38	20	1	0	21

Wuchsgebiet Südwestdeutsches Alpenvorland
TWI 1994
Kombinationsschadstufen

Tabelle 5

Baumart	Holzboden-fläche ha	Stufe 0 %	Stufe 1 %	Stufe 2 %	Stufe 3 %	Stufe 4 %	Stufe 2-4 %
Fichte	107616	48	37	14	1	0	15
Buche	17815	44	50	6	0	0	6
s. Laubbäume	15137	72	17	10	1	0	11
Gesamt	162616	50	36	14	0	0	14

Wuchsgebiet Odenwald
TWI 1994
Kombinationsschadstufen

Tabelle 6

Baumart	Holzboden-fläche ha	Stufe 0 %	Stufe 1 %	Stufe 2 %	Stufe 3 %	Stufe 4 %	Stufe 2-4 %
Fichte	23162	23	55	22	0	0	22
Kiefer	8772	10	53	37	0	0	37
Buche	12257	23	54	22	1	0	23
Eiche	5521	9	65	26	0	0	26
Gesamt	61778	26	50	24	0	0	24

Wuchsgebiet Oberrheinisches Tiefland
TWI 1994
Kombinationsschadstufen

Tabelle 7

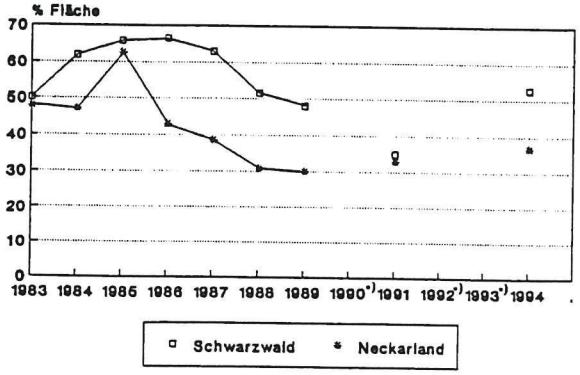
Baumart	Holzboden-fläche ha	Stufe 0 %	Stufe 1 %	Stufe 2 %	Stufe 3 %	Stufe 4 %	Stufe 2-4 %
Kiefer	19381	28	43	26	3	0	29
Buche	9604	21	56	21	2	0	23
Eiche	12155	27	28	40	5	0	45
s. Laubbäume	29330	44	42	13	1	0	14
Gesamt	75611	33	42	23	2	0	25

Wuchsgebiet Baar-Wutach
TWI 1994
Kombinationsschadstufen

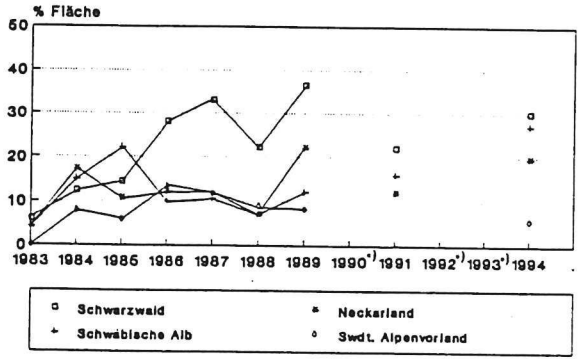
Tabelle 8

Baumart	Holzboden-fläche ha	Stufe 0 %	Stufe 1 %	Stufe 2 %	Stufe 3 %	Stufe 4 %	Stufe 2-4 %
Fichte	37049	21	43	34	2	0	36
Gesamt	50542	17	42	38	3	0	41

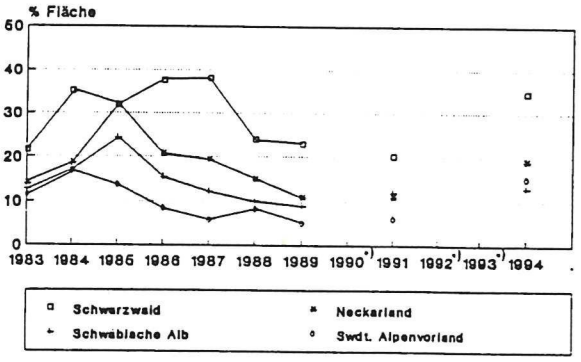
Waldschadensentwicklung TANNE
nach WG, 1983-89, 1991 und 1994
(Schadstufen 2 bis 4)



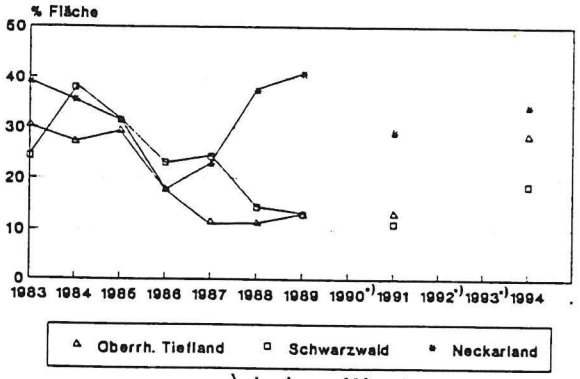
Waldschadensentwicklung BUCHE
nach WG, 1983-89, 1991 und 1994
(Schadstufen 2 bis 4)



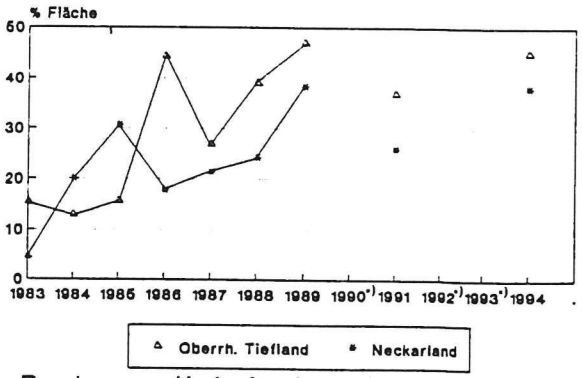
Waldschadensentwicklung FICHTE
nach WG, 1983-89, 1991 und 1994
(Schadstufen 2 bis 4)



Waldschadensentwicklung KIEFER
nach WG, 1983-89, 1991 und 1994
(Schadstufen 2 bis 4)



Waldschadensentwicklung EICHE
nach WG, 1983-89, 1991 und 1994
(Schadstufen 2 bis 4)



*) keine Werte aus 4 x 4 km-Raster, weil Aufnahme im 16 x 16 km-Raster erfolgte

Gesundheitszustand der Hauptbaumarten 1994
Flächenanteile nach Kombinationsschadstufen

Forstdirektionen

Schad-	alle Baumarten			
stufe	St	Ka	Fr	Tü
0	33	38	31	40
1	42	40	37	40
2	23	20	29	19
3	1	2	3	1
4	1	0	0	0

Schad-	Fichte				Tanne*				Kiefer			
stufe	St	Ka	Fr	Tü	St	Ka	Fr	Tü	St	Ka	Fr	Tü
0	38	39	32	46	5	4	6	17	15	31	29	21
1	41	42	34	39	27	36	28	54	48	45	41	43
2	20	16	32	14	60	54	56	26	27	23	26	32
3	1	2	2	1	7	6	10	3	5	1	4	4
4	0	1	0	0	1	0	0	0	5	0	0	0

Schad-	Buche				Eiche				s. Laubbäume			
stufe	St	Ka	Fr	Tü	St	Ka	Fr	Tü	St	Ka	Fr	Tü
0	33	38	34	26	13	22	20	20	51	65	34	56
1	46	45	40	46	49	44	36	31	36	25	54	29
2	20	16	24	28	36	33	40	46	13	9	11	14
3	1	1	2	0	2	1	4	3	0	1	1	1
4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

St = Stuttgart, Ka = Karlsruhe, Fr = Freiburg, Tü = Tübingen
* Forstdirektionsweise Auswertung nur für Bäume über 60 Jahre möglich

Entwicklung des Gesundheitszustandes der Hauptbaumarten in Baden-Württemberg von 1984 bis 1989, 1991 und 1994
Flächenanteile der Kombinationsschadstufen

Schad-stufe	Fichte							
	84	85	86	87	88	89	91	94
0	35	36	36	44	46	49	46	38
1	42	37	41	36	39	38	40	39
2	22	25	22	19	14	12	13	22
3	1	2	1	1	1	1	1	1
4	0	0	0	0	0	0	0	0
Differenz Stufe 2-4 zum Vorjahr	7	4	-4	-3	-5	-2	1	9

Schad-stufe	Tanne							
	84	85	86	87	88	89	91	94
0	11	13	18	21	28	27	26	22
1	32	24	25	30	30	32	40	30
2	47	52	48	43	38	35	31	41
3	10	11	9	5	4	6	3	7
4	0	0	0	1	0	0	0	0
Differenz Stufe 2-4 zum Vorjahr	6	6	-6	-8	-7	-1	-7	14

Schad-stufe	Douglasie							
	84	85	86	87	88	89	91	94
0	78	70	83	74	86	83	74	67
1	14	23	13	23	11	14	25	27
2	8	7	4	3	3	3	1	6
3	0	0	0	0	0	0	0	0
4	0	0	0	0	0	0	0	0
Differenz Stufe 2-4 zum Vorjahr	4	-1	-3	-1	0	0	-2	5

Anmerkung:
Rundungsdifferenzen gegenüber anderen Tabellen können auftreten
Aufnahmen 1987/88 als Unterstichprobe (8 x 8 km)

Entwicklung des Gesundheitszustandes der Hauptbaumarten in Baden-Württemberg von 1984 bis 1989, 1991 und 1994
Flächenanteile der Kombinationsschadstufen

Schad-stufe	Kiefer							
	84	85	86	87	88	89	91	94
0	22	22	29	26	30	26	24	26
1	47	45	49	48	47	48	52	45
2	29	29	18	21	19	22	19	24
3	2	3	3	3	2	3	3	3
4	0	1	1	2	2	1	2	2
Differenz Stufe 2-4 zum Vorjahr	-5	2	-11	4	-3	3	-2	5

Schad-stufe	s. Nadelbäume							
	84	85	86	87	88	89	91	94
0	37	50	54	48	53	39	30	24
1	46	37	38	41	29	45	54	44
2	17	12	7	11	18	15	15	30
3	0	1	1	0	0	1	1	2
4	0	0	0	0	0	0	0	0
Differenz Stufe 2-4 zum Vorjahr	-9	-4	-5	3	7	-2	0	16

Schad-stufe	s. Laubbäume							
	84	85	86	87	88	89	91	94
0	55	52	50	57	63	50	50	49
1	37	37	38	32	30	35	41	38
2	7	10	11	11	7	13	8	12
3	1	1	1	0	0	1	0	1
4	0	0	0	0	0	1	1	0
Differenz Stufe 2-4 zum Vorjahr	0	3	1	-1	-4	8	-6	4

Anmerkung:
Rundungsdifferenzen gegenüber anderen Tabellen können auftreten
Aufnahmen 1987/88 als Unterstichprobe (8 x 8 km)

Entwicklung des Gesundheitszustandes der Hauptbaumarten in Baden-Württemberg von 1984 bis 1989, 1991 und 1994
Flächenanteile der Kombinationsschadstufen

Schad-stufe	Buche							
	84	85	86	87	88	89	91	94
0	36	36	35	40	33	32	33	33
1	49	48	50	45	55	46	51	44
2	14	15	15	15	12	21	15	22
3	1	1	0	0	0	1	1	1
4	0	0	0	0	0	0	0	0
Differenz Stufe 2-4 zum Vorjahr	10	1	-1	0	-3	10	-6	7

Schad-stufe	Eiche							
	84	85	86	87	88	89	91	94
0	34	17	23	25	17	17	22	19
1	49	52	51	51	55	45	51	43
2	17	30	25	24	27	35	25	36
3	0	1	1	0	1	2	1	2
4	0	0	0	0	0	1	1	0
Differenz Stufe 2-4 zum Vorjahr	12	14	-5	-2	4	10	-11	11

Schad-stufe	Insgesamt							
	84	85	86	87	88	89	91	94
0	34	34	35	40	41	40	39	35
1	42	39	42	39	42	40	44	40
2	22	25	21	20	16	18	16	23
3	2	2	2	1	1	2	1	2
4	0	0	0	0	0	0	0	0
Differenz Stufe 2-4 zum Vorjahr	6	3	-4	-2	-4	3	-3	8

Anmerkung:
Rundungsdifferenzen gegenüber anderen Tabellen können auftreten
Aufnahmen 1987/88 als Unterstichprobe (8 x 8 km)

Anteil der vergilbten Nadel-/Blattmasse

Bestände über 60 Jahre

Baumart	Vergilbungs-stufe	Wuchsgebiet: Schwarzwald								Wuchsgebiet: Neckarland							
		1984	1985	1986	1987	1988	1989	1991	1994	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1991	1994
Fichte	0	89,2	73,8	85,8	90,6	89,7	82,3	92,6	82,3	95,7	90,4	97,0	99,5	96,5	96,8	96,9	94,2
	1	8,6	19,9	11,2	7,8	8,1	15,2	6,5	15,4	4,1	9,2	2,8	0,4	3,4	2,7	2,8	4,4
	2	2,0	4,8	2,2	1,4	2,1	2,3	0,8	2,1	0,2	0,4	0,2	0,1	0,1	0,3	0,2	1,3
	3	0,2	1,5	0,8	0,2	0,1	0,2	0,1	0,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,2	0,1	0,1
Tanne	0	72,5	71,0	81,6	90,9	87,3	73,4	84,2	73,4	74,1	83,9	91,2	91,6	93,1	87,0	87,2	90,3
	1	22,3	24,5	16,6	8,2	10,9	22,5	13,4	21,4	22,7	14,5	8,2	7,7	6,3	11,7	11,9	8,3
	2	4,7	4,0	1,6	0,9	1,8	4,1	2,3	4,9	2,9	1,6	0,6	0,7	0,6	1,3	0,9	1,2
	3	0,5	0,5	0,2	0,0	0,0	0,1	0,1	0,3	0,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,3
Buche	0	83,4	84,0	96,6	88,4	86,7	86,9	98,3	86,1	85,6	93,4	99,4	95,3	94,6	95,8	99,2	96,1
	1	14,2	13,4	3,0	9,8	11,6	11,0	1,5	10,4	13,5	6,5	0,6	4,4	5,0	3,7	0,5	3,1
	2	1,6	2,4	0,4	1,6	1,4	2,1	0,2	3,5	0,9	0,1	0,0	0,3	0,4	0,5	0,3	0,8
	3	0,8	0,2	0,0	0,1	0,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0

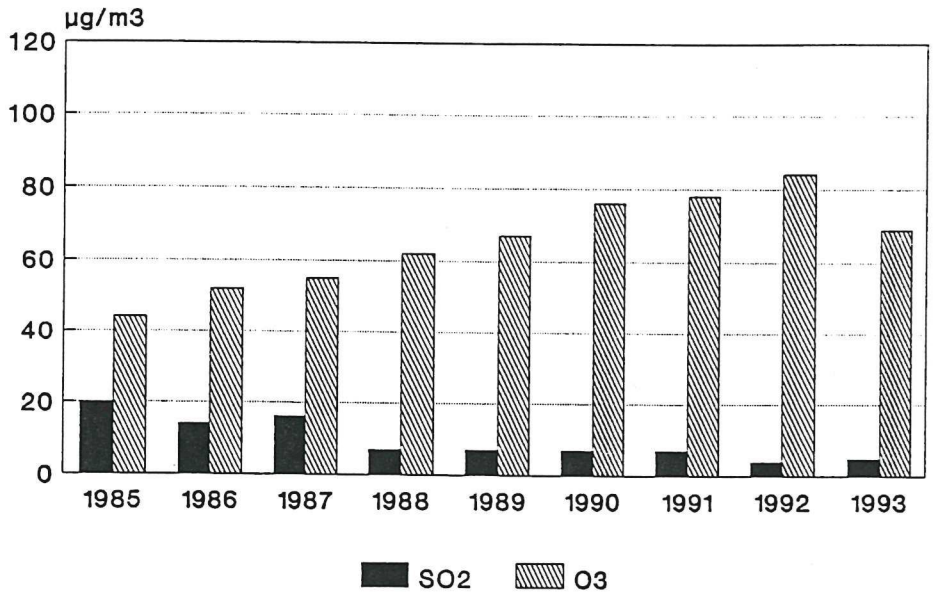
Anlage 11

Entwicklung der Schadstufenanteile
- Nur 16 x 16 km Raster -
Kombinationsschadstufen

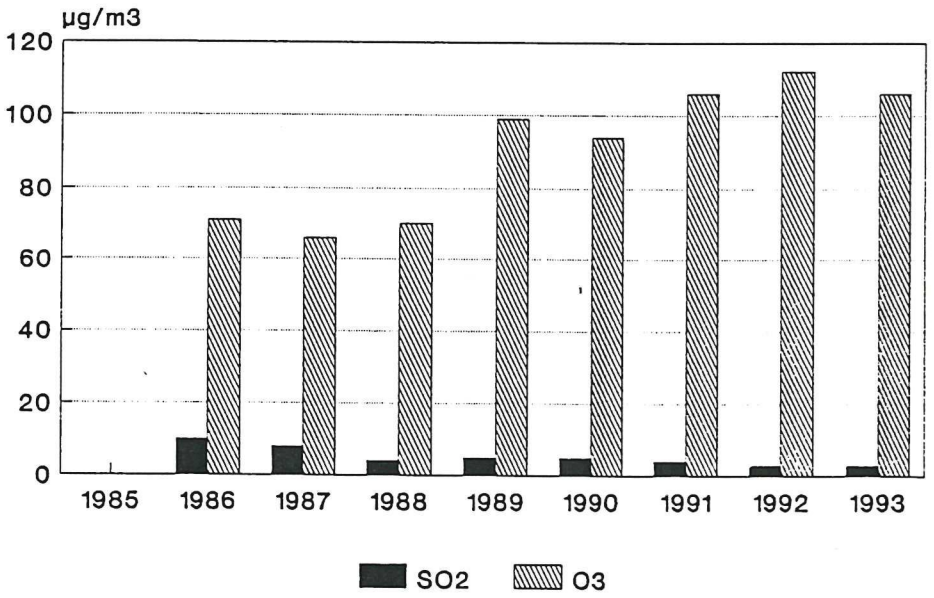
Stufe (Nadel-/Blattverlust)	Schadstufenanteile						
	TWI 1990	TWI 1991	TWI 1992	TWI 1993	TWI 1994	91 - 94	93 - 94
0 (0 - 10%)	37	38	26	23	33	-5	10
1 (11 - 25%)	44	44	50	46	41	-3	-5
2 (26 - 60%)	17	16	21	27	24	8	-3
3 (61 - 99%)	1	2	2	3	2	0	-1
4 .(100%)	1	0	1	1	0	0	-1
2 - 4	19	18	24	31	26	8	-5

Stufe 0 = ohne Schadmerkmale
Stufe 1 = schwach geschädigt
Stufe 2 = mittelstark geschädigt
Stufe 3 = stark geschädigt
Stufe 4 = abgestorben

Jahresmittelwerte der Immissionskonzentrationen
für SO2 und O3 an der LfU-Meßstation Edelmannshof in µg/m³

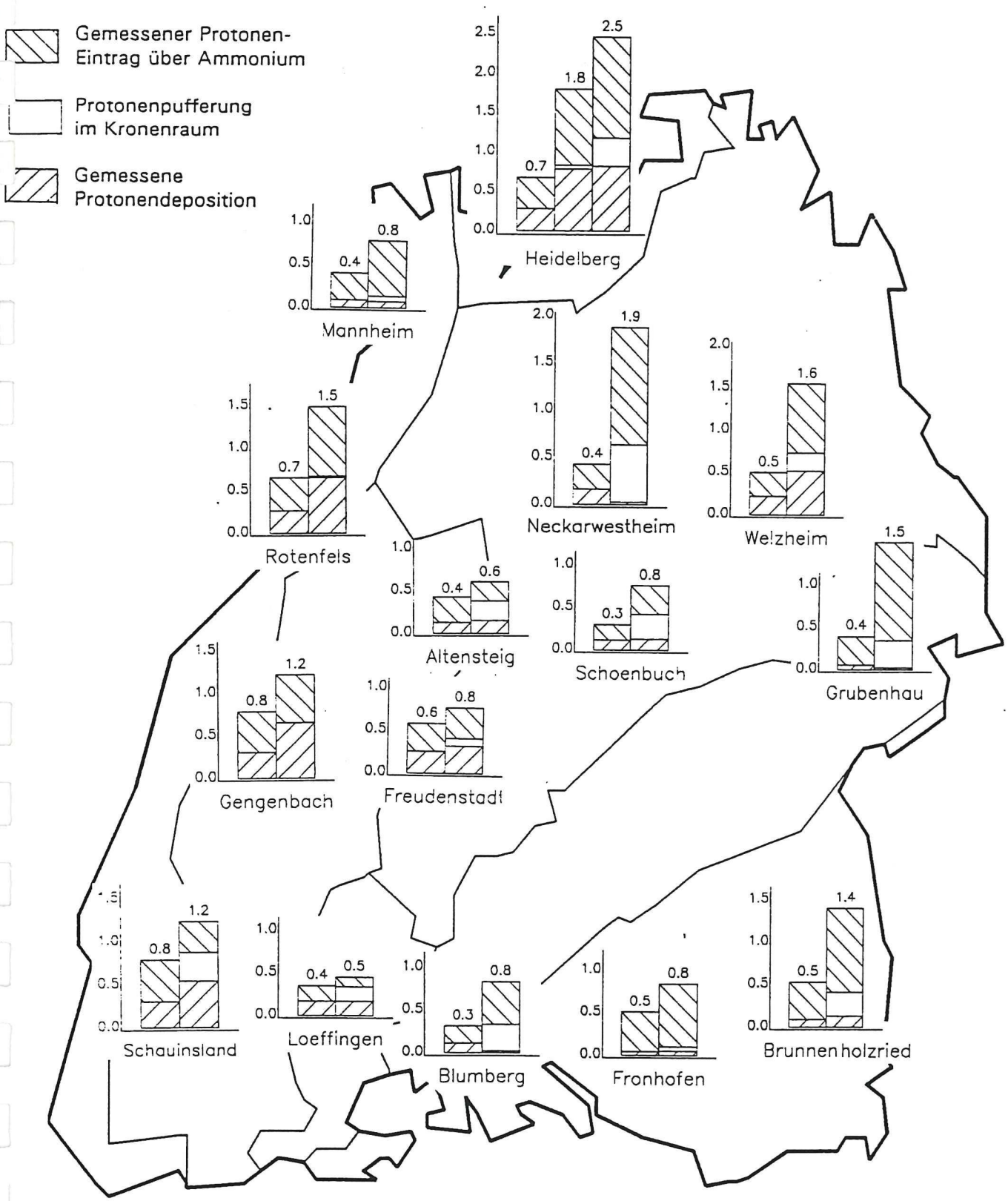


Jahresmittelwerte der Immissionskonzentrationen
für SO2 und O3 an der LfU-Meßstation Kälbelescheuer in µg/m³



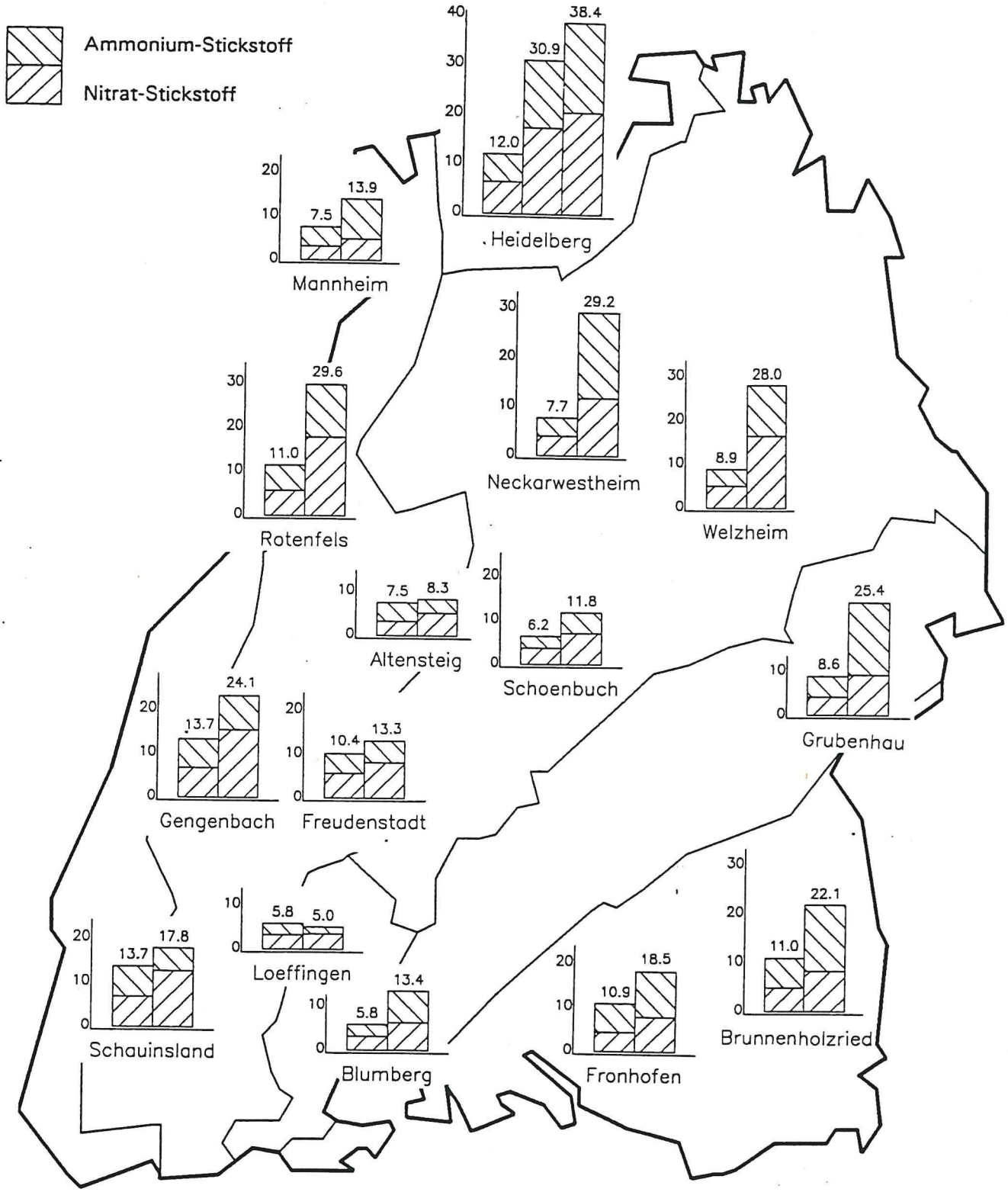
(Quelle: Landesanstalt für Umweltschutz)

Niederschlagsmeßnetz der Forstlichen Versuchs- und Forschungsanstalt Baden-Württemberg, Abteilung Bodenkunde



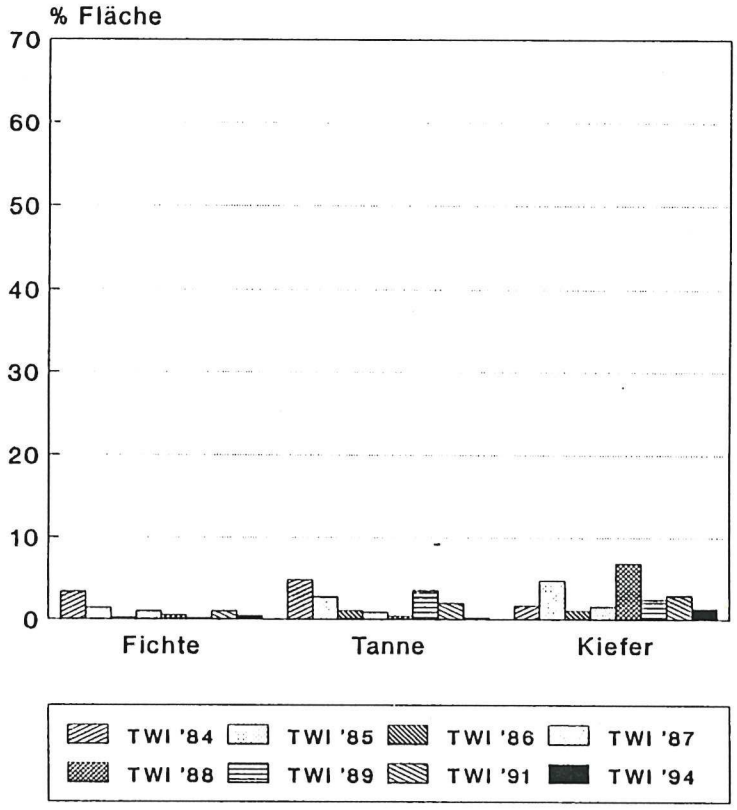
Gesamtsäurebelastung der beprobten Freiland- und Fichtenflächen im hydrologischen Jahr 1993 in $kmol_c$/ha/Jahr (= Säureäquivalente). Linke Säule: Freiland, rechte Säule: Fi, für Heidelberg von links nach rechts: Freiland - Fi ungedüngt - Fi gedüngt.

Niederschlagsmeßnetz der Forstlichen Versuchs- und Forschungsanstalt Baden-Württemberg, Abteilung Bodenkunde

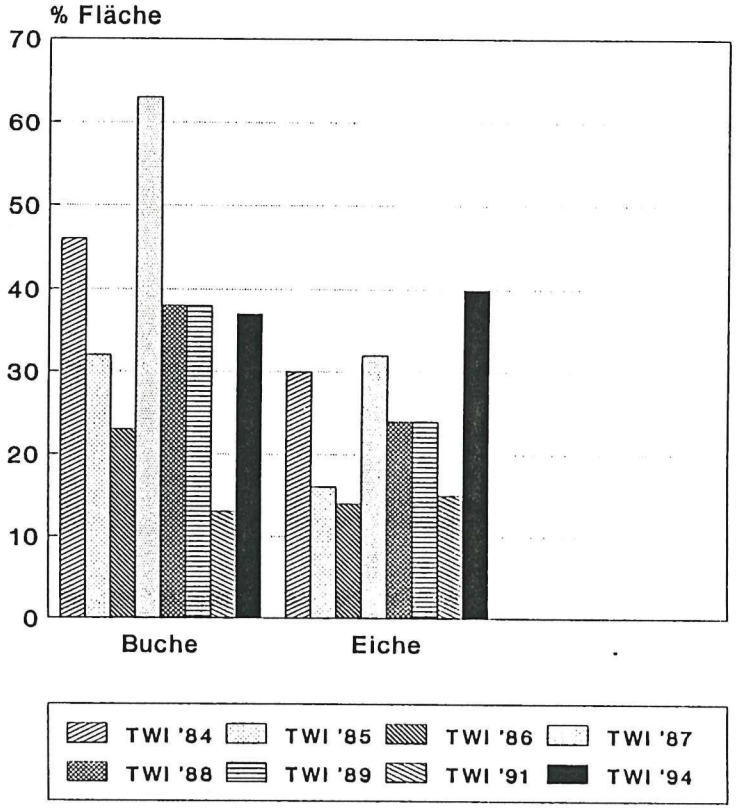


Stickstoffeinträge im Freiland und unter Fichte im hydrologischen Jahr 1993 in kg/ha/Jahr.
Linke Säule: Freiland, rechte Säule: Fichte,
für Heidelberg von links nach rechts: Freiland - Fichte ungedüngt - Fichte gedüngt.

Entwicklung der Flächenanteile mit Insekten- oder Pilzbefall 84-89/91/94
Nadelholz

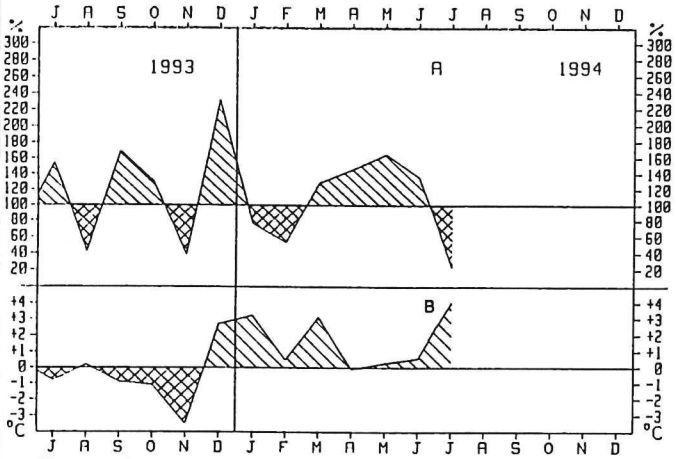


Entwicklung der Flächenanteile mit Insekten- oder Pilzbefall 84-89/91/94
Laubholz

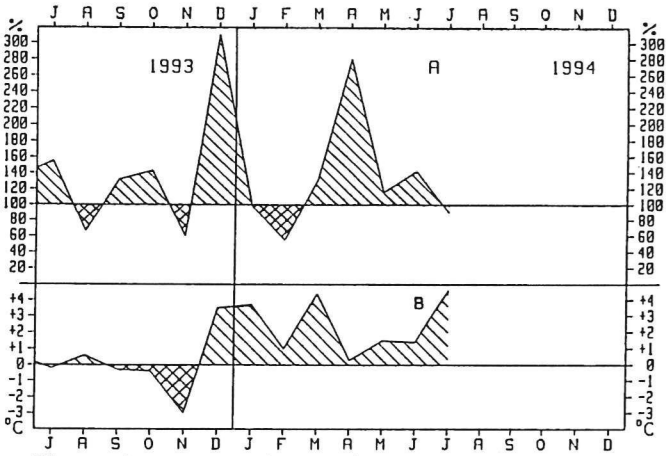


Anlage 16

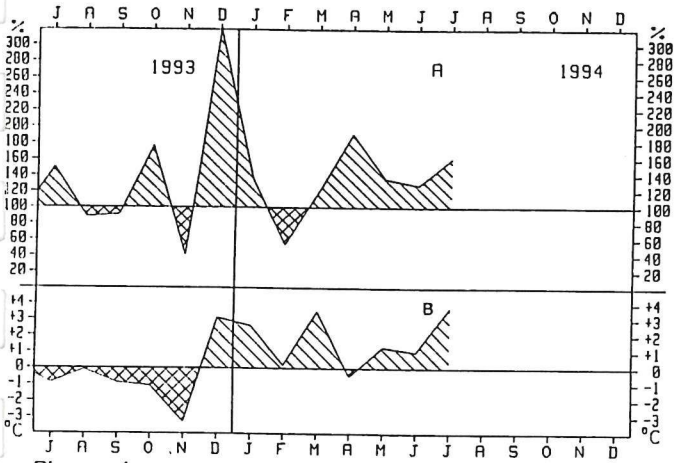
Niederschlags und Temperaturentwicklung
Juli 1993 - Juli 1994



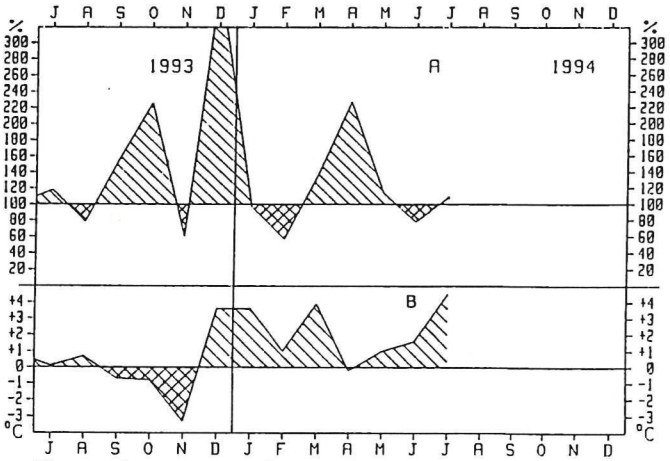
Abweichung vom langjährigen Mittel bei Niederschlag (A) und Temperatur (B) der Station Heidelberg 110 m/NN



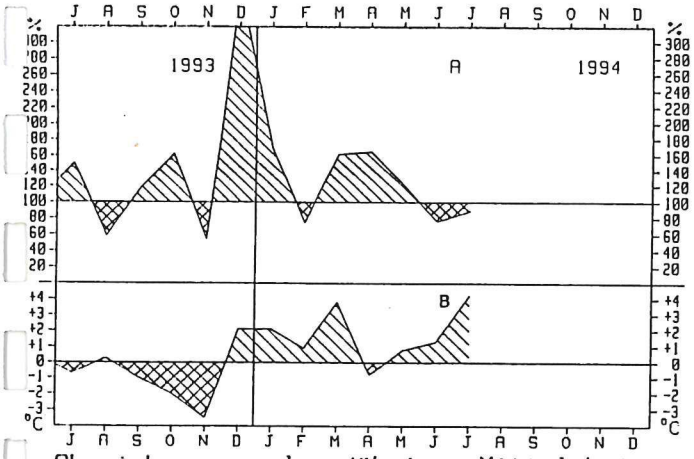
Abweichung vom langjährigen Mittel bei Niederschlag (A) und Temperatur (B) der Station Ellwangen/Jagst 443 m/NN



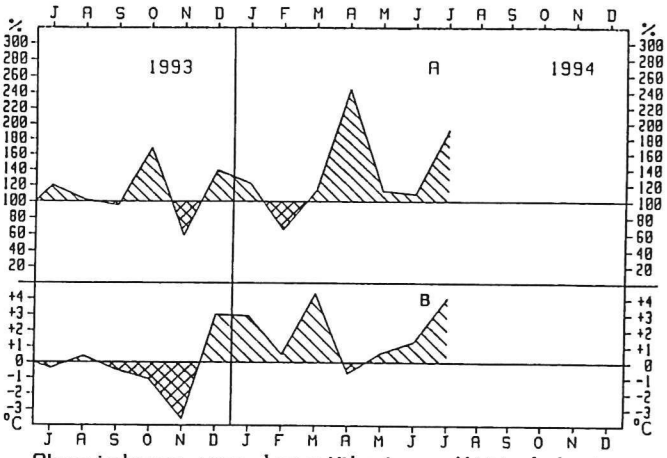
Abweichung vom langjährigen Mittel bei Niederschlag (A) und Temperatur (B) der Station Wildbad-Calmbach 421 m/NN



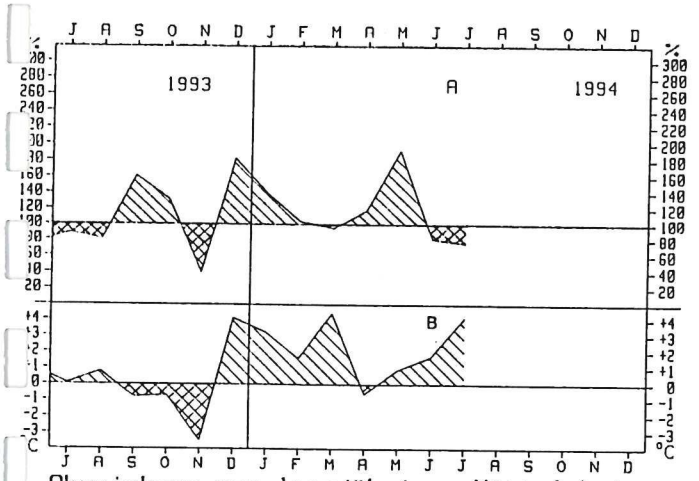
Abweichung vom langjährigen Mittel bei Niederschlag (A) und Temperatur (B) der Station Stuttgart 314 m/NN



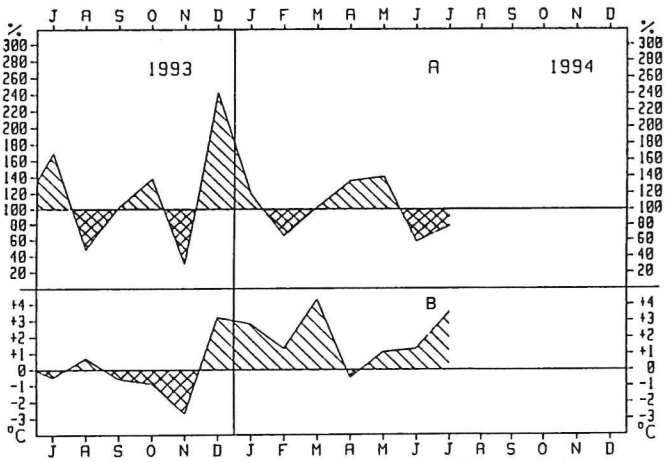
Abweichung vom langjährigen Mittel bei Niederschlag (A) und Temperatur (B) der Station Freudenstadt 797 m/NN



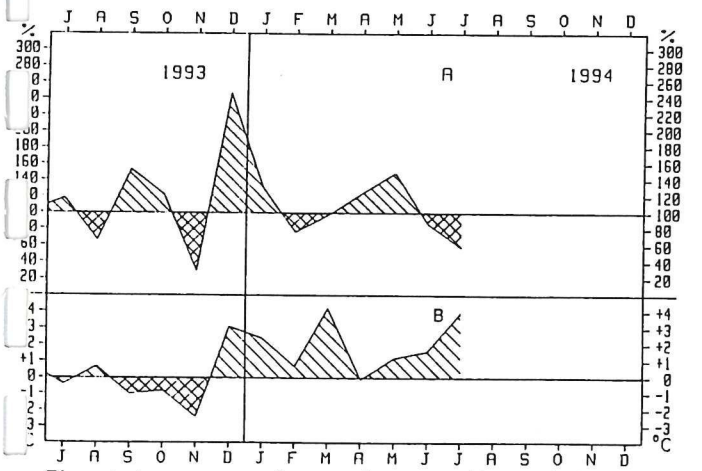
Abweichung vom langjährigen Mittel bei Niederschlag (A) und Temperatur (B) der Station Muensingen 750 m/NN



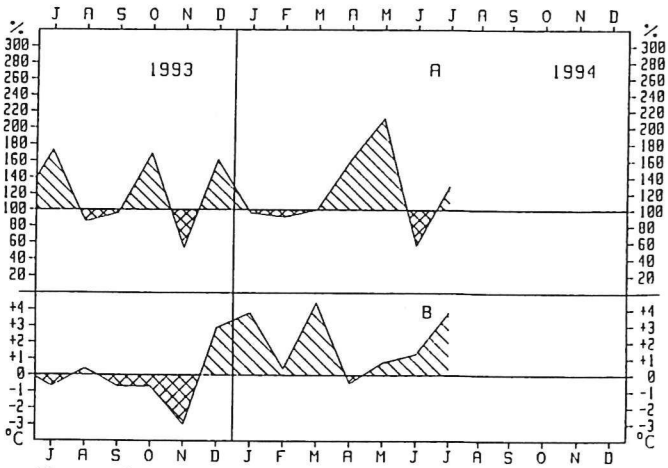
Abweichung vom langjährigen Mittel bei Niederschlag (A) und Temperatur (B) der Station Freiburg (WA) 269 m/NN



Abweichung vom langjährigen Mittel bei Niederschlag (A) und Temperatur (B) der Station Villingen-Schwenn. 720 m/NN

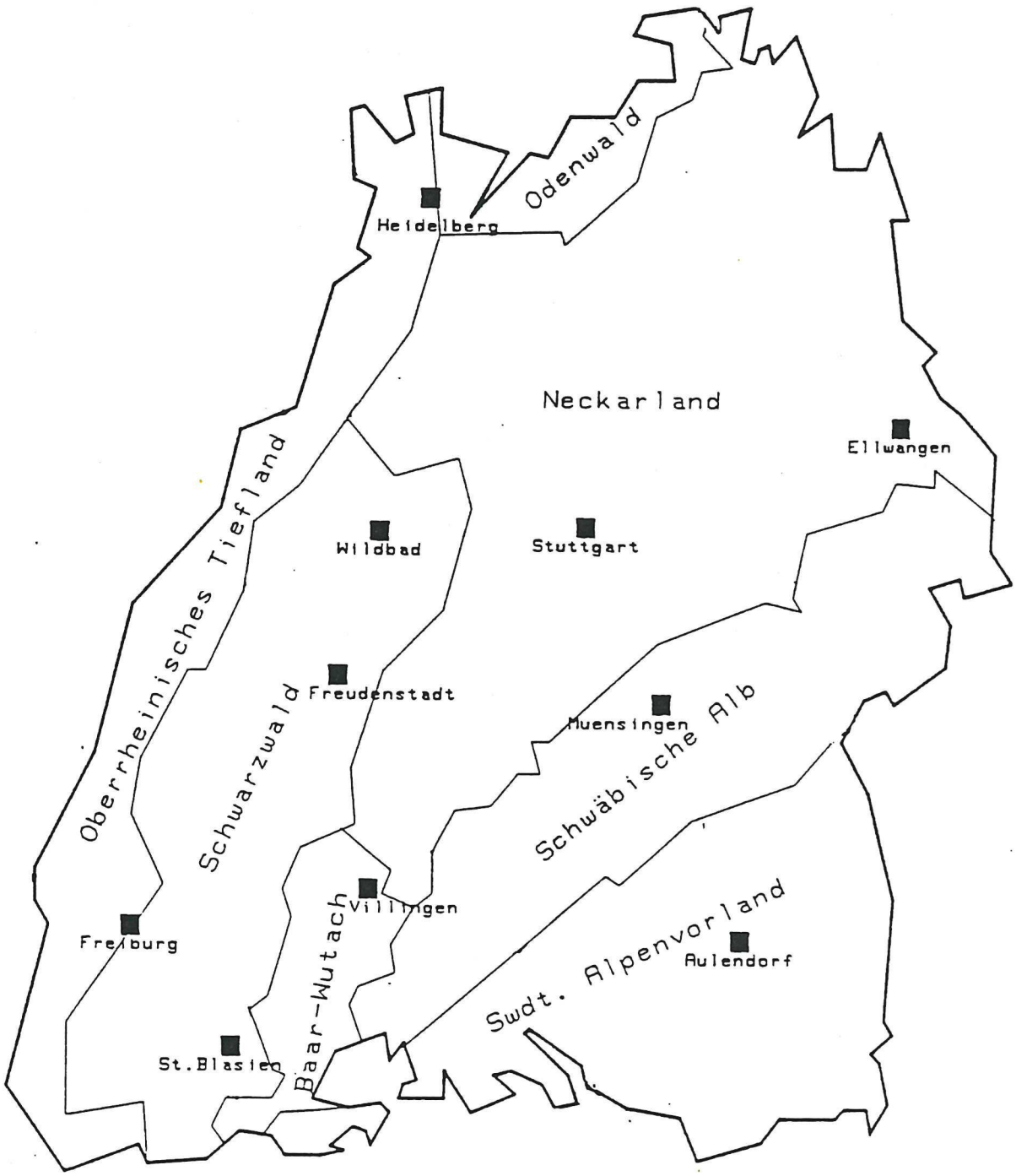


Abweichung vom langjährigen Mittel bei Niederschlag (A) und Temperatur (B) der Station St. Blasien 785 m/NN



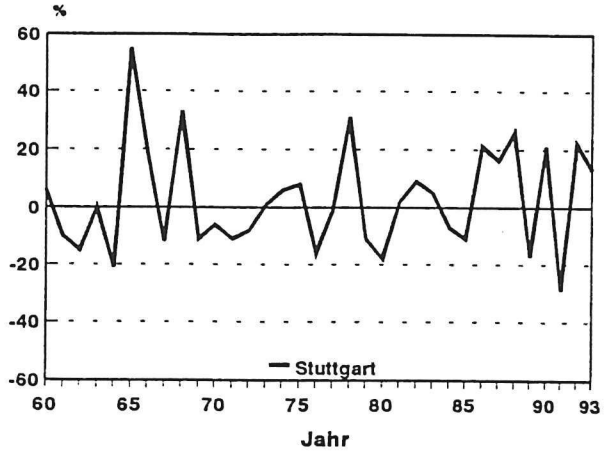
Abweichung vom langjährigen Mittel bei Niederschlag (A) und Temperatur (B) der Station Aulendorf 571 m/NN

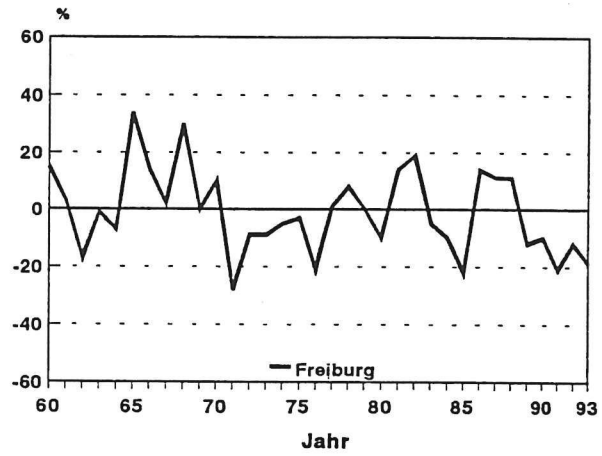
Wetterstationen in Baden-Württemberg

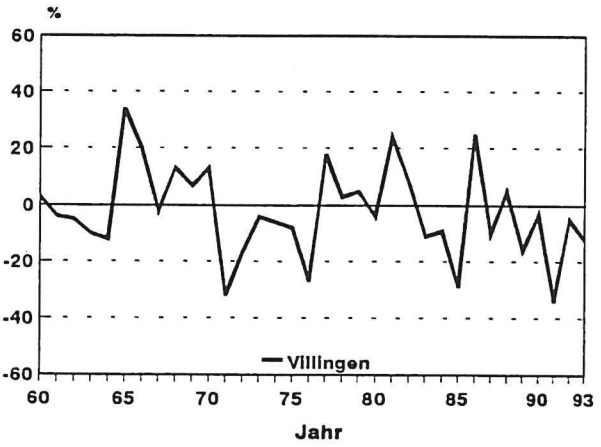


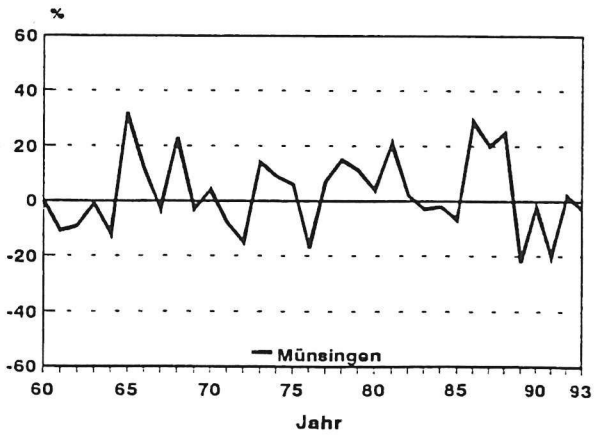
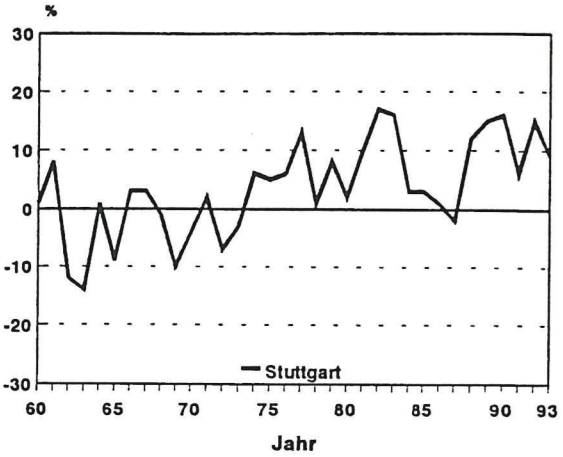
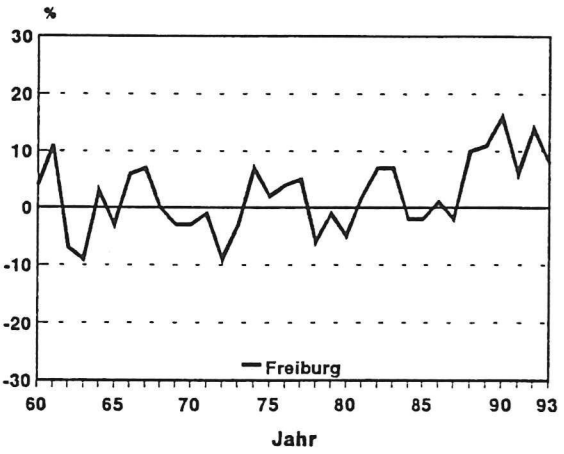
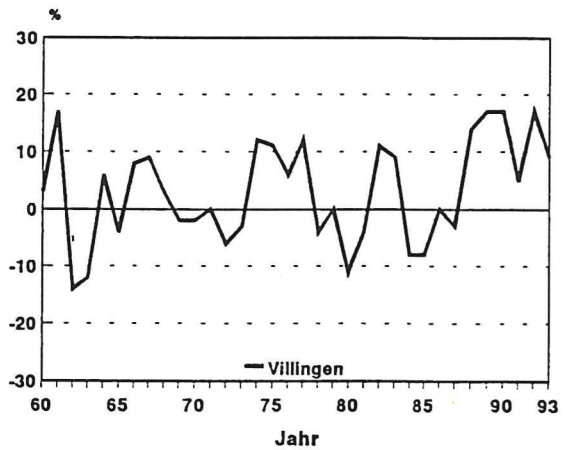
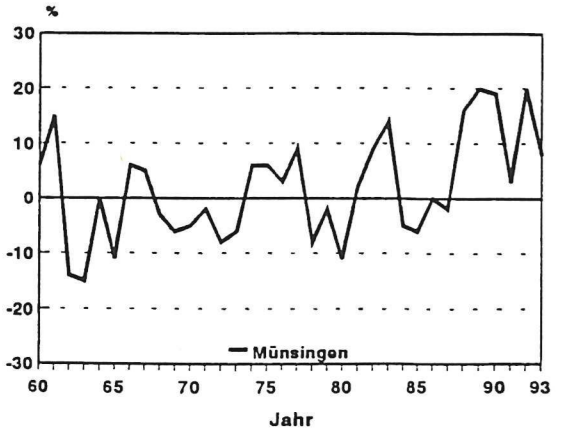
Mittelfristige Niederschlags- und Temperaturentwicklung
für die Wetterstationen Freiburg, Stuttgart, Freudenstadt, Münsingen
(Angaben in relativer Abweichung vom langjährigen Mittel 1951 - 1980)

Niederschlag









Temperatur