

M I T T E I L U N G E N
DER FORSTLICHEN BUNDESVERSUCHSANSTALT
WIEN

(früher "Mitteilungen aus dem forstlichen Versuchswesen Österreichs")

166. Heft

1991

ZUSAMMENFASSENDE
DARSTELLUNG DER WALDZUSTANDSINVENTUR

FDK 48--05 : (436)

Herausgegeben
von der
Forstlichen Bundesversuchsanstalt in Wien
Kommissionsverlag: Österreichischer Agrarverlag, 1141 Wien

Das Lebensministerium.

LAND
FORST
WASSER

Copyright by
Forstliche Bundesversuchsanstalt
A - 1131 Wien

Nachdruck mit Quellenangabe gestattet

Printed in Austria

ISBN 3-7040-1118-5
ISSN 0374-9037

Herstellung und Druck
Forstliche Bundesversuchsanstalt
A - 1131 Wien

I N H A L T S V E R Z E I C H N I S

	Seite
VORWORT.....	5
NEUMANN M.: Zielsetzung und Aufnahmemethodik der Wald- zustandsinventur.....	7
RÖSSLER G.: Aufnahmetraining und Kontrolle.....	19
SCHADAUER K.: Auswertungsverfahren und statistische Methoden.....	39
KRISTÖFEL F.: Jährliche Ergebnisse der WZI und interna- tionaler Vergleich.....	55
SCHNABEL G.: Räumliche Verteilung der Verlichtungsstu- fen und spezieller Merkmale.....	75
NEUMANN M.: Analyse des Einflusses von Standorts- und Bestandesfaktoren auf den Kronenzustand.....	101
SCHADAUER K.: Mechanische Schäden und Kronenzustand.....	121
KREHAN H.: Forstpathologische Sondererhebungen im Rahmen der Österreichischen Waldzustandsinventur.....	133
STEMBERGER A.: Über Ausmaß und Verteilung der Mortalität: Gegenüberstellung von Ergebnissen der Waldzustands- inventur mit früheren Untersuchungen.....	163
LITSCHAUER R.: Untersuchung von Wald- und Bestandesrän- dern.....	175
WIESINGER R.: Untersuchung der Zuwachsverhältnisse an	

WIESINGER R.: Zuwachsuntersuchung Waldviertel.....	205
STEFAN K.: Räumliche Verteilung der Schwefel-Immissions- einwirkungen nach den Ergebnissen des österreichi- schen Bioindikatornetzes.....	213
STEFAN K.: Hinweise zur Ernährungssituation der Fichte in Österreich.....	225
POLLANSCHÜTZ J.: Immissionseinwirkungen, eine unspezifi- sche Ursache für Kronenverlichtungen.....	249

VORWORT

Das Forschungsprojekt V/20 "Waldzustandsinventur" der Forstlichen Bundesversuchsanstalt war für fünf Jahre geplant und endete mit der bundesweiten Kronenzustandserhebung auf allen Probeflächen des ursprünglichen Aufnahmenetzes im Jahre 1988. Im Rahmen eines Informationstages am 18. April 1991 wurden insbesondere die Ergebnisse der Erhebungen der Jahre 1985 bis 1988 zusammenfassend dargelegt und Resultate aus Detailuntersuchungen präsentiert. Zum Teil wurden auch Ergebnisse der Jahre 1989 und 1990 aus den Erhebungen der Bundesländer, die auf einem reduzierten Stichprobennetz vorgenommen wurden, miteinbezogen.

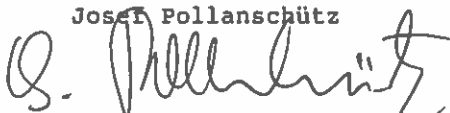
Die im Rahmen des Gesamtprojektes der WZI durchgeführten Sonderuntersuchungen wurden anlässlich dieser Veranstaltung nochmals in geraffter Form dargelegt.

Zum Versuch einer Erklärung, in wie weit Luftverunreinigungen am Zustandekommen der im Kernpunkt des Projektes stehenden Kronenverlichtungen beigetragen haben, wurden auch die Ergebnisse des FBVA-Forschungsprojektes XI/6 "Bioindikatornetz" der Jahre 1983 bis 1989 dargestellt und analysiert.

Um die Beiträge dieses Informationstages auch einer breiten und interessierten Leserschaft zugänglich zu machen, wurden die Referate in diesem Mitteilungsheft der FBVA zusammengefaßt.

An dieser Stelle sei allen Mitarbeitern, Mitarbeiterinnen und Kollegen, die bei der Organisation, den Erhebungen, den Auswertungen und Kommentierungen der Ergebnisse mitgewirkt haben, bestens gedankt.

Josef Pollanschütz



(Leiter des FBVA-Forschungsprojektes)

ZIELSETZUNG UND AUFNAHMEMETHODIK DER WALDZUSTANDSINVENTUR

von
Markus Neumann

1. EINLEITUNG

Die Zielsetzung und die Aufnahmemethodik der Waldzustandsinventur wurde bereits mehrfach behandelt (POLLANSCHÜTZ, 1985b; POLLANSCHÜTZ und NEUMANN, 1987; POLLANSCHÜTZ, 1988), das Aufnahmeverfahren im Einzelnen ist in der Aufnahmeinstruktion (POLLANSCHÜTZ et al., 1985) dargelegt. Im Rahmen dieses Vortrages soll daher nicht die Aufnahmemethodik im Detail erläutert werden, sondern die als bekannt vorausgesetzte Methodik in ihren Auswirkungen bewußt gemacht werden. Dazu erscheint es notwendig, sowohl die zu Beginn der WZI gegebene Ausgangssituation zu beschreiben, als auch die Zielsetzung zu analysieren.

2. AUSGANGSSITUATION

Die Problematik "neuartiger Waldschäden", oder wie es damals plakativ bezeichnet wurde des "Waldsterbens", bekam in der BRD ab 1982 größtes öffentliches Interesse. Ergebnisse von langfristigen Beobachtungsflächen lösten die Sorge um den Wald aus, konnten aber keine flächenrepräsentativen Aussagen über die gesamte Waldflächen erbringen. Um diesem Mangel abzuhelpen wurde in der BRD in den Jahren 1982 und 1983 (in diesem Jahr auch in der Schweiz) eine Umfrage bei den Forstdienststellen durchgeführt. Bei diesen Erhebungen sollten im Jahr 1982 "Waldschäden, bei deren Auftreten Immissionseinflüsse nicht auszuschließen sind" und 1983 "Waldschäden, die vermutlich durch Luftverunreinigungen verursacht oder mitverursacht wurden" erfaßt werden, die daraus zusammengeführten Ergebnisse waren naturgemäß mit so

großen Unsicherheiten der subjektiven Einflußnahme behaftet, daß überall davon abgegangen wurde. Ab 1983 wurde in Teilen der BRD (Baden-Württemberg, Bayern, Nordrhein-Westfalen und Rheinland-Pfalz) und 1984 in der Schweiz ein Stichprobennetz z.B. zur "Erfassung von Ausmaß und räumlicher Verteilung der Waldschäden" (Baden-Württemberg), oder für die Erfassung der "Entwicklung der Waldschäden und die Erfassung des Gesundheitszustandes" (Schweiz) eingerichtet. Interessant ist auch, daß bei den Umfragen 1982/83 in der BRD nur nach immissionsbedingten Waldschäden gefragt wurde, bei den Stichprobenerhebungen hingegen der Kronenzustand ohne Ursachenzuordnung erhoben wurde, teilweise Bäume mit bekannten Schädigungen jedoch von der Aufnahme (oder Auswertung) ausgenommen wurden. Aus der exemplarischen Auflistung der unterschiedlichen Zielsetzungen bzw. Fragestellungen geht hervor, daß das Erhebungsziel von Anfang an nicht wirklich eindeutig definiert war. Die Begriffsvermischung von Schaden und Schädigung, von Vitalität und Gesundheit ist dafür ein weiteres Indiz. Auch die Frage auf welche Grundgesamtheit das Ergebnis zu beziehen ist, wurde nicht exakt geklärt und der Begriff "Wald" teils als Summe aller Bäume teils als "Gesamtwaldfläche" interpretiert. Wesentlich war auch der enorme Zeitdruck, der z.B. dazu führte, daß in Baden-Württemberg mit 90% der Aufnahmedaten eine "erste, stabile Hochrechnung" vorgenommen wurde, damit der Minister am 5. Oktober 1983 einen "umfassenden Lagebericht über den aktuellen Stand" geben konnte. Dieser Zeitdruck führte dazu, daß die notwendigen Begriffsbestimmungen nicht von Anfang an vorgenommenen wurden und deswegen für die weiteren Interpretationen Schwierigkeiten fast zwangsweise entstehen mußten.

So wurde in diesem Zusammenhang der Begriff "Zustand" vom Begriff "Schädigung" nicht klar genug differenziert. Unter (Wald-)Zustand als übergeordneter Begriff ist das Resultat aller walddrelevanter Faktoren zu verstehen, während unter Schädigungen Einflüsse von negativ auf den Waldzustand wirkenden Faktoren verstanden werden sollen. Der Zustand wird nicht ausschließlich von Schädigungen bestimmt, sondern ganz wesentlich auch von natürlichen Einflüssen wie Alter, Genetik, Standort und Klima

geprägt. SCHÖPFER (1986) zeigte welche Fehlinterpretationen regionaler Schadensmuster möglich sind, wenn die entscheidenden Auswirkungen von unzureichenden Standardisierungsbedingungen (z.B. ungleiches Bestandesalter) nicht beachtet werden.

Während zu Beginn der Erhebungen die Frage nach dem Ausmaß im Vordergrund stand, so wurde im Laufe der Zeit immer mehr Wert auf die Abschätzung der Entwicklung gelegt. Daraus folgte, daß die ursprüngliche Konzeption im Sinne der Kontinuität der erhobenen Zeitreihen beibehalten werden mußte, auch wenn die Konzeption als verbesserungswürdig angesehen wurde. Es konnten daher nur Ergänzungen nicht aber grundsätzliche Änderungen vorgenommen werden.

3. AUFNAHMEMETHODIK

3.1 Auftrag und Zielsetzung für eine Erhebung in Österreich

Das Bundesministerium erteilte im Sinne der Forstdirektorenkonferenz vom 12.1.1984 der FBVA den Auftrag "eine praktikable Methodik für Vitalitätserhebungen nach einheitlichen Kriterien" auszuarbeiten. Implizit wurde dabei eingeschlossen, daß die geforderte Vitalitätserhebung sich in Analogie zum Vorgehen in der BRD auf die Erhebung des optischen Aspekts der Baumkronen stützen bzw. beschränken sollte.

Aufbauend auf den Methoden und Erfahrungen in der BRD und der Schweiz wurde an der FBVA ein Vorschlag zur "Baumkronenzustands- und Waldschadensinventur nach einheitlichen Erhebungskriterien und Richtlinien" ausgearbeitet, wobei versucht wurde Fehlentwicklung des Auslands zu berücksichtigen bzw. zu vermeiden; als Kurzbezeichnung wurde "Waldzustandsinventur (WZI)" gewählt. Es wurde vorgeschlagen in der ersten Phase das Ausmaß der Schädigungen unabhängig von der Ursache zu erheben und erst in der zweiten Phase eine Untersuchung der Ursachen-Wirkung-Zusammenhänge zu beginnen. Diese Trennung in zwei Phasen lag darin begründet, daß es unmöglich erschien allein von (überwiegend un-

spezifischen) Symptomen auf Ursachen zu schließen.

Folgende Teilziele wurden formuliert:

- zuverlässige Erfassung von Kronenzustandsveränderungen
- aktueller Überblick über das regional unterschiedliche Ausmaß
- Ableitung eines Schätzwertes der betroffenen Waldfläche
- Erfassung der Standortbedingungen, um Basismaterial für die Differentialdiagnose der zweiten Phase zu erhalten.

3.2 Aufgabenstellung an die Waldzustandsinventur

Die WZI hatte somit wie andere Inventuren auch die Aufgabe in Form einer Bestandsaufnahme die Häufigkeit des Auftretens gewisser vorher definierter Merkmale zu erheben und sollte damit Grundlageninformationen für weitere Entscheidungen vermitteln. Für derartige Inventuren ist die Festlegung eines Aufnahmeverfahrens notwendig, in dem der Aufnahmeumfang (Vollaufnahme oder Stichprobe), die aufzunehmenden Merkmale (Merkmalskatalog) und die quantitativen oder qualitativen Maßeinheiten (Aufnahmeschlüssel) definiert werden.

Entscheidend für die Festlegung des Stichprobeverfahrens ist die Definition der Gesamtpopulation auf deren unbekannte Kenngrößen mit Hilfe statistischer Verfahren rückgeschlossen werden soll. Prinzipiell können von Inventuren nur Antworten auf Fragen erwartet werden, die sich auf definierte Größen beziehen. Von einer okularen Inventur kann also auch keine Antwort nach dem Ausmaß latenter Schädigung, im Sinne von KELLER (1977) "Beeinträchtigungen, welche nicht mit bloßem Auge erfaßt werden können", erwartet werden. Okulare Inventuren können im wesentlichen nur die quantitative Verringerung der Blatt-/Nadelmasse erheben und sind somit nicht in der Lage eine qualitative Beeinflussung der Assimilationsorgane zu erfassen.

1.3 Inventurdesign

aus der Zielsetzung wurden zwei Fragestellungen abgeleitet:

- 1.) Entwicklung des Kronenzustands an identen Einzelbäumen
- 2.) Abschätzung des Flächenausmaßes von Beständen mit "geschädigten Baumkronen".

Für diese zwei Fragestellungen wurden auch zwei Stichprobeverfahren angewandt, die sich auf zwei verschiedene Grundgesamtheiten beziehen, nämlich die Gesamtheit von Einzelbäumen (wobei aus verfahrenstechnischen Gründen nur Bäume der sozialen Stellung 1 und 2 herangezogen werden) und die Gesamtwaldfläche. Die WZI beinhaltet also zwei Stichprobenahmen, die nur aus arbeitstechnischen Gründen an identen Punkten vorgenommen wurden. Wobei die eine Stichprobe mit den Stichprobeelementen "Kleinbestand" und einem Stichprobeumfang von N ungefähr gleich 2200 der Erfassung der Flächenverteilung und die andere Stichprobe mit den Stichprobeelementen "Einzelbaum" und dem Stichprobeumfang von ungefähr 70000 Bäumen der Erfassung des Zustandes und der Veränderung der Einzelbäume diente (NEUMANN, 1989). Diese zwei untersuchten Kollektive bedingen auch unterschiedliche Verfahrensweisen bei der Auswertung, insbesondere bei der Abschätzung der Veränderung.

Die Probeflächen wurden auf einem 4x4km Raster eingerichtet, zusätzlich wurden in bestimmten ausgewählten Regionen Verdichtungsflächen eingerichtet, um Bundesländerergebnisse in ihrer Aussagefähigkeit besser abzusichern und allgemein eine höhere Informationsdichte zu schaffen. 1984 wurde mit der Einrichtung begonnen, wodurch für eine erste Beobachtung in diesem Jahr bereits 1333 Flächen zur Verfügung standen. 1985 wurde die Einrichtung abgeschlossen und bis 1988 standen dann mehr als 2200 Flächen in Beobachtung (Abb.: 1). 1989 wurde die WZI nicht mehr als "bundesweite Erhebung" durchgeführt und der Aufnahmeumfang auf etwa die Hälfte reduziert.

WALDZUSTANDS INVENTUR	
AUFNAHME NETZ	
●	GESAMTNETZ
⊗	VERDICHTUNG BOLD/SBC/VBC
⊙	VERDICHTUNG ODE/TIROL
○	NETZ B

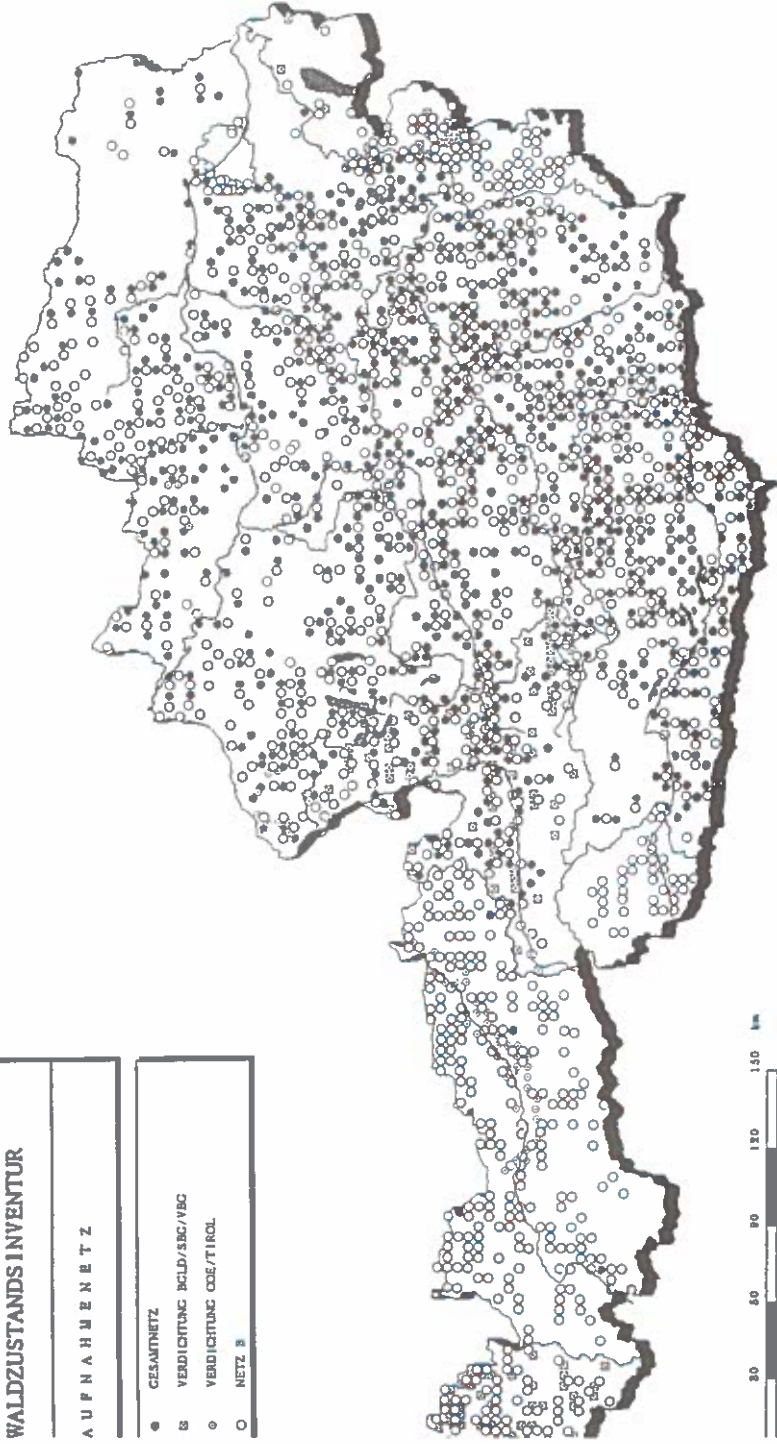


Abb. 1: Lage der Aufnahmenetze der Waldzustandsinventur von 1985 bis 1990

3.4 Auswahlkriterien für die Anlage der Dauerbeobachtungsflächen

Für die Festlegung der Auswahlkriterien waren mehrere Gesichtspunkte maßgeblich:

1. die Erfassung der Veränderung sollte an identen Bäume erfolgen
2. die Erfassung sollte über zumindest 5 Jahre hinweg erfolgen
3. die Durchführung mußte auf zwei Monate im Sommer beschränkt werden können
4. die Ergebnisse sollten österreichweit vergleichbar sein, sowie möglichst objektiv und nachvollziehbar sein
5. die Beobachtungsbäume sollten möglichst wenig von unquantifizierbaren Störeinflüssen beeinträchtigt sein
6. statistische Gründe sprachen für eine gleich große Anzahl von Bäumen je Stichprobenpunkt (gleiche Gewichtung)
7. Konkurrenzeinflüsse sollten die Zustandserfassung möglichst nicht beeinflussen

Daraus folgte, daß

- zu 1. die Bäume bzw. deren Kronen einzeln identifizierbar sein mußten, also die Kronen einsehbar sein und die Bäume markiert werden mußten, daher schieden zu dichte jüngere Bestände aus
- zu 2. zu alte Bestände ebenso ausschieden wie Bäume mit gravierenden Stammschäden und Kronenbrüchen, da bei diesen eine Nutzung innerhalb der nächsten Jahre wahrscheinlich ist
- zu 3. aus arbeitstechnischen Gründen schwer erreichbare Schutzwälder außer Ertrag und extrem steile Bestände ausschieden
- zu 4. das Schwergewicht der Erhebung auf die österreichweit am weitesten verbreitete Fichte gelegt wurde, außerdem erleichterte die Fichte, wegen der am ehesten zählbaren Nadeljahrgänge eine objektive Kronentaxierung und es war die in Österreich gesammelte Erfahrung bei der Beurteilung dieser Baumart am größten. Andere Baumarten wurden nur dann ausgewählt, wenn es unbedingt nötig war
- zu 5. zu kleine Bestände ebenso ausschieden wie Wald- und Bestandesränder
- zu 6. mindestens dreißig Bäume der jeweils entscheidenden Indikatorbaumart vorhanden sein mußten
- zu 7. nur vorherrschende und herrschende Bäume ausgewählt wurden.

Die im Rahmen der WZI erfaßten Bestände sind daher nicht repräsentativ für den österreichischen Gesamtwald, da WZI-Bestände nur aus einem reduzierten Stratum gewählt wurden. Es wurde versucht ein Indikatorkollektiv zu wählen, das auf Kronenverleich-

tung entsprechend der Fragestellung sensibler reagiert als der Gesamtwald. Das nicht erfaßte Kollektiv mit wahrscheinlich stärkeren Kronenverlichtungen (Ränder, überaltete Bestände) wird durch die ebenfalls nicht erfaßten jüngere Bestände mit normalerweise geringen Kronenverlichtungen bei weitem aufgewogen, so daß der Schluß von den Indikatorbeständen auf die Gesamtwaldfläche die Schadenssituation keinesfalls unterschätzt.

3.5 Merkmalskatalog für die Flächenansprache

Ein Ziel war es Basismaterial für Ursachen-Wirkungsbeziehungen und Differentialdiagnosen zu liefern. Es wurden daher so viele Bestandes- und Standortparameter und diese so differenziert erhoben, wie es im Rahmen einer Feldansprache von nur kurz geschultem Personal für möglich erachtet wurde. Dabei wurde versucht die Merkmale zwar gegenüber den Aufnahmen der Österreichischen Forstinventur zu vereinfachen, aber dennoch mit deren Erhebungsschema kompatibel zu bleiben. Außerdem wurden flächenhaft auftretende Bestandeschäden erfaßt.

Die Aufnahmeparameter können zu fünf Gruppen zusammengefaßt werden:

1. Definition der Flächenlage: durch Angabe des Waldbesitzers, der jeweiligen BFI, Österreichkarte, und der BMN-Koordinaten
2. Beschreibung der Geländesituation: Seehöhe, Exposition, Hangneigung und Geländeform
3. Charakterisierung der standörtlichen Situation: Grundgestein, Boden- und Vegetationstyp und Wasserhaushalt
4. Bestandesbeschreibung: Baumartenanteile, Bestandesgrundfläche, Alter und Oberhöhe, Alterklasse, Schlußgrad, Wuchsklasse, Bestandesaufbau, Baumartenmischung, Pflegezustand und Durchforstungsart
5. Erfassung von Bestandesschäden: Windwurf, Sturmschäden, Schneebruch, Hagel-, Rücke- und Schälsschäden, Pilze und Fäule, Insekten und Wipfeldürre, Streunutzung und Waldweide, außerdem wurde erhoben ob und welche Bestandesränder stärker verlichtet waren.

3.6 Merkmalskatalog für die Einzelbaumannsprache

Wenn der am Stichprobenpunkt gelegene Bestand den Auswahlkriterien entsprach (oder im Umkreis von 300m ein geeigneter gefunden wurde) wurden die dem Probepunkt nächstgelegenen vorherrschenden oder herrschenden 30 Bäume der Hauptindikatorbaumart als Beobachtungsbäume festgelegt und numeriert. In Mischbeständen wurde auch die Mischbaumart mit 20 Bäumen erfaßt, wenn der Anteil größer als 3/10 war.

Das entscheidende Aufnahmemerkmale am Einzelbaum war der Kronenzustand, die Erfassung der Waldschädigung sollte ja an Hand des Nadel-/Blattverlustes erfolgen und bildete somit den Kernpunkt der Erhebung. Qualitative Einstufungen dieser Art sind aber stets subjektiv geprägt und mit unkorrigierbaren Taxatoreinflüssen behaftet. Zur Minimierung dieser Störeffekte wurde daher ein möglichst umfassendes Schulungs- und Kontrollsystem eingerichtet, über dieses wird nachfolgend berichtet werden. Eine Übersicht über alle Kronenzustandsmerkmale gibt Tabelle 1.

Außerdem wurden für jeden aufgenommenen Baum die Baumart, Baumklasse und Kronenklasse, sowie mechanische Schäden an Stamm oder Krone und Harzfluß erhoben; bei Fichten auch die Verzweigungsform.

Tabelle 1: Übersicht über die Anzahl der erhobenen Ausprägungsstufen spezieller Kronenmerkmale je Baumart

Baumart	Wipfel- trieb	Wipfel- region	Kronen- zustand	Verl. typ	Wasser- reiser	Mistel- befall	Ver- färbung
Fichte	5	9	5	7	-	-	8
Tanne	5	5	5	7	3	3	8
Lärche	5	-	5	-	-	-	8
N-Kiefer	5	6	5	-	-	3	8
S-Kiefer	5	6	5	-	-	3	8
Buche	-	3	5	4	-	-	-
Eiche	-	3	5	4	3	3	-
Pappel	-	3	5	4	3	3	-

4. DISKUSSION DER AUFNAHMEMETHODIK

Die starke Wirkung der Ergebnisse auf die Öffentlichkeit bewirkte natürlich auch, daß die Methodik der Erhebungen der Diskussion ausgesetzt wurde. Insbesondere der Umstand, daß die Ergebnisse der Erhebungen in Österreich deutlich niedriger lagen als in der BRD, führte dazu "Fehler" im Inventurdesign und in der Auswertungsmethodik zu suchen (MAUSER, 1987). Interessanter Weise wurde die viel entscheidendere Festsetzung der Grenze zwischen den als "normal" bzw. "leicht verlichtet" einzustufenden Baumkronen vergleichsweise weniger in Frage gestellt.

Für die Beurteilung der Veränderungstendenzen ist die Grenzwertproblematik von untergeordneter Bedeutung, für die Entscheidung welcher Baum als "krank" bzw. verlichtet anzusprechen ist und für Abschätzung des Ausmaßes der geschädigten Waldfläche ist die Grenzwertfestsetzung hingegen von essentieller Bedeutung. Die Diskussion darüber ist auch heute noch nicht abschließbar, da die entsprechend eindeutigen Grundlageninformationen dazu noch immer fehlen. Zu beachten wird dabei jedenfalls sein, daß "natürliche empirische Streuung noch nicht Krankheit ist" (BECHER, 1986) und darausfolgend auch für den "Normalwert" eine gewisse Streuung toleriert werden muß. Für die WZI wurde dieser Rahmenbereich bei Fichte mit etwa 0 - 15% Nadelverlust im Vergleich zu einem optimalen Vergleichsbaum angenommen (vgl. POLLANSCHÜTZ, 1985b, NEUMANN und POLLANSCHÜTZ, 1988); wobei auch Erfahrungswerte aus Zuwachsuntersuchungen miteinbezogen wurden, die zeigten, daß etwa ab dieser Grenze bei Immissionseinwirkungen wahrscheinlich mit Zuwachsverminderungen gerechnet werden muß. Die zuwachskundlichen Untersuchungen von ECKMÜLLNER (1988) bestätigten die Sinnhaftigkeit der gewählten Grenze auch weitgehend. Das Intervall der Stufe 1 ist größer als bei Erhebungen in anderen Ländern (z.B. in der BRD oder der Schweiz). Eine direkt vergleichende Wertung ist aber unzulässig, da der Nadelverlust auch kein absolutes Maß ist, sondern dieser ebenfalls in Konventionen festgelegt wurde (also ebenso international variieren kann) und z.B. vom Referenzbaum oder der Festlegung welcher Kro-

nenteil betrachtet wird, ganz wesentlich beeinflußt werden kann.

Eine allgemein gültige Antwort auf die Frage, wieviel Waldfläche geschädigt ist, kann nur erwartet werden, wenn diese Grenze zwischen geschädigt und ungeschädigt für den Einzelbaum allgemein gültig festgelegt ist und Einigkeit darüber besteht wieviele geschädigte Bäume innerhalb eines Bestandes natürlich sind und daher zu tolerieren sind. Solange dies nicht erfolgt ist oder die gewählten Grenzen (noch) nicht allgemein akzeptiert sind, können die Ergebnisse nur als "provisorisch" gewertet werden und müßten gegebenenfalls auch korrigiert werden, wie es beispielsweise in der BRD durch die Zusammenführung von Stufe 0 und 1 auch erfolgt ist, wie dies vom Forschungsbeirat Waldschäden/Luftverunreinigungen 1986 vorgeschlagen wurde.

Die Bewertung der Tendenzen der Zustandsveränderungen ist hingegen leichter und, wie schon gesagt, von der Grenzwertproblematik weitgehend unabhängig. Es sollten daher auch die folgenden Beiträge aus diesem Blickwinkel heraus betrachtet werden und den relativen Unterschieden, sowohl regional als auch zeitlich, größeres Gewicht als den absoluten Beträgen gegeben werde.

6. LITERATUR

BECHER G., 1986: Ergebnisse und methodisch-theoretische Überlegungen zur immissionsökologischen Waldzustandserfassung (IWE) – dargestellt am Beispiel Hamburgs.
Forstarchiv 57 Jg., p. 167-174.

ECKMÜLLNER O., 1988: Zuwachsuntersuchungen an Fichte in Zusammenhang mit neuartigen Waldschäden. Dissertation der Universität für Bodenkultur, Wien.

KELLER Th., 1977: Begriff und Bedeutung der "latenten Immissionschädigung".
Allgem. Forst- und Jagdzeitung 148 Jg., p. 115-120.

MAUSER H., 1986: Ist die Waldzustandsinventur überfordert ?
Holzkurier 42 Jg., Nr. 31/32.

- NEUMANN M., 1989: Zu Fragen der Waldzustandserfassung durch großräumige Inventuren. Centralblatt für das gesamte Forstwesen 106 Jg., p.161-178.
- NEUMANN M. und POLLANSCHÜTZ J., 1988: Taxationshilfe für die Kronenzustandserhebungen. Österr. Forstzeitung 99 Jg., p. 27-37.
- POLLANSCHÜTZ J., 1985a: Waldzustandsinventur 1984, Ziele-Inventurverfahren-Ergebnisse. FBVA-Berichte Nr. 8.
- POLLANSCHÜTZ J., 1985b: Zur Frage der Nadelverluste und Kronenverlichtung bei Fichte. Allgem. Forstzeitung 96 Jg., p. 110-114.
- POLLANSCHÜTZ J., 1986a: Problematik der Waldschäden. In: Mitt. der FBVA-Wien Nr. 157, p. 21-26.
- POLLANSCHÜTZ J., 1986b: Zur Kritik an der Waldzustandsinventur Holzkurier 41 Jg., Nr. 13.
- POLLANSCHÜTZ J., 1988: Grundzüge der Österreichischen Waldschadensinventuren. In: Beurteilung von Umweltsituationen mit Hilfe der Statistik - Tagungsband des Symposiums vom 5. Februar 1988 in Graz. Herausgeber: Informationszentrale für Umweltschutz des Landeshygienikers/Graz.
- POLLANSCHÜTZ J. und NEUMANN M., 1987: Waldzustandsinventur 1984 und 1986. Gegenüberstellung der Ergebnisse. FBVA-Berichte Nr. 23, 98 pp.
- POLLANSCHÜTZ J., KILIAN W., NEUMANN M. und SIEGEL G., 1985: Instruktion für die Feldarbeit der Waldzustandsinventuren nach bundeseinheitlichen Richtlinien 1984 - 1988. Herausgeber: Forstliche Bundesversuchsanstalt Wien.
- SCHÖPFER W., 1986: Verstärkte Waldschäden durch Radioaktivität. Allgem. Forstzeitschrift, 41. Jg., 95-98.
- SCHRÖTER H. und ALDINGER E., 1985: Beurteilung des Gesundheitszustandes von Fichte und Tanne nach der Benadelungsdichte. Allgem. Forstzeitschrift 40 Jg., p. 438-442.

AUFNAHMETRAINING UND KONTROLLE

von
Günter RÖSSLER

1. EINLEITUNG

Die Waldzustandsinventur beruht auf jährlichen visuellen Kronen-taxierungen. Die eindeutige Zuordnung der Kronenzustände zu den einzelnen Verlichtungsstufen ist oft schwierig. Daß bei solchen qualitativen Einstufungen subjektive Fehler auftreten können, ist nur verständlich.

Fehleinschätzungen der Kronenzustände wiegen dann besonders schwer, wenn diese Fehler bei einer Aufnahmegruppe zu systematischen Über- bzw. Unterschätzungen führen.

Es muß daher versucht werden, den subjektiven Schätzfehler auf ein Minimum zu reduzieren, denn eine vollständige Eliminierung ist sicher nicht möglich. Für die Verringerung des Schätzfehlers bieten sich folgende Möglichkeiten an:

- a) gemeinsame Schulung des Aufnahmepersonals unmittelbar vor Beginn der Aufnahmen (= Aufnahmetraining)
- b) begleitende Kontrolle der Kronentaxierung (= Kontroll-taxierung)
- c) Einsatz eines Aufnahmeteams in verschiedenen Befundeinheiten bzw. Einsatz von möglichst vielen Aufnahmeteams in einer Befundeinheit
(zur Vermeidung, daß sich subjektive Schätzfehler eines Aufnahmeteams in einer Befundeinheit verstärkt auswirken)

2. GEMEINSAMES AUFNAHMETRAINING

Bereits seit 1984 werden vor Beginn der sommerlichen Erhebungen gemeinsame Ansprachen aller Taxatoren in der Regel unter der Leitung von 3 Instruktoren der FBVA durchgeführt.

Das einwöchige Aufnahmetraining dient natürlich in erster Linie dazu, daß sämtliche Taxatoren die einzelnen Kronenzustandsformen nach etwa gleichen Gesichtspunkten bewerten. Es ist aber auch weiters eine sehr gute Möglichkeit, Probleme und verschiedene Vorschläge, die die Kronenzustandsbeurteilung sowie die WZI im allgemeinen betreffen, im großen Kreis und an praktischen Beispielen zu diskutieren.

Schon seit Beginn der gemeinsamen Schulungen war vor allem stets ein Punkt Anlaß zu Diskussionen und zwar der Kronenzustand des Ideal- bzw. Referenzbaumes für unterschiedliche Standorte und Baumarten. Es ist aber notwendig, daß alle Taxatoren von gleichen Vorstellungen über den Zustand des Referenzbaumes ausgehen, um vergleichbare Ergebnisse der einzelnen Aufnahmegruppen sicherzustellen. Die Einbeziehung von kleinstandörtlichen Gegebenheiten in die Beurteilung der einzelnen Kronenzustände könnte leicht zu deutlich unterschiedlichen Kronenzustandsbeurteilungen ein und desselben Baumes durch verschiedene Taxatoren führen.

2.1 Lage der Schulungsbestände

Im Jahre 1984 wurde das erste Aufnahmetraining in Orth bei Gmunden für das Forstpersonal der Bundesländer abgehalten, das im Rahmen eines "WZI-Sofortprogrammes" die Ansprachen durchzuführen hatte.

Bei dieser einwöchigen Schulung wurden die Schulungsbestände vor allem in jenen Gebieten ausgewählt, die durch Immissionen belastet waren.

Diese Bestandesauswahl erfolgte in folgenden Gebieten:

Linz

Wels

Schärding

Ranshofen

Hochburg

Das Hauptaugenmerk wurde auf die Ansprache der Baumart Fichte gelegt, wobei erwähnt werden muß, daß es in diesen Gebieten nicht möglich war, die Taxierung der Kronenzustände an Hochlagenfichten zu üben.

Im Jahre 1985 wurde das gemeinsame Aufnahmetraining in Lambach/OÖ durchgeführt, an dem sowohl Mitarbeiter der Landesforstinspektionen als auch 30 Mitarbeiter der Studiengesellschaft für Bauernfragen teilnahmen.

Die Übungsbestände waren in diesem Jahr ähnlich gelagert wie im Jahre 1984 wobei zusätzlich die Kronenzustandsansprachen an Tannen im Raum St.Koloman/Sbg. trainiert wurden. Auf Wunsch der Taxatoren und durch die Erkenntnis, daß die Kronenzustandsansprache in Hochlagen den Taxatoren oft Schwierigkeiten bereitete, wurde 1986 auch ein Fichtenbestand in Mühlbach am Hochkönig in einer Seehöhe von 1300 m in das Aufnahmetraining miteinbezogen. Die weiteren Übungsbestände wurden im Raum Braunau, Tenneck, St.Koloman und Hochburg sowie am Haunsberg (Buche) ausgewählt.

Für jene Aufnahmegruppen, die die Erhebungen im Osten Österreichs durchzuführen hatten, wurde eine zusätzliche Einschulung an Buche, Eiche, Pappel und Schwarzkiefer im Raum Wr.Neustadt und im Weinviertel abgehalten.

1987 wurde die Zahl der Schulungsbestände gegenüber den Vorjahren erhöht, sodaß nunmehr Bäume in 14 unterschiedlichen Beständen von den Schulungsteilnehmern taxiert werden konnten.

Die einzelnen Schulungsbestände wurden in folgenden Bereichen ausgewählt:

Aigen/Schlägl
Kollerschlag
Antiesenhofen
Braunau
Hochburg
Tenneck
St.Koloman
Flachauwinkel
Grießenkareck

Die Lage der 1987 festgelegten Schulungsbestände wurde sowohl 1988 als auch größtenteils 1989 für das gemeinsame WZI-Aufnahmetraining beibehalten. 1989 wurden jedoch der Hochlagenfichtenbestand am Grießenkareck durch 2 Fichtenbestände in Zederhaus und der Tannenbestand in St.Koloman durch eine Tannenschulungsfläche am Irrsberg ersetzt.

Nachdem 1989 beim Aufnahmetraining der Mitarbeiter des Waldschaden-Beobachtungssystems erstmals versucht wurde, die Schulung in mehreren Wuchsgebieten im Rahmen einer sogenannten "Österreichrundfahrt" durchzuführen, wurde dieser Schulungsablauf 1990 auch für WZI-Mitarbeiter festgelegt.

Das Aufnahmetraining beginnt in OÖ in Aigen/Schlägl führt durch Salzburg, Kärnten, Steiermark, NÖ und endet in Wien.

Im Speziellen werden entlang dieser Route ausgewählte Bäume in insgesamt 23 Beständen von den Schulungsteilnehmern taxiert. Im Rahmen dieses Aufnahmetrainings erfolgt die Schulung an folgenden Baumarten:

<u>Fichte:</u>	Aigen/Schlägl Ranshofen Lungötz Tenneck Flachauwinkel Zederhaus Katschberg Kreuzberg Dobratsch Gurk
<u>Fanne:</u>	Irrsberg Lungötz
<u>Lärche:</u>	Zederhaus Gurk
<u>Weißkiefer:</u>	Arnoldstein Seebenstein
<u>Schwarzkiefer:</u>	Lindabrunn
<u>Eiche und Buche:</u>	Schottenhof bei Wien

Diese neue Art des Schulungsablaufes wurde von den Taxatoren sehr positiv aufgenommen und sollte auch in Zukunft als Vorbereitung für die Kronenzustandserhebungen im Rahmen des WBS und für die WZI der Bundesländer beibehalten werden. Durch diese Art der Schulung ist es möglich die Ansprache des Kronenzustandes sowohl an mehreren Baumarten und vor allem an Bäumen in unterschiedlichen Höhenlagen zu trainieren.

2.2 Ergebnisse des Aufnahmetrainings

Die Ergebnisse des gemeinsamen Aufnahmetrainings wurden 1986 erstmals hinsichtlich der durchschnittlichen Verlichtungsgrade analysiert.

Für die gemeinsame Einschulung wurden sechs Bestände in den in
vorigen Abschnitt erwähnten Gebieten ausgewählt. Auf diesen
Flächen wurde nach einer kurzen gemeinsamen Einführung an fest-
gelegten Musterbäumen die Kronenansprache von jedem Taxator
einzeln durchgeführt.

Diese Ergebnisse (Tab. 1, Abb. 1) stimmen im Mittel mit der
"Sollwert" (= Mittelwert der Ansprache von 4 Kontrolltaxatoren)
gut überein. Die Standardabweichung zeigt, daß die Streuung
zwischen den Taxatoren nicht besonders groß ist. Dieses Ergebnis
muß aber unter Berücksichtigung der gemeinsamen Einführung in
jeweiligen Bestand gesehen werden.

Als Abschluß des Aufnahmetrainings wurden insgesamt 100 Fichten
in 2 Beständen zuerst einzeln und dann durch die 2Mann-Aufnahme-
teams eingestuft. Das Ergebnis kann als zufriedenstellend bezeich-
net werden, denn größere Abweichungen des durchschnittlichen
Verlichtungsgrades (DVG) als ± 0.15 vom Sollwert (1.66) wurden
nur von 4 Taxatoren erreicht (Abb. 2).

Bei Zusammenfassung der Ansprachen aller Taxatoren ergibt sich
ein mittlerer durchschnittlicher Verlichtungsgrad von 1.65 mit
einer Standardabweichung von ± 0.09 , die Abweichung vom Sollwert
beträgt -0.01.

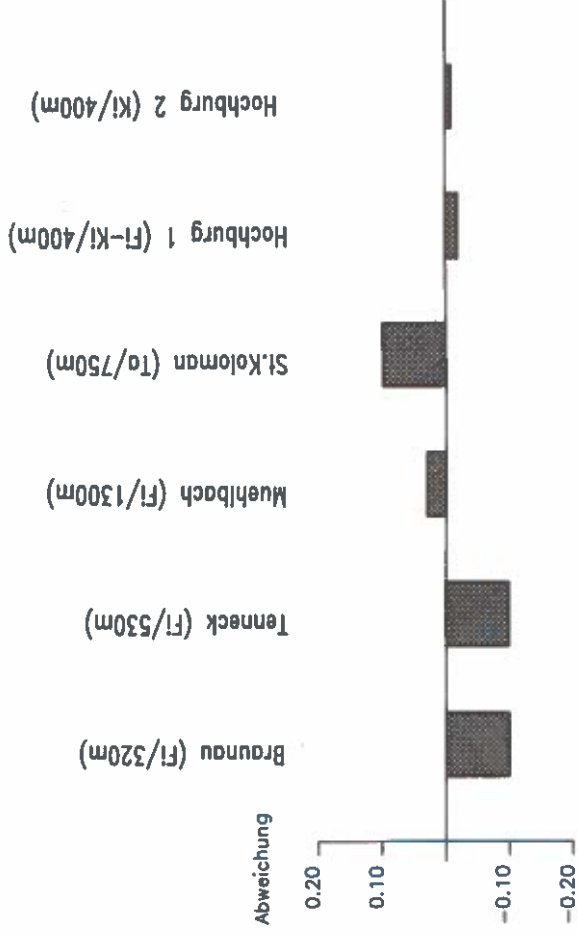
Für das Aufnahmetraining 1987 und 1988 liegen sowohl Ergebnisse
von 12 Übungsbeständen als auch wiederum von 100 Fichten, auf
Bestände verteilt, vor.

Die Anspracheergebnisse an den Übungsbeständen (Tab. 2, Abb. 3)
zeigen, daß in beiden Jahren gute Übereinstimmungen des Mittels
von allen Taxatoren mit dem vorgegebenen Sollwert bestehen. Gra-
vierend ist jedoch die Differenz von +0.22 in einem Hochlagen-
fichtenbestand am Griesenkareck. Der Kronenzustand wurde von den
Taxatoren zu pessimistisch eingeschätzt, 1988 war die Differenz
in diesem Bestand bereits wesentlich geringer und lag bei +0.09.

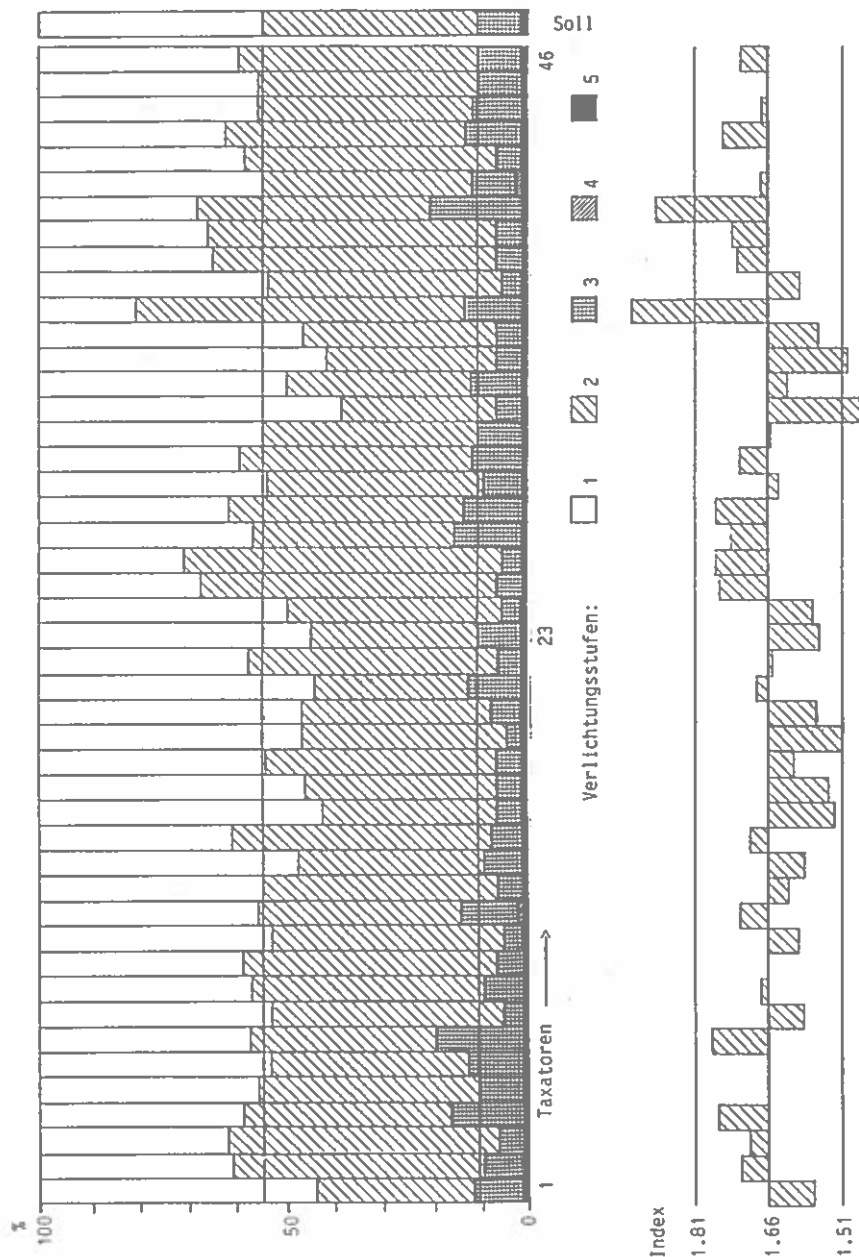
b. 1: Ergebnisse der Kronenansprache in den Übungsbeständen (1986)

stand	Seehöhe	Baumart	Mittlerer DVG aller Taxatoren (46 Taxatoren)	Standard- abweichung (±)	DVG Soll	Differenz
aunau	320	Fi	2.10	0.09	2.20	-0.10
nneck	530	Fi	2.40	0.18	2.50	-0.10
hlbach	1300	Fi	1.88	0.10	1.85	+0.03
.Koloman	750	Ta	2.40	0.18	2.30	+0.10
chburg 1	400	Fi/Ki	2.28	0.08	2.30	-0.02
2	400	Ki	1.99	0.08	2.00	-0.01

Abbildung 1: *Aufnahmetraining 1986 (46 Tazatoren)*
Abweichung des mittleren durchschnittlichen Verlichtungsgrades der Tazatoren vom Soll



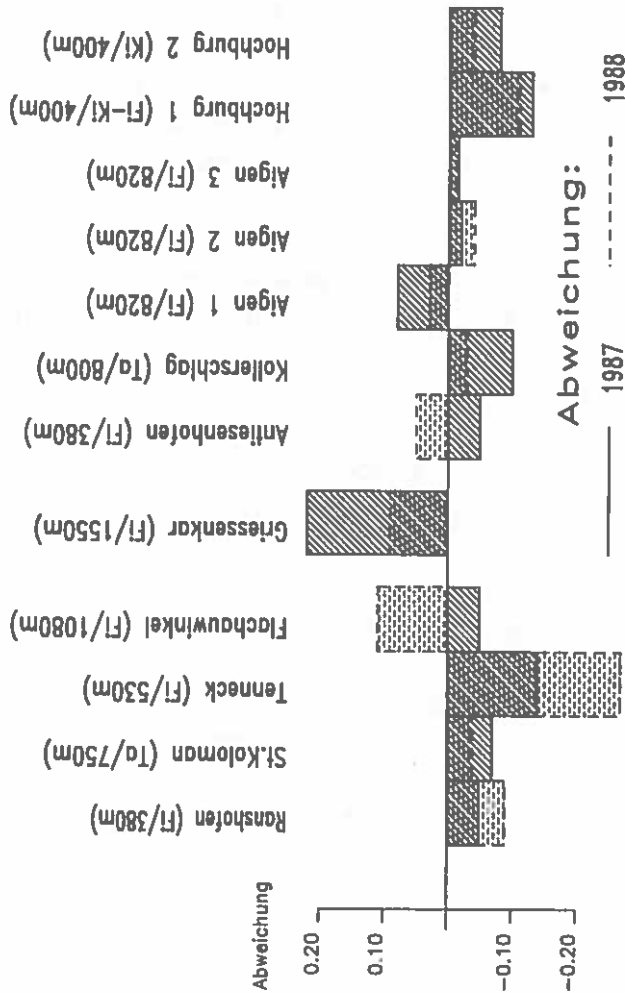
bbildung 2: Verteilung der Verlichtungsstufen und Abweichung des durchschnittlichen Verlichtungsgrades vom "Sollwert" der Kronenansprache an 100 Fichten



. 2: Ergebnisse der Kronenansprache in den Übungsbeständen im Jahre 1987 und 1988

		1 9 8 7				1 9 8 8				
Stand	See- höhe	Baum- art	Mittlerer		DVG	Diffe- renz		DVG	Diffe- renz	
			DVG v. 55 Taxatoren	Stand- abw. (±)		Soll	abw. (±)			
shofen	380	Fi	1.98	0.19	2.03	-0.05	1.68	0.16	1.77	-0.09
Koloman	750	Ta	2.26	0.13	2.33	-0.07	2.19	0.14	2.23	-0.04
neck	530	Fi	2.26	0.17	2.40	-0.14	2.33	0.17	2.60	-0.27
chauwinkel	1080	Fi	2.05	0.16	2.10	-0.05	2.14	0.20	2.03	+0.11
eßenkar	1550	Fi	1.69	0.16	1.47	+0.22	1.49	0.12	1.40	+0.09
iesenhofen	380	Fi	1.29	0.10	1.33	-0.05	1.25	0.13	1.20	+0.05
lerschlag	800	Ta	1.97	0.11	2.07	-0.10	1.92	0.14	1.95	-0.03
en/Schlägl	1 820	Fi	1.55	0.13	1.47	+0.08	1.70	0.13	1.67	+0.03
	2 820	Fi	2.11	0.13	2.13	-0.02	2.29	0.13	2.33	-0.04
	3 820	Fi	1.66	0.14	1.67	-0.01	1.66	0.09	1.67	-0.01
hburg 1	400	Fi/Ki	2.27	0.10	2.40	-0.13	2.02	0.11	2.13	-0.11
2	400	Ki	2.02	0.17	2.10	-0.08	2.01	0.11	2.05	-0.04

Abbildung 3: Aufnahmetraining 1987 (55 Tazaloren) und 1988 (50 Tazaloren)
 Abweichung des mittleren durchschnittlichen Verlichtungsgrades der Tazaloren vom Soll



1988 trat die relativ größte mittlere Abweichung von -0.27 beim Bestand in Tenneck mit dem höchsten durchschnittlichen Verlichtungsgrad (2.60) aller 12 Übungsbestände auf.

Bei der abschließenden Taxierung von 100 Fichten im Raum Ranshofen im Jahre 1987 betrug bei nur 7 von 55 Taxatoren die Differenz zum Sollwert mehr als -0.15 . Der Mittelwert aller Taxatoren lag mit 1.62 um 0.05 niedriger als die Ansprache der Instruktoren.

Ähnlich stellte sich die Situation 1988 dar. Es wiesen wiederum 7 von 50 Taxatoren Differenzen über $+0.15$ gegenüber dem Soll auf; der Gesamtmittelwert der durchschnittlichen Verlichtungsgrade lag um 0.06 höher als der Sollwert von 1.57 .

Im Jahre 1989 nahmen am gemeinsamen Aufnahmetraining im Rahmen der WZI 30 Bedienstete der einzelnen Bundesländer teil.

Die größten Differenzen gegenüber dem Sollwert traten zu Beginn der Schulung in Ranshofen (-0.23), in einem Hochlagenbestand in Zederhaus (-0.19) sowie bei der Kronenansprache in Hochburg 1 ($+0.19$) auf (Tab. 3, Abb. 4). Die Differenz in Hochburg ist dadurch bedingt, daß in diesem Schulungsbestand vor allem die Kronen der Kiefern von den Taxatoren schlechter beurteilt wurden als sie von den Instruktoren eingestuft worden waren.

Die Anspracheergebnisse im Jahre 1990 wurden nicht analysiert, weil ein Teil der Taxatoren nicht an der gesamten Schulung teilgenommen hatte und daher nur von einem Teil der Taxatoren Anspracheergebnisse über den gesamten Schulungszeitraum vorliegen.

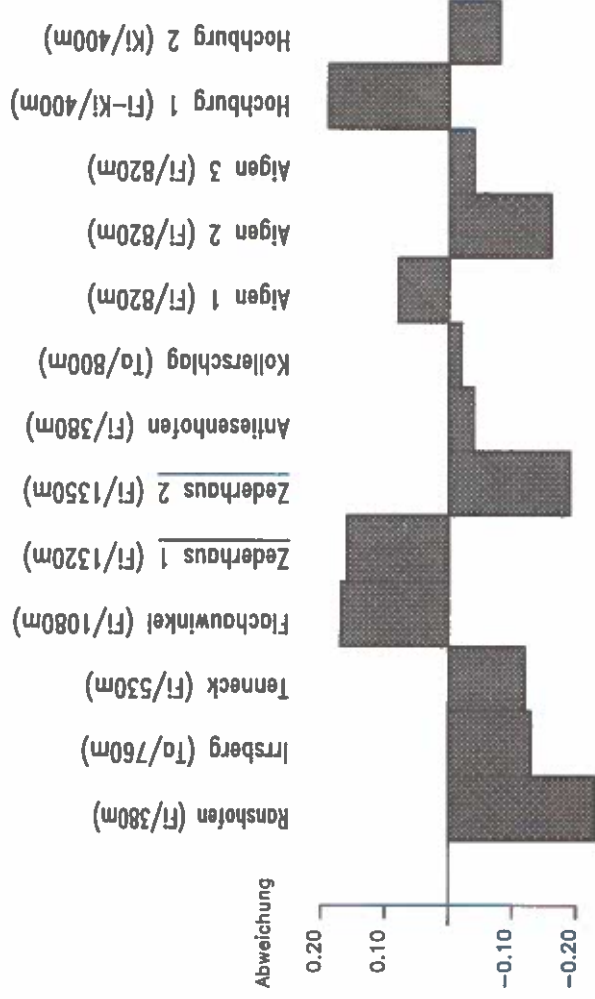
3. KONTROLLTAXATION

Die begleitende Kontrolle der sommerlichen Kronenzustandserhebungen soll die persönlichen Streuung der Aufnahmegruppen klein halten und kann auch zur Bemessung des "Ansprachefehlers", wie

b. 3: Ergebnisse der Kronenansprache in den Übungsbeständen (1989)

stand	Seehöhe	Baumart	Mittlerer DVG aller Taxatoren (30 Taxatoren)	Standard- abweichung (±)	DVG Soll	Differenz
nshofen	380	Fi	2.20	0.20	2.43	-0.23
rsberg	760	Ta	2.74	0.18	2.87	-0.13
nneck	530	Fi	2.51	0.18	2.63	-0.12
achauvinkel	1080	Fi	2.07	0.23	1.90	+0.17
derhaus 1	1320	Fi	1.63	0.14	1.47	+0.16
2	1350	Fi	1.71	0.11	1.90	-0.19
tiesenhofen	380	Fi	1.16	0.07	1.20	-0.04
llerschlag	800	Ta	1.93	0.18	1.95	-0.02
gen/Schlägl 1	820	Fi	1.75	0.16	1.67	+0.08
2	820	Fi	2.34	0.13	2.50	-0.16
3	820	Fi	1.63	0.10	1.67	-0.04
chburg 1	400	Fi/Ki	1.86	0.12	1.67	+0.19
2	400	Ki	1.62	0.14	1.70	-0.08

Abbildung 4: *Aufnahmetraining 1989 (30 Tazatoren)*
Abweichung des mittleren durchschnittlichen Verlichtungsgrades der Tazatoren vom Soll



im nächsten Vortrag von Schadauer ausgeführt wird, dienen. Zu diesem Zweck wird in der Regel jede Aufnahmegruppe zweimal von Instruktoren der FBVA, die auch das Aufnahmetraining leiten, kontrolliert.

Die Probebäume werden während der Kontrolle vom Aufnahmeteam und vom Koordinator der FBVA unabhängig voneinander angesprochen und die Ergebnisse vor Ort diskutiert. Durchschnittlich wurden die Kronenansprachen auf ca. 7 - 10% der Probeflächen jährlich durch Kontrolltaxationen erfaßt.

Die Beurteilung der Ergebnisse der Kontrollansprachen (Tab. 4, Abb. 5) zeigt im Mittel aller Kontrolltaxatoren eine deutliche Verringerung der Differenzen zwischen Kontrollansprache und regulärer Erhebung durch die Aufnahmegruppen. Betrug zu Beginn der Waldzustandsinventur im Jahre 1985 die mittlere Absolutdifferenz der Verlichtungsgrade noch 0.12 so hat sie sich 1990 auf die Hälfte reduziert und liegt nun bei 0.06. Auffällig ist vor allem die deutliche Verringerung der Absolutdifferenz von 1985 auf 1986 um 0.04. Die Homogenität der Ansprachen konnte 1986 wesentlich vergrößert werden. Dies ist sicher auf die verbesserte Einschulung und die größere Erfahrung der Aufnahmeteams zurückzuführen.

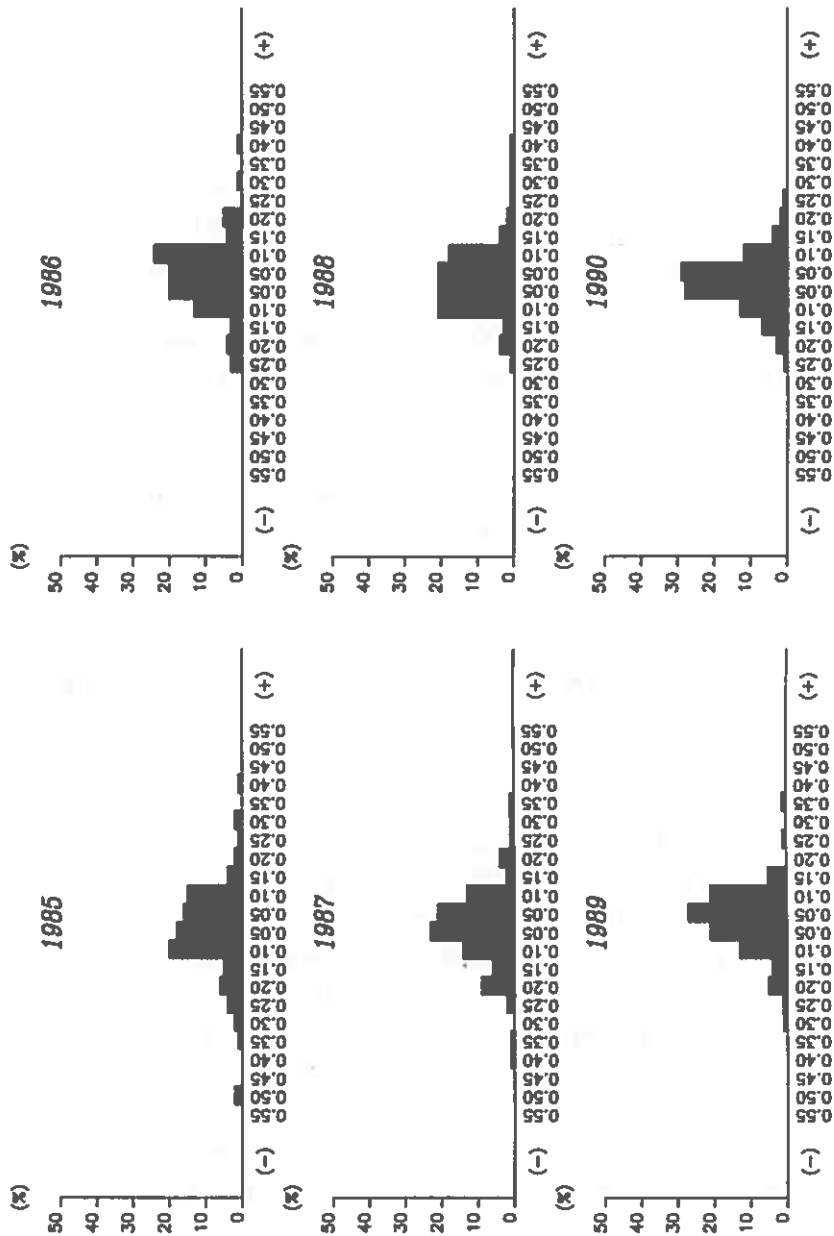
Daß die Genauigkeit der Ansprachen im Laufe der Jahre zugenommen hat, drückt sich auch in der Höhe der maximalen Differenz aus. 1985 betrug die Maximalabweichung von der Kontrollansprache noch -0.76, sie verringerte sich im Laufe der Jahre deutlich, sie lag 1989 bereits bei -0.31 und weist 1990 mit -0.25 die geringste Abweichung aller Aufnahmejahre auf.

Die prozentuelle Verteilung der Differenzen der durchschnittlichen Verlichtungsgrade zeigt ebenfalls eine eindeutige Verschiebung in Richtung der geringeren Abweichungen. 1985 konnten auf nur 77% der kontrollierten Flächen Abweichungen unter ± 0.15 festgestellt werden; im Jahre 1990 waren es hingegen bereits 93% der Flächen. Mehr als die Hälfte der Flächen (57%) lagen 1990 bereits im Differenzbereich bis ± 0.05 .

4: Verteilung der Differenzen der mittleren durchschnittlichen Verlichtungsgrade
Kontrolle - Aufnahmeteam

Flächen- anzahl	Mittl.		Mittl.		A b w e i c h u n g e n i n P r o z e n t									
	DVG	KONTROLLE	DVG	TEAMS	Absolut- differenz	±.05	±.10	±.15	±.20	±.25	±.30	±.35	±.40	±.45 ±.50 ±.55
133	1.40	1.46	0.12	34	69	77	87	91	94	95	96	97	99	99
118	1.39	1.38	0.08	40	76	85	94	97	98	98	100			
164	1.38	1.40	0.09	44	72	80	94	96	98	99	99	99	99	99
229	1.38	1.38	0.08	42	81	88	94	96	97	98	100			
137	1.37	1.37	0.07	48	82	92	97	98	99	100				
165	1.30	1.31	0.06	57	82	93	99	100						

Abbildung 5: Verteilung der Differenzen der mittleren durchschnittlichen Verlichtungsgrade von Kontrollansprachen gegenüber Ansprachen der Aufnahmegruppen von 1985 bis 1990



Die Verteilung der Differenzen der mittleren Verlichtungsgrade getrennt nach Bundesländern für die Aufnahmejahre 1989 und 1990 (Tab. 5) zeigt, daß in den meisten Fällen keine größeren Unterschiede zwischen den beiden Jahren bestehen. Nur im Bundesland Salzburg ist eine deutliche Verringerung der Differenzen der mittleren Verlichtungsgrade gegenüber der Kontrollansprache erkennbar. Lagen etwa 1989 nur 86% der kontrollierten Flächen im Differenzbereich von ± 0.15 , befinden sich 1990 bereits alle Flächen innerhalb dieses Bereiches.

Gesamt gesehen kann festgestellt werden, daß 1990 in allen Bundesländern keine größeren Differenzen als ± 0.25 bei den Kontrollen festgestellt wurden.

Eine weitere Minimierung der Abweichungen wäre zwar noch wünschenswert, erscheint aber jedoch bei der derzeitigen Methodik einer visuellen Einschätzung nicht mehr möglich.

4. EINSATZ DER AUFNAHMETEAMS IN VERSCHIEDENEN BEFUNDEINHEITEN

Um zu verhindern, daß sich persönliche Schätzfehler einzelner Aufnahmeteams auf das Ergebnis einer Befundeinheit auswirken, wurden die Aufnahmegruppen systematisch jedes Jahr anders verteilt. Bis zum Jahr 1988 erfolgte die Zuteilung von Serien von ÖMK-Karten an die Aufnahmegruppen in Diagonalen in den einzelnen Jahren alternierend von NO nach SW und von NW nach SO. Außerdem wurden die Gruppen der Bundesländer jeweils so eingesetzt, daß sie mit Aufnahmegruppen der STUGES räumlich abwechselten. Seit 1989 werden die bundesländerweisen Aufnahmen ausschließlich vor eigenem Landespersonal durchgeführt. Es wurde zwar versucht, das System der wechselnden Gebietszuweisungen beizubehalten, wobei jedoch zu beachten ist, daß durch die geringe Anzahl von Aufnahmegruppen innerhalb eines Bundeslandes der Variation der einzelnen Aufnahmebereiche Grenzen gesetzt sind.

5: Verteilung der Differenzen der mittleren durchschnittlichen Verlichtungsgrade
Kontrolle - Aufnahmeteam

Liesland	Jahr	Flächen- anzahl	Mittlerer		Mittlere Absolut- differenz	Abweichungen in Prozent					
			DVG	DVG		TEAMS	DVG	TEAMS	±.05	±.10	±.15 ±.20 ±.25 ±.30 ±.35
Isenland	1989	18	1.46	1.43	0.06		44	94	100	90	100
	1990	10	1.46	1.43	0.08		50	80	90	90	100
iten	1989	16	1.25	1.24	0.06		44	87	94	100	
	1990	19	1.23	1.26	0.09		47	74	79	95	100
lerösterr.	1989	18	1.40	1.41	0.05		61	89	89	100	
	1990	30	1.38	1.38	0.07		47	83	93	100	
-österr.	1989	24	1.26	1.28	0.06		54	83	92	96	100
	1990	30	1.30	1.32	0.06		60	70	93	100	
:burg	1989	14	1.41	1.40	0.09		50	71	86	86	93 100
	1990	10	1.16	1.22	0.06		40	80	100		
iermark	1989	-	-	-	-		-	-	-	-	-
	1990	33	1.28	1.26	0.04		73	94	97	100	
l	1989	40	1.40	1.41	0.07		45	75	90	97	100
	1990	29	1.42	1.41	0.05		59	86	97	100	
irlberg	1989	7	1.46	1.50	0.06		29	86	100		
	1990	4	1.20	1.23	0.04		75	100			

5. ABSCHLIESSENDE BEURTEILUNG

Die Ansprache der Einzelbaumkronen ist eine Schätzung, die nicht frei von subjektiven Einflüssen sein kann.

Zwischen den einzelnen Taxatoren gibt es unvermeidliche Unterschiede in der Ansprache der Kronenzustände, die nie vollständig vermieden werden können. Es muß aber versucht werden, den Spielraum der unterschiedlichen Auslegung der Kronenansprachen möglichst einzuengen.

Vor allem das gemeinsame Aufnahmetraining aller Taxatoren sowie die begleitenden Kontrollen während der Erhebungen sollen dazu dienen, den subjektiven Schätzfehler der Taxatoren auf ein Minimum zu reduzieren. Wie die Ergebnisse des Aufnahmetrainings und der Kontrollen zeigen, ist dies auch bis zu einem bestimmten Maß mit Erfolg möglich. Es wird daher auch in Zukunft nötig sein, sowohl das Aufnahmetraining als auch die Kontrollen durchzuführen, um die erreichte Genauigkeit der Kronenansprachen am derzeitigen Stand zu halten oder nach Möglichkeit noch zu erhöhen.

AUSWERTUNGSVERFAHREN UND STATISTISCHE METHODEN

von
Klemens Schadauer

1. EINLEITUNG

Das Auswertungsverfahren kann nicht von den statistischen Methoden getrennt gesehen werden. Daher wird beides im Folgenden zugleich abgehandelt, wobei aber immer abwechselnd der Schwerpunkt auf einem dieser Begriffe liegen wird. Da die Thematik sehr umfangreich ist, können hier nur wesentliche Aspekte herausgegriffen werden.

Zunächst sollen einige Zahlen eine Vorstellung von der Dimension der zu verarbeitenden Daten geben. Die WZI produzierte und/oder verifizierte jährlich 750.000 Einzeldaten (bis 1988). (Saum ein Mensch kann beim bloßen Durchsehen dieser Daten Schlüsse ziehen, sodaß eine EDV - technisch gestützte Auswertung nötig ist. Bisher wurden ca. 50 Auswertungsprogramme geschrieben, darunter ist ein Prüfprogramm, ca. 12 Hauptauswertungsprogramme und zwei Grafikprogramme. Die restlichen Programme sind Hilfsprogramme. Besonders möchte ich das Grafikprogrammpaket für die Österreichkarte hervorheben, die in der Zwischenzeit für viele andere Projekte benutzt wird. Die Karte ist heute selbstverständlich, die Digitalisierung und Programmierung hat aber ca. ein Mannjahr in Anspruch genommen.

2. BEZUG ZUR ZIELSETZUNG

Die Auswertungsmethode muß - wie die Erhebungsmethode - von der Zielsetzung ausgehen. Wie im Beitrag über die Erhebungsmethode erläutert, ist ein Ziel der WZI die Erfassung der Veränderungen des Kronenzustandes. Nun zeigt sich, daß zahlreiche

Parameter für einen solchen Vergleich geeignet sind (siehe Abb. 1). Allgemein können statistische Vergleiche zwischen Einzelwerten und deren Zusammenfassungen zu Häufigkeiten und Mittelwerten durchgeführt werden. Welche Vergleichsmöglichkeiten sich hier für die WZI ergeben, kann der Abb. 1 entnommen werden. Die ver-

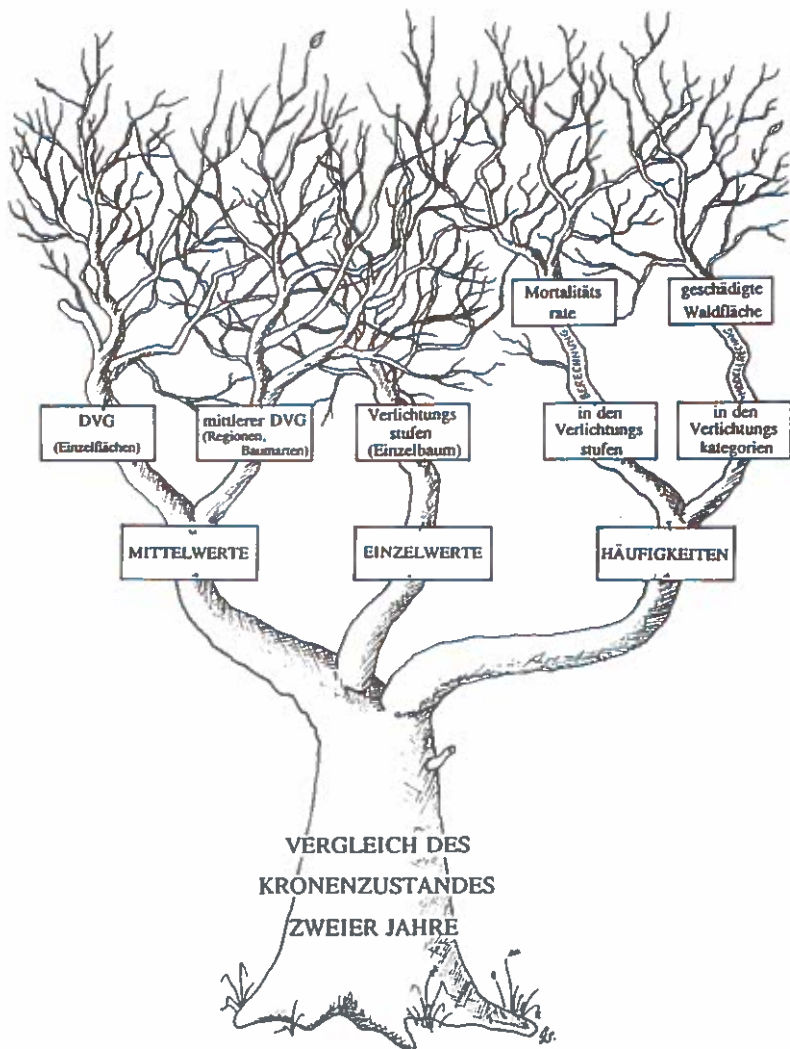


Abbildung 1: Möglichkeiten für den Vergleich des Kronenzustandes von zwei Jahren

wendeten Begriffe werden später noch erläutert werden. Hier geht es primär um die Feststellung, daß die Zielvorgabe mit der Formulierung: "Veränderung des Waldzustandes" noch zahlreiche Möglichkeiten offen läßt, die zu einander widersprechenden Ergebnissen führen können. So kann z.B. eine sinkende Mortalitätsrate einem Anstieg der geschädigten Waldfläche gegenüberstehen. Eine Präzisierung der Zielsetzung ist also unabdingbar. Sie wurde von den mit der Auswertung befaßten Personen vorgenommen, indem für den statisch absicherbaren Vergleich der Ergebnisse der Kronenzustandsinventur der mittlere durchschnittliche Verlichtungsgrad (mDVG) verwendet wurde (POLLANSCHÜTZ und NEUMANN 1987).

3. EDV - TECHNISCHER ABLAUF

Die Abbildung 2 zeigt schematisiert den Auswertungsablauf der WZI, wobei der grundsätzliche Ablauf durch eine doppelte Umrandung gekennzeichnet ist. (Dieser gilt für jedes Großprojekt.) Die Korrektur der erhobenen Daten umfaßt drei Schritte. Durch die zweifache Eingabe werden Fehler auf dieser Ebene minimiert. Sollten Korrekturen bei den Standorts- und Bestandesdaten anfallen, so werden diese in den entsprechenden Dateien durchgeführt. Zuletzt prüft ein Programm die Daten auf ihre Plausibilität. Ergebnis des bisherigen Ablaufes ist eine Baumdatei, die aus ca. 72.000 Sätzen besteht. Diese ist sequentiell aufgebaut, da sie für den jährlichen Vergleich nicht benötigt wird. Auf dieser Datei aufbauend basieren die weiteren Berechnungen, die eine probeflächenbezogene und eine einzelbaumweise Auswertung umfassen.

Die Einzelbaumauswertung umfaßt die Berechnung der Häufigkeiten in den Verlichtungsstufen für politische Befundeinheiten und Baumarten und die Erstellung einer BFI - Datei für die weitere Verarbeitung und grafische Darstellung. Die Auswertung, die auf die Probeflächen bezogen ist, errechnet durchschnittliche Verlichtungsgrade, erstellt eine Liste der Flächenergebnisse und eine Flächendatei, die indexsequentiell aufgebaut ist, da sie

W Z I - E D V

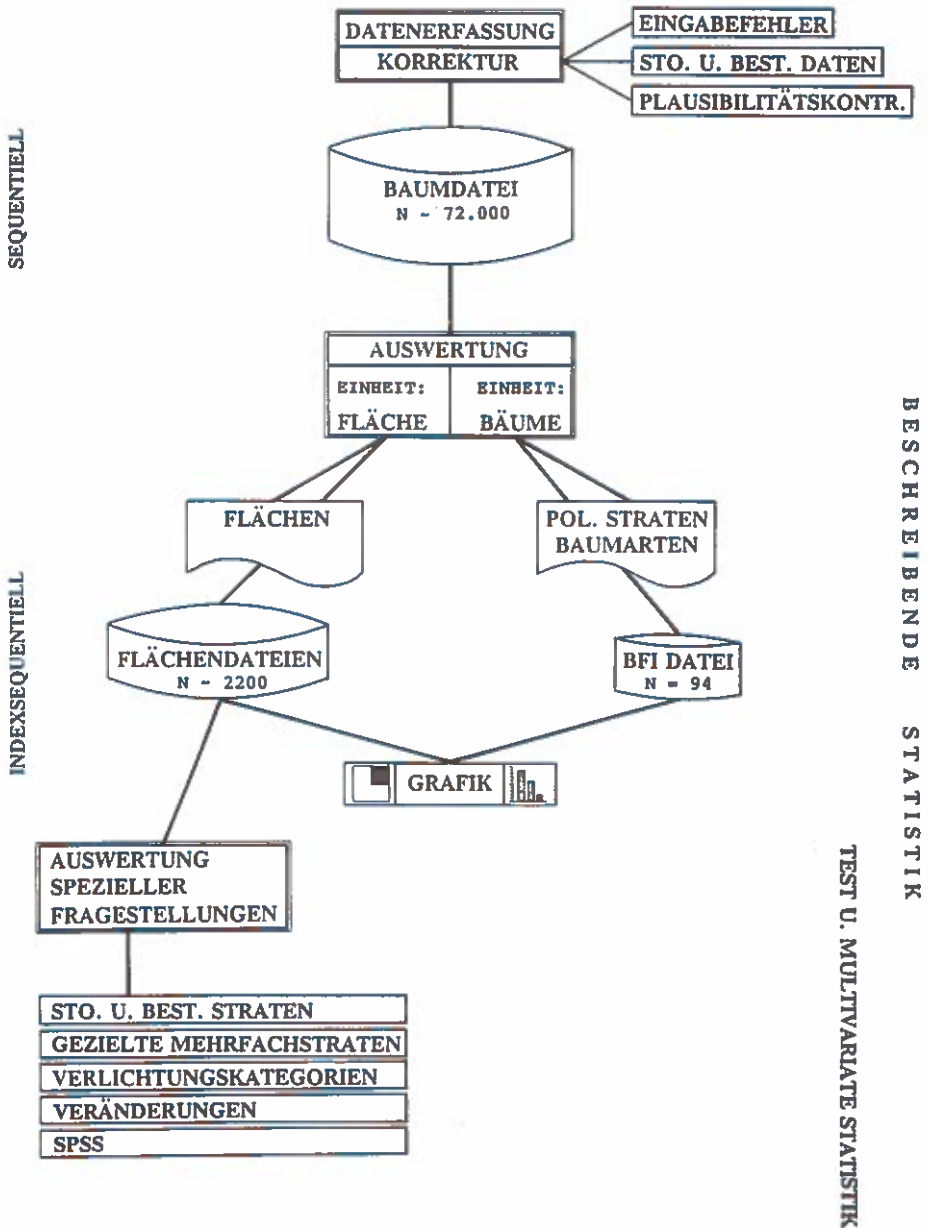


Abbildung 2: Schematisierter Auswertungsablauf der WZI

für verschiedenste Weiterverarbeitungen mit direktem Zugriff benötigt wird. Diese Flächendatei beinhaltet alle Standorts- und bestandesparameter, nach Baumarten getrennt die Häufigkeiten in den Verlichtungsstufen und die durchschnittlichen Verlichtungsgrade. Die Vorteile dieser Vorgangsweise lassen sich folgendermaßen zusammenfassen:

- alle Werte stehen auf einem Satz
- ein direkter, selektiver Zugriff ist möglich
- die Datei ist übersichtlich
- die Flächen sind geografisch zuordenbar
- eine leichte Vergleichbarkeit über die Jahre hinweg ist gegeben
- die Flächen sind gleichgewichtig und damit einfach weiterzuverarbeiten
- die einfache Anwendung von SPSS ist möglich

Insgesamt ermöglicht die Flächendatei eine rasche Auswertung spezieller Fragestellungen. Der größte Nachteil einer Flächendatei liegt im Informationsverlust infolge der Bildung von Häufigkeiten und Mittelwerten.

Die Kartendarstellungen werden aus den BFI- und Flächendateien erzeugt. Beispiele spezieller Auswertungen sind der Abbildung 1 zu entnehmen.

Jede Auswertung von Daten ist ein statistischer Vorgang, daher sind am Rand der Abb. 2 allgemeine statistische Verfahren angeführt, wie sie der jeweiligen Auswertung entsprechen.

1. VORGANG DER DATENVERDICHTUNG

Ein ganz wesentlicher Vorgang bei jeder Auswertung muß die Datenverdichtung sein, wodurch unüberschaubare Einzeldaten zu einigen interpretierbaren Größen zusammengefaßt werden. Diese Verdichtung ist schon bei der letzten Abbildung angeklungen, hier wird sie im Detail, getrennt nach Zielsetzungen, erläutert.

4.1 Datenverdichtung für die Zustandskenngrößen

Die Abbildung 3 zeigt den Berechnungsvorgang für die Ermittlung der "geschädigten Waldfläche". Dieser erfolgt über fünf Verdichtungsstufen, bei denen jeweils einer Bezugseinheit ein Merkmal zugeordnet wird, welches durch Verdichtungsverfahren in die nächste Stufe übergeführt wird.

Das Merkmal Verlichtungsstufe wird bezogen auf den Einzelbaum durch Mittelbildung zum durchschnittlichen Verlichtungsgrad (DVG) auf der Probefläche. Der DVG wird in Klassen eingeteilt, die Verlichtungskategorien (VK) heißen. Die Probeflächenergebnisse werden unter Bildung von Häufigkeiten zu Landesergebnissen zusammengefaßt und zuletzt mit der jeweiligen Landeswaldfläche gewichtet zum Bundesergebnis verdichtet. Die Ermittlung der "geschädigten Waldfläche" erfolgt also in vier Verdichtungsschritten, wobei ein jeder nicht nur Informationsverluste verursacht, sondern auch gewisse Modellansätze voraussetzt. Somit ist die Berechnung der "geschädigten Waldfläche" nur mit einigen vereinfachenden Annahmen möglich, die "Unschärfen" bewirken, können.

Die Datenverdichtung zur Ermittlung des Zustandes der Einzelbäume (Abb. 4) ist im Vergleich dazu um vieles einfacher. Hier werden die Rohdaten einfach durch Mittelung oder durch die Berechnung von Häufigkeiten für bestimmte Straten zusammengefaßt.

4.2 Datenverdichtung für die Berechnung der Veränderung

Auch dieser Verdichtungsverfahren (Abb. 5) ist wesentlich einfacher als jener zur Ermittlung der "geschädigten Waldfläche". Er ist bis zur Berechnung des DVG mit jenem ident. Das Probeflächenmerkmal wird hier aber nicht klassifiziert, sondern noch einmal gemittelt. Damit ist jede Probefläche, egal wieviele Bäume auf ihr stehen, mit dem gleichen Gewicht versehen. Dieser Algorithmus wird für idente Probebäume für zwei Jahre durchge-

DATENVERDICHTUNG

ZUSTAND

WALDFLÄCHE

VERDICHTUNGS-STUFE	BEZUGS-EINHEIT	VERDICHTUNGS-VORGANG	MERKMAL
--------------------	----------------	----------------------	---------

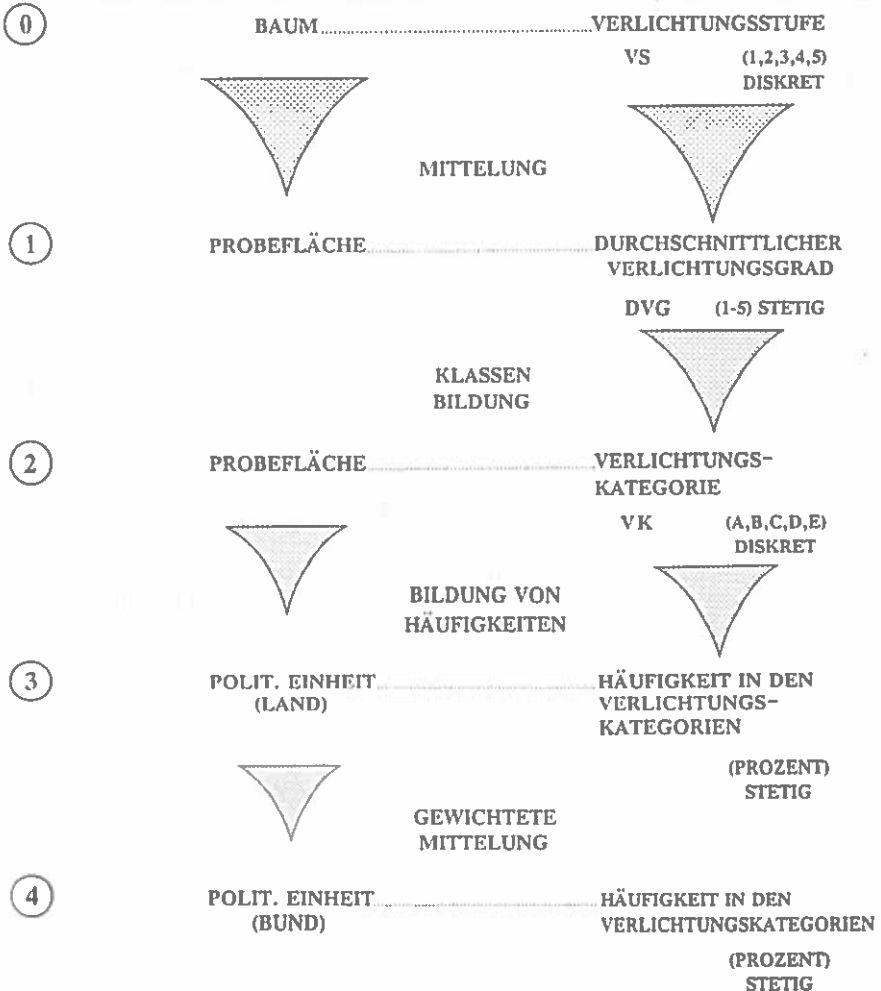


Abbildung 3: Ablauf der Datenverdichtung zur Berechnung der "geschädigten Waldfläche"

DATENVERDICHUNG

ZUSTAND

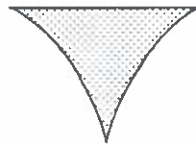
BÄUME

VERDICHUNGS- STUFE	BEZUGS- EINHEIT	VERDICHUNGS- VORGANG	MERKMAL
-----------------------	--------------------	-------------------------	---------

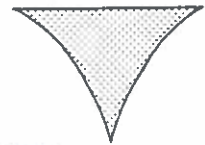
0

BAUM.....VERLICHTUNGSSTUFE

VS (1,2,3,4,5)
DISKRET



MITTELUNG



3a

POLIT. EINHEIT.....MITTLERER
VERLICHTUNGSGRAD
FÜR BAUMARTEN

MVG (1-5) STETIG

BILDUNG VON
HÄUFIGKEITEN

3b

POLIT. EINHEIT.....HÄUFIGKEIT IN DEN
VERLICHTUNGSSTUFEN
FÜR BAUMARTEN

(PROZENT)
STETIG

Abbildung 4: Ablauf der Datenverdichtung zur Berechnung von Zustandsgrößen der Einzelbäume

DATENVERDICHTUNG

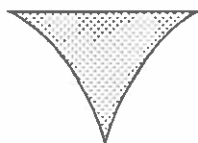
VERÄNDERUNGEN

VERDICHTUNGS- STUFE	BEZUGS- EINHEIT	VERDICHTUNGS- VORGANG	MERKMAL
------------------------	--------------------	--------------------------	---------

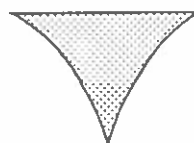
0

BAUM.....VERLICHTUNGSSTUFE

VS (1,2,3,4,5)
DISKRET



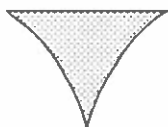
MITTELUNG



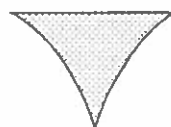
1

PROBEFLÄCHE.....DURCHSCHNITTLICHER
VERLICHTUNGSGRAD

DVG (1-5) STETIG



MITTELUNG



2

POLIT. EINHEIT.....MITTLERER
DURCHSCHNITTLICHER
VERLICHTUNGSGRAD

mDVG (1-5) STETIG

Abbildung 5: Ablauf der Datenverdichtung zur Berechnung der Veränderung des Kronenzustandes

Führt. Damit ergibt die Differenz der zwei Jahre den Schätzwert für die Veränderung.

5. VERGLEICH MIT ANDEREN LÄNDERN

Es erscheint mir wichtig, diese Methode im Licht der Methodik einiger angrenzender Länder (HÄGI 1989, KENNEL u. ZWIRGELMAIER 1985, KENNEL u. REITTER 1986, MAHRER et al. 1986, SCHÖPFER et al. 1986) noch einmal darzulegen, um auf bestehende Unterschiede hinzuweisen und auf deren Auswirkungen einzugehen (Abb. 6). Bei der Berechnung der Einzelbaumergebnisse unterscheidet sich die österreichische Methode vorallem dadurch, daß die Gewichtung mit der Grundfläche entfällt. Eine solche beeinflußt die Ergebnisse jedoch kaum, da in Österreich laut Aufnahmeberichtlinien nur vorherrschende und herrschende Probestämme ausgewählt wurden, die Durchmesser also nicht stark variieren.

Der Bestand stellt in Österreich die wesentliche Auswertungseinheit dar, die in der Auswertung der anderen Länder nicht berücksichtigt wurde. Das bedeutet, daß in Österreich die "geschädigte Waldfläche" als "echte Fläche" errechnet werden kann, während in anderen Ländern eine "ideelle Fläche" angegeben wird. Dieser Unterschied in der Methodik erklärt die verschiedenen Ergebnisse: Berechnet man die "geschädigte Waldfläche" für Österreich nach der deutschen Methode, und berücksichtigt auch die Unterschiede in der Grenzziehung der Verlichtungsstufen, so sind die Ergebnisse in den beiden Ländern sehr ähnlich. In der Schweiz wird gar keine Fläche errechnet.

6. STATISTISCHE VERFAHREN IM ENGEREN SINN

Alles bisher zur statistischen Auswertung Gesagte bezog sich im wesentlichen auf deskriptive Verfahren. Diese wurden daher schon ausreichend behandelt. Auch andere statistische Verfahren haben in die Auswertung Eingang gefunden.

METHODENVERGLEICH - AUSWERTUNG

LAND KRITERIUM	BADEN - WÜRTTEMBERG	BAYERN	SCHWEIZ	ÖSTERREICH
EINZELBAUM- ERGEBNISSE	HÄUFIGKEITEN MITTELWERTE	HÄUFIGKEITEN	HÄUFIGKEITEN	HÄUFIGKEITEN MITTELWERTE
GRUNDFLÄCHEN- GEWICHTUNG	JA	JA	JA	NEIN
BESTANDES- ERGEBNISSE				MIT VERLICH- TUNGSSTUFE GE- WOGENES MITTEL
FLÄCHEN- ERGEBNISSE	VOM EINZELBAUM "IDEELLE FLÄCHE"	VOM EINZELBAUM "IDEELLE FLÄCHE"		VOM BESTAND "ECHTE FLÄCHE"
STRATEN FLÄCHEN- GEWICHTUNG	JA	JA		JA
FEHLER- BERECHNUNG	VOM MITTLEREN EINZELBAUM	VOM MITTLEREN BESTAND	AUS QUOTEN- SCHÄTZUNG VOM EINZELBAUM	VOM MITTLEREN BESTAND
JAHRWEISER VERGLEICH	EINZELBAUM, FLÄCHE HÄUFIGKEITEN	IDENTE BESTÄNDE MITTELWERT	EINZELBAUM HÄUFIGKEITEN EINZELWERTE	IDENTE BESTÄNDE MITTELWERT
TEST	NEIN	JA	NEIN	JA

Abbildung 6: Vergleich der Auswertungsmethoden einiger Länder

6.1 Test - Statistik

Der untere Teil der Abbildung 6 zeigt ein Beispiel der Anwendung teststatistischer Methoden. Die Fehlerrechnung und der jährweise Vergleich wurden in den verschiedenen Ländern mit unterschiedlichen Methoden durchgeführt. Ein statistischer Test zur Absicherung der Veränderungsgrößen wurde in Bayern und Österreich durchgeführt.

Test-statistische Methoden wurden auch bei anderen Auswertungen spezieller Fragestellungen eingesetzt. Als Beispiel möchte ich die Auswertung der jährlichen Kontrollen der Kronenansprachen in Hinblick auf die Möglichkeit der Erfassung des Ansprach-

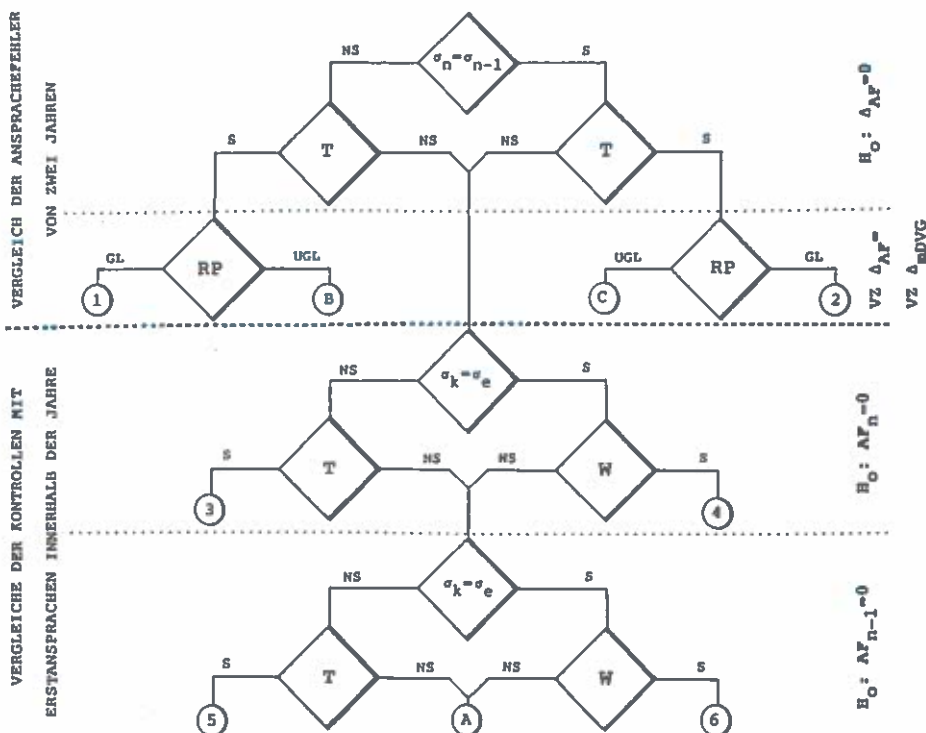


Abbildung 7: Ablaufdiagramm der statistischen Tests für die Prüfung der Signifikanz des Ansprachefehlers (nähere Erläuterungen siehe SCHADAUER 1991)

Ansprechfehlers und seiner Auswirkungen auf die Veränderungen des Kronenzustandes anführen (Abb. 7). Nahezu jede Raute steht für einen Signifikanz-Test mit ja/nein Entscheidungscharakter. Es handelt sich dabei um eine Abfolge von Dispersions- und Lokationstests, also von Streuungs- und Mittelwertsvergleichen. Der Dispersionstest entscheidet, welcher Mittelwertsvergleich anzuwenden ist. Nach der Erfüllung des Algorithmus für zwei aufeinander folgende Jahre wird die Antwort auf folgende Frage wesentlich erleichtert: Sind die Veränderungen des Kronenzustandes für ein Bundesland oder für den Bund tatsächliche Veränderungen oder durch den Ansprechfehler mitverursacht?

3.1 Multivariate Ansätze

Der Versuch einer Kausalanalyse bedingt durch die Vielzahl von Eingangsparametern die Anwendung des Instrumentariums der multivariaten Statistik. Darunter versteht man statistische Verfahren, die mehr als zwei Variablen gleichzeitig berücksichtigen. Diese Verfahren sind methodisch sehr aufwendig. Die relativ einfache Anwendung anhand der Statistikpakete birgt die Gefahr zum Mißbrauch.

Auch im Rahmen der WZI wurde versucht, eine statistische Kausalanalyse durchzuführen. Auf der Suche nach dem geeigneten Verfahren ist zu beachten gewesen, daß zahlreiche Parameter nominalskaliert sind. Das schließt zunächst die Verwendung eines Regressionsmodells aus, da hier nur metrische Variable zugelassen sind. Durch einen mathematischen "Trick" läßt sich trotzdem eine multiple Regression durchführen: Löst man die nominalskalierten Variablen in sogenannte "Dummy-Variable" auf, so können diese wie metrische Variable behandelt werden (DRAPER u. SMITH 1981). Dieses Verfahren hat aber den Nachteil, daß die von vornherein große Anzahl von Variablen noch vervielfacht wird. Damit wird das gesamte Modell unüberschaubar, und es ist nahezu unmöglich die Ergebnisse exakt zu interpretieren. Trotzdem haben SCHÖPFER u. HRADETZKY (1984, vgl. auch MÖßMER 1986) für Baden-

Württemberg so ein Modell gerechnet, und damit die Hypothese "Luftverunreinigung - neuartige Waldschäden" zu stützen versucht. Auch in Österreich wurde versucht, ein solches Modell zu berechnen (siehe Beitrag "Analyse des Einflusses von Standort- und Bestandesfaktoren auf den Kronenzustand"). Unter Berücksichtigung der Ergebnisse der Regression wurde eine Kovarianzanalyse gerechnet. Diese wesentlich einfachere Vorgangsweise steht statistisch auf festeren Beinen und ermöglicht eine klare Interpretation. Es besteht jedoch die Gefahr, daß manche überlagernde und wechselseitige Effekte übersehen werden, da sie in Modell nicht Eingang finden.

Das waren zwei Beispiele für die Anwendung multivariater Verfahren, typische Vertreter wie Diskrimanz- Faktoren- oder Clusteranalyse wurden nicht eingesetzt.

7. SCHLUSSWORT

Der hier dargelegte Auswertungsablauf der WZI und der kurze Überblick über angewandte statistische Verfahren soll helfen, die nachfolgenden Ausführungen besser zu verstehen. Es wurde versucht, die Unterschiede des österreichischen Verfahrens im Vergleich zu anderen aufzuzeigen und damit zu verdeutlichen, inwieweit sich Aufnahme- und Auswertungsmethodik auf die Ergebnisse auswirken.

Literatur:

DRAPER, N. und H. SMITH (1981): Applied Regression Analyses. John Wiley & Sons, New York, 710 S.

HÄGI, K. (1989): Schlussberichte Programm Sanasilva 1984-1987, Terrestrische Waldschadensinventur. Berichte der EAV Birmensdorf, Nr. 314

ENNEL, E. und G. ZWIRGLMAIER (1985): Waldschadensinventur Bayern 1984. Forstliche Forschungsberichte München, Nr. 64

ENNEL, E. und A. REITTER (1986): Waldschadensinventur Bayern 1985. Forstliche Forschungsberichte München, Nr. 70

LAHRER, F., et al. (1986): Sanasilva Waldschadenbericht 1986. EAV Birmensdorf

ÖßMER, R. (1986): Verteilung der neuartigen Waldschäden an der Fichte nach Bestandes- und Standortmerkmalen in den Bayerischen Alpen. Forstliche Forschungsberichte München, Nr. 73

OLLANSCHÜTZ, J. und M. NEUMANN (1987): Waldzustandsinventur 1985 und 1986, Gegenüberstellung der Ergebnisse. FBVA-Berichte, Heft 23

SCHADAUER K. (1991): Die Ermittlung von Genauigkeitsmaßen terrestrischer Kronenzustandsinventuren im Rahmen der Österreichischen "Waldzustandsinventur". In Druck: Cbl. f. d. ges. Forstwesen

SCHÖPFER W. und J. HRADEZKY (1984): Analyse der Bestockungs- und Standortmerkmale der terrestrischen Waldschadensinventur Baden-Württemberg 1983. Mitteilungen der Forstlichen Versuchs- und Forschungsanstalt Baden-Württemberg, Heft 110

SCHÖPFER W., et al. (1986): Terrestrische Waldschadensinventur Baden-Württemberg 1986. Mitteilungen der Forstlichen Versuchs- und Forschungsanstalt Baden-Württemberg, Heft 125

JÄHRLICHE ERGEBNISSE DER WZI UND INTERNATIONALER VERGLEICH

von
Ferdinand Kristöfel

1. EINLEITUNG

Im Jahre 1984 wurde mit der Einrichtung eines WZI-Netzes im 4x4km Raster begonnen, welches 1985 für das gesamte Bundesgebiet komplett war. Der ursprüngliche Zeitraum für bundesweite Erhebungen war für vier Erhebungsperioden angesetzt (1985-1988). 1989 erfolgte eine Einschränkung der Erhebungen auf das B-Netz (5.6x5.6km) und im Bundesland Steiermark wurden in diesem Jahr die Aufnahmen ausgesetzt. 1990 wurden die Erhebungen im gesamten Bundesgebiet auf dem B-Netz durchgeführt. Somit gibt es für vier Aufnahmejahre direkt vergleichbare Bundesergebnisse von jeweils rund 70000 Probeebäumen und für 1990 ein Ergebnis aus dem reduzierten Netz mit rund 30000 Probeebäumen; für 1989 kann kein Bundesergebnis berechnet werden.

2. VORBEMERKUNG

Das Hauptziel der jährlichen wiederholten Erhebungen der Waldzustandsinventur ist die möglichst zuverlässige Erfassung von Kronenzustandsveränderungen an identen Probeebäumen auf Dauerbeobachtungsflächen. Diese jährlich durchgeführten Erhebungen geben einen jeweils aktuellen Überblick über das regional unterschiedliche Ausmaß der am Kronenzustand sichtbar gewordenen Auswirkungen von Waldschädigungen und Waldkrankheiten. Zu bedenken ist, dass es sich bei den Ergebnissen der WZI-Taxationen nicht um exakte Meßwerte handelt, sondern um visuelle Schätzungen. Jede Art von Schätzung hat natürlich den Nachteil, daß sie nicht

vollkommen frei von subjektiven Einflüssen ist. Nach Untersuchungen der FBVA können bei einer Skala von 1 bis 5 (gesund bis abgestorben) die Schätzungen einzelner Taxatoren bis zu ± 0.5 Einheiten abweichen. Derartige Differenzen treten insbesondere im Bereich zwischen nicht und schwach verlichteten Kronen (Kronenzustand 1 und 2) und zwischen schwach und mittel verlichteten Kronen (Kronenzustand 2 und 3) auf. Die Änderungen bzw. Abweichungen zwischen den einzelnen Aufnahmeperioden sind auch unter dem Gesichtspunkt der "persönlichen Aufnahmestreuung" der einzelnen Taxatoren zu sehen.

3. ERGEBNISSE

3.1. Die Ergebnisse der einzelnen Aufnahmejahre

1985:

Das erste Jahr mit kompletten WZI-Netz mit 70006 Probeebäumen erbrachte folgende Ergebnisse (siehe Tabelle 1): 65.3% aller Probeebäume weisen keine über das durchschnittliche Ausmaß hinausgehende Verlichtung auf, schwach verlichtet sind 31.1%, mittel verlichtet 3.2% und stark verlichtet sind 0.3%. 0.1% der Probeebäume sind tot. Diese Verteilung der Prozentanteile ergibt einen mittleren Verlichtungsgrad (MVG) von 1.39.

1986:

Im Jahre 1986 wurden an insgesamt 70638 Probeebäumen Erhebungen durchgeführt. An 62.8% aller Probeebäume wurde keine Kronenverlichtung festgestellt, 32.6% wiesen schwache Verlichtungen auf, 4.0% mittlere Verlichtung, 0.6% waren stark verlichtet und 0.1% waren tot. Der MVG betrug in diesem Jahr 1.43, lag also um 0.04 höher als 1985. Zwischen 1985 und 1986 sind 0.08% aller Probeebäume abgestorben. In diesem Jahr wurden erstmals Nadelverfärbungen und Vergilbungen erhoben. Die Anzahl der Probeebäume mit Verfärbungen/Vergilbungen war aber so gering (ca.1% der Probeebäume), daß von der Berechnung einer "Schadkennziffer" (Kronen-

zustand + Zuschlag für Verfärbung/Vergilbung) abgesehen wurde.

Durch eine gewisse Fluktuation an Probeflächen (Ausfall durch Windwurf, Nutzung bzw. Neueinrichtung und Ergänzung) kann durch all die Jahre der WZI-Erhebungen keine idente Anzahl an Probeflächen verfolgt werden. Betrachtet man nun die Ergebnisse von identen Probeflächen im Jahre 1985 und 1986 - insgesamt 2228 - so verringert sich der MVG geringfügig in beiden Jahren von 1.39 auf 1.37 im Jahre 1985 und von 1.43 auf 1.41 im Jahre 1986.

1987:

Im Jahre 1987 wurden insgesamt 70202 Probebäume angesprochen. Davon wiesen 66.5% den Kronenzustand 1, 29.9% den Kronenzustand 2 und 3.1% den Kronenzustand 3 auf. 0.3% der Probebäume wiesen starke Kronenverlichtungen auf und 0.2% (Summierung ab 1985) waren tot. Der mittlere Verlichtungsgrad für 1987 betrug 1.38.

1988:

Dieses Jahr war das letzte Aufnahmejahr mit komplettem Probeflächenetz. Insgesamt 71408 Probebäume wurden angesprochen - die höchste Stammzahl aller Aufnahmejahre.

71.2% aller Probebäume wiesen keine Kronenverlichtung auf, 25.2% eine geringe und 3.0% mittlere Kronenverlichtung. 0.3% der Probebäume waren stark verlichtet und 0.3% (Summierung ab 1985) waren tot. Der MVG war mit 1.33 der niedrigste aus den vier Beobachtungsjahren.

1989:

Für dieses Jahr kann kein Ergebnis für das Bundesgebiet gerechnet werden, da die Erhebungen in der Steiermark ausgesetzt wurden.

1990:

In diesem Jahr wurden die Erhebungen in allen Bundesländern auf einem reduziertem Netz von 5.66 x 5.66 km durchgeführt. Von den insgesamt 30362 Probebäumen wiesen 74.1% (rund 2/3) Kronenzustand 1 auf, 22.0% Kronenzustand 2, 3.0% Kronenzustand 3, 0.4%

Kronenzustand 4 und 0.5% (Summierung ab 1985) Kronenzustand 5. Der mittlere Verlichtungsgrad für alle Probestämme betrug 1.30.

Tab. 1: Relative Häufigkeiten in den Verlichtungsstufen und mittlerer Verlichtungsgrad aller Probestämme.

Jahr	Anzahl	1	2	3	4	5*)	MVG
1985	70006	65.3	31.1	3.2	0.3	0.1	1.39
1986	70638	62.8	32.6	4.0	0.5	0.1	1.43
1987	70202	66.5	29.9	3.1	0.3	0.2	1.38
1988	71408	71.2	25.2	3.0	0.3	0.3	1.33
1989	-	-	-	-	-	-	-
1990	30362	74.1	22.0	3.0	0.4	0.5	1.30

*) alle seit 1985 abgestorbenen Probestämme

3.2. Vergleich zwischen den Jahren

Vergleicht man die mittleren Verlichtungsgrade (MVG's) zwischen den einzelnen Erhebungsjahren (Abb. 1), so fällt zunächst ein Anstieg des MVG von 1985 auf 1986 um 0.4 Einheiten auf. Ab 1986 nimmt der MVG kontinuierlich um 0.5 ab. Die Ursache des Anstiegs von 85 auf 86 ist ebenso wenig geklärt, wie die Abnahme in den Folgejahren. Wegen der Unterbrechung 1989 kann die Abnahme nicht fortlaufend dargestellt werden, jedoch ist das Jahr 1990 das mit dem geringsten MVG aller 5 Aufnahmeperioden (Abnahme um 0.3 Einheiten von 88 auf 90).

Die MVGs für alle Probestämme variieren in allen Jahren zwischen 1.33 und 1.43. Werden die rund 2200 Probestflächen (1984-1988) nach ihrem DVG (durchschnittlichen Verlichtungsgrad der dreißig Bäume einer Fläche) klassiert, so sind ca. 25% im Bereich >1.50, wobei der Wert im Jahre 1986 auf 32% ansteigt. Im Bereich >2.00 liegen etwa 4% aller Probestflächen, wobei auch hier das Jahr 1986 mit rd. 5% den höchsten Wert aufweist. Im Bereich

2.8 (starke durchschnittliche Verlichtung aller Baumkronen des Waldbestandes) werden weniger als 0.5% der Probeflächen aufgefunden. Diese Verteilung, vom Jahr 1986 abgesehen, besagt, daß der Anteil an "schlechten Flächen" über die Jahre mehr oder weniger konstant geblieben ist bzw. minimal schwankt ($\pm 1\%$). Die "schlechten Flächen" sind in allen Jahren dieselben geblieben.

MITTLERER VERLICHTUNGSGRAD VERLICHTUNGSKATEGORIEN, V-STUFE 1

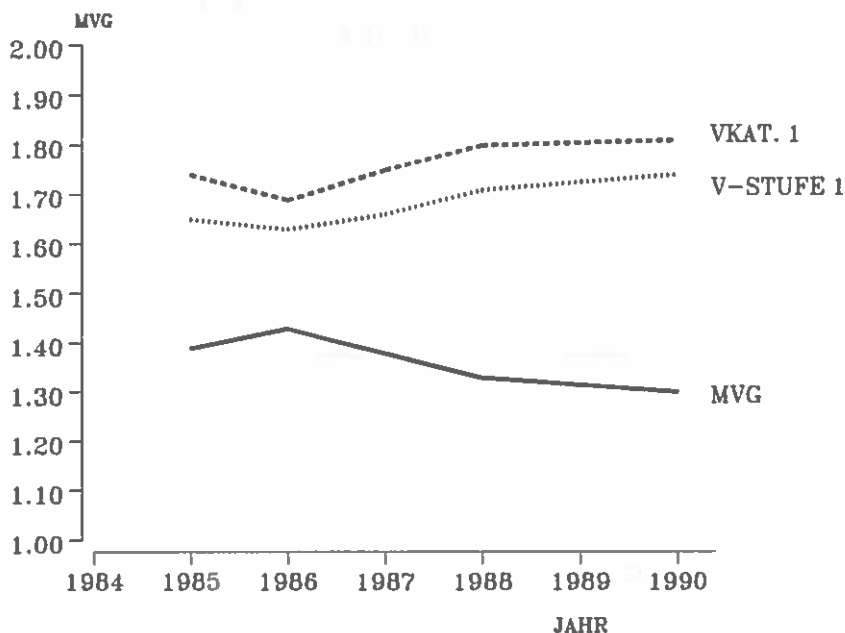


Abb. 1: Vergleich der mittleren Verlichtungsgrade, Prozentanteile Verlichtungskategorie A und Kronenzustand 1

3.3. Veränderungen der relativen Häufigkeiten in den Verlichtungsstufen

Betrachtet man die Prozentanteile der Probebäume in den einzelnen Verlichtungsstufen (Abb. 2), so ergibt sich natürlicherweise ein ähnliches Bild wie bei den MVGs. Die Summe der Prozentanteile der Verlichtungsstufen 4 und 5 ändert sich – aufgrund der

geringen Anteile – kaum und schwankt um 0,1%. Daraus ist ersichtlich, daß sich die jährlichen Änderungen der Ergebnisse hauptsächlich durch die Anteile der Verlichtungsstufen 1 und 2 ergeben. Im Schnitt weisen rund 2/3 aller Probestämme den Kronenzustand 1 auf und rund 1/4 Kronenzustand 2. Die Veränderung des MVG wird also zwangsläufig von diesen beiden Verlichtungsstufen bestimmt.

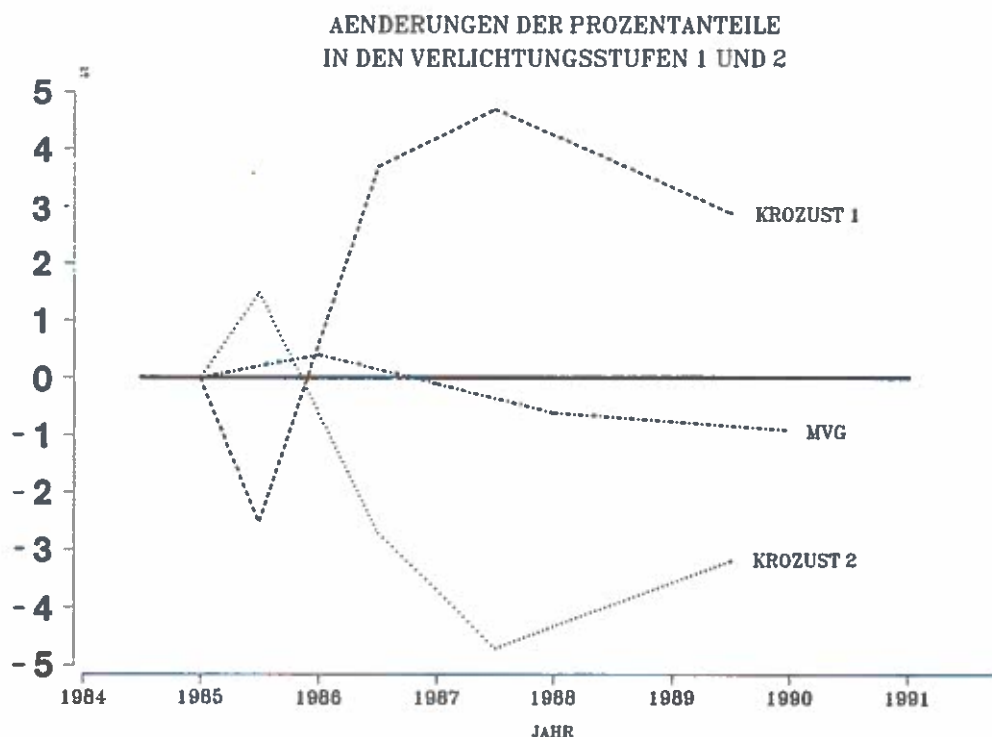


Abb. 2: Änderungen der Prozentanteile in den Verlichtungsstufen 1 und 2

Einschränkung:

Hier sei auf die eingangs zitierte Problematik der Kronentaxation verwiesen. Gerade die Einstufung in die Verlichtungsstufe 1 bzw. 2 ist von größerer Unsicherheit geprägt, als die Kronentaxation bei höheren Verlichtungsstufen – unter anderem auch deshalb, weil das "Schadbild" bei Kronenzustand 3 bzw. 4 wesent-

lich ausgeprägter ist (5 ist der klarste Fall), als bei 1 und 2. Eine Anschätzung des Nadelverlustprozents, wie sie in anderen Ländern und auch beim Österreichischen Waldschaden-Beobachtungssystem (gemeinsam mit der Einschätzung nach Verlichtungsstufen durchgeführt wird), ist im Übergangsbereich (Nadelverlust 15-20%) ebenso unscharf.

Bei einer "Einschätzungsabweichung" von rund 1% der Probebäume ergäbe sich eine Änderung des Index von 0.1 Einheiten. Echte Änderungen des MVG können, bei kleineren Befundeinheiten (bis zu 500 Probebäume) erst ab 0.5 Einheiten als solche unterstellt werden. Für größere Befundeinheiten können schon Unterschiede ab 0.2 Einheiten zwischen den MVGs der einzelnen Jahre als Veränderungen angesehen werden. Die kontinuierliche Abnahme des MVG bei den WZI-Aufnahmen ab 1986 bis 1988 (bzw. 1990) kann somit als echte Verbesserung aufgefaßt werden. Es ist allerdings fraglich, ob eine weitere Verbesserung überhaupt möglich ist, da 1990 bereits 2/3 der Probebäume Kronenzustand 1 aufwiesen.

3.4. Ergebnisse der Bundesländer

Der Hauptzweck der Länderergebnisse ist politischer Natur. Die Landesgrenzen sind mehr oder weniger willkürlich politisch gezogen und entsprechen keinesfalls natürlichen Wuchsräumen. Mit Ausnahme Vorarlbergs (Wuchsgebiet IV) überschneiden sich die Wuchsgebiete innerhalb der Bundesländer. Zielführender wäre es, die Wuchsgebiete untereinander zu vergleichen.

Man kann die Bundesländer nach den Jahresergebnissen in drei Gruppen unterteilen (Tab. 2, Abb.3). Die erste Gruppe mit den Bundesländern Kärnten, Oberösterreich, Salzburg und Steiermark liegt in allen Aufnahmejahren unter dem Bundesmittel. Die zweite Gruppe mit Niederösterreich, Tirol und Vorarlberg, die immer etwas über dem Mittel liegt. Und die dritte Gruppe mit Burgenland und Wien, die in allen Jahren deutlich über dem Mittel liegt und wo der MVG sehr ausgeprägten annuellen Schwankungen unterliegt.

Die Erklärung dieser drei Gruppen läßt sich einerseits aus der

Baumartenverteilung und andererseits aus der Alterstruktur der Bestände ableiten.

Tab. 2: Mittlere Verlichtungsgrade aller Probeebäume in den Bundesländern von 1985 bis 1990

Bundesland	1985	1986	1987	1988	1989	1990
Burgenland	1.64	1.83	1.50	1.61	1.39	1.50
Kärnten	1.25	1.24	1.24	1.19	1.22	1.24
Niederösterr.	1.47	1.51	1.48	1.36	1.40	1.32
Oberösterreich	1.38	1.37	1.34	1.30	1.24	1.26
Salzburg	1.24	1.33	1.28	1.24	1.31	1.34
Steiermark	1.34	1.38	1.29	1.28	-	1.19
Tirol	1.45	1.48	1.51	1.47	1.48	1.47
Vorarlberg	1.53	1.58	1.52	1.45	1.51	1.47
Wien	1.65	1.53	1.69	1.41	1.68	1.65
Bundesgebiet	1.39	1.43	1.38	1.33	-	1.31

Anteile der Hauptbaumarten der WZI in den Bundesländern:

Gruppe I

Kärnten Fichte (88%)

Oberösterreich Fichte (94%)

Salzburg Fichte (94%)

Steiermark Fichte (82%)

Gruppe II

Niederösterr. Fichte (60%)

Tirol Fichte (64%)

Vorarlberg Fichte (58%)

Gruppe III

Wien Buche (49%)

Burgenland Kiefer (78%)

In Gruppe I überwiegen die Bundesländer mit sehr hohem Anteil (>80%) der Baumart Fichte, Gruppe II weist einen geringeren Fichtenanteil (rd. 60%) auf als die erste Gruppe. In dieser Gruppe ist Niederösterreich mit einem relativ hohen Anteil an Kiefer (rd. 1/4 der Probestämme) und Tirol und Vorarlberg mit deutlich älteren Beständen als im österreichischen Durchschnitt vertreten. In Gruppe III sind die Hauptbaumarten Kiefer (Burgenland) bzw. Buche (Wien).

Diese Frage leitet auch zur Beurteilung der einzelnen Baumarten über.

MITTLERER VERLICHTUNGSGRAD BUNDESLÄNDER

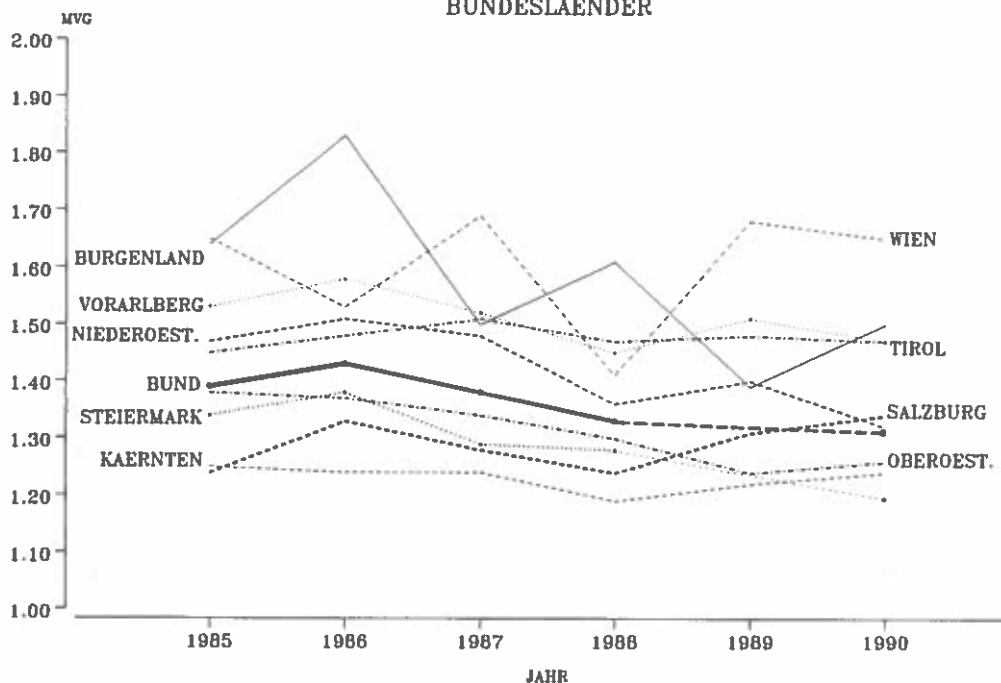


Abb. 3: Vergleich der MVGs der Bundesländer

3.5. Probebaumbezogene Ergebnisse

Die mittleren Verlichtungsgrade für die einzelnen Baumarten sind in der Tabelle 3 und in der Abbildung 4 wiedergegeben. Die Nadelbäume weisen den höchsten MVG im Jahr 1986 auf und die Laubbäume im Folgejahr. Diese Besonderheit deutet auf einen Witterungseinfluß hin. Im Winter 1986/87 folgte auf eine 4-wöchige trockene warme Witterungsperiode ein Frosteinbruch, von dem im Osten Österreichs viele Laubbäume geschädigt wurden.

Tab. 3: Mittlere Verlichtungsgrade der einzelnen Indikatorbaumarten von 1985 bis 1990

Baumart	1985	1986	1987	1988	1990
Fichte	1.34	1.36	1.33	1.27	1.24
Tanne	1.85	1.91	1.85	1.82	1.84
Kiefer	1.46	1.59	1.44	1.46	1.49
Buche	1.43	1.46	1.61	1.54	1.44
Eiche	1.58	1.61	1.90	1.86	(2.03)

Bei Fichte zeigt sich eine kontinuierliche Verbesserung. Diese Baumart hat in allen Beobachtungsjahren den niedrigsten MVG aller Baumarten. Die Weißkiefer unterliegt, wie die Schwarzkiefer, größeren Schwankungen, die hauptsächlich auf klimatische Einflüsse zurückzuführen sind (zeitiges Schütten). Die Tanne ist ziemlich konstant schlecht. Die Buche weist nach dem schlechtesten Wert im Jahre 1987 wieder eine Verbesserungstendenz auf. Bei Eiche kann man eine Verschlechterung konstatieren (der MVG für die Eiche im Jahre 1990 ist jedoch nicht sehr aussagekräftig, da nur 195 Probebäume taxiert wurden - davon 30% in Wien).

MITTLERER VERLICHTUNGSGRAD BAUMART

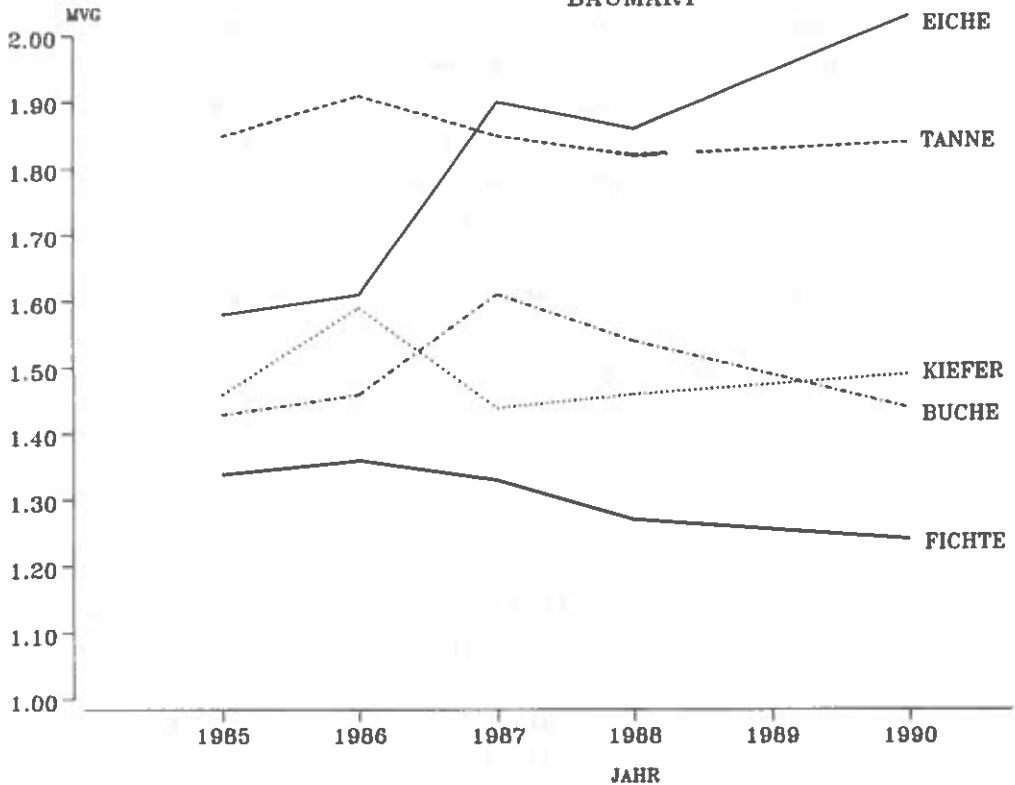


Abb. 4: MVGs der einzelnen Indikatorbaumarten

4. ERGEBNISSE AUS ANDEREN LÄNDERN

4.1. ECE/EG

Am International Co-operative Programme on Assessment and Monitoring of Air Pollution Effects on Forests (ICP) der United Nations Economic Commission for Europe (ECE) beteiligen sich 35 Signatarländer. 1989 wurden in 21 Signatarländern landesweite Kronenzustandserhebungen und in vier Staaten (Belgien, Italien, Sowjetunion, Jugoslawien) regionale Erhebungen durchgeführt. Daneben trägt die EG eine transnationale Erhebung aus den 12 Mitgliedsländern bei. Nach den ECE Richtlinien wird die Kronenverlichtung nach Nadelverlustprozentstufen eingeteilt. Für die

Jahre von 1986 bis 1989 liegen ECE-Waldschadensberichte vor. Für den österreichischen Beitrag werden seit 1989 die Resultate der WBS-Erhebungen herangezogen und zur Vergleichbarkeit mit anderen Staaten auf die ECE-gültigen Grenzwerte umgerechnet; diese Ergebnisse unterscheiden sich also von den in Österreich publizierten. 1989 lag Österreich mit dem Anteil von 89.2% der Probestämme in den Stufen 0 und 1 (1-25% Nadel/Blattverlust) im unteren Drittel aller Länder. Der Bericht für 1990 ist noch nicht erschienen.

An dem im EG-Raum eingerichteten Probeflächennetz von 16x16km beteiligte sich Österreich erstmals 1990 im Rahmen eines Pilotversuches. Die Ergebnisse für die Erhebungen von 1990 sind noch nicht veröffentlicht.

4.2. Deutschland

In Deutschland werden seit 1983 Waldschadenserhebungen durchgeführt. Die Probestämme wurden ab einem BHD von 12 cm ausgewählt. Es gibt also im Gegensatz zu Österreich keine Altersbeschränkung. In Deutschland werden alle Ergebnisse der Einzelbaumtaxationen auf Prozentanteile der Landeswaldflächen umgerechnet. Durch diese Vorgangsweise ist ein Vergleich mit Österreich nicht unproblematisch. Weiters ist die andersartige Einstufung der "Schadensklassen" zwischen Österreich und Deutschland zu beachten: Die Schadstufe 0, die in Österreich dem Kronenzustand 1 entspricht, ist in Deutschland und auch in der Schweiz mit 10% Nadelverlust begrenzt, während in Österreich der Kronenzustand 1 im Rahmen von 0 bis etwa 15% Nadelverlust definiert ist. Der österreichische Kronenzustand 1 überschneidet sich also mit der in Deutschland als "Vorwarnstufe (1)" benannten Klassifikation. Die eigentliche "Schadgrenze", die von Standort und Baumart abhängt, bleibt weitgehend unbekannt. Zuwachsuntersuchungen an Einzelbäumen zeigten, daß Nadel/Blattverluste bis zu 25% der natürlichen Variabilität zugeschrieben werden können und Zuwachsverluste ab 30% Nadel/Blattverlust auftreten.

Für 1990 ist kein Bundesergebnis möglich, da in Bayern die Erhebungen ausgesetzt wurden und in Baden-Württemberg die Erhebungen nur auf einem 16x16km Raster (EG-Netz) durchgeführt wurden.

Insgesamt wird für das bisherige deutsche Bundesgebiet, wie der Tabelle 4 zu entnehmen ist, nach einer geringen Verschlechterung von 1985 auf 1986 und einer Verbesserungstendenz von 1986 bis 1988, eine Verschlechterung (Zunahme der Schadstufen 3-5) von 1989 auf 1990 konstatiert. Die Tendenz kann für die Jahre 1985 bis 1988 mit der Österreichs verglichen werden. Für 1990 ist eine zu Österreich konträre Entwicklung zu beobachten (sh. Abb. 5).

Tab. 4: Relative Flächenanteile der Schadstufen in Deutschland

Jahr	0	1	2	3/4
1985	48	33	17	2
1986	46	35	17	2
1987	48	35	16	1
1988	48	37	14	1
1989	47	37	14	2

In den fünf neuen Ländern wurde 1990 erstmals eine Waldschadenserhebung nach den ECE-Richtlinien in einem 16x16 km Raster durchgeführt. Die vorhergehenden Erhebungen (Ökologische Waldzustandskontrolle - ÖWK) in der ehemaligen DDR sind wegen der unterschiedlichen Methodik und Zielsetzung (ds.: keine systematische Verteilung der Stichproben, Erhebungen in 2650 Reinbeständen der Baumarten Fichte, Kiefer, Buche, Eiche) nicht vergleichbar.

Die Ergebnisse zeigten, daß die Schäden in den fünf neuen Ländern doppelt so hoch sind wie in der alten Bundesrepublik. Ohne erkennbare Schäden sind nur 4.5% der Waldfläche (BRD 1989 47%). Rund 36% der Waldfläche weisen deutliche Schäden (3-5) auf (BRD 1989 ~16%).

4.2.1. Bayern

In Bayern wurde 1990 keine Erhebung durchgeführt, da rund 20% der Probeflächen vom Sturm zerstört und weitere 20% beschädigt (einzelne Bäume ausgefallen) worden waren. Die Ergebnisse sind in der Tabelle 5 zusammengefaßt.

Von 1985 auf 1986 erfolgte zunächst eine geringfügige Verschlechterung. Von 1986 auf 1987 verbesserte sich der durchschnittliche Kronenzustand und blieb 1988 auf dem selben Niveau. Für 1989 ist eine Tendenz zur Verschlechterung bemerkbar und auch die Beobachtungen auf Dauerversuchsflächen für 1990 deuten darauf hin, daß die Schäden etwas zugenommen haben.

Tab. 5: Relative Flächenanteile der Schadstufen in Bayern

Jahr	0	1	2	3/4
1985	39	33	25	3
1986	36	38	24	2
1987	38	41	20	1
1988	43	39	17	1
1989	41	41	17	1

4.2.2. Baden-Württemberg

Baden-Württemberg wurde 1990 ebenso wie Bayern vom Sturm heimgesucht und so konnte 1990 nur eine Erhebung auf einem reduzierten Raster von 16x16 km (EG-Netz) durchgeführt werden. Von 1985 bis 1988 verbesserte sich der Waldzustand leicht (siehe Tabelle 6). Von 1988 auf 1989 gab es eine leichte Verschlechterung und die Aufnahmen aus dem weiten Raster 1990 deuten auf ein Gleichbleiben auf höherem Niveau hin.

Tab. 6: Relative Flächenanteile der Schadstufen in Baden-Württemberg

Jahr	0	1	2	3/4
1985	34	39	25	2
1986	35	42	21	2
1987	40	39	20	1
1988	41	42	16	1
1989	40	40	18	2
1990	37	44	19	*)

*) Ergebnisse nach dem EG-Netz

4.3. Schweiz

In der Schweiz werden seit 1984 die Sanasilva-Waldschadinventuren durchgeführt. Seit 1985 werden die LFI-Landesforstinventar-Einzelstichproben im gesamten Schweizer Wald an etwa 8000 Probestämmen (auf 766 Probestflächen) durchgeführt. Ergebnisse werden für die gesamte Schweiz und für die Regionen (Jura, Mittelland, Voralpen, Alpen und Alpensüdseite) geliefert. Aussagen über Kantone und Aussagen über geschädigte Waldflächen werden nicht geliefert. Durch die alleinige Darstellung der Einzelbaumergebnisse ist eine gute Vergleichsmöglichkeit mit Österreich gegeben.

Wie der Tabelle 7 zu entnehmen ist (vgl. auch Abb. 5), zeigte sich von 1985 bis 1987 eine deutliche Verschlechterung des durchschnittlichen Kronenzustandes (Abnahme von 64% auf 44% der ungeschädigten Probestämme). Von 1987 auf 1988 gab es eine deutliche Verbesserung. Die Ergebnisse der Jahre 1988 und 1989 sind nahezu gleich. Eine sehr deutliche Zunahme der Kronenverlichtungen erfolgte sodann von 1989 auf 1990, der Anteil an ungeschädigten Bäumen fiel von 57% auf 39%. Hier fällt eine Parallelität zu Deutschland auf. Der Anstieg des Schadens könnte durch die Stürme mitbeeinflusst worden sein. Der Sturmholzanfall

betrug in der BRD 200% der Jahresnutzung und in der Schweiz 96%, in Österreich nur 30% (oder 0.6% des stehenden Holzvorrates).

Tab. 7: Relative Häufigkeiten der Probebäume in den Schadstufen in der Schweiz

Jahr	0	1	2	3/4
1985	64	28	6	2
1986	50	37	11	2
1987	44	41	12	3
1988	57	31	10	2
1989	57	31	9	3
1990	39	44	15	2

4.4 Italien

In Italien werden in zwei Regionen Waldzustandsinventuren durchgeführt, und zwar in der Toscana und in Südtirol.

In Südtirol wurde mit den Kronenzustandserhebungen im Jahre 1984 begonnen. Wie in Österreich werden in Südtirol die Prozentanteile der beobachteten Bäume als Ergebnis dargestellt. Eine Besonderheit ist die Aufgliederung der Waldschäden bekannter und unbekannter Ursache. Bekannte Schäden sind hervorgerufen durch Befall von Parasiten und durch mechanische Schäden. Wenn die Schadensursache aufgrund der Parameter Entnadelung und Verfärbung nicht festgestellt werden kann, wird die Kronenverlichtung unter "unbekannte Schäden" gebucht.

Von 1985 und 1986 zeichnet sich bei den unbekannten Schäden eine leichte Verbesserung ab (Tab. 8). Ab 1987 beginnt eine Zunahme der unbekannten Schäden, die bis 1990 den Höhepunkt erreicht, wobei die eindeutigen Schäden (Kronenzustand 2-4) deutlich zugenommen haben. Die Schäden bekannter Ursache bleiben alle Jahre auf relativ gleichem Niveau, wobei auch 1990 ein Höhepunkt erreicht wird. Die Entwicklung im Nachbarland zeigt entgegengesetzte Tendenzen zu Österreich.

Tab. 8: Relative Häufigkeiten der Probebäume in den Schadstufen in Südtirol

JAHR	0	1	2	3/4	bek.
1985	86.2	7.4	0.7	0.2	5.5
1986	85.9	6.7	0.7	0.1	6.6
1987	84.7	7.9	1.5	0.3	5.6
1988	79.8	11.3	2.9	0.4	5.6
1989	81.3	11.1	2.9	0.6	4.1
1990	76.1	12.5	3.6	1.0	6.8

PROZENTANTEILE KRONENZUSTAND 1
DER NACHBARLAENDER OESTERREICHS

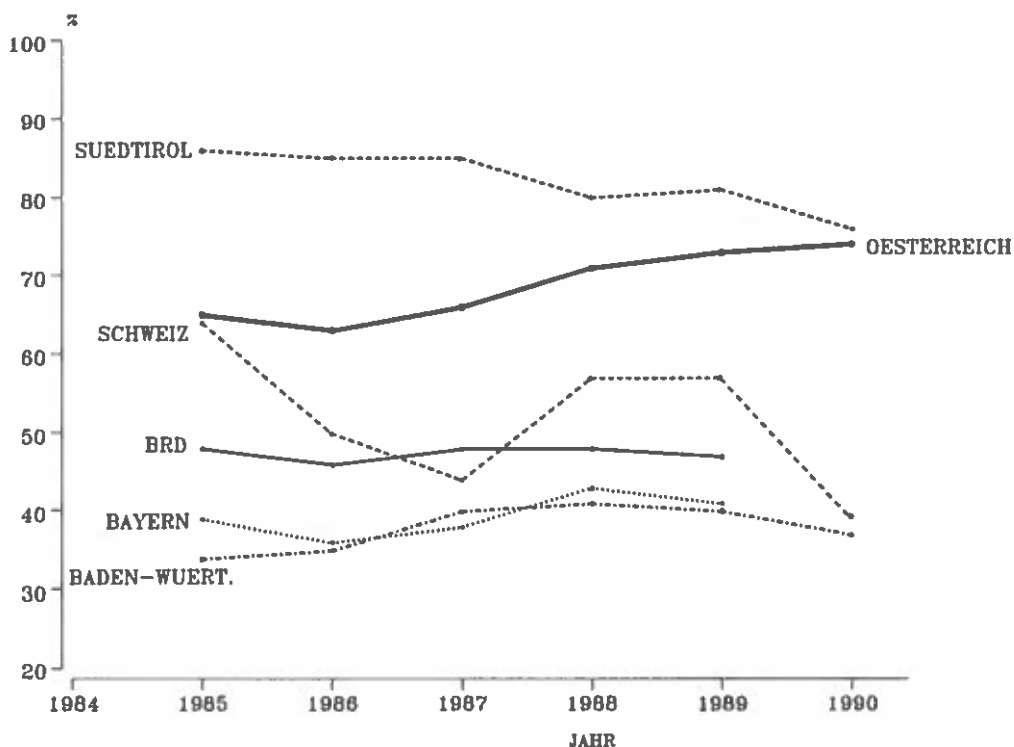


Abb. 5: Relative Häufigkeiten der Verlichtungsstufe 1 in Österreich bzw. 0 in Südtirol und der Schweiz sowie Flächenanteile der Schadstufe 0 in der BRD, Bayern und Baden-

4.5. CSFR (Ergebnisse nach dem ECE-Report für 1989)

In der CSFR werden zwei Typen von Kronenzustandserhebungen durchgeführt: das 16x16km Netz der ECE mit 398 Probeflächen (rd. 20000 Probebäume) und ein landesspezifisches Netz mit Schwerpunkten in stark geschädigten Wäldern. 1989 zeichnete sich eine weitere Verschlechterung des Waldzustandes ab. Der Anteil an ungeschädigten Probebäumen nahm um 3.5% von 29.5% im Jahre 1988 auf 26.0% im Jahre 1989 ab.

4.6. Slowenien (Ergebnisse nach dem ECE-Report für 1989)

In Slowenien wurden 1989 in einem 4x4km Netz auf 97 Probeflächen (rd. 2300 Probebäume BHD > 10cm) Kronentaxationen nach den ECE-Richtlinien durchgeführt. Ein schwacher positiver Trend von 1988 auf 1989 wurde festgestellt.

5. ZUSAMMENFASSUNG

Die bundesweite Waldzustandsinventur in Österreich von 1985 bis 1988 an rund 70000 Probebäumen zeigte nach einer Verschlechterung von 1985 auf 1986 eine Tendenz der Verbesserung des Waldzustandes, gemessen am Kronenzustand der Probebäume. Im Jahre 1990 wurde, nach einem Jahr ohne Bundesergebnis, der bisher beste Waldzustand aller Aufnahmejahre - allerdings auf einem reduzierten Aufnahmenetz - mit einem mittleren Verlichtungsgrad von 1.30 dokumentiert. Die Veränderungen des MVG wurden hauptsächlich durch die Verschiebungen zwischen Kronenzustand 1 und Kronenzustand 2 verursacht. Die Mortalitätsrate bewegte sich in allen Beobachtungsjahren im natürlichen Rahmen und lag um 0.1% aller Probebäume. Aus diesen Ergebnissen läßt sich ableiten, daß das "Waldsterben" in Österreich nicht, wie in den frühen 80-iger Jahren oftmals prognostiziert, rapide fortschreitet.

Die Gliederung der Ergebnisse nach Bundesländern, die wegen der politischen Grenzziehung problematisch ist, zeigt drei Gruppen von Bundesländern. Die erste Gruppe mit Kärnten, Oberösterreich, Salzburg und Steiermark mit hohem Fichtenanteil liegt in allen Jahresergebnissen unter dem Österreichmittel. Die zweite Gruppe mit Niederösterreich, Tirol und Vorarlberg liegt knapp über dem Österreichmittel. In Niederösterreich ist der relativ hohe Kieferanteil (rd. 1/4 der Probestämme), in Tirol und Vorarlberg ist der hohe Anteil an alten Beständen die Ursache für die höheren Werte. Die letzte Gruppe mit Burgenland und Wien zeigt größere Schwankungen und liegt immer deutlich über dem Österreichmittel. Im Burgenland ist die Hauptbaumart Kiefer und in Wien Buche und Eiche.

Von den Baumarten weist die Fichte den geringsten MVG aus, der sich kontinuierlich verbessert. Die Kiefer zeigt stärkere annuelle Schwankungen. Die Tanne ist konstant schlecht. Die Buche weist nach dem schlechtesten Jahr 1987 eine Verbesserungstendenz auf, während die Eiche eine Tendenz der Verschlechterung zeigt (allerdings ist der MVG für Eiche 1990 wegen des geringen Stichprobenumfanges wenig aussagefähig).

Im Vergleich zu den Nachbarländern Deutschland, Schweiz und Südtirol zeigt von 1985 bis 1988 eine ähnliche Entwicklung. Von 1989 auf 1990 zeigt sich eine gegenläufige Tendenz. Während in Österreich eine Verbesserung konstatiert wird, verschlechtert sich der Waldzustand in den drei Nachbarländern.

Literatur:

- ANON., 1990: Forest Damage and Air Pollution. Report of the 1989 Forest Damage Survey in Europe. Hrsg.: Programme Co-ordinating Centres des ICP-Forests. 125 pp.
- Assessorat für Forstwirtschaft Bozen (Hrsg.), 1990: Wie gesund sind unsere Wälder? 8. Bericht über den Zustand der Wälder in Südtirol.
- Eidgenössische Forschungsanstalt für Wald, Schnee, Landschaft WSL (Hrsg.), 1990: Sanasilva - Waldschadenbericht 1990.
- LUCASCHEWSKI, I., METTENDORF, B., 1989: Waldschadenssituation 1989 in Baden-Württemberg. Forst und Holz Nr. 22, 44. Jg., p. 614 - 619.
- MAIER, R., MÖßMER, R., REITTER, A., 1989: Ergebnis der Waldschadensinventur Bayern 1989. Forst und Holz Nr. 22, 44. Jg., p. 619 - 620.
- NEUMANN, M., POLLANSCHÜTZ, J. UND SCHADAUER K., 1990: Waldzustandsinventur 1990: Erholungstendenzen überwiegen weiter. Österr. Forstzeitung 101. Jg., p. 64-66.
- Schriftenreihe des Bundesministers für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten, 1990: Bericht über den Zustand des Waldes 1990. Heft 390.

RÄUMLICHE VERTEILUNG DER VERLICHTUNGSSTUFEN UND SPEZIELLER MERKMALE

von
Gerald Schnabel

1. EINLEITUNG

Das Hauptziel der Waldzustandsinventur war seit 1984 die Erhebung des Kronenzustandes. Die zusätzlich erhobenen Daten wurden bei der Präsentation bislang etwas vernachlässigt. Der nachfolgende Bericht soll sowohl über die räumliche Verteilung von Kronenverlichtungen als auch über die Verbreitung verschiedenster spezieller Merkmale, welche ebenfalls einen Einfluß auf den Kronenzustand ausüben (können), einen kurzen Überblick bieten und dadurch vielleicht die Diskussion der Ursachen-Wirkungsbeziehungen anregen. Es werden jedoch nur die am wichtigsten bzw. interessantesten erscheinenden Merkmale behandelt.

2. METHODIK

Im vorliegenden Bericht wurden ausschließlich die Flächenmittelpunkt-Dateien (WZI.A.1988.KA7 und WZI.A.1988.K77) verarbeitet und in Kartenform oder als Diagramme dargestellt. Die Auswertung des Datenmaterials basiert auf dem Erhebungsjahr 1988, da dieses noch eine genügend große Anzahl an Probeflächen aufweist sowie ein davorliegender mehrjähriger Aufnahmezyklus vorhanden ist.

3. ERGEBNISSE

3.1. Verteilung der Baumarten

Entscheidenden Einfluß auf die Interpretation der Ergebnisse des Kronenzustandes hat die jeweils erhobene Baumart. Eine Weißkiefer im Burgenland hat wahrscheinlich naturgemäß weniger Nadeljahrgänge und die bei dieser festgestellte Verlichtung wäre anders zu bewerten, als bei derselben Baumart mit ebensolchem Erscheinungsbild in Kärnten. Das Gebiet im Osten Österreichs mit durchschnittlich hohen Verlichtungsgraden ist dementsprechend zu bewerten.

Aus der Karte (Abb.1) ist die Baumartenverteilung, wie sie im Rahmen der WZI erfaßt wurde, ersichtlich. Die Fichte ist mit einem Anteil von 75% im Verhältnis zur ÖFI (63%) überrepräsentiert. Weißkiefer wurde hauptsächlich im Alpenvorland sowie im sommerwarmen Osten als Indikatorbaumart gewählt; die Buche entsprechend ihrem Verbreitungsgebiet vorwiegend in der Flyschzone sowie in Nordtirol und Vorarlberg.

Die Alpennordseite weist das größte Tannenvorkommen auf, wobei diese auf den Probeflächen fast nur als Mischbaumart auftreten, ebenso die Lärche, welche als WZI-Probebaum nur im Bundesland Tirol vorkommt. Die Hauptbaumarten des gering bewaldeten Flachlandes Ostösterreichs sind Eiche und Schwarzkiefer.

3.2. Zustand des Schutzwaldes außer Ertrag

Schutzwald außer Ertrag (S.a.E.) kommt großteils in der Alpenregion vor. Bemerkenswert ist, daß eine S.a.E-Probefläche im Burgenland eingerichtet wurde (siehe Abb.2). Es ist dies eine Weißkiefer-Fläche auf einem extrem trockenem Kuppenstandort und sehr niedriger Ertragsleistung in der Nähe von Bernstein. Die meisten S.a.E-Probeflächen liegen im westlichen Tirol (im Gebiet von Reutte) sowie im Arlberggebiet. In diesen Gebieten sind auch die höchsten DVGs aufzufinden, diese liegen jedoch alle unter 2.80.

WALDZUSTANDS INVENTUR

1988

VERTEILUNG DER BAUMARTEN

3368 FLÄCHEN

- FICHTE (REINBESTAND)
- Tanne (REINBESTAND)
- WEISZKIEFER (REINBESTAND)
- BUCHE (REINBESTAND)
- EICHE oder AHERN (REINBESTAND)
- PAPPEL oder LARICHE (REINBESTAND)
- ZIRBE oder SCHWARZKIEFER (REINBESTAND)
- FICHTE - Tanne
- FICHTE - LARICHE
- FICHTE - WEISZKIEFER
- FICHTE - Tanne - BUCHE
- FICHTE - BUCHE

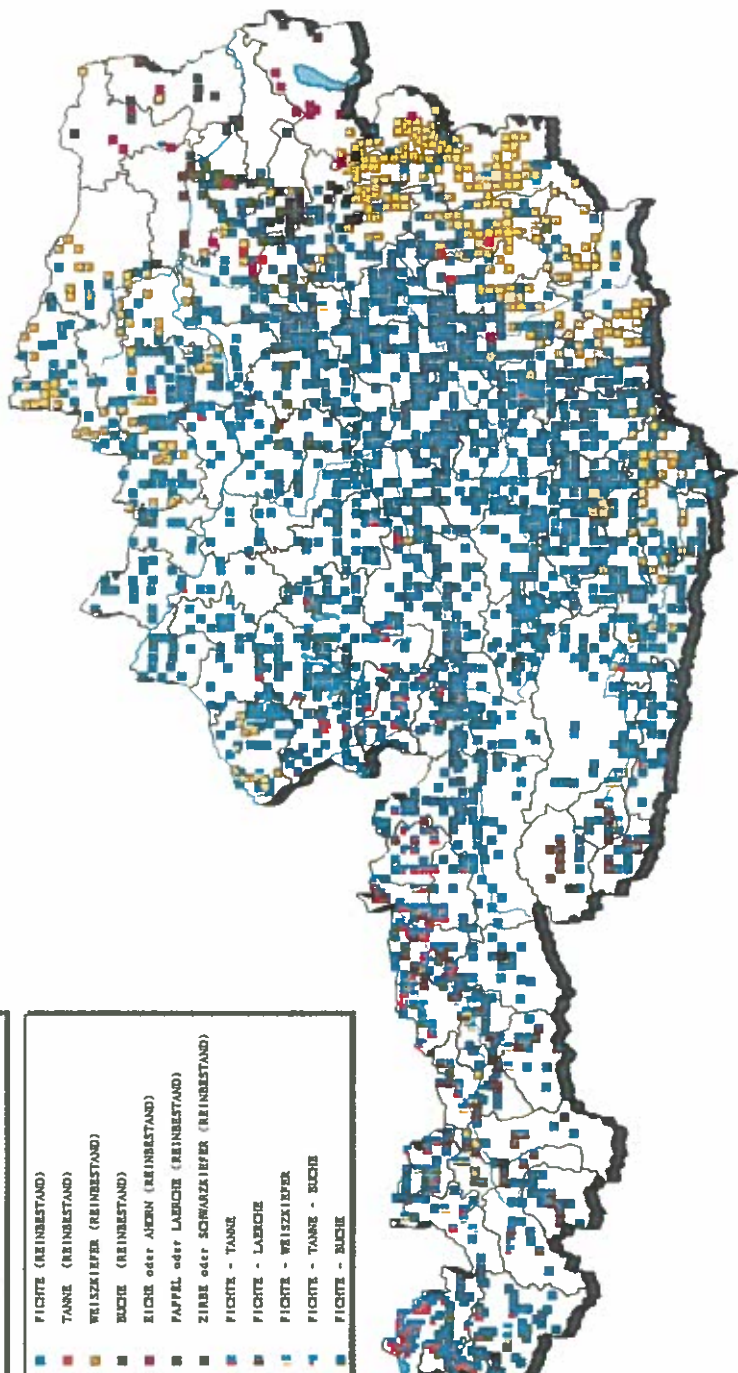


ABBILDUNG 1

WALDZUSTANDSINVENTUR 1988

ISTAND DES SCHUTZWALDES AUSSER ERTRAG

KEIN S.A.E (WIRTSCHAFTSWALD ODER S.I.E)

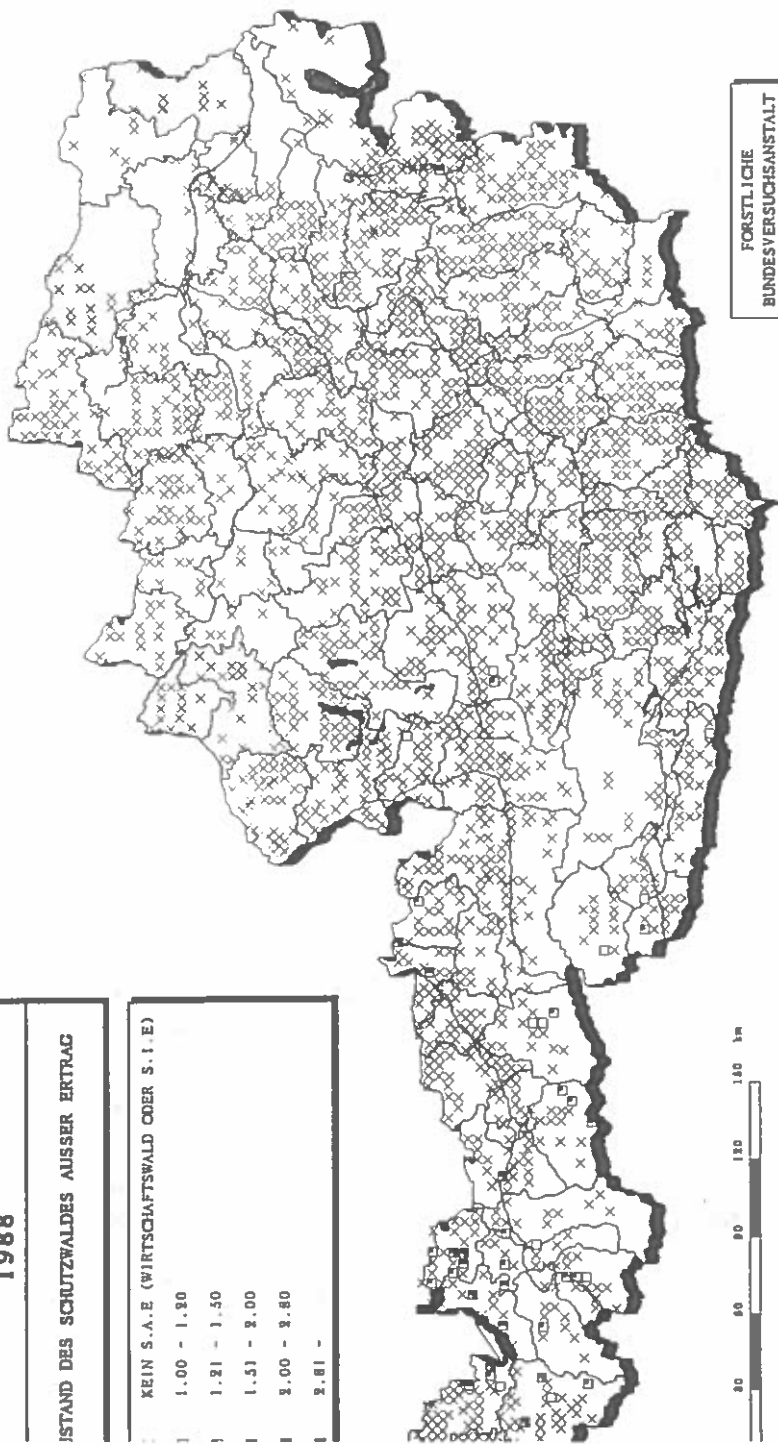
1 1.00 - 1.20

1 1.21 - 1.50

1 1.51 - 2.00

1 2.00 - 2.80

1 2.81 -



0 40 80 120 160 km

FORSTLICHE
BUNDESVERSUCHSANSTALT
WIEN

Ab.2: Zustand des Schutzwaldes außer Ertrag

Die beiden S.a.E-Probeflächen des Bundeslandes Salzburg liegen in der untersten Verlichtungskategorie (1.00 - 1.20).

3.3. Zustand des Schutzwaldes im Ertrag

Wie beim S.a.E liegen die Schutzwald im Ertrag-Probeflächen ebenfalls hauptsächlich im Alpengebiet. Ihre Anzahl ist jedoch gegenüber der der S.a.E-Flächen wesentlich höher. Die größte Anzahl findet sich in den Wuchsgebieten I (Innenalpen), II (nördl. Alpenzwischenzone) sowie im Vorarlberger Teil des Wuchsgebietes IV (nordwestl. Alpenrand). Auch im Lungau wurden mehrere WZI-Probeflächen im S.i.E eingerichtet, diese weisen einen verhältnismäßig niedrigen durchschnittlichen Verlichtungsgrad (DVG) auf, auch die DVGs der Probeflächen im Wirtschaftswald zeigen den guten Waldzustand dieser Region an. Die Probeflächen im Schutzwald im Ertrag der Nordtiroler Kalkalpen weisen, wie auch im Wirtschaftswald, einen hohen Verlichtungsgrad auf. Die Bäume der zentralalpinen Probeflächen sind im Gegensatz dazu deutlich weniger stark verlichtet, wie auf der Übersichtskarte (Abb.3) zu erkennen ist.

3.4. Verteilung der Altersklassen

Rund 10 Probeflächen wurden in Pappelbeständen mit einem Alter unter 40 Jahren eingerichtet. Diese Flächen liegen in den österreichischen Donau-, March- und Leithaauen. Betrachtet man die Verteilung der anderen Altersklassen (über 120 Jahre alte Bestände wurden nicht mehr weiter in Klassen unterteilt), so erkennt man den deutlichen Altersunterschied zwischen dem Alpenraum und dem restlichen Österreich. Einen sehr hohen Anteil an überalteten Beständen besitzen die Bundesländer Tirol und Vorarlberg, während Kärnten einen sehr hohen Anteil an jungen bis mittelalten Wäldern besitzt. Dies begründet vielleicht auch die Verteilung der durchschnittlichen Verlichtung, welche in Kärnten

WALDZUSTANDSINVENTUR 1988

USTAND DES SCHUTZWALDES IM ERTRAG

< KEIN S.I.E. (WIRTSCHAFTSWALD ODER S.A.E.)

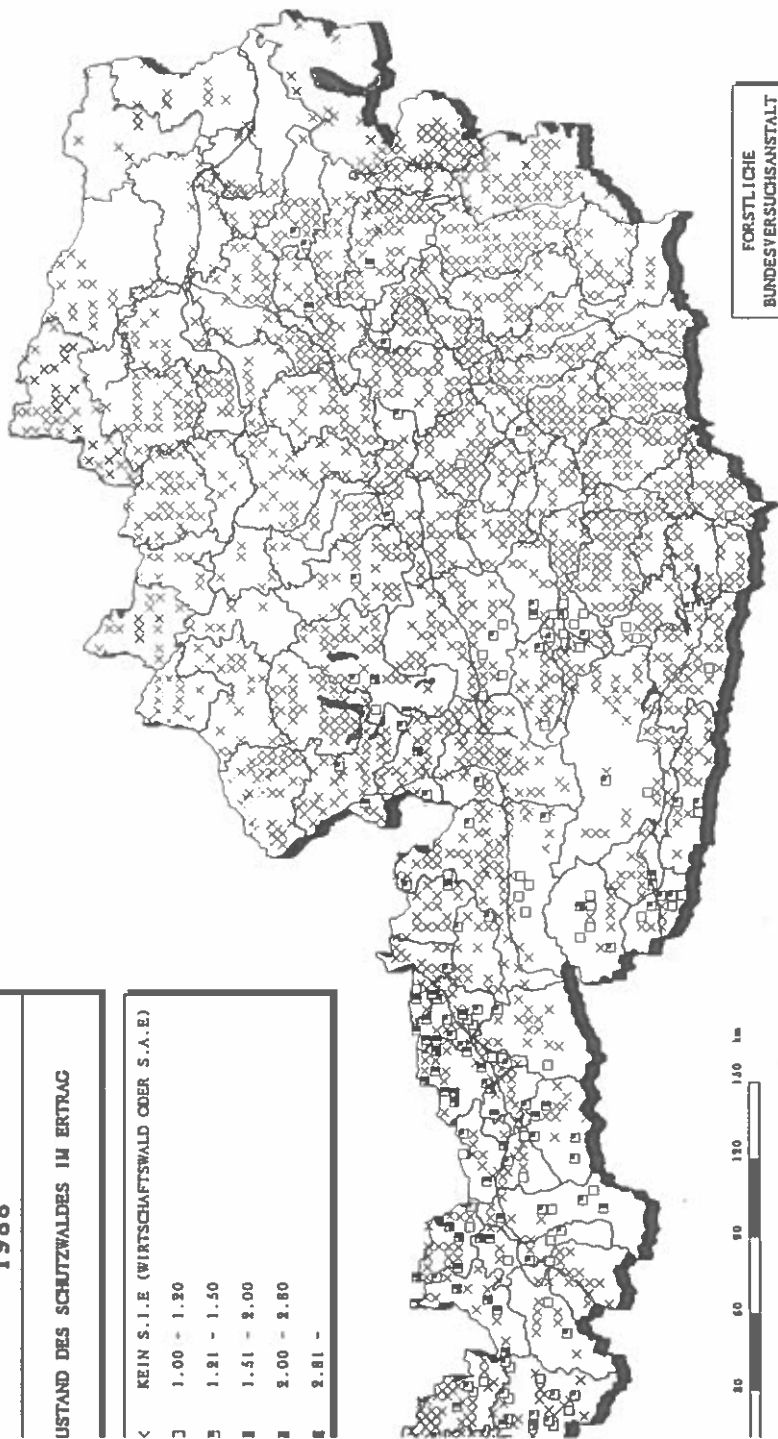
1 1.00 - 1.20

2 1.21 - 1.50

3 1.51 - 2.00

4 2.00 - 2.80

5 2.81 -



b.3: Zustand des Schutzwaldes im Ertrag

deutlich geringer ist als in den beiden anderen Bundesländern. Im Flachland Oberösterreichs überwiegen Probeflächen mit einem Alter von 61-80 Jahre, im Mühlviertel und Waldviertel jene im Alter von 81-100. Eine besonders heterogene Verteilung der Altersklassen ist in der Steiermark zu erkennen (Abb.4).

3.5. Bonität-Kronenzustand

In Abbildung 5 wurde der DVG aller Baumarten einer Fläche mit der Bonität in Verbindung gebracht. Die Größe der Kästchen stellt die Höhe der Ertragsklasse dar. Hier fällt deutlich das Gebiet Amstetten bis Linz auf. Diese dort liegenden Fichten-Probeflächen haben großteils hohe Ertragsklassen (über 12) und zeigen deutliche Verlichtungserscheinungen (DVGs von 1.51 - 2.00). Dieses Gebiet zieht sich entlang der Donau bis hin zur deutschen Grenze, sowohl in Richtung Aigen als auch nach Ranshofen/Braunau. Das darunter liegende Hausruckgebiet und Salzkammergut zeichnen sich ebenfalls durch sehr gute Bonitäten aus, sie zeigen jedoch deutlich geringere Kronenverlichtungen.

Vorarlberg ist gekennzeichnet durch eine hohe Anzahl an mittleren Bonitäten. Nur wenige WZI-Probeflächen weisen Ertragsklassen unter 6 auf, diese liegen hauptsächlich im östlichen Teil (Richtung Arlberggebiet). Auf Tiroler Seite mehren sich jedoch Probeflächen mit niedrigen Ertragsklassen. Auffallend ist die niedrige Bonität entlang der Nordtiroler Kalkalpen. Entsprechend niedrige Bonitäten weisen auch die hoch gelegenen Probeflächen auf, während im gesamten Inntal mittlere bis sehr gute Bonitäten vorherrschen. Ab der BFI Kufstein zieht sich, entlang der nördlichen Alpenzwischenzone (Salzburg-Salzkammergut-Totes Gebirge) bis zum nordöstl. Alpenrand (OÖ-NÖ-bis Wienerwaldgebiet) ein Gebiet mit einer hohen Anzahl an guten bis sehr guten Bonitäten. Sehr gute Bonitäten (EKl. 16-18) liegen im Salzkammergut und im westlichen Oberösterreich.

Ebenfalls sehr hohe Bonitäten weisen Gebiete in Kärnten bis in die Karawanken auf. Auch in der Obersteiermark sowie im wei-

WALDZUSTANDSINVENTUR 1988

VERTEILUNG DER ALTERSKLASSEN

3363 FLÄCHEN

- 81 - 40 JAHRE
- 41 - 60 JAHRE
- 61 - 80 JAHRE
- 81 - 100 JAHRE
- 101 - 120 JAHRE
- ÜBER 120 JAHRE

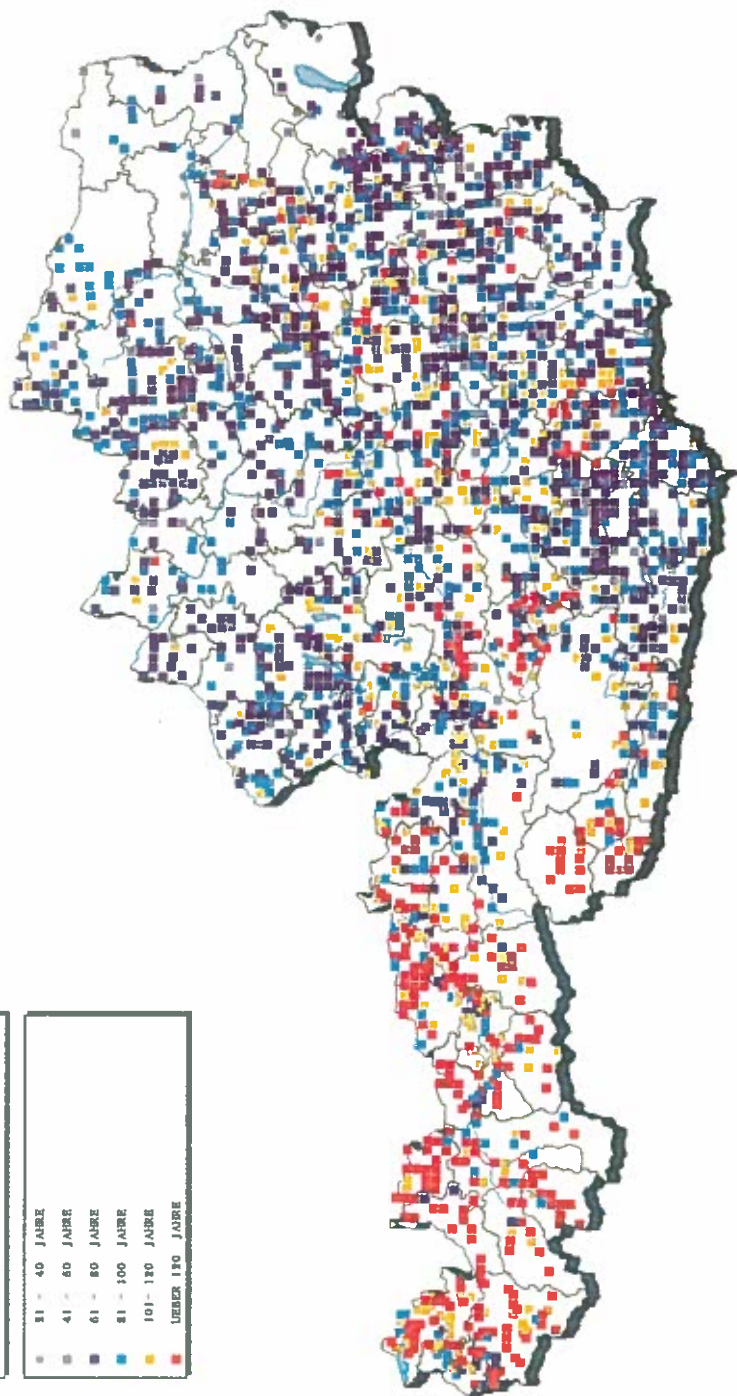


ABBILDUNG 4

FORSTLICHE
BUNDESVERSUCHSANSTALT
WIEN

ALDZUSTANDSINVENTUR 1988

EILUNG DER BONITÄTEN
KRONENZUSTANDSINDEX ALLE BAUMARTEN
FLÄCHEN

BONITÄT 1-6 1.00 - 1.20

BONITÄT 1-6 1.21 - 1.50

BONITÄT 1-6 1.51 - 2.00

BONITÄT 1-6 2.01 -

BONITÄT 7-12 1.00 - 1.20

BONITÄT 7-12 1.21 - 1.50

BONITÄT 7-12 1.51 - 2.00

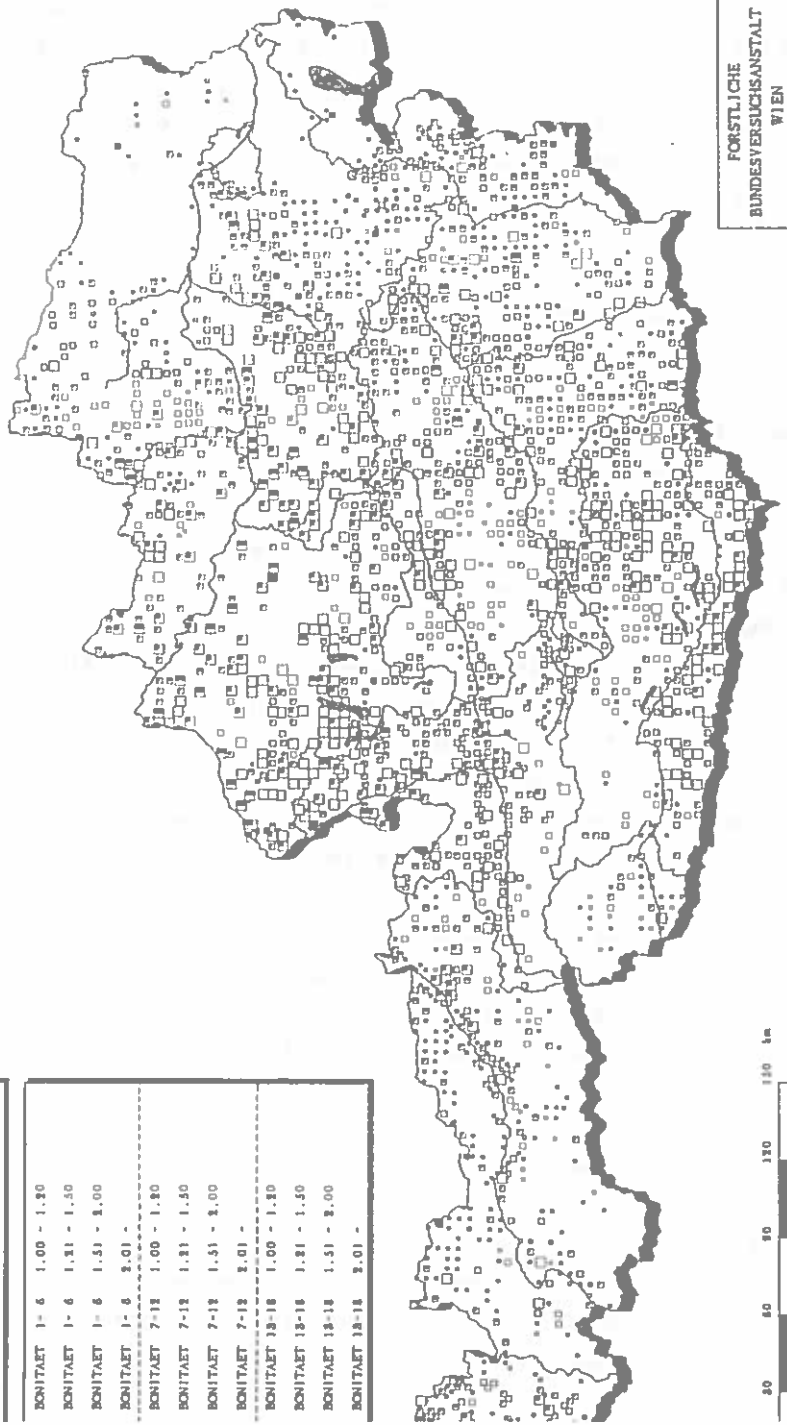
BONITÄT 7-12 2.01 -

BONITÄT 13-18 1.00 - 1.20

BONITÄT 13-18 1.21 - 1.50

BONITÄT 13-18 1.51 - 2.00

BONITÄT 13-18 2.01 -



FORSTLICHE
BUNDESVERSUCHSANSTALT
WIEN

Abb.5: Verteilung der erhobenen Bonitäten
in Verbindung mit dem Kronenzustandsindex (alle Baumarten)

teren Verlauf der Mur sind zahlreiche Probeflächen mit leistungsfähigen Beständen. Je weiter östlich man sich begibt, umso geringer wird die Ertragsleistung der Böden. Deutlich hebt sich der sommerwarme Osten vom übrigen Bundesgebiet mit seinen niedrigen bis mittleren Ertragsklassen ab. Die Thermenlinie sticht mit Bonitäten zumeist unter 6 hervor.

3.6. Verfärbung/Vergilbung

Die Verfärbung/Vergilbung der Probebäume wurde erstmals 1986 im Rahmen der Kronentaxation erhoben. Es wurde in Erwägung gezogen, eine "Schadkennziffer" (Kronenzustand plus Zuschlag für Verfärbung/Vergilbung) zu berechnen. Die Anzahl der betroffenen Probebäume war aber so gering (rund 1% aller Probebäume wiesen 1986 Verfärbungen/Vergilbungen auf), daß von diesem Vorhaben abgesehen wurde.

Insgesamt wurde die Verfärbung/Vergilbung in Abbildung 6 in fünf Aufnahmestufen dargestellt. In den Jahren 1986 wurden auf 21% aller Probeflächen Probebäume mit Verfärbungen/Vergilbungen aufgefunden, 1987 und 1988 auf rund 15% aller Probeflächen. Die Verteilung der Vergilbungen/Verfärbungen zeigt teilweise eine Bindung an die geologische Unterlage. Dies zeigt sich vor allem in den Nordtiroler Kalkalpen und in den Kalkvorbergen Niederösterreichs und der Steiermark. In den südlichen Kalkalpen treten hingegen keine Verfärbungen/Vergilbungen auf. Ein weiteres Zentrum von Verfärbungen/Vergilbungen stellen die Gleinalpe, das Gebiet um den Neumarkter Sattel und die Koralpe dar.

3.7. Mistel auf Kiefer

Abbildung 7 zeigt den bei den Aufnahmen festgestellten Mistelbefall der Weißkiefer. In den westlichen Bundesländern Vorarlberg und Tirol gibt es zwar etliche Probeflächen mit Weißkiefer, es konnten davon jedoch nur auf 4 Flächen ein Mistelbefall festge-

KEINE VERFAHRUNG

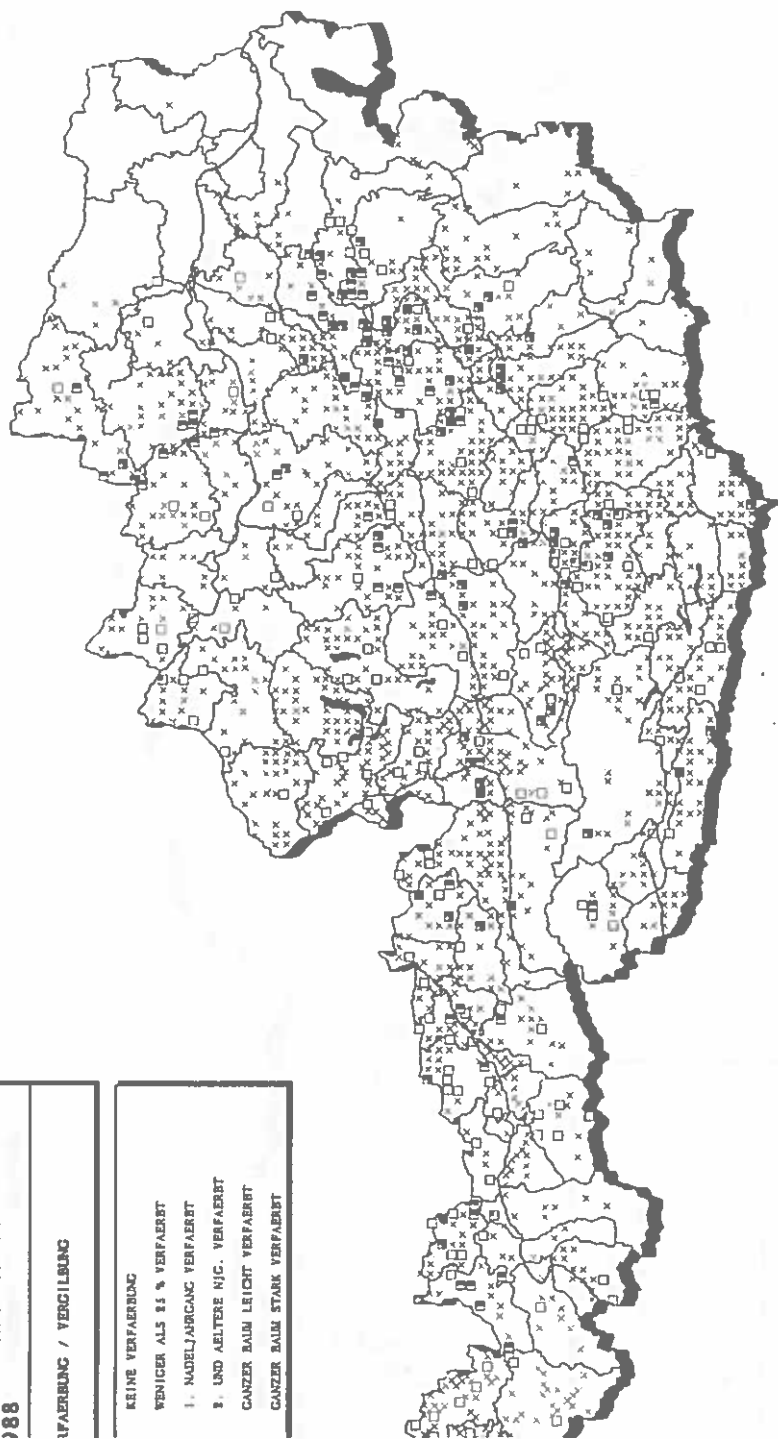
WENIGER ALS 11 % VERFAERT

1. NADELJAHRCANG VERFAERT

2. UND AELTERE NIG. VERFAERT

GANZER BALM LEICHT VERFAERT

GANZER BALM STARK VERFAERT



30 60 90 120 150 km

Abb. 6: Österreichweite Verbreitung der
Verfärbung/Vergilbung im Jahre 1988

WALDZUSTANDS INVENTUR 1988

MISTEL AUF KIEFER

- x ANDERE BAUMART
- KEINE MISTEL
- ◻ LEICHTER MISTELBEFALL
- ◼ MITTELSTARKER MISTELBEFALL
- ◽ STARKER MISTELBEFALL
- SEHR STARKER MISTELBEFALL



80 90 120 150 km

Abb. 7: Vorkommen und Intensität von Mistelbefall
auf Weißkiefer

stellt werden (Gegend von Telfs und Imst). In Kärnten konnte nur auf 2 Flächen geringer Mistelbefall festgestellt werden. In Oberösterreich liegen im Gebiet Braunau-Ranshofen und im oberen Mühlviertel (Freistadt-Weitersfelden) einige Weißkiefer-Probeflächen, diese zeigen allesamt keinen Befall durch Mistel, genauso wie auch im niederösterreichischen Waldviertel. Am westlichen Rand des Weinviertels (bei Retz) beginnt jedoch eine Linie mistelbefallener Weißkiefernbestände, diese zieht sich durch das Kamptal über Teile des Wienerwaldgebietes und verstärkt sich im Wiener Neustädter Becken. Hier, sowie im mittleren Burgenland wurde starker Mistelbefall festgestellt. In der Gegend Graz-Weiz-Fürstenfeld setzt sich der Mistelbefall weiter fort, nimmt jedoch in der Intensität ab.

3.8. Durchmesserstufen

Wie aus Abbildung 8 zu ersehen ist, ergibt sich für die Baumarten Fichte, Schwarzkiefer, Eiche sowie Pappel ein ziemlich einheitliches Bild. Bei diesen Baumarten nimmt mit zunehmendem BHD auch der DVG zu (Alterseinfluß?). Auffallend ist, daß die Tanne bei geringem Durchmesser einen wesentlich höheren Verlichtungsgrad aufweist und mit zunehmender Stammstärke zu geringerer Kronenverlichtung tendiert. Buche und Weißkiefer zeigen ebenfalls einen ähnlichen Verlauf, dieser ist jedoch nicht so deutlich ausgeprägt. Alle Baumarten gesamt gerechnet tendieren zu einem geringen Anstieg des durchschnittlichen Verlichtungsgrades mit steigendem BHD.

Prozentmäßig sind die Probestämme mit einem Brusthöhendurchmesser von 31-40cm mit mehr als 40% am häufigsten vertreten, gefolgt von den Stammstärken 21-30cm (rund 25%) sowie 41-50cm (mit rund 23%). Starke Probestämme mit über 50cm BHD haben eine relativ geringe Anzahl, sie weisen nur einen Anteil von 9% auf (d.s. rund 6400 Bäume).

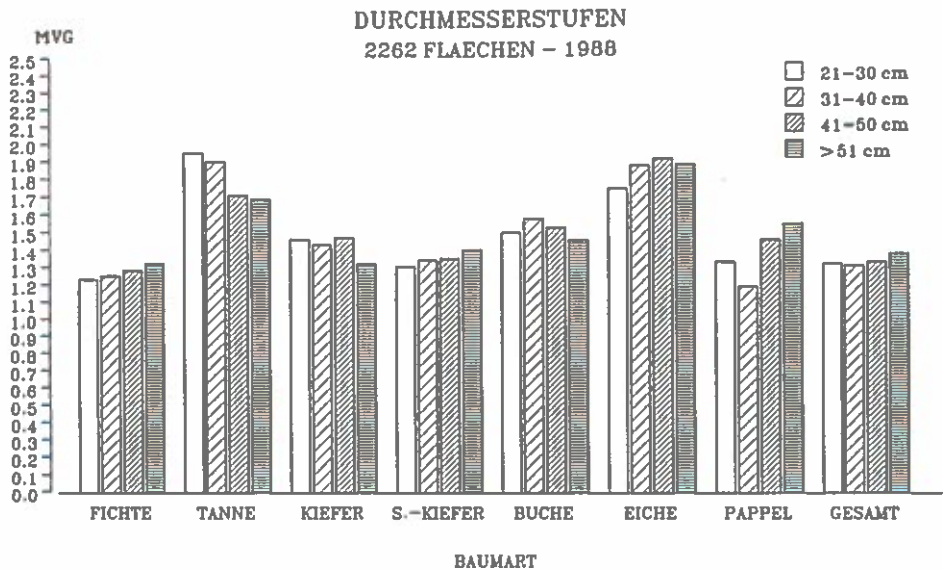


Abb.8: Mittlere Verlichtungsgrade der Durchmesserstufen der wichtigsten Baumarten

3.9. Kronenzustand-Entnadelungstyp

Die Einschätzung, in welcher Weise die Verlichtung vor sich ging bzw. welche Nadeljahrgänge betroffen sind, sollte mithelfen, Ursachen der Kronenverlichtung aufzudecken. Kronenzustand 1 wurde in Abbildung 9 nicht angeführt, da dieser nur den Entnadelungstyp 1 aufweisen kann. Bei der leichten Kronenverlichtung sind überwiegend nur die inneren, dementsprechend die älteren und somit unbedeutenderen Nadeljahrgänge betroffen.

Von den der Verlichtungsstufe 2 zugeordneten Nadelbäume zeigen 92% eine Entnadelung von innen nach außen, in den Kronenzustandsstufen 3 und 4 nimmt dieser Entnadelungstyp stetig ab (70 bzw. 44%), zugunsten des Entnadelungstyps 3 (von außen nach innen) und mehr noch dem des Typs 4 (der unregelmäßigen, diffusen Entnadelung). Der diffuse Entnadelungstyp steigert seinen Anteil von 5% der Probestämme des Kronenzustandes 2 auf 26% im Zustand 3

und 46% im Zustand 4, man muß jedoch die Anzahl der Fichten in den jeweiligen Kronenzustandsstufen berücksichtigen:

Kronenzustandsstufe 2: Typ 4 550 Probeebäume

Kronenzustandsstufe 3: Typ 4 295 Probeebäume

Kronenzustandsstufe 4: Typ 4 60 Probeebäume

Der am häufigsten auftretende Entnadelungstyp (außer dem Typ 1, d.h. ohne Verlichtung) ist der von innen nach außen (21%), der Entnadelungstyp 4 ist mit immerhin 1,8% vertreten. Der Anteil der Probeebäume mit den zugeordneten Entnadelungstypen 3 oder 5 liegt bei jeweils 0.3%. Bei den Laubbaumarten ist ein wesentlich höherer Anteil am Entlaubungstyp von außen nach innen (Bu und Pappel um 12%, bei Eiche sogar rund 20%) festzustellen.

HÄUFIGKEITSVERTEILUNG DER FICHTE 1988
KRONENZUSTAND - ENTNADELUNGSTYP

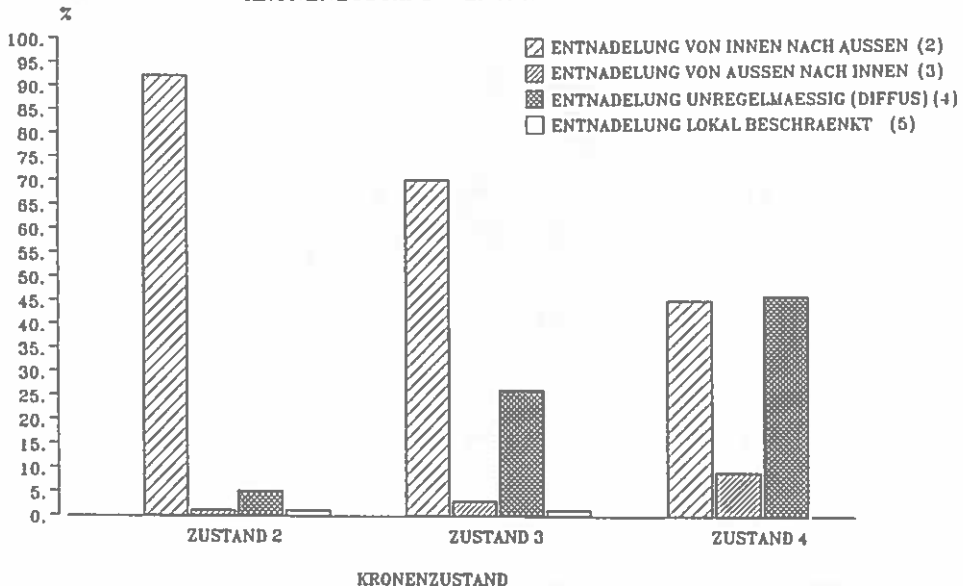


Abb.9: Mittlere Verlichtungsgrade gegliedert nach Entnadelungstyp

3.10. Kronenzustand-Verzweigungsform

Der weitaus höchste prozentuelle Anteil der Fichten sind Kamm-Bürsten-Typen und Bürstentypen (43 bzw. 38%). Der Verzweigungstyp 6 (unbestimmbare Mischtypen) ist auf Abbildung 10 nicht dargestellt, da sein Anteil nur 0.7% aller Fichten beträgt. Den niedrigsten mittleren Verlichtungsgrad weist der Mischtyp Kamm-Bürste (2), den höchsten der Plattentyp (5) auf, die Unterschiede sind aber nicht besonders groß.

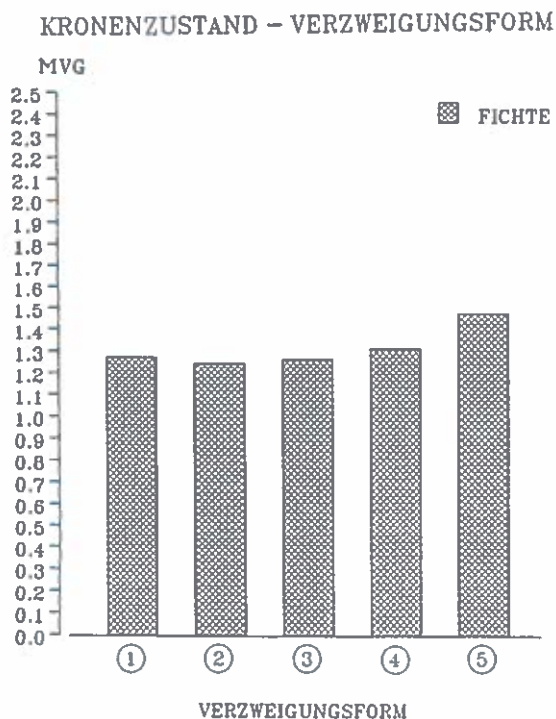
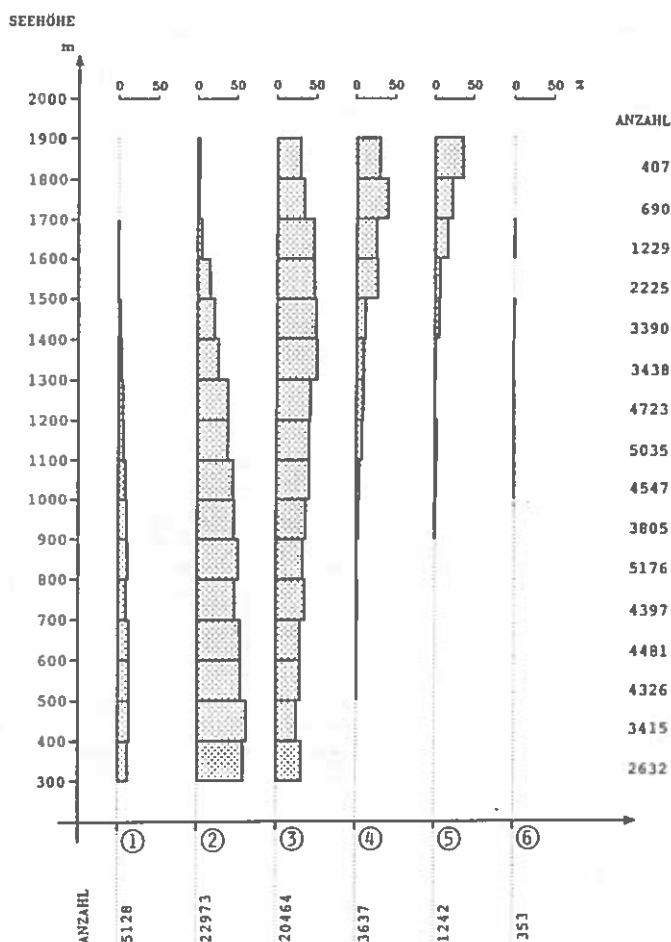


Abb.10: Mittlere Verlichtungsgrade gegliedert nach Verzweigungstyp

3.11. Verzweigungstyp-Seehöhe

Die Fichte zeigt, je nach Höhenlage, ein unterschiedliches Erscheinungsbild in Bezug auf die Art (Form) der Verzweigung der

Äste zweiter Ordnung. Mit steigender Seehöhe nimmt also der Anteil von plattenförmig verzweigten Fichten zu. In den untersten Seehöhenstufen zeigt diese Baumart eine kammförmige Verzweigung. Die Verbreitung dieses Merkmals in den jeweiligen Seehöhenstufen zeigt Abbildung 10. Der Kammtyp (1) sowie die Übergangsform vom Kamm- zur Bürstenfichte (2) findet sich überwiegend in den niedrigen bis mittleren Höhenlagen, während die Verzweigungstypen 4 (Übergangsform Bürsten-Plattenfichte) und 5 (Plattenfichte) praktisch nur über 1000m angesiedelt sind.



Das Vorkommen von Fichten mit büstenähnlicher Verzweigung ist gleichmäßig über alle Seehöhenstufen, also von den Niederungen bis auf knapp 2000m, verteilt.

3.12. Seehöhe-Ertragsklasse

Auf Abbildung 12 wurden Gruppen mit je drei Ertragsklassen gebildet, um den Seehöhenverlauf besser ersichtlich zu machen. Deutlich ist die Zunahme der guten Bonitäten mit sinkender Seehöhe zu erkennen. Probeflächen, auf welchen schlechte Bonitäten festgestellt wurden, sind in allen Höhenlagen, jene mit sehr gutem Ertrag nur bis rund 1300m Seehöhe vertreten (Probeflächen mit Ertragsklassen über 9 sind nur bis 1600m vorgefunden worden).

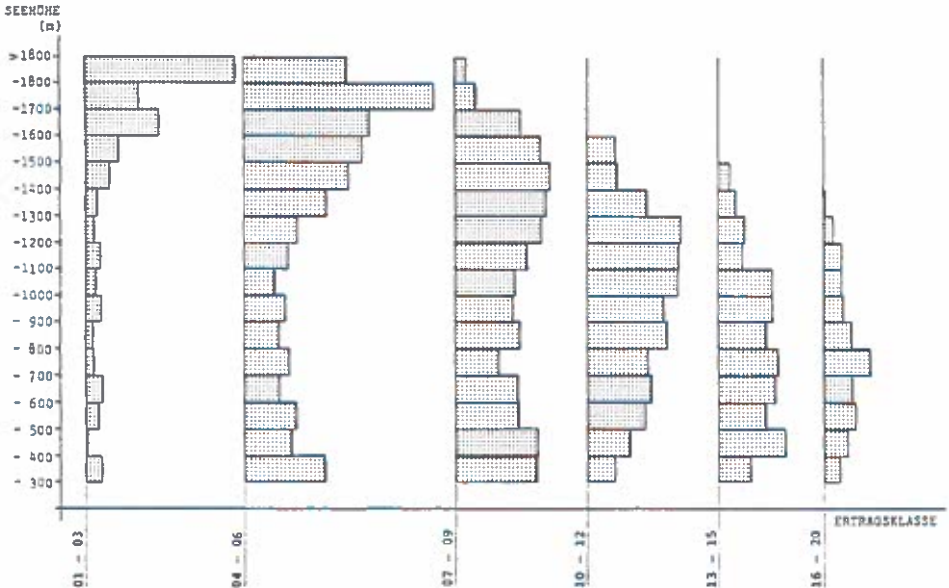


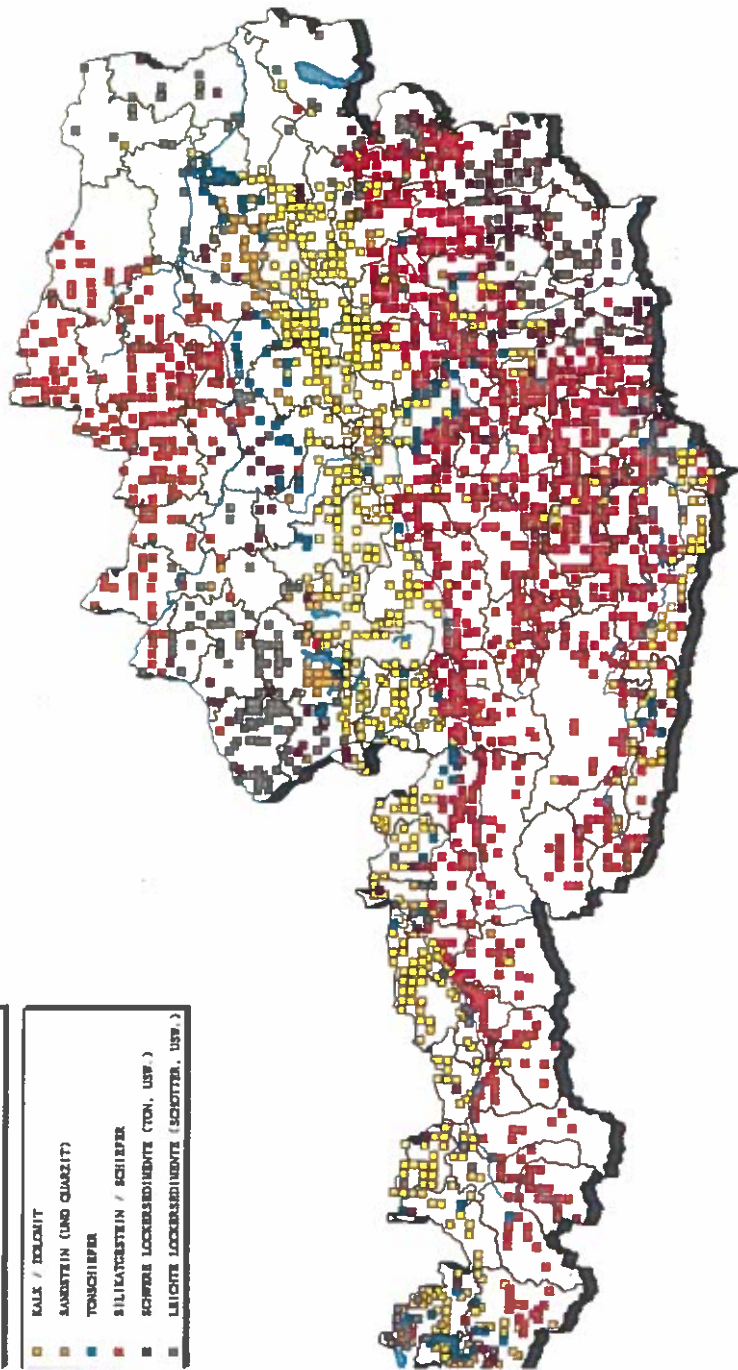
Abb.12: Verteilung der Ertragsklassen in den Seehöhenstufen

WALDZUSTANDSINVENTUR 1988

VERTEILUNG DES GRUNDGESTEINS

3300 FLÄCHEN

- KALK / IDOLMIT
- SANDSTEIN (UND QUARZIT)
- TONSCHIEFER
- SILIKATGESTEIN / SCHIEFER
- SCHWERE LOCKERSEDIMENTE (TON, USV.)
- LEICHTE LOCKERSEDIMENTE (SCHOTTER, USV.)



20 60 80 100 120 km

ABBILDUNG 19

FORSTLICHE
BUNDESVERSUCHSANSTALT
WIEN

3.13. Verteilung des Grundgesteins

Die Darstellung des im Rahmen der Waldzustandsinventur erhobenen Grundgesteins (Abb.13) spiegelt sehr gut die geologischen Verhältnisse wider. Deutlich erkennbar sind die Kalkalpen von Tirol bis Niederösterreich, ebenso auch die Flyschzone mit ihrem Sandstein- und Tonschiefergebiet. Auch ganz eindeutig sind die Zentralalpen und das Wald- und Mühlviertel an den dort auftretenden silikatischen Gesteinen erkennbar. Die Gegend südlich der Drau (Karnische Alpen und Karawanken) wird wieder von karbonatischem Gestein gekennzeichnet.

Probeflächen auf Lockersedimenten kommen naturgemäß im Alpenvorland häufig vor, vereinzelt finden sie sich auch in einigen Alpentälern.

3.14. Verteilung der Bodentypen

Adäquat zur Verteilung des Grundgesteins zeigt sich auch beim Boden (Abb.14) eine klare Abgrenzung der Vorkommen der diversen Bodentypen. In den vom sauren Grundgestein dominierten Gebieten überwiegen die Braunerden sowie Semipodsol bzw. Podsol (Waldviertel, Zentralalpen). Auf Kalkstandorten überwiegen Rendsinen sowie Braun- und Rotlehmböden. Probeflächen mit Pseudogley kommen vorwiegend auf silikatischem Grundgestein vor, sie sind sporadisch über das Bundesgebiet verstreut.

Die wenigen Probeflächen auf Gley- und Auböden liegen naturgemäß in der Nähe größerer Flüsse, hauptsächlich entlang der Donau.

4. ZUSAMMENFASSUNG

Dieser Bericht versucht einen Einblick in das komplizierte Gefüge von Ursache und Wirkung auf den Zustand eines Baumes oder eines ganzen Bestandes zu geben. Die große Anzahl von Einflußfaktoren erschwert das zweifelsfreie Erkennen und Interpretieren von Zusammenhängen. Dennoch hoffe ich, für einige Teilbereiche neue Aspekte eingebracht zu haben.

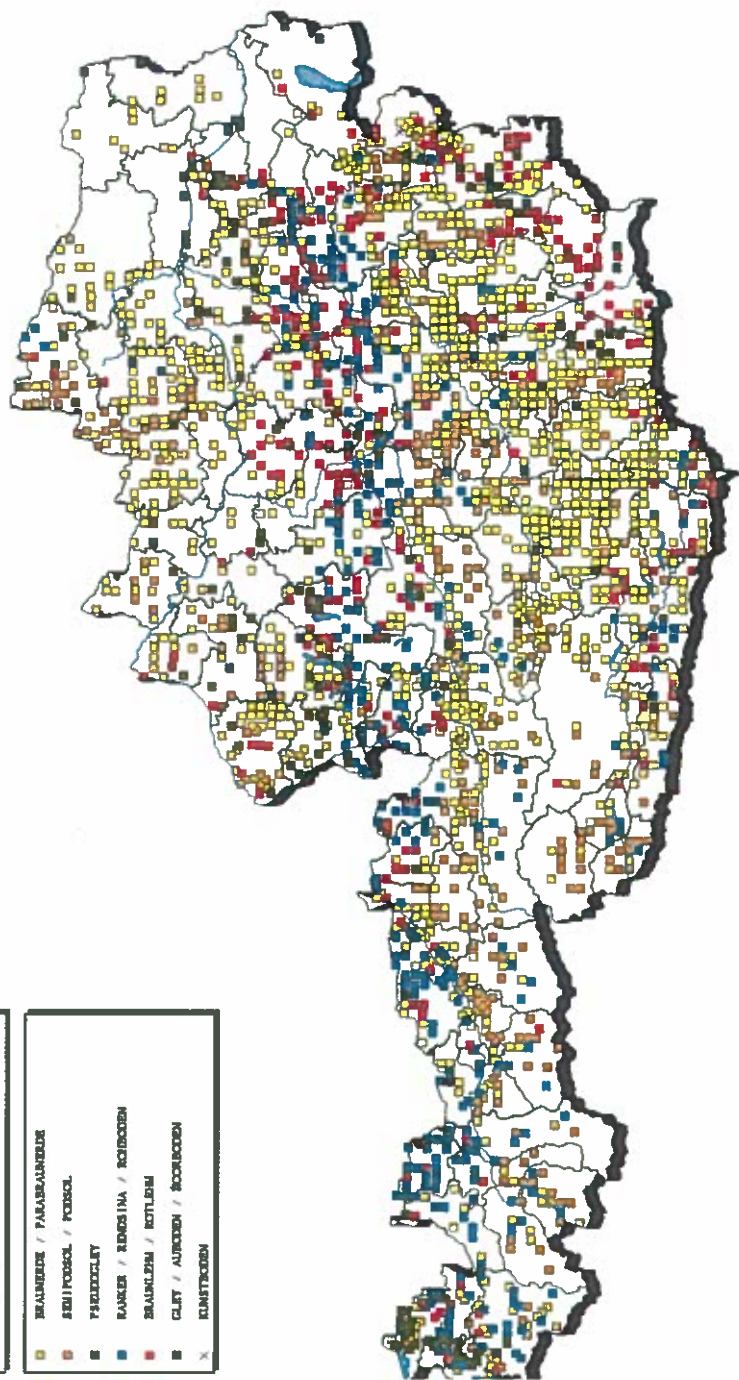
Insbesondere konnte gezeigt werden, daß der physiologisch entscheidendere Entnadelungstyp 3 (von außen nach innen) nur selten und überwiegend in Kombination mit hohen Nadelverlusten auftritt. Der schon bekannte Umstand, daß höhere Ertragsklassen geringere Kronenverlichtung aufweisen, konnte in einer Kartendarstellung sehr anschaulich und die wirtschaftliche Bedeutung besser zum Ausdruck bringend, dargestellt werden. Die seehöhenabhängige Verteilung der Fichtenverzweigungsformen konnte mit dem vorliegenden Datenmaterial nun österreichweit bestätigt werden. Die Verfärbung/Vergilbung zeigte keine typischen Verbreitungsgebiete, während die Mistel auf der Weißkiefer hauptsächlich in der Randzone der Voralpen vorkommt.

WALDZUSTANDSINVENTUR 1988

VERTEILUNG DER BODENTYPEN

3363 FLÄCHEN

- BRAUNERDE / PARABRAUNERDE
- SCHWÄRMEL / FORST
- PARABÖHME
- SANDER / SANDHÖHLE / SANDHÖHLE
- SANDHÖHLE / SANDHÖHLE
- SANDHÖHLE / SANDHÖHLE
- SANDHÖHLE / SANDHÖHLE
- SANDHÖHLE / SANDHÖHLE
- SANDHÖHLE / SANDHÖHLE
- SANDHÖHLE / SANDHÖHLE



FORSTLICHE
BUNDVERSUCHSANSTALT
WIEN

ABBILDUNG 14



ANALYSE DES EINFLUSSES VON STANDORTS- UND BESTANDESFAKTOREN AUF DEN KRONENZUSTAND

von
Markus Neumann

1. EINLEITUNG

Der Kronenzustand wird nicht nur durch äußere Einwirkungen (Immissionen, klimatische Effekte und biotischer Schädlinge) beeinflusst, sondern auch durch den Standort und die Bestandesumgebung geprägt. Das den genetischen Anlagen entsprechende Aussehen des Genotyps wird durch die Standortverhältnisse und klimatische Einflüsse beeinflusst und führt zum Erscheinungsbild des Phänotyps. Zusätzlich können noch oben angeführte (Schad-)faktoren den Kronenzustand negativ verändern, also zu Kronenverlichtung führen. In meinem Beitrag zum heutigen Informationstag möchte ich die Variabilität des Kronenzustandes bei verschiedenen Standortverhältnissen untersuchen, und damit Erklärungsversuche liefern, inwieweit für Einzelfaktoren oder Faktorengruppen der erhobenen Standorts- und Bestandesmerkmale ein Einfluß auf den Kronenzustand feststellbar ist, eine ausführliche Darstellung findet sich bei NEUMANN (1990).

2. METHODIK

2.1 Datenmaterial

Mit den Ergebnisse der vier Jahresaufnahmen von 1985 bis 1988 lag ein umfangreiches und, wie die Ergebnisse der Vergleichstaxierungen zeigen, auch relativ homogenes Datenmaterial vor. Zur weiteren Verbesserung konnten auch "korrigierte" Flächenenergieergebnisse herangezogen werden. Durch die dabei notwendige Eliminie-

rung nicht korrigierbarer Flächen verringerte sich der Datenumfang von rund 1800 Flächenwerten an Fichtenbeständen auf weniger als 1500 Beobachtungen pro Jahr. Es wurden ausschließlich die Erhebungsergebnisse der Fichtenflächen verwendet, um durch die Betrachtung einer einzelnen Baumart mögliche Zusammenhänge besser erkennen zu können. Eine gemeinsame Betrachtung der Kronenzustandswerte verschiedener Baumarten erschien mir nicht sinnvoll, da der Kronenzustand baumartenspezifisch erhoben wird und nicht direkt gleichsetzbar ist. Außerdem, sollten die verschiedenen Baumarten auf Standorts- bzw. Klimaeinflüsse unterschiedlich reagieren, dann würde eine Zusammenfassung mögliche Differenzierungen verringern.

Als Kennzahl für die Zielgröße "Kronenzustand" wurde der "Durchschnittliche Verlichtungsgrad" (DVG) je Fläche verwendet. Über die Brauchbarkeit des DVG wurde schon an anderer Stelle ausführlich berichtet. Als Gliederungskriterien wurden die im Feld erhobenen Standorts- und Bestandesparameter verwendet.

2.2 Statistische Verfahren

Versuche, das Zusammenwirken der Einzelfaktoren mit multiplen Regressionsmodellen unter Verwendung von Dummyvariablen (DRAPER und SMITH, 1981) – dem methodischen Ansatz von SCHÖPFER und HRADETZKY (1983) folgend – zu erklären, waren nicht zielführend. Wegen der – selbst ohne Berücksichtigung der Wechselwirkungen – großen Variablenanzahl erwiesen sich die entstehenden Modelle als wenig stabil und Art und Umfang der Auflösung in Dummyvariable beeinflussten das Berechnungsergebnis. Bei der Interpretation der Ergebnisse verschiedener Modelle kam es zu sich widersprechenden Aussagen, die an Hand der Kennwerte jeweils als statistisch gesichert anzusehen waren. Auch die kartenmäßige Darstellung der Residuen, also die Lage von negativ bzw. positiv vom Modell abweichenden Flächenergebnissen, ermöglichte keine plausible Interpretation. Diese Methode wurde daher nicht weiter verfolgt.

Im Gegensatz dazu sind Ergebnisse aus einfacheren Kovarianzanalysen plausibler und weniger anfällig gegen Störeinflüsse (ungleiche Zellenbesetzung, mangelnde Normalverteilung), aber der mögliche Einfluß von Wechselwirkungen wird dabei nicht berücksichtigt.

2.3 Bereinigung vom Alterstrend

Die österreichischen Waldverhältnisse sind biologisch und forstwirtschaftlich bedingt durch eine sehr große Altersspreitung der Bestände (Abb. 1) gekennzeichnet, der auch im Ausland mehrfach gefundene Zusammenhang von Alter und Kronenverlichtung ist deswegen auch besonders deutlich und dominiert vor allen anderen

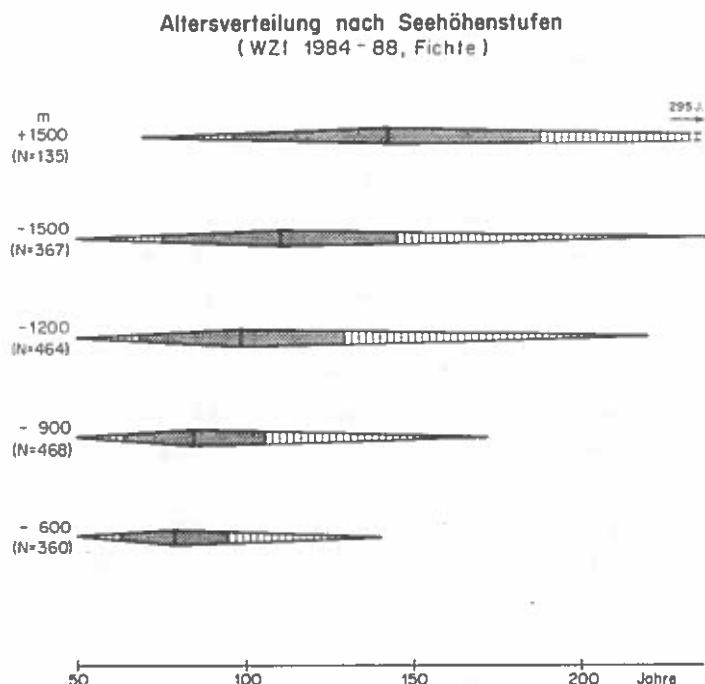


Abb. 1: Darstellung der Altersverteilung (Mittelwert, Standardabweichung und Spreitung) nach Seehöhenstufen aus den Aufnahmeergebnissen der Waldzustandsinventur für Fichte.

Faktoren. In den untersuchten vier Jahren ist diese Korrelation hochsignifikant und die Regressionskoeffizienten zwischen 0.0025 (1985) und 0.0029 (1988) sind signifikant von Null verschieden. Der Beitrag zur Streuungsreduktion (R^2) ist mit 9% (1985) bis maximal 12% (1988) dennoch gering. Ein Versuch die Reststreuung durch die Mitberücksichtigung der Seehöhe (durch Stratifikation nach Höhenstufen) zu verringern brachte zwar interessante Detailergebnisse, veränderte aber nichts Prinzipielles.

Bei der Betrachtung der durchschnittlichen Verlichtungsgrade nach einzelnen Merkmalsausprägungen kann eine mangelnde "Standardisierung" im Sinn von SCHÖPFER (1986) hinsichtlich des Bestandesalters (aber auch anderer in den untersuchten Merkmalsgruppen ungleich verteilter "Störfaktoren") die Aussagen verfälschen. Da die Kronenzustandsverschlechterung mit zunehmenden Alter keinen Niederschlag in einer erhöhten Mortalität findet, also nicht als Auswirkung eines verstärkten Schadeinflusses anzusehen ist (NEUMANN und STEMBERGER, 1990), erscheint es zulässig in Analogie zur Kovarianzanalyse, diesen überlagernden altersabhängigen Effekt als Konkomitante zu betrachten und zu eliminieren. Dazu wurde der erfaßte Kronenzustand jeder Fläche (DVG) vor Beginn der Auswertung für ein willkürlich gewähltes, für alle Straten gleiches, hypothetisches Alter von 120 Jahren hochgerechnet. Durch diese Umrechnung ergeben sich im Mittel höhere DVGs, da das durchschnittliche Alter aller im Rahmen der WZI beobachteten Flächen mit Fichten bei etwa 100 Jahren liegt.

Die Auswirkungen dieser Vorgangsweise ist in Abb.: 2 verdeutlicht. Das mittlere Alter aller Beobachtungsflächen nimmt mit steigender Seehöhe zu. Die im Gelände erhobenen, mittleren durchschnittlichen Verlichtungsgrade betragen zwischen 1,28 (1500-1600m) im Minimum und 1,39 (1000-1100m) im Maximum, eine Tendenz ist nicht erkennbar und der Kronenzustand scheint von der Seehöhe unabhängig zu sein. Nach der "Hochrechnung" auf 120 Jahre ist eine klare Abnahme der Verlichtungsgrade mit zunehmender Seehöhe erkennbar und der auffällig hohe mittlere DVG im Bereich von 1600-1700m wird durch Berücksichtigung des überdurchschnittlichen Alters in diesem Seehöhenstratum deutlich redu-

ziert. Das zeigt, daß nur durch Beachtung der unterschiedlichen Altersverteilung und Eliminierung des Alterstrends der Zusammenhang korrekt erkannt werden kann.

VERTEILUNG DER DURCHSCHNITTlichen VERLICHTUNGSGRADe AUF SEEHÖHENSTUFEN

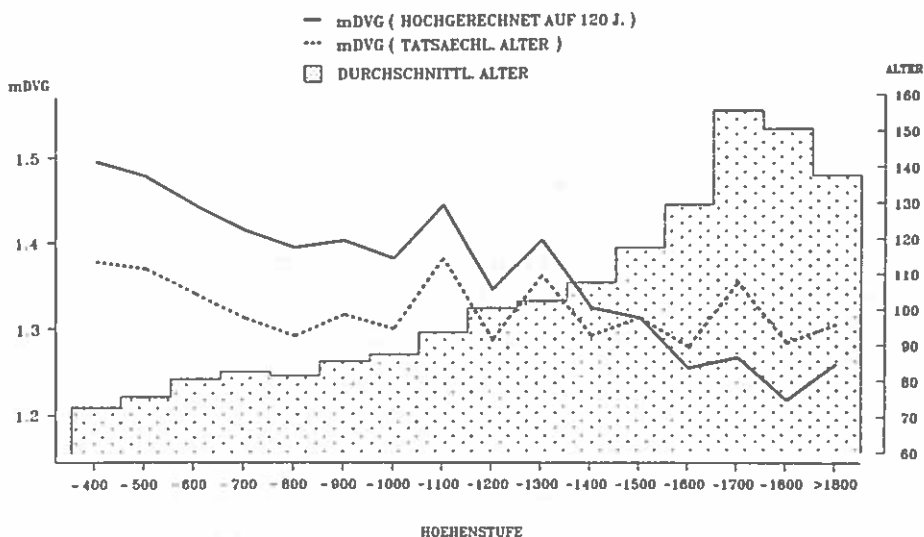


Abb. 2: Zusammenhang zwischen Seehöhe und Kronenzustands (DVG) bzw. Bestandesalter (Daten der WZI von 1987).

Dieses Verfahren wurde sowohl für die aufgenommen Rohdaten als auch für die weitgehend von Ansprache Fehlern "korrigierten" Daten jeweils mit und ohne Alterskorrektur berechnet und die Unterschiede zwischen den Mittelwerten der einzelnen Kollektive wurden mit einem DUNCAN-Test auf 99% Signifikanzniveau geprüft. Zur Veranschaulichung der unterschiedlichen Ergebnisse aus den vier Datenkollektiven wurden für das Gliederungsmerkmal Seehöhenstufen alle Resultate nebeneinander in Abbildung 3 zusammengestellt. Für die Rohdaten und für die korrigierten Daten (oberer Abbildungsteil) zeigt sich ohne Eliminierung des Alterseffektes eine homogene Gruppe über alle Seehöhenstufen hinweg (das Jahr 1986 sollte nicht übermäßig beachtet werden). Durch die Alterstrendeliminierung (unterer Abbildungsteil) ergibt sich

sowohl unkorrigiert wie korrigiert eine Abnahme der Kronenverlichtung und bei den meisten Aufnahmetermen manifestiert sich dies auch in einer entsprechenden statistisch signifikanten Gruppenbildung, wobei die Gruppen sich teilweise überlappen. Bei der Seehöhengliederung hat also die Alterstrendeliminierung einen größeren Effekt als die Ansprachekorrektur.

3. ERGEBNISSE

3.1 Analyse des Kronenzustandes nach Einzelparametern

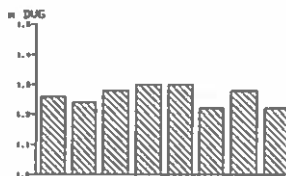
Der Zusammenhang zwischen Kronenzustand und Seehöhe wurde bei der Methodenbeschreibung dargelegt (Abb. 2 und 3). Überraschend ist, daß der Bereich der "typischen Nebelstaulagen" an der Inversionsschicht nicht hervortritt. Möglicherweise durch die regional unterschiedliche Höhenlage der Inversionsschicht erklärbar, oder aber ist der Kronenzustand in diesem Höhenbereich doch nicht so schlecht wie oft behauptet wurde.

Die Exposition (Abb. 4) hat keinen befriedigenden Stratifizierungseffekt. Bei den unkorrigierten Rohdaten ist keine Gruppentrennung möglich. Nach der Korrektur läßt sich jedoch für die Jahre 1985 und 1988 einzig die Exposition "Nordwest" als besonders schlecht von den übrigen trennen. Eine Gliederung der Kronenzustände nach Exposition in den Wuchsgebieten zeigt im Zentralalpenraum und südlich, ebenso wie im Mühl- und Waldviertel keine Auswirkung. Im Alpenvorland und im Gebiet der nördlichen Kalkalpen treten die ost- und westexponierten Standorte mit schlechterem Kronenzustand hervor.

Für die Gliederung nach Betriebsart zeigt sich die Bedeutung der notwendigen Standardisierung besonders deutlich: vor der Bereinigung vom Alterstrend sind die Schutzwälder signifikant schlechter als der Wirtschaftswald (Abb. 5, linke Seite), erst nach Berücksichtigung des stark unterschiedlichen Alters ergibt sich das richtige Resultat (Abb. 5, rechte Seite). Die Abbildung läßt erkennen, daß die Schutzwälder nicht primär stärker geschä-

SEEHÖHE

1988 (ROH-DATEN)



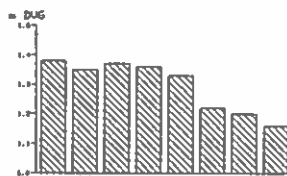
333
UNTER 600 m
296
601 - 800 m
300
801 - 1000 m
326
1001 - 1200 m
274
1201 - 1400 m
187
1401 - 1600 m
63
1601 - 1800 m
15
ÜBER 1800 m

1985



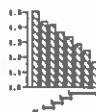
SEEHÖHE

1988 (ROH-DATEN, 120 J.)



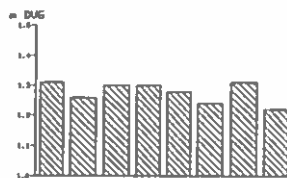
333
UNTER 600 m
296
601 - 800 m
300
801 - 1000 m
326
1001 - 1200 m
274
1201 - 1400 m
187
1401 - 1600 m
63
1601 - 1800 m
15
ÜBER 1800 m

1985



SEEHÖHE

1988 (ROH-DATEN, korrigiert)



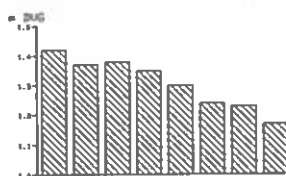
290
UNTER 600 m
258
601 - 800 m
267
801 - 1000 m
297
1001 - 1200 m
233
1201 - 1400 m
167
1401 - 1600 m
52
1601 - 1800 m
14
ÜBER 1800 m

1985



SEEHÖHE

1988 (ROH-DATEN, korrig., 120 J.)



263
UNTER 600 m
244
601 - 800 m
248
801 - 1000 m
282
1001 - 1200 m
221
1201 - 1400 m
163
1401 - 1600 m
51
1601 - 1800 m
14
ÜBER 1800 m

1985

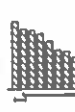
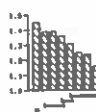


Abb. 3: Zusammenhang zwischen Seehöhe und durchschnittlichem Verlichtungsgrad (homogene Gruppe) für alle vier Datenkollektive. Unbehandelte Rohdaten links oben, vom Aufnahmefehlern bereinigte Rohdaten links unten, Rohdaten auf 120 Jahre hochgerechnet rechts oben, vom Auf-

digt sind und keinesfalls höheren Schadeinflüssen ausgesetzt werden als die Wirtschaftswälder. Die Schutzwälder sind in erster Linie älter und haben daher einen anderen (schlechteren) Kronenaspekt.

Die Gliederung nach Geländeform und Hangneigung ergab keine deutlichen Unterschiede im Kronenzustand.

Bei der Variablen "Grundgestein" sind die mittleren DVGs für Bestände auf silikatischem Ausgangsmaterial in allen Jahren am niedrigsten, eine statistische Unterscheidung ist jedoch nur 1987 möglich. Auch die in allen Jahren vergleichsweise hohen DVGs auf schweren Sedimenten und auf Sandstein lassen sich nicht statistisch absichern.

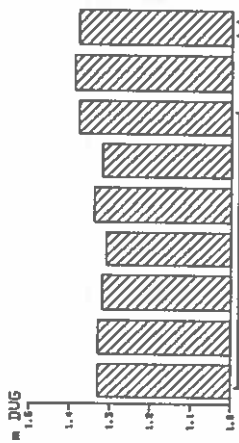
Bei den Bodentypen (Abb. 6) zeigt sich in allen Jahren eine recht stabile Gruppe der tiefgründigen und gleichmäßig wasser-versorgten (Semi-)podsole, sowie der Gley- und Auböden mit niedrigem DVG auf der einen Seite und den flachgründigeren und wechselfeuchten Pseudogleyen bzw. Braun/Rotlehmen bis zu den zumindest zeitweise trockenen Rohböden auf der anderen Seite. Überraschenderweise gehören auch tiefgründige (Para-)Braunerden zu dieser Gruppe mit höherem Anteil an Kronenverlichtung. Die niedrigsten DVGs finden sich auf Semipodsolen bzw. Podsolen, die auf Rendsinen bzw. Ranker und Pseudogleyen. Ein Zusammenhang zwischen Bodentyp und Kronenzustand erscheint damit eindeutig.

Eine eindeutige Trennung nach zwei Gruppen ist nach Vegetationstypen (Abb.: 7) möglich, Sauerkleestandorte und Astmoos-Heidelbeer-Drahtschmiele Einheiten bilden eine Gruppe mit geringeren Verlichtungsgraden, die übrigen Vegetationstypen bilden die andere Gruppe, wobei sich extrem hohe Kronenverlichtung bei Fichte auf vergrasteten Standorten findet.

Beim Wasserhaushalt (Abb. 8) ist ein eindeutiger Gradient zu erkennen, je trockener der Standort desto schlechter der Kronenaspekt der Fichte (den hohen Werten auf feuchten Standorten kann auf Grund der geringen Probeflächenanzahl kein großes Gewicht beigemessen werden, oder aber führt überreichliche Wasserversorgung auch zu Verlichtung). Die Unterschiede nach Wasserhaushaltssklassen ergeben sich für alle Aufnahmejahre unabhängig von

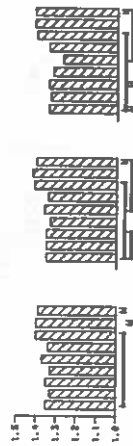
EXPOSITION

1988 (ROHDATEN, korrr., 120J.)



EBEN
MU
U
SU
S
SO
O
NO
N

1985 1986 1987

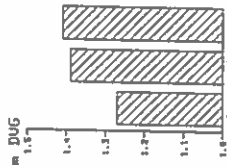


4: Zusammenhang zwischen Exposition und durchschnittlichem Vergleichungsgrad (homogene Gruppe).

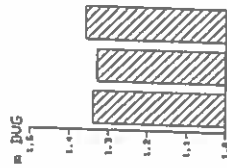
BETRIEBSART

1988 (ROHDATEN, korrigiert)

1988 (ROHDATEN, korrr., 120J.)



MIRTSCHAFTSM.
SCHUTZWALD IE
SCHUTZWALD RE



MIRTSCHAFTSM.
SCHUTZWALD IE
SCHUTZWALD RE

1985 1986 1987 1988

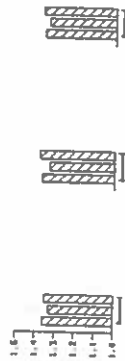


Abb. 5: Zusammenhang zwischen Betriebsart und durchschnittlichem Vergleichungsgrad (homogene Gruppe).

BODENTYP

1988 (ROHDATEN, korrt., 120J.)

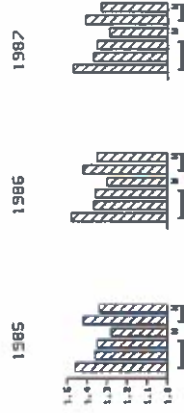
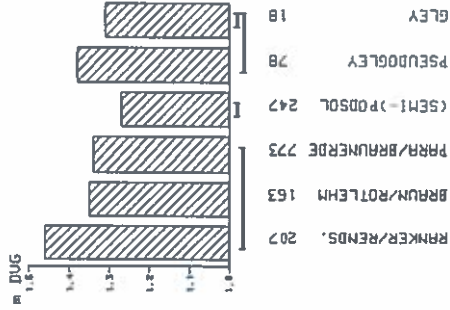


Abb. 6: Zusammenhang zwischen Bodentyp und durchschnittlichem Verlichtungsgrad (homogene Gruppe).

VEGETATIONSTYP

1988 (ROHDATEN, korrt., 120J.)

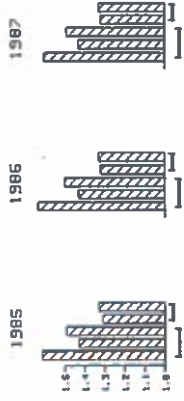
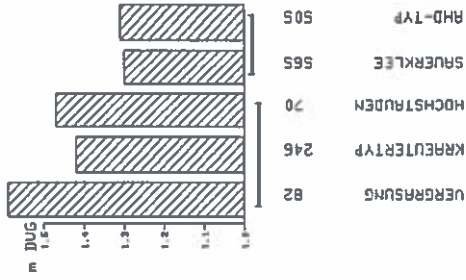


Abb. 7: Zusammenhang zwischen Vegetationstyp und durchschnittlichem Verlichtungsgrad (homogene Gruppe).

der Datenvorbereitung stets in gleicher Weise. Es ist durch dieses Merkmal die stabilste Gruppenbildung möglich, die offensichtlich auch vom Alter nur unwesentlich beeinflusst wird.

Eine Gliederung nach Ertragsklassen zu je 5 dGZ-Bonitätsstufen zeigt für Bestände sehr geringer Bonität unter 5 signifikant schlechteren Kronenzustand.

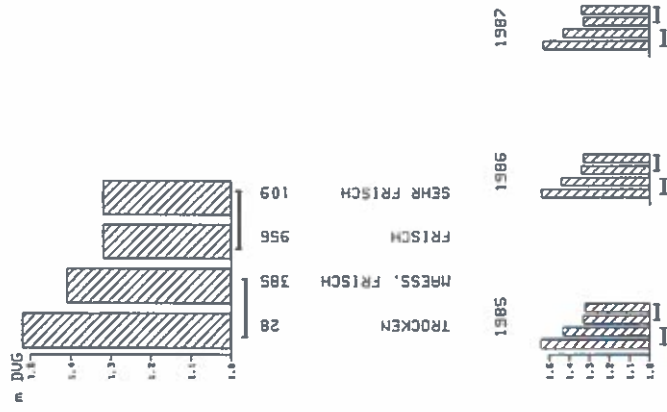
Für den Schlußgrad gilt ein ähnlich straffer Zusammenhang wie beim Wasserhaushalt, je dichter der Bestand desto besser der Kronenzustand. Das Ergebnis könnte allerdings auch durch die schlechtere Einsehbarkeit der Kronen und dadurch bedingtes Übersehen von Verlichtung in geschlossenen und dichten Beständen verstärkt worden sein. Die Bestandesgrundfläche ist eng mit dem Schlußgrad korreliert, es ergeben sich daher auch prinzipiell gleiche Tendenzen.

Etwas überraschend erscheint, daß die drei unterschiedenen Klassen des Pflegezustandes in keinem der vier untersuchten Kollektive und in keinem Aufnahmejahr einen Stratifizierungseffekt haben (Abb. 9). Der Pflegezustand hat also keinen Einfluß auf den Kronenzustand und Pflegeeingriffe haben keine "beschönigende" Auswirkung auf den Zustand des verbleibenden Bestandes.

Die 8 Wuchsgebiete ergeben vier unterscheidbare Gruppen, im Gegensatz zur Gliederung nach politischen Einheiten ist die Gruppeneinteilung über die Jahre hinweg auch relativ stabil, in Abb.: 10 ist daher auch die Gliederung der Mittelwerte für die vier Aufnahmen 1985/88 angeführt. Zur Gruppe mit den niedrigsten DVGs gehören die Innenalpen, der südöstliche Alpenrand und überraschenderweise auch der sommerwarme Osten. Da der schlechte Kronenzustand in diesem Raum überwiegend durch den hohen Anteil von Weißkiefer mit verlichteten Kronen bestimmt ist, ergibt sich durch die ausschließliche Betrachtung der Fichte im vorliegenden Beitrag diese von früheren Aussagen abweichende Tatsache. Die stärksten Kronenverlichtungen finden sich im nordöstlichen Alpenrand, im Alpenvorland Salzburgs, Ober- und Niederösterreichs. Das Mühl- und Waldviertel, die nördliche Alpenzwischenzone und der nordwestliche Alpenrand nehmen eine Mittelstellung ein.

WASSERHAUSHALT

1988 (ROHDATAEN, KORR., 120J.)



8: Zusammenhang zwischen Wasserhaushalt und durchschnittlichem Verlichtungsgrad (homogene Gruppe).

PFLEGEZUSTAND

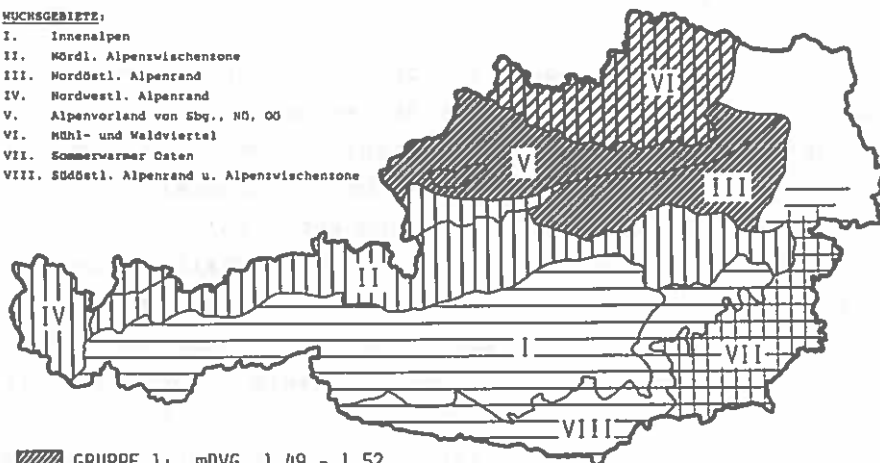
1988 (ROHDATAEN, KORR., 120J.)



9: Zusammenhang zwischen Pflegezustand und durchschnittlichem Verlichtungsgrad (homogene Gruppe).

WUCHSGEBIETE:

- I. Innentalpen
- II. Nördl. Alpenzwischenzone
- III. Nordöstl. Alpenrand
- IV. Nordwestl. Alpenrand
- V. Alpenvorland von Sbg., NO, OÖ
- VI. Mühl- und Waldviertel
- VII. Sommerwarmer Osten
- VIII. Südöstl. Alpenrand u. Alpenzwischenzone



- GRUPPE 1: mDVG 1.49 - 1.52
- GRUPPE 2: mDVG 1.42 - 1.49
- GRUPPE 3: mDVG 1.31 - 1.42
- GRUPPE 4: mDVG 1.28 - 1.31

WUCHSGEBIET

1985/86 (ROHDATA, korr., 120J.)

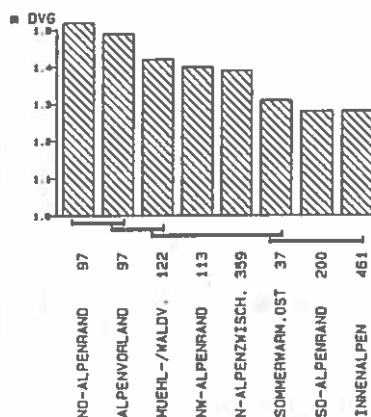


Abb.10: Zusammenhang zwischen Wuchsgeliet und durchschnittlichem Verlichtungsgrad (homogene Gruppe) und Lage der Gruppen.

3.2 Zusammenfassung der Ergebnisse

In Tabelle 1 sind die Ergebnisse der varianzanalytischen Mittelwertsvergleiche, die Anzahl der Merkmalsausprägungen der unabhängigen Variablen, sowie die Anzahl der bei 99% Sicherheitswahrscheinlichkeit nach DUNCAN-Test unterscheidbaren Gruppen und die Eindeutigkeit der Gruppentrennung aufgelistet.

Vier Merkmale (Vegetationstyp, Wasserhaushalt, Ertragsklasse und Schlußgrad) ergaben stets eine vollkommen eindeutige Gruppengliederung. Für drei Merkmale (Seehöhe, Bodentyp und Grundfläche) überlappen sich die Gruppen teilweise, nach Geländeform, Hangneigung, Betriebsart und Pflegezustand ist keine Differenzierung möglich. Auffallend ist, daß die Standortmerkmale im engeren Sinn (Grundgestein, Bodentyp, Vegetationstyp und Wasserhaushalt, sowie die Ertragsklasse als Kombination) eine deutlich bessere Differenzierung ergeben als die Gelände-merkmale.

Tabelle 1:

Unabhängige Variable	Merkmalsstufen	Anzahl der homogenen Gruppen			
		1985	1986	1987	1988
Seehöhe	8	4 (+)	2 (+)	3 (+)	4 (+)
Exposition	9	2 (*)	2 (±)	2 (±)	2 (*)
Hangneigung	6	-	-	-	-
Geländeform	6	-	-	-	-
Betriebsart	3	-	-	-	-
Grundgestein	6	-	-	2 (*)	-
Bodentyp	6	2 (+)	2 (+)	2 (+)	2 (+)
Vegetationstyp	7	2 (*)	2 (*)	2 (*)	2 (*)
Wasserhaushalt	4	2 (*)	2 (*)	2 (*)	2 (*)
Ertragsklasse	4	2 (*)	2 (*)	2 (*)	2 (*)
Bestandesgrundfl.	5	2 (+)	2 (+)	2 (+)	2 (+)
Schlußgrad	4	2 (*)	3 (*)	2 (*)	2 (*)
Pflegezustand	3	-	-	-	-
Bundesland	8 (ohne Wien)	2 (±)	2 (±)	-	-
Wuchsgebiet	8	4 (±)	4 (±)	4 (±)	2 (+)

* ... keine Überlappung der Gruppen

+ ... teilweise Überlappung der Gruppen

± ... überwiegende Überlappung der Gruppen

- ... keine Trennung in Gruppen möglich

jeweils bezogen auf das korrigierte und alterstrendbereinigte Kollektiv

3.3 Kronenzustand in drei Fichtenwaldkollektiven

Um die Auswirkung von Wechselwirkungen zumindest teilweise beurteilen zu können, wurden durch mehrfache Stratenbildung bestimmte Merkmalskombinationen aus Seehöhe, Wasserhaushalt und Vegetationstyp ausgefiltert. Die resultierenden Mittelwerte (Tab.: 2) wurden anschließend in analoger Weise wie bei den Einzelmerkmalen geprüft (Abb.: 11). Das Kollektiv A (N=30) umfaßt dabei alle Fichtenbestände unter 600m Seehöhe, auf trockenen bis mäßig frischen Standorten, die dem Schattenkräutertyp oder Vergrasungstyp angehören. Das Kollektiv B (N=145) beinhaltet Fichtenbestände von 600–800m Seehöhe, Kräuter- oder Sauerkleetypen mit mäßig frischer bis frischer Wasserversorgung. Kollektiv C (N=95) umfaßt Bestände zwischen 1200 und 1500m auf frischen Standorten mit AHD-Typ. Bezüglich der DVGs ohne Alterskorrektur unterscheiden sich die Kollektive A und B, sowie A und C hochsignifikant voneinander. Die auf 120 Jahre hochgerechneten DVGs unterscheiden sich für alle drei Gruppen vollständig und hochsignifikant voneinander.

FICHTENWALDKOLLEKTIVE

1988 (ROHDATEN)

1988 (ROHDATEN, 120J.)

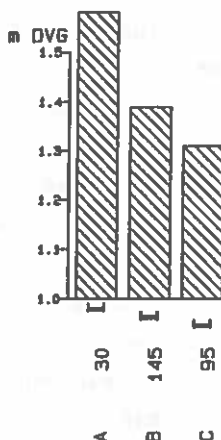
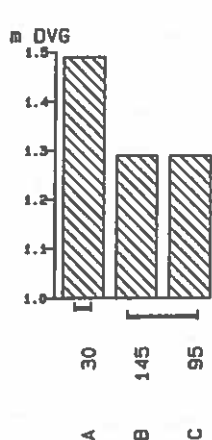


Abb.11: Kronenzustand in drei gebildeten Straten (homogene Gruppe).

Tabelle 2: Vergleich von drei Teilkollektiven

Kollektiv	mDVG	mDVG 120 J.	Anteil in den Verlichtungsstufen				
			1	2	3	4	5
A	1.49	1.58	57	38	4	1	0
B	1.29	1.39	72	27	1	0	0
C	1.29	1.31	72	27	1	0	0

4. DISKUSSION UND FOLGERUNGEN

Die dargelegten Ergebnisse der Aufgliederung des DVGs nach verschiedenen Gliederungsmerkmalen finden zu einem Teil ihre Bestätigung in früher gemachten Analysen zum anderen stehen sie aber auch dazu in Widerspruch. Dies mag in methodischen Unterschieden (Beschränkung auf die Fichte, Altersberücksichtigung, Verwendung des Flächenmittelwertes), wie auch in den ganz allgemein anderen Ausgangssituationen in Österreich (starke Höhengliederung, verschiedenste Grundgesteine, Täler mit unterschiedlichster Exposition) begründet sein.

Speziell bei der Darstellung des Einflusses der Seehöhe konnte gezeigt werden, daß durch die Berücksichtigung des Bestandesalters eine augenfällige Abnahme der Kronenverlichtung nachweisbar ist. Dies steht im Widerspruch zu Ergebnissen aus der geomorphologisch ähnlichen Schweiz (SCHMID-HAAS, 1985) und stellt andererseits verschiedene Versuche, Ozonverteilungsmuster mit dem Auftreten von Waldschäden zu korrelieren, in Frage. Außerdem wird dadurch dem Einfluß lokaler Immissionen größere Bedeutung vor Ferntransporten gegeben.

Ganz allgemein konnte gezeigt werden, daß die standortsbedingte Ausgangslage wesentlichen Einfluß auf das Ausmaß der Kronenverlichtung hat, während Faktoren, die SCHÖPFER und HRADETZKY (1984) als maßgeblich erkannt haben (Exposition, Geländeform, Hangneigung) in Österreich eine untergeordnete Rolle spielen. Für alle die Fichtenverbreitung fördernden Faktoren (saures

Ausgangsgestein, tiefgründige z.T. podsolierte Böden mit ausreichender, gleichmäßiger Wasserversorgung und Rohhumus bis Moder anzeigende Vegetationstypen) konnte ein Kronenzustandsverbessernder Einfluß belegt werden (vgl. Tabelle 2). Es soll damit aber nicht - etwa in Form eines "Indizienprozesses" - der Grund für Kronenverlichtungen bei Fichte nur in der mangelnden Standortstauglichkeit gesucht werden, sondern es soll dadurch verdeutlicht werden, daß nur in Zusammenschau von Standortsfaktoren, klimatischen und biotischen Einwirkungen und Immissionsbeeinflussung die Zusammenhänge richtig erkannt werden können. Eine Waldzustandserhebung ohne detaillierte Informationen über den Standort ist also genauso wenig aussagekräftig, wie ohne längerfristige, exakte Informationen über die Immissionssituation. Dem wird im seit 1988 die WZI ablösenden Waldschaden-Beobachtungssystem (WBS) Rechnung getragen, bei dem auf weniger Flächen deutlich mehr Informationen gesammelt werden (POLLANSCHÜTZ, 1987), es werden dabei auf dem Aufnahmenetz der Österr. Forstinventur 1981 boden- und vegetationskundliche, immissionskundliche, forstpathologische und zuwachskundliche Untersuchungen konzentriert, um dadurch die Ursachen von Kronenverlichtungen besser erklären zu können.

5. ZUSAMMENFASSUNG

Ausgehend von den Ergebnissen der bundesweiten WZI wurden Untersuchungen über den Zusammenhang des Kronenzustandes der Fichte und den Standort beeinflussende Faktoren sowie den Bestandskennwerten durchgeführt.

Als Maßzahl für den Kronenzustand wurde der ermittelte durchschnittliche Verlichtungsgrad nach einer möglichst weitgehenden Bereinigung von Ansprachefehlern mit Einflußvariablen der Standortsparemtern (Vegetationstyp, Bodentyp, Grundgestein und Wasserhaushalt) und den Geländemerkmalen (Seehöhe, Exposition, Geländeform und Hangneigung) sowie den Bestandesdaten (Alter, Grundfläche, Pflegezustand) in Beziehung gesetzt.

Regressionsanalytische Untersuchungen zeigten, daß starke Abhängigkeiten zwischen den einzelnen Merkmalen bestehen und daraus ergaben sich schwer interpretierbare Beziehungen zwischen den Einflußvariablen und dem Kronenzustand. Insbesondere der altersbedingte Einfluß auf den Kronenzustand bewirkte in vielen Fällen irreführende Ergebnisse. Wird dieser konkomitante Einfluß aber eliminiert, dann ergeben sich zum Teil sehr klare Beziehungen zwischen den Standortmerkmalen und dem Verlichtungsgrad. Von den Geländemerkmalen erwies sich nur die Seehöhe als den Kronenzustand beeinflussend. Von den Bestandesdaten konnte für den Schlußgrad und für die Bestandesgrundfläche ein Einfluß nachgewiesen werden.

Alle diese Ergebnisse weisen darauf hin, daß schlechter Kronenzustand der Fichte auch durch Standortsfaktoren bestimmt ist. Fichten auf für sie weniger geeignetem Standort speziell an ihrem Arealrand haben größere Tendenz zu Nadelverlusten als auf typischen Fichtenwaldstandorten. Diese Ergebnisse sind aber durch die verstärkte Immissionseinwirkung am Arealrand mitgeprägt. Es kann daher auf Grund dieser Untersuchung alleine nicht entschieden werden, ob nicht auch Immissionseinwirkungen ursächlich - ganz allgemein - mit den Kronenschäden in Verbindung zu bringen sind.

6. LITERATUR

- DRAPER N. und SMITH H., 1981: Applied Regression Analysis, Second Edition. Wiley Series New York. pp 709.
- NEUMANN M., 1989: Einfluss von Standortfaktoren auf den Kronenzustand. Air Pollution and Forest Decline, Proc. 14th IUFRO Meeting in Interlaken, Birmensdorf 1989, p. 209-214.
- NEUMANN M., 1990: Zu Fragen des Einflusses von Standorts- und Bestandesfaktoren auf den Kronenzustand. In: FBVA-Berichte Nr. 45, p.83-83.
- NEUMANN M. und STEMBERGER A., 1990: Über Ausmaß und Verteilung der Mortalität: Gegenüberstellung von Ergebnissen der Waldzustandsinventur mit früheren Untersuchungen. Centralblatt f.d. ges. Forstwesen 107.Jg., p.63-99.

POLLANSCHÜTZ J., 1987: Periodische Luftbildinventur - ein Teilprojekt des österreichischen Waldschaden-Beobachtungssystems. Österr. Forstzeitung 98.Jg. Heft 7, p.74-76.

SCHMID-HAAS, P., 1985: Der Gesundheitszustand des Schweizer Waldes 1984. Schweizer Zeitschrift Forstwesen 136.Jg., p. 251-273.

SCHÖPFER W. und HRADETZKY J., 1984: Analyse der Bestockungs- und Standortmerkmale der terrestrischen Waldschadensinventur Baden-Württemberg 1983. Mitteilungen der Forstl. Versuchs- und forschungsanstalt Baden-Württemberg, Heft 110.

SCHÖPFER W., 1986: Verstärkte Waldschäden durch Radioaktivität? Allg. Forstzeitschrift, 41.Jg., p. 95-98.

MECHANISCHE SCHÄDEN UND KRONENZUSTAND

von
Klemens Schadauer

1. EINLEITUNG

Die Vermutung eines Zusammenhanges zwischen mechanischen Schäden und der Kronenverlichtung liegt nahe. So war dieses Thema schon vor längerer Zeit für eine ausführliche Auswertung vorgesehen, diese mußte aber aus verschiedenen Gründen unterbleiben. Für spezielle Fragestellungen in diesem Zusammenhang sind einige einfache Statistiken berechnet worden. So ist dieser Vortrag wohl Stückwerk, die Stücke passen aber ganz gut zusammen.

2. AUFNAHME DER MECHANISCHEN SCHÄDEN

Der Begriff Kronenzustand ist mittlerweile zur Genüge erklärt worden, was die WZI unter mechanischen Schäden subsummiert, ist noch zu erläutern. Die Aufnahmeinstruktion (POLLANSCHÜTZ et al., 1985) unterscheidet sieben Arten mechanischer Schäden, die in Anlehnung an jene der Österreichischen Forstinventur (FBVA, 1981) festgelegt wurden: Schälsschäden, Fällungs- und Bringungsschäden bzw. Steinschlagschäden, Wipfelbruch mit lebensfähiger Restkrone, Wipfelbruch ohne lebensfähiger Restkrone, ehemaliger Wipfelbruch - Bäume mit Ersatzwipfel, sonstige Schäden (Frostriß, Blitzspuren, Rindenbrand, Krebs, etc.), stark abgepeitschte Seitenäste. Jeweils zwei dieser Schäden können pro Baum eingetragen werden. Die Erfassung erfolgt ohne Quantifizierung, was möglicherweise die einheitliche Auslegung der Bagatellgrenze erschwert und ohne Altersangabe. Obwohl die Aufnahme also jener der ÖFI nahekommt, dürfen nur bedingt vergleichbare Ergebnisse

erwartet werden, weil:

- +) Die WZI bezieht sich auf eine andere, kleinere Grundgesamtheit (Alter, Baumarten)
- +) Bäume mit starken mechanischen Schäden wurden wegen der Möglichkeit des baldigen Ausscheidens aus der Erhebung ausgeschlossen

3. ERGEBNISSE

3.1 Häufigkeiten der Schäden und Kronenzustand der mechanisch geschädigten Bäume für Fichte (für 1988 gerechnet)

Von den 53.666 Fichten der Erhebung 1988 waren 54% ohne mechanischen Schaden. Geht man von der These aus (die sich bewährt hat), daß alte Wipfelbrüche mit Ersatzwipfel für den Kronenzustand keine Bedeutung haben, so erhöht sich diese Zahl auf 60%. Die Schäden der restlichen 40% teilen sich, wie in Abbildung 1 dargestellt, auf. Auffallend ist das Verhältnis der Schäl- zu den Rückeschäden (von 1 zu 6). Es stimmt nicht mit den Ergebnissen der ÖFI, wo das Verhältnis enger ist (HASZPRUNAR et al., 1989), überein. Das ist durch die schon genannten Tatsachen bedingt, daß keine Stangenhölzer aufgenommen wurden und die Rückeschäden im Baumholz jüngeren Datums sind als Schälschäden, wobei alte Stammverletzungen eher übersehen werden als junge. Diese Ergebnisse sollten daher nicht überinterpretiert werden. Der hohe Anteil abgepeitschter Bäume (25%) sollte jedoch zum Nachdenken anregen.

Wie wirken sich nun diese Schäden auf den Kronenzustand aus? Alte Wipfelbrüche mit Ersatzwipfel haben, wie schon erwähnt, auf den Kronenzustand keinen Einfluß. Von speziellem Interesse sind hier die Schäl- und Rückeschäden (Abb.2). Das Ergebnis ist zunächst überraschend, da die geschälten Bäume einen leicht besseren Kronenzustand aufweisen als die ungeschädigten. Dies läßt sich jedoch mit der Tatsache erklären, daß die Geschälten im

Mechanische Schäden

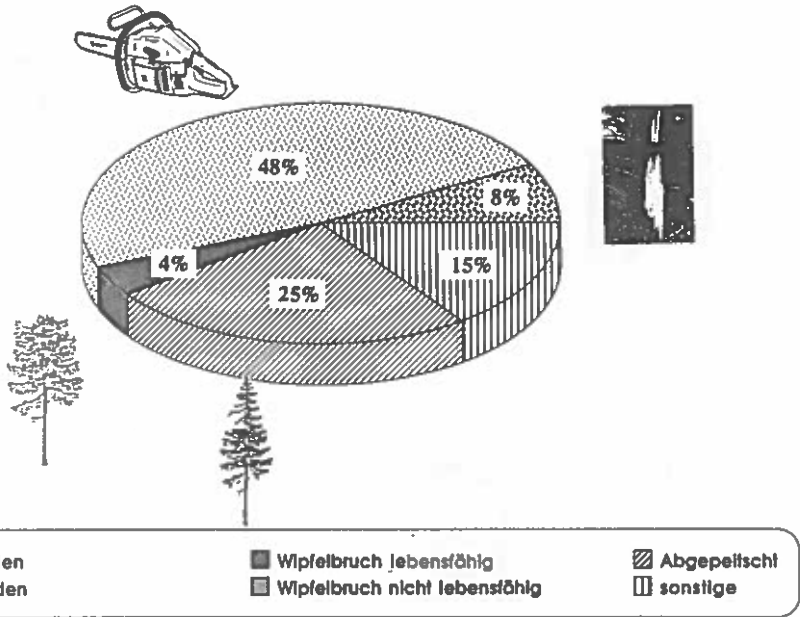


Abbildung 1: Relative Häufigkeiten der einzelnen mechanischen Schäden bezogen auf alle geschädigten Bäume (ohne Wipfelbrüche mit Ersatzwipfel)

Schnitt jünger sind als die Ungeschälten, also der Alterstrend (siehe Beitrag: "Analyse des Einflusses von Standorts- und Bestandesparametern aus den Kronenzustand") den möglichen Schadeinfluß überlagert, und die Schadeinwirkung deswegen verringert wird. Die durch Ernte oder Steinschlag beschädigten Probestämme dürften tatsächlich einen etwas schlechteren Kronenzustand aufweisen.

Trotz der eingeschränkten Aussagekraft möchte ich auch auf die räumliche Verteilung der behandelten Schäden eingehen. Die Schälsschäden (Abb. 3) konzentrieren sich, wie bekannt im Raum

HAEUFIGKEITEN IN DEN VERLICHTUNGSSTUFEN FÜR MECHANISCHE SCHÄDEN

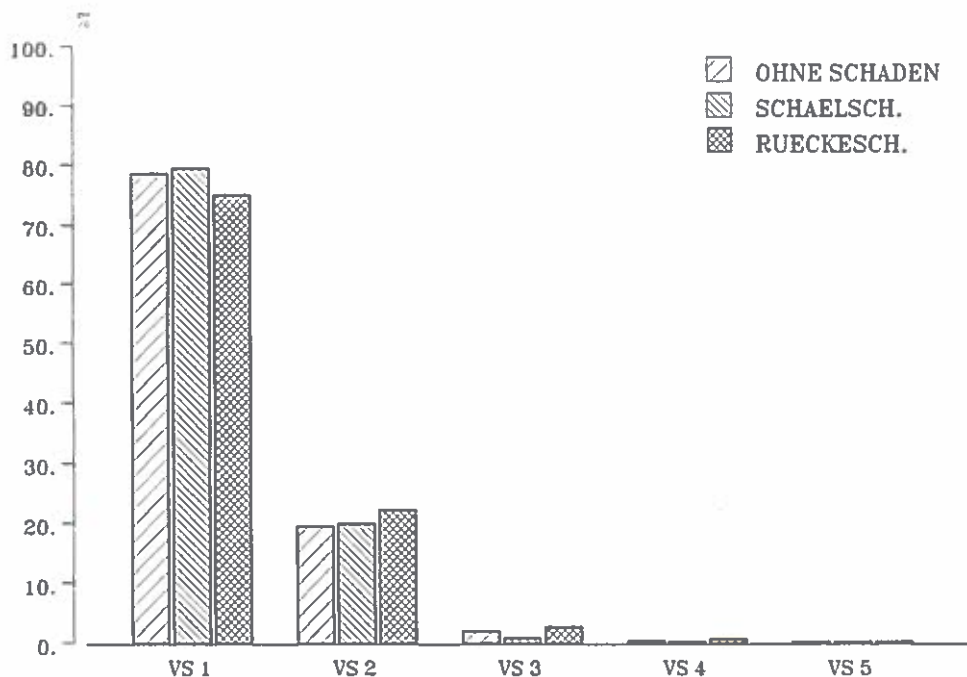


Abbildung 2: Vergleich der Häufigkeiten in den Verlichtungsstufen für Bäume ohne Schäden mit Rücke- bzw. Schäl-schäden

Obersteiermark - südliches Niederösterreich, während die Rücke- und Steinschlagschäden (Abb.4) über ganz Österreich verteilt sind. Dennoch ist ein Zentrum der Schäden im Salzkammergut und in der Gegend von Windischgarsten feststellbar. Die dortigen Besitzverhältnisse dürften bekannt sein.

Die Ergebnisse der Wipfelbrüche ohne Ersatzwipfel sind von untergeordnetem Interesse, da die Kronentaxierungen der als Schattenkrone verbleibenden Restkrone schwierig ist (Abb. 5). Wie zu erwarten, haben Bäume mit Kronenbrüchen einen deutlich

WALDZUSTANDSINVENTUR 1988

WALSCHADEN

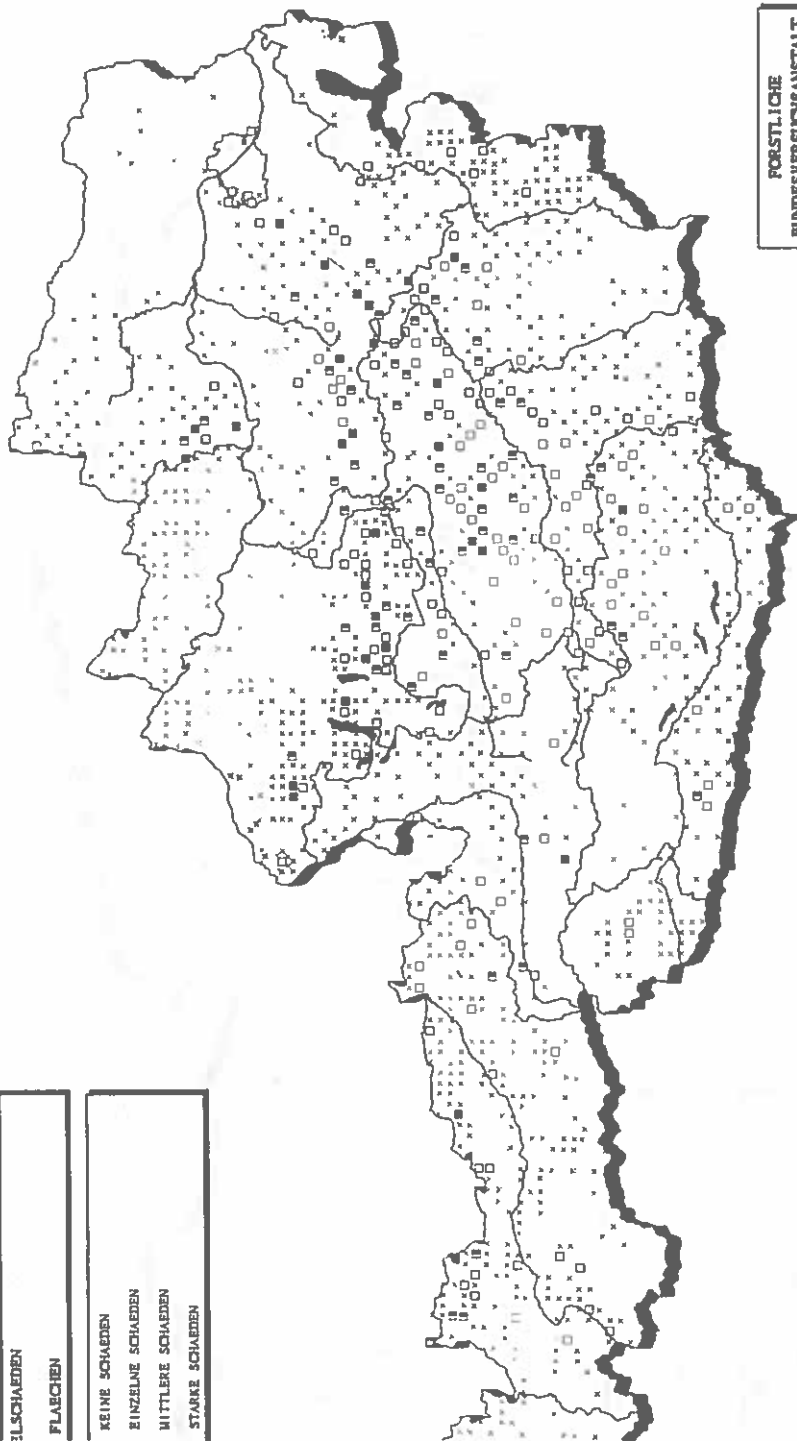
FLASCHEN

KEINE SCHADEN

EINZELNE SCHADEN

MITTLERE SCHADEN

STARKE SCHADEN



FORSTLICHE
BUNDESVERSUCHSANSTALT
WIEN

Abbildung 3: Verteilung der Schälsschäden
in Österreich

WALDZUSTANDSINVENTUR 1988

KE- UND STEINSCHLAGSCHÄDEN

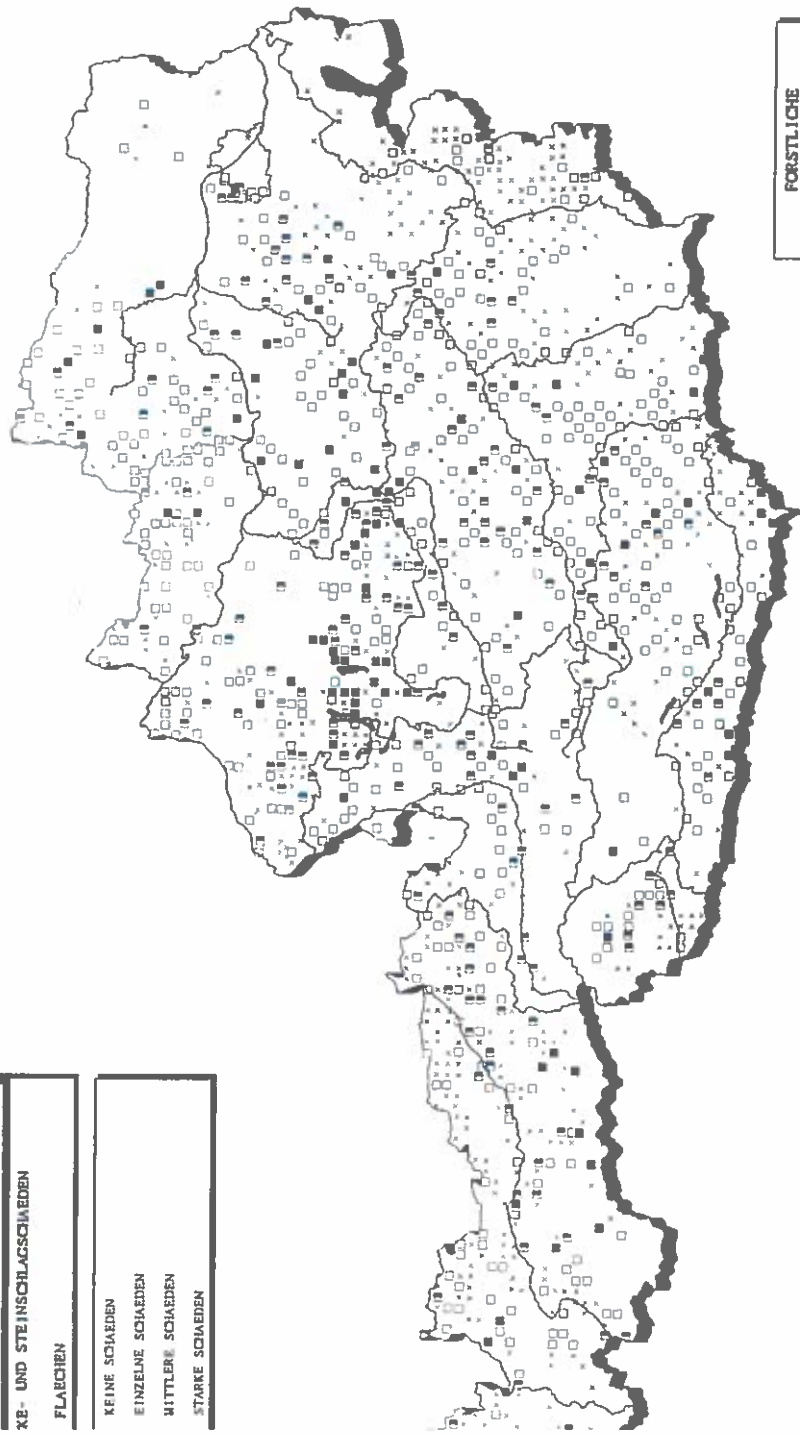
FLÄCHEN

KEINE SCHÄDEN

EINZELNE SCHÄDEN

MITTLERE SCHÄDEN

STARKE SCHÄDEN



**Abbildung 4: Verteilung der Rucke- und
Steinschlagschäden in Österreich**

**FORSTLICHE
BUNDESVERSUCHSANSTALT
WIEN**

schlechteren Kronenzustand als die ungeschädigten.

HAEUFIGKEITEN IN DEN VERLICHTUNGSSTUFEN FUEER MECHANISCHE SCHAAEDEN

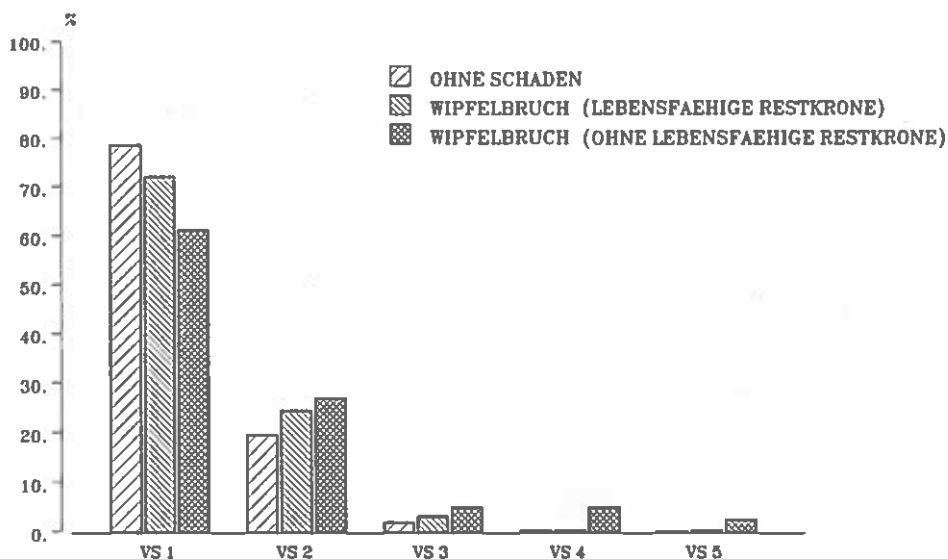


Abbildung 5: Vergleich der Häufigkeiten in den Verlichtungsstufen für Bäume ohne Schäden mit verschiedenen Wipfelbrüchen

Der Kronenzustand der Bäume mit stark abgepeitschten Seitenästen und derer mit sonstigen Schäden ist etwas schlechter als jener der ungeschädigten Prohebäume (Abb. 6). Für die sonstigen Schäden kann keine Interpretation erfolgen, da die Schadursache nicht exakt festgelegt wurde. Der schlechtere Kronenzustand der abgepeitschten widerspricht eigentlich der Aufnahmeanweisung, die diese Schäden aus der Kronenansprache ausklammert. Das Ergebnis dürfte wohl Ausdruck einer gewissen "Zwitterhaltung" der Taxatoren sein, die diese Schäden also in die Kronenansprache zum Teil doch einfließen ließen.

HAEUFIGKEITEN IN DEN VERLICHTUNGSSTUFEN FUEHR MECHANISCHE SCHAEDEEN

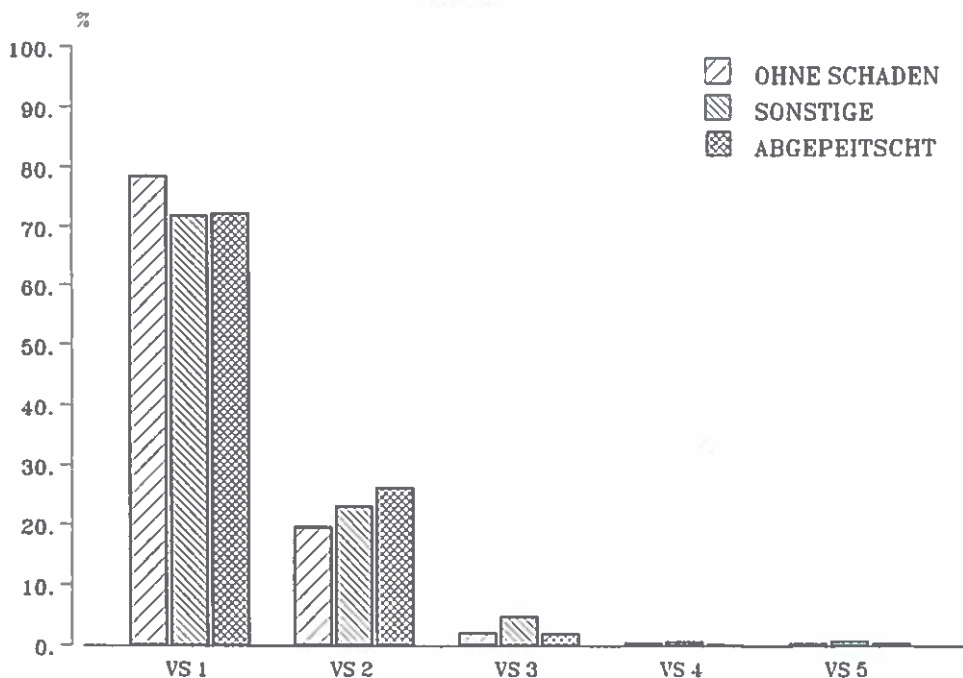


Abbildung 6: Vergleich der Häufigkeiten in den Verlichtungsstufen für Bäume ohne Schäden mit sonstigen Schäden bzw. Schäden durch abgepeitschte Seitenäste

3.2 Die Auswirkungen mechanischer Schäden auf den Kronenzustand für einzelne Bundesländer

Für das Jahr 1988 wurden mittlere Verlichtungsgrade für die einzelnen Bundesländer berechnet, getrennt nach dem Kriterium mit oder ohne mechanische Schäden. Die Ergebnisse (Tabelle 1) zeigen, daß, abgesehen von Tirol, Vorarlberg und Burgenland (Wien hat zu wenig Probeflächen), wo der Kronenzustand der geschädigten etwas schlechter als jener der ungeschädigten ist,

sich bei einer solchen Stratifizierung kaum ein Einfluß der Schäden auf den Kronenzustand nachweisen läßt. Der schlechtere Kronenzustand der Geschädigten im Westen Österreichs ist mit größter Wahrscheinlichkeit auf die etwas andere Probestammauswahl im Vergleich zum restlichen Österreich zurückzuführen. In Tirol und Vorarlberg wurden die mechanisch stärker geschädigten in die Erhebung mit einbezogen. Daraus würde folgen, daß ein Zusammenhang zwischen starken mechanischen Schäden und der Kronenverlichtung besteht. Die Ergebnisse im Burgenland sind durch die stärkere Reaktion der Kiefer im Vergleich zur Fichte auf mechanische Beschädigungen verursacht.

MVG			MVG		
LAND	MIT	OHNE	LAND	MIT	OHNE
BGL	1.63	1.52 (63%)	STMK	1.28	1.27 (65%)
Ki	1.72	1.53 (66%)	Fi	1.23	1.21 (61%)
KNT	1.19	1.19 (70%)	TIROL	1.52	1.43 (53%)
Fi	1.17	1.16 (68%)	Fi	1.50	1.39 (53%)
NÖ	1.36	1.36 (52%)	VBG	1.51	1.41 (60%)
Fi	1.32	1.27 (40%)	Fi	1.45	1.31 (56%)
OÖ	1.28	1.33 (45%)	(WIEN	1.39	1.44 (46%)
Fi	1.27	1.28 (42%)	Fi	1.38	1.36 (47%)
SBG	1.25	1.23 (63%)			
Fi	1.23	1.20 (62%)			

Tabelle 1: Mittlere Verlichtungsgrade in den einzelnen Bundesländern getrennt für mit bzw. ohne mechanische Schäden für alle Baumarten und Fichte (im Burgenland Kiefer) im Aufnahmejahr 1988

3.3 Sturmschäden und die Windwurfkatastrophe im Frühjahr 1990

Die bei der WZI gefundenen Zusammenhänge zwischen Kronezustand und mechanischen Schäden sind, wenn überhaupt vorhanden,

schwach. Dies wird zum Teil durch Einschränkungen aus der Aufnahmemethodik bedingt, es war aber auch nicht Ziel der WZI diese Zusammenhänge zu untersuchen. In manchen Bereichen erwarten wir von der ÖFI besser fundierte und detailliertere Aussagen. Nun möchte ich zum Schluß eine Auswertung präsentieren, auf die das alles nicht zutrifft. Die räumliche Verteilung der Auswirkungen der spätwinterlichen Stürme des letzten Jahres läßt sich infolge der hohen jährlichen Aufnahmedichte in dafür anfälligen Beständen durch die WZI Ergebnisse sehr gut widerspiegeln (SCHADAUER, 1991).

Die folgende Kartendarstellung beruht auf zwei Teilaufnahmen der WZI: Zum einen auf der flächenhaften Erhebung der Bestandeschäden, zum anderen auf einer seit 1990 durchgeführten Erhebung der toten und ausgeschiedenen Probestämme, bei der unter anderem die Ursache des Ausfalles festgestellt wurde (Abb. 7). Die in der Karte mit quadratischen Symbolen markierten Flächen sind jene, auf denen einzelbaumweise anhand der Untersuchung der ausgeschiedenen Probestämme Windwürfe und/oder Windbrüche unterschiedlicher Intensität im Jahr 1990 festgestellt wurden. Die Flächen, die mit Kreissymbolen versehen sind, zeigen Sturmschäden an stehenden Bäumen an. Diese sind zeitlich nicht zugeordnet und daher nur teilweise durch die Sturmkatastrophe des letzten Jahres verursacht.

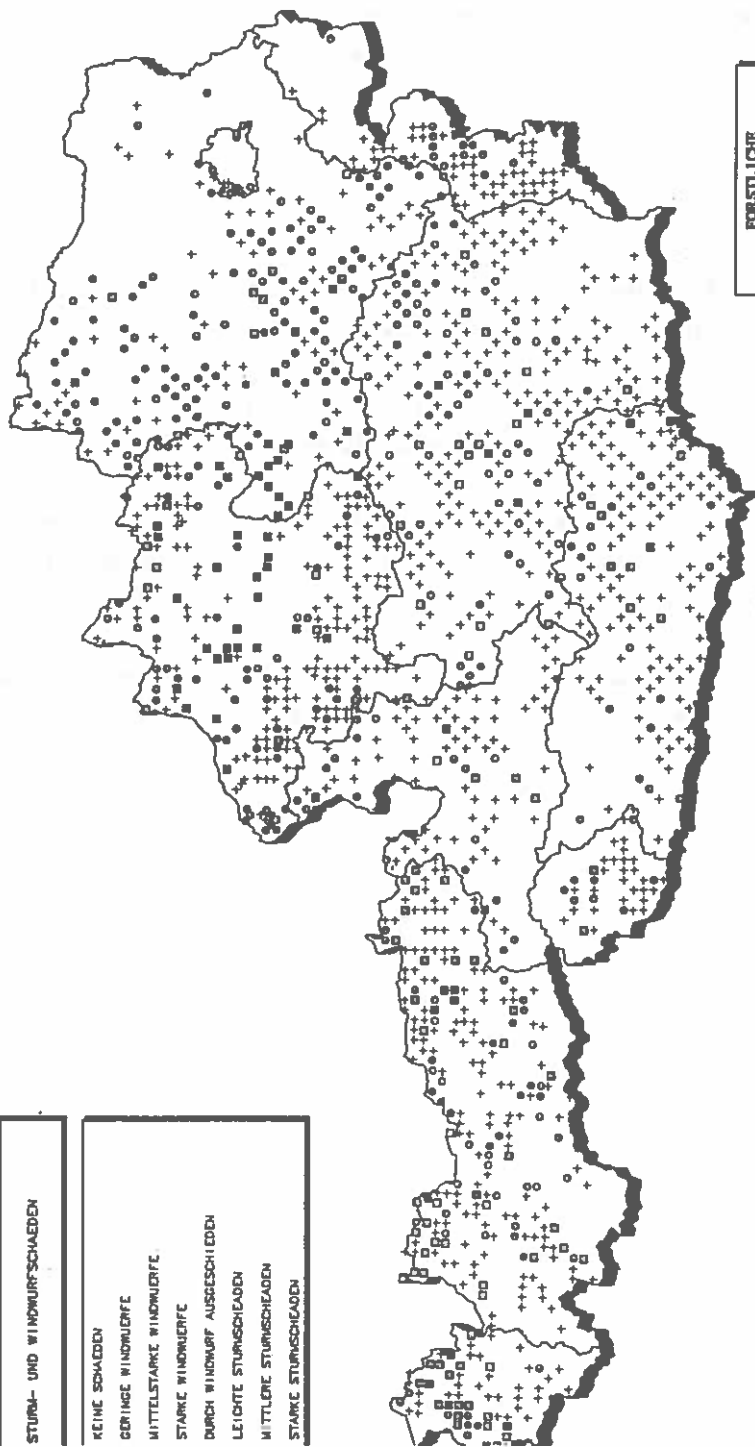
Die Sturmkatastrophe ist durch ein sehr großes Schadensgebiet gekennzeichnet. Das Zentrum der Schäden liegt südlich des Donautales im oberösterreichischen Alpenvorland und dehnt sich bis in den Bezirk Scheibbs aus. Markant ist, daß das Hauptschadensgebiet in ein waldarmes Gebiet fällt, wo nahezu alle Probestflächen stark betroffen sind, und ein großer Teil der Flächen völlig vernichtet wurde. Andere Gebiete mit stärkeren Schäden sind das Rheintal und der Bezirk Reutte. Die Schäden südlich des Inns dürften auf Föhnstürme zurückzuführen sein. Ebenso sind Schäden, die sich von Kärnten ausgehend etwa entlang der Mur-/Mürzfurche ausbreiten, durch andere Sturmereignisse verursacht.

Eine ernsthafte Quantifizierung der Schäden in Festmetern und Schillingen kann die WZI nicht bieten. Hier sind die Berechnun-

ALDZUSTANDSINVENTUR 1990

STURM- UND WINDWURFSCHÄDEN

- KEINE SCHÄDEN
- GERINGE WINDWURFE
- MITTELSTARKE WINDWURFE
- STARKE WINDWURFE
- DURCH WINDWURF AUSGESCHIEDEN
- LEICHTE STURMSCHÄDEN
- MITTLERE STURMSCHÄDEN
- STARKE STURMSCHÄDEN



FORSTLICHE
BUNDESVERSUCHSANSTALT
WIEN

Abbildung 7: Verteilung der Sturm- und
Windwurfschäden auf das Bundesgebiet

30 60 90 120 150 km

gen, welche nach den Meldungen der Bezirksforstinspektionen durchgeführt werden, aussagekräftiger.

Literatur:

FBVA, 1981: Instruktion für die Feldarbeit der Österreichischen Forstinventur 1981 - 1985, FBVA

HASZPRUNAR, J. et al., 1989: Österreichische Forstinventur - Auswertung 1981 - 1985, FBVA

POLLANSCHÜTZ, J. et al. 1985: Instruktionen für die Feldarbeit der Waldzustandsinventur nach bundeseinheitlichen Richtlinien 1984 - 1988, FBVA

SCHADAUER, K. 1991: Die Stürme im Spiegel der WZI. Österreichische Forstzeitung, Jg. 102, 2/1991, S. 8

FORSTPATHOLOGISCHE SONDERERHEBUNGEN IM RAHMEN DER ÖSTERREICHISCHEN WALDZUSTANDSINVENTUR 1984-1988

von
Hannes Krehan

1. EINLEITUNG

Die zwischen 1984-88 jährlich während der Sommermonate durchgeführten Erhebungen der Waldzustandsinventur (kurz WZI) auf den mehr als 2200 eingerichteten Dauerbeobachtungsflächen (1989 und 1990 auf reduzierter Probeflächenanzahl) erfaßten makroskopisch jene Symptome von Waldbäumen, die sich in Nadel- bzw. Blattverlusten, in Kronenverlichtungen und Kronenstrukturveränderungen etc. manifestierten. Sie erfaßten allerdings nicht, oder nur sehr unvollständig, die möglichen Einzelursachen oder Ursachenkomplexe, welche zu den Kronenverlichtungen bzw. Krankheitssymptomen führten.

In den zusätzlichen forstpathologischen Erhebungen wurden auf bestimmten WZI-Probeflächen Detailuntersuchungen durchgeführt, welche genauere Rückschlüsse auf mögliche abiotische und biotische Ursachen für charakteristische Schadsymptome ermöglichen sollen. Diese Ergebnisse sind daher - zusammen mit den Ergebnissen chemischer Nadelanalysen (Bioindikatornetz), bzw. anderen Daten über Schadstoffbelastungen und zuwachskundlichen Untersuchungen - als Interpretationsstütze geeignet.

Gleichzeitig wurde auch geprüft, inwieweit eine Übereinstimmung der im Zuge der Detailerhebungen erfaßten Symptome mit den Kennziffern und Daten der WZI-Erhebungen gegeben ist.

Weitere wichtige Kriterien, die bei den forstpathologischen Untersuchungen erhoben wurden, waren die quantitative Erfassung, sowie die räumliche und zeitliche Ausdehnung bestimmter charakteristischer Schädlinge bzw. Schadfaktoren wie z.B. der Kiefernbuschhornblattwespe oder der Schneebruchschäden. Probebäume mit

auffälligen, vom Boden nicht eindeutig zuordenbaren Schadsymptomen wurden zum Zwecke genauerer Analysen gefällt.

Die forstpathologischen Sondererhebungen im Rahmen der WZI wurden im März des Jahres 1986 begonnen und umfaßten insgesamt 95 Probeflächen, davon 34 Kiefern-, 28 Fichten-, 14 Tannen- und 19 Buchenprobeflächen. Abgeschlossen wurden diese Erhebungen im Frühjahr 1987. In diesem Bericht werden die Ergebnisse der Untersuchungen der Kiefern- und Fichtenprobeflächen zusammengefaßt wiedergegeben. Eine ausführliche Darstellung findet sich bei KREHAN und HAUPOLTER (1987) bzw. KREHAN (1988).

2. KIEFERNBESTÄNDE - BUCKLIGE WELT

2.1. Methodik

Die Untersuchungen der Weißkiefer (*Pinus silvestris* L.) erstreckten sich über das Gebiet der Buckligen Welt, wobei in der BFI Neunkirchen 16, in der BFI Burgenland Süd 13 und in der BFI Hartberg 5 Probeflächen aufgenommen wurden. Besonderes Augenmerk wurde auf jene Probeflächen gelegt, die laut WZI-Ergebnis 1985 einen durchschnittlichen Verlichtungsgrad größer als 1,5 gezeigt hatten. Um aber zumindest teilweise flächendeckende Aussagen treffen zu können, wurden auch jene Probeflächen mit "gutem" Kronenzustandsindex (lt. WZI-Ansprache 1985) in die Untersuchungen einbezogen, die im Raster zwischen den "schlechten" lagen.

Vorerst wurde für die Baumart Kiefer ein Aufnahmeformular entsprechend deren artspezifischen Merkmalen entworfen, in welchem alle makroskopisch erkennbaren Schadsymptome aufgelistet wurden. Die auf den Probeflächen an den einzelnen Probebäumen auftretenden Schadsymptome konnten nun einheitlich nach Quantität und örtlichem Vorkommen für die nachfolgende Auswertung eingetragen werden.

Grundsätzlich erfaßten wir nur jene Symptome, welche eindeutig mit freiem Auge oder mit Hilfe einer Lupe oder eines Fernglases diagnostizierbar waren. Auf jenen Probeflächen auf wel-

chen Probebäume gefällt werden durften, war eine wesentlich effizientere Symptombeschreibung möglich und es traten manchmal Symptome zum Vorschein, welche am stehenden Baum nicht eindeutig oder überhaupt nicht hätten erkannt werden können (z.B. Hagelschäden, Schildlausbefall oder Stammfäulen). Wir konnten jedoch nur in relativ wenigen Fällen Probebäume fällen lassen, da nicht immer das Einverständnis der Grundeigentümer gegeben war, bzw. nicht von den jeweiligen Bezirksforstinspektionen erwirkt werden konnte.

Die quantitative Erfassung bestimmter Symptome wurde im allgemeinen mit Hilfe von relativen Intensitätszahlen angegeben.

2.2. Ergebnisse

2.2.1. Vergleich der WZI-Ansprache mit der forstpathologischen Sondererhebung

Vergleicht man die durchschnittlichen Verlichtungsgrade (Kronenindizes) der einzelnen Probeflächen, die von den WZI-Mitarbeitern der STUGES (Studiengesellschaft für Bauernfragen) bzw. von Landesbediensteten im Spätsommer 1986 ermittelt wurden, mit denen die im Rahmen der Sondererhebungen im April und Mai erfaßt wurden und die auf einer möglichst exakten Anschätzung der Gesamtbenadelung beruhen, so ergeben sich zum Teil beträchtliche Abweichungen.

Auf das gesamte Untersuchungsgebiet bezogen lag die Differenz jedoch innerhalb des in der Literatur beschriebenen üblichen Bereiches (Tab. 1). Bei einem größeren Kollektiv von Probeflächen heben sich offensichtlich die Unterschiede in den Kronenansprachen der einzelnen Taxatorengruppen auf, was auch darauf zurückzuführen ist, daß ein Teil der Taxatoren entweder konstant "schlechter" - im Sinne eines höheren durchschnittlichen Verlichtungsgrades - ansprach, oder konstant "besser" taxierte, also bei den einzelnen Probeflächen einen geringeren Verlichtungsgrad ermittelte.

Tabelle 1: Vergleich der Kronenansprachen bei der forstpathologischen Sondererhebung (April, Mai) mit der WZI-Sommererhebung 1986.

BFI	mittlerer Verlichtungsgrad			
	Forstpatho.	Differenz	WZI 1986	mittl. Abweichung
Neunkirchen (16 Probe- flächen)	1,70	+0,08	1,78	0,37
Hartberg (5)	1,79	-0,41	1,38	0,41
Burgenland/S (13)	1,83	+0,12	1,95	0,69
Gesamtunter- suchungsgebiet	1,76	+0,03	1,79	0,50

Eine mögliche Erklärung dafür dürfte die schon Mitte August 1986 - also zu einem Zeitpunkt wo ein Teil der WZI-Mitarbeiter die Kronenansprachen der Kiefern in diesem Gebiet noch vor sich hatte, während andere Taxatoren diese bereits Ende Juli abgeschlossen hatten - in Erscheinung getretene natürliche Nadel-schütte sein.

Die bei einigen Probeflächen besonders prägnanten Differenzen in den Kronenansprachen zwischen der WZI-Aufnahme im Spätsommer und unseren Erhebungen im Frühjahr (siehe mittlere Abweichung in Tab. 1) waren jedoch mit großer Wahrscheinlichkeit auf die unterschiedlichen subjektiven Ansprachekriterien, die bei der Kiefer trotz gemeinsamer Einschulung und einheitlichen Richtlinien schwer auszuschalten sind, zurückzuführen.

2.2.2. Beschreibung und Vorkommen der aufgenommenen Symptomkategorien

Eine Übersicht über die wichtigsten, bzw. am häufigsten in den Untersuchungsgebieten vorgekommenen Schadfaktoren sollen die Abbildungen 1a und 1b geben. Man kann daraus entnehmen, daß der Großteil der beschriebenen Schadfaktoren auf einem relativ hohen Anteil der Flächen auftrat, daß sich diese Schadsymptome allerdings mit nur geringer mittlerer Intensität bemerkbar machten. Das heißt, daß jene Probebäume, welche ein bestimmtes Schadsymptom erkennbar zeigten, von diesem nur "einzeln" (schwach) betroffen waren.

Es sei aber an dieser Stelle darauf hingewiesen, daß eine starke Schädigung (Intensität 3 oder 4) einiger weniger Bäume für das Bestandesbild (Bestandesstruktur, Schlußgrad, Bestockungsgrad etc.) eines Waldbestandes weniger "gefährlich" ist, als eine schwache Schädigung (Intensität 1 oder 2) des Großteiles der Bäume. Außerdem erhöht sich damit die Disposition des Bestandes für andere, bisher noch nicht wirksam gewesene Schadfaktoren.

Auf Grund dessen wurden den einzelnen Schadsymptomen Schädigungszahlen zugeordnet. Diese Schädigungszahl, die für jeden Schadfaktor pro untersuchter Probefläche ermittelt wurde, ist ein Produkt aus der Häufigkeit (Prozentangabe der betroffenen Probebäume der Probefläche) der Gewichtung der Prozentangabe (1=0-10%, 2=11-20%, 3=21-30% usw.) und der mittleren Intensität (1,0-4,0).

Für den zum Teil sehr schlechten Kronenzustand der Kiefer - 91% der Probeflächen erhielten einen durchschnittlichen Verlichtungsgrad von mehr als 1,5, in der BFI Burgenland/Süd und Hartberg wurden sogar 22% schlechter als 2,0 bewertet - kommt eine Vielfalt von möglichen Ursachen in Frage:

Abb.1a: Zusammenstellung d. wichtigsten Schadsymptome

16 Kiefernprobestflächen (668 untersuchte Probestbäume) BFI Neunkirchen (NÖ)

Symptome	durchschnittliche Prozent-Anzahl d. betroffenen Probestbäume	Probestflächen	mittlere Intensität (1-4)
Waldgärtner	23	88	1,1
Diprioniden	4	44	1,2
Schildläuse	-	50	1,3
Misteln	14	63	2,9*
Triebverkürzungen	10	63	1,6
abgebrochene Triebe	4	50	1,05
vertrocknete Triebe	6	56	1,3
Wipfelbruch	16	81	-
Stammschäden	6	75	1,3
Sturm-(Scheuer-)schäden	11	56	1,4
Hagel	-	69	-
Blüheffekt (Wipfel)	3	31	1,4
Blüheffekt (Kronenmitte)	19	88	1,3

* durchschnittl. Anzahl/bef. Baum

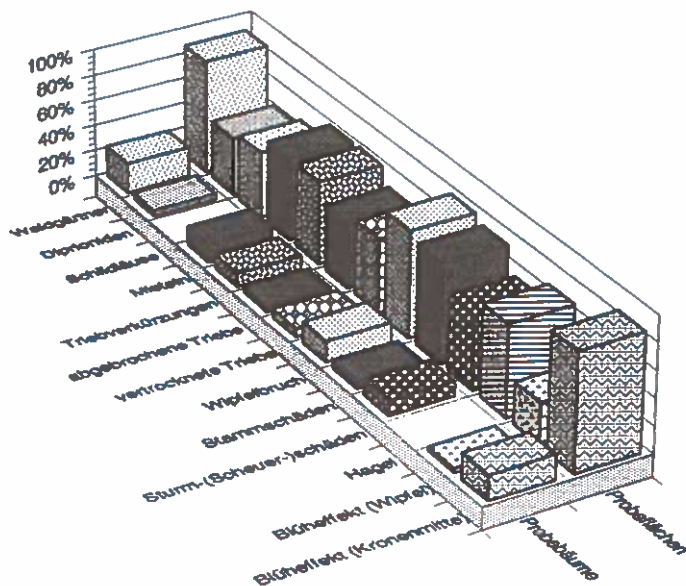
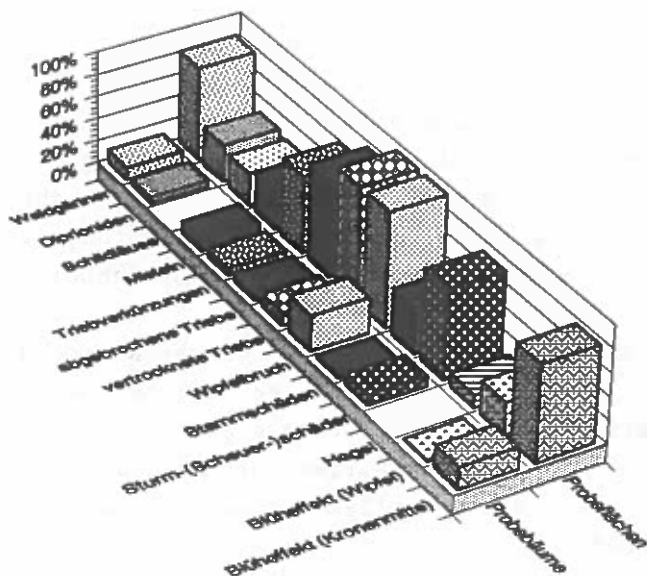


Abb. 1b: Zusammenstellung d. wichtigsten Schadsymptome

18 Kiefernprobestflächen (673 untersuchte Probestbäume) BFI Bgld.Süd u. Hartberg (St)

Symptome	durchschnittliche Prozent-Anzahl der betroffenen		
	Probestbäume	Probestflächen	mittlere Intensität (1-4)
Waldgärtner	11	83	1
Diprioniden	5	33	1,5
Schildläuse	-	28	1
Misteln	10	33	3,3*
Triebverkürzungen	6	67	1,6
abgebrochene Triebe	6	83	1,3
vertrocknete Triebe	11	100	1,2
Wipfelbruch	31	100	-
Stammschäden	1	39	1,1
Sturm-(Scheuer-)schäden	9	78	1,2
-lagel	-	11	-
Blühfekt (Wipfel)	1	28	1
Blühfekt (Kronenmitte)	19	83	1,3

* durchschnittl. Anzahl/bef. Baum



2.2.2.1. Waldgärtner - Triebfraß

Die Bedeutung des Waldgärtners, *Tomicus piniperda* bzw. *Tomicus minor* als Dauerschädling in den Kiefernforsten der Buckligen Welt, aber auch im angrenzenden Burgenland ist gegenwärtig sehr groß. Die Spuren des Reifungsfraßes der Jungkäfer bzw. des Regenerationsfraßes der Altkäfer in den Wipfelregionen der Kiefern waren 1986 weitverbreitet sichtbar. Für die betroffenen Probäume stellten die Schäden (vertrocknete, ausgehöhlte oder abgebrochene Triebe) durch den Waldgärtner jedoch keine akute Gefahr dar, da sie fast immer nur in geringer Intensität auftraten (mittlere Intensität 1,08 bzw. 1,00). Verbreitungsschwerpunkte waren der Raum Feistritz, Scheiblingkirchen und Seebenstein (BFI Neunkirchen).

2.2.2.2. Mistelbesatz

Der gebietsweise außerordentlich starke Befall der Weißkiefer mit *Viscum album* stellt eine akute Gefährdung für die betroffenen Bestände dar. Möglicherweise dürfte die Ausbreitung der Misteln in den Kiefernkronen mit der Auflichtung der Bestände als Folge von Windwürfen bzw. Wipfelbrüchen (Schnee, Sturm) im Zusammenhang stehen.

In der BFI Neunkirchen war eine Übereinstimmung - von wenigen Ausnahmen abgesehen - zwischen den Probeflächen mit erhöhtem Mistelbefall und jenen, bei welchen Sturm-, Hagel- und/oder Kronenbruchschäden gefunden wurden, gegeben. Im Burgenland und in Hartberg korrelieren vor allem die Wipfelbruchschäden mit erhöhtem Mistelbefall.

Bricht ein Ast oder die gesamte Krone als Folge von Schneedruck oder Sturm an einer Stelle ab, wo bereits Senker von *Viscum album* vorhanden sind, so kann sich die äußerst lichtbedürftige Mistel auf Grund des nun verstärkt einfallenden Lichtes wesentlich besser entwickeln. Auf diese Weise entstehen große Mistelkröpfe, die, hätten sie sich unter einem dichten Kronen-

dach befunden, nicht lebensfähig gewesen wären.

2.2.2.3. Schildlausbefall

Auf 41% aller Probeflächen konnte Schildlausbefall an den Nadeloberflächen bzw. in den Nadelscheiden festgestellt werden; auf 3 Flächen sogar mit erhöhter Intensität. Die Zahl der betroffenen Kiefernbestände dürfte jedoch wesentlich höher liegen, da das Auffinden der durch ihre Saugtätigkeit an den Nadeln schädlichen Schildläuse nur dann möglich war, wenn frisch abgebrochene Triebe am Boden vorzufinden waren oder Probestämme gefällt werden konnten (an 12 von 18 gefällten Kiefern konnten Schildläuse nachgewiesen werden).

Von den abiotischen Schadfaktoren sind vor allem Wipfelbruch und Hagel zu nennen.

2.2.2.4. Wipfelbruch (Schneebruch - Ersatzwipfelbildung)

In der BFI Neunkirchen konnte auf 81%, im burgenländisch-steirischen Gebiet auf 100% aller Probeflächen Wipfelbruchschäden nachgewiesen werden. Wobei aber deutlich hervorsticht, daß im niederösterreichischen Raum die Schädigungszahlen relativ gering waren. In der BFI Burgenland/Süd bzw. Hartberg bildeten die Waldbestände in denen mehr als 25% aller Bäume - das entspricht einer Schädigungszahl von mehr als 75 (Intensität bei Wipfelbruch stets 1) - durch Wipfelbruch geschädigt waren, die überwiegende Mehrheit. Dies dürfte vorwiegend auf den schlechten Pflegezustand der dortigen Kiefernbestände zurückzuführen sein. Zuletzt hat im November 1985 ein massives Schneebruchereignis in diesen Gebieten stattgefunden.

2.2.2.5. Hagel

Die durch Hagelschlag verursachten Schäden, vorwiegend an der Oberseite der Triebe und Äste, führen in den meisten Fällen zu einer empfindlichen Schädigung des Kambialbereiches. Bei besonders starkem Hagelschlag im Sommer können sogar Triebe abgeschlagen werden, sodaß die Kronen derart geschädigter Bäume merkwürdig "zerzaust" und verlichtet erscheinen.

Im burgenländischen Untersuchungsgebiet war das tatsächliche Ausmaß der Schäden infolge Hagelschlages sicher höher als auf Grund der forstpathologischen Erhebungen festgestellt werden konnte, da keine Probestämme zur genaueren Begutachtung der Kronen gefällt werden konnten.

Die nun folgend angeführten Schadsymptome sind, sofern sie nicht mit anderen Faktoren gemeinsam aufgetreten sind, unspezifisch. Das heißt, daß das Vorhandensein dieser Symptome alleine keinen eindeutigen Schluß auf einen bestimmten Verursacher möglich machte.

vertrocknete Triebe

Triebverkürzungen

verkürzte Nadeln (sofern nicht eindeutig Blattwespenfraß zugeordnet)

Nadelverfärbungen

blühbedingtes Fehlen von Nadeln im Lichtkronenbereich (Blühefekt)

Adventiv- (Ersatz-)triebbildung (gilt nicht als Schadsymptom im eigentlichen Sinne)

Ein Zusammenhang zwischen Schadstoffbelastung (Schwefelgehalte in den Nadeln laut Bioindikatornetz = BIN) und dem Ausmaß der sichtbaren Schädigung der Kiefern konnte nicht nachgewiesen werden.

2.3. DISKUSSION UND SCHLUSSFOLGERUNGEN

2.3.1. Aussagekraft der Schädigungszahlen der Schadsymptome

Abb.2 zeigt die Verteilung der Gesamtschädigungszahlen auf die untersuchten Kiefernprobeflächen im Bereich der Buckligen Welt. Dabei wurden die Flächen in drei Klassen geteilt:

Klasse 1 (hell punktiert): Schädigungszahl bis 400

Klasse 2 (dunkel schraffiert): Schädigungszahl von 401 bis 1000

Klasse 3 (schwarz): Schädigungszahl über 1000

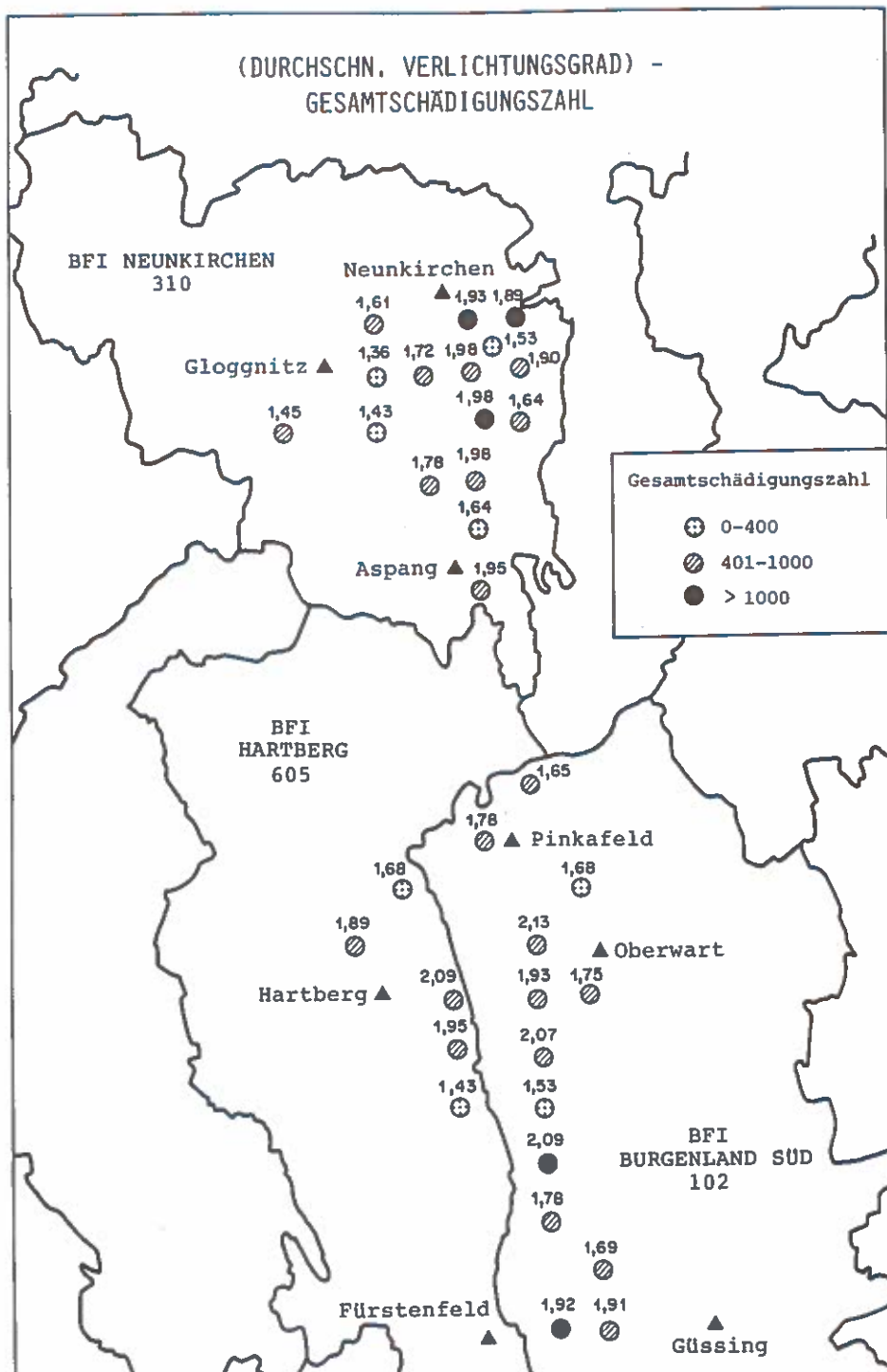
Bringt man nun die WZI Kronenindizes zu diesen Gesamtschädigungszahlen in Beziehung, so zeigt sich, daß alle "schwarzen" Probeflächen einen mittleren Kronenzustand von knapp unter 2 erhielten. In die Klasse 2 fiel eine Vielfalt von Probeflächen mit den unterschiedlichsten WZI-Indizes hinein (1,45 - 2,13). Während nur jene Probeflächen, die einen Kronenzustand um 1,5 aufwiesen, auf alle Fälle aber unter 1,7, in der Klasse 1 mit geringer Schädigungszahl aufschienen.

Erst ab einer Schädigungszahl eines Einzelsymptoms über 200, das würde etwa einem Auftreten eines Schadsymptoms bei 33% aller Probebäume mit einer mittleren Intensität von 1,5 entsprechen, steigt die Wahrscheinlichkeit, daß sich der Kronenzustandsindex auf über 1,7 anhebt. Aber auch hier ist ausreichende Sicherheit noch nicht gegeben. Trat ein Symptom bei mehr als der Hälfte aller Probebäume, selbst bei geringer mittlerer Intensität in Erscheinung, so war mit bereits großer Wahrscheinlichkeit eine deutliche Verschlechterung des Verlichtungsgrades (Mittelwert 1,98 bei einer Standardabweichung von 0,076) die Folge.

Es konnte kein gesicherter Nachweis darüber erbracht werden, daß das Vorhandensein eines Schadsymptomes in größerer Menge das Auftreten eines anderen induzierte. Bestimmte Schadsymptome traten gehäuft gemeinsam auf.

Probeflächen mit annähernd gleichem mittleren Kronenindex wiesen oft nicht nur unterschiedliche Gesamtschädigungszahlen

(DURCHSCHN. VERLICHTUNGSGRAD) -
GESAMTSCHÄDIGUNGSZAHL



auf, sondern zeigten auch völlig differenzierte Schadsymptomkomplexe, wodurch ein sehr heterogenes Bild der Kiefernbestände gegeben war.

2.3.2. Beurteilung der WZI - Ansprachen

Das vielfach vorgebrachte Argument, burgenländische Kiefern (Kiefern, die bereits bis zu einem gewissen Grad unter pannonischem Klimaeinfluß stehen) sähen anders aus, sie hätten weniger Nadeljahrgänge als Kiefern aus den Alpen- bzw. dem Alpenvorland, konnte nicht eindeutig widerlegt werden, war aber andererseits auch nicht allgemein beweisbar. Wir konnten nur feststellen, daß die "besten" burgenländischen und steirischen Weißkiefern zum Zeitpunkt der Aufnahme (April-Mai) vom dritten Nadeljahrgang nur noch 2-7% und vom vierten überhaupt keine Nadeln mehr besaßen, während die Neunkirchner Kiefern mit Kronenzustand 1 vom dritten Jahrgang (1983) noch 24% und vom vierten 1% der Nadeln an ihren Trieben besaßen.

Tabelle 2: Durchschnittliche Nadelmenge pro Nadeljahrgang der Bäume mit Kronenzustand 1 in Prozent

BFI	Anzahl d. Bäume	1985	1984	1983	1982
Neunkirchen	214	94,75	77,84	24,38	1,08
Burgenl./Süd	109	95,60	81,10	2,29	-
Hartberg	48	96,56	80,00	7,41	-

Der Anteil der sogenannten "Musterbäume" an den Kiefern mit Kronenzustand 1 ist jedoch in Neunkirchen wesentlich höher gewesen als im burgenländisch-steirischen Raum, wo Bäume an der unteren Grenze zum Kronenzustand 1 den Hauptanteil bildeten.

Ein nicht weniger bedeutender Unterschied zwischen den niederösterreichischen und den untersuchten burgenländischen Kiefernbeständen dürfte der schlechte Pflegezustand sein. Bei 54%

der erhobenen Probeflächen wurde in Burgenland/Süd ausgesprochen "schlechter Pflegezustand" festgestellt (in Hartberg 30%), was den hohen Anteil oft mehrmals gebrochener Wipfel erklärt. Wohl konnten in Neunkirchen auch nur selten Pflegemaßnahmen z.B. anhand frischer Baumstöcke im nachhinein festgestellt werden, besonders auffallend schlechten Pflegezustand bemerkten wir jedoch nur auf einer Fläche.

Ein schlechter Pflegezustand (Kronenpflege, Durchforstung) läßt Bäume von vornherein schlechter aussehen als ein guter. Die Tatsache, daß 46% der südburgenländischen WZI-Probeflächen weitgehend als für die WZI-Aufnahme ungeeignet angesehen wurden (Probebäume zu alt, Protzen und Unterdrückte als Probebäume, Wege führen mitten durch die Probefläche), ist ebenso eine Erklärung für den schlechten Kronenzustand wie die zum Teil sehr ungünstigen, nährstoffarmen, flachgründigen Standorte auf denen viele Kiefern ihr Dasein fristen.

Es müßte daher bei der Kronenansprache im Rahmen der WZI und neuerdings des WBS darauf geachtet werden, ob eine Kiefer in einem schlechten Allgemeinzustand erscheint, z.B. kurze Trieb-längen oder geringe Nadelmengen besitzt, weil sie auf Grund der gegebenen Wuchsbedingungen (Standort, Boden) nicht besser gedeihen kann, oder ob sie durch irgendeine Schadeinwirkung diesen Zustand erhalten hat.

3. FICHTENBESTÄNDE IM AUSSERFERN (TIROL) UND IM GRENZNAHEN GEBIET DES MÜHL- UND WALDVIERTELS

Die forstpathologischen Untersuchungen an Probeflächen der Waldzustandsinventur an der Baumart Fichte wurden im Juni 1986 in zwei charakteristischen grenznahen Gebieten durchgeführt, in denen man eine Einwirkung von (Fern-) Immissionen aus dem benachbarten Ausland auf die Waldbestände für wahrscheinlich hielt.

Im Tiroler Außerfern, am Nordrand der Alpen, wird der "schlechte Gesundheitszustand" der dortigen Wälder hauptsächlich

schrieben. Im Wald- und Mühlviertel vermutet man erhöhten Schadstoffimport aus dem tschechoslowakischen Gebiet.

Anhand der forstpathologischen Untersuchungsergebnisse (Schadsymptomerfassung) gemeinsam mit den Kennziffern der WZI-Erhebungen (durchschnittlicher Verlichtungsgrad der Probeflächen) bzw. mit immissionskundlichen Daten (Bioindikatornetz, Landes-Immissionskataster), wurden die wichtigsten, in diesen Gebieten in Frage kommenden biotischen und abiotischen Schadursachen in ihrer Wirkung gegeneinander abgewogen. Und damit sollte auch versucht werden, der Frage der möglichen Auswirkung forstschädlicher Luftverunreinigungen auf das Kronenbild der Fichtenbestände nachzugehen.

3.1. Beschreibung und Vorkommen der aufgenommenen Symptomkategorien

Die Abbildungen 3a und 3b geben einen Überblick über die wichtigsten, bzw. in den beiden Untersuchungsgebieten am häufigsten vorgekommenen Schadfaktoren.

Vergleicht man das Tiroler mit dem niederösterreichisch-oberösterreichischen Untersuchungsgebiet, so traten in beiden an sich stark differierenden Fichtenverbreitungsarealen auf dem Großteil der Probeflächen Wurzelschäden und damit in engem Zusammenhang stehende Schäden durch Fäule auf.

Den Wurzelschäden wurden in Tirol eine Gesamtschädigungszahl von 1018 (im Schnitt 93) und im Wald- und Mühlviertel von 1706 (122) zugeordnet. Es sind jedoch im Außerfern für die Schäden im Wurzelbereich und die damit verbundenen Fäuleschäden in erster Linie die weitverbreitete Waldweidebelastung (auf 62% der Probeflächen), aber auch Steinschlagschäden (54%) verantwortlich, während in der Böhmischen Masse die Schädigungen vorwiegend durch unsachgemäße Fällung (79%) und Holzrückung (86%) verursacht wurden.

Abb.3a: Zusammenstellung d.wichtigsten Schadsymptome

13 Fichtenprobeflächen (370 untersuchte Probebäume) BFI Reutte (Tirol)

Symptome	durchschnittliche Prozent-Anzahl der betroffenen Probabäume	Probeflächen	mittlere Intensität (1-4)
(Rot-)Fäule	18,6	100	2
Borkenkäfer	3,2	31	2
Fl.-Ri.-Nagekäfer	4,9	23	1,4
andere Insekten	5,7	23	1,4
Wipfelbruch, Ersatzwipfel	2,2	54	-
Hagel	-	15	2
Lieferschäden	4,9	46	1,7
Steinschlag	11,4	54	1,6
Schältschäden	3,5	23	1,6
Wurzelschäden	15,4	85	1,6
Nadelverfärbung	8,9	69	1,7
verkürzte Nadeln	12,6	67	1,4
Adventivtriebe	13,2	50	1,5
Triebverkürzungen	6,5	50	1,7
vertrocknete Triebe	39,1	92	1,6
Waldweide	-	62	1,8

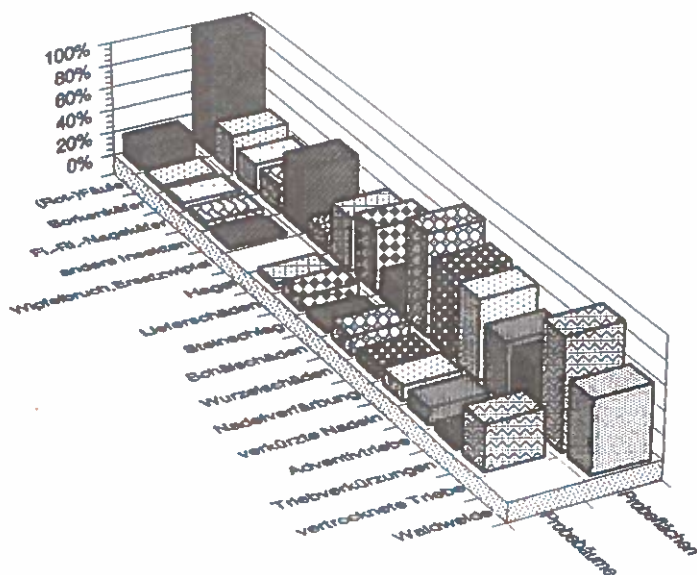
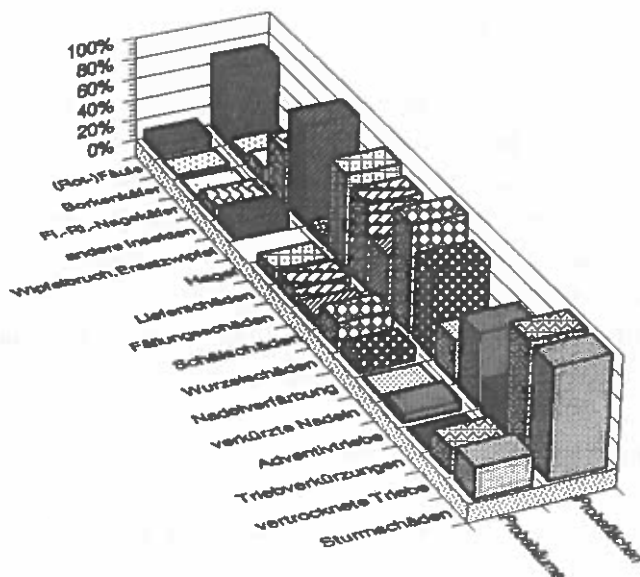


Abb.3b: Zusammenstellung d.wichtigsten Schadsymptome

14 Fichtenprobestflächen (450 Probestbäume) BFI Waidhofen/Th (NÖ) u. Freistadt (OÖ)

Symptome	durchschnittliche Prozent-Anzahl der betroffenen Probestbäume	Probestflächen	mittlere Intensität (1-4)
(Rot-)Fäule	10,2	71,4	1,5
Borkenkäfer	0,9	7,1	2
Fi.-Ri.-Nagekäfer	1,6	14,3	1,5
andere Insekten	11,1	50	1,2
Wipfelbruch, Ersatzwipfel	15,3	92,9	-
Hagel	-	7,1	1
Lieferschäden	10,4	85,7	1,5
Fällungsschäden	13,8	78,6	1,7
Schälsschäden	7,6	50	1,5
Wurzelschäden	23,8	100	1,7
Nadelverfärbung	11,6	78,6	1,1
verkürzte Nadeln	2,2	35,7	1,1
Adventivtriebe	8	64,3	1,1
Triebverkürzungen	0,9	28,6	1,2
vertrocknete Triebe	21,8	100	1,3
Sturmschäden	28,4	100	1,3



Von den unspezifischen Schadsymptomen sind in beiden Untersuchungsgebieten weitaus am häufigsten vertrocknete, absterbende Triebe festgestellt worden; in Reutte sogar bei 39,1% aller untersuchten Probebäume (Gs. 6033, im Schnitt 503), im Bezirk Freistadt und Waidhofen bei knapp 22% der Fichten (Gs. 1838, i.S. 131). In beiden Fällen war die mittlere Intensität relativ gering.

Die Gesamtschädigungszahlen der einzelnen Probeflächen sind bezüglich der Extremwerte in beiden Untersuchungsgebieten stärker differenziert und korrelieren mit den durchschnittlichen Verlichtungsgraden der Probeflächen besser als bei den Kiefernprobeflächen in der Buckligen Welt.

3.2. UNTERSUCHUNGSGEBIET AUSSERFERN (BFI REUTTE)

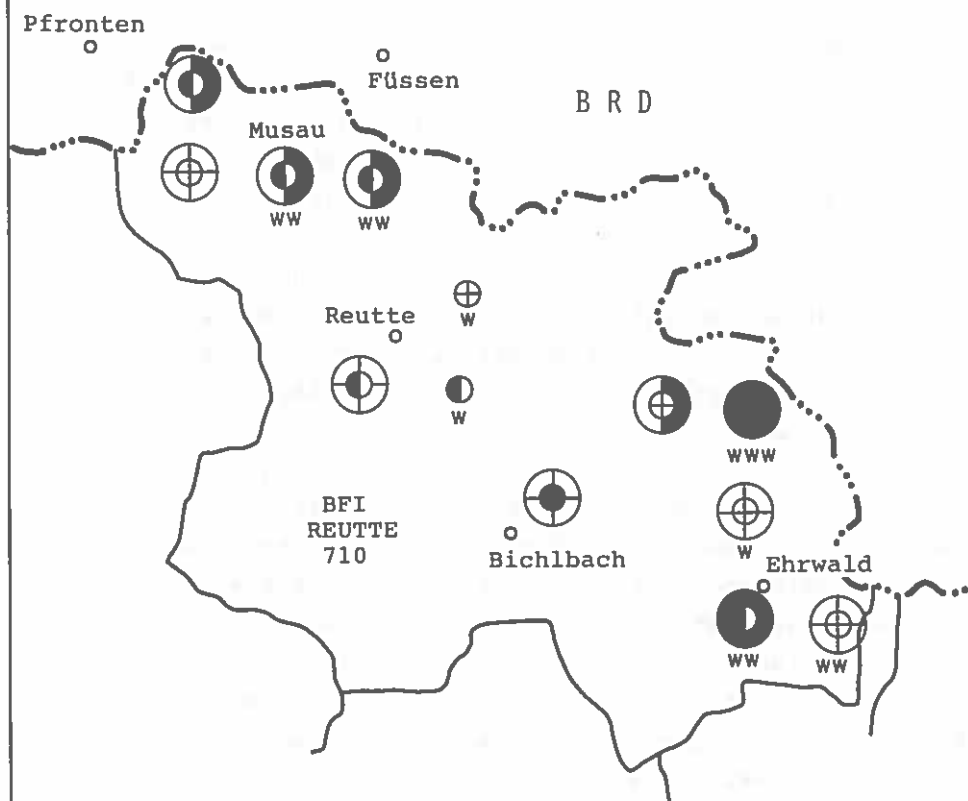
3.2.1. Biotische Schadfaktoren

Die in den letzten Jahren wieder zunehmende Belastung der Tiroler Bergwälder durch Wild und Weidevieh stellen nach unseren Erhebungen eine wesentlich größere Gefährdung als z.B. Schäden durch Insekten oder Nadelpilze dar. Es besteht ein enger Zusammenhang zwischen der Trittbelastung des Waldbodens durch Wild und Weidevieh, den damit verbundenen an den harzenden Wunden der meist oberirdisch verlaufenden Wurzelstränge erkennbaren Wurzelschäden und dem Auftreten von Stamm- und Wurzelfäulen (Abb. 4).

3.2.2. Abiotische Schadfaktoren

Die Schäden durch Sturm, Eisanhang, Hagel und Schnee waren in diesem Untersuchungsgebiet offensichtlich nur von lokaler Bedeutung, sofern sich diese durch die Beurteilung von stehenden Probebäumen genau feststellen ließen (Hagel). Es ist aber aufgefallen, daß gerade auf den Probeflächen mit den höchsten Verlichtungsstufen in Ehrwald Schöberle und Bichlbach Hagelspuren nachgewiesen werden konnten. Es ist also ein Zusammenhang zwi-

FÄULE, WURZELSCHÄDEN UND WALDWEIDE



Schädigungszahl

Fäule Wurzelschäden Waldweide
(Intensitätsstufen)

0	○		
1-50	⊕	⊕	w.....einzeln
51-200	◐	◐	ww....deutlich
> 200	●	●	www...größtenteils

schen Kronenverlichtungen von Fichten und Hagelschlag ähnlich wie bei der Kiefer durchaus möglich.

3.2.3. Unspezifische Schadsymptome

Ein Baum reagiert je nach Konstitution auf eine vorangegangene Schädigung oder Schwächung mit den bekannten, meist noch mehrere Jahre lang sichtbaren Symptomen wie Nadelverlust, Nadelverfärbung, Nadel- und Triebverkürzung, vertrocknete Triebe, Ersatztriebbildung usw. die dann allgemein als Symptome des Waldsterbens bezeichnet werden, aber nur geringe Aussagekraft über die eigentlichen Ursachen dieser Reaktion des Baumes haben.

Im Tiroler Untersuchungsgebiet traten eine ganze Reihe solcher Schadsymptome auf, deren zugeordnete Schädigungszahlen 65% der Gesamtschädigungszahl ausmachten (Abb.5). Besonders häufig kamen die schon erwähnten vertrockneten Triebe vor, jedoch auch Nadelverfärbungen (meist oberseitige Vergilbungen) sowie Trieb- und Nadelverkürzungen konnten wiederholt festgestellt werden.

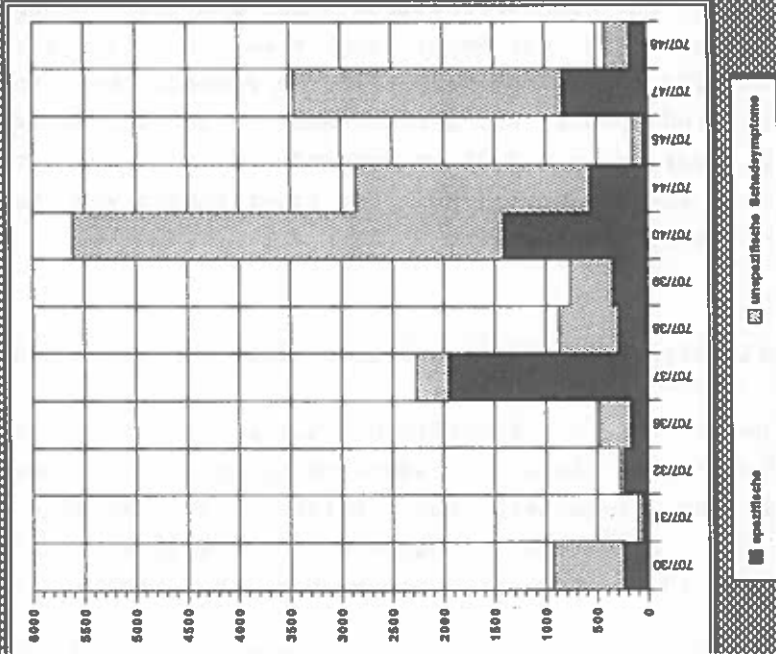
Ein sehr interessantes Phänomen als Zeichen der Abwehrreaktion bzw. der Regenerationsfähigkeit der Fichten konnte auf manchen Probeflächen in ausgeprägter Form festgestellt werden. Die "normalen" Seitentriebe, vorwiegend des mittleren Kronenbereiches, erschienen zum Teil völlig entnadelt und vertrocknet, sie wurden jedoch seit etwa 7-10 Jahren (Schadereignis 1979 bzw. 1976) durch Ersatztriebe, den sogenannten Proventiv- oder Adventivtrieben, ersetzt, deren Knospen vom Baum nach dem Schadereignis aktiviert worden sind.

3.3. UNTERSUCHUNGSGEBIET WALD- UND MÜHLVIERTEL

3.3.1. Biotische Schadfaktoren

Insektenschäden spielen auf den untersuchten Probeflächen des Wald- und Mühlviertels nur eine untergeordnete Rolle. Eine mögliche Beteiligung von saugenden Schädlingen (Läusen, Spinnmil-

Gesamtschädigungszahlen der einzelnen WZJ-Probeflächen (BFI-Routine)



Gesamtschädigungszahlen der WZJ-Probeflächen (Wald- u. MÜHIVertel)

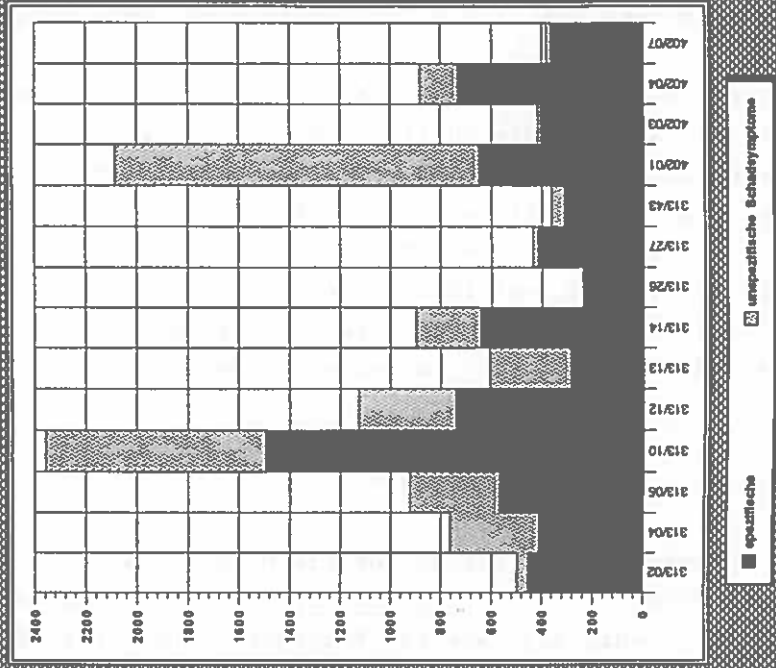


Abbildung 5:

ben, Zwergzikaden) an der schwachen Gelbsprenkelung vieler Fichtennadeln ist sehr wahrscheinlich jedoch nicht genauer überprüft worden.

Rotfäule ist im Untersuchungsgebiet an 10,2% aller Probebäume festgestellt worden. Sie dürfte jedoch noch weiter verbreitet sein, wenn man berücksichtigt, daß theoretisch jeder Stamm, der durch unsachgemäße Fällung oder Lieferung bzw. durch Schälung (Wild) verletzt wurde, bereits mit einem Wundfäuleerregerpilz infiziert sein kann. Abbildung 6 zeigt die Verbreitung der Fäule im Untersuchungsgebiet und setzt die festgestellten Liefer-, Fällungs- und Wurzelschäden in Beziehung dazu.

3.3.2. Abiotische Schadfaktoren

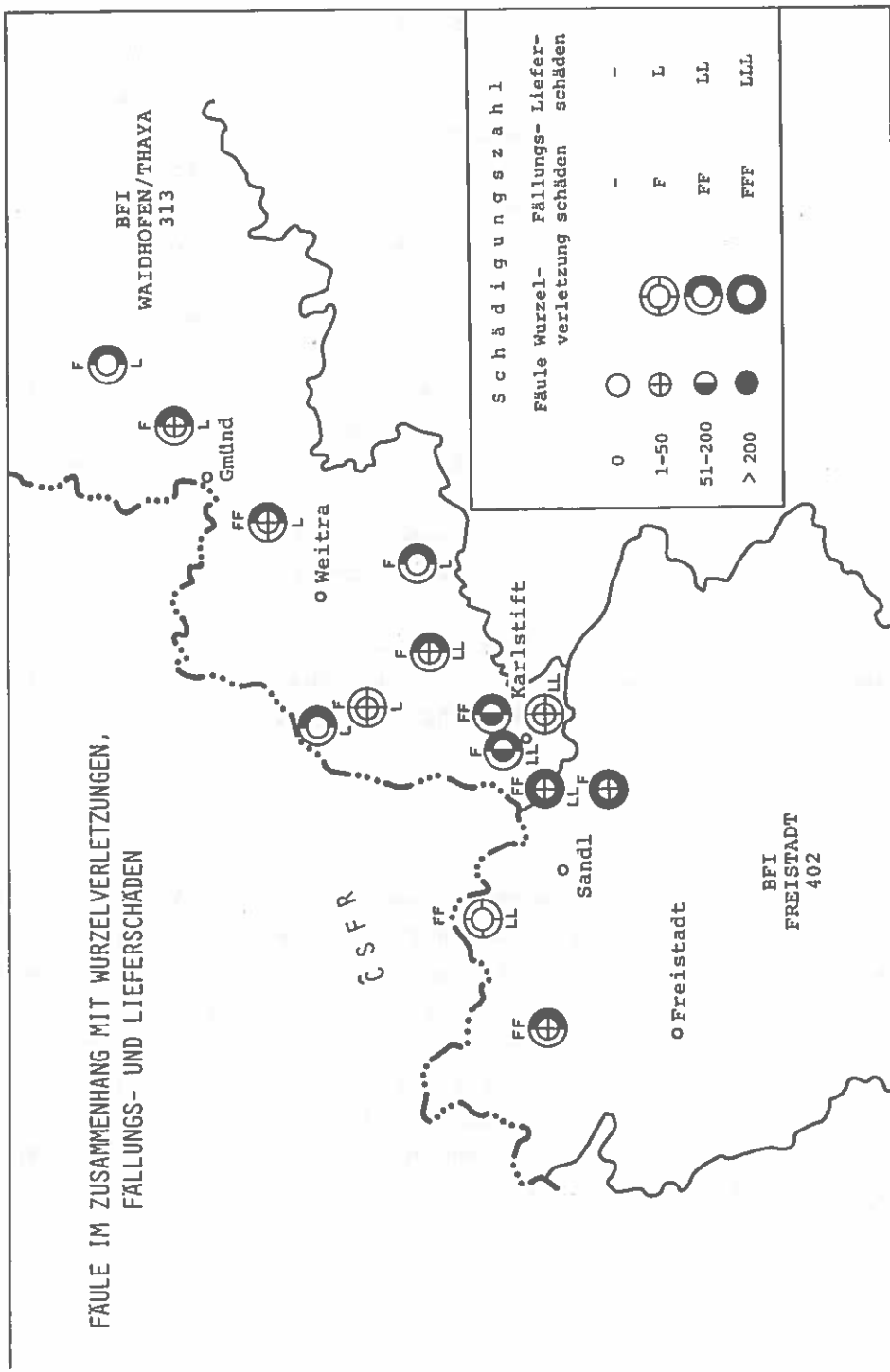
Die Untersuchungen zeigen deutlich auf, daß die Faktoren Sturm und Schnee (Eisanhang, Hagel, Frost) in den meist einschichtigen, wenig gegliederten Fichtenbeständen des Mühl- und Waldviertels eine nicht zu unterschätzende Rolle am Gesamtschadenskomplex dieser Waldbestände spielen.

So wurden auf jenen Probeflächen mit dem größten Schadausmaß am Nebelstein und bei Sandl sehr hohe Schädigungszahlen für Sturm und Wipfelbruch zugeordnet. Beide Probeflächen sind jedoch auf sehr windexponierten, seichtgründigen Kuppenstandorten eingerichtet worden, sodaß diese Bestände für negative Witterungseinflüsse, aber auch für mögliche Einwirkungen von Luftschadstoffen besonders disponiert waren.

3.4. Vorläufige Ergebnisse zuwachskundlicher Untersuchungen

Von den Tiroler WZI-Probeflächen wurden nur bei den zwei Probeflächen mit den höchsten Gesamtschädigungszahlen Stammscheiben geworben und ausgemessen. Dabei zeigte sich, daß sich bei der Probefläche im Ehrwald-Lärchenwald ein bereits lang andauernder (etwa seit 1930) Zuwachsrückgang bemerkbar machte, der - der

FÄULE IM ZUSAMMENHANG MIT WURZELVERLETZUNGEN, FÄLLUNGS- UND LIEFERSCHÄDEN



bildung 6:

fortgeschrittenen Stammfäule zufolge - erst ab 1981 deutlich ausgeprägt war.

Auf der Probefläche 707/40 wurden zwei ca. 250 Jahre alte Fichten gefällt und deren Stammscheiben ausgemessen. Dabei waren seit mehr als 150 Jahren keine ausgeprägten Zuwachsreaktionen erkennbar. Die Zuwachskurve verläuft in dieser Zeit bis zum Jahr 1985 sehr gleichmäßig auf einem alters- und standortsbedingten, niedrigen Niveau.

Im Untersuchungsgebiet der Böhmisches Masse wurden von 33 Probestämmen aus 11 Probeflächen Zuwachsanalysen durchgeführt. Nach der Auswertung der BHD-Stammscheiben läßt sich insofern eine klare Aussage treffen, als seit dem Jahre 1953 eine langfristig steigende oder gleichbleibende Wachstumstendenz bei den einzelnen Probestämmen überwiegt. Kurzfristige, nicht länger als 2 Jahre andauernde Zuwachsdepressionen sind zwar häufig zu bemerken gewesen, diese sind aber als normale Reaktion des Baumes auf bekannte Trockenjahre wie z.B. 1947, 1950 oder 1980 und auf Insektenkalamitäten wie 1948-1951 anzusehen.

Besonders hervorzuheben ist auch das Ansteigen des Zuwachses bei den meisten Probestämmen im Jahre 1984 und 1985.

3.5. DISKUSSION

Die untersuchten Fichtenprobestämme im Tiroler Außerfern und im Wald- und Mühlviertel repräsentieren zwei grundsätzlich unterschiedliche Fichtenverbreitungsgebiete. Auch ist das Ausmaß der Kronenverlichtungen im Tiroler Untersuchungsraum wesentlich stärker ausgeprägt als in der Böhmisches Masse. Dennoch konnten hinsichtlich ihres Schadfaktorenkomplexes einige Ähnlichkeiten festgestellt werden. Wie man aus Abb.7 entnehmen kann, ist vor allem der mittlere Kronenteil und nicht etwa der untere Kronenteil am stärksten vom Nadelverlust betroffen. Insgesamt dominiert die Verlichtung von innen nach außen.

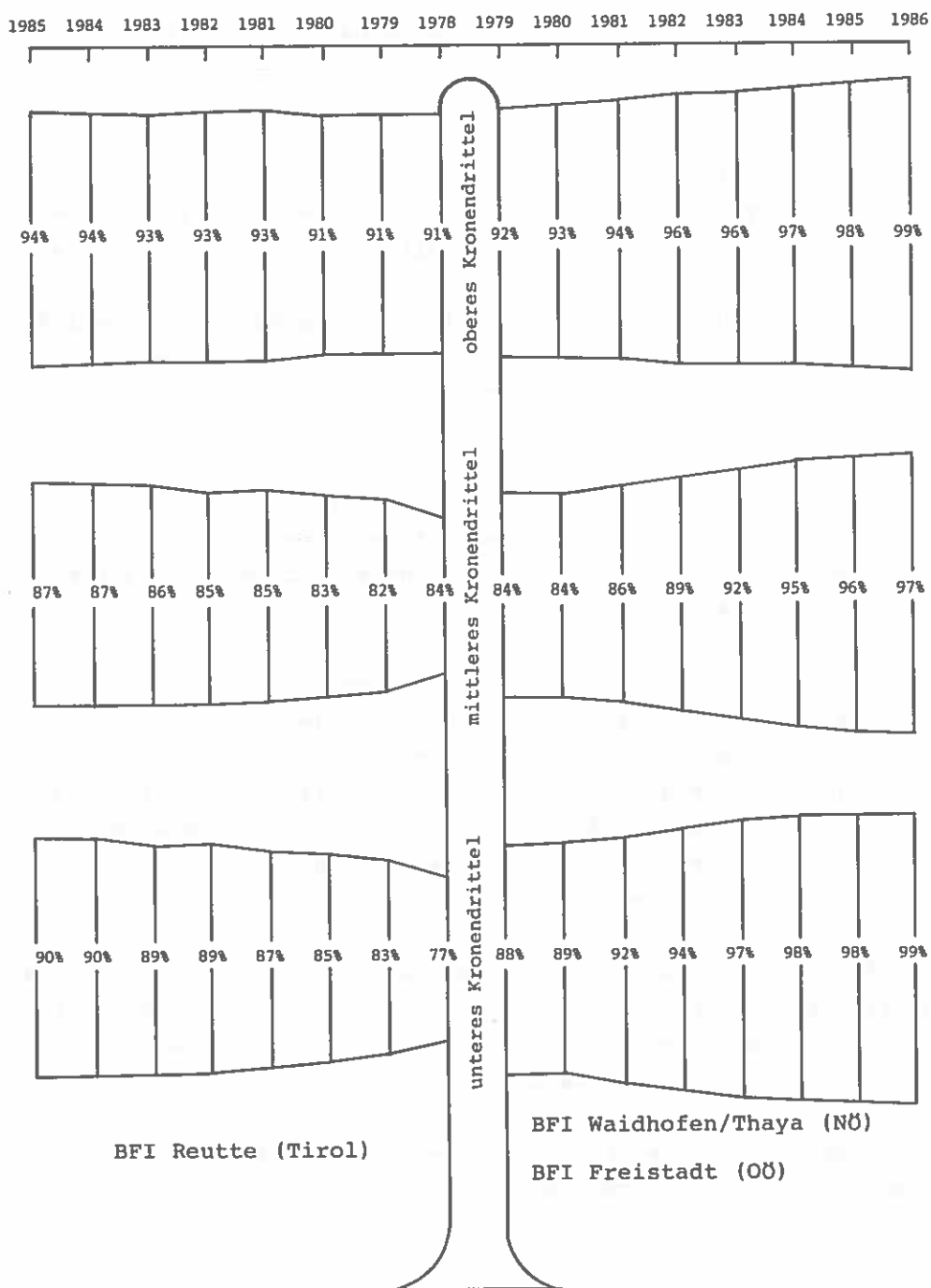


Abb. 7: Vergleich der mittleren Gesamtbenadelung in Prozent pro

3.5.1. Beteiligung von Immissionen am Schadfaktorenkomplex

3.5.1.1. Schwefel

Der Nachweis der Beeinträchtigung von Waldökosystemen durch Luftschadstoffe ist besonders in Gebieten die nicht in unmittelbarer Nähe von großen Schadstoffemittenten gelegen sind, sehr schwierig zu erbringen. Insbesondere dann, wenn es wie im Tiroler Untersuchungsareal kaum räumlich zusammenhängende Schadflächen mit vergleichbaren Symptomen gibt, muß man auch die schädliche Einwirkung von Luftschadstoffen via Ferntransport als primären Schadfaktor in Frage stellen.

Die Beeinträchtigung der untersuchten Bestände im Außerfern durch Schwefel konnte anhand der Ergebnisse des Bioindikatornetzes aber auch durch landeseigene Luftmessungen in keiner Weise bewiesen werden und ist auch auf Grund der vorgefundenen Schadenssymptome unwahrscheinlich.

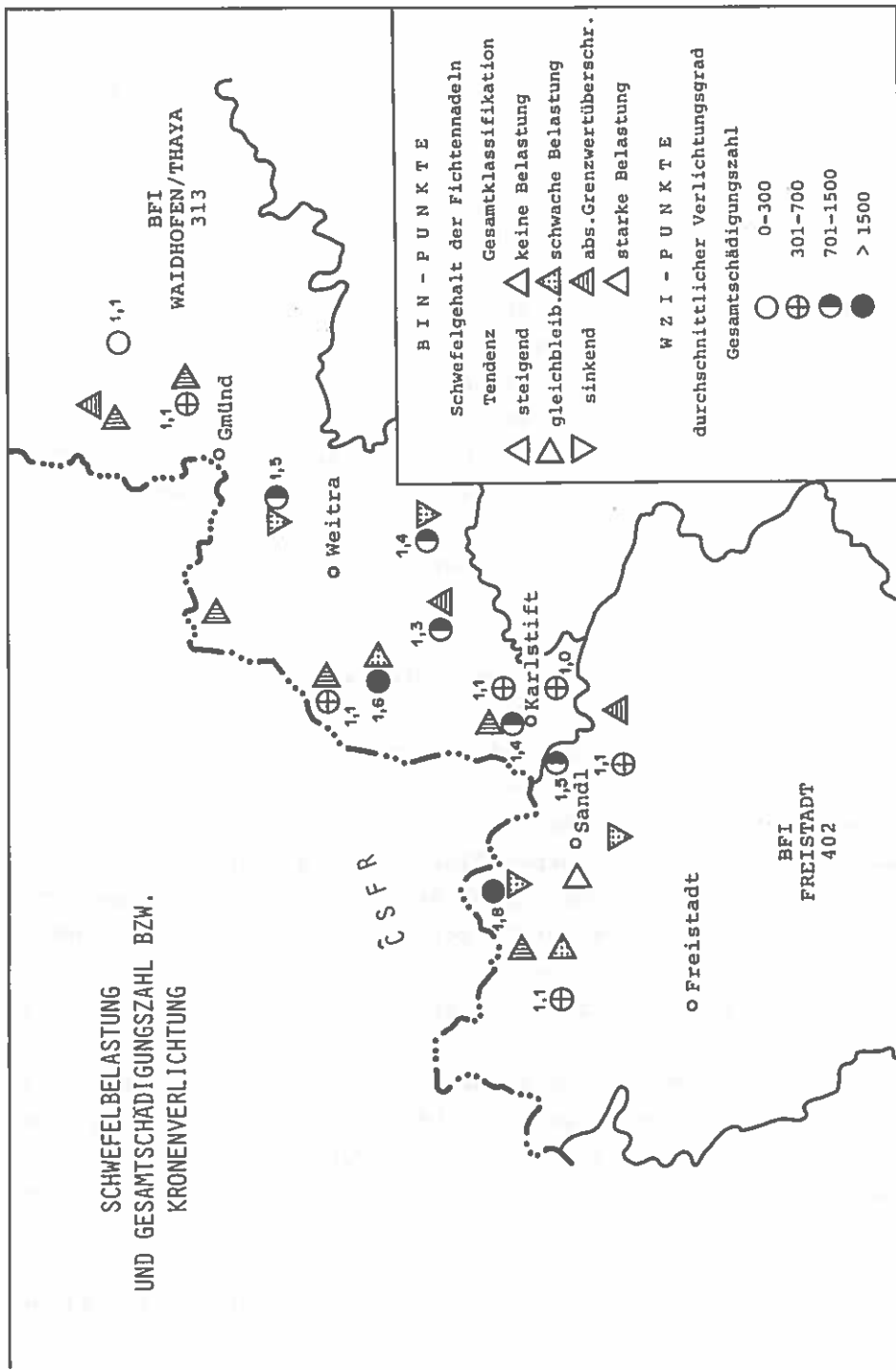
In der Böhmischen Masse ist die Schwefelbelastung der untersuchten Fichtenbestände nach den Daten der Nadel- und Luftanalysen wesentlich höher als im Tiroler Raum, jedoch sind die Schädigungszahlen im Schnitt beträchtlich geringer.

Abbildung 8 zeigt die räumliche Verteilung der BIN-Punkte bzw. deren Gesamtklassifikation bezüglich des Schwefelgehaltes der Nadeln und setzt sie zu den Gesamtschädigungszahlen und den durchschnittlichen Verlichtungsgraden der WZI-Punkte in Beziehung.

50% aller BIN-Punkte im Untersuchungsgebiet, zum Großteil in unmittelbarer Nähe der WZI-Flächen, weisen eine Schwefelbelastung über dem Grenzwert der zweiten Verordnung gegen forstschädliche Luftverunreinigungen auf.

Ein direkter Zusammenhang zwischen Schwefelimmission und Schadenssymptomauftreten bzw. Kronenverlichtung konnte jedoch an keinem der Punkte nachgewiesen werden.

SCHWEFELBELASTUNG UND GESAMTSCHÄDIGUNGSAZHL BZW. KRONENVERLICHTUNG



bildung 8:

3.5.1.2. Ozon

Die Rolle des O_3 als schädigende Substanz für Forstpflanzen ist nach wie vor schwierig zu beurteilen. Typische Nadelverfärbungen für Ozon (fleckige Aufhellungen der jüngsten Nadeljahrgänge (SENSER et al. 1987)) konnten an den untersuchten Probebäumen nicht festgestellt werden.

Ozonmessungen in Tirol bzw. in Schöneben und Grünbach (OÖ) - Meßstellen jedoch nicht direkt im Untersuchungsgebiet gelegen - haben ergeben, daß vor allem die Langzeitgrenzwerte (ab 4 Stunden) für sehr empfindliche Pflanzen wie z.B. Lärche häufig während der Vegetationsperiode überschritten wurden.

Mit zunehmender Seehöhe sind auch auf Grund der erhöhten Grundbelastung während der Vegetationsruhe höhere Ozonkonzentrationen als die wirkungsbezogenen Grenzwerte nach VDI und der Österr. Akademie der Wissenschaften gemessen worden (SMIDT 1991).

Eine Beeinträchtigung der Photosyntheseleistung, insbesondere bei als empfindlich geltenden Baumarten wie Lärche und Buche erscheint durchaus möglich. Die Fichte zeigte jedoch weder im Experiment (ARNDT, KAUFMANN; 1985) noch in der Praxis bei den in Österreich gemessenen Ozonkonzentrationen eine gesicherte Reduktion der Netto-Photosynthese.

Das Überwiegen von unspezifischen Schadsymptomen bei stark geschädigten Probeflächen (siehe Abb.5), deren Probebäume überdies auf Grund ihrer meist lockeren Bestockung einer erhöhten Photosensibilität (möglicher Zusatzstreßfaktor) ausgesetzt sein können, kann als Indiz für eine Beteiligung von Photooxydantien angesehen werden.

Es gibt jedoch einige Beispiele dafür, daß andere, meist kleinräumig wirkende abiotische, biotische oder anthropogen bedingte Schadfaktoren, wie z.B. die Waldweide für den schlechten Kronenzustand der Probebäume primär verantwortlich sind und Luftschadstoffe wie Ozon "nur" als Zusatzstreßfaktoren in Frage kommen.

So wurde z.B. nur 4 km entfernt von der Probefläche mit der

höchsten Gesamtschädigungszahl (Fläche: 707/40; GSZ=5611) eine Probefläche, im gleichen Tal, in gleicher Exposition und Seehöhe gelegen, jedoch mit unterschiedlichem Alter, untersucht, die eine wesentlich geringere mittlere Verlichtung und Gesamtschädigungszahl aufwies (Fläche: 707/45; GSZ=156).

1. LITERATUR

VRNDT, U. und KAUFMANN, M., 1985: Wirkungen von Ozon auf die apparente Photosynthese von Tanne und Fichte. Allgem. Forstzeitschr. München 40, Nr.1/2, S. 19-20.

VRHAN, H., 1988: Forstpathologische Sondererhebungen im Rahmen der Österreichischen Waldzustandsinventur 1984-88. Teil II: Fichtenbestände im Außerfern (Tirol) und im grenznahen Gebiet des Mühl- und Waldviertels.
FBVA-Berichte; Schriftenreihe der Forstl. Bundesversuchsanstalt Wien, 34, 60 S.

VRHAN, H. und HAUPOLTER, R., 1987: Forstpathologische Sondererhebungen im Rahmen der Österreichischen Waldzustandsinventur 1984-88. Kiefernbestände - Bucklige Welt.
FBVA-Berichte; Schriftenreihe der Forstl. Bundesversuchsanstalt Wien, 19, 7-54.

VRNSER, M., HÖPKER, K.-A., PEUKER, A. und GLASHAGEN, B., 1987: Wirkungen extremer Ozonkonzentrationen auf Koniferen. Allgem. Forstzeitschr. München 42, Nr.27/28/29, S. 709-714.

VRMIDT, St., 1991: Beurteilung von Ozonmeßdaten aus Oberösterreich und Tirol nach verschiedenen Luftqualitätskriterien.
FBVA-Berichte; Schriftenreihe der Forstl. Bundesversuchsanstalt Wien, 47, 87 S.

ÜBER AUSMAß UND VERTEILUNG DER MORTALITÄT: GEGENÜBERSTELLUNG VON ERGEBNISSEN DER WALDZUSTANDSINVENTUR MIT FRÜHEREN UNTERSUCHUNGEN

von
Alfred Stemberger

1. DIE MORTALITÄT IN ANDEREN UNTERSUCHUNGEN

In den letzten Jahren hat die von außen durch diverse Umwelteinflüsse eingetragene Mortalität im Umfeld der Diskussion über "Waldsterben" und "neuartige" Waldschäden zunehmend an Bedeutung gewonnen. Zur Abschätzung des Ausmaßes dieser "neuen" umweltbedingten Mortalität im Vergleich zur "natürlichen" wäre es notwendig, mit entsprechenden Werten aus früheren Perioden zu vergleichen. Bei den verschiedenen Urwalderhebungen ergeben sich unterschiedliche Mortalitätswerte von 1 bis 60% der Stammanzahl, wobei unter Mortalität der Anteil der stehend toten Individuen an der Gesamtstammanzahl verstanden wird. Durchschnittlich wurden etwa 10% gefunden. Eine Aussage über die Dynamik des Absterbeprozesses ist nicht möglich, da in Abhängigkeit von der baumartspezifischen Dauerhaftigkeit des Holzes, witterungsbedingten Einflüssen (z.B. Sturm) usw. eine exakte zeitliche Zuordnung des "Todeszeitpunktes" nicht möglich ist.

Im Rahmen der Untersuchungen von Dauerversuchen ist es dagegen möglich, die Anzahl abgestorbener Bäume auf eine Zeiteinheit zu beziehen und so eine Mortalitätsrate zu ermitteln. Zu diesem Zweck wurden die jeweils innerhalb eines Aufnahmeintervalls von 5-10 Jahren abgestorbenen Bäume registriert, wobei die durch Windwurf bzw. Schneebruch ausgeschiedene Bäume angeglichen an die Aufnahmekriterien der WZI keine Berücksichtigung fanden. In die Berechnung der jährlichen Mortalitätsrate geht neben der Anzahl toter Stämme auch der Umfang des Gesamtkollektivs (Ausgangsstammzahl) und die Anzahl der Jahre zwischen zwei Aufnahmen

ein, wobei aber in Abhängigkeit von der Stammzahlabnahme (Nutzungen, Schneebrüche, Windwurf etc.) die jeweils zu Beginn eines Aufnahmeintervalls aktuelle Ausgangsstammzahl heranzuziehen ist. Solcherart errechnen sich für die betrachteten 13 Dauerversuchsflächen Mortalitätsraten, welche sich im Gesamtdurchschnitt auf 0.11% jährlich belaufen. Klammert man zur besseren Vergleichbarkeit mit WZI-Ergebnissen zusätzlich abgestorbene Individuen der sozialen Beurteilung "3" (mitherrschend) bzw. "4" (unterdrückt) aus, ergibt sich eine um etwa die Hälfte reduzierte Größe von 0.05%.

Umfangreiches Datenmaterial über die Mortalitätsverhältnisse liefert die Österreichische Forstinventur, welche bei ihren Erhebungen einen Dür Holzanteil von 1.0 bis 1.8% ermittelte. Für die Schweiz ergab das Schweizer Forstinventar etwas höhere Werte von 2.7% an stehendem Dürrmaterial.

2. METHODIK DER MORTALITÄTSUNTERSUCHUNGEN IM RAHMEN DER WZI

Die im Rahmen der Waldzustandsinventur durchgeführten einzelbaumweisen Beschreibungen ermöglichen erstmals die Interpretation bundesweit gewonnenen Datenmaterials hinsichtlich der Mortalitätsverhältnisse sowie eine Abschätzung der jährlichen Veränderungen.

Abweichend von den Ergebnissen aus Forstinventuren und vorliegenden Untersuchungen in Urwäldern stellen die beobachteten WZI-Bestände ein reduziertes Stratum dar. So wurden nur Bestände mit einem Alter über 60 Jahren und nur vorherrschende bzw. herrschende Probestämme berücksichtigt. Weiters wurden stammzahlreiche Bestände mit nicht einsehbaren Kronen sowie Probestämme mit erheblichen Stammschäden und Kronenbrüchen nicht einbezogen. All diese Einschränkungen bei der Flächen- und Probestammauswahl sollten erwartungsgemäß eine Verringerung der Mortalität bewirken.

Da aber nicht alle tatsächlich abgestorbenen Bäume bei der jeweils im Sommer stattfindenden Erhebung noch aufgefunden werden können – im Zuge forsthygienischer Durchforstungseingriffe werden u.a. Stämme, die mit hoher Wahrscheinlichkeit abgestorben wären, entnommen – wurden die zwischen zwei Erhebungen ausscheidenden Bäume in genutzte (max. leichte Verlichtung im Vorjahr, Windwurf bzw. Schneebrüche), "vorzeitig entnommene" (mittlere bis starke Verlichtung im Vorjahr) und abgestorbene eingeteilt und die "vorzeitig entnommenen" der Mortalität hinzugerechnet, um verfälschende Einflüsse forstwirtschaftlicher Eingriffe auszugleichen. 2342 zwischen 1984 und 1989 als genutzt eingestuften Probebäumen stehen solcherart 100 entnommene gegenüber, die in der Gesamtmortalität von 269 Bäumen ihre Berücksichtigung finden.

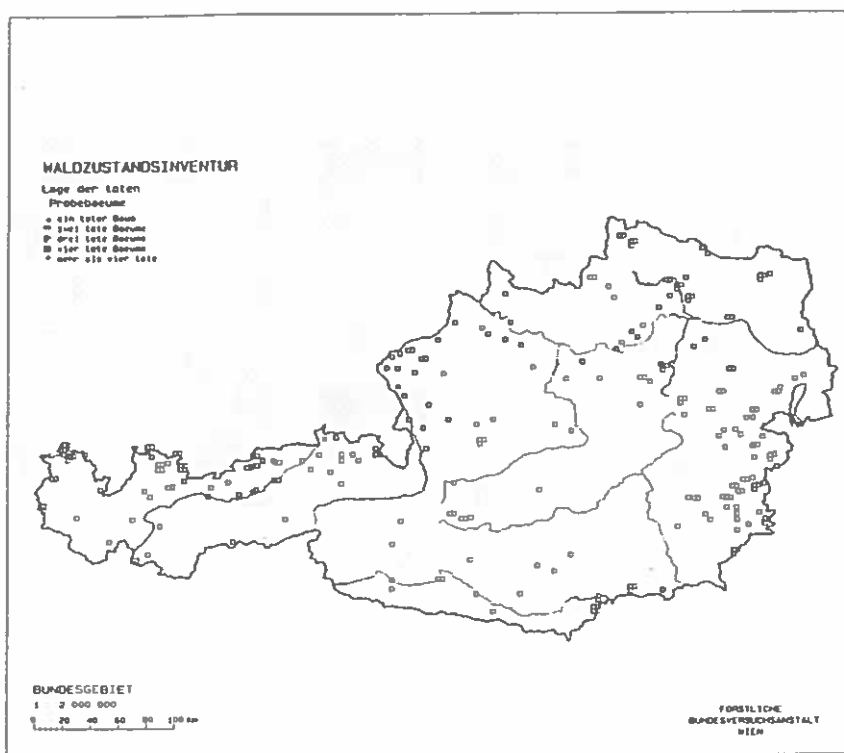


Abb. 1: Geographische Verteilung der 189 Beobachtungsflächen mit abgestorbenen Probebäumen

3. ERGEBNISSE

Bei der Betrachtung der Mortalität nach ihrer Verteilung (Abb. 1) zeigt sich, daß sich die 269 Bäume auf insgesamt 189 Beobachtungsflächen verteilen, und sich geografische Häufungen parallel zu jenen der Verlichtungskategorien ergeben (östl. Flach- und Hügelland, Nordtirol). Unter den 17 Flächen mit 3 oder mehr toten Bäumen finden sich auffälligerweise nur 6 Flächen mit abgestorbenen Fichten, hingegen sind auf den restlichen 11 Flächen andere Baumarten betroffen.

Berücksichtigt man die unterschiedlichen Kollektive, ergibt sich eine durchschnittliche jährliche Mortalitätsrate von 0.09%, wobei sich aber über die Jahre eine leichte Zunahme bis zu 0.11% (1989) zeigt.

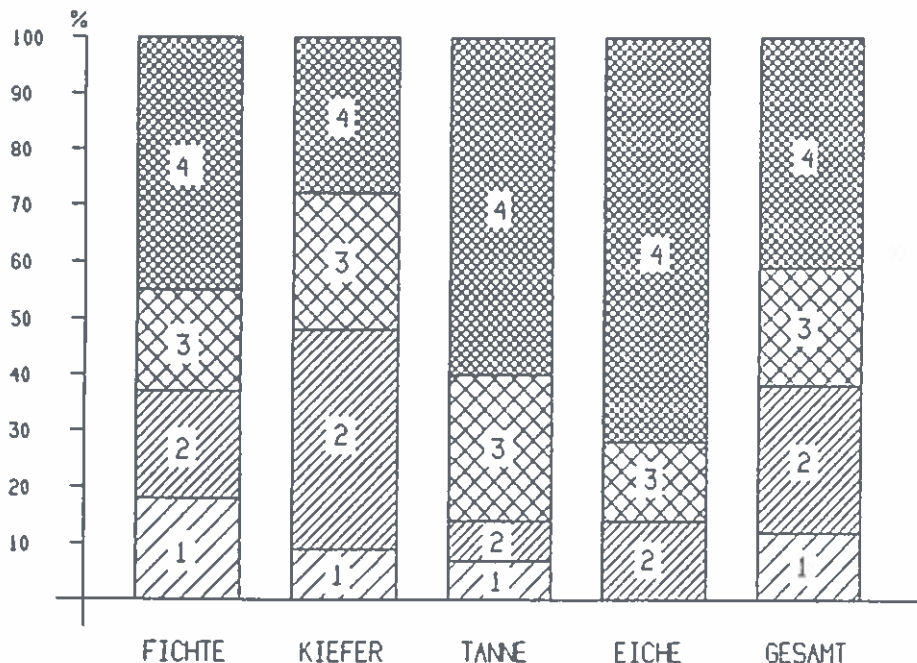


Abb. 2: Kronenzustand ein Jahr vor dem Absterben getrennt nach Baumarten (exkl. entnommener)

3.1. Der Verlauf des Absterbeprozesses anhand der Kronen- taxierungen

Zur Veranschaulichung inwieweit sich das Absterben eines Baumes bereits im Jahr davor abzeichnet und welche baumartenspezifische Unterschiede bestehen, werden in Abbildung 2 die absoluten Baumzahlen in den vier Verlichtungsstufen jeweils ein Jahr vor dem Absterben dargestellt. Zwischen den Baumarten bestehen deutliche Unterschiede: so weisen Fichte und Kiefer einen vergleichsweise größeren Anteil in niedrigeren Verlichtungsstufen auf, lassen also auf ein "schnelleres" Absterbeverhalten schließen. Besonders ausgeprägt zeigt sich dieser Trend bei Tieflagenfichten.

Im Gegensatz dazu stehen Tanne, Eiche und Buche, welche im weniger verlichteten Bereich in wesentlich geringerer Anzahl vertreten sind und dafür ein Übergewicht in der Verlichtungsstufe "4" aufweisen. Insgesamt wurden 69 der 169 später tot aufgefundenen Probestämme in der Vorjahresbeurteilung mit Kronenzustand "4" eingestuft, 35 mit "3", 44 mit "2" und immerhin noch 21 mit "1". Für die mittel bis stark verlichtet eingestuften Probestämme ergibt sich jedoch eine stark erhöhte Mortalitätsdisponierung - für die mit "4" eingestuften Bäume errechnet sich eine Mortalitätsrate von 4.03% ("3": 0.34%, "2": 0.05%, "1": 0.01%). die Mortalitätswahrscheinlichkeiten nach Verlichtungsstufen verhalten sich demnach wie 1:5:30:400.

Die über mehrere Jahre hinweg erfolgende Beobachtung der markierten und dadurch individuell identifizierbaren Probestämme ermöglicht auch Aussagen über die Dynamik des Absterbeprozesses. Demgemäß kann in Abbildung 4 die Kronenzustandsentwicklung jedes einzelnen abgestorbenen Probestammes bis auf jeweils 3 Jahre zurückverfolgt werden.

3.2. Verschiedene Stratifizierungen

Werden die Baumarten getrennt betrachtet, so ergeben sich auffällige Unterschiede der Mortalitätsraten im Rahmen von 0.05% (Fichte, Buche), 0.19% (Kiefer), 0.35% (Eiche) bis 0.45% (Tanne). Bei der Tanne bringt allerdings die Hinzurechnung der "vorzeitig entnommenen" die größte Zunahme, was sich sicherlich in erster Linie auf verstärkte Entnahmen aufgrund befürchteter Holzqualitätsverminderungen gründen dürfte. Die Mortalitätsraten im Schutzwald im bzw. auch außer Ertrag betragen 0.07% und liegen damit nur geringfügig höher als jene des Wirtschaftswaldes mit 0.06% ("vorzeitig entnommene" nicht eingerechnet).

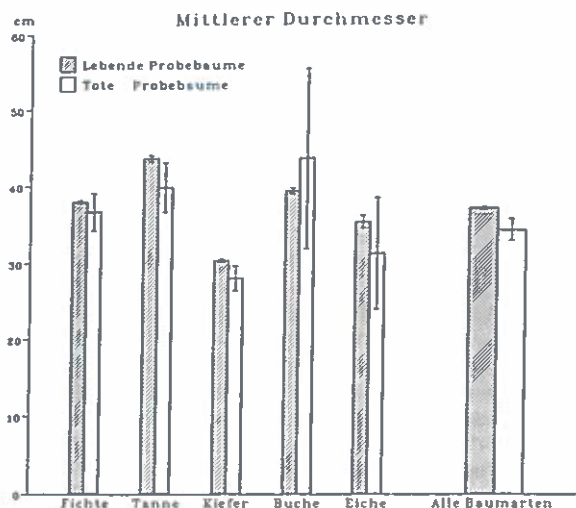


Abb. 3: Mittlere Durchmesser des Ausgangskollektivs bzw. der abgestorbenen Bäume getrennt nach Baumarten mit 95% Sicherheitswahrscheinlichkeit

Der mittlere Durchmesser der toten bzw. entnommenen Bäume beträgt 34.2 cm und ist signifikant kleiner als der Durchmesser aller Probebaume ist 37.0 cm (siehe Abb. 3). Die toten Bäume sind bei sämtlichen Baumarten schwächer, besonders signifikant ist die Durchmesserdifferenz für Kiefer und Tanne.

Obwohl als Probestämme nach den Aufnahmekriterien der WZI an sich nur herrschende bzw. vorherrschende Individuen ausgewählt werden sollten, entfiel ein Anteil von 7% auf mitherrschende bzw. unterdrückte Bestandesmitglieder. Die "Absterbewahrscheinlichkeit" erreicht bei diesen Probestämmen, bedingt durch die verringerte Konkurrenzkraft, erwartungsgemäß überdurchschnittliche Werte. So erreicht die Tanne im Gegensatz zu ihrer baumartenspezifischen Mortalitätsrate von 0.14% bei mitherrschenden und unterdrückten Bäumen einen über 3-fachen Wert, die beherrschten Kiefern sterben mit einer über 12-fachen Wahrscheinlichkeit ab. Insgesamt steigt die Mortalitätsrate von 0.02% für vorherrschende, 0.06% für herrschende, 0.14% für mitherrschende bis auf 0.38% für unterdrückte Probestämme an. Die Mortalitätswahrscheinlichkeiten nach den vier Baumklassen verhalten sich damit wie 1:3:7:20.

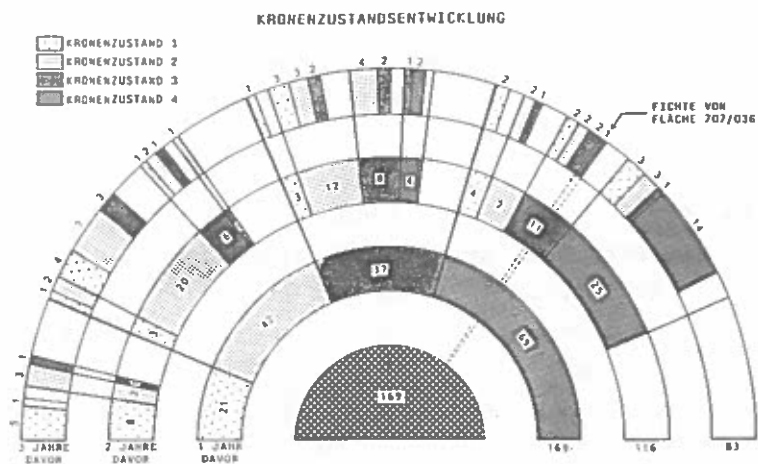


Abb. 4: Kronenzustandsentwicklung der 169 abgestorbenen Probestämme im Lauf dreier Jahresansprachen

Für die Mortalität spielt anfangs die Konkurrenzsituation eine dominierende Rolle, mit fortschreitender Bestandesentwicklung tritt der Einfluß des Alters immer mehr in den Vorder-

grund. Hingegen zeigt sich in dem bei der WZI erfaßten Altersbereich keine Zunahme der Mortalitätsraten, obwohl 10% der erhobenen Bestände über 140 Jahre alt und 24 Flächen (entspricht 1%) über 200 Jahre alt sind. Offenbar tritt in bewirtschafteten Beständen dieses Altersbereiches noch keine entscheidende Schwächung durch "Überalterung" ein, sodaß die Mortalität älterer Bestände unterdurchschnittlich bleibt. Erhöhte Mortalitätsraten wurden im Rahmen der WZI hingegen in jüngeren Beständen unter 60 Jahren bei Kiefer (0.45%) und Eiche (0.39%) festgestellt. Insgesamt zeigt sich eine Abnahme der Mortalität von 0.12% im Altersbereich unter 60 Jahre bis 0.04% für die Altersstufe 101-120 Jahre.

Die geringe Abnahme der Mortalitätsraten mit zunehmender Seehöhe (bis 600m: 0.10%, für die restlichen Stufen: 0.02% - 0.05%) ist zwar statistisch nur für Teilstraten gesichert, steht aber in Einklang mit der Abnahme der Kronenverlichtung mit zunehmender Seehöhe bei Eliminierung des Alterseffektes. Derzeit kann somit weder aus der Mortalitätsrate noch aus dem Kronenzustand ein besonders schlechter Zustand der Hochlagenwälder abgeleitet werden.

Verfärbungen wurden im Rahmen der WZI nur für Nadelbäume erhoben und eher selten festgestellt. Lediglich bei 1.3% der Prohebäume trat im Schnitt der Erhebungsjahre eine auffällige Verfärbung auf. Der höchste Anteil zeigt sich dabei bei der Tanne (5%), für die übrigen Baumarten wurden geringere Werte und bei der Fichte eine signifikant größere Häufigkeit auf Kalk/Dolomit festgestellt. Für die ein Jahr später abgestorbenen Prohebäume ergab sich ein um mehr als das zehnfache erhöhter Anteil von 17%, wobei etwa die Hälfte der Bäume die Verfärbungssymptome mehrere Jahre hindurch aufwiesen. Gleichzeitig war die Verfärbung in 90% aller Fälle mit sehr deutlicher Kronenverlichtung mit mehr als 50% Nadelverlust kombiniert.

Die Verfärbungsaufnahmen im Sommer vor dem Absterben lassen auf zwei unterschiedliche Abläufe schließen. Beim ersten Symptomkomplex tritt die Verfärbung nur ein Jahr auf und es folgt ein rasches Absterben, betroffen sind hievon besonders Fichte und Kiefer. Dies ließe den Schluß zu, daß es sich um "Käferbäume" handeln könnte. Ein zweites Kollektiv - überwiegend Fichten - zeigt Verfärbungserscheinungen über mehrere Jahre hinweg, auch wieder von starker Verlichtung begleitet und auf Kalk/Dolomit konzentriert. Diese lang andauernden Verfärbungserscheinungen lassen auf eine Störung der Nährstoffversorgung durch Wurzelschäden, Störungen des Stofftransportes oder substratbedingte Nährstoffmängel schließen. Auch chronisch auftretende Nadelpilze können derartige Symptome hervorrufen.

Für die Beurteilung des Einflusses von mechanischen Stamm- und Kronenschäden wurden ebenfalls das Gesamtkollektiv sowie das Kollektiv der abgestorbenen miteinander verglichen. Während sich die Anteile von Kronenschäden (Wipfel- und Kronenbrüche) vergleichsweise ähnlich verhalten, tritt beim leider nicht weiter unterteilten Merkmal "sonstige Schäden" (Insektenschäden, Frostrisse, Krebs etc.) eine signifikante Häufung bei den abgestorbenen Bäumen (mit 16.4% ein doppelt so hoher Anteil) auf.

Die abgestorbenen Bäume verteilen sich nahezu gleichmäßig auf die verschiedenen Expositionen, wodurch ein größerer Einfluß der Hangrichtung auf die Mortalitätsrate als nicht gegeben angenommen werden kann.

Eine Gliederung nach dem Grundgestein zeigt sehr wenige abgestorbene Bäume auf Silikatstandorten, auf sonstigem Ausgangsmaterial ist die Mortalitätsrate etwa doppelt so hoch. Die Mortalitätsrate von 0.06% für alle Baumarten bzw. 0.03% für Fichte auf Silikat ist höchstsignifikant niedriger als auf Kalk/Dolomit mit 0.11% bzw. 0.08%. Zwischen dem Ausgangsgestein und der Mortalität besteht daher ein sehr deutlicher Zusammenhang.

Auf Braunerdestandorten finden sich die niedrigsten (0.04% für Fichte, 0.08% für alle Baumarten), auf Rendsina/RankerStandorten die höchsten (0.09 bzw. 0.10%) Mortalitätsraten. Der Zusammenhang zwischen Mortalität und Bodentyp ist weniger deutlich als zwischen Mortalität und Grundgestein.

Die Gliederung nach der Wasserversorgung des Standortes führt zu einer beinahe ebenso starken Differenzierung wie durch das Ausgangsgestein. Die niedrigsten Mortalitätsraten mit 0.06% für alle Baumarten bzw. 0.04% für die Fichte finden sich bei ausgeglichenem Wasserhaushalt auf frischen Böden.

Mit zunehmendem Alter konnte keine Erhöhung der Mortalitätsrate festgestellt werden. Daraus kann gefolgert werden, daß die vielfach zitierte Zunahme der Kronenverlichtung mit zunehmendem Alter auf einer den unterschiedlichen Kronenaspekt älterer Bäume zu wenig berücksichtigenden, also fehlerhaften Taxierungsnorm beruht. Möglicherweise bietet die Mortalität ein objektives Kriterium der Zustandserfassung im Vergleich zum nur subjektiv erfassbaren Merkmal "Kronenzustand", da die Verlichtungsstufen 1-4 nicht eindeutig abgrenzbar sind.

Die absolute Höhe der im Rahmen der WZI festgestellten Mortalitätsraten geben bei Berücksichtigung aller vorhandenen Vergleichswerte derzeit keinen Anlaß dazu, von überhöhten Raten zu sprechen. Ein verstärktes Baumsterben läßt sich im Durchschnitt aller Baumarten im gesamten Bundesgebiet somit keinesfalls belegen.

3.3 Zuwachskundliche Untersuchungen an abgestorbenen Probeebäumen

Zum Abschluß gestatten Sie mir noch einige kurze Bemerkungen zu den Zuwachskundlichen Untersuchungen, die an abgestorbenen Probeebäumen im Zuge der jährlichen WZI-Erhebungen erstmals 1990 durchgeführt wurden. Im Rahmen der allgemeinen Auswertung der

Mortalitätsraten entstand der Wunsch, das Zuwachsverhalten der Bäume unmittelbar vor ihrem Absterben einer Analyse zu unterziehen. Im Vorjahr konnten allerdings nur die Daten von etwa 25% der abgestorbenen Bäume gewonnen werden und es war daher natürlich wenig sinnvoll, eine detaillierte statistische Auswertung durchzuführen. Aus diesem Grunde beschränkte sich die Auswertung vorläufig auf eine grafische Darstellung des jährlichen Radialzuwachses.

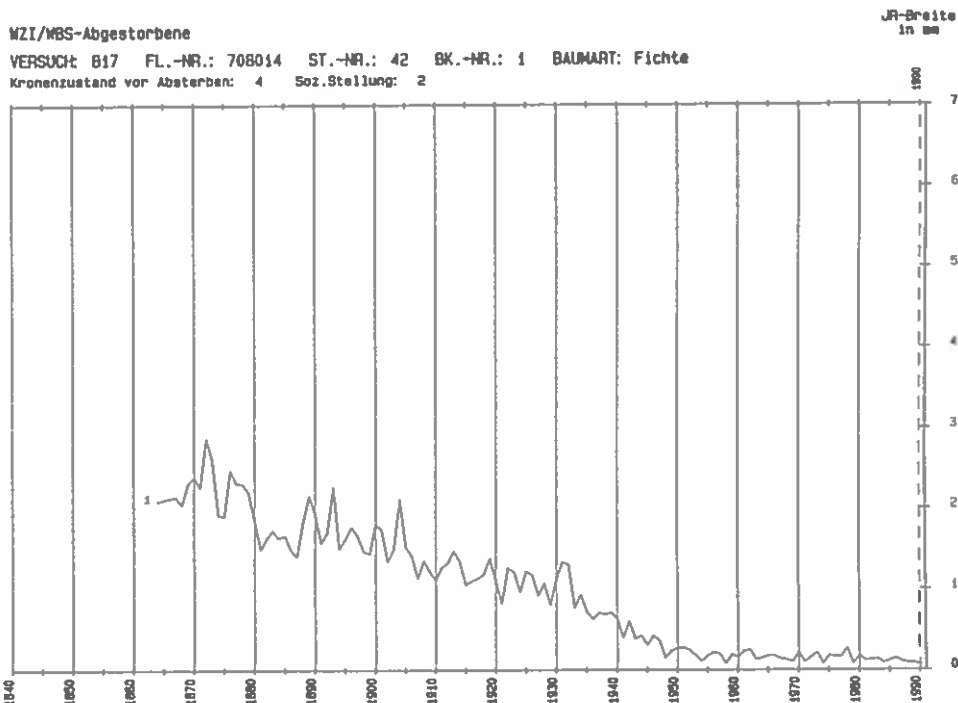


Abb. 5: Zuwachsdiaagramm einer 1990 abgestorbenen Fichte

Beispielhaft sei hier ein Zuwachsdiaagramm angeführt (Abb. 5). Für den heurigen Sommer ist schließlich die Vervollständigung des Datenmaterials und daran anschließend im Herbst eine Detailauswertung vorgesehen. In diesem Zusammenhang möchte ich sie abschließend bitten, während der heurigen WZI-Aufnahme besonderes Augenmerk auf die zu diesem Zweck gesondert beigelegten Aufnahmeformulare zu richten.

UNTERSUCHUNG VON WALD- UND BESTANDESRÄNDERN

von
Rudolf Litschauer

1. EINLEITUNG

Waldränder bilden schon seit langer Zeit den Gegenstand von Untersuchungen; so beschäftigte sich z.B. bereits 1896 Professor R. HARTIG in "Wachstumsuntersuchungen an Fichten" mit den Zuwachsverhältnissen von Randbäumen. Mit wechselnden Zielen und Voraussetzungen war das andersartige Verhalten der Wald- und Bestandesränder - im Hinblick auf den zu schützenden Bestand - seit damals Objekt wissenschaftlicher Forschung.

Während sich die bisher veröffentlichte Literatur auf diesem Gebiet vor allem mit Zuwachsuntersuchungen beschäftigt, dient das vorliegende Projekt der Erhebung, ob und in welchem Ausmaß die Wald- und Bestandesränder sich gegenüber dem Bestandesinneren hinsichtlich ihres Kronenverlichtungsgrades unterscheiden.

Nach umfangreichen Vorarbeiten im Winter 1985/86 (Literaturerhebung, Erarbeitung der Aufnahmemodalitäten usw.), durch das Personal der Waldzustandsinventur - es wurde für diese Sonderuntersuchung eine Projektgruppe gebildet - erfolgte ab April 1986 die Aufnahme der Probeflächen. Die Auswertung des umfangreichen Datenmaterials wurde während des Winters 1986/87 mit Unterstützung der EDV-Abteilung der FBVA durchgeführt.

2. ZIELSETZUNG

Das Hauptziel, dieser im Frühjahr und Herbst 1986 durchgeführten Randschadensuntersuchung, war die Erfassung von Zustandsveränderungen der Baumkronen in Abhängigkeit ihrer Entfernung vom unmittelbaren Wald- oder Bestandesrand. Anders ausgedrückt: Es

sollten die Fragen geklärt werden, ob Wald- und Bestandesränder in der Kronenverlichtung besser, gleich oder schlechter als das Bestandesinnere sind, von welchen Faktoren dies abhängig ist und ob sich lokale oder regionale Unterschiede ergeben?

Die Randschadensuntersuchung wurde als einmaliges Zusatzprogramm zu den jährlichen Ergebnissen der Waldzustandsinventur durchgeführt, um diesen bewußt, wegen der aus der Literatur bekannten Waldmanteldynamik, freigelassenen Bereich doch näher zu durchleuchten und die realen Verhältnisse mit einem der WZI vergleichbaren Zahlenmaterial zu dokumentieren.

Die Aufnahme der Probeflächen erfolgte daher weitgehend nach den bundeseinheitlichen Instruktionen der Waldzustandsinventur.

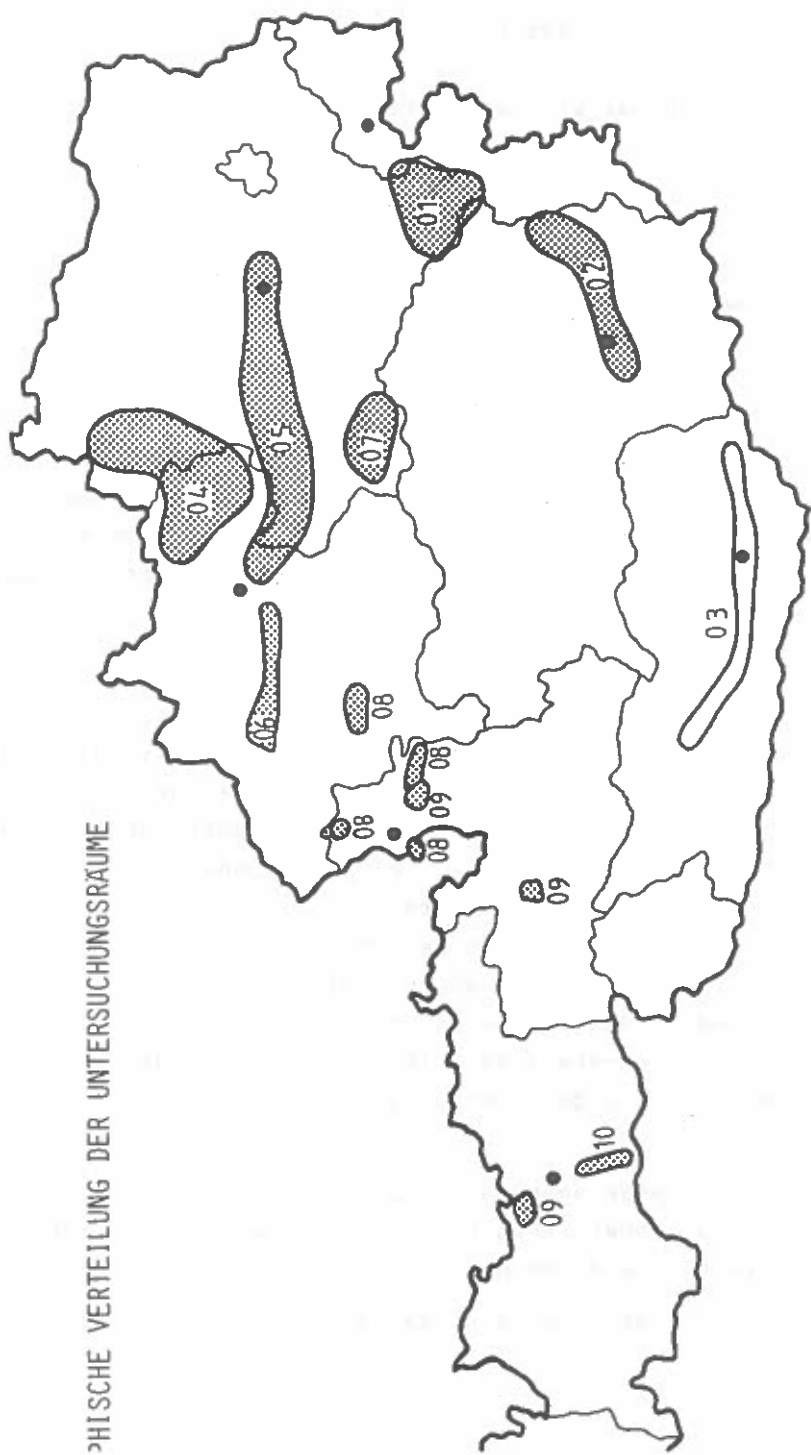
3. EINTEILUNG DER UNTERSUCHUNGSRÄUME

Im Bundesgebiet wurden Untersuchungsräume festgelegt, die schwerpunktmäßig erfaßt werden sollten. Diese Gebiete wurden nach Rücksprache mit den Landesforstbehörden auf ihre Untersuchungswürdigkeit überprüft und vorausgewählt. Innerhalb dieser Untersuchungsräume wurden Untersuchungseinheiten nach Maßgabe der besonderen Auswahlkriterien angelegt. Ihre Anordnung erfolgte nach keinem systematischen Raster.

Die 10 Untersuchungsräume waren:

- 01 Bucklige Welt-Wechsel-Semmering
- 02 Südautobahn zwischen Hartberg u. Mooskirchen (Pack)
- 03 Schnellstraße Völkermarkt-Klagenfurt, Wörthersee-Autobahn (Weißensee - Kreuzberg)
- 04 Östliches Mühlviertel-Westliches Waldviertel:
Gmünd-Freistadt-Weinsberger Wald-Ostrong
- 05 Westautobahn: St.Pölten-Linz (Alpenvorland)
- 06 Innkreisautobahn: Welser Heide-Ried
- 07 Nordöstliches Alpenvorland: Raum Scheibbs-Lunz/See

PHISCHE VERTEILUNG DER UNTERSUCHUNGSRÄUME



- 08 Hongar (OÖ.)-Irrsberg-Postalm-Großgmain.
- 09 Schitrassen: Hintersee-Zell/See-Seefeld
- 10 Entlang der Brennerautobahn

siehe Abb. 1.

4. AUFNAHMEMETHODIK

4.1 Auswahl geeigneter Probeflächen

Grundsätzlich entschied die Homogenität eines Bestandes in der benötigten Breite und Länge über die Möglichkeit der Anlage einer Probefläche. Das Bestandesinnere sollte mit dem Bestandesrand hinsichtlich der erhobenen Standorts- und Bestandesmerkmale übereinstimmen.

Weitere Auswahlkriterien waren:

- Baumart: Alle Rein- und Mischbestände der heimischen Wirtschaftsbaumarten. Aber aus Zeit- und Personalmangel mußte auf eine Erhebung von Laubholzbeständen (Buche, Eiche) verzichtet werden. In Mischbeständen sollte eine Hauptbaumart mit mindestens 5/10 (Baumartenanteil) vertreten sein.
- Wuchsklasse: Ab Baumholz I (205 mm BHD)
(Laut Instruktionen zur Forstinventur)
- Kronenschlußgrad: licht bis geschlossen.
- Bestandesgröße: Mindestens 80 m (bzw. 100 m) Randlänge - ca. 1 ha Mindestgröße; abhängig auch von der Bestandeshöhe.

Es wurden sowohl gewachsene Waldränder als auch Ränder durch Aufhiebe wie Schlagränder, Forststraßen, Trassen (Freileitungen, Seilbahnen, öffentliche Straßen) und Schitrassenränder erfaßt.

Die Probeflächen werden je nach Randart in unterschiedlicher Anzahl angelegt.

- Waldrand: 2 bis 3 Probeflächen aneinandergereiht mit einem Mindestabstand von einer Bestandeshöhe. Die Probeflächen sollten in Baumartenzusammensetzung und Alter möglichst ähnlich sein.
- Schlagrand: 2 bis 3 Probeflächen wie bei Waldrand.
- Forststraße: 2 Probeflächen jeweils gegenüberliegend, angestrebt wurden 2 bis 3 Flächenpaare.
- Trassen: Anordnung der Probeflächen nach Möglichkeit paarweise, sonst aneinandergereiht. Zu dieser Randart wurden alle Arten von Aufhieben für Freileitungen, öffentliche Straßen und Seilbahnen aufsummiert. Die Breite einer Trasse ist in der Regel größer als eine halbe Baumlänge (15 m).
- Schitrassen: Die Anordnung der Probeflächen erfolgte paarweise gegenüberliegend.

Die Anzahl der unterschiedlichen Randarten wurde nach Untersuchungsräumen und Baumarten in der Übersichtstabelle 1 dargestellt.

4.2 Aufbau einer Probefläche

Jede Probefläche wird in drei Zonen unterteilt:

ZONE I Es werden 10 geeignete Probebäume ausgewählt. Diese müssen mit mindestens $\frac{1}{4}$ ihrer Lichtkronenoberfläche an die Freifläche angrenzen. Die äußersten Punkte der Kronenprojektion der Probestämme 1 und 10 bilden die Eckpunkte der Probefläche. Die Breite der Zone I ergibt sich aus dem mittleren Durchmesser der Kronenprojektion der Randbäume, senkrecht zum Randverlauf. Sowohl Länge als auch Breite wurden auf ganze Meter gerundet.

ZONE II Es werden 20 Probebäume ausgewählt. Die Tiefe dieser Zone ist abhängig von der Bestandesmittelhöhe: Bei einer Höhe bis 30 m: 25 m von den Eckpunkten minus Breite der Zone I. Bei einer Höhe über 30 m: 35 m von den Eckpunkten minus Breite der Zone I.

ZUSAMMENSTELLUNG NACH UNTERSUCHUNGSRÄUMEN, RANDARTEN UND BAUMARTEN

RAUH	WALDRAND		SCHLAGRAND		FORSTSTRASSE		TRASSE		SCHITRASSE		SUMME	
	Ges.	Fi/Ki/Ta	Ges.	Fi/Ki/Ta	Ges.	Fi/Ki/Ta	Ges.	Fi/Ki/Ta	Ges.	Fi/Ki/Ta	Ges.	Fi/Ki/Ta
01	24	10/14/-	4	2/2/-	42	38/4/-	2	-/2/-	8	8/-/-	80	58/22/-
02	6	5/1/-	2	-/2/-	-	-/-/-	6	-/6/-	-	-/-/-	14	5/9/-
03	4	4/-/-	4	4/-/-	-	-/-/-	7	1/6/-	-	-/-/-	15	9/6/-
04	15	15/-/-	2	2/-/-	12	12/-/-	2	2/-/-	-	-/-/-	31	31/-/-
05	45	42/2/1	6	6/-/-	4	4/-/-	-	-/-/-	-	-/-/-	55	52/2/1
06	7	7/-/-	-	-/-/-	-	-/-/-	1	1/-/-	-	-/-/-	8	8/-/-
07	8	8/-/-	12	12/-/-	21	21/-/-	3	3/-/-	-	-/-/-	44	44/-/-
08	3	3/-/-	8	6/-/2	17	15/-/2	4	4/-/-	-	-/-/-	32	28/-/4
09	-	-/-/-	-	-/-/-	-	-/-/-	-	-/-/-	35	27/-/8	35	27/-/8
10	-	-/-/-	-	-/-/-	-	-/-/-	5	4/1/-	-	-/-/-	5	4/1/-
	112	94/17/1	38	32/4/2	96	90/4/2	30	15/15/-	43	35/-/8	319	266/40/13

ZONE III Es werden 20 Probestämme ausgewählt. Die Breite ist variabel, es muß die erforderliche Anzahl von Probestämmen vorhanden sein.

Dieser Aufbau einer Probestfläche wird in Abb. 2 dargestellt.

5. AUSWERTUNGSMETHODIK

5.1. Rechnerische Auswertung

Die eigentliche Fragestellung lautete: Gibt es Unterschiede hinsichtlich der Kronenverlichtung von Waldbäumen in Abhängigkeit vom Abstand zum Wald- bzw. Bestandesrand?

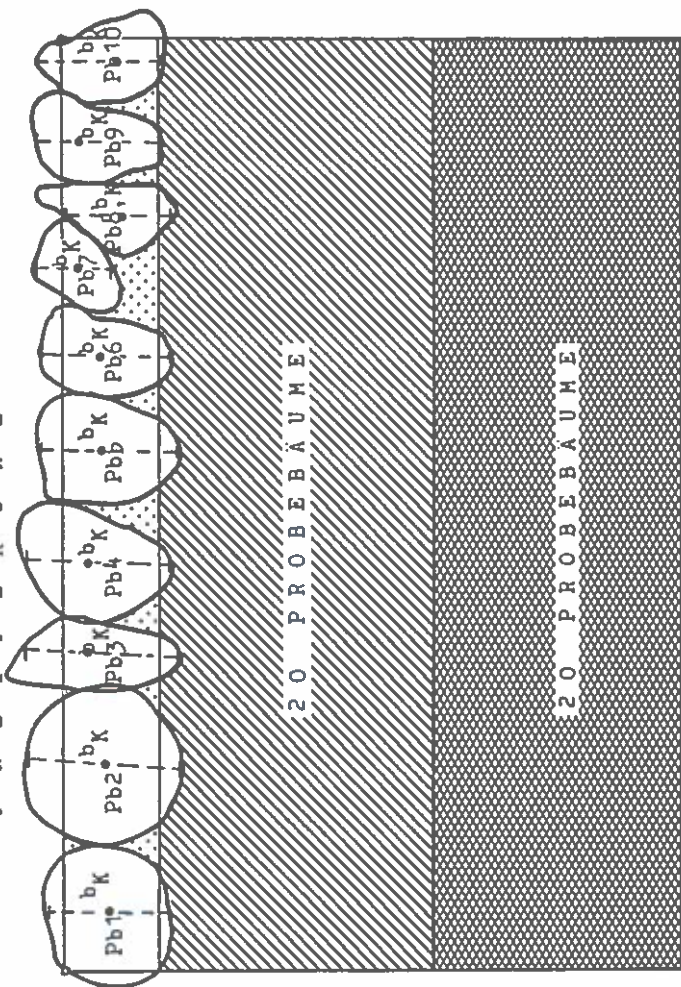
Im vorliegenden Projekt bedeutet dies folgendes: Unterscheiden sich die Mittelwerte der Kronenzustandsindizes der drei einzelnen Zonen signifikant voneinander? Wenn die Zonenmittelwerte auf den Probestflächenmittelwert bezogen werden, lautet die Frage: Weichen die Mittelwerte der Kronenzustandsindizes der Zonen erheblich vom Probestflächenmittelwert ab?

5.1.1 Problematik der Auswertung

Aufgrund der nicht systematischen Stichprobenverteilung konnten streng genommen nur die Probestämme einer Probestfläche zueinander in Beziehung gesetzt werden, weil in jeder Probestfläche spezielle Standorts-, Bestandes- und Randmerkmale auftreten. Daher durften nicht die Indizes mehrerer Probestflächen einer Zone zusammengefaßt und verglichen werden, da jede Probestfläche ihren eigenen Probestflächenindexmittelwert besitzt. Es sollte nicht der Unterschied der Kronenindizes verschiedener Probestflächen, sondern der Unterschied zwischen den Zonen geprüft werden.

Es galt nun die Streuung des Probestflächenindexmittelwertes zwischen den einzelnen Probestflächen auszuschalten. Dies geschah dadurch, daß die absoluten mittleren Indizes der Zonen durch Relativwerte ersetzt wurden. Das heißt, für jede Probestfläche wurden aus dem mittleren Zonenindex und dem Probestflächenindex Quotien-

F R E I F L Ä C H E



————— L Ä N G E —————

Abb. 2 Schematischer Aufbau einer Probefläche

ten errechnet - die sogenannten "Zone-Profil-Quotienten".

Damit konnte für jede Probefläche das Verhältnis der Zonenindizes zum Probeflächenindex durch drei Quotienten charakterisiert werden. Diese Quotienten ermöglichen nun eine beliebige Zusammenfassung mehrerer Probeflächen zum Zwecke des Zonenvergleichs.

Die Quotienten wurden folgendermaßen errechnet:

$$Q_I = \text{Ind.}_{ZI} / \text{Ind.}_{\text{ges.}} \times 100$$

$$Q_{II} = \text{Ind.}_{ZII} / \text{Ind.}_{\text{ges.}} \times 100$$

$$Q_{III} = \text{Ind.}_{ZIII} / \text{Ind.}_{\text{ges.}} \times 100$$

wobei: Q_I, Q_{II}, Q_{III} : Zone - Profil - Quotienten

und $\text{Ind.}_{ZI}, \text{Ind.}_{ZII}, \text{Ind.}_{ZIII}$: für Mittlere Kronenzustandsindizes der Zonen I, II, III stehen.

$\text{Ind.}_{\text{ges.}}$ = mittlerer Kronenzustandsindex der Probefläche.

Diese Zone-Profil-Quotienten geben im Vergleich Aufschluß darüber, um wieviel Prozent der Verlichtungsgrad der Zonen im Verhältnis zur gesamten Probefläche höher bzw. niedriger ist, das heißt, ob der "Rand", die "Übergangszone" oder das "Bestandesinnere" sich negativ oder positiv vom "Gesamtbestand" unterscheiden.

5.2 Gruppenbildung

In weiterer Folge wurden sogenannte "Thematische Gruppen" gebildet und Probeflächen mit bestimmten gemeinsamen Merkmalen zusammengefaßt (Hangexposition, Randexposition, Randabstand, Randalter etc.).

Mit sukzessiver Differenzierung der thematischen Gruppen konnten systematische Zusammenhänge oder Gegensätze verschiedener Randstellungs-, Standorts- und Bestandesverhältnisse untersucht und nachgewiesen werden.

5.3 Statistische Auswertung

Mit Hilfe einer "einfachen Varianzanalyse" mit drei Gruppen (= Zonen) wurde untersucht, ob die Streuung zwischen den Gruppen größer oder kleiner ist als innerhalb der Gruppen.

Wenn mit Hilfe des F-Tests eine "Signifikanz" festgestellt werden konnte, so bestehen mit der üblichen statistischen Wahrscheinlichkeit (95%) gesicherte Unterschiede zwischen den Zonen hinsichtlich der Kronenverlichtungsindizes.

Ein daran anschließender "Tukey-Test" klärte anhand der sogenannten linearen Kontraste der Mittelwertvergleiche die Frage, zwischen welchen Zonen und in welcher Größenordnung eventuelle Unterschiede auftreten.

6. ERGEBNISSE

Die einzelnen Randkategorien der Baumart Fichte zeigen zum Teil ein sehr unterschiedliches Verhalten der Randzonen - aber eines haben sie gemeinsam: Einen mehr oder weniger deutlich schlechteren Kronenzustand gegenüber dem Bestandesinneren - bis zu 30% im Mittel (Abb. 3). Die Übergangszonen (Z II) sind im Schädigungsgrad nicht mehr so gravierend und man kann im Mittel mit 5 - 10% schlechteren Werten, bezogen auf das Bestandesinnere rechnen.

Es fällt auf: Das klar ersichtlich bessere Abschneiden der Forststraßenränder. Hier hat sich gezeigt, daß bei einem pfleglichen Straßenbau mit einer Trassenbreite bis zu 15 Meter kaum Randschäden im Sinne von Kronenverlichtungen zu beobachten waren.

Diese Untersuchung hat bestätigt, daß die Folgeschäden einer Trassenlegung im wesentlichen von folgenden Faktoren beeinflusst werden: Hangexposition

Randexposition

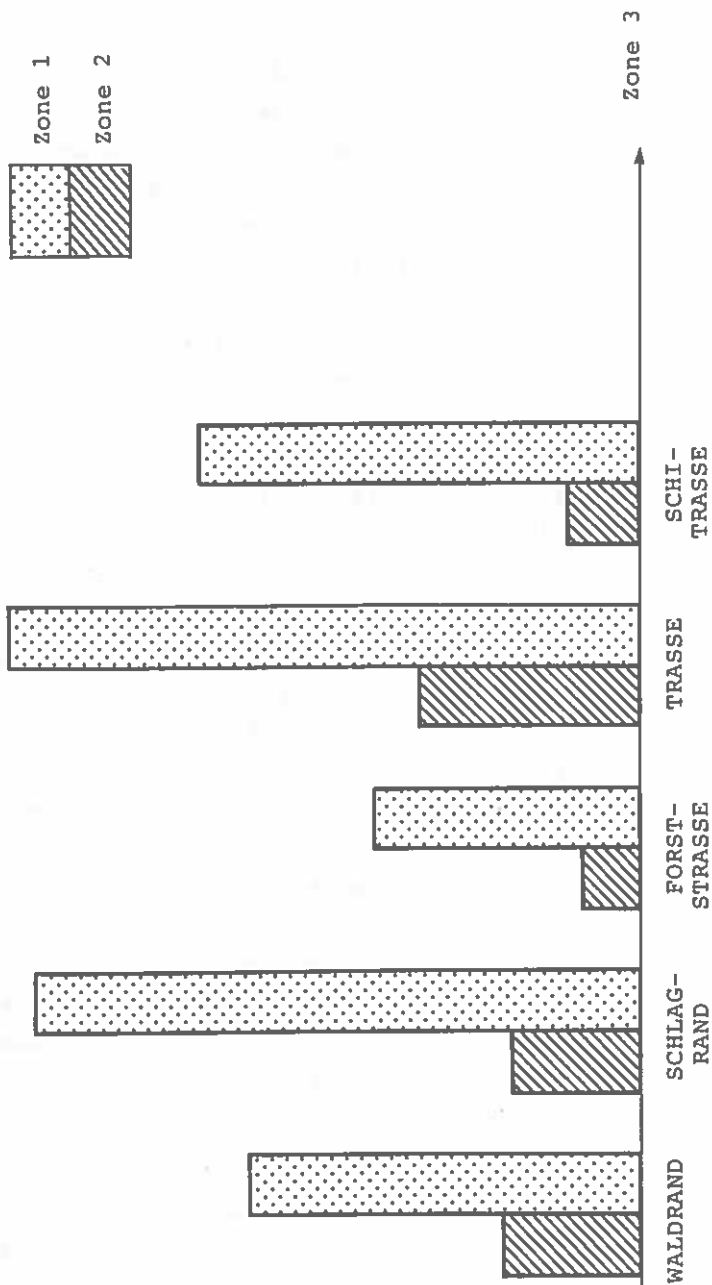
Randabstand (Trassenbreite)

Grad der Hangneigung.

Diese vier Faktoren bestimmen in ihrem Zusammenwirken den Feuch-

DARSTELLUNG DER ZONEN I UND II IN PROZENT DER ZONE III (= 100%)

FÜR DIE FÜNF RANDKATEGORIEN



tigkeitsgehalt des Standortes mit (Abb. 4, 5 und 6).

Besonders starke Schäden oder deutlichere Kronenverlichtungen waren an Schlag- und Trassenrändern zu beobachten: Im geschützten Bestandesinneren aufgewachsene Bäume werden plötzlich freigestellt und müssen nun ungeschützt (mangelnde Rindenstärke, kürzere Krone, fehlende Bodenvegetation) Klimaextreme ertragen, die durch Wind, Sonne und oft auch noch durch geänderte Abflußverhältnisse verstärkt werden.

Neben den vorher bereits erwähnten Faktoren wurde hier noch die Abhängigkeit vom Freistellungszeitraum untersucht (Abb. 7). Bei Schlagrändern werden nach der Freistellung im Zeitraum von 3 bis 5 Jahren spätestens die ersten negativen Auswirkungen in Form von Kronenverlichtungen sichtbar; die Schäden eskalieren bei einer Freistellungsdauer von 15 Jahren (Randbäume bis zu 50% schlechter). Die ersten Bäume müssen entnommen werden, einige wenige konnten sich anpassen. Im allgemeinen hat sich die Schlagfläche in eine Dichtung verwandelt und der negative Einfluß der Randstellung geht stetig zurück.

Diese positive Erscheinung trifft bei Trassenaufhieben mit einer Breite von mehr als einer halben Baumlänge leider nicht mehr zu. Hier muß ebenfalls mit einer Verschlechterung des Kronenzustandes von 25 bis 30% innerhalb der ersten 10 Jahre gerechnet werden, die sich bei Zusammentreffen mehrerer Extremfaktoren (Südhänge, Südränder, Hangneigung über 50%) verdoppeln kann (Abb. 8). Eine rechtzeitige Pflege der Trassenränder kann meist das schlimmste verhindern: So werden diese freigestellten Trassenränder oft in einen gewachsenen Waldrand umgewandelt, was je nach Standort 20 bis 30 Jahre dauert, bis der neue Waldmantel halbwegs seiner Funktion gerecht wird.

Gewachsene Waldränder schneiden in dieser Untersuchung nicht so gut ab, wie man erwarten sollte (Abb. 3). Im Schnitt liegt der Verlichtungsgrad der Randzone ca. 15% über dem des Bestandesinneren. Hier machen sich oft die Auswirkungen von landwirtschaftlichen Intensivbewirtschaftungsflächen in unmittelbarer Nachbarschaft bemerkbar.

DARSTELLUNG DER ZONEN I, II IN PROZENT DER ZONE III

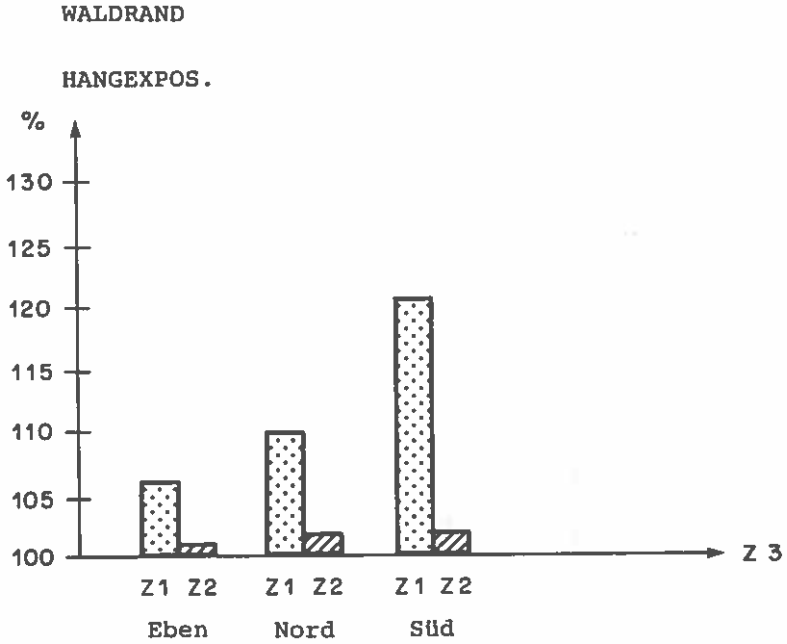
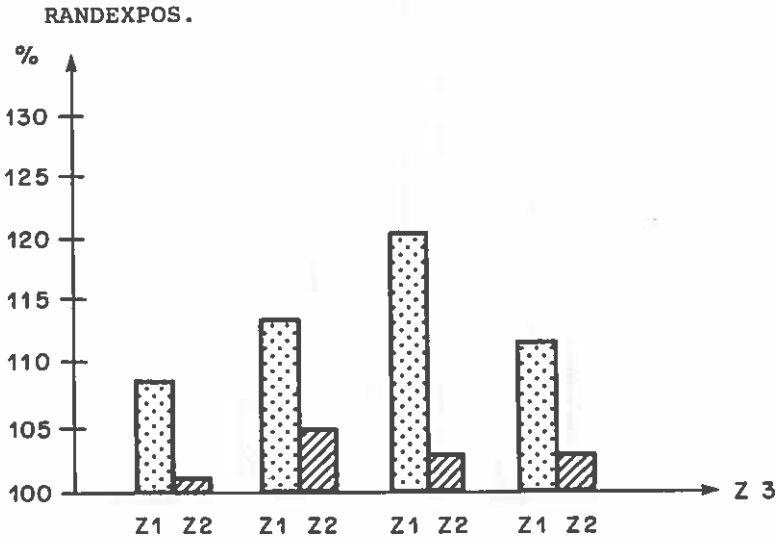


Abb. 4



DARSTELLUNG DER ZONEN I, II IN PROZENT DER ZONE III

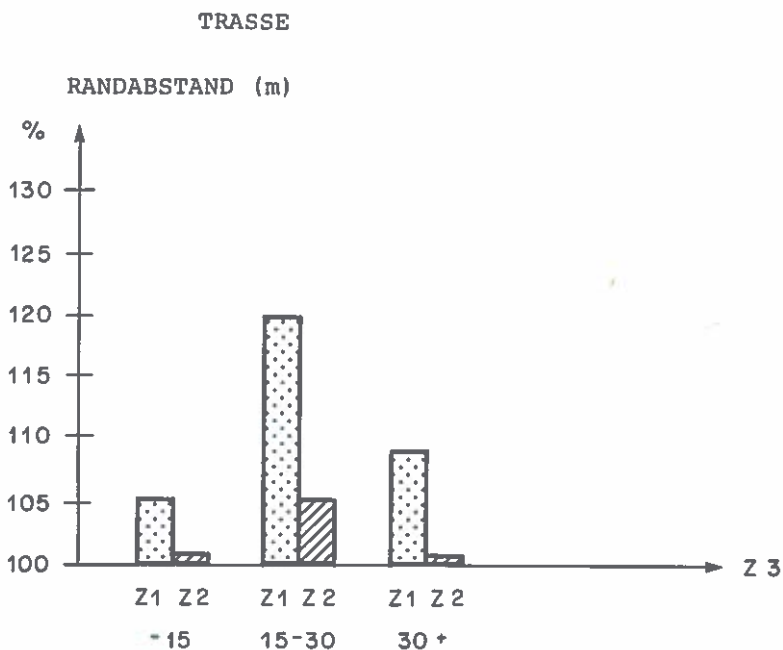
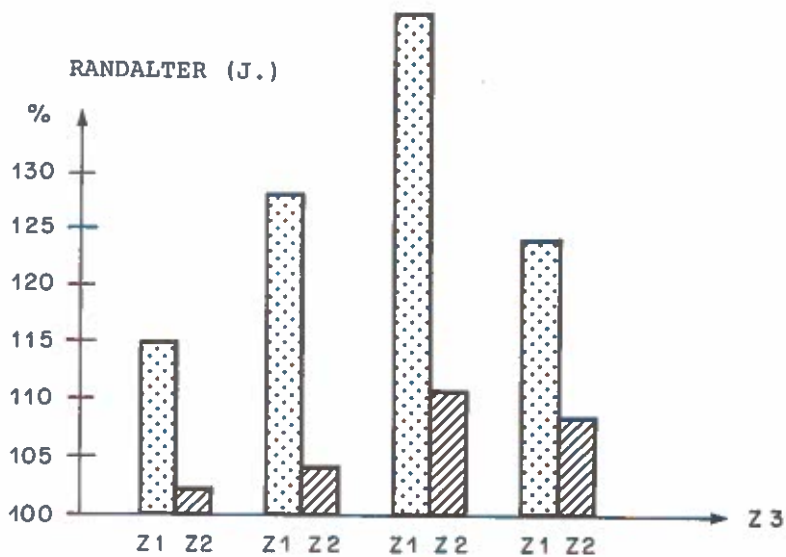


Abb. 6



DARSTELLUNG DER ZONEN I, II IN PROZENT DER ZONE III

TRASSEN

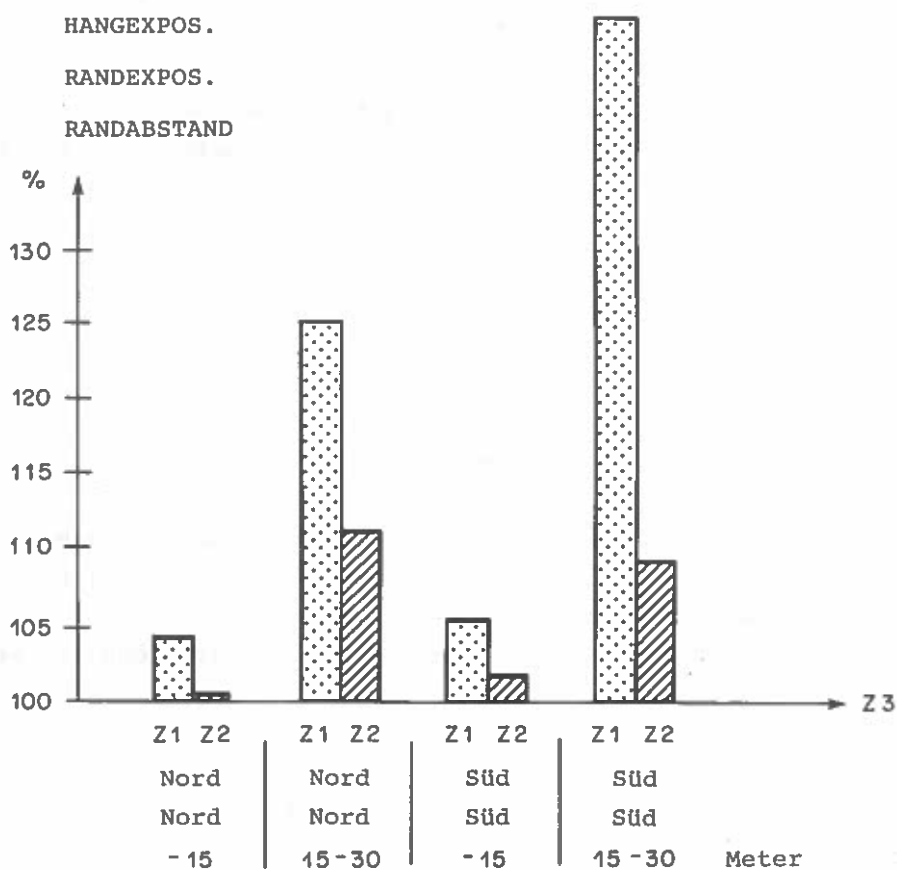


Abb. 8

Auch waldbauliche Fehler wie Erstaufforstungen mit nicht standortsgemäßen Baumarten (Fichte) und Nichtbeachtung der entsprechenden Höhenstufe sowie Begründung von Steilrändern schlagen sich in einem schlechteren Rand-Kronen-Zustand nieder.

Es soll noch kurz auf die Ergebnisse bei anderen Baumarten eingegangen werden: In Kiefernbeständen wurden 40 Profile erhoben und es hat sich gezeigt, daß die Schädigungen bei allen Randkategorien um ca. 5 bis 10% unter den Mittelwerten der Fichte liegen. Die Kiefer ist als Lichtbaumart weniger empfindlich gegen Freistellungsmaßnahmen und auch trockenheitsresistenter. Sie zeigt natürlich auch Reaktionen, nur werden sie erst später (etwa ab dem 5. Jahr) in einem verschlechterten Kronenzustand erkennbar.

Auf die Tanne kann aus rein statistischen Erwägungen nicht eingegangen werden, da sie als seltenere Mischbaumart nicht in repräsentativer Anzahl an den erhobenen Probeflächen beteiligt war.

7. ZUSAMMENFASSUNG

Abschließend, nach diesem Überblick der Kronenzustandsverhältnisse an Wald- und Trassenrändern, können folgende Fakten festgehalten werden:

- Randbäume zeigen durchwegs, von wenigen Ausnahmen abgesehen - je nach Randkategorie und Baumart - einen bis zu 50% schlechteren Kronenzustand als das Bestandesinnere.
- Auch die Übergangszone unterscheidet sich meist noch vom Bestandesinneren negativ.
- Diese Verhältnisse lassen sich nicht regional oder lokal abgrenzen.
- Als bestimmende Faktoren (abschwächend oder verstärkend) scheinen auf:
 - a) Hangexposition und Hangneigung
 - b) Exposition des Randes

- c) Trassenbreite (Entfernung zum gegenüberliegenden Wald- oder Trassenrand).

LITERATUR

- aushofer F., Litschauer R., Wiesinger R., 1987:
Waldzustandsinventur-Untersuchung der Kronenverlichtungsgrade
an Wald- und Bestandesrändern. FBVA-Bericht Nr. 24.
- Illanschütz J., Kilian W., Neumann M., Siegel G., 1985:
Instruktion für die Feldarbeit der Waldzustandsinventur nach
bundeseinheitlichen Richtlinien 1984-1988 (Fassung 1985).
Herausgeber Forstliche Bundesversuchsanstalt Wien.
- Illanschütz J., 1986/2:
Zur Kritik an der Waldzustandsinventur. Holzkurier 41.Jg.,
Nr. 13, 1986. S 1-4.
- IVA-Wien:
Instruktion für die Feldarbeit der Österreichischen Forstin-
ventur 1981-1985 (Fassung 1981).

UNTERSUCHUNG DER ZUWACHSVERHÄLTNISSE AN WALD- UND BESTANDESRÄNDERN

von
Rudolf Wiesinger

1. EINLEITUNG

Randschäden entstehen, wenn ein Bestand durch einen betrieblichen Eingriff seinen natürlichen Trauf- oder Deckungsschutz verliert. Auf dem freigelegten Rand werden die klimatischen und edaphischen Faktoren abgeändert, sodaß eine optimale Gesamtwirkung der Faktoren nicht mehr zu erwarten ist.

Im Jahre 1986 wurde daher im Rahmen der Waldzustandsinventur eine einmalige Sonderuntersuchung mit dem Arbeitstitel "Randschadensuntersuchung 1986" durchgeführt. Neben der "Untersuchung der Kronenverlichtungsgrade an Wald- und Bestandesrändern", die im vorhergehenden Referat behandelt wurde, sind bei den Aufnahmen auf insgesamt 262 Probeflächen mehr als 2.500 Bohrkerne für Zuwachsuntersuchungen gewonnen worden. Das damit vorhandene Datenmaterial, das in dieser Form bisher einmalig war, ermöglichte Zuwachsuntersuchungen verschiedenster Wald- und Bestandesränder.

Auf jeder Probefläche wurden 9 Bohrkerne, und zwar in jeder Zone (Zone 1 = unmittelbare Randbäume, Zone 2 = Randzone bzw. Übergangszone, Zone 3 = Innenbestand) jeweils 3, entnommen.

2. AUSWERTUNG

Für die Auswertung der Jahrringmessungen wurde bei dieser Untersuchung das Verfahren der Verhältnisbildung von Basisperiode zu Untersuchungsperiode angewendet. Die Berechnung sah folgendermaßen aus:

- Als Basisperiode wurde grundsätzlich der Zeitraum von 1921 - 1955 genommen. Für diese wurde nun der durchschnittliche Zuwachs aus den drei Bohrkernmessungen je Zone ermittelt.
- Der Untersuchungszeitraum von 1956 - 1985 ist in sechs Perioden mit je fünf Jahren geteilt worden. Für jede einzelne 5-Jahresperiode wurde der durchschnittliche Zuwachs gebildet.
- Das prozentuelle Verhältnis von 5-Jahresperiode zu Basisperiode wurde ermittelt.
- Das Verhältnis von Zone 1 (Randbäume) bzw. Zone 2 (Randzone) zur Vergleichszone 3 (Innenbestand) in Prozent ergab den "RELATIVEN JAHRRINGINDEX" für jede 5-Jahresperiode.

Der relative Jahrringindex ist hier also das Verhältnis der Zone 1 bzw. 2 von Untersuchungsperiode zu Basisperiode dividiert durch das Verhältnis der Untersuchungsperiode zur Basisperiode der Vergleichszone 3, multipliziert mit 100.

Mit Hilfe der relativen Jahrringindices konnten verschiedene Probestflächen zu Gruppen mit gemeinsamen Merkmalen zusammengefaßt und untersucht werden, ob sich Unterschiede gegenüber der Zone 3 ergeben. Zur statistischen Überprüfung wurden die Mittelwerte des relativen Index mit dem hypothetischen Sollwert von 100% verglichen und die Signifikanz der Differenz mit einem T-Test überprüft.

1. ERGEBNISSE

Waldränder

DURCHSCHNITTliche RELATIVE JAHRRINGINDICES IN %
RANDART: WALDRAND BAUMART: FICHTE
MERKMALE: LANGE PERIODE ANZAHL: 78

Z O N E 1						
Periode	56-60	61-65	66-70	71-75	76-80	81-85
$\bar{x}$	111	107	110	102	101	102
$s_{\bar{x}}$	4,4	4,1	4,5	4,4	4,9	5,0
sign.	+	+	+	-	-	-

Z O N E 2						
Periode	56-60	61-65	66-70	71-75	76-80	81-85
$\bar{x}$	104	101	104	103	103	105
$s_{\bar{x}}$	3,5	3,2	3,9	3,8	4,7	5,5
sign.	-	-	-	-	-	-

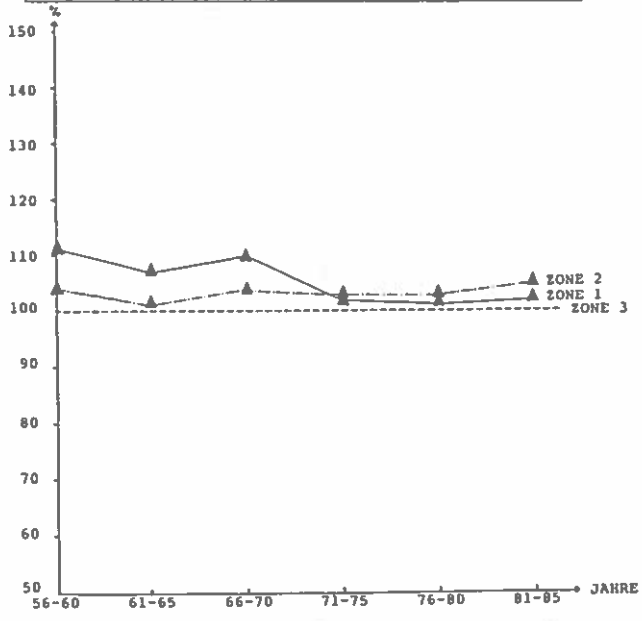


Abbildung 1: Die natürlichen Fichtenwaldränder.

Bei der Betrachtung der natürlichen Fichtenwaldränder auf Abb. 1 fällt auf, daß die Zuwächse der Zone 1 während der Jahre 1956 - 1970 signifikant höher als die in Zone 3 sind. Von der 3. zur 4. Periode erfolgt ein Rückgang der Zone 1 um 8% und die Unterschiede sind nicht mehr signifikant.

Die erste Stratenbildung erfolgte nun nach den Hang- und Randexpositionen, wobei keine wesentlichen Unterschiede gegenüber dem Gesamtkollektiv festgestellt wurden. Lediglich die nach Süden gerichteten Randbäume wiesen einen geringeren relativen Zuwachs (im Vergleich zum Innenbestand) während des gesamten Untersuchungszeitraumes auf.

Die nächste Gruppenbildung erfolgte nach dem Schlußgrad des Randes. Die 4-teilige Skala erstreckte sich von licht (= ungeschützte Stämme ohne Ummantelung) über locker, geschlossen bis dicht (= die Stämme sind nach außen hin gänzlich ummantelt). Lockere Waldränder, d. h. Ränder, die weniger ummantelt sind, verlieren in der 3. Periode (1966 - 1970) ihren relativen Wuchsvorsprung und ab dem Jahr 1971 fällt der Zuwachs der Randbäume unter die Zone 2 und 3 ab. Der durchschnittliche Zuwachs der drei letzten Perioden (1971 - 1985) beträgt nur 92% des Innenbestandes.

Ein weiteres Untersuchungskriterium war das Relief. Bei den Oberhängen erreicht die Zone 1 (Randbäume) in den letzten drei Perioden nur mehr 84%, 85% und 86% der Zone 3, während sie in der 1. Periode (1956 - 1960) noch 114% leistete. Die Mittelhänge sind praktisch identisch mit den auf Abb. 1 gezeigten Waldrändern. Die Unterhänge haben in den 6 Untersuchungsperioden in der Zone 1 mit durchschnittlich 123% einen wesentlich höheren relativen Zuwachs als der vergleichbare Innenbestand.

Nun wollen wir den Zusammenhang der Kronenverlichtung 1986 mit dem Zuwachsverhalten überprüfen. Auf der Abb. 2 sehen wir die deutlich verlichteten Waldränder. Sie haben einen durchschnittlichen Verlichtungsgrad von 2,7. Ab der Periode 1966 - 1970 sinkt der relative Zuwachs von Zone 1 unter den des Innenbestandes und liegt ab 1971 signifikant darunter. Die Zone 1 (Randbäume) leistet im Durchschnitt der Jahre 1971 - 1985 nur 85% des Innenbestandes.

Demgegenüber haben schwach oder nicht verlichtete Flächen (Abb. 3) einen durchschnittlichen Verlichtungsgrad von 1,4. Der Zuwachs der Zone 1 bleibt in den ersten drei Perioden signifikant über dem des Innenbestandes.

Waldrand

DURCHSCHNITTliche RELATIVE JAHRRINGINDICES IN %

RANDART: Waldrand

BAUMART: Fichte

MERKMALE: Kronenindex $ZI > 2$

ANZAHL: 20

Z O N E 1						
Periode	56-60	61-65	66-70	71-75	76-80	81-85
$\bar{x}$	100	104	97	85	83	86
$E_{\bar{x}}$	5,5	7,9	8,6	6,6	8,2	10,3
sign.	-	-	-	+	+	+

Z O N E 2						
Periode	56-60	61-65	66-70	71-75	76-80	81-85
$\bar{x}$	102	102	100	105	106	97
$E_{\bar{x}}$	9,5	7,7	7,1	7,4	6,3	4,9
sign.	-	-	-	-	-	-

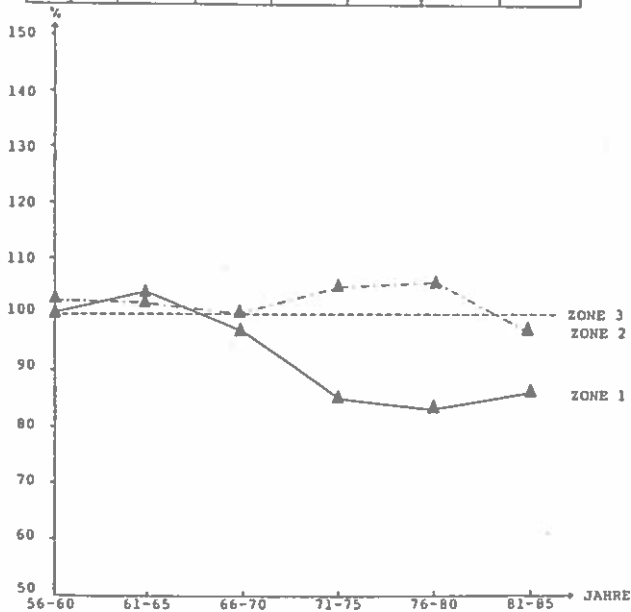


Abbildung 2: Die natürlichen Fichtenwaldränder mit einem durchschnittlichen Verlichtungsgrad von 2,7.

Waldrand

DURCHSCHNITTliche RELATIVE JAHRRINGINDICES IN %

RANDART: Waldrand

BAUHART: Fichte

MERKMALE: Kronenindex $\geq 1,6$

ANZAHL: 17

Z O N E 1						
Periode	56-60	61-65	66-70	71-75	76-80	81-85
$\bar{x}$	115	114	121	109	106	113
$s_{\bar{x}}$	7,9	8,6	9,4	8,5	6,5	11,3
sign.	+	+	+	+	+	+

Z O N E 2						
Periode	56-60	61-65	66-70	71-75	76-80	81-85
$\bar{x}$	103	100	101	101	92	100
$s_{\bar{x}}$	6,4	7,1	7,5	6,8	7,5	11,9
sign.	-	-	-	-	-	-

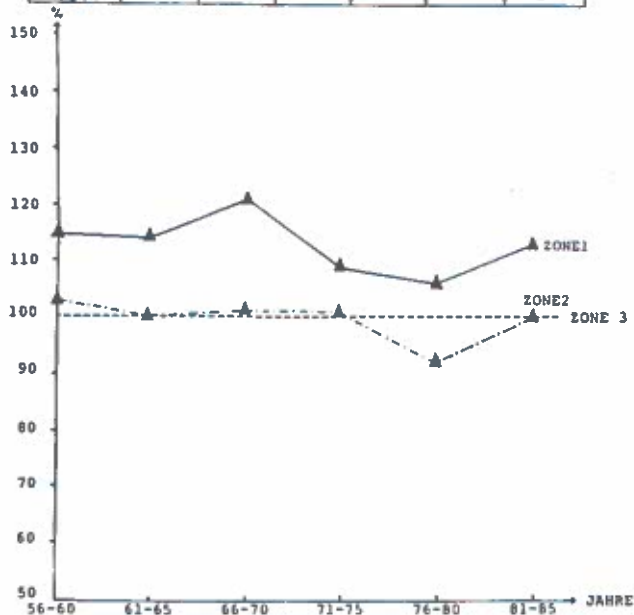


Abbildung 3: Die natürlichen Fichtenwaldränder mit einem durchschnittlichen Verlichtungsgrad von 1,4.

Schlagrand

DURCHSCHNITTliche RELATIVE JAHRRINGINDICES IN %

RANDART: SCHLAGRAND

BAUHART: FICHTE

MERKMALE: ALTER 11 - 15

ANZAHL: 6

Z O N E 1						
Periode	56-60	61-65	66-70	71-75	76-80	81-85
$\bar{x}$	103	104	105	107	113	151
$s_{\bar{x}}$	14,2	16,4	17,6	17,1	19,0	16,9
sign.	-	-	-	-	-	+

Z O N E 2						
Periode	56-60	61-65	66-70	71-75	76-80	81-85
$\bar{x}$	102	96	95	96	82	89
$s_{\bar{x}}$	10,0	9,7	9,0	9,0	11,2	12,3
sign.	-	-	-	-	-	-

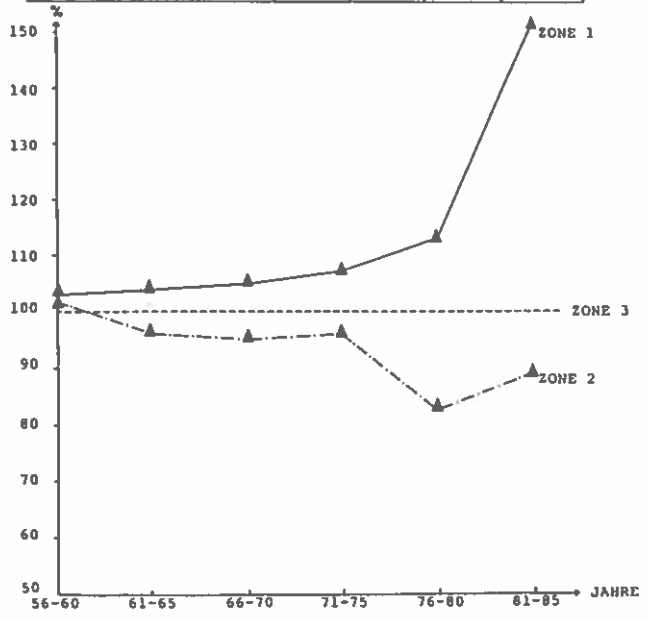


Abbildung 4: Die Schlagränder, die in den Jahren 1971 - 1975 freigestellt wurden.

Gegenüber den Waldrändern zeigen die Schlagränder, wie nicht anders zu erwarten war, eine ausgeprägte relative Zuwachssteigerung der unmittelbaren Randbäume, die auf den erhöhten Lichtgenuß nach der Freistellung zurückgeführt werden kann. Voll zum Tragen kommt diese Steigerung aber erst nach 5 - 10 Jahren nach der Randbildung.

Forststraßen

DURCHSCHNITTSLICHE RELATIVE JAHRRINGINDICES IN %

RANDART: Forststraße

BAUMART: Fichte

MERKMALE: Alter > 15

ANZAHL: 56

Z O N E 1						
Periode	56-60	61-65	66-70	71-75	76-80	81-85
$\bar{x}$	109	106	110	117	122	131
$s_{\bar{x}}$	5,9	5,8	6,7	5,6	6,8	7,6
sign.	-	-	-	+	+	+

Z O N E 2						
Periode	56-60	61-65	66-70	71-75	76-80	81-85
$\bar{x}$	107	106	104	106	109	111
$s_{\bar{x}}$	4,0	4,2	3,8	4,0	5,1	5,8
sign.	-	-	-	-	-	-

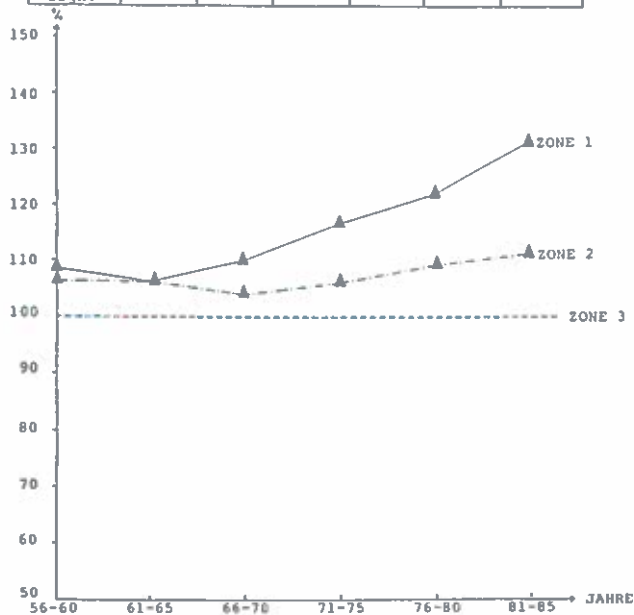


Abbildung 5: Die Forststraßenränder mit einem Randalter von mehr als 15 Jahren.

Bei den Forstraßenränder unterscheidet sich das Zuwachsverhalten der Zonen 1 und 2 bis zur Periode 1966 - 1970 nicht wesentlich von dem der Innenzone. Ab 1970 aber ist der relative Zuwachs der Randbäume signifikant höher als der des zugeordneten Innenbestandes.

26 der untersuchten Forststraßenränder liegen oberhalb der Straße, 23 unterhalb. Der Kurvenverlauf des relativen Zuwachses ist im wesentlichen ähnlich dem auf Abbildung 5. Unterschiede ergeben sich aber in der absoluten Höhe des Mehrzuwachses. Während die Randbäume hangoben einen Mehrzuwachs von 24% in den letzten drei Perioden erreichen, konnte hang unten nur ein Mehrzuwachs von 15% festgestellt werden.

Der Wasserhaushalt führt auch bei Forststraßenrändern zu Differenzierungen: Bei den mäßig frischen Standorten beträgt der relative Zuwachs in den Jahren 1971 - 1985 nur 8,7%, bei den frischen und sehr frischen dagegen 27%. Bei von Natur aus trockeneren Standorten verstärken sich die negativen Auswirkungen des Straßenbaues. Die Unterbrechung des Hangwasserzuges und mechanische Schäden im Wurzelbereich führen dazu, daß sich trotz Lichtung durch den Trassenhieb nur eine sehr geringe relative Zuwachssteigerung feststellen läßt.

Die Untergliederung in Randexpositionen zeigte, daß der relative Zuwachs der Zone 1 bei den Westrändern gegenüber den anderen deutlich abfällt. Die durchschnittliche relative Zuwachsüberlegenheit in den Jahren 1971 - 1985 beträgt bei den Westrändern nur 3% gegenüber 27% der übrigen Expositionen.

Der Zuwachs der Randbäume auf Nordhängen ist dem auf Südhängen deutlich überlegen: In den Jahren 1971 - 1985 beträgt er auf Nordhängen 43,7%, auf Südhängen 14,4%. Untersonnung, Verhagerung und Trockenheit wirken sich auf Südhängen naturgemäß stärker aus.

Die Randbäume der Forststraßen erfuhren zwar durch die Freistellung eine relative Zuwachssteigerung, jedoch nicht in dem hohen Ausmaß wie die Schlagränder. Die positiven Effekte der Freistellung wurden durch negative Auswirkungen des Straßenbaues überlagert.

Entscheidende Faktoren für die relative Zuwachsdifferenzierung sind vor allem Wasserhaushalt, Randexposition, Hangexposition und die Lage der Probestämme oberhalb oder unterhalb der Forststraße.

Schitrassen

DURCHSCHNITTliche RELATIVE JAHRINGINDICES IN %

RANDART: Schitrasse

BAUMART: Pichte

MERKMALE: Alter > 15

ANZAHL: 15

Z O N E 1						
Periode	56-60	61-65	66-70	71-75	76-80	81-85
$\bar{x}$	103	104	97	101	116	127
$s_{\bar{x}}$	10,7	8,3	8,3	8,7	15,4	13,8
sign.	-	-	-	-	-	-

Z O N E 2						
Periode	56-60	61-65	66-70	71-75	76-80	81-85
$\bar{x}$	99	103	93	94	96	100
$s_{\bar{x}}$	7,3	7,9	8,1	8,6	11,5	12,2
sign.	-	-	-	-	-	-

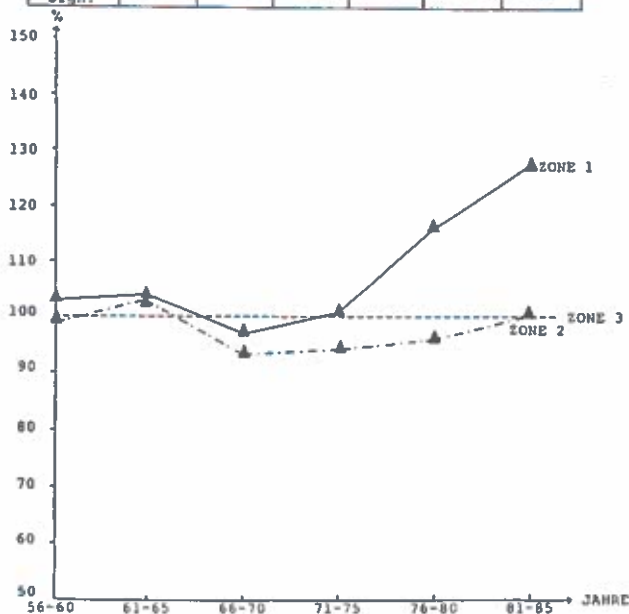


Abbildung 6: Die Schitrassenränder mit einem Randalter von mehr als 15 Jahren.

Die Schitrassenränder verhalten sich Zuwachsmäßig wie erwartet ähnlich den Forststraßen: Bis in die Periode 1971 - 1975 unterscheidet sich der Zuwachs der Randbäume nicht wesentlich von dem des Innenbestandes. In weiterer Folge beginnt er nach oben auszuweichen. Die Zuwachsüberlegenheit der Randbäume in den letzten drei Perioden beträgt gegenüber dem Innenbestand 14,7%.

Der Verlauf des relativen Zuwachses der Randbäume kommt auch hier bei weitem nicht an die Steigerungsraten der Schlagränder nach der Freistellung heran. Auch bei dieser Randart dürften negative Auswirkungen des Trassenbaues und auch der Benützung hindernd auf den möglichen Mehrzuwachs wirken.

4. ZUSAMMENFASSUNG

DARSTELLUNG DER DURCHSCHNITTlichen RELATIVEN JAHRRINGINDIZES
DER ZONE 1 (OBEN) UND ZONE 2 (UNTEN) FÜR DEN WALDRAND-FICHTE
UND FICHTEN-BESTANDESGRÄNDER ÄLTER ALS 15 JAHRE

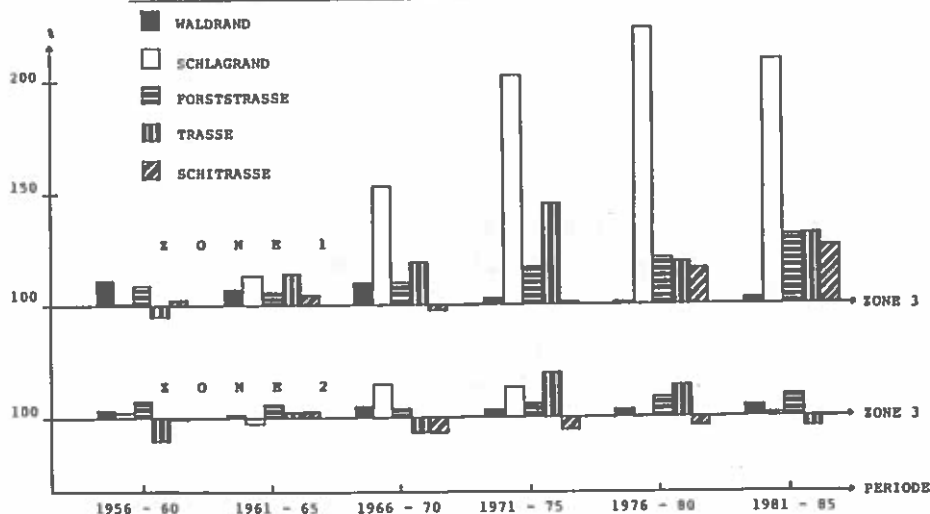


Abbildung 7: Die relativen Jahrringindices für den Fichtenwaldrand und die Fichtenbestandesränder.

Die Untersuchung der Zuwachsverhältnisse der Waldränder ergab, daß die unmittelbaren Randbäume gegenüber dem Innenbestand in den Perioden bis 1970 einen relativen Mehrzuwachs von 9,3% aufwiesen (Abb. 7). Ab diesem Zeitpunkt geht der relative Zuwachs der Zone 1 zurück, während sich die Zone 2 nicht verändert. Diese Tendenz läßt sich aus der natürlichen Zuwachsentwicklung kausal nicht erklären. Ein Zusammenhang mit dem festgestellten deutlich höheren Verlichtungsgrad der Randbäume konnte nachgewiesen werden. Über den Durchschnitt hinausgehende Zuwachsverluste weisen vor allem Oberhänge und lockere Waldränder auf.

Bei den Bestandesrändern werden durch die Randbildung günstigere Zuwachsbedingungen für die direkten Randbäume geschaffen. Es fällt der Konkurrenzdruck weg, der Standraum wird erweitert und der Baum erhält mehr Licht. Er braucht, um die positiven Faktoren voll umzusetzen, ca. 5 - 10 Jahre. Beschränkend auf die mögliche Zuwachssteigerung der unmittelbaren Randbäume wirkt die Wasser- und Nährstoffversorgung.

Bei den Randarten Forststraße, Trasse und Schitrasse wird der positive Effekt der Auflichtung durch negative Auswirkungen überlagert, die sich vor allem aus der weiteren Verwendung des Nichtwaldteiles ergeben. Diese drei Randarten sind in ihrem relativen Zuwachsverhalten sehr ähnlich, wie auf der Abbildung 7 zu sehen ist, und weisen Zuwachssteigerungen von weniger als 50% auf. Bei den Schlagrändern hingegen sind - als Reaktion auf die Freistellung - relative Zuwachssteigerungen von 50% bis mehr als 100% festzustellen.

Die Bäume der Zone 2 lassen bei den Bestandesrändern keine signifikanten Zuwachsreaktionen auf die Randbildung erkennen.

ZUWACHSUNTERSUCHUNG WALDVIERTEL

von

Rudolf Wiesinger

1. EINLEITUNG

Diese Sonderuntersuchung, die im Rahmen der Waldzustandsinventur durchgeführt wurde, sollte die Frage beantworten, ob zwischen den Gesamtschwefelmeßwerten der Bioindikatornetzkpunkte und dem Zuwachsverlauf der gewonnenen Probestämme ein Zusammenhang besteht bzw. ob schon früher Zuwachsverluste auftraten, da die Schwefelmeßwerte erst seit 1983 bzw. 1984 vorliegen. Für diese Untersuchung wurden im nordwestlichen Waldviertel - im Bereich Gmünd, Weitra, Karlstift, Großgerungs - im Jahre 1986 auf 18 Probestflächen jeweils drei Analysenbäume gefällt.

2. AUSWERTEVERFAHREN

Zuerst wurden die Probestflächen den Bioindikatornetzknoten zugeordnet. Diese liefern die Schwefelwerte in Prozent Gesamtschwefel für die Jahre 1983 bzw. 1984 bis 1988. Als Grenzwerte für die Schwefelbelastung wurden 0,110% Gesamtschwefel im 1. Nadeljahrgang und 0,140% Gesamtschwefel im 2. Nadeljahrgang - analog der zweiten Verordnung gegen forstschädliche Luftverunreinigungen § 5 - genommen. Waren die Analysenwerte einer Fläche in sämtlichen Jahren unter diesen Grenzwerten, dann wurde sie als Referenzfläche (bzw. Vergleichsfläche) gewertet.

Das für diese Untersuchung ausgewählte Auswerteverfahren wurde schon oft verwendet und beruht auf der Methode der doppelten Indexbildung. Dabei wird ein genügend langer Zeitraum des Jahrringverlaufes vor dem zu untersuchenden Zeitraum rechnerisch definiert. Dadurch erhält man eine Ausgleichskurve, die in den Untersuchungszeitraum hinein durch Extrapolation verlängert wird. Die Verhältniszahl von berechneter zu gemessener Jahrringbreite ergibt den einfachen Jahrringindex, der die Abweichung des Jahreszuwachses vom allgemeinen Zuwachstrend darstellt. Diese Abweichungen werden durch Klima und andere äußere Faktoren, die biotischer oder abiotischer Natur sein können, verursacht. Wenn der einfache Index der unbeeinflussten Referenzflächen zu den möglicherweise beeinflussten Flächen in Beziehung gesetzt wird, werden die klimatischen Faktoren weitestgehend ausgeschaltet und man erhält einen doppelten Index, den relativen Index.

Grundsätzlich wurde bei der Jahrringauswertung und Volumenberechnung ähnlich vorgegangen. Es wurden Berechnungen für die einzelnen Bäume durchgeführt, die Flächenindices gebildet, die Referenzkurven und die relativen Indices berechnet, sowohl für Jahrringe als auch Volumen.

3. NIEDERSCHLAG UND REFERENZKURVEN

Auffallend bei den Referenzkurven, sowohl bei den Jahrringen als auch beim Volumen war, daß sie ab 1948 einen Zuwachseinbruch aufwiesen (Siehe Abb. 1). Eine Erklärung dafür liefert uns der extrem geringe Niederschlag in der Vegetationsperiode 1947. Wenn man dazu noch berücksichtigt, daß 1947 die absolut höchsten Lufttemperaturen von $15,5^{\circ}\text{C}$ in der Vegetationszeit aufgetreten sind (gegenüber dem Mittel im Beobachtungszeitraum 1901 - 1980 von $12,7^{\circ}\text{C}$), so ist es verständlich, daß sich die Auswirkungen dieses Extremjahres länger als ein Jahrzehnt zeigen.

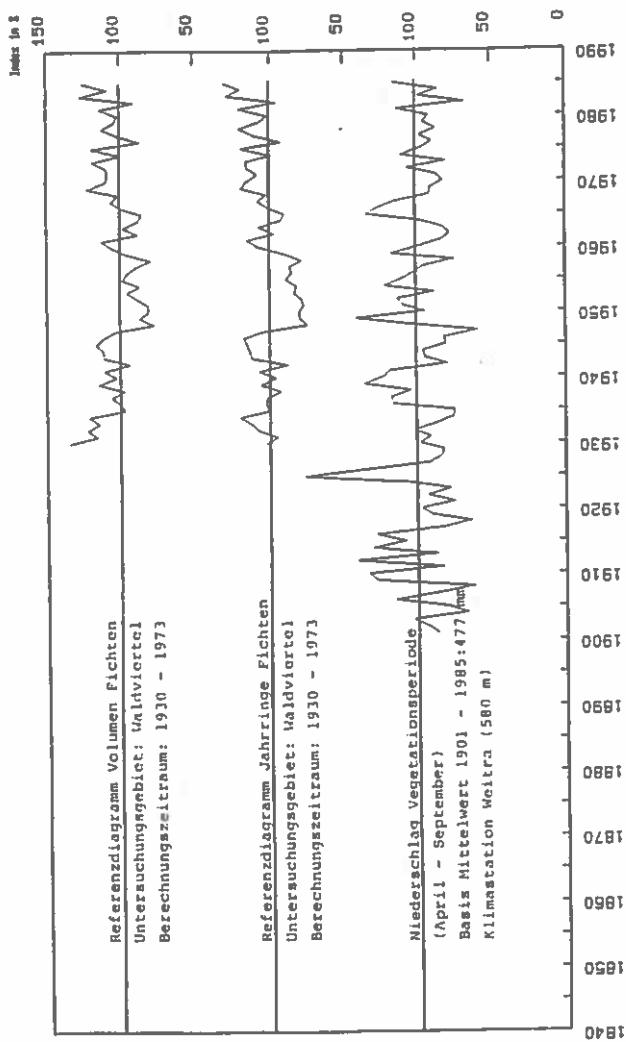


Abbildung 1: Jahrring- und Volumenreferenzdiagramm für Fichten und Niederschlag in der Vegetationsperiode.

Die Jahrringentwicklung weist dabei stärkere Depressionen wie die Volumenentwicklung auf. Erst 1959 erreicht der Jahrringzuwachs wieder die 100% Marke.

Interessant ist noch das Jahr 1965, das sich durch eine feuchte und kühle ($11,8^{\circ}\text{C}$ Durchschnittstemperatur in der Vegetationszeit) Witterung auszeichnet und ebenfalls einen verringerten Zuwachs zeigt. Ansonsten sind Jahrring-, Volumen- und Niederschlagsdiagramme durch eine ähnliche Entwicklung gekennzeichnet.

4. ERGEBNISSE

Die Darstellung der Ergebnisse erfolgt in zwei Tabellen. Tabelle 1 zeigt die relativen Jahrringindices für zwei Untersuchungszeiträume. Beim Vergleich der beiden Untersuchungszeiträume 1971 - 1985 und 1974 - 1985 ist festzustellen, daß der kürzere bei jenen Probeflächen, die keine negativen Zuwachsreaktionen aufweisen, bessere Werte ergibt; das bedeutet, daß in Durchschnitt mit der Länge des Untersuchungszeitraumes auch die Abweichung von 100% und damit die Ungenauigkeit steigt. Tabelle 2 präsentiert die relativen Jahrringindices und die relativen Volumenindices.

Auffallend ist der große Unterschied zwischen den relativen Jahrringindices und relativen Volumenindices bei der Probefläche 313 012. Die Erklärung dafür liefert uns der geringe absolute Jahrringzuwachs von ca. 0,25 mm pro Jahr. Dadurch führen schon geringe absolute Unterschiede zu großen prozentmäßigen Differenzen, wodurch sich ein relativer Jahrringzuwachsverlust ergibt. Bei der Volumenberechnung sind die absoluten Werte größer, dadurch sind die prozentmäßigen Abweichungen geringer und der scheinbare Zuwachsverlust verschwindet.

Tabelle 1: Relative Jahrringindices für zwei
Untersuchungszeiträume

<u>Fläche</u>	<u>Untersuchungszeitraum</u>	<u>Untersuchungszeitraum</u>
	<u>1971 - 1985</u>	<u>1974 - 1985</u>

FICHTEN

313 002	104,7	100,0
313 005	106,7	101,3
313 012	82,7	74,2
313 013	106,0	108,4
313 014	82,2	81,5
313 027	93,2	94,3
316 004	82,4	86,6

KIEFERN

313 001	105,6	99,1
313 007	117,0	119,7
313 008	122,2	117,6
313 009	69,0	73,6
316 006	106,6	98,9

Tabelle 2: Relative Jahrringindices und
relative Volumenindices

Berechnungszeitraum: 1930 - 1973

Untersuchungszeitraum: 1974 - 1985

<u>Fläche</u>	<u>Relative Jahrringindices</u>	<u>Relative Volumenindices</u>
---------------	---------------------------------	--------------------------------

FICHTEN

313 002	100,0	99,7
313 005	101,3	90,0
313 012	74,2	113,6
313 013	108,4	110,2
313 014	81,5	88,4
313 027	94,3	98,2
316 004	86,6	97,9

KIEFERN

313 001	99,1	92,4
313 007	119,7	126,9
313 008	117,6	121,3
313 009	73,6	77,1
316 006	98,9	102,9

Sowohl Jahrring- als auch Volumenzuwachsverluste treten nur auf zwei Flächen - der Fichtenfläche 313 014 und der Kiefernfläche 313 009 - auf. Die Fichtenfläche weist Überschreitungen des Grenzwertes für den Gesamtschwefelgehalt in den Jahren 1985 und 1987, jeweils im 1. Nadeljahrgang, auf. Die Jahrring- und Volumenzuwachsindices zeigen etwa ab dem Jahr 1976 einen Zuwachsrückgang an, der sich ab 1980 verstärkt. Bei der Kiefernfläche beginnen die Zuwachsverluste etwa ab 1970, also früher. Sie weist stark schwankende Schwefelbelastungen in den Jahren 1983 - 1988 auf, keine Überschreitungen sind 1984 und 1987 festzustellen. Beide Flächen liegen in der Umgebung von Weitra.

Was bedeutet das nun? Bei einer geringfügigen Überschreitung der gesetzlichen Grenzwerte für Schwefelimmisionen, wie sie bei dieser Untersuchung zum überwiegenden Teil vorliegen, kann nicht gefolgert werden, daß auch immer meßbare Zuwachsrückgänge auftreten, sondern es kommt dabei sicher auch auf standörtliche und sonstige Faktoren an, sodaß z. B. gute Standorte eine höhere Immissionsrate als schlechte vertragen.

Eine Überschreitung der Schwefelgrenzwerte führte bei dieser Untersuchung nur bei 2 Flächen zu einer zuwachsmäßigen Beeinträchtigung. Man kann daher nur bei diesen Waldbeständen von der Einwirkung "Forstschädlichen Luftverunreinigungen" im Sinne des § 47 Forstgesetz sprechen, da neben dem Nachweis der Immissionen auch ein meßbarer Schaden am Waldboden oder Bewuchs auftrat, wie es laut Gesetz gefordert wird. Auch im § 51 Forstgesetz steht: "Wird in einem Waldgebiet ein Überschreiten eines entsprechenden Immissionsgrenzwertes festgestellt und ergibt sich daraus eine Gefährdung der Waldkultur,...". Also ist die Überschreitung alleine zuwenig, es muß auch eine Gefährdung daraus folgen, nur dann sind die nachgewiesenen Luftverunreinigungen auch "forstschädlich".

Auf den übrigen 10 untersuchten Flächen sind wohl Einwirkungen von Schwefelimmisionen durch die Nadelanalysen nachgewiesen worden, eine zuwachsmäßige Auswirkung konnte jedoch nicht festgestellt werden.

RÄUMLICHE VERTEILUNG DER SCHWEFEL-IMMISSIONSEINWIRKUNGEN NACH DEN ERGEBNISSEN DES ÖSTERREICHISCHEN BIOINDIKATORNETZES

von
Klaus Stefan

1. EINLEITUNG

Unter dem Eindruck vermehrt sichtbar gewordener Streß-Symptome an Waldbäumen wurde 1982 mit der Planung des bundesweiten Bioindikatornetzes begonnen. Dieses Netz wurde 1983 in Zusammenarbeit mit den Forstbehörden der Bundesländer eingerichtet und seither die ausgewählten und dauerhaft markierten Bäume jährlich beprobt, um an Hand von Nadelanalysedaten Aussagen über Stand und Entwicklung von Immissionseinwirkungen (SO_2 und HF) treffen zu können.

2. METHODIK

2.1. Probematerial und Analysierung

Für die Untersuchung von Schwefel-Immissionseinwirkungen mit Hilfe von Daten des österreichischen Bioindikatornetzes, das mit seinem 16 x 16 km Grundnetz direkt an das seit 1977 existierende bayerische Grundnetz angekoppelt ist, standen von 1983 bis 1989 unterschiedlich viele Proben aus den Verdichtungen des Grundnetzes zur Verfügung. Von 1983 mit rund 1100 Probepunkten wurde die Probepunktzahl bis 1985 auf rund 1500 Probepunkte angehoben und bis 1988 beibehalten. Im Zusammenhang mit dem Beginn der Beprobung der WBS-Standorte (Waldschaden-Beobachtungs-System) wurde die Probepunktzahl 1989 um rund 16 Prozent auf 1255 Probepunkte reduziert.

Die Probenahme an zwei identen Bäumen pro Probepunkt und die Auftrennung in Nadeljahrgänge wurde von den Landesforstdiensten

nach den in der zweiten Verordnung gegen forstschädliche Luftverunreinigungen enthaltenen Vorschriften jährlich im Herbst vorgenommen.

Die Probenvorbereitung und Analysierung der Schwefelgehalte in den zwei jüngsten Nadeljahrgängen wurden im Labor des Instituts für Immissionsforschung und Forstchemie unter der Aufsicht von Herrn Ing. Alfred Fürst mit Schwefelanalysatoren LECO SC 132 durchgeführt, wobei die Geräteparameter so gewählt wurden, daß die Vergleichbarkeit mit den Grenzwerten der zweiten Verordnung gegen forstschädliche Luftverunreinigungen gewährleistet ist.

2.1. Beurteilung der Schwefelgehalte

Für die Beurteilung, beziehungsweise spätere lagemäßige Darstellung der Schwefelwerte der zwei untersuchten Nadeljahrgänge der einzelnen Probepunkte, wurden die Schwefelwerte (Durchschnittswerte der $n = 2$ Probebäume) des Nadeljahrgangs 1 und 2 zuerst Klassen mit den in Tabelle 1 angeführten Grenzen zugeordnet. Mit der Summe der Klassenwerte (Klassenwert Nadeljahrgang 1 + Klassenwert Nadeljahrgang 2) wurde dann die Gesamtklassifikation vorgenommen, wobei die in Tabelle 2 angeführten Grenzen der Klassensummen verwendet wurden.

Tabelle 1: Grenzen für die Klassifizierung der Schwefelgehalte der Nadeljahrgänge 1 und 2

Klasse	% S im Nadeljahrgang	
	1	2
1	<0.081	<0.101
2	0.081-0.110*	0.101-0.140*
3	0.111-0.150	0.141-0.190
4	>0.150	>0.190

*Grenzwerte der zweiten Verordnung gegen forstschädliche Luftverunreinigungen

Wie aus Tabelle 1 zu ersehen ist, wurde der Bereich unterhalb des maximalen natürlichen Schwefelgehaltes bei beiden Nadeljahrgängen unterteilt, um Bereiche, die nach den Nadelanalysedaten eindeutig keine Schwefel-Immissionseinwirkungen aufweisen, gegenüber Punkten, wo geringe Immissionseinwirkungen möglich sein könnten, trennen zu können.

Tabelle 2: Grenzen für die Schwefel-Gesamtklassifikation an Hand der Klassensummen der Nadeljahrgänge 1 und 2

Gesamt- klassifikation	Summe der Klassenwerte der NJ 1 + 2
1	2
2	3 und 4
3	5 und 6
4	7 und 8

3. ERGEBNISSE

3.1 Vergleich der Schwefelanalysedaten der Jahre 1983 bis 1989

Für den Vergleich der einzelnen Jahresergebnisse stehen vom Grundnetz die Werte von 309 Probepunkten, vom "Netz 83" inklusive Grundnetzpunkten die Werte von 791 Probepunkten und vom "Netz 85" die Werte von 1238 Probepunkten zur Verfügung, die von 1983 bis 1989 ("Netz 83") bzw. von 1985 bis 1989 ("Netz 85") jährlich beprobt wurden.

Wie aus der Tabelle 3, in der die prozentuellen Anteile der Punkte mit Gesamtklassifikationen von 3 oder 4 für die einzelnen Netze ausgewiesen sind zu ersehen ist, kam es im Verlauf der Jahre zu erheblichen Schwankungen des Anteils von Punkten mit Grenzwertüberschreitungen.

Tabelle 3: Prozentueller Anteil der Punkte mit Gesamtklassifikationen von 3 oder 4 bei den einzelnen Netzen

	"Grundnetz" (n=309)	"Netz 83" (n=791)	"Netz 85" (n=1238)
1983	11.3	16.1	-
1984	5.5	6.6	-
1985	21.4	20.9	26.7
1986	13.3	13.1	16.1
1987	19.1	20.7	25.7
1988	8.7	12.5	16.6
1989	18.8	23.0	29.4

Bei den verdichteten Netzen erreichte der Anteil von Grenzwertüberschreitungen damit 1989 seinen bisher höchsten Wert, was beim Grundnetz im Jahre 1985 der Fall war. Nur beim Grundnetz, das eine gleichmäßige und damit repräsentative Verteilung der Probepunkte aufweist, kommt es damit auch seit 1985/86 zu einer abnehmenden Tendenz der Grenzwertüberschreitungen, wenn man die gleitenden 2-Jahresmittel der oben angeführten Werte für die Beurteilung der zeitlichen Entwicklung verwendet.

Sowohl beim Grundnetz als auch bei den verdichteten Netzen sank der Anteil der Punkte mit der Gesamtklassifikation 1, bei der nach den Ergebnissen der chemischen Nadelanalysen "Schwefel-Immissionseinwirkungen" auszuschließen sind, im Jahre 1989 auf den bisher geringsten Wert ab. Wie aus Tabelle 4 zu ersehen ist, kam es vor allem seit 1986 zu einer drastischen Abnahme des Anteils von Punkten mit der Gesamtklassifikation 1.

Tabelle 4: Prozentueller Anteil der Punkte mit Gesamtklassifikation 1 bei den einzelnen Netzen

	"Grundnetz" (n=309)	"Netz 83" (n=791)	"Netz 85" (n=1238)
1983	18.8	20.1	-
1984	45.6	42.6	-
1985	17.2	14.5	11.8
1986	13.6	17.6	15.4
1987	9.4	8.8	8.0
1988	8.7	9.7	9.9
1989	7.4	5.7	4.9

Wie aus Tabelle 5, in der die gewichteten Mittel der Klassenwerte (aller vier Gesamtklassifikationen) für die einzelnen Jahre ausgewiesen sind, zu ersehen ist, stellt das Ergebnis des Jahres 1989 bei allen Netzen das bisher schlechteste Resultat dar.

Tabelle 5: Gewichtete Jahresmittel der Klassenwerte (Gesamtklassifikationen 1 bis 4)

	"Grundnetz" (n=309)	"Netz 83" (n=791)	"Netz 85" (n=1238)
1983	1.932	1.977	-
1984	1.599	1.647	-
1985	2.045	2.075	2.165
1986	1.997	1.970	2.024
1987	2.110	2.138	2.199
1988	2.003	2.037	2.078
1989	2.120	2.182	2.257

Verwendet man für die Darstellung der zeitlichen Entwicklung der Schwefel-Immissionseinwirkungen die gleitenden 2-Jahresmittel der in Tabelle 5 angeführten gewichteten Mittel der Klassenwerte, dann ergibt sich beim Grundnetz im Verlauf der Untersuchun-

gen bis 1985/86 eine steigende und daran anschließend bis 1988/89 eine gleichbleibende Tendenz; beim "Netz 83" bzw. "Netz 85" ergaben sich ähnliche Verläufe der gleitenden 2-Jahresmittel.

Eine Verbesserung deutet sich nur insofern an, als die Anteile der Punkte mit deutlichen Grenzwertüberschreitungen (Gesamtklassifikation 4) rückläufig sind, wie aus der folgenden Auflistung der prozentuellen Anteile der Punkte mit der Gesamtklassifikation 4 beim "Netz 83" und beim "Netz 85" in den Jahren 1985 bis 1989 zu ersehen ist:

	"Netz 83"	"Netz 85"
1985	1.1	1.6
1986	1.4	1.8
1987	1.9	2.2
1988	0.9	1.1
1989	0.9	1.2

Trotz dieses Rückganges und lokaler Verbesserungen der SO_2 -Immissionssituation läßt sich aus den bisherigen Untersuchungen des Bioindikatornetzes und vor allem aus dem Ergebnis des Jahres 1989 bundesweit keine geringer werdende Bedeutung des SO_2 als forstschädlicher Luftverunreinigung ableiten.

Von 1983 bis 1989 kam es bei 36 Prozent der Grundnetzpunkte und bei 40 Prozent der Punkte des "Netzes 83" zumindest einmal zu Grenzwertüberschreitungen. Beim "Netz 85" war dies zwischen 1985 und 1989 bei 44 Prozent der Punkte der Fall.

Fast 50 Prozent der Grundnetzpunkte und rund 47 Prozent der Punkte des "Netzes 83" wiesen dagegen innerhalb der sieben Untersuchungsjahre zumindest einmal die Gesamtklassifikation 1 (sonst nur Gesamtklassifikation 2) auf, bei der nach den chemischen Nadelanalysen keine Schwefel-Immissionseinwirkungen anzunehmen sind; beim "Netz 85" war dies zwischen 1985 und 1989 bei rund einem Viertel der Netzpunkte der Fall.

Positiv zu vermerken ist, daß es mit zunehmender Seehöhe zu Abnahmen der Punkteanteile mit Grenzwertüberschreitungen und zu Zunahmen der Punkteanteile ohne Grenzwertüberschreitungen mit zumindest einer einmaligen Einstufung in die Gesamtklassifikation 1 kommt.

3.2. Vergleich der Schwefelanalysedaten der Bundesländer

Auf Bundesländerebene ergaben sich im Verlauf der bisherigen Untersuchungsjahre bei den Punkteanteilen mit Grenzwertüberschreitungen beziehungsweise der Gesamtklassifikation 1 unterschiedliche Entwicklungen und Abweichungen zu den Ergebnissen der einzelnen Netze, was zum Teil mit den Verdichtungen der "Netze 83 bzw. 85" in Ballungsräumen in Zusammenhang steht. Die unterschiedliche Intensität von Schwefel-Immissionseinwirkungen (Zahl der Jahre mit Grenzwertüberschreitungen an den einzelnen Punkten) in den einzelnen Bundesländern läßt sich beispielhaft aus den Häufigkeitsverteilungen der "Klassifikationstypen" des "Netzes 85" in Tabelle 6 ansehen. Während beim Gesamtmaterial des "Netzes 85" der Anteil von Punkten mit Grenzwertüberschreitungen in mehr als der Hälfte der Untersuchungsjahre (3-5mal GK 3/4) 19.9 Prozent betrug, erreichte er in den einzelnen Bundesländern folgende Anteile an den Punkten des Bundeslandes:

Burgenland	16.0
Kärnten	40.8
NÖ + Wien	24.7
Oberösterreich	21.5
Salzburg	4.5
Steiermark	19.2
Tirol	10.1
Vorarlberg	1.4

Von den 246 Punkten, die in mehr als der Hälfte der fünf Bearbeitungsjahre des "Netzes 85" Grenzwertüberschreitungen aufwiesen, entfallen rund 87 Prozent auf Kärnten, Niederösterreich +

Tabelle 6: ÖSTERREICHISCHES BIOINDIKATORENZ

Häufigkeitsverteilung der "Klassifikationstypen" der von 1985 bis 1989 bearbeiteten 1238 Probepunkte des "Netzes 85" auf die einzelnen Bundesländer

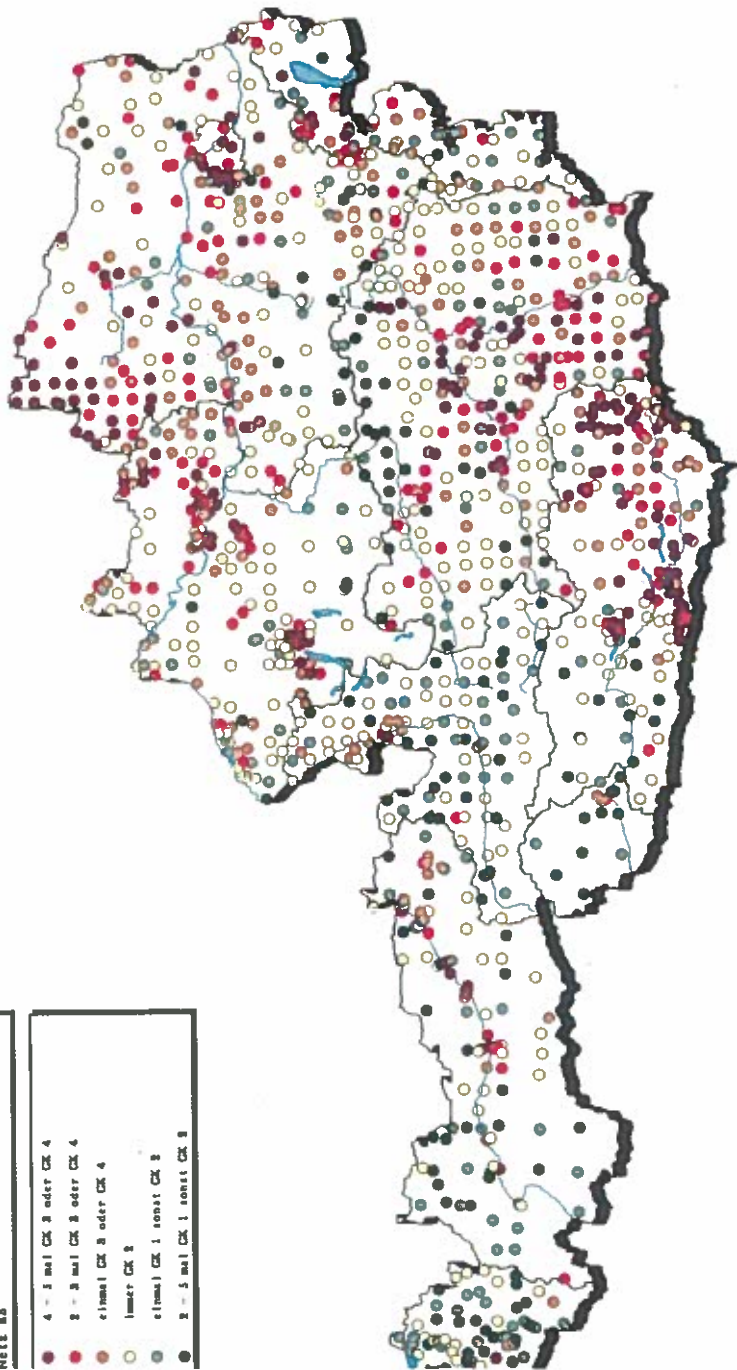
BUNDESLAND (n)	GK 3 oder 4					GK 2		GK 1				
	5x	4x	3x	2x	1x	5x		1x	2x	3x	4x	5x
											(Sonst GK 2)	
Burgenland (75)	-	5	7	9	12	18		18	5	-	-	1
Kärnten (152)	29	21	12	13	23	35		9	6	3	1	-
NÖ + Wien (255)*	31	15	17	27	56	68		22	9	8	1	1
Oberösterreich (186)	13	9	18	17	36	70		18	4	-	-	1
Salzburg (110)	-	3	2	1	9	45		26	8	11	3	2
Steiermark (261)	15	18	17	31	35	87		25	16	7	5	5
Tirol (129)	4	4	5	10	17	29		25	10	12	8	5
Vorarlberg (70)	1	-	-	-	3	25		22	12	5	1	1
BUNDESGEBIET (1238*)	93	75	78	108	191	377		165	70	46	19	16

*inkl. Laubbaumpunkte

BIOINDIKATORNETZ Schwefel 1985 - 1989

Klassifikationstypen Schwefel
Netz BS

- 4 - 3 mal CK 3 oder CK 4
- 3 - 2 mal CK 3 oder CK 4
- einsmal CK 3 oder CK 4
- immer CK 3
- einsmal CK 1 sonst CK 3
- 2 - 3 mal CK 1 sonst CK 3



FORSTLICHE
BUNDESVERSUCHSANSTALT
WIEN

ABBILDUNG 1

Wien, Oberösterreich und die Steiermark.

Wie ebenfalls aus Tabelle 6 zu ersehen ist, wiesen rund 56 Prozent der Punkte des "Netzes 85" nie Grenzwertüberschreitungen (Gesamtklassifikation 3 oder 4) auf. Von den 81 Punkten des "Netzes 85", die seit 1985 in drei oder mehr Jahren die Gesamtklassifikation 1 (sonst nur GK 2) aufgewiesen haben, entfallen rund 80 Prozent auf Vorarlberg, Tirol, Salzburg und die Steiermark. Während in Tirol 19 Prozent, in Salzburg rund 15 Prozent und in Vorarlberg 10 Prozent der Landes-Probepunkte in mehr als der Hälfte der Untersuchungsjahre die Gesamtklassifikation 1 aufwiesen, waren es in Kärnten, in Niederösterreich + Wien und in der Steiermark zwischen 3 und 7 Prozent, im Burgenland rund ein Prozent und in Oberösterreich nur 0.5 Prozent.

Wie aus der lagemäßigen Darstellung der Punkte mit Grenzwertüberschreitungen in der Abbildung zu ersehen ist, kam es zwischen 1985 und 1989 außer in den "klassischen" Immissionsgebieten (wie Inntal, Radenthein, Arnoldstein, Lavanttal, Köflacher-Becken, Mur- und Mürztal, Linz, Lenzing) nach den Ergebnissen des "Netzes 85" auch noch großräumig im östlichen Mühlviertel, im Waldviertel, entlang dem Donautal in Niederösterreich und Wien, im nördlichen Burgenland, in der Weststeiermark, in der Obersteiermark zwischen Mur- und Ennstal sowie in Unterkärnten zu Grenzwertüberschreitungen. Bei einem Teil dieser Gebiete ist die "Beteiligung" von Immissionen aus Ferntransporten beziehungsweise grenzüberschreitender Immissionen als wesentliche Komponente für die SO_2 Einwirkungen anzunehmen. Entlang der Grenze von Ober- beziehungsweise Niederösterreich zur Steiermark, in den Salzburger Bezirksforstinspektionen St.Johann/Pongau, Tamsweg und Zell/See, in Osttirol, im Westen Nordtirols und in Vorarlberg wies dagegen ein Großteil der Punkte öfter als einmal im Verlauf der fünf Untersuchungsjahre die Gesamtklassifikation 1 (sonst nur GK 2) auf.

HINWEISE ZUR ERNÄHRUNGSSITUATION DER FICHTE IN ÖSTERREICH

von
Klaus Stefan

1. ZIEL DER UNTERSUCHUNG

Im Hinblick auf Störungen des Nährelementhaushaltes in Zusammenhang mit Immissionseinwirkungen - z.B. auf Grund einer leichteren Auswaschbarkeit von Nährelementen oder wegen erhöhter Stickstoffeinträge (BOSCH et al. 1983; HÜTTL 1987; REEMTSMA 1986; REHFUESS 1983; ZECH und POPP 1983; ZÖTTL und MIES 1983; ZÖTTL und HÜTTL 1985) - werden in den Proben des bundesweiten Österreichischen Bioindikatornetzes, das seit 1983 bearbeitet wird ("Netz 83") und bis 1985 erweitert wurde ("Netz 85"), im jüngsten Nadeljahrgang neben Schwefel (und fallweise Fluor) auch die Hauptnährelemente Stickstoff, Phosphor, Kalium, Calcium und Magnesium bestimmt, um eventuelle großräumige oder regionale Veränderungen der Nährelementversorgung für den Untersuchungszeitraum dokumentieren zu können.

2. PROBLEMATERIAL UND BEURTEILUNG DER NÄHRELEMENTGEHALTE

Vom "Netz 83" stehen die Werte von 852 Probepunkten inklusive 309 Grundnetzpunkten für die Jahre 1983 bis 1988 zur Verfügung. In den Jahren 1984 und vor allem 1985 wurde das Netz erweitert und umfaßte ab 1985 fast 1500 Probepunkte ("Netz 85" 1985 bis 1988, n = 1460). An den Probepunkten wurden jeweils zwei herrschende oder vorherrschende Bäume beprobt.

Da in Österreichs Wald die Fichte (*Picea abies*) einen Anteil von rund 60 Prozent einnimmt, wurde diese Baumart - wo immer möglich - als Indikatorbaumart ausgewählt; im sommerwarmen Osten Österreichs - wo die Fichte nur mit geringen Anteilen vertreten

ist - wurden auch Kiefern (*Pinus sylvestris* und *Pinus nigra*) in die Untersuchung einbezogen.

Für die Beurteilung der Nährelementversorgung wurden die Analyseergebnisse der einzelnen Elemente drei "Versorgungsklassen" (Mangel, nicht ausreichend, ausreichend) zugeordnet, wofür die in Tabelle 1 angeführten Werte verwendet wurden.

Tabelle 1: Beurteilungswerte der Nährelementversorgung (Nadeljahrgang 1)
(GUSSONE 1964)

FICHTE	Nährstoffversorgung	% N	% P	% K	% Ca	% Mg
	(1) mangelhaft	≤1.30	≤0.11	≤0.33	≤0.10	≤0.07
	(2) nicht ausreichend	1.31 -1.50	0.12 -0.13	0.34 -0.42	0.11 -0.36	0.08 -0.11
	(3) ausreichend	>1.50	>0.13	>0.42	>0.36	>0.11
KIEFER	Nährstoffversorgung	% N	% P	% K	% Ca	% Mg
	(1) mangelhaft	≤1.30	≤0.11	≤0.42	≤0.05	
	(2) nicht ausreichend	1.31 -1.60	0.12 -0.13	0.43 -0.50	0.06 -0.29	-0.06
	(3) ausreichend	>1.60	>0.13	>0.50	>0.29	>0.06

. ERGEBNISSE UND BESPRECHUNG DER NÄHRSTOFFANALYSEN

.1 Klassifikation der Nährelementgehalte des Gesamtmaterials der Netze

ie aus Tabelle 2, in der die Häufigkeitsverteilungen der Nährelementgehalte (der n=2 Probestämme) auf die drei Versorgungsklassen für das Gesamtmaterial des Grundnetzes und der beiden erdichteten Netze ausgewiesen sind, zu ersehen ist, bestand nach den Ergebnissen der Jahre 1983 bis 1988 vor allem eine Stickstoff- und Magnesium-Unterversorgung (= Bereiche Mangel + nicht ausreichend), während Mangel am häufigsten hinsichtlich Stickstoff, gefolgt von Phosphor festgestellt wurde. Eine mangelhafte Versorgung mit Kalium oder Magnesium war dagegen in weit geringerem Umfang und ein Calcium-Mangel überhaupt nur vereinzelt festzustellen; in Einzeljahren übertraf aber die Calcium-Unterversorgung jene von Phosphor, während der Anteil der Probestämme mit einer Kalium-Unterversorgung höchstens 9 Prozent beim "Netz 83" im Jahre 1988) erreichte.

Die Veränderungen der nach den Werten in Tabelle 1 beurteilten Nährelementversorgung waren im Verlauf der Untersuchungsjahre bei den drei Netzen weitgehend gleich; bei den einzelnen Elementen war dagegen ein unterschiedlicher Verlauf festzustellen. So war zum Beispiel bei allen Netzen der Anteil der Punkte mit Stickstoff-Mangel im Jahre 1987 am höchsten. Der höchste Anteil an Punkten mit Phosphor-Mangel bestand dagegen nach den Ergebnissen des Grundnetzes und des "Netzes 83" im Jahre 1984. Während bei Phosphor durch eine deutliche Abnahme des Punkteanteils mit Mangel von 1984 bis 1986 und von 1987 auf 1988 - bei einer gleichzeitigen Zunahme der Punkteanteile mit einer ausreichenden Versorgung - eine Verbesserung zu verzeichnen war, konnte dies bei Stickstoff nicht konstatiert werden. Im Jahre 1985 wiesen wir deutlich weniger Punkte Stickstoff-Mangel auf als in den beiden vorangegangenen Jahren (Grundnetz, "Netz 83"), in den folgenden drei Jahren kam es aber wieder zu einer starken Zunahme bei der Zahl von Punkten mit Stickstoff-Mangel und wie be-

Tabelle 2: Häufigkeitsverteilung der Nährlementmitttelwerte der von 1983 bis 1988 (Grundnetz, "Netz 83") und von 1985 bis 1988 ("Netz 85") bearbeiteten Probepunkten nach den in Tabelle 1 angeführten Beurteilungswerten (1: "Mangel", 2: nicht ausreichend; 3: ausreichend)

	Jahr	N			P			K			Ca			Mg		
		1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3
GRUNDNETZ (309)	83	107	153	49	41	64	204	2	15	292	-	112	197	10	149	150
	84	113	148	48	54	63	192	4	13	292	-	122	187	8	140	161
	85	89	148	72	27	61	221	3	12	294	-	68	241	8	103	198
	86	111	146	52	24	51	234	2	6	301	-	130	179	5	102	202
	87	121	139	49	29	60	220	3	13	293	-	121	188	4	126	179
	88	114	149	46	19	48	242	4	12	293	-	62	247	4	89	216
NETZ 83 (852)	83	307	418	127	118	177	557	10	51	791	-	296	556	29	423	400
	84	353	399	100	177	163	512	13	54	785	2	338	512	32	398	422
	85	265	416	171	96	162	594	18	54	780	-	193	659	20	293	539
	86	360	375	117	78	152	622	7	39	806	-	351	501	14	298	540
	87	383	348	121	112	166	575	12	51	789	-	320	532	14	363	475
	88	295	415	142	73	140	639	22	54	776	-	161	691	12	282	558
NETZ 85 (1460)	85	479	666	315	174	268	1018	30	82	1348	-	372	1088	28	483	949
	86	624	638	198	132	249	1079	10	71	1379	-	603	857	20	538	902
	87	687	573	200	167	255	1038	17	79	1364	1	596	863	22	586	852
	88	529	681	250	110	242	1108	32	93	1335	-	310	1150	22	476	962

reits oben angeführt mit dem Maximum im Jahre 1987.

Ähnlich wie bei Phosphor lag auch bei Magnesium die Zahl der Punkte mit Mangel in den Jahren 1986 bis 1988 deutlich unter den Werten der Jahre 1983 und 1984 beziehungsweise 1985. Während der prozentuelle Anteil der Punkte mit Mangel an Kalium beim Grundnetz von 1983 bis 1988 nur in einem sehr engem Bereich schwankte (0.6 bis 1.3 Prozent der Grundnetzpunkte) wiesen die beiden verdichteten Netze im Jahre 1985 und vor allem 1988 gegenüber den anderen Jahren relativ höhere Punkteanteile mit Kalium-Mangel auf.

Sowohl bei Phosphor als auch bei Magnesium kam es beim Grundnetz und "Netz 83" seit 1984 (mit Ausnahme von 1987) zu Zunahmen der Punkteanteile mit einer ausreichenden Versorgung; bei allen Netzen erreichte der Punkteanteil mit einer ausreichenden Versorgung 1988 den höchsten Wert. Ebenso wie bei Phosphor und Magnesium wiesen alle Netze auch hinsichtlich Calcium im Jahre 1988 die beste Versorgung auf.

3.2. Nährelementmangel der Grundnetzpunkte

Bei der bisherigen Darstellung der Nährelementversorgung an den Punkten des Bioindikatornetzes an Hand der Daten des Gesamtmaterials der verschiedenen Netze wird die Tatsache, daß zwischen einzelnen Landesteilen mehr oder minder große Unterschiede beim Grad und im Verlauf der Nährelementversorgung bestanden, nur insofern angedeutet, als die einzelnen Netze in Abhängigkeit von ihren Verdichtungen unterschiedliche Grade von Mangel oder Unterversorgung aufweisen.

Von 1983 bis 1988 wiesen in den einzelnen Jahren zwischen 54.4 und 65.7 Prozent der Grundnetzpunkte keinen Mangel an einem oder mehreren Nährelementen auf; im Gesamtzeitraum traf dies aber nur für 26.9 Prozent der Grundnetzpunkte zu und an weiteren 19.7 Prozent der Punkte kam es im Verlauf der bisherigen Untersuchungsjahre nach den Ergebnissen der chemischen Nadelanalysen nur einmal zu einer mangelhaften Versorgung.

Auf Bundesländerebene kam es dagegen zu mehr oder minder

starken Unterschieden und Abweichungen vom Gesamtergebnis, wie aus der folgenden Auflistung zu ersehen ist:

Prozentuelle Anteile der Landesgrundnetzpunkte
in der Periode 1983 bis 1988 mit Mangel in:

	keinem Jahr	einem Jahr (an einem oder mehreren Nährelementen)
Burgenland	21.4	21.4
Kärnten	15.6	9.4
NÖ + Wien	29.9	23.4
Oberösterreich	30.2	27.9
Salzburg	20.8	8.3
Steiermark	27.7	21.5
Tirol	30.2	11.6
Vorarlberg	27.3	36.4

Während in Niederösterreich + Wien, Oberösterreich und Tirol rund 30 Prozent der Grundnetzpunkte in sechs Jahren nie einen Mangel aufwiesen, traf dies in Kärnten nur für rund 16 und im Burgenland sowie in Salzburg für rund 21 Prozent zu.

Noch stärker sind die Differenzen bei Hinzurechnung des Anteiles mit Mangel in nur einem Jahr dokumentiert. Während die Summe dieser Anteile in Vorarlberg rund 64 Prozent, in Oberösterreich rund 58 und in Niederösterreich rund 53 Prozent beträgt, waren es in Kärnten nur 25 Prozent. Dementsprechend lag in Kärnten auch der Anteil der Punkte, die in mehr als der Hälfte der bisher ausgewerteten Untersuchungsjahre einen Mangel an einem oder mehreren Nährelementen aufwiesen (4-6mal), mit rund 53 Prozent am höchsten, gefolgt vom Burgenland mit einem Anteil von 50 Prozent. Über dem entsprechenden Wert des Grundnetzes, bei dem rund 34 Prozent der Punkte in mehr als der Hälfte der Untersuchungsjahre Mangel aufwiesen, lag auch noch der Wert von Tirol mit rund 42 Prozent, während er in Vorarlberg mit rund 18 Prozent und in Niederösterreich + Wien, in Salzburg und in der Steiermark (26 bis 29%) unter dem Gesamtergebnis lag.

Es wird noch genauer zu prüfen sein, welche Faktoren dafür

maßgeblich sind, daß in den einzelnen Bundesländern die Mangel-
peaks, bzw. die geringsten Anteile von Punkten mit Mangel in
verschiedenen Jahren auftraten.

Während in Niederösterreich + Wien, Oberösterreich und in
Tirol 1983 und/oder 1984 die höchsten Anteile von Grundnetzpunk-
ten mit Mangel festzustellen waren, war dies im Burgenland
beziehungsweise in Vorarlberg 1986 und in den Bundesländern
Kärnten, Salzburg und Steiermark im Jahre 1987 der Fall; in
Kärnten war dies im selben Umfang 1983, 1986 und 1988 der Fall.

Außer in Kärnten wiesen 1983 auch noch die Steiermark und
Vorarlberg die geringsten Anteile von Grundnetzpunkten mit Man-
gel auf, was im Burgenland und Niederösterreich + Wien (so wie
beim Gesamtmaterial des Grundnetzes) im Jahre 1985 der Fall war.
Im Jahre 1986 wiesen Salzburg so wie Tirol und 1987 Oberöster-
reich nach den Ergebnissen des Grundnetzes die günstigste Nähr-
elementversorgung auf, wenn die Einstufung Mangel allein zur Be-
urteilung herangezogen wird.

Oberösterreich nimmt unter den Bundesländern aber insofern
eine Sonderstellung ein, als nämlich (nach den gleitenden 2-
Jahresmitteln) eine Tendenz zu einer ständigen Abnahme der Punk-
teanteile mit Mangel besteht.

Beim Gesamtmaterial des Grundnetzes besteht keine Tendenz zu
einer Abnahme der Punkteanteile mit einer mangelhaften Versor-
gung. Im Zusammenhang mit der Abnahme des Phosphor-Mangels im
Verlauf der sechs Untersuchungsjahre kam es aber zu einem sehr
deutlichen Rückgang der Anteile von Punkten mit Mangel an mehr
als einem Element; während in den Jahren 1983 und 1984 Mangel an
zwei oder drei Elementen bei rund 11 Prozent der Punkte fest-
zustellen war, kam es ab 1985 nach den Ergebnissen der chemi-
schen Nadelanalysen nur noch bei rund 4 Prozent der Grund-
netzpunkte zu Mangel an zwei Elementen.

3.3. Ergebnisse der Nährelementklassifikationen auf Bundesländerebene

Ebenso wie beim Grundnetz bestanden auch bei den verdichteten Netzen auf Bundesländerebene bei den Punkteanteilen mit Mangel oder Unterversorgung (Mangel + nicht ausreichend) deutliche Unterschiede und Abweichungen vom Gesamtmaterial des jeweiligen Netzes.

Wie aus Abbildung 1, in der die mittleren prozentuellen Punkteanteile mit Mangel beim "Netz 83" für die einzelnen Bundesländer dargestellt sind, zu ersehen ist, nahm Kärnten hinsichtlich Stickstoff-Mangel unter allen Bundesländern mit 58 Prozent "unangefochten" die Spitzenposition ein, während der prozentuelle Punkteanteil mit Stickstoffmangel im Durchschnitt der Jahre 1983 bis 1988 in Oberösterreich nur bei 24 Prozent und damit am tiefsten lag. Beim durchschnittlichen Phosphor-Mangel nahm Tirol und Niederösterreich + Wien mit rund 18 Prozent die erste Stelle ein, während in der Steiermark nur durchschnittlich 6.5 Prozent der Punkte des "Netzes 83" Mangel aufwiesen. Die höchsten durchschnittlichen Anteile mit Magnesium-Mangel wiesen Oberösterreich und Vorarlberg mit 5.9 beziehungsweise 7.5 Prozent auf.

Wie aus Tabelle 3, in der die prozentuellen Mangelanteile in den einzelnen Bundesländern für das "Netz 83" ausgewiesen sind, zu ersehen ist, erreichte der Anteil von Stickstoff-Mangel zum Beispiel keineswegs wie beim Gesamtmaterial aller Netze 1987 den höchsten Wert. Dies war nur in den Bundesländern Kärnten, Salzburg und in der Steiermark der Fall; in Niederösterreich + Wien und in Oberösterreich wies im ersten Untersuchungsjahr die größte Zahl von Punkten des "Netzes 83" eine mangelhafte Stickstoffversorgung auf. In Tirol kam es 1984 und im Burgenland und in Vorarlberg 1987 zum größten Anteil von Punkten mit Stickstoff-Mangel.

Der höchste Anteil von Punkten mit Phosphor-Mangel trat zwar in den meisten Bundesländern analog zum Gesamtmaterial des "Netzes 83" im Jahre 1984 auf, in Kärnten und in der Steiermark

Abbildung 1: Mittlere prozentuelle Punkteanteile mit Mangel in den einzelnen Bundesländern
im "Netz 83" von 1983 bis 1988

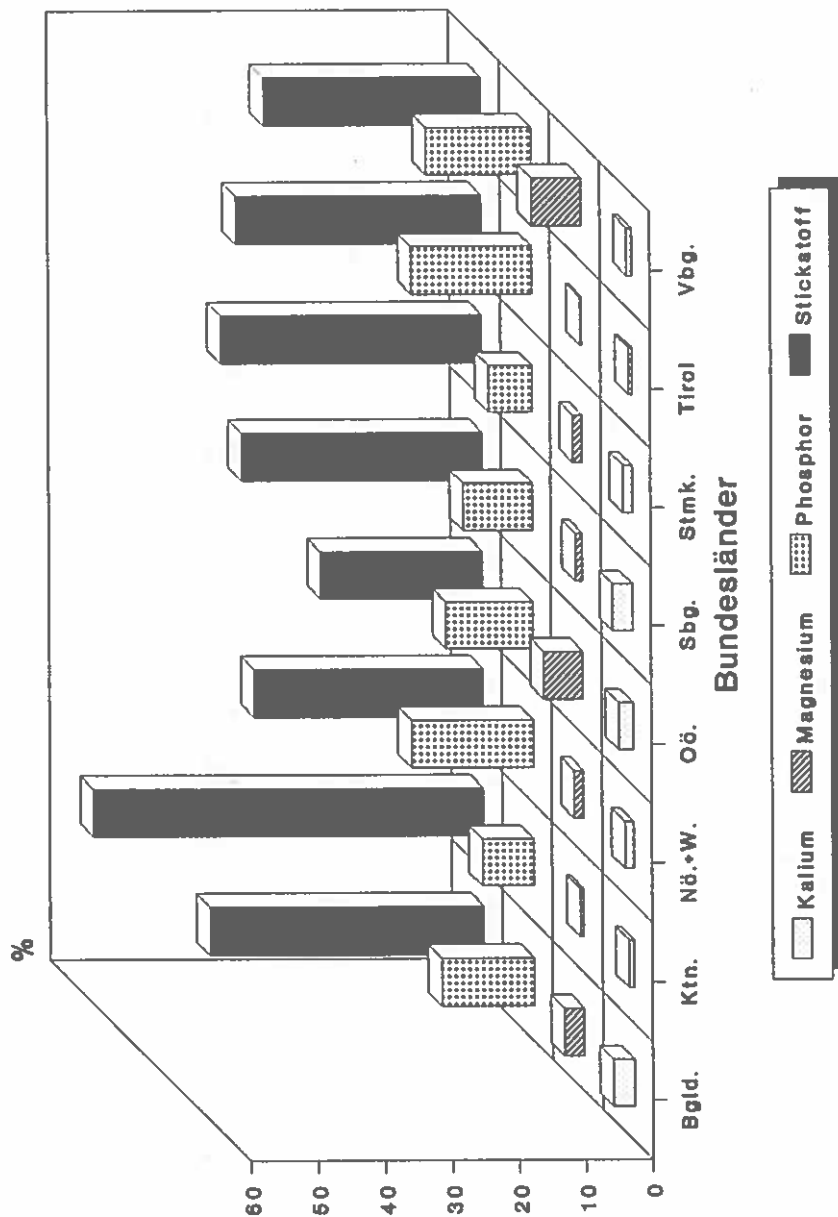


Tabelle 3: Bioindikatornetz – "Netz 83"

Prozentuelle Punkteanteile mit Mangel in den Jahren 1985 bis 1988

Bundesland (n)	Jahr	% N	% P	% K	% Ca	% Mg
Burgenland (74)	83	32.4	1.4	4.1	–	1.4
	84	51.3	31.1	1.4	–	5.4
	85	32.4	16.2	6.8	–	4.1
	86	58.1	17.6	1.4	–	2.7
	87	36.5	12.2	1.4	–	1.4
	88	33.8	4.1	4.1	–	2.7
Kärnten (108)	83	46.3	12.0	0.9	–	0.9
	84	57.4	9.3	0.9	–	1.9
	85	55.6	15.7	–	–	–
	86	66.7	1.9	–	–	–
	87	71.3	7.4	0.9	–	0.9
	88	51.9	–	1.9	–	–
NÖ + Wien (154)	83	42.9	22.1	–	–	4.5
	84	30.5	28.6	0.6	–	0.6
	85	18.8	10.4	1.9	–	–
	86	41.6	18.8	1.9	–	1.3
	87	35.7	17.5	1.3	–	0.6
	88	35.1	11.7	1.9	–	1.3
Oberösterreich (140)	83	35.7	22.9	1.4	–	5.7
	84	35.0	12.9	2.1	1.4	10.7
	85	15.0	11.4	2.1	–	8.6
	86	22.9	9.3	–	–	2.9
	87	25.0	12.1	2.1	–	4.3
	88	10.7	9.3	5.7	–	2.9
Salzburg (89)	83	34.8	11.2	2.2	–	4.5
	84	32.6	15.2	4.5	–	1.1
	85	36.0	7.9	3.4	–	–
	86	31.5	4.5	3.4	–	–
	87	50.6	12.4	2.2	–	1.1
	88	29.2	11.2	2.2	–	–
Steiermark (135)	83	34.1	8.1	1.5	–	3.0
	84	45.2	5.2	1.5	–	4.4
	85	45.2	9.6	1.5	–	–
	86	45.2	4.4	–	–	–
	87	60.7	7.4	1.5	–	–
	88	48.1	4.4	2.2	–	0.7
Tirol (101)	83	23.8	11.9	–	–	2.0
	84	50.5	46.5	–	–	–
	85	27.7	9.9	1.0	–	–
	86	25.7	2.0	–	–	–
	87	44.6	19.8	1.0	–	–
	88	47.5	17.8	1.0	–	–
Vorarlberg (51)	83	31.4	9.8	–	–	3.9
	84	31.4	27.5	2.0	–	5.9
	85	19.6	9.8	2.0	–	9.8
	86	66.7	17.6	–	–	11.8
	87	33.3	19.6	–	–	7.8
	88	11.8	9.8	–	–	5.9

war dies aber 1985 der Fall.

Auch in den zwei Bundesländern, welche die höchsten Anteile mit Magnesium-Mangel aufwiesen, nämlich in Oberösterreich und in Vorarlberg, traten die Maxima und Minima des Magnesium-Mangels nicht im selben Jahr auf (Oberösterreich: 1984/88; Vorarlberg 1986/83).

Die auf Bundesländerebene bestehenden Unterschiede dokumentieren sich nicht nur beim Mangel sondern auch bei der Unterversorgung.

Beispielhaft sind dafür in Tabelle 4 die prozentuellen Punkteanteile mit einer Unterversorgung des "Netzes 85", dem größten Kollektiv, ausgewiesen. Die daraus errechenbare mittlere Unterversorgung für die Jahre 1985 bis 1988 weist folgende Bandbreiten (% gerundet) auf:

Stickstoff	65 % (OÖ)	-	97 % (Kärnten)
Phosphor	18 % (Stmk)	-	39 % (NÖ + Wien)
Kalium	3 % (Ktn, Vbg)	-	11 % (OÖ)
Calcium	19 % (Vbg)	-	47 % (OÖ)
Magnesium	21 % (Bgld)	-	70 % (Vbg)
	bzw. 22 % (Tirol)		

Wie aus Tabelle 4 und Abbildung 2 mit den mittleren Anteilen der Unterversorgung in den einzelnen Bundesländern zu ersehen ist, war die günstigste Stickstoffversorgung in Oberösterreich, Niederösterreich + Wien sowie in Tirol zu verzeichnen, während die schlechteste Stickstoffversorgung in Kärnten und in Salzburg gegeben war. Die geringste mittlere Unterversorgung mit Phosphor bestand in der Steiermark, in Kärnten und in Salzburg, während die Phosphorversorgung in Niederösterreich + Wien und dem Burgenland am schlechtesten war. Trotz des gegenüber den anderen Nährelementen geringen Anteils einer Kalium-Unterversorgung existierten aber auch bei diesem Element mehr oder minder deutliche Unterschiede zwischen den Bundesländern: Während der mittlere Unterversorgungsanteil in Kärnten und Vorarlberg bei nur rund 3 Prozent lag, erreichte er in Oberösterreich immerhin 11 Prozent, gefolgt vom Burgenland mit rund 10 Prozent. Ebenso wie

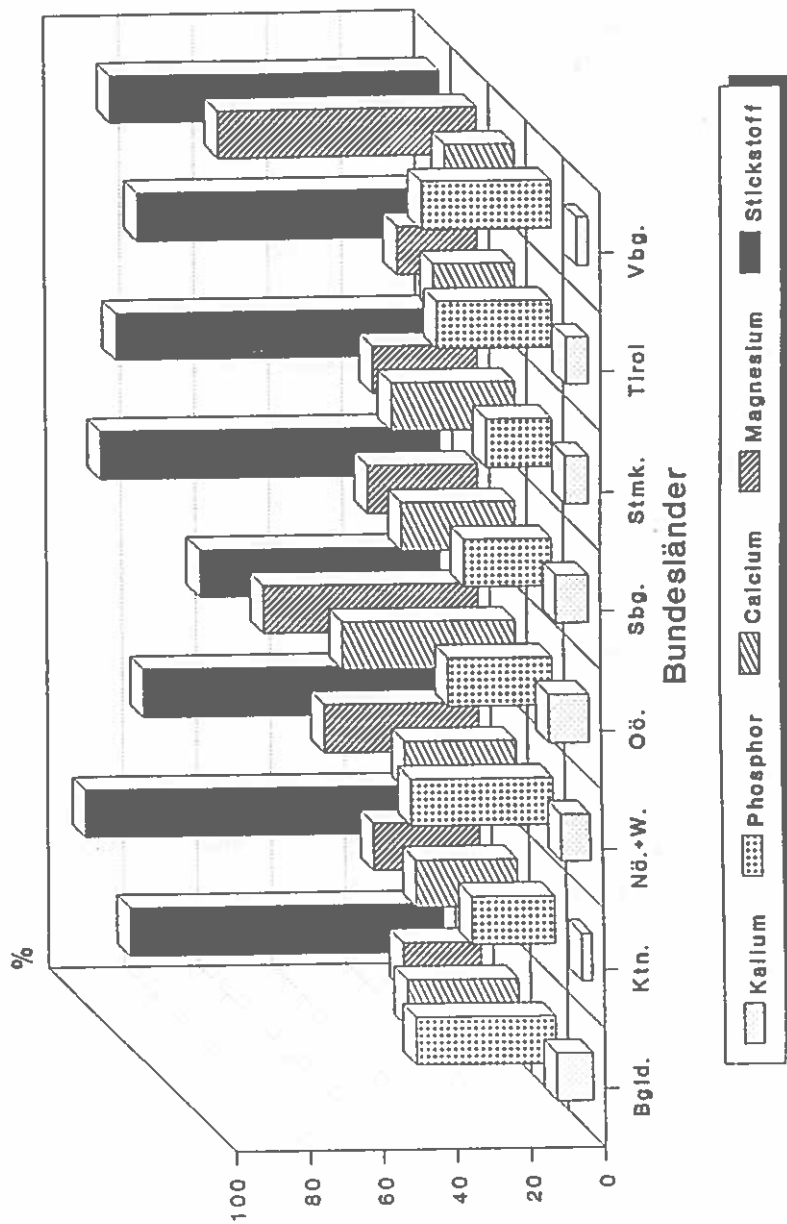
Tabelle 4: Bioindikatornetz - "Netz 85"

Prozentuelle Punkteanteile mit einer Unterversorgung

((1) mangelhaft + (2) nicht ausreichend) in den Jahren 1985-1988

Bundesland (n)	Jahr	% N	% P	% K	% Ca	% Mg
Burgenland (74)	85	79.7	37.8	16.2	21.6	21.6
	86	94.6	44.6	6.8	32.4	20.3
	87	83.8	44.6	5.4	29.7	18.9
	88	81.1	24.3	10.8	36.5	24.3
Kärnten (217)	85	96.8	36.9	2.3	9.7	24.9
	86	97.2	16.6	0.9	41.9	29.5
	87	99.1	24.9	5.1	41.9	35.0
	88	93.1	10.6	2.8	16.6	25.8
NÖ + Wien (256)	85	68.4	34.0	9.0	24.6	26.2
	86	84.8	45.7	7.4	35.6	48.4
	87	84.4	42.2	7.4	35.6	53.1
	88	85.6	32.4	7.8	25.4	40.6
Oberösterreich (256)	85	56.3	32.8	12.5	47.7	68.4
	86	75.8	30.1	7.8	58.6	61.7
	87	66.8	24.6	6.3	50.8	53.1
	88	62.5	25.0	17.2	30.5	50.0
Salzburg (110)	85	91.8	22.7	14.5	31.8	31.8
	86	94.5	16.4	4.5	29.1	23.6
	87	91.8	30.0	10.0	41.8	40.0
	88	90.0	25.5	6.4	20.0	23.6
Steiermark (347)	85	86.7	23.6	4.9	27.1	25.9
	86	84.7	13.8	5.8	40.9	25.9
	87	92.8	14.4	6.6	48.7	36.6
	88	86.7	19.0	8.1	16.7	25.1
Tirol (130)	85	76.2	27.7	4.6	13.8	23.1
	86	78.5	19.2	6.9	37.7	23.8
	87	85.4	43.1	6.9	22.3	16.9
	88	86.9	33.8	6.2	13.8	23.1
Vorarlberg (70)	85	80.0	28.6	1.4	4.3	62.9
	86	100.0	38.6	1.4	34.3	71.4
	87	95.7	35.7	4.3	27.1	75.7
	88	80.0	37.1	5.7	8.6	70.0
NETZ 85 (1460)	85	78.4	30.3	7.7	25.5	35.0
	86	86.4	26.1	5.5	41.3	38.2
	87	86.3	28.9	6.6	40.9	41.6
	88	82.9	24.1	8.6	21.2	34.1

Abbildung 2: Mittlere prozentuelle Anteile der Unterversorgung (1-Mangel + 2-unzureichend) in den einzelnen Bundesländern im "Netz 85" von 1985 bis 1988



bei Kalium war auch bei Calcium im Mittel die Unterversorgung in Vorarlberg (gefolgt von Tirol) am geringsten und in Oberösterreich mit deutlichem Abstand zum Ergebnis der Steiermark am höchsten. Gemessen an der Bandbreite der mittleren Unterversorgung kam es bei Magnesium zu den größten Differenzen zwischen den Ergebnissen der Bundesländer, wie aus der folgenden Auflistung der mittleren Unterversorgungsanteile der Jahre 1985 bis 1988 hervorgeht:

21 bzw. 22 %	-	Burgenland, Tirol
28 bis 30 %	-	Kärnten, Salzburg, Steiermark
42 %	-	Niederösterreich + Wien
58 %	-	Oberösterreich
70 %	-	Vorarlberg

Auf Ebene der Bundesländer bestanden aber nicht nur zum Teil sehr unterschiedliche "Nährelement-Niveaus", sondern auch unterschiedliche Verläufe der Nährelementversorgung. Beim "Netz 85" - dem größten Kollektiv - kam es zum Beispiel beim Gesamtmaterial von 1985 bis 1987 zu einer ständigen Zunahme der prozentuellen Punkteanteile mit einer Magnesium-Unterversorgung und daran anschließend im Jahre 1988 zu einem deutlichen Rückgang der Magnesium-Unterversorgung auf den geringsten Wert im Verlauf der vier Beobachtungsjahre dieses Netzes. Der selbe Verlauf war aber nur in Kärnten, Niederösterreich + Wien und in Vorarlberg zu verzeichnen, während in den übrigen fünf Bundesländern unterschiedliche und vom Gesamtergebnis abweichende Entwicklungen der Magnesium-Unterversorgung festzustellen waren, wie aus der folgenden Auflistung der Magnesium-Unterversorgung in den Jahren 1985 bis 1988 in diesen fünf Bundesländern zu ersehen ist (Angabe: % der Landespunkte/gerundet):

	85	86	87	88
Burgenland	22	20	19	24
Oberösterreich	68	62	53	50
Salzburg	32	24	40	24
Steiermark	26	26	37	25
Tirol	23	24	17	23

Der größte Unterschied zum Verlauf der Magnesium-Unterversorgung des Gesamtmaterials des "Netzes 85" bestand beim Ergebnis aus Oberösterreich, dem Bundesland mit der nach Vorarlberg stärksten Magnesium-Unterversorgung, wo die prozentuellen Anteile von Probenpunkten mit einer Unterversorgung ständig zurückgingen, im Verlauf der vier Beobachtungsjahre also eine ständige Verbesserung zu verzeichnen war.

1.4 Nährelementversorgung auf Ebene der Bezirksforstinspektionen

Wie für die einzelnen Bundesländer getroffenen Feststellungen über die Nährelementversorgung trifft vor allem nicht in den Bundesländern mit stärkeren Unterschieden der Standesortsverhältnisse für alle Untereinheiten eines Bundeslandes zu, vielmehr besteht eine ähnliche Situation wie bei den Ergebnissen des Gesamtmaterials der Netze und den Resultaten der Bundesländer, was im folgenden an einigen Beispielen gezeigt werden soll.

Anknüpfend an die Magnesiumversorgung beim "Netz 85" in Oberösterreich, die von 1985 bis 1988 eine ständige Verbesserung erfuhr, ist festzustellen, daß diese positive Entwicklung nur in den Bezirken im Norden und Westen Oberösterreichs (Braunau, Schärding, Rohrbach, Urfahr, Freistadt) eintrat. In den Bezirken Schärding, Urfahr und Freistadt ging die Zahl der Punkte mit einer Magnesium-Unterversorgung von 1985 bis 1988 um die Hälfte und in Rohrbach um 30 Prozent zurück. In den Bezirken Vöcklabruck, Wels, Linz, Perg und Steyr, wo der Punkteanteil mit einer Magnesium-Unterversorgung ebenfalls sehr hoch war, kam es dagegen zu keiner Verbesserung.

Die in einigen Bundesländern auf Bezirks- oder Bezirksforstinspektionsebene bestehenden Unterschiede dokumentieren sich auch in den Bereichen der Mittelwerte über die bisherige Auswertungsperiode, die im folgenden für die Stickstoff- und Magnesiumgehalte der Fichtenproben des "Netzes 83" angeführt sind:

Bundesland

Bereiche der BFI-Mittelwerte (MW 83-88)

Stickstoff

Magnesium

Burgenland	1.272 - 1.468	0.112 - 0.133
Kärnten	1.126 - 1.335	0.118 - 0.137
NÖ + Wien	1.258 - 1.489	0.109 - 0.155
Oberösterreich	1.248 - 1.584	0.100 - 0.157
Salzburg	1.310 - 1.404	0.120 - 0.133
Steiermark	1.248 - 1.393	0.110 - 0.135
Tirol	1.242 - 1.542	0.110 - 0.160
Vorarlberg	1.341 - 1.392	0.092 - 0.183

Wie aus den Bereichswerten für Stickstoff zu ersehen ist, weisen zum Beispiel nicht alle Bezirke Oberösterreichs, dem Land mit der im Mittel günstigsten Stickstoffversorgung unter allen Bundesländern, diese günstigere Stickstoffversorgung auf und einige Bezirksforstinspektionen Kärntens, dem Schlußlicht bei einer ausreichenden Stickstoffversorgung unter allen Bundesländern, weisen durchschnittliche Stickstoffgehalte in der Größenordnung von Bezirksforstinspektionen in anderen Bundesländern auf. Analoges gilt für Oberösterreich und Vorarlberg bei Magnesium; im Vergleich zu den anderen Ländern bestand in Vorarlberg und Oberösterreich die größte Bandbreite der Magnesiumgehalte.

Ein ähnliches Bild ergibt sich auch, wenn man die durchschnittlichen Anteile der Bezirksforstinspektions- (Bezirks-) Punkte mit Stickstoff- und Phosphor-Mangel oder einer Magnesium-Unterversorgung des "Netzes 85" für die räumliche Darstellung der Nährelementsituation heranzieht. Wie aus der folgenden Auflistung der Bereiche der durchschnittlichen Anteile für die drei Nährelemente zeigt, ergaben sich bei diesem Auswertungsmodus in fast allen Bundesländern bei allen drei Elementen erhebliche Unterschiede der Nährelementversorgung auf BFI-Ebene im Durchschnitt der Jahre 1985/88:

BIOINDIKATORNETZ Stickstoff 1985 - 1988

Netz 88

- Summe 4 - 6 ("schlechte" Versorgung)
- Summe 7 - 9 ("mittlere" Versorgung)
- Summe 10 - 12 ("gute" Versorgung)

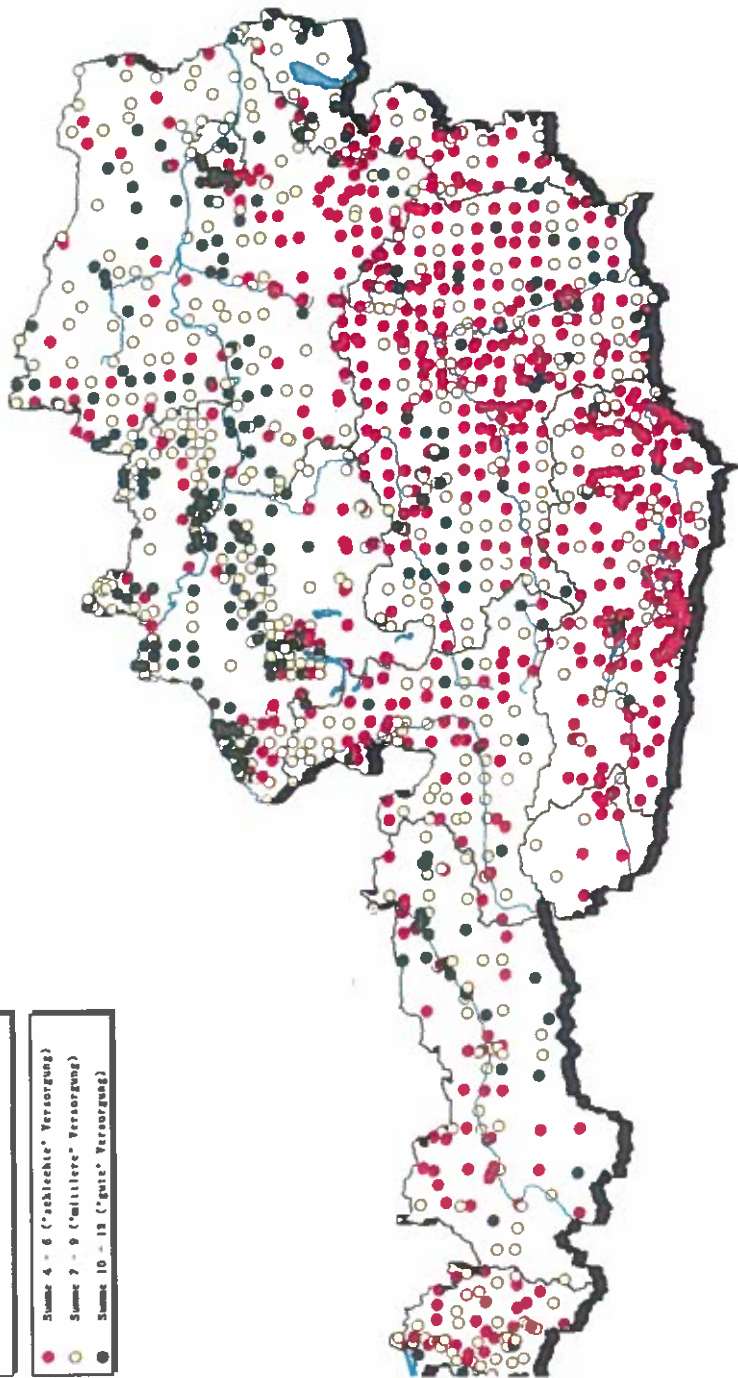


ABBILDUNG 3

FÖRSTLICHE
BUNDEVERSUCHSANSTALT
WIEN

	N-Mangel	P-Mangel	Mg-Unterversorgung
Burgenland	32.4 - 53.7	6.5 - 15.5	2.6 - 53.7
Kärnten	41.1 - 90.4	3.6 - 21.2	12.5 - 48.1
Ö + Wien	12.5 - 72.1	0.0 - 44.4	8.3 - 66.2
Oberösterreich	0.0 - 57.5	0.0 - 42.5	20.0 - 78.9
Salzburg	33.7 - 52.3	2.3 - 17.4	12.5 - 51.4
Steiermark	27.3 - 70.0	0.0 - 19.6	15.5 - 45.0
Tirol	0.0 - 82.1	0.0 - 41.6	0.0 - 75.0
Vorarlberg	16.7 - 46.4	5.6 - 32.7	51.8 - 86.1

Die günstigere Stickstoff-Versorgung in Oberösterreich und daran anschließenden Bezirksforstinspektionen im nördlichen Teil von Niederösterreich dokumentiert sich auch darin, daß in 12 der 15 Bezirke Oberösterreichs und in 6 Bezirksforstinspektionen Niederösterreichs der durchschnittliche Punkteanteil mit Stickstoff-Mangel unter 20 Prozent lag; zu gleich guten Resultaten kam es nur noch in 5 Bezirksforstinspektionen in Nord-Tirol sowie in der Bezirksforstinspektion Dornbirn. Der Schwerpunkt einer schlechten Stickstoffversorgung befindet sich dagegen in Ost-Tirol und Kärnten, wo in der Hälfte von 12 Bezirksforstinspektionen der durchschnittliche Punkteanteil mit Stickstoff-Mangel über 60 Prozent lag. Die selbe ungünstige Stickstoffversorgung ergab sich noch für die Periode 1985 bis 1988 in der Steiermark in den Bezirksforstinspektionen Knittelfeld, Weiz und Hartberg, in Niederösterreich in der Bezirksforstinspektion Lilienfeld und in Tirol in den Bezirksforstinspektionen Imst und Reutte.

Die landesweit stark variierende Stickstoffversorgung ist auch aus den in Abbildung 3 dargestellten Klassensummen (nach Tabelle 1) der einzelnen Probepunkte für die Jahre 1985 bis 1988 zu ersehen (Klassensumme 4 = Mangel in allen vier Jahren; Klassensumme 12 = in allen Jahren ausreichend; 4-6 "schlechte", 7-9 "mittlere" und 10-12 "gute" Versorgung).

Höhere durchschnittliche Anteile >20% von Phosphor-Mangel bestanden in Vorarlberg in der BFI-Feldkirch, in Tirol in den Bezirksforstinspektionen Lechtal und Reutte, in Kärnten in der

BFI-Hermagor, in Oberösterreich in den Bezirken Ried, Vöcklabruck, Gmunden und Kirchdorf, in Niederösterreich in den Bezirksforstinspektionen Lilienfeld, Baden, Wien-Umgebung und in Bundesland Wien.

Die ungünstige Magnesium-Versorgung in Vorarlberg, Oberösterreich und in Teilen Niederösterreichs dokumentiert sich auch darin, daß in diesen Bundesländern eine Reihe von Bezirksforstinspektionen, wenn nicht alle wie in Vorarlberg, durchschnittliche Punkteanteile mit einer Magnesium-Unterversorgung von über 50 Prozent aufweisen. Dies war in Oberösterreich in den Bezirken Vöcklabruck, Braunau, Schärding, Rohrbach, Urfahr, Freistadt, Perg, Linz, Wels und Kirchdorf und in Niederösterreich in den Bezirksforstinspektionen Waidhofen/Th., Krems, Melk, St. Pölten und Neunkirchen der Fall. Außer in diesen drei Bundesländern, wiesen nur noch drei Bezirksforstinspektionen Burgenland-Süd, in Salzburg die Bezirksforstinspektion Hallein und in Tirol die Bezirksforstinspektion Reutte durchschnittliche Punkteanteile mit einer Magnesium-Unterversorgung über 50 Prozent auf. Die ungünstigere Magnesiumversorgung in den angeführten Bezirksforstinspektionen dokumentiert sich auch in den in Abbildung 4 ausgewiesenen Klassensummen (nach Tabelle 1; 4-6 "schlechte", 7-9 "mittlere" und 10-12 "gute" Versorgung) für die Probepunkte des "Netzes 85".

BIOINDIKATORNETZ Magnesium 1985 - 1988

Netz 85

- Summe 4 - 6 ("schlechte" Versorgung)
- Summe 7 - 9 ("mittlere" Versorgung)
- Summe 10 - 12 ("gute" Versorgung)

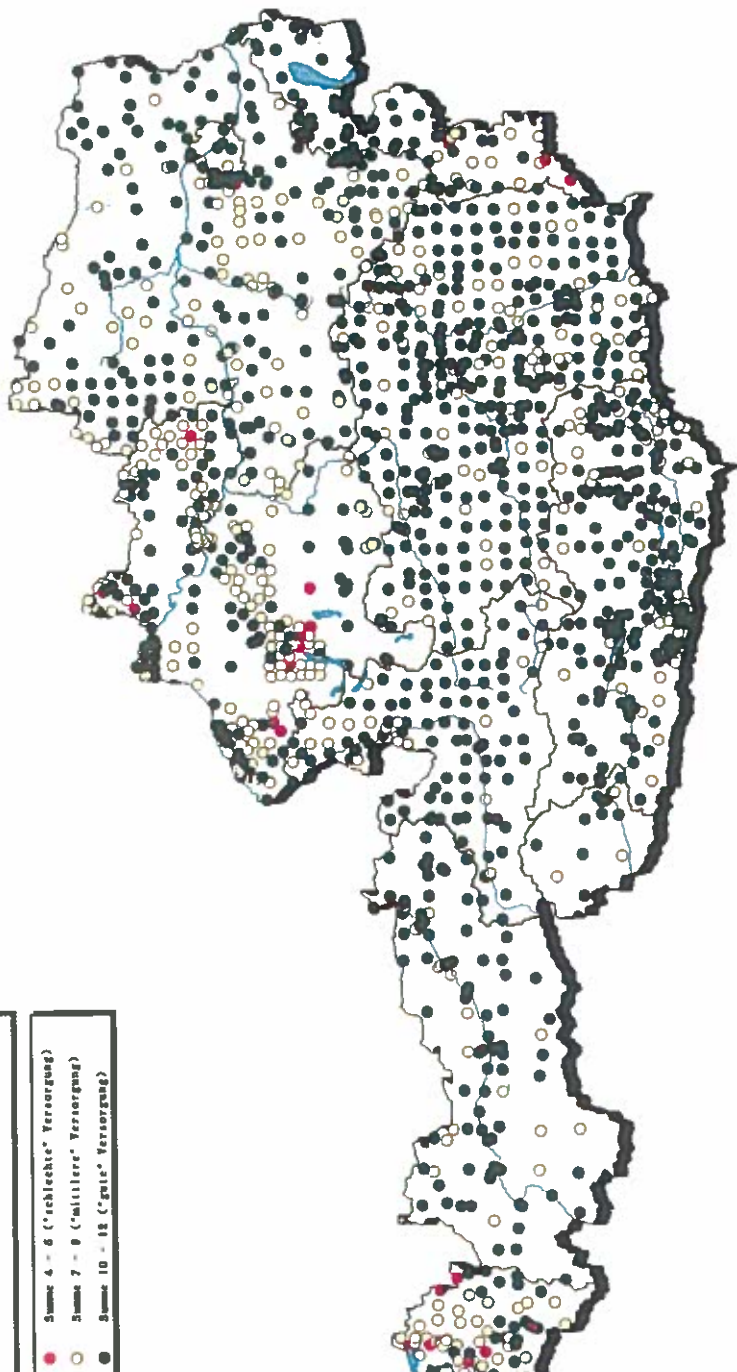


ABBILDUNG 4

FORSTLICHE
BUNDESFORSCHUNGSANSTALT
WIEN

4. Literatur

- BOSCH, Chr., E. PFANNKUCH, U. BAUM und K.E. REHFUESS (1983):
Über die Erkrankung der Fichte (*Picea abies* Karst.) in den
Hochlagen des Bayerischen Waldes. Forstw. Cbl. 102, 167-181
- GUSSONE, H.A. (1964): Faustzahlen für Düngung im Walde. BLV-
Bayerischer Landwirtschaftsverl., München-Basel-Wien. 98 S.
- HÜTTL, R.F. (1985): "Neuartige" Waldschäden und Nährelementver-
sorgung von Fichtenbeständen (*Picea Abies* Karst.) in Süd-
westdeutschland. Freiburger Bodenkundl. Abh. 16, 195 S.
- HÜTTL, R.F. (1987): "Neuartige" Waldschäden, Ernährungsstörungen
und Düngung. AFZ 12, 289-299
- REEMTSMA, J.B. (1986): Der Magnesium-Gehalt von Nadeln nieder-
sächsischer Fichtenbestände und seine Beurteilung. Allg.
Forst- u. Jagdztg. 157, 10, 196-200
- REHFUESS, K.E. (1983): Walderkrankungen und Immissionen - eine
Zwischenbilanz. AFZ 38, 601-610
- ZECH, W. und E. POPP (1983): Magnesiummangel einer der Gründe
für das Fichten- und Tannensterben in NO-Bayern. Forstw.
Cbl. 102, 50-55
- ZÖTTL, H.W. und E. MIES (1983): Die Fichtenerkrankung in den
Hochlagen des Südschwarzwaldes. Allg. Forst- u. Jagdztg.
154, 110-114
- ZÖTTL, H.W. und R.F. HÜTTL (1985): Schadsymptome und Ernäh-
rungszustand von Fichtenbeständen im südwestdeutschen Alpen-
vorland. AFZ 40, 197-199

IMMISSIONSEINWIRKUNGEN, EINE UNSPEZIFISCHE URSACHE FÜR KRONENVERLICHTUNGEN

von
Josef Pollanschütz

1. ZIELE UND ENTWICKLUNG DER WALDSCHADENSERHEBUNGEN

Entsprechend dem Beschluß der Umweltministerkonferenz vom 27.11.1981 sollte bei einer einheitlichen Erhebung der Art und des Ausmaßes von Waldschäden die Zielsetzung lauten, "immissionsbedingte und nicht immissionsbedingte Schadursachen wissenschaftlich fundiert zu unterscheiden, um die immissionsbedingten wirksam bekämpfen zu können." (Ballach H.J. und Brandt C.J. 1983). So klar wie diese Zielsetzung formuliert ist, so wenig kann sie alleine durch sogenannte "Waldschadenserhebungen" in die Tat umgesetzt werden, wie diese ab den Jahren 1983/1984 in verschiedenen Ländern Europas als jährliche Stichprobeinventuren zur Erfassung des Kronenzustandes in Angriff genommen worden sind. Während in den frühen 80-iger Jahren vielfach noch der Fehler begangen worden ist, Kronenverlichtungen und Nadelverfärbungen vornehmlich als immissionsbedingte Baum- und Waldschädigungen anzusehen, ging man mit der Einführung der Stichprobeninventuren allmählich - auch in der BRD - dazu über den Kronenzustand bzw. die Nadel- und Blattverluste sowie die Verfärbungen ohne Ursachenzuordnung zu erheben und nur in Einzelfällen Schädigungen bekannter Ursache bei der Aufnahme oder Auswertung auszuklammern.

Die Erfahrungen, die einige Wissenschaftler der FBVA im Verlaufe von mehr als 20 Jahren im Zuge immissionskundlicher, forstpathologischer und zuwachskundlicher Untersuchungen in zahlreichen Fällen, vornehmlich aber in den sogenannten "klassischen Rauchschadensgebieten" - wie man sie heute gelegentlich nennt - ge-

des Bioindikatornetzes und 1984 bei der Erarbeitung der Richtlinien für eine bundeseinheitliche Baumkronenzustandsinventur, von sehr maßgebender Bedeutung. Diese mußte, der damaligen Sachlage entsprechend, etwas zuviel versprechend als Waldzustandsinventur deklariert werden.

Zunächst wurden die maßgebenden Herren der Forstsektion im BMLF und der Landesforstdirektionen in Einzelgesprächen und gemeinsamen Besprechungen davon überzeugt, daß einer systematischen Erfassung der Einwirkungen von Luftverunreinigungen auf die Waldbestände der unbedingte Vorrang vor Kronenzustandsinventuren zu geben ist. Der wichtigste Schritt in dieser Richtung war die Einrichtung des bundesweiten Bioindikatornetzes mit bundesländerspezifischen Verdichtungen der Probepunkte und die erste von Bundesländerpersonal vorgenommene jährliche Nadelprobengewinnung von den dauerhaft markierten zwei Probebäumen je Probepunkt im Herbst 1983. Von einigen Personen wurde in der Öffentlichkeit Kritik geübt, daß man nicht sofort mit der Erhebung der vermeintlich "alleine" (oder zumindest bei weitem überwiegend) immissionsbedingten Waldschäden begonnen hatte, und statt dessen zunächst mit bundesweiten jährlichen chemischen Nadelanalysen, mit einer Schneeuntersuchung und in lokalen Bereichen mit Niederschlagsanalysen den Anfang gemacht hatte. In den Augen dieser Kritiker waren diese Untersuchungen, die jeweils "nicht sofort Ergebnisse erbringen und zudem praktisch nichts über Ausmaß und Grad der Waldschädigungen auszusagen vermögen", zu personal-, zeit- und geldaufwendig.

Unbeschadet der in der Öffentlichkeit laut gewordenen Kritik, wurden erst zu Beginn des Jahres 1984 von der FBVA im Auftrag des Bundesministeriums für Land- und Forstwirtschaft (BMLF) Richtlinien für eine bundesweite Baumkronenzustandsinventur erarbeitet, bei der unbedingt zu bedenken war, daß viele im zumeist mehrschichtigen Krankheitsgeschehen auftretenden Symptome leider in den meisten Fällen nicht spezifisch, deshalb mehrdeutig und selten alleine bestimmten Schadenserreger bzw. - Ursachen zuzuordnen sind. Da eine Schadenserhebung mit gleichzeiti-

bungspersonal stellen und - abgesehen vom Fehlen einer ausreichenden Zahl von Spezialisten - einen sehr hohen verfahrensbedingten zeitlichen und materiellen Einsatz erfordern würde, kam aus damaliger Sicht nur eine Vorgangsweise in zwei oder mehreren Phasen in Betracht. In den schriftlichen Vorschlägen, die Ende März 1984 dem BMLF als Entscheidungshilfe vorgelegt worden sind, waren folgende Erhebungs- bzw. Untersuchungsphasen vorgesehen:

- Die erste Phase sollte eine möglichst genaue, objektivierbare, ständig überprüfbare Waldschadenserfassung nach einheitlichen Erhebungskriterien, im Hinblick auf die Erkennung des Ausmaßes der am Kronenzustand erkennbaren Schädigungen - gleich welcher Ursache sie sind - dienen und die Erfassung von Schadensschwerpunktgebieten sowie von möglichen standortsgegebenen Einflüssen ermöglichen.
- Die zweite Phase bzw. die folgenden Phasen sollten der intensiven wissenschaftlichen Untersuchung der Ursachen-Wirkung-Zusammenhänge dienen, wobei die vorausgegangenen jährlichen Waldschadensinventuren einerseits eine Entscheidungshilfe für die Auswahl von Gebieten mit Schadensschwerpunkten bilden und andererseits die Schadensdiagnose selbst erleichtern sollten, dies insbesondere, wenn die erhobenen Standorts-, Einzelbaum- und vor allem 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.

Die Entwicklung von der WZI zum WBS also von der Waldzustandsinventur zum Waldschaden-Beobachtungssystem war somit damals bereits vorgezeichnet. Es wäre ein kardinaler Fehler gewesen, wenn versucht worden wäre, bei einer durch nicht ausreichend geschulte Forstleute, also bei einer nicht durch langjährig tätig gewesene Spezialisten durchgeführten Waldschadens- oder Waldzustandsinventur, die nach bestimmten Kriterien gegliederten Kronenzustandsdaten bzw. "Schadensangaben" mit Vermutungen über die

Fachgebieten geschulte praktische Forstwirt bzw. Forstbedienstete darf nicht mit einer ihm zugemuteten Ursachenzuordnung der Symptome überfordert werden. Eine einwandfrei Schadensdiagnose, die Ergebnisse mit kausalanalytischem Anspruch erbringen soll, kann nur nach koordinierten zunächst aber differenziert durchgeführten eingehenden Spezialuntersuchungen und daran anschließend durch eine synoptische Betrachtung und Auswertung aller verfügbaren Unterlagen und Untersuchungsergebnisse erfolgen.

2. HINDERNISSE UND SCHWIERIGKEITEN BEI DER ERFORSCHUNG VON ZUSAMMENHÄNGEN

Nicht unerhebliche Schwierigkeiten tun sich dann auf, wenn die Daten der einzelnen Spezialuntersuchungen nicht punktgenau, also auf identen Probeflächen vorgenommen worden sind. So nützen beispielsweise detaillierte Resultate bodenchemischer Analysen im Hinblick auf Erforschung der Nährstoffversorgung der Bäume wenig, wenn die Bodenprobenahme nicht am Standort der für chemische Nadelanalysen ausgewählten Probebäume durchgeführt worden ist.

Ähnlich verhält es sich, wenn intensive forstpathologische Untersuchungen nicht im Bereich der Probeflächen vorgenommen worden sind, wo standortskundliche und kronenspezifische Untersuchungen Platz gegriffen haben.

Ein zusätzliches Problem könnte die standortsabhängige Grenzziehung zwischen unbedenklichen Schwefelgehalten in den Nadeln und auf Immissionseinwirkungen hinweisende S-Werte darstellen. Verwendet man in diesem Falle aber schlicht und einfach die im Zuge der chemischen Nadelanalyse gefundenen S-Gehalte, ohne jede vorweggenommene Wertung, dann steht einer Analyse der Zusammenhänge mit den Merkmalsausprägungen anderer spezifischer Untersuchungen nichts mehr im Wege.

Keine Schwierigkeiten bereiten die Nadelverluste, wenn sie als

Abgrenzung zwischen "gesund" und "krank" nicht vorweggenommen werden. Es ist allerdings zulässig, bestimmte Erwartungen bzw. Hypothesen aufgrund anderer Untersuchungen in die Ursachenforschung einzubringen.

Wie NEUMANN (1991 a) in seinem einleitenden Referat hervorgehoben hat, muß für den "Normalwert" der Kronenverlichtung eine gewisse natürliche Streuung toleriert werden. Es ist so gesehen keinesfalls zulässig, jeden schwach verlichteten Baum als "krank" zu klassifizieren. Andererseits darf man auch nicht davon ausgehen, daß jeder nicht verlichtete Baum keinen Krankheitskeim in sich trägt und z.B. nicht durch eine häufige wiederkehrende schwache Schwefel-Immissionseinwirkung in Bezug auf seine physiologischen Funktionen und Reaktionen latent geschädigt sein könnte.

Im allgemeinen kann davon ausgegangen werden, daß bei Bäumen bis 15% Nadelverlust keine meßbaren Zuwachsverluste zu verzeichnen sind. Einzelne Ausnahmen bestätigen aber diese Regel. Ab 30% Nadelverlust ist, wie durch zahlreiche wachskundliche Untersuchungen in der BRD, in Österreich und der Schweiz inzwischen bestätigt werden konnte, dagegen mit meßbaren Wachstumsdepressionen bzw. Zuwachsverlusten zu rechnen, die ab 40% Nadelverlust bisweilen sehr erheblich sein können.

Aus diesen Hinweisen kann gefolgert werden, daß es im Rahmen von Ursachenanalysen sehr vorteilhaft sein kann, nicht alleine nur nach den Ursachen für entstandene Kronenverlichtungen zu forschen, sondern auch ihre Bedeutung für Vitalität und Wachstum der Bäume zu ergründen. Der jährliche Zuwachs der Bäume kann dabei als einer der wichtigsten Vitalitätsweiser betrachtet werden und sollte bei Waldzustandserhebungen unbedingt miterfaßt werden.

Die Ursachen für Kronenverlichtungen können nur in einer Zusammenschau von Standortsfaktoren, Bestandesparametern, Weisern für klimatische und biotische Einwirkungen sowie Immissionsbeein-

Faktoren entsprechend erklärt werden.

Eine wertende Zusammenschau zwischen den Ergebnissen der mehrjährigen Untersuchungen der Schwefelgehalte der Nadelproben die im Rahmen des Bioindikatornetzes gewonnen worden sind und der Ergebnissen der Kronenzustandserhebungen der Waldzustandsinventur stößt aber an sachliche Grenzen bzw. bereitet sie sehr erhebliche Schwierigkeiten, dies deshalb, weil es nicht erreichbar war, die beiden in ihrer Fragestellung und Fachspezifität sehr unterschiedlichen Untersuchungen wenigstens größtenteils auf identen Probeflächen vorzunehmen.

Anlässlich der Vorbereitungsgespräche wurden die Vertreter der Bundesländer seitens der FBVA dringend gebeten, im Jahre 1983 die Auswahl der Probepunkte zu je 2 Nadel-Probepunkten für das BIN, analog zur Vorgangsweise bei Untersuchungen gemäß §52 des Forstgesetzes 1975 so vorzugehen, daß in unmittelbarer Nähe, besser aber im Bereich des jeweiligen Probepunktes, die Waldbestände so beschaffen sind, daß dort auch waldwachstumskundliche bzw. zuwachskundliche, sowie kronenspezifische aber auch andere forstfachliche Untersuchungen vorgenommen werden können. Bei der Einrichtung der WZI-Dauerbeobachtungsflächen in den Jahren 1984 und 1985 zeigte sich dann aber, daß der größte Teil der Bestände in denen die BIN-Probepunkte ausgewählt worden waren, leider nicht den notwendigerweise für kronenspezifische, aber auch standortskundliche und waldwachstumskundliche Untersuchungen vorzugebenden Auswahlkriterien entsprachen, denn bei der Auswahl der BIN-Probepunkte wurden verständlicher Weise die Zugänglichkeit und leichte Besteigbarkeit der Probepunkte primär beachtet.

Von den rund 1500 BIN-Probepunkten lagen letztendlich nur 77, das sind 5% im Bereich von für die WZI-Erhebungen geeigneten Waldbeständen; nur 126 BIN-Punkte lagen innerhalb einer Distanz von 50m und 196 BIN-Probepunkte oder 13% innerhalb einer Distanz von 100m vom Mittelpunkt einer WZI-Fläche entfernt, wenn man diese Distanz in Anbetracht der eher flächenhaften Einwirkung von Luftverunreinigungen eventuell als gerade noch tolerierbar

dende Standorts- und Bestandesparameter entgegenstehen.

Im äußersten Falle wäre es somit vielleicht gerade noch vertretbar, die Ergebnisse der Kronenzustandserfassung und der standortkundlichen Erhebungen von maximal 200 WZI-Flächen mit den Nadelanalyseergebnissen der nahe gelegenen BIN-Punkte in Beziehung zu setzen und mit Hilfe mathematisch statistischer Methoden nach Zusammenhängen zu forschen. Angesichts von 2200 WZI-Flächen und rund 1500 BIN-Punkten ist diese für eine an sich schon eingeschränkte Ursachenanalyse nur noch geeignete Zahl verwertbarer Probeflächen genau genommen zu gering.

Das Vorhaben, die punktuell bzw. auf eng begrenzten Probeflächen gewonnenen Untersuchungsergebnisse der beiden bundesweiten Stichprobeerhebungen miteinander zu verknüpfen und die Daten aller identen Probepunkte bzw. Probeflächen für die Prüfung von Zusammenhängen zwischen Standorts-, Bestandes- und immissionskundlichen Parametern mittels mathematisch statistischer Verfahren zu verwenden, mußte also wegen der zu geringen Anzahl leider als nicht sehr zielführend angesehen werden.

3. REGIONALE HÄUFUNG BESTIMMTER MERKMALSAUSPRÄGUNG UND IHRE DEUTUNG

Was den leidgeprüften Wissenschaftlern der FBVA unter diesen Umständen als mit großen Einschränkungen gepflasterter Ausweg übrig bleibt ist, bestimmte Merkmalsausprägungen der im Zuge der WZI erfaßten Einzelbaum-, Bestandes- und Standortparameter und bestimmte Nadelwerteklassen der BIN-Untersuchung für Schwefel- und Nährstoffgehalte kartenmäßig darzustellen und aufgrund des gehäuften gleichzeitigen Auftretens bestimmter Merkmale in bestimmten Gebieten bzw. Regionen vorsichtige Vermutungen anzustellen und gewisse Annahmen zu treffen.

Derartigen Betrachtungen müssen aber ins Detail gehende Analysen der auf den WZI-Flächen erhobenen Standorts- und Bestandesdaten

Scheinbeziehungen zu immissionskundlichen Parametern als solche wertend beachtet werden können.

Wie im zweiten Referat von NEUMANN (1991 b) bereits ausgeführt worden ist, erbrachte die Analyse des Einflusses von Standortsfaktoren, daß etwa der Kronenzustand der Fichte regional sehr deutlich durch diese Standortsfaktoren bestimmt ist. Es bleibt dabei offen, ob die Tendenz zu verstärkten Kronenverlichtungen bzw. Nadelverlusten auf den für Fichte weniger geeigneten Standorten nicht auch durch Immissionseinwirkungen mitgeprägt ist. Es kann aus der Analyse der Standorts- und Bestandesparameter alleine somit nicht entschieden werden, ob nicht auch Immissionseinwirkungen ursächlich oder verstärkt mit Kronenverlichtungen in Verbindung zu bringen sind.

Ein Vergleich der Areale, in denen Kronenverlichtungen gehäuft und graduell ausgeprägt auftreten (siehe Abbildung 1 - Kronenzustandsindex 1985-1988 für alle Baumarten und Abbildung 2 - Kronenzustandsindex 1990 für alle Baumarten) mit jenen Gebieten, in denen die Schwefel-Immissionseinwirkung durch die chemischen Nadelanalysen des BIN nachgewiesen sind, zeigt nur zum Teil eine gebietsmäßige Übereinstimmung. Erst die Vergleiche und multivariante Analysen der auf den WBS-Flächen (Dauerbeobachtungsflächen des Waldschaden-Beobachtungs-Systems) gefundenen Untersuchungsergebnisse werden, da es sich hier um Untersuchungen auf identen Probeflächen handelt, Aussagen darüber erlauben, welche Einflußfaktoren bzw. Faktorenkombinationen in bestimmten Fällen als Ursachen für negative Kronenzustandsänderungen angesehen werden können.

Die in einigen Regionen auf den WZI-Flächen durch Sonderuntersuchungen ermittelten Schadfaktoren müssen eine entsprechende Beachtung finden, wenn eine Deutung der regionalen Häufung bestimmter Merkmalsausprägungen versucht wird.

KREHAN (1991) hat schon darauf hingewiesen, "wenn es wie im Tiroler Untersuchungsareal kaum räumlich zusammenhängende Schad-

WALDZUSTANDSINVENTUR 1985-1988

KRONENZUSTANDSINDEX
ALLE BAUMARTEN
3316 FLÄCHEN

■ 1.00 - 1.20
■ 1.21 - 1.50
■ 1.51 - 2.00
■ 2.01 - 2.50
■ > 2.51

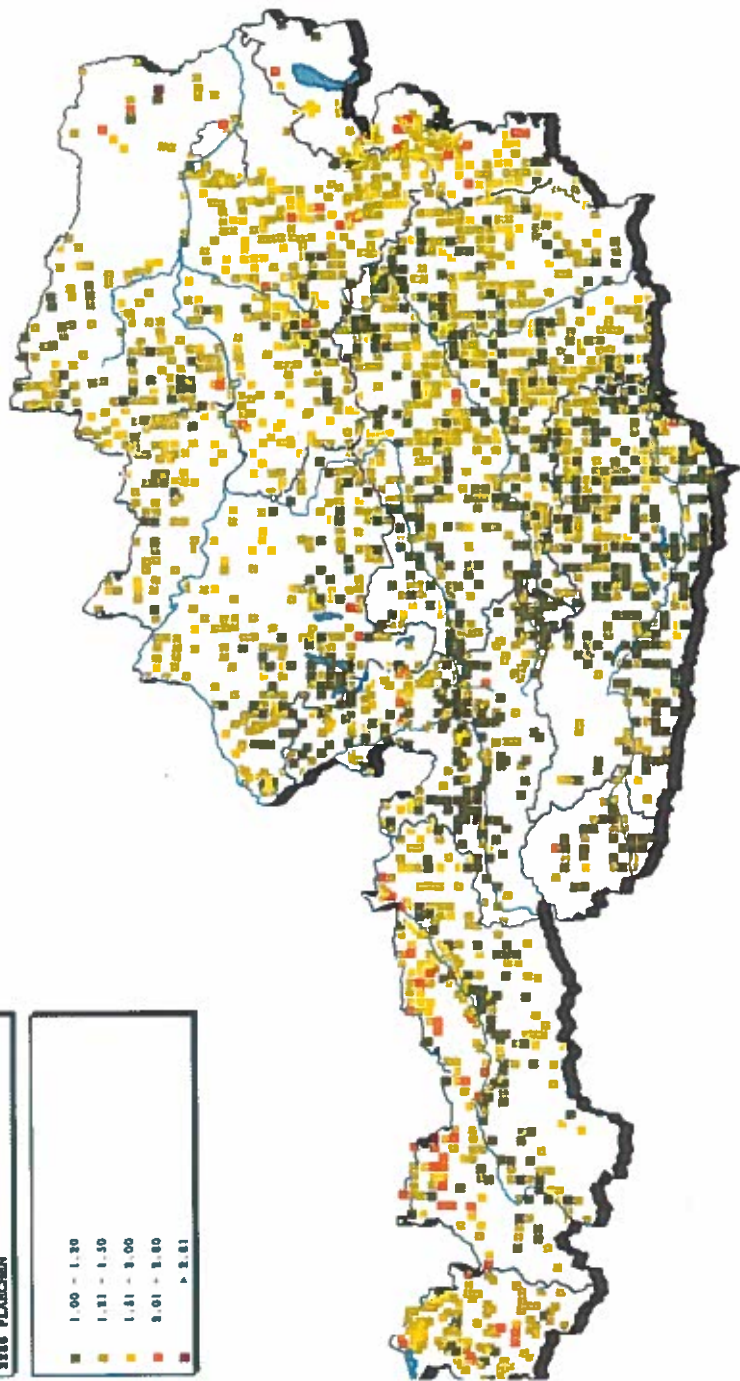


ABBILDUNG 1

WALDZUSTANDS INVENTUR 1990

KRONENZUSTANDS INDEX

ALLE BALMWÄRTER

1983 PLÄTCHEN

ANDERE WERTE

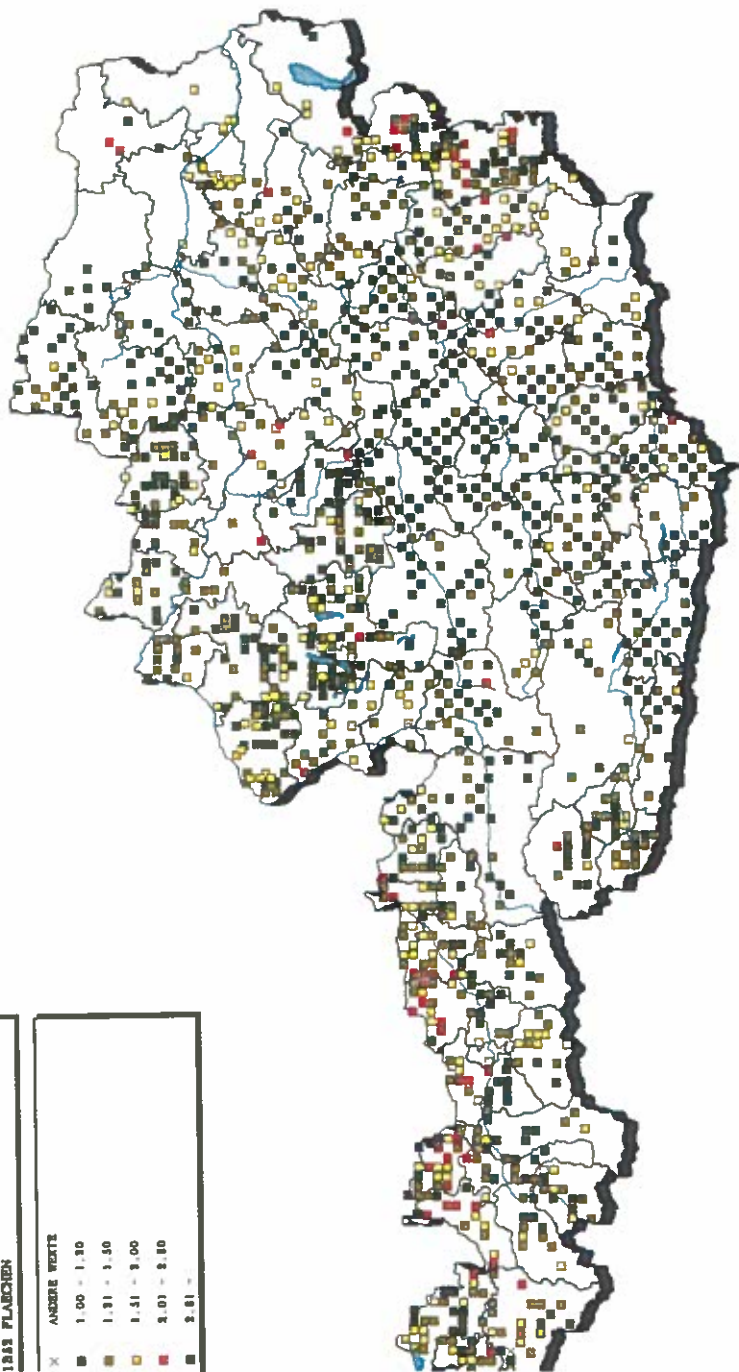
1.00 - 1.20

1.21 - 1.50

1.51 - 2.00

2.01 - 2.50

2.51 -



0 20 40 60 80 100 120 140 km

ABBILDUNG 3

FORSTLICHE
FORSCHUNGSANSTALT
WIEN

schädliche Einwirkung von Luftschadstoffen via Ferntransport als primäre Schadfaktoren in Frage stellen." Die Ergebnisse der Untersuchungen im Bioindikatornetz und die vom Tiroler Landesforstdienst vorgenommenen Luftmessungen lassen in den im Rahmen der WZI-Sonderuntersuchungen beurteilten Bestände im Außerfern eine maßgebliche Beeinträchtigung durch Schwefel-Immissionen auch auf Grund der vorgefundenen Schadsymptome unwahrscheinlich erscheinen. Sieht man sich dagegen etwa jene WZI-Flächen näher an, die im Waldviertel und Mühlviertel jeweils in der Nähe eines BIN-Punktes liegen, dann läßt sich die bei 50% der BIN-Punkte gefundene Überschreitung der Grenzwerte der zweiten Verordnung gegen forstschädliche Luftverunreinigungen gedanklich schon mehr mit den auf den WZI-Flächen gefundenen Kronenverlichtungen in Beziehung setzen. Die Vermutung der schädigenden Einwirkung von aus Ferntransport stammenden Luftverunreinigungen ist in diesem Falle sicherlich viel eher angebracht, als in den vielfach auf trockenen Rendsinaböden stockenden Beständen am Alpennordrand Tirols, wo zudem in vielen Fällen starke Beweidung, Wurzelbeschädigungen und folgliche Fäuleentwicklung als Schwächungsursachen die Vitalitätsminderungen und den schlechten Kronenzustand bedingt hatten.

Die kartenmäßige Darstellung der Merkmalsausprägung bestimmter Standorts-, Bestandes- und Einzelbaumparameter der WZI-Flächen und der im Zuge der chemischen Nadelanalysen bei Probeebäumen des BIN-Netzes gefundenen Schadstoff- und Nährstoffgehalte können als wertvolle Hilfsmittel für eine vorsichtige zusammenschauende Interpretation angesehen werden. Diesem Zweck dienen die Karten (Abb. 1 u. 2) in denen die Kronenzustandsindices (durchschnittliche Verlichtungsgrade) für alle Baumarten für den Zeitraum 1985-1988 (des gesamten Aufnahmenetzes der WZI) und für das Jahr 1990 (der verdünnten Probenetze der Bundesländer), die etwa mit der kartenmäßigen Darstellung der Klassifikationstypen für die Schwefelgehalte der Fichten des Zeitraumes 1983-1989 (siehe den Beitrag von STEFAN 1991) oder auch mit den Verteilungen des Grundgesteins und der Bodentypen (siehe Beitrag von SCHNABEL 1991) verglichen werden können. Mit mathematisch statistischen

verschiedenen auf identen Probeflächen des WBS vorgenommenen Untersuchungen und Erhebungen erlauben. Auf erfolgsversprechende Ursachenanalysen und auf die mehr oder minder einwandfreie belegbaren Ursachenzuordnungen wird man somit noch etwas warten müssen.

Der Wald wächst vergleichbar langsam und benötigt Dezennien und Jahrhunderte für seine Entwicklung. Auch die Ausbildung der am Kronenzustand erkennbaren Waldschädigungen ist nicht von heute auf morgen, sondern sicherlich erst im Verlaufe von mehreren oder vielen Jahren vonstatten gegangen. Der zumindest in Dezennien und gelegentlich auch Umtriebszeiten denkende Forstmann und Waldbesitzer kann sicherlich für notwendigerweise langfristig anzulegende Untersuchungen - wie es nunmehr die im WBS zusammengeführten Teilprojekte sind - die nötige Geduld aufbringen.

4. LITERATUR

- BALLACH H.J. und C.J. BRANDT, 1983: BML-Waldschadenserhebung 1983 - Kausalanalyse ohne Differentialdiagnose?. Staub- Reinhalt. Luft 43, Nr.11, S. 448-452.
- KREHAN H., 1991: Forstpathologische Sondererhebungen im Rahmen der Österreichischen Waldzustandsinventur 1984-1988. Mitt. d. FBVA Wien, Heft Nr.166, S. 133-161.
- NEUMANN M., 1991 a: Zielsetzung und Aufnahmemethodik der Waldzustandsinventur. Mitt. d. FBVA Wien, Heft Nr. 166, S. 7-18.
- NEUMANN M., 1991 b: Analyse des Einflusses von Standorts- und Bestandesfaktoren auf den Kronenzustand. Mitt. d. FBVA Wien, Heft 166, S. 101-119.
- SCHNABEL G., 1991: Räumliche Verteilung der Verlichtungsstufen und spezieller Merkmale. Mitt. d. FBVA Wien, Heft 166, S.75-99.
- STEFAN K., 1991: Räumliche Verteilung der Schwefel-Immissionswirkungen nach den Ergebnissen des Österreichischen Bioindikatornetzes. Mitt. d. FBVA Wien, Heft 166, S. 213-219.

Aus dem Publikationsverzeichnis der Forstlichen
Bundesversuchsanstalt

Mitteilungen der Forstlichen Bundesversuchsanstalt Wien

- | | | | |
|------|--------|---|-------------------|
| 1983 | 148 | Holzschuh, Carolus: Bemerkenswerte Käferfunde in Österreich. III.
Preis ÖS 100.-- | 81 S. |
| 1983 | 149 | Schmutzenhofer, Heinrich: Eine Massenvermehrung des Rotköpfigen Tannentriebwicklers (Zeiraphera rufimitrana H.S.) im Alpenvorland (nahe Salzburg).
Preis ÖS 150.-- | 39 S. |
| 1983 | 150 | Smidt, Stefan: Untersuchungen über das Auftreten von Sauren Niederschlägen in Österreich.
Preis ÖS 150.-- | 88 S. |
| 1983 | 151 | Forst- und Jagdgeschichte Mitteleuropas. Referate der IUFRO-Fachgruppe S6.07-00 Forstgeschichte, Tagung in Wien vom 20.-24. September 1982.
Preis ÖS 150.-- | 134 S. |
| 1983 | 152 | Sterba, Hubert: Die Funktionsschemata der Sorten- tafeln für Fichte in Österreich.
Preis ÖS 100.-- | 63 S. |
| 1984 | 153 | Beiträge zur Wildbacherosions- und Lawinenforschung (5). IUFRO-Fachgruppe S1.04-00. Vorbeugung und Kontrolle von Wildbacherosion, Hochwässer und Muren, Schneeschäden und Lawinen.
Preis ÖS 250.-- | 224 S. |
| 1985 | 154/I | Österreichische Forstinventur 1971-1980. Zehnjahres- ergebnis.
Preis ÖS 220.-- | S. 1-216 |
| 1985 | 154/II | Österreichische Forstinventur 1971-1980. Inventurge- spräch.
Preis ÖS 100.-- | S. 219-319 |
| 1985 | 155 | Braun, Rudolf: Über die Bringungslage und den Wer- bungsaufwand im österreichischen Wald.
Preis ÖS 250.-- | vergriffen 243 S. |
| 1985 | 156 | Beiträge zur Wildbacherosions- und Lawinenforschung (6). IUFRO-Fachgruppe S1.04-00 (Wildbäche, Schnee und Lawinen). Vorbeugung und Kontrolle von Wild- bacherosion, Hochwässer und Muren, Schneeschäden und Lawinen.
Preis ÖS 250.-- | vergriffen 247 S. |

- 1986 157 **Zweites österreichisches Symposium Fernerkundung.**
Veranstaltet von der Arbeitsgruppe Fernerkundung der
Österreichischen Gesellschaft für Sonnenenergie und
Weltraumfragen (ASSA), 2.-4. Oktober 1985 in Wien.
Preis ÖS 250.-- 220 S.
- 1987 158/I **Merwald, Ingo E.: Untersuchung und Beurteilung von**
Bauweisen der Wildbachverbauung in ihrer Auswirkung
auf die Fischpopulation.
Preis ÖS 250.-- S. 1-196
- 1987 158/II **Merwald, Ingo E.: Untersuchung und Beurteilung von**
Bauweisen der Wildbachverbauung in ihrer Auswirkung
auf die Fischpopulation.
Preis ÖS 250.-- S. 196-364
- 1988 159 **Beiträge zur Wildbacherosions- und Lawinenforschung**
(7). IUFRO-Fachgruppe S1.04-00 (Wildbäche, Schnee
und Lawinen). Vorbeugung und Kontrolle von Wild-
bacherosion, Hochwässer und Muren, Schneeschäden und
Lawinen.
Preis ÖS 420.-- 410 S.
- 1988 160 **Müller, Ferdinand: Entwicklung von Fichtensämlingen**
(Picea abies (L.) Karst.) in Abhängigkeit von Ernäh-
rung und seehöhenangepasster Wachstumsdauer im Ver-
suchsgarten Mariabrunn.
Preis ÖS 260.-- 256 S.
- 1988 161 **Kronfellner-Kraus, Gottfried; Neuwinger, Irmentraud;**
Ruf, Gerhard; Schaffhauser, Horst: Über die Ein-
schätzung von Wildbächen - Der Dürnbach.
Preis ÖS 300.-- 264 S.
- 1988 162 **Recent Research on Scleroderris Canker of Conifers.**
IUFRO Working Party S2.06-02 - Canker Disease-Scle-
roderris. Proceedings of Meetings in Salzburg/Aus-
tria and Ljubljana/Yugoslavia, September 1986.
Preis ÖS 180.-- 172 S.
- 1989 163/I **Zum Waldsterben im Gleinalmgebiet.**
Preis ÖS 300.-- S. 1-224
- 1989 163/II **Zum Waldsterben im Gleinalmgebiet.**
Preis ÖS 300.-- S. 225-422
- 1990 163
/III **Zum Waldsterben im Gleinalmgebiet.**
Preis ÖS 180.-- 98 S.
- 1990 164/I **Killian, Herbert: Der Kampf gegen Wildbäche und**
Lawinen im Spannungsfeld von Zentralismus und Föder-
alismus. Historische Grundlagen.
Preis ÖS 180.-- 167 S.

- 1990 164/II Killian, Herbert: Der Kampf gegen Wildbäche und Lawinen im Spannungsfeld von Zentralismus und Föderalismus. Das Gesetz.
Preis ÖS 190.-- 183 S.
- 1990 164 /III/1 Killian, Herbert: Der Kampf gegen Wildbäche und Lawinen im Spannungsfeld von Zentralismus und Föderalismus. Die Organisation.
Preis ÖS 220.-- 211 S.
- 1990 164 /III/2 Killian, Herbert: Der Kampf gegen Wildbäche und Lawinen im Spannungsfeld von Zentralismus und Föderalismus. Die Organisation.
Preis ÖS 140.-- 133 S.
- 1990 164 /IV/1 Killian Herbert: Dokumente und Materialien zur Geschichte der Wildbach- und Lawinenverbauung in Österreich. Teil 1.
Preis ÖS 190.-- 184 S.
- 1990 164 /IV/2 Killian Herbert: Dokumente und Materialien zur Geschichte der Wildbach- und Lawinenverbauung in Österreich. Teil 2.
Preis ÖS 120.-- 118 S.
- 1990 165 Karrer, Gerhard; Kilian, Walter: Standorte und Waldgesellschaften im Leithagebirge. Revier Sommerein. Mit einem waldbaulichen Beitrag von Krissl, Wolfgang; Müller, Ferdinand.
Preis ÖS 265.-- 245 S.
- 1991 163/IV Zum Waldsterben im Gleinalmgebiet.
Preis ÖS 230.-- 190 S.
- 1991 166 Zusammenfassende Darstellung der Waldzustandsinventur.
Preis ÖS 300.-- 265 S.

Bezugsquelle

Ö s t e r r e i c h i s c h e r A g r a r v e r l a g

A-1141 Wien

