
FBVA-BERICHTE

Nr. 8 **Schriftenreihe der Forstlichen Bundesversuchsanstalt Wien** 1985

48--05: 416.1: (436) ✓ 116P
WALDZUSTANDSINVENTUR 1984
ZIELE-INVENTURVERFAHREN-ERGEBNISSE

von

Josef Pollanschütz

Forstl. Bundesversuchsanstalt
A-1131 Wien
Bibliothek

Herausgegeben
von der

Forstlichen Bundesversuchsanstalt Wien
A-1131 WIEN

Herstellung und Druck
Forstliche Bundesversuchsanstalt
A-1131 WIEN

Copyright by
Forstliche Bundesversuchsanstalt
A-1131 WIEN

Nachdruck mit Quellenangabe gestattet
Printed in Austria

Zu beziehen auf Bestellung bei der
Forstlichen Bundesversuchsanstalt, A-1131 WIEN

Inhaltsverzeichnis

	Seite
Zum Geleit	4
1. Einleitung	5
2. Ziele der Waldzustandsinventur	5
3. Grundsätze	6
4. Inventurverfahren	7
4.1 Aufnahmeeinheit	7
4.2 Auswahlkriterien für den Untersuchungsbestand	7
4.3 Stichprobendichte und -verteilung	8
4.4 Erhebungsmerkmale	8
5. Durchführung der Erhebungen	10
6. Auswertung der jährlichen Erhebungen	10
7. Aussagewert der jährlich erhobenen Kronenmerkmale	11
7.1 Zustand der Gesamtkrone und der Wipfelregion	11
7.2 Bedeutung der Verlichtungsstufen der Baumkrone	12
7.2.1 Skala der Verlichtungsstufen	12
7.2.2 Kommentar zu den Verlichtungsstufen	13
7.3 Bedeutung des "durchschnittlichen Verlichtungsgrades" eines Waldbestandes	14
7.3.1 Vorbemerkungen	14
7.3.2 Verlichtungskategorien der Probeflächen (bzw. Bestände)	14
7.3.3 Genereller Kommentar zu den Verlichtungskategorien	16
7.4. "Durchschnittlicher Verlichtungsgrad" einer Befundeinheit	16
8. Auswertungsergebnisse für das Erhebungsjahr 1984	17
8.1 Vorbemerkungen	17
8.2 Hauptergebnisse der Bundesländer	18
8.3 Detailergebnisse für einige Bundesländer	20
8.3.1 Kronenverlichtung und Bestandesalter	20
8.3.2 Kronenverlichtung und Schlußgrad der Bestände	25
8.3.3 Kronenverlichtung und Ertragsklasse der Bestände	25
8.3.4 Kronenverlichtung und Meereshöhe	25
8.3.5 Kronenverlichtung und Nährstoffversorgung	25
8.4 Schätzung des Ausmaßes der durch diverse Schädigungen betroffenen Waldfläche	27
8.5 Schlußbetrachtungen	29

ZUM GELEIT

Die vorliegende "Schriftenreihe der Forstlichen Bundesversuchsanstalt" soll den in der heutigen Zeit so notwendigen Informationsfluß beschleunigen und die neuesten Forschungsergebnisse, Untersuchungen, Statistiken und Berichte der interessierten Fachwelt näherbringen. Besondere Bedeutung wird dabei der Aktualität beigemessen: Eine technisch einfachere und deshalb raschere Herstellung, ein geringerer Umfang der einzelnen Bände sowie eine den Anforderungen des Interessentenkreises angepaßte Auflagenzahl werden die Schriftenreihe von den bereits bestehenden Mitteilungsbänden im wesentlichen unterscheiden. Damit wird ein Gedanke neu aufgegriffen, der vor längerer Zeit in den ersten sieben Bänden der Schriftenreihe bereits verwirklicht wurde, bei der Neuorganisation unserer Versuchsanstalt im Jahre 1957 aber wieder in Vergessenheit geriet.

Der jetzt erschienene, von ao.Univ.Prof. Dipl.Ing. Dr. Josef POLLANSCHÜTZ verfaßte achte Band behandelt die Ziele, Inventurverfahren und Ergebnisse der Waldzustandsinventur 1984.

Die Erkrankung unserer Wälder, die gegenwärtig durch ihr steigendes Ausmaß mehr und mehr Sorge bereitet, gibt Anlaß, den Zustand des Waldes und dessen Veränderungen über die periodischen Aufnahmen der Österreichischen Forstinventur hinaus durch eine besondere Inventur festzustellen.

Aufgabe der Waldzustandsinventur ist es, das derzeitige Ausmaß und die Entwicklung der Waldschädigungen und Waldkrankheiten zu ermitteln.

Mit der Leitung dieses wichtigen Unternehmens wurde ao.Univ.Prof. Dipl.Ing. Dr. Josef POLLANSCHÜTZ, ein Forstmann und Wissenschaftler mit jahrzehntelanger Erfahrung auf dem Gebiet der Rauchschadensforschung, betraut.

Mit diesem Band über die Waldzustandsinventur wird ein erster Schritt zur raschen Information der Fachwelt und interessierten Öffentlichkeit getan.

Dipl.Ing. Friedrich RUHM
Wissenschaftlicher Direktor

WALDZUSTANDSINVENTUR 1984

ZIELE - INVENTURVERFAHREN - ERGEBNISSE

von

J. Pollanschütz

1. EINLEITUNG

Das Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft beauftragte die Forstliche Bundesversuchsanstalt im Sinne der Ergebnisse der Forstdirektoren-Konferenz vom 12.1.1984, "eine **praktikable Methodik für Vitalitätserhebungen nach einheitlichen Kriterien** auszuarbeiten, damit alle künftigen Schadenserhebungen nach einem solchen Verfahren durchgeführt werden können".

Nach eingehendem Studium der zu diesem Zeitpunkt zur Verfügung gestandenen Unterlagen über **Waldschadensinventuren, Waldzustandserfassungen** und laufende **Beobachtungen der Waldzustandsänderungen**, die in anderen Ländern durchgeführt worden sind oder in Durchführung standen, wurden dem Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft mit Datum vom 30.3.1984 Vorschläge für eine jährlich durchzuführende **Waldzustandsinventur nach einheitlichen Richtlinien** unterbreitet. Der Beschluß der Österreichischen Bundesregierung zur Durchführung einer Waldzustandsinventur erfolgte am 22.5.1984.

Bei der Festlegung der Zielsetzungen und Grundsätze sowie bei der kritischen Auswahl und Definition der Erhebungskriterien und Merkmale, insbesondere bei der Festlegung der zu erfassenden Baumkronenmerkmale, war die beratende Mitwirkung vor allem der Herren E. Donaubaue, G. Eckhart, K. Holzer, W. Kilian, J. Nather und M. Neumann von entscheidender Bedeutung. Der beste Dank für die geleistete Mitarbeit sei den genannten Herren auch an dieser Stelle ausgesprochen.

2. ZIELE DER WALDZUSTANDSINVENTUR

Das Hauptziel der für mehrere Jahre geplanten Waldzustandsinventur (kurz WZI) ist die **zuverlässige Erfassung von Zustandsveränderungen der Baumkronen** an identen Probebäumen, die auf systematisch über ein Bundesland und somit über das Bundesgebiet verteilten Aufnahmeeinheiten ausgewählt worden sind. Die Hauptfragen, die es zu beant-

worten gilt, sind: "Nehmen die Waldschädigungen und Waldkrankheiten gebietsweise oder überall zu, oder bleibt die Schadintensität und die Flächenausdehnung gleich, oder ist regional oder generell ein Gesundungsprozeß bei kranken Wäldern zu verzeichnen?"

Die wiederholten Stichprobenerhebungen geben zwangsläufig jährlich einen **aktuellen Überblick** über das regional unterschiedliche Ausmaß der am Kronenzustand der Einzelbäume sichtbar gewordenen Waldschädigungen und Waldkrankheiten. Eine Waldzustandsinventur mit wiederholten einzelbaumweisen Kronenzustandserfassungen gewinnt von Jahr zu Jahr an Aussagewert. Objektiven Befunddaten über Zustandsveränderungen mit kalkulierbaren Fehlerrahmen für bestimmte Befundeinheiten (wie Bundesländer, Bezirksforstinspektionen, Wuchsgebiete, Altersklassen usw.) wird, dem zugrundeliegenden Konzept entsprechend, mehr Bedeutung und Wert beigemessen als den Schätzwerten über das Flächenausmaß der "geschädigten Waldflächen" in den einzelnen Regionen. Dies sollte bedacht werden, wenn eventuell Vergleiche mit anders gestalteten "Waldschadensinventuren" angestellt werden.

3. GRUNDSÄTZE

Im Rahmen einer terrestrischen Waldzustandserfassung sollen die Erheber **unvoreingenommen und frei von Sachzwängen** die Einzelbäume nach vom Boden aus erkennbaren Merkmalen - insbesondere nach Kronenmerkmalen - beurteilen und nicht in eine sie überfordernde Ursachenzuordnung verstrickt werden. Bei einer gewissenhaft durchgeführten, ständig überprüfbaren Waldzustands- oder Schadenserfassung müssen die objektivierbaren Feststellungen und Beschreibungen der Schädigungen deutlich von den Fragen nach den vermuteten Ursachen getrennt werden. Geschieht das nicht, dann sind subjektive Einflüsse auf die Ergebnisse der Erhebungen unvermeidlich.

Bei der Erfassung des Waldzustandes nach Schadbildern, Standortsbedingungen und auch bei speziellen bzw. gesonderten Untersuchungen zur Ermittlung der Ursachen soll ein **Schwerpunkt** bei der Baumart **Fichte** gesetzt werden. Bei dieser Baumart lassen sich die "Schadbilder" im nicht zu dichten Bestand (im starken Stangenholz und im Baumholz) nach der Beschaffenheit der **Wipfelregion**, der **Kronenzustandsform**, dem **Entnadelungstyp** usw. weitgehend eindeutig nach einheitlichen Richtlinien und unterstützt durch beschreibende zeichnerische Darstellungen ohne zu große Schwierigkeiten oder Unsicherheiten erkennen und erfassen. Bei der Fichte gelingt noch am leichtesten eine differenzierte Darstellung der "Schadbilder" nach der Schadintensität.

Der möglichst guten Erfassung der Standortsbedingungen (geologisches Substrat, Bodentyp, Höhenlage, Hangrichtung, Hangneigung, Wasserhaushalt, Waldtyp usw. und möglichst auch Klimadaten) muß ein entsprechendes Augenmerk geschenkt werden. Diesbezügliche verlässliche Daten werden als wesentliches Basismaterial für die Differentialdiagnose

benötigt. Ergebnisse guter standortkundlicher Untersuchungen geben zusammen mit den Analyseergebnissen der Bioindikatoruntersuchung jenes Basismaterial, das zum Zwecke der wissenschaftlich fundierten Unterscheidung zwischen "immissionsbedingten" und "nicht immissionsbedingten" Waldschäden Verwendung finden kann.

Für die notwendigen intensiven wissenschaftlichen Untersuchungen der **Zusammenhänge** zwischen **Ursachen** und **Wirkungen** sollten die Ergebnisse der Waldzustandsinventur einerseits eine Entscheidungshilfe für die Auswahl von Gebieten mit Schadensschwerpunkten darstellen und andererseits die Schadensdiagnose selbst erleichtern. Letzteres ist dann möglich, wenn die erhobenen Standorts- und Einzelbaummerkmale und insbesondere die Kronenmerkmale so gewählt worden sind, daß sie für die Spezialisten (der Immissionskunde, der Entomologie, der Phytopathologie, der Pflanzenphysiologie, der Standorts- und Bodenkunde usw.) brauchbare Hinweise für die Differentialdiagnose und Kausalanalyse ergeben.

4. INVENTURVERFAHREN

4.1 Aufnahmeeinheit

Als Aufnahmeeinheit für die **periodisch** (jeweils im Spätsommer, zwischen Mitte Juli und Ende August) vorzunehmende **Einzelbaumbeschreibung** wird eine "offene Probefläche" im ausgewählten Untersuchungsbestand in der Art der Einrichtung einer Dauerbeobachtungsfläche festgelegt. Ausgehend vom in der Natur aufgesuchten und verpflockten "tatsächlichen Meßpunkt" werden in einer Art Spirale gehend, herrschende und vorherrschende Bäume der Hauptbaumart Fichte (in Kieferngebieten der Weiß- oder der Schwarzkiefer, in Laubwaldgebieten Buche und Eiche) dauerhaft numeriert, bis die Zahl **30** erreicht ist. Werden in einem Nadelholzbestand neben der Hauptbaumart Fichte auch die Tanne oder die Kiefer in Beobachtung genommen - ein entsprechender Baumartenanteil vorausgesetzt - so werden von der Nebenbaumart zumindest **20** herrschende bzw. vorherrschende Bäume ausgewählt. In den Laubwaldgebieten Österreichs werden auch in Buchen- und Eichenbeständen und in den Donauauen in Hybrid-Pappel-Beständen Dauerbeobachtungsflächen eingerichtet.

4.2 Auswahlkriterien für den Untersuchungsbestand

Der Untersuchungsbestand soll der Betriebsart 1 (Wirtschaftswald - Hochwald) oder der Betriebsart 3 (Schutzwald im Ertrag) angehören und aus bearbeitungstechnischen Gründen nicht steiler als 40° (bzw. 84 Prozent) liegen. Das mittlere Bestandesalter soll zwischen **60 und 100 Jahren** liegen. Ausnahmen: Zum Beispiel im sommerwarmen Osten ab Alter 50, in Buchen- und Eichenbeständen und in Nadelwaldbeständen im Gebirge möglichst nicht über 140 Jahre, in Hybrid-Pappelbeständen ab Alter 15. Der Kronenschluß kann "licht" bis "geschlossen" sein (Stufen 2 - 4 der Österreichischen

Forstinventur). Die betreffende **Hauptindikatorbaumart** muß mit einem Anteil von mehr als 5/10 oder zumindest in einer größeren Gruppe mit ausreichender Anzahl herrschender Bäume im Bestand vorkommen. Der Untersuchungsbestand soll eine Mindestbreite von 70 m und eine Mindestgröße von 0,5 ha haben. Der Abstand des Probeflächenrandes (= gedachte äußere Begrenzungslinie im Kronentrauf der nummerierten Probestämme) vom **Waldrand** oder einem deutlich der Baumhöhe nach abgesetzten **Bestandesrand** muß 25 - 30 m betragen. Es ist nicht Aufgabe der Waldzustandsinventur, durch jährliche Erhebungen die bekannten Phänomene neuerlich zu bestätigen, daß Schädigungen infolge der Einwirkungen von Wind, Sonneneinstrahlung sowie diversen Luftverunreinigungen an entsprechend exponierten Bestandesrändern verstärkt in Erscheinung treten und dann bei Ausfall der jeweiligen Randbäume rasch in den Bestand fortschreiten. Randschadensuntersuchungen und insbesondere Untersuchungen im Bereich von Hanganschnitten (z. B. als Folgen des Straßenbaues) sind als Sonderuntersuchungsprogramme der WZI für einen späteren Zeitpunkt vorgesehen.

Der **tatsächlich** für die Einrichtung der Dauerbeobachtungsfläche letztlich gewählte **Meßpunkt** darf maximal 300 m vom **Soll-Meßpunkt** (des **Stichprobennetzes**) entfernt liegen. Um subjektive Momente bei der Suche und Auswahl der Probeflächen so weit als möglich auszuschalten, wird den Erhebern ein entsprechender Suchvorgang vorgeschrieben.

4.3 Stichprobendichte und -verteilung

Als **bundesweites Stichprobennetz** ist ein 4x4 km Grundnetz vorgesehen, das soweit als möglich in das 16x16 km Grundnetz der **Bioindikatoruntersuchung** (kurz BIN) einzubinden ist. Im Hinblick auf noch aussagefähige Stichprobenergebnisse für bestimmte Befundeinheiten ist für die Bundesländer Burgenland, Salzburg, Tirol, Vorarlberg und Wien eine Verdichtung des bundesweiten WZI-Stichprobennetzes vorgesehen.

Im Interesse der Verknüpfung der Ergebnisse der WZI mit den Untersuchungsergebnissen der jährlichen BIN-Erhebungen wird der Standort des BIN-Baumes Nr. 1 zum Soll-Meßpunkt mit umgebendem Suchareal (Umkreis bis 300 m), wenn der schon im Herbst 1983 eingerichtete BIN-Punkt laut ÖK 50 (Österreichkarte 1:50.000) in einer kürzeren Distanz als 1 km vom kartenmäßig festgelegten Soll-Meßpunkt der WZI entfernt liegt.

Die kartenmäßige Festlegung der Soll-Meßpunkte erfolgt auf den ÖK 50 im Gauß-Krüger-Koordinatensystem, wobei das Bundesmeldenetz (BMN) mit dem 4x4 km Gitternetz unter Angabe der entsprechenden Hoch- und Rechtswerte Verwendung findet.

4.4 Erhebungsmerkmale

Bezüglich der Erhebungsmerkmale ist zwischen den **einmal** zu ermittelnden **Standorts- und Bestandesdaten** (Erhebung z. B. im Zuge der Einrichtung der Dauerbeobachtungsflächen) sowie bestimmten Einzelbaummerkmalen und den in **jährlichen** Abständen im Spätsommer zu erfassenden **Kronenmerkmalen** zu unterscheiden.

Die Standorts- und Bestandesmerkmale sind so definiert bzw. gegliedert, daß sie entweder den Merkmalsreihen der Österreichischen Forstinventur entsprechen, oder mit diesen vergleichbar sind. Im einzelnen werden erhoben:

STANDORTSMERKMALE:

Meereshöhe
Exposition
Hangneigung
Geländeform
Grundgestein
Bodentyp
Vegetationstyp
Wasserhaushaltsklasse

BESTANDESMERKMALE:

Bestandesgrundfläche
Baumartenanteile
Alter, Oberhöhe, Ertragsklasse
Altersklasse
Wuchsklasse
Kronenschlußgrad
Bestandesaufbau
Art der Baumartenmischung
Pflegezustand, Durchforstung in den letzten fünf Jahren, Durchforstungsart
Bestandesschäden (Sturm, Schnee, Hagel, Rückung, Schälung, Pilze, Insekten usw.)
Zustand der nahegelegenen Wald- und Bestandesränder
Vorausgegangene Waldbehandlung (Bodenstreunutzung, Waldweide, Entwässerung, Kalkung, Bestandesdüngung)

ANLÄSSLICH DER PROBEFLÄCHEN-EINRICHTUNG ZU ERHEBENDE EINZELBAUMMERKMALE:

Baumart
Verzweigungsform (nur bei Fichte)
Baumklasse (soz. Stellung)
Kronenklasse
Mechanische Stamm- und Kronenschäden
Brusthöhendurchmesser
Höhe (der Oberhöhenbäume)

JÄHRLICH ZU ERHEBENDE EINZELBAUMDATEN:

Neue mechanische Stamm- und Kronenschäden
Harzfluß
Beschreibung des Wipfeltriebes (Jahrestrieb)
Zustand der Wipfelregion
Kronenzustandsform (Verlichtungsstufen)
Entnadelungstyp
Wasserreiserbildung am Schaft
Mistelbefall

Im Detail gibt die "Instruktion für die Feldarbeit der Waldzustandsinventur nach bundeseinheitlichen Richtlinien 1984 - 1988 (Fassung 1985)" über die einzelnen Erhebungsmerkmale Auskunft.

5. DURCHFÜHRUNG DER ERHEBUNGEN

Im Rahmen eines "Sofortprogrammes" haben die Bundesländer Burgenland, Kärnten, Oberösterreich, Salzburg und Tirol im Sommer 1984 die Dauerbeobachtungsflächen des bundesweiten Probeflächennetzes mit landeseigenem Forstpersonal ausgewählt, einen auf wenige Merkmale beschränkten Teil der Standorts- und Bestandesmerkmale erhoben und nach einer gemeinsamen Einschulung zur Aufnahme der Kronenmerkmale, welche von Mitarbeitern der Forstlichen Bundesversuchsanstalt veranstaltet worden ist, zwischen Mitte Juli und Anfang September 1984 die erforderlichen Einzelbaumdaten erhoben. Das Bundesland Niederösterreich hat sich am "Sofortprogramm" mit den Erhebungen in 6 von 16 Bezirksforstinspektionen und Steiermark mit den Erhebungen in 1 Bezirksforstinspektion beteiligt.

Nach einer intensiven vierzehntägigen Einschulung haben Anfang April 1985 rund 30 junge Forstleute (Forstakademiker und Förster) damit begonnen, die noch fehlenden Dauerbeobachtungsflächen einzurichten und auf den bereits vorhandenen Probeflächen die Erhebungen der Standorts- und Bestandesmerkmale zu vervollständigen. Dieses Personal wird aufgrund eines Vertrages von der "Studiengesellschaft für Bauernfragen" der Forstlichen Bundesversuchsanstalt zur Verfügung gestellt. Die fachliche Betreuung und Überwachung wird durch Bedienstete der Forstlichen Bundesversuchsanstalt wahrgenommen.

Die zweite, nunmehr auf alle neun Bundesländer ausgedehnte Aufnahme der Kronenmerkmale der dauerhaft markierten Probebäume wird nach einem einwöchigen Training (Einschulung) zwischen Mitte Juli und Ende August 1985 erfolgen. Hierbei ist eine Mitwirkung von Fachpersonal der Bundesländer vorgesehen, um diesen wichtigsten und jährlich vorzunehmenden Teil der Erhebungen möglichst innerhalb eines kurzen Zeitraumes von 6 Wochen abwickeln zu können.

6. AUSWERTUNGEN DER JÄHRLICHEN ERHEBUNGEN

Für die Auswertungen der jährlichen Erhebungen wurden von Mitarbeitern der Forstlichen Bundesversuchsanstalt EDV-Programme für sogenannte Übersichtsauswertungen der einzelnen Bundesländer, für verschiedene Detaillauswertungen, graphische und kartenmäßige Darstellungen der Ergebnisse entwickelt. Besonderer Dank für persönlichen Einsatz sei an dieser Stelle den Herrn M. Neumann, W. Wenter und Herrn K. Schieler samt seinen Mitarbeitern ausgesprochen.

Den am "Sofortprogramm 1984" beteiligten Bundesländern konnten die Ergebnisse der länderweisen Übersichtsauswertungen für das Jahr 1984 bereits im Dezember 1984 zur Verfügung gestellt werden.

In der vorliegenden Publikation werden die Hauptergebnisse dieser Bundesländer und Ergebnisse einiger vergleichender Detailauswertungen der Erhebungen des Jahres 1984 mitgeteilt.

Ein Ergebnis für das österreichische Bundesgebiet kann erst nach den Kronenzustands-erhebungen im Sommer 1985 ermittelt werden, in die nunmehr alle neun Bundesländer einbezogen werden.

Die jährlich wiederholten Erhebungen auf den Dauerbeobachtungsflächen werden zwar jeweils einen aktuellen Überblick über das regional unterschiedliche Ausmaß der am Kronenzustand der Einzelbäume sichtbar gewordenen Waldschädigungen und Waldkrankheiten geben, aber Hauptziel ist, wie im Abschnitt 2. festgehalten, die **zuverlässige Erfassung von Zustandsveränderungen.**

Erste Aussagen über Entwicklungstendenzen des Waldzustandes werden nach vier Erhebungen, für die Bundesländer Burgenland, Kärnten, Oberösterreich, Salzburg und Tirol also Ende 1987 und für die übrigen Bundesländer Ende des Jahres 1988 möglich sein, denn erst ab vier **gleichwertigen Erhebungen** ist es möglich, jährliche Schwankungen und eventuelle systematische Abweichungen zu erkennen und richtig einzuschätzen. **Gesicherte Auskünfte über regionale Veränderungen des Waldzustandes,** über Änderungen des lokalen und allgemeinen Gesundheitszustandes der Wälder sind erst nach Vorliegen mehrerer **grundsätzlich vergleichbarer Erhebungen** möglich, die an identen Probebäumen vorgenommen worden sind. Wer schon nach zwei oder drei gleichwertigen Erhebungen glaubt, Entwicklungstendenzen ableiten zu können, der überschätzt die grundsätzlichen Möglichkeiten, die mit Waldzustands- bzw. Waldschadensinventuren gegeben sind. Wenn außer einer Abschätzung der gebietsweisen bzw. regionalen Entwicklungstendenzen erste Trendberechnungen für bestimmte Befundeinheiten erwartet werden, dann sind hierfür **mindestens** fünf an denselben Probebäumen durchgeführte jährliche Kronenzustands-erhebungen erforderlich (die aber Berechnungen für nur kurze Projektionszeiträume von wenigen Jahren zulassen). Dies sei unmißverständlich festgehalten, um falsche Hoffnungen bzw. nicht erfüllbare, vorschnelle Wünsche gar nicht aufkommen zu lassen.

7. AUSSAGEWERT DER JÄHRLICH ERHOBENEN KRONENMERKMALE

7.1 Zustand der Gesamtkrone und der Wipfelregion

Bei der Österreichischen Waldzustandsinventur wird das Schwergewicht der jährlichen Erhebungen auf die Beschreibung der **Kronenzustandsform** der in Beobachtung genommenen Einzelbäume der Indikatorbaumarten gelegt, die als **Verlichtungsstufen** der Gesamtkrone in einer fünfteiligen Skala für jede der Baumarten textlich beschrieben und durch bildliche Darstellungen in der Aufnahme-Instruktion erläutert sind. Welche Be-

deutung den einzelnen Stufen der Kronenverlichtungen beigemessen wird, ist in den folgenden Unterabschnitten festgehalten.

Für die Bewertung des Gesundheitszustandes der einzelnen Probestämme sind des weiteren der **Zustand der Wipfelregion** bzw. die obersten 2 - 5 m der Krone von besonderer Bedeutung. Werden negative Unterschiede gegenüber der übrigen Krone festgestellt, kann dies im Rahmen spezieller Auswertungen bei der Errechnung der durchschnittlichen "Gesundheitsziffer" bzw. beim "Krankheitsindex" entsprechende Beachtung finden. Gleiches gilt auch, wenn etwa bei den Baumarten Fichte und Tanne der **"Entnadelungstyp 3"**, also Entnadelung von außen nach innen und von oben nach unten festgestellt worden ist.

7.2 Bedeutung der Verlichtungsstufen der Baumkronen

7.2.1 Skala der Verlichtungsstufen

Die Skala der **Verlichtungsstufen** bei Nadel- und Laubbaumarten reicht von 1 bis 5 (Kronenzustandsform 1 bis 5). Diese Stufen, vereinfacht beschrieben, zeigen folgende Kronenzustände an:

Verlichtungsstufe	Kronenzustandsbeschreibung
1	Dichte Benadelung bzw. Belaubung
2	Schwache Verlichtung
3	Mittlere Verlichtung
4	Starke Verlichtung
5	Abgestorbene Krone (ohne Nadeln bzw. Laub)

Bei der Ermittlung der Verlichtungsstufe (= Kennziffer der Kronenzustandsform) werden nur herrschende und vorherrschende Bäume berücksichtigt, denn beherrschte und unterdrückte Bäume können alleine durch den Ausscheidungsprozeß der Natur, also alleine durch die Konkurrenz der herrschenden und vorherrschenden Bäume zum Kränkeln und zum nachfolgenden Absterben verurteilt worden sein.

Bezüglich der für den Gesamtzustand und die Existenzfähigkeit eines Waldbestandes sehr maßgeblichen herrschenden und vorherrschenden Bäume ist zu bedenken:

**Kronenverlichtungen sind nicht in allen Fällen gleichbedeutend mit einer Schädigung
und vital aussehende Bäume müssen nicht unbedingt gesund sein!**

Mit Nachdruck sei an dieser Stelle in Erinnerung gebracht:

Kronenverlichtungen sind unspezifisch, weil sie leider typisch für die Einwirkung verschiedener Schadfaktoren sein können. Sie dürfen also ohne entsprechende Untersuchungen und Analysen keiner der in Frage kommenden Schadursachen eindeutig zugeordnet werden - auch nicht den im Vordergrund des Interesses stehenden Luftverunreinigungen verschiedenster Art, Konzentration, Einwirkungsdauer und Mischung.

7.2.2 Kommentar zu den Verlichtungsstufen

zu 5: Kommentar überflüssig, der Baum ist tot.

zu 4: Werden im Zuge der Erhebungen einer **Waldzustands-** bzw. **Waldschadensinventur**, herrschende Bäume mit stark verlichteten Kronen (Kronenzustandsform 4) festgestellt, dann besteht kein Zweifel, daß diese Bäume **schwer krank** sind. Woran sie erkrankt sind, erfährt man durch entsprechende Untersuchungen und Analysen.

zu 3: Bei herrschenden Bäumen, deren Kronen der mittleren Verlichtungsstufe (= Kronenzustandsform 3) zuzuordnen sind, ist die Wahrscheinlichkeit sehr groß, daß die Einwirkung abiotischer (anorganischer) und/oder biotischer (organischer) Schadfaktoren Platz gegriffen hat, die Wahrscheinlichkeit für eine natürliche Verlichtung, etwa infolge hohen Alters, ist dagegen relativ gering.

zu 2: Eine schwache Verlichtung der Baumkrone (= Kronenzustandsform 2) kann z. B. bei der Baumart Fichte bedeuten: dieser Baum ist so gesund und vital, daß er zum **Selbstschutz** in der Lage war, einem durch Trockenheit und Wassermangel drohenden **"Streß"** durch den Abwurf von Nadeln älterer Jahrgänge entgegenzuwirken. Diese alten Nadeln hätten nämlich nahezu gleich viel Wasser wie die jungen leistungsfähigen Nadeln benötigt, hätten wohl noch entsprechende Speicherfunktionen erfüllen können, aber nur mehr sehr wenig oder nichts zur gesamten Netto-Stoffproduktion des Baumes beigetragen. Bei solchen Bäumen findet man in der Regel im Vergleich zu dicht benadelten Bäumen (der Kronenzustandsform 1) **keine** verminderte Zuwachsleistung.

Eine schwache Verlichtung einer Baumkrone kann aber ebenso gut bedeuten, daß dieser Baum **kränkelt** und als Folge einer schädigenden Einwirkung eines Umweltfaktors der belebten und unbelebten Natur einen Teil seiner Nadeln, seines Laubes oder einen Teil seiner Seitenzweige verloren hat. Als maßgebliche Ursache für die Kronenverlichtung kommen in solchen Fällen die Einwirkung von Luftverunreinigungen ebenso in Betracht wie die schädigenden Einflüsse von Frost, Sturm, Eis- anhang, Hagel, Schüttepilzbefall, Insektenfraß und ähnliches mehr, aber auch Wurzelschädigungen als Folgen von Sturmeinwirkung, Fäulepilzbefall, im sehr sauren Boden freigesetzte Aluminium-Ionen usw. können die indirekte Ursache für eine unnatürliche "Nadelschütte" sein. War die Kronenverlichtung einer Schadwirkung zuzuschreiben, dann wird dies in der Regel auch in einer verminderten Zuwachsleistung, also an schmälere Jahresringen offenkundig.

zu 1: Ist die Krone eines herrschenden Baumes dicht benadelt bzw. belaubt, dann ist die Wahrscheinlichkeit sehr groß, daß dieser Baum **gesund** ist. Es können aber in bestimmten Fällen durch das Zusammentreffen von im Verborgenen schwach wirksam gewordenen Schadfaktoren, so zum Beispiel durch die Einwirkung einer Kombination von zwei oder mehr Arten von Luftverunreinigungen "unterschwelliger" Konzentrationen Beeinträchtigungen der Stoffwechselfunktionen und insbesondere

der Photosyntheseleistung eingetreten sein, die sich unter Umständen jahrelang nicht am äußeren Erscheinungsbild eines Baumes zu erkennen geben, aber sehr wohl durch spezielle zuwachskundliche Untersuchungen oder sehr aufwendige vergleichende Gaswechsellmessungen (Bilanz der CO_2 -Aufnahme und -Abgabe) festgestellt werden können. Die Wahrscheinlichkeit, daß in bestimmten lokalen Bereichen derartige "latente", bisher nicht erkannte Schädigungen Platz gegriffen haben, ist relativ gering.

7.3 Bedeutung des "durchschnittlichen Verlichtungsgrades" eines Waldbestandes

7.3.1 Vorbemerkung

Untersucht man eine Population, seien es Menschen, Tiere oder Pflanzen einer bestimmten Region, eines bestimmten Gebietes, hinsichtlich der Gesundheitsstruktur, dann findet man im **Normalfall** sehr viele gesunde, wenige kränkelnde, einige kranke, einzelne sehr kranke Individuen und einzelne knapp vor dem Zeitpunkt der Erhebung gestorbene Individuen.

Ordnet man jedem im Rahmen einer Stichprobennahme untersuchten Individuum seinem Gesundheitszustand entsprechend, die Kennziffern 1 bis 5 zu und berechnet man (zum Schrecken von Mathematikern und Biometrikern) nur eine durchschnittliche "Gesundheitsziffer" als Schätzwert für die Population (anstelle einer vergleichenden Darstellung von Merkmalsverteilungen und der Ermittlung der entsprechenden Kennziffern), dann wird dieser Mittelwert bei einer normalen, also "gesunden" Population zwischen 1,00 und 1,50 zu finden sein. War eine Krankheitswelle unmittelbar vorausgegangen oder ist zum Zeitpunkt der Erhebung gerade eine Epidemie im Gange, dann wird diese "Gesundheitsziffer" eine deutliche Verschiebung in Richtung 2,00 oder auch darüber hinaus erfahren haben; sie wurde damit zum "Krankheitsanzeiger".

7.3.2 Verlichtungskategorien der Probeflächen (bzw. Bestände)

Für jede Dauerbeobachtungsfläche (Probefläche der WZI), läßt sich aus den Kennziffern der Kronenzustandsform (= Verlichtungsstufen) der 30 (oder 50) herrschenden Probebäume der **Indikatorbaumart(en)** ein "durchschnittlicher Verlichtungsgrad" (als eine Art "Gesundheitsziffer" bzw. als "Krankheitsindex") berechnen. Der "durchschnittliche Verlichtungsgrad" eines Untersuchungs-**Bestandes** bzw. einer Probefläche kann als "**Index**" verstanden werden, der den durchschnittlichen Gesundheitszustand bzw. den Krankheits- oder Schädigungsgrad der untersuchten Bäume anzeigt. Es ist daher nicht verfehlt, etwa im Gegensatz zum "durchschnittlichen Verlichtungsgrad" einer regionalen oder strukturellen Befundeinheit (siehe Abschnitt 7.4.) hier von einem "**Bestandesindex**" zu sprechen. Den nachstehend zu **Verlichtungskategorien** zusammengefaßten Rahmenwerten dieser "durchschnittlichen Verlichtungsgrade" der Probeflächen (bzw. Untersuchungsbestände) können folgende Bewertungen und Aussagen zugeordnet werden:

Verlichtungs- kategorie	Rahmenwerte des "durchschnittlichen Verlichtungsgrades"	Klassifizierungen und Aussagemöglichkeiten
1	1,00 - 1,20	Der Anteil der überwiegend nur schwach verlichteten Baumkronen liegt meist eindeutig innerhalb des natürlichen Rahmens (von seltenen Ausnahmen abgesehen).
2	1,21 - 1,50	Natürlicher Übergangsbereich; je nach Standortsgüte (Wasserhaushalt und Nährstoffversorgung) und je nach Witterungsverlauf in den vorausgegangenen Jahren ist ein "durchschnittlicher Verlichtungsgrad" auch noch nahe dem oberen Rahmenwert als "normal" zu werten.
3	1,51 - 2,00	Es liegt eine über das normale Maß hinausgehende, durchschnittlich schwache Verlichtung infolge der Einwirkung abiotischer oder biotischer Schadfaktoren vor. (Nach einer Beendigung des negativen Einflusses ist bei den allermeisten Bäumen eine Erholung innerhalb von 2 - 3 Jahren zu verzeichnen).
4	2,01 - 2,80	Es liegt im Bestandesdurchschnitt eine mittlere Verlichtung vor. (Nach Abschluß des gesundheits-schädigenden Einflusses ist, von wenigen Ausnahmen abgesehen, eine Erholung der Bäume in wenigen Jahren - etwa in 3 bis 6 Jahren - möglich).
5	2,81 - 3,90	Der Waldbestand weist im Durchschnitt eine starke Verlichtung auf. (Nach der eventuellen Einstellung der Schadwirkung ist nur mehr bei einem Teil der Bäume eine Erholung innerhalb von etwa 5 - 10 Jahren möglich).
6	3,91 - 5,00	Ein Waldbestand , der einen "durchschnittlichen Verlichtungsgrad" um 4,00 aufweist, ist im allgemeinen - auch nach Beendigung einer Schadeinwirkung - nicht mehr zu retten! Es ist nur eine Frage der Zeit - meist von nur wenigen Jahren - bis alle Bäume die Kronenverlichtungsstufe 5 (= abgestorbene Krone) erreicht haben und der Waldbestand als Ganzes abgestorben ist.

Eine Klassifizierung der einzelnen Dauerbeobachtungsflächen nach den Verlichtungskategorien 1 bis 6 und die Feststellung der Anteile der Probeflächen (bzw. Bestände) der einzelnen Verlichtungskategorien innerhalb einer bestimmten regionalen Befundeinheit kann die Basis für eine näherungsweise **Schätzung der von Waldschädigungen und/oder Waldkrankheiten betroffenen Fläche** dienen.

7.3.3 Genereller Kommentar zu den Verlichtungskategorien

"Durchschnittliche Verlichtungsgrade" der **Kategorie 2** und erst recht jene der **Kategorie 3** dürfen keinesfalls bagatellisiert werden! In Gebieten, in denen gehäuft Bestände oder Bestandespartien (bzw. Probeflächen) dieser Verlichtungskategorien vorkommen, müssen unbedingt **intensive Untersuchungen** (immissionskundlicher, forstpathologischer, bodenkundlicher und klimatologischer Art) vorgenommen werden, um so rasch wie möglich feststellen zu können, wo natürliche - so etwa klimabedingte - Einwirkungen aufhören und wo an sich vermeidbare, durch den Menschen bedingte, Schadeinflüsse beginnen. Vor allem geht es darum, die naturbedingten oder durch menschliche Aktivitäten bewirkten Schadursachen oder Ursachenkomplexe zu erkennen, um dann soweit wie möglich entsprechende Gegenmaßnahmen setzen zu können.

Chemische Nadel- und Blattanalysen sowie andere Bioindikatoruntersuchungen und auf bestimmte lokale Bereiche begrenzte Luft- und Niederschlaganalysen, bodenkundliche sowie forstpathologische Untersuchungen, ebenso wie die Auswertung verfügbarer Zeitreihen klimatologischer Kennziffern, sind entsprechend koordiniert vorzunehmen.

Sind in einem Gebiet "**durchschnittliche Verlichtungsgrade**" der **Kategorie 4 und 5** lokal relativ häufig auf Beobachtungsflächen bzw. in Beständen zu verzeichnen, dann ist, wenn nichts gegen die Schadeinflüsse unternommen wird, **höchste Gefahr für den Wald im Verzug!** Ein "Waldsterben" ist zumindest ab dem Erreichen der Verlichtungskategorie 5 zu befürchten. Maßnahmen zur Walderhaltung muß in solchen Gebieten der absolute Vorrang vor allen anderen materiellen, immateriellen bzw. wirtschaftlichen und außerwirtschaftlichen Interessen der menschlichen Gesellschaft eingeräumt werden.

Was es bedeutet, wenn Waldbestände in die Kategorie 6 eingestuft werden müssen, das konnte man leider auch in Österreich vor Jahrzehnten - Gott sei Dank - nur auf einige wenige und heute auf einzelne lokale Bereiche beschränkt erleben, die unter der Einwirkung extremer Luftschadstoffbelastungen gestanden sind oder zur Zeit noch stehen. Zur mahnenden Abschreckung vor unbedachter und unkontrollierter Belastung der Luft mit diversen Schadstoffen findet man heute auf großen Flächen in den industriellen Ballungsgebieten der CSSR, der DDR und Polens "**Immissionsschadens-Steppen**" oder noch Reste von Beständen der **Verlichtungskategorie 6**.

7.4 "Durchschnittlicher Verlichtungsgrad" einer Befundeinheit

Wird im Gegensatz zur probeflächenweisen Ermittlung ein "durchschnittlicher Verlichtungsgrad" der Probestämme aller Dauerbeobachtungsflächen einer regionalen oder struk-

turellen Befundeinheit berechnet, so werden dadurch die kleingebietsweisen bzw. lokal vorhandenen **Unterschiede** zwischen den Probeflächen (und Beständen) **verwischt**. Eine Zuordnung der für einzelne Befundeinheiten berechneten "durchschnittlichen Verlichtungsgrade" zu den einzelnen Verlichtungskategorien (siehe Abschnitt 7.3.2) erscheint daher für diesen Fall nur mit Vorbehalt zulässig. Bei der Interpretation der Auswertungsergebnisse muß daher darauf Bedacht genommen werden, ob der "durchschnittliche Verlichtungsgrad" als Mittelwert einer Befundeinheit - als "Index einer Befundeinheit" - vorliegt, oder ob nach probeflächenweiser Berechnung der Durchschnittswerte ("Bestandesindices"), diese den Verlichtungskategorien innerhalb der betreffenden Befundeinheit zugeordnet worden sind.

Eine Schätzung der Flächenausdehnung der "nicht geschädigten" Waldbestände und der durch die Einwirkung von (dann mittels entsprechender Untersuchungen näher zu bestimmenden) Schadfaktoren und -ursachen "geschädigten" Waldbestände sollte daher weder aufgrund der mittleren Verteilung der Verlichtungsstufen einer Befundeinheit, noch aufgrund des "durchschnittlichen Verlichtungsgrades" derselben, sondern möglichst **nur nach Zuordnung der "Bestandesindices" der einzelnen Probeflächen zu Verlichtungskategorien** innerhalb der betreffenden Befundeinheit erfolgen. Auf andere Weise ist es nicht vertretbar, das Ausmaß der Waldflächen näherungsweise zu schätzen, innerhalb welcher der Verlichtungsgrad der Waldbäume noch als "normal" zu werten ist, und das Ausmaß jener Waldflächen zu ermitteln, in deren Bereich die Bestände als "krank" bzw. in unterschiedlichem Maße "geschädigt" zu betrachten sind. Zum Zwecke der näherungsweise Berechnung des Ausmaßes der Waldschadensflächen in einer Befundeinheit wird das Verhältnis zwischen der Anzahl der Probeflächen bestimmter Verlichtungskategorien und der betreffenden Gesamtzahl der Probeflächen ermittelt und mit der Gesamtwaldfläche der Befundeinheit multipliziert.

8. AUSWERTUNGSERGEBNISSE FÜR DAS ERHEBUNGSJAHR 1984

8.1 Vorbemerkung

Bei der **Hauptauswertung** der Erhebungen der Waldzustandsinventur der am "Sofortprogramm" beteiligten Bundesländer im Jahr 1984 wurden allgemein nur die Indikatorbaumarten **Fichte** und **Kiefer** und im Bundesland Tirol die **Tanne** berücksichtigt. Der Vollständigkeit halber sei angeführt, daß im Jahr 1984 im Burgenland überdies auf 6 Beobachtungsflächen Eichen in Beobachtung genommen worden sind. In Oberösterreich und Steiermark (BFI Hartberg) wurden bisher zusätzlich zu den Baumarten Fichte und Kiefer je zwei Beobachtungsflächen in Tannenbeständen und in Niederösterreich bisher eine Dauerbeobachtungsfläche mit Tanne in Beobachtung genommen. In Tirol wurden neben der Baumarten Fichte, Tanne und Kiefer verschiedene andere Baumarten in die Beobachtung einbezogen.

8.2 Hauptergebnisse der Bundesländer

Die in der Tabelle 1 zusammengestellten Ergebnisse geben zunächst Auskunft über die Zahl der ausgewerteten Dauerbeobachtungsflächen und Probestämme. Dazu bedarf es keiner weiteren Hinweise.

Der durchschnittliche Waldzustand in den 1984 bearbeiteten Bundesländern wird am zutreffendsten durch die Verteilung der **"Verlichtungsstufen"** der beurteilten Probestämme wiedergegeben. Bemerkenswert sind die relativ geringen Anteile der **"Verlichtungsstufe 1"** bei der Baumart Fichte in den Bundesländern Burgenland und Niederösterreich sowie die vergleichsweise hohen Anteile der Fichten der "Verlichtungsstufen 3 und 4" (mittlere und starke Verlichtung der Kronen) in den Bundesländern Burgenland, Niederösterreich und Tirol. Während in Tirol das relativ hohe Alter der untersuchten Probebäume (siehe Tabelle 2) diesbezüglich nicht unbeachtet bleiben darf, muß in Niederösterreich und Burgenland das vergleichsweise warme sowie niederschlagsärmere Klima berücksichtigt werden.

Analysiert man die Verteilungen der "Verlichtungsstufen" näher, dann kann man feststellen, daß der Anteil der schwach und mittel verlichteten Kronen in den untersuchten mittelalten und alten Fichten- und Kiefernbeständen von Tirol und Salzburg ausgehend gegen das Burgenland hin, also gegen den sommerwarmen und zu Dürre neigenden Osten hin, zunimmt. Dies ist eine Tatsachenfeststellung und sollte nicht vorschnell für einen Ursachennachweis gehalten werden, dazu sind auch noch andere abiotische Einflußfaktoren, wie lokale und regionale Immissionseinflüsse und biotische Schadeinwirkungen in den einzelnen Gebieten in die Prüfungen und Überlegungen einzubeziehen.

Beschränkt man den Vergleich der "durchschnittlichen Verlichtungsgrade" bei der Baumart Fichte auf die 60 - 100 Jahre alten Bestände, dann ergibt sich die nachstehende Reihenfolge der Bundesländer. In Ergänzung hierzu werden auch die "durchschnittlichen Verlichtungsgrade" der Baumart Kiefer angeführt, in diesem Falle von allen Probeflächen ab dem Alter 50:

Bundesland	Durchschnittlicher Verlichtungsgrad	
	60 - 100 Jahre alte Fichten	Kiefern ab Alter 50
Burgenland	1,97	2,03
(Niederösterreich, nur 6 BFIs)	1,66	1,53
Oberösterreich	1,35	-
Kärnten	1,34	1,63
Salzburg	1,27	-
Tirol	1,26	1,25

**Verteilung der Kronenzustandsformen und die durchschnittlichen Verlichtungsgrade der Baumarten
FICHTE, TANNE und KIEFER**

Bundesland	Zahl der Dauer- beobachtungs- flächen	Baumart	Anzahl d. Probestämme	Verteilung d. Kronenzustandsformen (Verteilung d. "Verlichtungsstufen")				durchschnittlicher Verlichtungsgrad
				1	2	3	4	
Burgenland	72	Fichte	(210)	(32%)	(41%)	(24%)	(3%)	(1,97)
		Kiefer	1785	37%	43%	-	20%	2,03
Kärnten	290	Fichte	7619	67%	29%	4%	(0,2%)	1,37
		Kiefer	1080	47%	48%	-	5%	1,63
(Niederösterreich) Durchschnitt der BFIs 301/308/310/ 313/314/316	171	Fichte	3010	43%	51%	6%	(0,4%)	1,66
		Kiefer	2179	52%	46%	-	2%	1,53
Oberösterreich	256	Fichte	7685	67%	31%	2%	(0,1%)	1,35
Salzburg	233	Fichte	6985	72%	26%	2%	-	1,30
BFI Hartberg (Steiermark)	47	Fichte	509	90%	9%	1%	-	1,11
		Kiefer	840	91%	9%	-	(0,5%)	1,08
Tirol	263	Fichte	6725	67%	24%	8%	1%	1,42
		Tanne	772	44%	33%	17%	6%	1,86
		Kiefer	618	77%	21%	-	2%	1,25

Anmerkung: Werte in Klammer gestellt, wenn die Probestammzahl zu niedrig oder der Anteil kleiner/gleich (0,5 %) ist.

Diese von Westen nach Osten zunehmende Häufigkeit der höheren "Verlichtungsstufen" bei den Einzelbäumen und damit auch der "durchschnittlichen Verlichtungsgrade" der Bestände ist, wie der Tabelle 2 im nachfolgenden Abschnitt entnommen werden kann, in allen Altersklassen festzustellen.

Es gibt einzelne Gebiete in Österreich, in denen sich Beobachtungsflächen mit bedeutsamen Kronenverlichtungen häufen, vielfach auch außerhalb jener Waldgebiete, in denen durch immissionskundliche Untersuchungen die Einwirkungen von Luftverunreinigungen nachgewiesen sind. Der Ursachenermittlung dienende spezielle Untersuchungen müssen hier erst Klarheit über die in Frage kommenden abiotischen und/oder biotischen Schadfaktoren sowie über eventuelle Mangelercheinungen (Mangel an bestimmten Nährstoffen und/oder Wasser) bringen.

8.3 Detailergebnisse für einige Bundesländer

Da nur für die Baumart **Fichte** eine entsprechend große Probestammzahl für fünf der am "Sofortprogramm 1984" beteiligten Bundesländer verfügbar ist, können nur für diese Baumart und diese Bundesländer einige Bestandesmerkmale, und als Standortmerkmal die Meereshöhe, entsprechend gegliedert werden sowie dazu vergleichende Betrachtungen angestellt werden. Auch im Falle der Detailergebnisse dürfen die nachfolgenden Ausführungen nur als Tatsachenfeststellungen und keinesfalls schon als Ursachennachweise verstanden werden.

8.3.1 Kronenverlichtung und Bestandesalter

Der Tabelle 2 ist zu entnehmen, daß der auf den Probeflächen festgestellte "durchschnittliche Verlichtungsgrad" *) in allen 5 untersuchten Bundesländern mit dem **Bestandesalter** erwartungsgemäß (also naturbedingt) zunimmt. Die Unterschiede, die zwischen den Altersklassen bestehen, sind in den Bundesländern Kärnten, Niederösterreich und Oberösterreich gut (Sicherheitswahrscheinlichkeit = 99 %) und teilweise sehr gut statistisch gesichert (Sicherheitswahrscheinlichkeit = 99,9 %). In Salzburg und Tirol sind einige Unterschiede zwischen den Index-Werten nur mit einer Sicherheitswahrscheinlichkeit von 95 % gesichert. Bei älteren Fichtenbeständen ist - je nach Standort - ab Alter 80, spätestens ab Alter 120 die Zunahme von Bäumen mit Verlichtungserscheinungen eine ganz natürliche und auch altbekannte Erscheinung. Daß der Verlichtungsvorgang durch Streßfaktoren wie Dürre oder Immissionen usw. beschleunigt oder vorzeitig in Gang gebracht werden kann, ist gebührend zu beachten.

*) Die auswertungstechnische Bezeichnung "Index 5" bedeutet "durchschnittlicher Verlichtungsgrad" der Kronen aller Fichten mit sozialer Stellung 1 oder 2 der jeweiligen Befundeinheit.

Durchschnittlicher Verlichtungsgrad der FICHTE in Abhängigkeit vom BESTANDESALTER

	BESTANDESALTER				
	41 - 60	61 - 80	81 - 100	101 - 120	121 - 140
	"INDEX 5" / Probestammzahl				
BUNDESLAND	41 - 60	61 - 80	81 - 100	101 - 120	121 - 140
KÄRNTEN	1,28/ 17	1,30/ 114	1,39/ 86	1,54/ 28	1,62/ 9
(NIEDERÖSTERREICH, NUR 6 BFIs)	(1,59/ 2)	1,54/ 46	1,75/ 50	(1,81/ 3)	-
OBERÖSTERREICH	1,21/ 22	1,33/ 124	1,38/ 73	1,40/ 26	1,44/ 11
SALZBURG	1,16/ 8	1,25/ 66	1,30/ 71	1,37/ 50	1,41/ 38
TIROL	-	1,10/ 12	1,33/ 29	1,33/ 48	1,42/ 49
					1,53/ 113

Anmerkung: Werte in Klammer gestellt, wenn die Probestammzahl zu niedrig ist.

Durchschnittlicher Verlichtungsgrad der FICHTE in Abhängigkeit vom SCHLUSSGRAD

BUNDESLAND	SCHLUSSGRAD DES BESTANDES			
	LICHT	LOCKER	GESCHLOSSEN	DICHT
	"INDEX 5" / Probestammflächenanzahl			
KÄRNTEN	1,48/ 15	1,42/ 132	1,28/ 106	(1,47/ 1)
(NIEDERÖSTERREICH, NUR 6 BFIs)	(1,79/ 4)	1,73/ 43	1,58/ 53	(1,43/ 1)
OBERÖSTERREICH	1,42/ 11	1,37/ 109	1,33/ 136	-
SALZBURG	1,45/ 24	1,33/ 119	1,24/ 83	(1,42/ 7)
TIROL	1,49/ 66	1,40/ 83	1,37/ 56	(1,18/ 10)

Anmerkung: Werte in Klammer gestellt, wenn die Probestammzahl zu niedrig ist.

Durchschnittlicher Verlichtungsgrad der FICHTE in Abhängigkeit von der ERTRAGSKLASSE

	ERTRAGSKLASSE				
	≤ 7	8 - 10	11 - 13	14 - 16	> 17
	"INDEX 5" / Probestammzahl				
BUNDESLAND					
KÄRNTEN	1,46/ 29	1,45/ 63	1,34/ 75	1,26/ 42	1,33/ 45
(NIEDERÖSTERREICH, NUR 6 BFIs)	1,88/ 28	1,47/ 24	1,64/ 27	1,58/ 18	(1,51/ 4)
OBERÖSTERREICH	1,41/ 22	1,43/ 59	1,32/ 79	1,34/ 74	1,22/ 22
SALZBURG	1,35/ 50	1,33/ 87	1,27/ 76	1,35/ 18	(1,16/ 2)
TIROL	1,47/ 175	1,34/ 48	1,28/ 20	(1,30/ 7)	-

Anmerkung: Werte in Klammer gestellt, wenn die Probestammzahl zu niedrig ist.

Durchschnittlicher Verlichtungsgrad der FICHTE in Abhängigkeit von der MEERESHÖHE

	MEERESHÖHE				
	bis 599 m	600 - 999 m	1000 - 1399 m	1400 - 1799 m	1800 m u. mehr
	"INDEX 5" / Probestammzahl				
KÄRNTEN	1,34/ 28	1,34/ 84	1,39/ 99	1,37/ 43	-
(NIEDERÖSTERREICH, NUR 6 BFIs)	1,64/ 41	1,62/ 49	(1,77/ 10)	(2,43/ 1)	-
OBERÖSTERREICH	1,37/ 108	1,34/ 122	1,31/ 25	(1,31/ 1)	-
SALZBURG	1,40/ 20	1,30/ 52	1,32/ 115	1,29/ 44	(1,24/ 2)
TIROL	(2,28/ 2)	1,52/ 39	1,48/ 112	1,32/ 81	1,23/ 17

Anmerkung: Werte in Klammer gestellt, wenn die Probestammzahl zu niedrig ist.

8.3.2 Kronenverlichtung und Schlußgrad der Bestände

Wie der Tabelle 3 entnommen werden kann, sind in Beständen mit lockerem **Schlußgrad** die Kronenverlichtungen stärker ausgeprägt als in geschlossenen oder dichten Beständen. Statistisch gesichert (zum Teil gut und sehr gut gesichert) sind die Unterschiede zwischen den Schlußgraden in den Bundesländern Kärnten, Salzburg und Tirol. Baumkronen sind bekanntlich in lockeren Beständen Wind und Sturm mit allen ihren negativen Wirkungen stärker ausgesetzt als Kronen in dichten Waldbeständen. Wurzelverletzungen als Sturmfolgen sind als Ursachen für nachfolgende Nadelverluste ebenso zu berücksichtigen, wie zu bedenken ist, daß Luftverunreinigungen mit den Luftströmungen leichter in lockere Bestände eindringen können als in geschlossene oder dichte Wälder.

8.3.3 Kronenverlichtung und Ertragsklasse der Bestände

In den Beständen hoher Standortgüte und **Ertragsklasse** treten Kronenverlichtungen weniger häufig und in geringerer Intensität auf als in Beständen schlechter Bonität. Auf seichtgründigen, zur Austrocknung neigenden Böden ist das schütterere Aussehen von Fichtenkronen eine altbekannte Tatsache. Zu bedenken ist aber auch, daß schlecht mit Wasser und Nährstoffen versorgte Bäume anfälliger gegen jede Art von Krankheiten und Schädigungen, so auch anfälliger gegen Luftverunreinigungen sind. Abgesehen vom Bundesland Salzburg sind in den übrigen bearbeiteten Bundesländern die meisten der Differenzen zwischen den Gruppen von Ertragsklassen statistisch gesichert (teilweise auch sehr gut gesichert).

8.3.4 Kronenverlichtung und Meereshöhe

In den Bundesländern Oberösterreich, Salzburg und Tirol ist eine Abnahme des "durchschnittlichen Verlichtungsgrades" der Fichtenkronen mit zunehmender **Meereshöhe** zu beobachten. Es bedarf noch einer eingehenden Analyse um festzustellen, ob die im Zuge der Bioindikatoruntersuchungen in den Jahren 1983 und 1984 in den 1- und 2jährigen Fichtennadeln ermittelten Gesamtschwefelgehalte zur Abnahme der "durchschnittlichen Verlichtungsgrade" in Beziehung stehen. Ein derartiger Zusammenhang zwischen Immissionseinwirkungen und der Abnahme der Schadsymptome mit zunehmender Meereshöhe wäre an sich in den Tälern dieser Gebirgsländer zu erwarten.

8.3.5 Kronenverlichtung und Nährstoffversorgung

Wie im Abschnitt 8.2 bereits erwähnt worden ist, häufen sich in manchen Gebieten die Dauerbeobachtungsflächen, auf denen relativ hohe Indexziffern bzw. hohe "durchschnittliche Verlichtungsgrade" aufgrund der Aufnahme (Einzelkronenbeschreibung) im Sommer (Mitte Juli bis Anfang September) 1984 festgestellt worden sind, und zwar vielfach außerhalb der bekannten bzw. "klassischen" Immissionsschadensgebiete und auch außerhalb jener Gebietsbereiche, für die durch die Bioindikatoruntersuchungen der Jahre 1983 und 1984 Einwirkungen forstschädlicher Luftverunreinigungen (SO_2 und lokal Fluor) nachgewiesen werden konnten.

In einem ersten Vergleich der in bestimmten Bezirksforstinspektionen festgestellten "Bestandesindices" bzw. "durchschnittlichen Verlichtungsgrade" der Untersuchungsbestände der WZI mit den bei BIN-Punkten ermittelten Nährstoffgehalten der im Herbst 1983 gewonnenen Nadelproben der Fichten deuten sich wahrscheinliche gebietsweise Zusammenhänge zwischen dem Verlichtungsgrad der Bestände und Mangel an einem oder mehreren Nährstoffen an. K. Stefan wird demnächst über Detailergebnisse der Bioindikatoruntersuchung berichten. An dieser Stelle sei ihm vorerst bestens für die gemeinsame Sichtung der Ergebnisse der BIN- und WZI-Untersuchungen gedankt.

Im Bundesland **Kärnten** fällt beispielsweise auf, daß die Bezirksforstinspektion Feldkirchen mit dem niedrigsten "Index" von 1,16 ("durchschnittlicher Verlichtungsgrad" der BFI) und die Bezirksforstinspektion Hermagor mit dem höchsten "Index" von 1,68 sowohl im Jahre 1983 als auch im Jahre 1984 durch vergleichsweise sehr niedrige Gesamtschwefelgehalte in den Fichtennadeln in Erscheinung traten. Bemerkenswert ist dagegen, daß in der BFI Feldkirchen eine im Durchschnitt gute bzw. ausreichende Versorgung mit den Hauptnährelementen N, P, K, Ca und Mg aufgrund der Gehalte der Fichtennadeln der Probenahme 1983 (Werte der Probenahme 1984 liegen zur Zeit noch nicht vor) festzustellen war, in der BFI Hermagor durch die Ergebnisse der BIN-Untersuchungen 1983 aber im Durchschnitt eine nicht ausreichende Nährstoffversorgung bzw. ein Mangel an den Nährelementen N, P und Mg nachgewiesen wurde. Es wird zu prüfen sein, ob zwischen der Höhe des "durchschnittlichen Verlichtungsgrades" der Bestände und dem Grad der Nährstoffversorgung ein entsprechender Zusammenhang besteht.

Vergleicht man in **Oberösterreich** die BFI Perg und BFI Rohrbach, denen relativ niedrige Gesamtschwefelgehalte und nicht ausreichende Magnesiumversorgung bei den Fichten gemeinsam sind, dann deuten ausreichende Versorgung mit N und Ca in Perg und nicht ausreichende Versorgung in Rohrbach mit diesen zwei Nährelementen darauf hin, daß das vergleichsweise günstige WZI-Ergebnis in der BFI Perg - Index = 1,24 - und das weniger günstigere WZI-Ergebnis in der BFI Rohrbach - Index = 1,49 - eventuell mit der N- und Ca-Versorgung der Bäume in Beziehung stehen könnte. Erwähnt sei, daß in beiden BFIs silikatisches Grundgestein mit zum Teil geringen Ca- und Mg-Anteilen vorliegt. Im südlichen Teil Oberösterreichs (Kalkalpen und Voralpen) zeichnen sich die beiden BFIs Vöcklabruck und Steyr durch niedrige "durchschnittliche Verlichtungsgrade" (Indices 1,22 und 1,27) und relativ gute Nährstoffversorgung aus. Dagegen findet man in der BFI Gmunden bei guter Mg-Versorgung, aber hervortretendem N- und P-Mangel, einen vergleichsweise hohen "durchschnittlichen Verlichtungsgrad" aller WZI-Probeflächen von 1,47.

Verwirrend sind die Durchschnittsergebnisse der BIN-Untersuchung der BFI Hallein und BFI St. Johann im Bundesland **Salzburg** im Vergleich zu den WZI-Ergebnissen. In beiden BFIs sind nicht ausreichende Versorgung mit N und Mg sowie ausreichende Versorgung mit den Nährelementen P, K und Ca festzustellen. Die vergleichsweise niedrigen Gesamtschwefelgehalte der Fichtennadeln in der BFI St. Johann stehen im Gegensatz

zum relativ hohen "durchschnittlichen Verlichtungsgrad" von 1,54. In der BFI Hallein dagegen liegen deutlich höhere Gesamtschwefelgehalte vor (schwache bis mittlere S-Immissionseinwirkungen bei einigen BIN-Punkten ist erwiesen), die "Bestandesindices" dagegen sind niedrig, der "durchschnittliche Verlichtungsgrad" der BFI Hallein beträgt nur 1,17. Erst eine Verdichtung des Probenetzes und ins Detail gehende Analysen der Ergebnisse der BIN- und WZI-Untersuchungen in den folgenden Jahren lassen in Zusammenschau mit entsprechenden Klima-Parametern eine mögliche Entwirrung der zur Zeit nicht durchschaubaren Zusammenhänge erwarten.

Ob die relativ hohen "Bestandesindices" und somit der beachtlich hohe "durchschnittliche Verlichtungsgrad" von 1,86 in der BFI Reutte in Tirol, bei vergleichsweise niedrigen Gesamtschwefelgehalten in den Fichtennadeln (der beiden Untersuchungsjahre 1983 und 1984), mit der durch die BIN-Untersuchung des Jahres 1983 (auf der Basis von leider wenigen Probepunkten) konstatierten nicht ausreichenden Versorgung der Fichten mit den Nährelementen N, P und Mg im Zusammenhang stehen könnte, werden weitere (und möglichst auch durch Verdichtung der Probepunkte intensivierte) Untersuchungen erbringen müssen. Ob hier etwa ein "leaching", also eine Auswaschung von Nährelementen aus den Nadeln nach einer eventuellen Schädigung der Nadeloberflächen durch die Einwirkung von Ozon und anderer sekundär entstandener Immissionskomponenten anzunehmen ist, oder durch die Einwirkung saurer Bestandteile von Nebel und Regen eine entsprechende Disposition der Fichtennadeln zum "leaching" geschaffen worden ist, läßt sich zur Zeit (aufgrund der noch nicht als ausreichend anzusehenden punktuellen Meßergebnisse und Untersuchungsergebnisse) beim besten Willen nicht abschätzen. Die Vermutung derartiger Zusammenhänge muß so lange "Spekulation" bleiben, bis sowohl eine schädigende Einwirkung von Ozon und Photooxidantien und/oder saurer Bestandteile von Niederschlägen, als auch eine Auswirkung derartiger Schadfaktoren erwiesen ist, die in Verlichtungen der Fichtenkronen (und anderen sichtbaren Schadmerkmalen) manifest werden kann.

8.4 Schätzung der von diversen Schädigungen betroffenen Waldfläche

Weder die in einer regionalen Befundeinheit festgestellten Verteilungen der "Verlichtungsstufen" der untersuchten Baumarten, noch die berechneten "durchschnittlichen Verlichtungsgrade" der Baumarten einer regionalen Befundeinheit (z.B. eines Bundeslandes) sind geeignet, vertretbare Aussagen über die Flächenausdehnung der Waldschädigungen zu treffen (Siehe dazu den Abschnitt 7.4). Berechnet man für jede der Dauerbeobachtungsflächen den "durchschnittlichen Verlichtungsgrad" und ordnet man diese "Bestandesindices" den im Abschnitt 7.3.2 beschriebenen Verlichtungskategorien zu, dann wird die notwendige Entscheidung darüber möglich, welche Bestände eine über das normale Maß hinausgehende (schwache) Verlichtung eines Teiles ihrer Einzelbäume aufweisen.

Dem Witterungsverlauf der vorausgegangenen Jahre entsprechend, wird für die Schätzung der von diversen Schädigungen betroffenen Waldflächen davon ausgegangen, daß die Trockenperiode der Jahre 1982 und insbesondere der trockene Sommer des Jahres 1983 allgemein nicht ohne Folgen geblieben sind. Durchschnittliche "Bestandesindices" kleiner/gleich 1,50 werden daher noch als normal gewertet und, der Einfachheit halber, die altersbedingte Tendenz zu stärkerer Verlichtung vernachlässigt.

Die für die fünf Bundesländer **Burgenland, Kärnten, Oberösterreich, Salzburg und Tirol** vorliegenden Ergebnisse der **Waldzustandsinventur 1984** ergaben, daß von der Gesamtwaldfläche dieser Bundesländer, die 1,954.000 ha beträgt, rund 30 % der untersuchten Waldbestände (Fichte, Tanne, Kiefer) eine über das normale Maß hinausgehende durchschnittliche Verlichtung aufweisen. Daraus kann gefolgert werden, daß etwa 585.000 ha Waldfläche unter dem Einfluß von diversen Schadursachen, darunter auch Luftverunreinigungen, stehen.

Im Detail dargestellt, weisen 70 % der untersuchten Dauerbeobachtungsflächen (Untersuchungsbestände) keine oder nur schwach verlichtete Baumkronen auf, deren Anteil als im natürlichen Rahmen gelegen angesehen werden kann. Bei 24 % der Dauerbeobachtungsflächen liegt eine über das normale Maß hinausgehende, durchschnittlich schwache Verlichtung der Bäume vor, die als Folge einer Einwirkung abiotischer oder biotischer Schadfaktoren angesehen werden muß. Diese Probeflächen wurden der Verlichtungskategorie 3 zugeordnet, der durchschnittliche Verlichtungsgrad liegt zwischen 1,51 und 2,00. Bei 6 % der Untersuchungsbestände lagen mittlere oder starke Verlichtung vor, die den Verlichtungskategorien 4 (durchschnittlicher Verlichtungsgrad 2,01 - 2,80) und 5 (durchschnittlicher Verlichtungsgrad 2,81 - 3,90) entspricht.

Wie groß die Anteile der Bestände mit über das natürliche Maß hinausgehenden Verlichtungen ihrer Einzelbäume in den noch fehlenden vier Bundesländern Niederösterreich, Steiermark, Vorarlberg und Wien und damit im gesamten Bundesgebiet anzunehmen sind, wird man nach Vorliegen des Gesamtergebnisses der im Juli und August 1985 auf mehr als 2000 Probeflächen durchgeführten Kronenzustandserfassungen abschätzen können. Welchen Anteil an den diversen Schadursachen man den Luftverunreinigungen anlasten wird müssen, kann erst nach Vorliegen der Ergebnisse mehrjähriger Bioindikatoruntersuchungen und diverser Spezialuntersuchungen dann mit hinreichender Genauigkeit abgeschätzt werden.

8.5 Schlußbetrachtungen

Wie mit wenigen einigermaßen durchschaubaren Detailergebnissen in den Abschnitten 8.3.1 bis 8.3.5 und mit den vielen unbeantwortet gebliebenen Fragen gezeigt werden konnte, sind mit den WZI-Ergebnissen des Erhebungsjahres 1984 in Zusammenschau mit den bisher vorliegenden Ergebnissen der BIN-Untersuchungen der Jahre 1983 und 1984 nur erste und sehr zaghafte Schritte hin zu einer Deutung und Interpretation möglich. Erst wenn die Resultate dieser bundesweiten Untersuchungen für mehrere Jahre, und dazu auch Ergebnisse spezieller forstpathologischer, immissionskundlicher, klimatologischer, bodenkundlicher und zuwachskundlicher Untersuchungen vorliegen, wird es nach menschlichem Ermessen möglich sein, in einer Zusammenschau mehr Licht in die Zusammenhänge zwischen den Ursachen und Wirkungen zu bringen, die hinsichtlich der gebietsweise unterschiedlichen Waldschädigungen und Waldkrankheiten von Bedeutung sind.

