

FBVA - B E R I C H T E
Schriftenreihe der Forstlichen Bundesversuchsanstalt

Nr. 55

1991

WALDZUSTANDSINVENTUR:

**Untersuchung der Zuwachsverhältnisse
an Wald- und Bestandesrändern**

FDK 561.23:267:(436)

von

**Dipl.-Ing. WIESINGER Rudolf,
Dipl.-Ing. RYS Johannes**

**Herausgeber
Forstliche Bundesversuchsanstalt in Wien**

**in Kommission bei
Österreichischer Agrarverlag, A-1141 Wien**



Herstellung und Druck
Forstliche Bundesversuchsanstalt
A - 1131 Wien

Copyright by
Forstliche Bundesversuchsanstalt
A - 1131 Wien

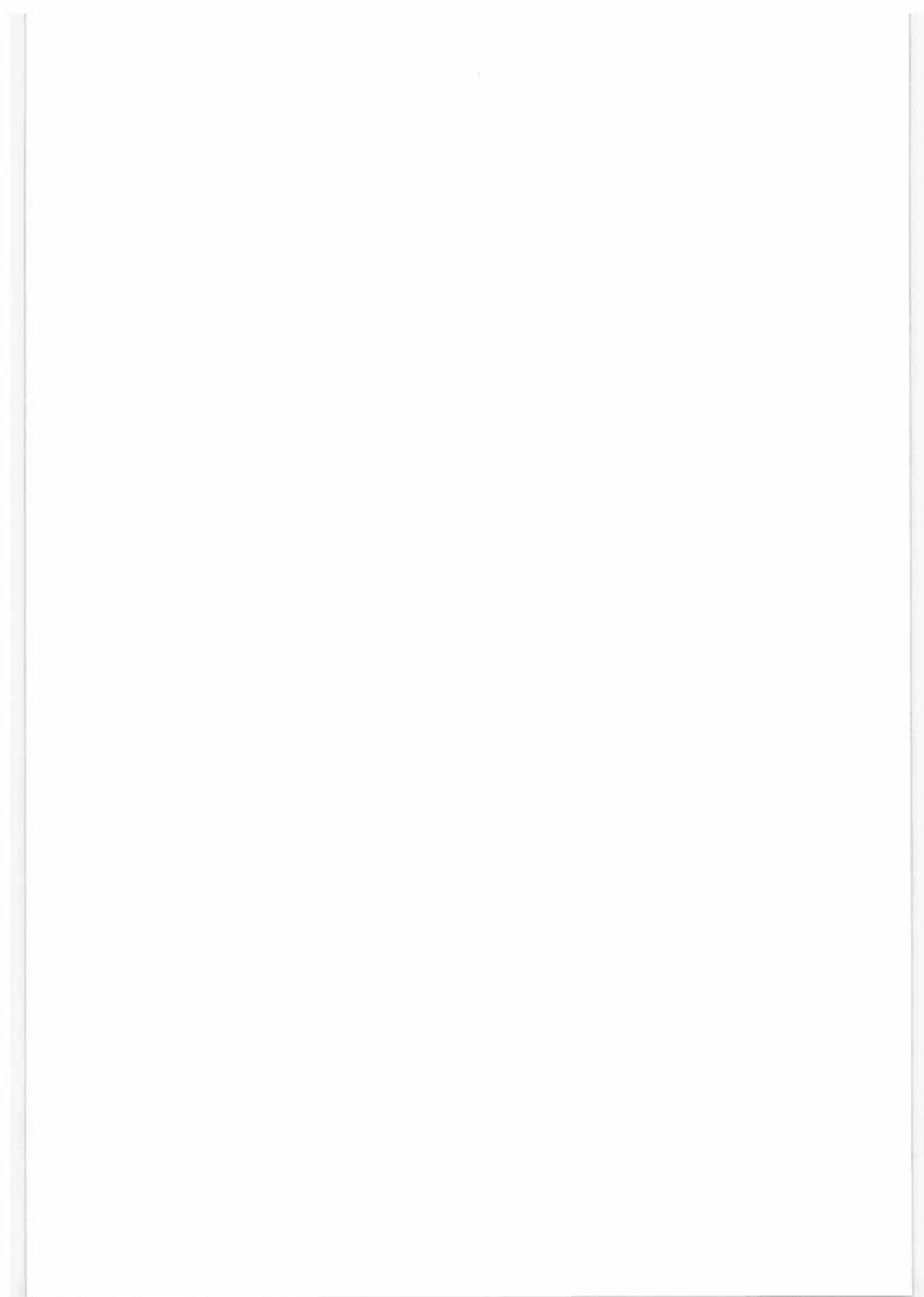
Nachdruck mit Quellenangabe gestattet
Printed in Austria

VORWORT

Bei den jährlichen Erhebungen der bundesweiten Waldzustandsinventur wurden die Kronenverlichtungsgrade der Bestände erfaßt. Die Wald- und Bestandesränder, die jedem Besucher besonders auffallen, wurden aus verschiedenen Gründen ausgeklammert. Das anderartige Verhalten der Wald- und Bestandesränder war im Hinblick auf den zu schützenden Bestand seit Ende des vorigen Jahrhunderts bereits mehrmals Gegenstand wissenschaftlicher Untersuchungen. So befaßte sich etwa HARTIG R. 1896 in der Arbeit "Wachstumsuntersuchungen an Fichten" mit dem Zuwachsverhalten von Randbäumen.

In einem einmaligen Zusatzprogramm zu den jährlichen Erhebungen der Waldzustandsinventur wurden 1986 die unterschiedlichen Bestandes- und Waldränder einer intensiven Untersuchung unterzogen, um Unterschiede des Kronenzustandes der Probestämme in Abhängigkeit ihrer Entfernung vom unmittelbaren Rand und um Unterschiede im Zuwachsverhalten zu erfassen. Bereits 1987 wurden im FBVA-Bericht Nr.24 die Ergebnisse der "Untersuchung der Kronenverlichtungsgrade an Wald- und Bestandesränder" veröffentlicht. Den Abschluß dieser WZI-Sonderuntersuchung bilden die im vorliegenden FBVA-Bericht nunmehr vorgelegten Ergebnisse über die "Untersuchung der Zuwachsverhältnisse an Wald- und Bestandesrändern", mit denen eine deutlich verschiedenartige Entwicklung des Radialzuwachses bzw. der Jahrringbreiten der Bäume an Waldrändern, sowie am Schlag-, Forststraßen-, Leitungstrassen und Schitrassenrändern gegenüber den Bäumen des Bestandesinneren dokumentiert wird.

J. Pollanschütz
(Projektleiter der WZI)



INHALTSVERZEICHNIS

	Seite
1. EINLEITUNG	2
2. ZIELE UND ERHEBUNGSMETHODIK.....	2
3. AUSWERTUNGSMETHODIK	5
3.1. Fragestellung	5
3.2. Auswertung	5
3.3. Gruppenbildung	9
4. HINWEISE ZUR ERGEBNISDARSTELLUNG UND INTERPRETATION	10
5. ERGEBNISSE	11
5.1. Waldrand	11
5.2. Schlagrand	16
5.3. Forststraßen	17
5.4. Trassen	21
5.5. Schitrassen	22
6. GEGENÜBERSTELLUNG: NATÜRLICHE WÄLDRÄNDER - KÜNSTLICHE BESTANDESÄNDER	24
7. ZUSAMMENFASSUNG	26
8. ABBILDUNGEN	28
9. ÜBERSICHTSABBILDUNG	53
10. ÜBERSICHTSTABELLEN	54
11. ÜBERSICHTSKARTE	56
12. LITERATURHINWEISE	57

1. EINLEITUNG

Schon BAADER (1952) schreibt, daß 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.

Darüber hinaus treten Schäden am Waldrand auch durch die spezifische Nutzung des Nichtwaldes auf. KELLER (1985) hat z.B. an stark befahrenen Straßenrändern nachgewiesen, daß bei Fichtenfropflingen die Assimilationsleistung um rund die Hälfte vermindert wurde, obwohl keine sichtbaren Schädigungen auftraten.

Im Jahre 1986 wurde daher eine einmalige Sonderuntersuchung mit dem Arbeitstitel "Randschadensuntersuchung 1986" im Rahmen der Waldzustandsinventur durchgeführt. Durch die erhobenen Daten ist es möglich, Untersuchungen sowohl über die Kronenverlichtung als auch über das Zuwachsverhalten von Wald- und Bestandesrändern durchzuführen. Die Veröffentlichung über die "Untersuchung der Kronenverlichtungsgrade an Wald- und Bestandesrändern" erfolgte bereits im Jahre 1987 (KLAUSHOFER et al., 1987).

Die Außenaufnahmen der Probeflächen sowie die vorbereitenden Arbeiten sind vom Personal der Waldzustandsinventur durchgeführt worden. Die Messung des umfangreichen Bohrkernmaterials erfolgte am Institut für Waldwachstum und Betriebswirtschaft an der Forstlichen Bundesversuchsanstalt, die Berechnung der "Relativen Jahrringindices" unter Mitwirkung der EDV-Abteilung.

2. ZIELE UND ERHEBUNGSMETHODIK

Die Zuwachsuntersuchung an natürlichen Wald- und künstlichen Bestandesrändern hat als Hauptziel die Frage zu beantworten, ob

Wald- und Bestandesränder hinsichtlich des Radialzuwachses besser, gleich oder schlechter als das Bestandesinnere sind, von welchen Faktoren dies abhängig ist, ob sich regionale Unterschiede ergeben?

Die Einteilung der Probeflächen in Zonen wurde beibehalten, und zwar bedeutet:

Zone 1 = unmittelbare Randbäume

Zone 2 = Randzone

Zone 3 = Innenbestand

Auf jeder Probefläche wurden 9 Bohrkern entnommen; und zwar in jeder Zone von jeweils 3 Probebäumen, die eine gleichseitige Kronenbildung aufwiesen. Gebohrt wurde in Brusthöhe und parallel zum Wald- bzw. Bestandesrand.

Diese Art der Bohrkerngewinnung ergab sich aus der Tatsache, daß Randbäume bekanntermaßen eine exzentrische Anlagerung der Zuwachsmäntel durchführen, wobei auf der windabgekehrten Seite im unteren Schaftteil der Radialzuwachs bedeutend verstärkt ist, dagegen an der windzugekehrten Seite vermindert ist (ASSMANN, 1960). Um vergleichbare Bohrkern zu erhalten mußte daher die Richtung der Bohrung vorgegeben werden.

Eine detaillierte Gliederung der erhobenen Probeflächen hinsichtlich Untersuchungsraum, Randart und Baumart ist der Übersichtstabelle 1, jene nach Freistellungszeitraum und Baumart der Übersichtstabelle 2 im Anhang zu entnehmen.

Die 10 Untersuchungsräume, die schwerpunktmäßig untersucht wurden, sind der besseren Übersicht wegen noch einmal angeführt:

01 Feistritzsattel - Bucklige Welt - Wechsel.

02 Südautobahn, A2: Hartberg - Mooskirchen (vor Pack).

3. AUSWERTUNGSMETHODIK

3.1 Fragestellung

Gibt es Unterschiede beim Radialzuwachs von Waldbäumen in Abhängigkeit vom Abstand zum Wald- bzw. Bestandesrand einerseits, wie verändert sich das Verhältnis der Zonen im Laufe der Zeit andererseits? - Das sind die kardinalen Fragen, die bei dieser Arbeit untersucht wurden.

Im Gegensatz zur Kronenverlichtung, die nur den Momentanzustand repräsentiert, erlaubt der Zuwachs eine Beantwortung der Frage nach der zeitlichen Entwicklung.

3.2 Auswertung

Die Vorarbeiten umfaßten die Inventur des vorhandenen Datenmaterials, die Zuordnung der Jahrringmessungen zu den betreffenden Probestämmen und die Ausscheidung ungeeigneter Jahrringdiagramme.

Von den 3 Bohrkernmessungen je Zone - die auf der Jahrringmeßanlage des Systems Digitalpositionimeter (JOHANN, 1977) auf 1/100 mm erfolgten - wurde der durchschnittliche jährliche Zuwachs je Zone berechnet. Damit war es möglich, die Zonen 1, 2 und 3 jeder Probefläche untereinander zu vergleichen; es konnten aber noch nicht verschiedene Flächen miteinander verglichen werden, da Unterschiede zwischen den Probeflächen hinsichtlich Alter, Standorts- und Bestandesverhältnissen existierten. Der nächste Schritt war demnach die Festlegung einer Basisperiode und einer Untersuchungsperiode, wobei die Basisperiode ungefähr den gleichen Zeitraum wie die Untersuchungsperiode aufweisen sollte.

Der relative Jahrringindex im eigentlichen Sinn wird ermittelt, indem ein genügend langer Zeitraum des Jahrringverlaufes vor Schädigungseintritt rechnerisch definiert wird. Die Ausgleichskurve wird in den zu untersuchenden Zeitraum hinein durch Extrapolation verlängert. Der Jahrringindex ergibt sich als das Verhältnis von berechneter zu gemessener Jahrringbreite. Wenn die Jahrringindices von voraussichtlich beeinflussten Probestellen zu unbeeinflussten in Beziehung gesetzt werden, sind klimatische Einflüsse weitestgehend ausgeschaltet. Diese relativen Jahrringindices geben ein Maß für die Intensität des schädigenden Einflusses (NEUMANN und POLLANSCHÜTZ, 1982).

Diese Methode war für die vorliegende Untersuchung nicht anwendbar, weil ein möglicher Schädigungseintritt nicht bekannt war und die Extrapolation der Ausgleichskurve zu große Unsicherheiten aufweisen würde, da der zu untersuchende Zeitraum 30 Jahre (1956 - 1985) umfaßte. Hier wurde daher das Verfahren der Verhältnisbildung von der Basisperiode zu den Untersuchungsperioden angewendet.

Wenn man den durchschnittlichen periodischen Zuwachs der Untersuchungsperiode durch den durchschnittlichen Zuwachs der Basisperiode dividiert und mit 100 multipliziert, erhält man den sogenannten "Jahrringindex" für jede Zone und Periode.

Unter der Annahme, daß die drei Zonen jeder Probestelle ungefähr gleichalt, standortsentsprechend und - im Falle der Bestandesränder - vor dem Freistellungszeitraum in ihrer Bestandesbehandlung gleichwertig waren, können wir die Zone 3 (= Innenbestand) als Vergleichsbestand nehmen und mit den Zonen 1 und 2 der jeweiligen Fläche in Beziehung setzen.

Dividiert man den jährlichen oder periodischen Jahrringindex der Zone 1 oder 2 durch den (jährlichen) periodischen Jahrringindex der Zone 3 und multipliziert mit 100, erhält man den sogenannten "RELATIVEN JAHRRINGINDEX", der die Mehr- bzw. Minderleistung des

Radialzuwachses der Zone 1 bzw. 2 gegenüber der Zone 3 in Prozent ausdrückt (POLLANSCHÜTZ, 1966).

Der relative Jahrringindex ist 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.

Die Berechnung im Detail sah folgendermaßen aus:

- Als Basisperiode (Vergleichsperiode) wurde grundsätzlich der Zeitraum von 1921 - 1955 genommen; ein Sonderfall waren die jüngeren Bestände (Altersklasse 3), für die eine Basisperiode von 1941 - 1965 genommen wurde.
- Die Untersuchungsperiode von 1956 - 1985 ist in 6 Perioden mit je fünf Jahren geteilt worden (lange Periode); für die 3. Altersklasse wurden die Jahre 1966 - 1985 in 4 Perioden mit je 5 Jahren geteilt (kurze Periode).
- Für die Basisperiode wurde der durchschnittliche Zuwachs aus den Bohrkernmessungen je Zone ermittelt (auf 1/100 mm).
- Für jede einzelne 5-Jahres-Periode der Untersuchungsperiode wurde der durchschnittliche Zuwachs gebildet.
- Das prozentuelle Verhältnis von 5-Jahres-Periode zu Basisperiode wurde ermittelt.
- Das Verhältnis von Zone 1 bzw. 2 zur Vergleichszone 3 in Prozent ergab den "Relativen Jahrringindex" für jede 5-Jahres-Periode der Zone 1 bzw. 2.

Die detaillierten Berechnungsformeln zur Ermittlung der "Relativen Jahrringindices" waren:

$$RI_{Z1} = \frac{I_{Z1}}{I_{Z3}} \times 100;$$

$$RI_{Z2} = \frac{I_{Z2}}{I_{Z3}} \times 100;$$

$$I_{Z1} = \frac{\emptyset \text{ Zuwachs der 5-Jahres-Periode der Zone 1}}{\emptyset \text{ Zuwachs der Basisperiode der Zone 1}} \times 100;$$

$$I_{Z2} = \frac{\emptyset \text{ Zuwachs der 5-Jahres-Periode der Zone 2}}{\emptyset \text{ Zuwachs der Basisperiode der Zone 2}} \times 100;$$

$$I_{Z3} = \frac{\emptyset \text{ Zuwachs der 5-Jahres-Periode der Zone 3}}{\emptyset \text{ Zuwachs der Basisperiode der Zone 3}} \times 100;$$

$$RI_{Z1} = \text{Relativer Jahrringindex Zone 1}$$

$$RI_{Z2} = \text{Relativer Jahrringindex Zone 2}$$

$$I_{Z1} = \text{Jahrringindex Zone 1}$$

$$I_{Z2} = \text{Jahrringindex Zone 2}$$

$$I_{Z3} = \text{Jahrringindex Zone 3}$$

3.3 Gruppenbildung

Mit Hilfe der relativen Jahrringindices konnten verschiedene Probeflächen zu Gruppen mit gemeinsamen Merkmalen zusammengefaßt und untersucht werden, ob sich Unterschiede gegenüber der Zone 3 (= Innenbestand) ergeben.

Zur statistischen Überprüfung wurden die Mittelwerte der relativen Indices mit dem hypothetischen Sollwert von 100 % verglichen und die Signifikanz der Differenz mit einem T-Test überprüft. Die Formel für die Berechnung war:

$$t = \frac{\overline{RI} - 100}{s_{RI}} \times \sqrt{N}$$

Ein anschließender Vergleich des errechneten t-Wertes mit entsprechenden Tafelwerten ergibt die statistische Sicherheit oder Signifikanz. Es wurde dabei festgestellt, welche Gruppen und Perioden mit einer größeren Sicherheitswahrscheinlichkeit als 95% Zuwachsunterschiede gegenüber der Zone 3 (Innenbestand) aufweisen.

Die Zusammenfassung der relativen Jahrringindices zu 5-Jahres-Perioden ergab sich aus der Tatsache, daß der Freistellungszeitraum bei den künstlichen Bestandesrändern ebenfalls in 5-Jahres-Intervallen erhoben wurde und dadurch eine logische Gruppenbildung nach dem zeitlichen Eingriff der Bildung des Bestandesrandes erfolgte.

Als Hauptgruppen bieten sich die Randkategorien (Wald-, Schlag-, Forststraßen-, Trassen- und Schitrasse-ränder), die Baumarten und - bei künstlichen Bestandesrändern - der Freistellungs-

zeitraum an. Mit fortlaufender Differenzierung der Gruppen konnten systematische Zusammenhänge verschiedener Randstellungs-, Standorts- und Bestandesverhältnisse untersucht und analysiert werden.

Die geringere Anzahl an Probeflächen gegenüber der "Untersuchung der Kronenverlichtungsgrade an Wald- und Bestandesrändern" erklärt sich dadurch, daß bei der Auswertung obiger Untersuchung auch Flächen mit gemischten Baumarten aufgenommen wurden, wodurch höhere Summen als die tatsächliche Probeflächenanzahl aufschienen. Ebenso mußten einige Probeflächen ausgeschieden werden, weil nicht für jede Zone brauchbare Bohrkernmessungen vorhanden waren.

4. HINWEISE ZUR ERGEBNISDARSTELLUNG UND INTERPRETATION

Die Ergebnisse der Hauptgruppen werden in zweifacher Weise dargestellt: erstens in Form von Abbildungen, wobei der relative Jahrringindex der einzelnen Zonen und Perioden in Prozent aufgetragen wird; zweitens wird über der Abbildung in einer Tabelle der arithmetische Mittelwert ($\bar{x}$) der Zonen und Perioden dargestellt. Der mittlere Fehler des arithmetischen Mittels ($s_{\bar{x}}$) soll eine Größenordnung über die Sicherheit des Mittelwertes vermitteln; $s_{\bar{x}}$ ist eng verknüpft mit der Standardabweichung und der Anzahl der Probeflächen. Daraus ergibt sich die Notwendigkeit, einerseits die Standardabweichung möglichst gering und andererseits die Anzahl der Probeflächen möglichst hoch zu halten.

In der nächsten Zeile ist die Sicherheit (Signifikanz; in Tabellen sign.) mit einer statistischen Irrtumswahrscheinlichkeit von 5% für eventuelle Mehr- bzw. Minderleistungen gegenüber der Vergleichszone 3 angegeben (+ = gesichert, - = ungesichert).

Für zwei Gruppen der natürlichen Waldränder, und zwar für das Relief "Ebene" und für den Bestandesschluß "geschlossen" kombiniert mit dem Randschluß "locker" erfolgte auch eine Darstellung der jährlichen relativen Jahrringindices .

Wenn in der folgenden Ergebnisdarstellung von Zuwachs gesprochen wird, dann ist immer nur der Radialzuwachs in 1,3 m Höhe gemeint.

5. ERGEBNISSE

5.1. Waldrand

Unter natürlichem Waldrand wurden Grenzen zwischen verschiedenen Kulturgattungen verstanden, die mindestens so lange wie der bestehende Bestand existieren und Randstellung - vor allem gegenüber landwirtschaftlichen Flächen - genießen. Dem gegenüber stehen die künstlichen Bestandesränder wie Schlagrand, Forststraße, Trasse und Schitrasse, die durch Aufhiebe eines bereits bestehenden Bestandes entstanden sind.

Waldrand-Fichte

Fichten-Waldränder wurden in den Untersuchungsräumen 01-08 erhoben (Übersichtstabelle 1).

Wenn man die untersuchten natürlichen Fichten-Waldränder (Abb. 1) betrachtet, fällt auf, daß die Zuwächse der Zone 1 während der Jahre 1956 - 1970 signifikant höher als die in Zone 3 sind. Die relativen Jahrringindices der Zone 2 liegen in diesem Zeitraum zwischen denjenigen von Zone 1 bzw. 3. In der 4. Periode (1971 - 75) erfolgte ein Rückgang der Zone 1 um 8%, die Zone 2 übersteigt die Zone 1 und ist geringfügig besser als Zone 1 und 3, wobei Zone 1 ebenfalls geringfügig über der Zone 3 liegt.

Die Zone 1 hat den relativen Mehrzuwachs der Jahre 1956 - 1970 eingebüßt; die drei Zonen haben sich einander genähert und unterscheiden sich nicht mehr signifikant.

Bei den jüngeren Fichten-Waldrändern (Altersklasse 3 - kurze Periode) sind die Unterschiede zwischen der Zone 1 und Zone 3 prozentuell größer, doch die Tendenz zur gegenseitigen Annäherung der Zonen (= relativer Rückgang der Zone 1) ist ebenfalls erkennbar. Gesicherte Unterschiede treten - bedingt durch die geringe Anzahl von nur 9 Flächen und die hohe Streuung - nicht auf.

Diese jungen Fichten-Waldränder wurden bei den folgenden Gruppenbildungen nicht miteinbezogen, da die Basisperiode und auch der Untersuchungszeitraum gegenüber den übrigen Fichten-Waldrändern unterschiedlich waren.

Die erste Stratenbildung erfolgte nach den Hang- bzw. Randexpositionen, wobei keine wesentlichen Unterschiede gegenüber dem Gesamtkollektiv festgestellt wurden. Lediglich die nach Süden gerichteten Randbäume (Zone 1) wiesen einen geringeren relativen Zuwachs während des Untersuchungszeitraumes (1956 - 1985) als die Bäume der Vergleichszone 3 auf.

Nachdem der Bestandesschlußgrad auch keine entscheidenden Unterschiede zeigte, wurde der Schlußgrad des Randes untersucht, der die Traufbildung und Kronenlänge charakterisiert. 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, der Rand erscheint als undurchdringlich). Die zwei Extreme licht bzw. dicht waren durch eine ungenügende Flächenanzahl repräsentiert, während locker und geschlossen eine Gruppenbildung ermöglichten.

Beim Randschluß locker (= weniger ummantelt - Abb. 2) verliert die Zone 1 im Laufe der Zeit ihren relativen Wuchsvorsprung und fällt in den Jahren 1971 - 85 unter die Zone 2 und 3 ab. Der Randschluß geschlossen ähnelt in seinem Verlauf den Waldrändern im allgemeinen.

In der Abbildung 3 wird die jährweise Entwicklung von geschlossenen Beständen mit lockerem Rand gezeigt. Die unmittelbaren Randbäume büßen ihren Wuchsvorsprung ein, ab dem Jahre 1976 fällt die Zone 1 unter die Zone 3 ab und bleibt darunter. Die Zone 2 schwankt in etwa um die Vergleichszone 3.

Die Abbildung 4 veranschaulicht das Verhalten der Gruppe Bestandschluß locker und Randschluß geschlossen. Die relative Wachstumsleistung der Randbäume ist immer wesentlich über dem Innenbestand und die Randzone nähert sich der Wachstumsleistung der Randbäume an.

Ein weiteres Untersuchungskriterium war das Relief. Unterschieden wurden Oberhang, Mittelhang, Unterhang und Ebene. Die Mittelhänge verhalten sich sehr ähnlich den Fichten-Waldrändern gesamt; dies kann auf die Tatsache, daß sie den Hauptteil der Flächen - nämlich 41 - stellen, zurückgeführt werden. Bei den Oberhängen erreicht die Zone 1 in den letzten drei Perioden nur mehr 84%, 85% und 86% des relativen Index der Zone 3, während sie in den Jahren 1956 - 1960 noch 114% leistete. Auch die Zone 2 hat relative Zuwachseinbußen, wenn auch geringeren Ausmaßes, hinnehmen müssen. Bei den Unterhängen haben in den 6 Untersuchungsperioden die Zone 1 mit durchschnittlich 123% und die Zone 2 mit durchschnittlich 120% einen wesentlich höheren relativen Zuwachs als die zugeordnete Zone 3 (Abb. 5).

In der Abbildung 6 wird die Entwicklung in den einzelnen Jahren beim Relief Ebene veranschaulicht. Während die Zone 2 um die Vergleichszone 3 schwankt, wird die Zone 1 im relativen Zuwachs immer geringer; besonders ab dem Jahre 1976 - in dem alle drei

Zonen den gleichen relativen Zuwachs aufwiesen - verliert die Zone 1 laufend an relativem Zuwachs. Mit einer einzigen Ausnahme haben alle untersuchten Flächen beim Relief Ebene eine Seehöhe von 280 - 590m; der Wasserhaushalt ist in allen Fällen frisch.

Zusammenfassend kann gesagt werden, daß der Randschluß (Ummantelung) naturgemäß ein entscheidender Faktor für den relativen Zuwachs der unmittelbaren Randbäume ist. Je dichter die Ummantelung ist, desto höher ist der Anteil an photosynthetisch aktiver Biomasse und desto höher ist der relative Zuwachs gegenüber dem Innenbestand. Daneben führen auch die durch das Relief gegebenen Faktoren zu erheblichen Differenzierungen: vor allem in der Ebene und am Oberhang erfahren die Randbäume relative Zuwachseinbußen, während am Unterhang die Randbäume und auch die Randzone einen erheblichen relativen Mehrzuwachs aufweisen.

Der wesentliche Unterschied zwischen Ober-, Mittel- und Unterhang ist wohl in der Wasser- und Nährstoffversorgung zu suchen. An Rändern des Oberhanges wird offenbar die Wasserversorgung oft zum entscheidenden Minimumfaktor, während Randbäume an ohnehin gut versorgten Unterhängen ihren freien Stand zu höheren Zuwächsen nutzen können.

Hang- und Randexpositionen sowie der Bestandesschlußgrad spielen nur eine sekundäre Rolle.

Um den Einfluß des Kronenzustandes (Nadelverlust) auf das Zuwachsverhalten zu überprüfen, wurden zwei Gruppen gebildet: Die erste Gruppe umfaßt Flächen, bei denen der durchschnittliche Verlichtungsgrad der Randbäume größer oder gleich 2,0 ist. In der zweiten Gruppe wurden die Flächen zusammengefaßt, deren durchschnittlicher Verlichtungsgrad kleiner oder gleich 1,6 ist.

Ein Zusammenhang zwischen dem Kronenzustand des Jahres 1985 und dem Zuwachs konnte nachgewiesen werden: Gruppe 1 (deutlich verlichtete Ränder) hat einen durchschnittlichen Verlichtungsgrad von 2,7. Ab der Meßperiode 1966 - 1970 sinkt der relative Zuwachs von Zone 1 unter den des Innenbestandes und liegt ab 1971 - 1975 mit einer Sicherheitsswahrscheinlichkeit von 95% signifikant darunter. Zone 1 leistet im Durchschnitt der letzten drei Untersuchungsperioden nur 85% des Innenbestandes (Abb.7).

Gruppe 2 (schwach oder nicht verlichtete Flächen) hat in der Randzone einen durchschnittlichen Verlichtungsgrad von 1,4. Der Zuwachs der Zone 1 bleibt in allen Perioden signifikant über dem des Innenbestandes. Die Zuwachsüberlegenheit von Zone 1 beträgt im Durchschnitt der letzten drei Untersuchungsperioden 10% des Innenbestandes (Abb. 8).

Bei beiden Gruppen geht der relative Zuwachs der Zone 1 gegenüber dem Innenbestand ab 1970 zurück. Dieses Phänomen läßt sich mit dem natürlichen Wachstumsverlauf nicht erklären und muß auf negative externe Effekte zurückgeführt werden. Der Zuwachsrückgang ist bei den stark verlichteten Randbäumen deutlicher ausgeprägt als bei den leicht oder nicht verlichteten Randbäumen.

Waldrand-Kiefer

Kiefern-Waldränder wurden in den Untersuchungsräumen 01, 02 und 05 aufgenommen (Übersichtstabelle 1).

Die Abbildung 9 zeigt, daß der relative Zuwachs der Randbäume während aller 6 Perioden wesentlich unter dem Innenbestand liegt; die Randzone (Zone 2) geht in den Jahren 1976 - 1985 gegenüber dem Innenbestand zurück und unterscheidet sich signifikant von ihm. Während die Fichten-Waldränder in den Jahren 1956 - 1960 mit den Randbäumen zuwachsmäßig über dem Innenbestand sind, liegen die Kiefern-Waldränder schon in dieser ersten Periode wesentlich unter dem Vergleichsbestand und leisten nur 81% desselben. Das Verhältnis der Randbäume zum Innenbestand bleibt

auch in den folgenden Jahren relativ konstant. Verschlechtert hat sich die Randzone (Zone 2) in den Jahren 1976 - 1985.

Eine weitere Unterteilung erfolgte nicht, da nur 11 Flächen aufgenommen wurden und Interpretationen einer weiteren Gruppenbildung sehr schwierig gewesen wären.

5.2. Schlagrand

Aufgenommen wurden Fichten-Schlagränder in den Untersuchungsräumen 03, 04, 05, 07 und 08 (Übersichtstabelle 1).

Die Gruppenbildung bei den Schlagrändern erfolgte, wie auch bei den anderen künstlichen Bestandesrändern, nach dem Freistellungszeitraum; drei Schlagränder waren älter als 15 Jahre, 6 wiesen ein Randalter von 11 - 15 Jahren auf.

Die Merkmale der drei Schlagränder, die älter als 15 Jahre sind, waren:

- Randabstand (= Abstand zum nächsten Bestand) < 15m (3)
- Hangexposition: Nord (3)
- Relief: Mittelhang (3)
- Bestandesschlußgrad: geschlossen (3)
- Wasserhaushalt: frisch (2), sehr frisch (1)
- Randexposition: Süd (2), Nord (1)

Die Randbäume an älteren Schlagrändern leisteten im Durchschnitt in den Jahren 1971 - 1985 mehr als das Doppelte des Innenbestandes, nämlich 212%; die Randzone zeigte dagegen kaum Reaktionen. Freigestellt wurden diese drei Flächen in den Jahren 1956 - 1960.

Jüngere Schlagränder, die vor 11 - 15 Jahren freigestellt wurden (Abb. 10), bestätigen obige Ergebnisse. Der Anstieg der Zone 1 ist identisch mit dem der älteren Schlagränder.

In der 1. Periode nach der Freistellung erfolgt eine geringe Zuwachssteigerung der Randbäume; die Randzone reagiert mit einem relativen Zuwachsrückgang in diesem Zeitraum. In der 2. Periode nach der Freistellung beträgt der relative Zuwachs der Randbäume bereits 151% des vergleichbaren Innenbestandes.

Die Merkmale dieser 6 Flächen sind:

- Randabstand: > 30m (4), < 15m (2)
- Hangexposition: Nord (5), Süd (1)
- Relief: Mittelhang (6)
- Bestandesschlußgrad: geschlossen (2), locker (4),
- Wasserhaushalt: mäßig frisch (2), frisch (4),
sehr frisch (1)
- Randexposition: West (3), Nord (2), Ost (1)

Eine weitere Untergliederung dieser Gruppen mußte wegen der Anzahl der Probeflächen unterbleiben.

Gegenüber den Waldrändern zeigen die Schlagränder eine ausgeprägte relative Zuwachssteigerung der unmittelbaren Randbäume, die auf den erhöhten Lichtgenuß nach der Freistellung zurückgeführt werden kann (ABETZ, 1976). Voll zum Tragen kommt diese Steigerung aber erst 5 - 10 Jahre nach der Bestandesrandbildung.

5.3. Forststraßen

Forststraßenränder wurden in den Untersuchungsräumen 01, 04, 05, 07 und 08 aufgenommen (Übersichtstabelle 1).

Die Forststraßenränder wurden ebenfalls nach dem Alter gegliedert. Für das Randalter über 15 Jahre wurden 56 Flächen mit der Baumart Fichte untersucht, für das Alter 11 - 15 Jahre 20 Flächen. Für das Randalter 6 - 10 und 0 - 5 konnten nur 3 bzw. 2 Flächen aufgenommen werden. Diese geringe Anzahl führt auf Grund

des zu hohen mittleren Fehlers des arithmetischen Mittels zu Interpretationsproblemen. Deshalb wurde auf eine Auswertung verzichtet.

Bei älteren Forststraßenrändern (>15 Jahre) unterscheidet sich das Zuwachsverhalten der Zonen 1 und 2 bis zur Untersuchungsperiode 1966 - 1970 nicht wesentlich von dem der Innenzone (Abb. 11). Ab 1970 aber ist der relative Zuwachs der Randbäume signifikant höher als der des zugeordneten Innenbestandes. Die durchschnittliche Überlegenheit der drei letzten Untersuchungsperioden beträgt 23,2%. Die Zone 2 unterscheidet sich mit 8,7% Mehrzuwachs nur geringfügig und ohne statistische Signifikanz von der Innenzone.

Die Zuwachssteigerung der Zone 1 kann auf den Lichtungseffekt zurückgeführt werden. Bei einem Trassenalter von mehr als 15 Jahren erfolgte der Trassenhieb (Auflichtung) in der Untersuchungsperiode 1966 - 1970 oder davor. Tatsächlich beginnt der relative Zuwachs der Zone 1 nach diesem Zeitpunkt signifikant zu werden. Auf den Trassenhieb reagiert der Zuwachs der Randbäume zunächst mit einer geringen Depression oder einem weniger steilen Anstieg, der auf die momentanen negativen Auswirkungen des Straßenbaues zurückgeführt werden kann. In weiterer Folge werden die negativen Auswirkungen immer deutlicher vom Lichtungseffekt überlagert, was zum Anstieg der relativen Zuwachskurve führt. Die Bäume der Zone 2 erfahren weniger Lichtung, ihr Zuwachs unterscheidet sich nicht signifikant von dem der Innenzone.

26 der untersuchten Forststraßenränder liegen oberhalb der Forststraße (Abb. 12), 23 hangunten (Abb. 13). Der Kurvenverlauf des relativen Zuwachses ist im wesentlichen ähnlich dem vorher erwähnten: Nach einer geringen Zuwachsminderung durch den Trassenhieb führt der Lichtungszuwachs zu einem deutlichen Anstieg des Zuwachses der Zone ab der dem Trassenhieb folgenden 5-Jahresperiode, während sich die Zone 2 weniger deutlich vom Innenbestand abhebt.

Unterschiede zwischen hangoben und hangunten ergeben sich in der absoluten Höhe des Mehrzuwachses und im Zuwachsverlauf. Während die Zone 1 hangoben einen Mehrzuwachs von 24% in den letzten drei Untersuchungsperioden erreichte, konnte hangunten nur ein Mehrzuwachs von 15% festgestellt werden. Darüber hinaus steigt der relative Zuwachs der Randbäume hangoben ungebrochen an, während hangunten in der letzten Untersuchungsperiode ein Zuwachsrückgang erfolgte.

Diese Unterschiede lassen auf eine Begünstigung der Randbäume schließen, die sich oberhalb der Straße befinden. Die zuwachsmäßige Unterlegenheit der Flächen hangunten kann auf die Unterbrechung des Hangwasserzuges, Überschüttung, mechanische Schäden am Bestand durch den Straßenbau und die Straßenbenützung zurückgeführt werden.

Eine Gruppenbildung nach den Untersuchungsräumen ergab keine wesentlichen Unterschiede im relativen Zuwachsverhalten der Zonen 1 und 2.

Der Zuwachsverlauf der Probeflächen auf frischen und auf sehr frischen Standorten unterscheidet sich nicht wesentlich von den vorher besprochenen. Auf mäßig frischen Standorten dagegen fällt der relative Zuwachs der Randbäume deutlich ab (Abb. 14): Während der relative Mehrzuwachs bei den mäßig frischen Standorten in den letzten drei Untersuchungsperioden nur 8,7% betrug, lag er bei den frischen und sehr frischen Standorten bei 27%. Bei von Natur aus trockeneren Standorten scheinen sich die negativen Auswirkungen des Straßenbaues stärker auszuwirken. Die Unterbrechung des Hangwasserzuges und mechanische Schäden im Wurzelbereich (SCHWEINGRUBER et al., 1983) durch den Straßenbau führen dazu, daß sich trotz Lichtung durch den Trassenhieb in der Zone 1 keine oder nur eine sehr geringe relative Zuwachssteigerung feststellen läßt.

Die Untergliederung in Randexpositionen brachte keine gesicherten Unterschiede im Zuwachsverlauf der Probeflächen. Lediglich der relative Zuwachs der Zone 1 der Randexposition West fällt gegenüber den anderen deutlich ab (Abb. 15): Im Freistellungszeitraum sinkt der Zuwachs der Randbäume unter dem des Innenbestandes ab und steigt in weiterer Folge nur zögernd an. Die durchschnittliche relative Zuwachsüberlegenheit bei Randexposition West der Randbäume in den letzten drei Untersuchungsperioden beträgt nur 3% gegenüber 27% der übrigen Randexpositionen.

Der Zuwachs der Randbäume bei Hangexposition Nord (Abb. 16) ist dem der Hangexposition Süd (Abb. 17) deutlich überlegen. Der durchschnittliche relative Mehrzuwachs der Zone 1 in den letzten drei Perioden beträgt 43,7% bei Hangexposition Nord, bei Hangexposition Süd 14,4%. Untersonnung, Verhagerung und Trockenheit wirken sich auf Südhängen naturgemäß stärker aus.

Die Gliederung nach sichtbaren Bauschäden (geringe oder keine sichtbaren Schäden bzw. sichtbare Bauschäden am Bestand) zeigte keinen merklichen Einfluß auf den relativen Zuwachsverlauf der Randbäume.

Wenn das Randalter Einfluß auf das Zuwachsverhalten hat, muß eine Zuwachsänderung (Steigerung, Senkung) mit dem Zeitpunkt des Trassenhiebes korreliert sein. Tatsächlich konnte bei den Forststraßenrändern mit einem erhobenen Alter von 11 - 15 Jahren (Abb. 18) ein Zusammenhang festgestellt werden. Zuwachsanstieg und Zeitpunkt des Straßenbaues fallen zusammen. Der relative Zuwachs der Zone 1 erfährt in den beiden Perioden nach dem Trassenhieb eine durchschnittliche Steigerung von 26%.

Wie bei den Forststraßenrändern mit einem Alter größer 15 Jahre sind auch die Randbäume mit dem Freistellungsalter 11 - 15 Jahre hangoben begünstigt. Auch bei den übrigen Gruppierungen - Wasserhaushalt, Hangexposition und Randexposition - konnten keine gravierenden Unterschiede hinsichtlich des relativen Zuwachsver-

haltens gegenüber den älteren Rändern gefunden werden.

Zusammenfassend kann festgestellt werden, daß die Randbäume der Forststraßenränder eine relative Zuwachssteigerung durch die Freistellung erfuhren. Dies jedoch nicht in dem hohen Ausmaß wie die Schlagränder; die positiven Effekte der Freistellung wurden durch die negativen Auswirkungen des Straßenbaues überlagert.

Entscheidende Faktoren für die relative Zuwachsdifferenzierung sind vor allem Wasserhaushalt, Randexposition, Hangexposition und die Lage der Probebäume hangoben oder hangunten der Straße. Benachteiligt sind die Randbäume der Probeflächen auf mäßig frischen Standorten, Randexposition West, Hangexposition Süd und hangunten.

5.4 Trassen (Verkehrs- und Freileitungstrassen)

Fichten-Trassen

Fichten-Trassen wurden in den Untersuchungsräumen 03, 04, 06, 07, 08 und 10 erhoben (Übersichtstabelle 1).

Bei Trassen mit Randalter größer 15 Jahre war die Zone 1 dem Innenbestand im Durchschnitt der letzten drei Perioden um 18% überlegen, der Zuwachs der Zone 2 lag 6% unter dem der Vergleichszone.

Aufgrund der geringen Anzahl (11) und der großen Variation der erhobenen Flächen (auch in der regionalen Verteilung) ist eine weitere Gruppenbildung nicht durchgeführt worden. Durch die große Streuung treten gesicherte Unterschiede zwischen den Zonen nicht auf; der Verlauf des relativen Zuwachses der Zone 1 entspricht aber in etwa dem der Forststraßen.

Kiefern-Trassen

Kiefern-Trassen wurden in den Untersuchungsräumen 01, 02 und 03 (Übersichtstabelle 1) erhoben. Mit einer einzigen Ausnahme liegen sämtliche Probeflächen an einer Autobahn.

Bei den Flächen mit einem Randalter größer als 15 Jahre (Abb. 19) treten keine signifikanten Unterschiede zwischen den Zonen auf, was auf Grund der beschränkten Anzahl an Probeflächen nicht verwunderlich ist. Trotzdem ist der relative Zuwachsverlust in der letzten Periode, der sowohl die Randbäume als auch die Randzone betrifft, bemerkenswert. Die schädigenden Einflüsse treffen vor allem die unmittelbaren Randbäume, die dadurch den vermehrten Lichtgenuß nicht mehr umsetzen können.

Bei jenen Flächen, deren Randalter unter 15 Jahre ist, erfolgte eine geringe relative Zuwachssteigerung nach der Freistellung, die aber nicht statistisch abgesichert ist.

5.5 Schitrassen

Insgesamt standen 32 Schitrassenprobeflächen zur Verfügung. 8 von ihnen befanden sich im Untersuchungsraum 01 (Feistritzsattel, Bucklige Welt, Wechsel) und 24 im Untersuchungsraum 09 (Hintersee, Zell am See).

Die Probebäume der Schitrassenränder mit Randalter größer 15 Jahre verhalten sich zuwachsmäßig wie erwartet sehr ähnlich denen der Forststraßen: Bis in die Untersuchungsperiode 1971 - 1975 unterscheidet sich der Zuwachs der Randbäume nicht wesentlich von dem des Innenbestandes. In weiterer Folge beginnt der relative Zuwachs der Zone 1 nach oben auszuweichen. Der relative Zuwachs der Zone 2 nähert sich dem Innenbestand an. Die Zuwachsüberlegenheit der Zone 1 in den letzten drei Untersuchungsperioden beträgt gegenüber dem Innenbestand durchschnittlich 14,7%.

Der relative Zuwachs der Zone 2 liegt mit durchschnittlich 3,3% unter dem des Innenbestandes (Abb. 20). Der relative Zuwachsanstieg der unmittelbaren Randbäume kann auf den Lichtungseffekt infolge des Bestandesaufhiebcs beim Schitrassenbau zurückgeführt werden.

Auch bei den Probeflächen mit einem Randalter von 11 - 15 Jahren fällt der Zeitpunkt der Auflichtung durch den Pistenbau und der Zuwachsanstieg der Zone 1 zusammen. Der durchschnittliche Mehrzuwachs der Zone 1 der letzten beiden Untersuchungsperioden beträgt 17%. Die Anstiegstendenz des relativen Zuwachses der unmittelbaren Randbäume hält an. Die Zone 2 behält ihren Zuwachstrend unbeschadet der Auflichtung bei (Abb. 21).

Der Verlauf des relativen Zuwachses der Randbäume entspricht in etwa dem der Forststraßen; er kommt aber bei weitem nicht an die Steigerungsraten der Schlagränder nach der Freistellung heran. Auch bei dieser untersuchten Randart dürften negative Auswirkungen des Trassenbaues und auch der Benützung mindernd auf den möglichen Mehrzuwachs nach der Freistellung wirken.

6. GEGENÜBERSTELLUNG: NATÜRLICHE WALDRÄNDER - KÜNSTLICHE BESTANDESRÄNDER

Die Randarten Waldrand, Schlagrand, Forststraßen, Trassen und Schitrassen lassen sich nach folgendem Gesichtspunkt zusammenfassen: Der natürlich gewachsene Waldrand bildet eine Gruppe für sich. Diese Randart ist dadurch charakterisiert, daß die dort stockenden Bäume den spezifischen Randbedingungen von Jugend an ausgesetzt sind.

Demgegenüber sind die übrigen Randarten erst durch einen Eingriff in einen vormals geschlossenen Bestand entstanden. Sie werden unter dem Begriff "künstliche Bestandesränder" zusammengefaßt.

Das Zuwachsverhalten der Probestämme der Zonen 1 und 2 von natürlichen Waldrändern läßt sich folgendermaßen zusammenfassen: Bis in die Untersuchungsperiode 1966 - 1970 war die Zone 1 der Zone 3 mit durchschnittlich 9,3%, die Zone 2 mit durchschnittlich 3,0% relativen Mehrzuwachs überlegen. Dieser Mehrzuwachs der Randbäume kann auf den höheren Lichtgenuß und den sich daraus ergebenden positiven Auswirkungen zurückgeführt werden. Nach diesem Zeitpunkt erfolgte ein Zuwachsrückgang der Probestämme der Zone 1 (Abb. 1); er sinkt unter den der Zone 2, die sich zuwachsmäßig relativ nicht verändert. Diese Entwicklung der Zone 1 läßt sich aus der natürlichen Zuwachsentwicklung nicht kausal erklären. Eine Ursache könnte die festgestellte deutliche höhere Verlichtung der Randbäume gegenüber dem Innenbestand sein (KLAUSHOFER et al., 1987). Diese festgestellte Grundtendenz des relativen Zuwachsverhaltens der Zonen 1 und 2 kann durch den Randschluß, das Relief und in geringerem Maße durch Hang- und Randexpositionen modifiziert werden.

Bei der Erhebung der künstlichen Bestandesränder wurde auch ihr Alter, also der Zeitraum zwischen Randentstehung und Gegenwart, erhoben. Dadurch war es möglich, Gruppen mit gleichem Randalter zu bilden.

Bei der Zusammenfassung wurden zwei Gruppen gebildet: Randalter größer 15 Jahre und 11 - 15 Jahre. Für die Randalter 0 - 5 und 6 - 10 Jahre waren nicht in allen Randarten genügend Flächen vorhanden. Aus diesem Grund war eine zusammenfassende Gegenüberstellung nicht möglich.

Die Abbildung 22 zeigt die Entwicklung der Zuwachsmittelwerte der Randarten Forststraße, Trasse, Schitrasse und Schlagrand der Altersstufe größer 15 Jahre: Bis in die Untersuchungsperiode 1961 - 1965 unterscheiden sich die Zonen 1 und 2 nicht wesentlich vom Innenbestand. Ab diesem Zeitpunkt beginnt der Zuwachs

der Zone 1 stark anzusteigen. Ihr durchschnittlicher Mehrzuwachs in den letzten drei Untersuchungsperioden beträgt 46% gegenüber dem Innenbestand. Der Zuwachs der Zone 2 unterscheidet sich auch weiterhin kaum von dem des Innenbestandes.

Dem Zuwachsverlauf nach zu schließen wurde der Großteil der Freistellungen in den Jahren 1961 - 1970 durchgeführt. Der starke Anstieg des relativen Zuwachses kann auf den Lichtungseffekt durch Freistellung zurückgeführt werden. Da die Zone 2 von der Lichtung kaum betroffen wird, verläuft ihr relativer Zuwachs ähnlich dem des Innenbestandes. Trotz der starken Zuwachssteigerung der Randbäume besteht kein statistisch signifikanter Unterschied zum Innenbestand. Das ist auf den relativ hohen mittleren Fehler des arithmetischen Mittels zurückzuführen. Dieser entsteht durch das stark abweichende Verhalten des relativen Zuwachses der Schlagränder gegenüber den übrigen künstlichen Bestandesrändern. Faßt man nun die künstlichen Bestandesränder unter Ausschluß der Schlagränder zusammen, so wird die Streuung deutlich geringer (Abb. 23). Obwohl der Mehrzuwachs jetzt ebenfalls deutlich geringer geworden ist, besteht nun mit der üblichen Irrtumswahrscheinlichkeit ein gesicherter Unterschied zum Innenbestand.

Bei den künstlichen Bestandesrändern mit Randalter 11 - 15 Jahre wurden die Randarten Forststraße, Schlagrand und Schitrasse zusammengefaßt. In diesem Fall ist der Lichtungszeitpunkt bekannt. Demzufolge kann ein Zuwachseffekt nur ab der Periode 1971 - 1975 auftreten. Tatsächlich unterscheiden sich die relativen Zuwächse der drei Zonen bis zu diesem Zeitpunkt kaum voneinander. In der Folge steigt der Zuwachs der Zone 1 steil an, während sich die Zone 2 weiterhin nicht vom Innenbestand unterscheidet (Abb. 24).

Es kann festgestellt werden, daß sich bei den Schlagrändern der Lichtungseffekt durch Freistellung der Randbäume besonders stark auswirkt. Bei den Randarten Forststraße, Trasse und Schitrasse scheint der Lichtungseffekt durch spezifische negative Auswirkungen überlagert zu sein, die sich vor allem aus der weiteren Verwendung des Nichtwaldteiles ergeben. Diese drei Randarten sind in ihrem relativen Zuwachsverhalten nach der Freistellung sehr ähnlich (Übersichtsabbildung 1) und unterscheiden sich deutlich negativ von den Schlagrändern.

7. ZUSAMMENFASSUNG

Die Waldzustandsinventur untersuchte den Kronenzustand des Bestandes. Die Wald- und Bestandesränder, die viel mehr ins Auge springen, wurden durch diese einmalige Sonderuntersuchung im Jahre 1986 erfaßt (POLLANSCHÜTZ, 1986). Damals wurde nicht nur der Kronenzustand erhoben, sondern es wurden auch auf 262 Probe-
flächen mehr als 2.500 Bohrkerne entnommen, um Zuwachsuntersuchungen durchzuführen. Das Datenmaterial, das in dieser Form bisher einmalig war, ermöglichte Zuwachsanalysen verschiedenster Wald- und Bestandesränder.

Die Untersuchung der Kronenverlichtung (KLAUSHOFER et al., 1987) ergab, daß die Randbäume im Verhältnis zum Bestandesinneren um durchschnittlich 16% (10% - 25%) stärker verlichtet sind. Die größten Verlichtungsunterschiede zwischen Randbäumen und Bestandesinnerem sind bei den Randarten Waldrand, Forststraßen und Verkehrs- und Freileitungstrassen auf Südhängen und südexponierten Rändern festzustellen. Bei Schlagränder und Schitrasse n ränder treten die höchsten Verlichtungsunterschiede bei jenen Rändern auf, die vor 15 - 30 Jahren freigestellt wurden und einen Abstand von mehr als 30 m zum nächsten Bestand haben.

Die Untersuchung der Zuwachsverhältnisse der Waldränder ergab, daß die unmittelbaren Randbäume (Zone 1) gegenüber dem Innenbestand in den Perioden bis 1970 einen relativen Mehrzuwachs von 9,3% aufwiesen. Ab diesem Zeitpunkt geht der relative Zuwachs der Zone 1 zurück. Ein Zusammenhang mit dem festgestellten deutlich höheren Verlichtungsgrad der Randbäume gegenüber dem Innenbestand konnte nachgewiesen werden. Über den Durchschnitt hinausgehende Zuwachsverluste weisen vor allem Oberhänge - auf Grund der mangelnden Wasser- und Nährstoffversorgung - und lockere Waldränder (weniger ummantelt) - auf Grund der geringeren photosynthetisch aktiven Biomasse - 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, circa 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 (Übersichtsabbildung 1) und weisen Zuwachssteigerungen der Randbäume (Zone 1) 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 (Randzone bzw. Übergangszone zum eigentlichen Bestand) lassen bei den Bestandesrändern keine signifikanten Zuwachsreaktionen auf die Randbildung erkennen.

8. ABBILDUNGEN

Erläuterungen zu den in den Abbildungen verwendeten Abkürzungen und Begriffen:

$\bar{x}$ = Arithmetischer Mittelwert

$s_{\bar{x}}$ = Mittlerer Fehler des arithmetischen Mittels

sign.: + = signifikanter Unterschied zur Vergleichszone 3

- = kein signifikanter Unterschied zur Vergleichszone 3

Zone 1 = unmittelbare Randbäume

Zone 2 = Randzone

Zone 3 = Innenzone (Innenbestand)

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.	-	-	-	-	-	-

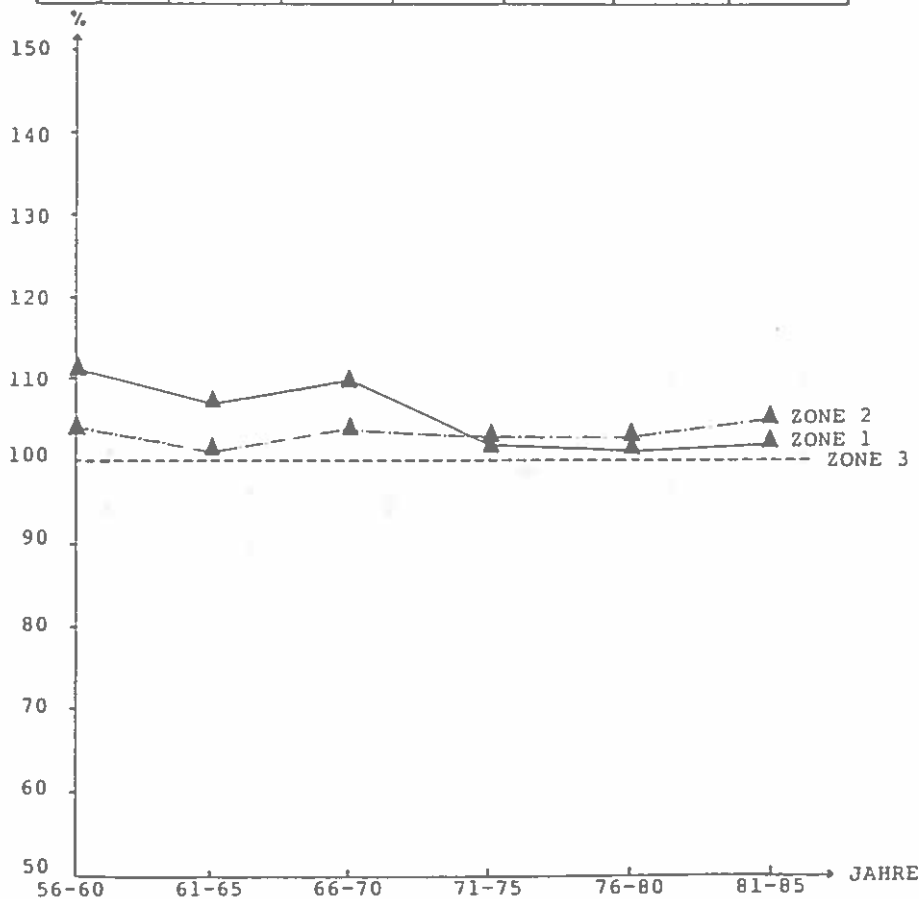


Abbildung 1: Die natürlichen Fichtenwaldränder. Die Zone 1 unterscheidet sich in den Jahren 1956 - 1970 signifikant von der Zone 3.

DURCHSCHNITTliche RELATIVE JAHRRINGINDICES IN %

RANDART: WALDRAND

BAUMART: FICHTE

MERKMALE: RANDSCHLUSS: LOCKER

ANZAHL: 26

Z O N E 1						
Periode	56-60	61-65	66-70	71-75	76-80	81-85
$\bar{x}$	110	111	100	94	89	94
$s_{\bar{x}}$	10,3	8,4	7,7	6,7	8,1	9,9
sign.	-	-	-	-	-	-

Z O N E 2						
Periode	56-60	61-65	66-70	71-75	76-80	81-85
$\bar{x}$	101	97	99	95	96	100
$s_{\bar{x}}$	8,3	5,4	6,8	6,8	7,4	8,9
sign.	-	-	-	-	-	-

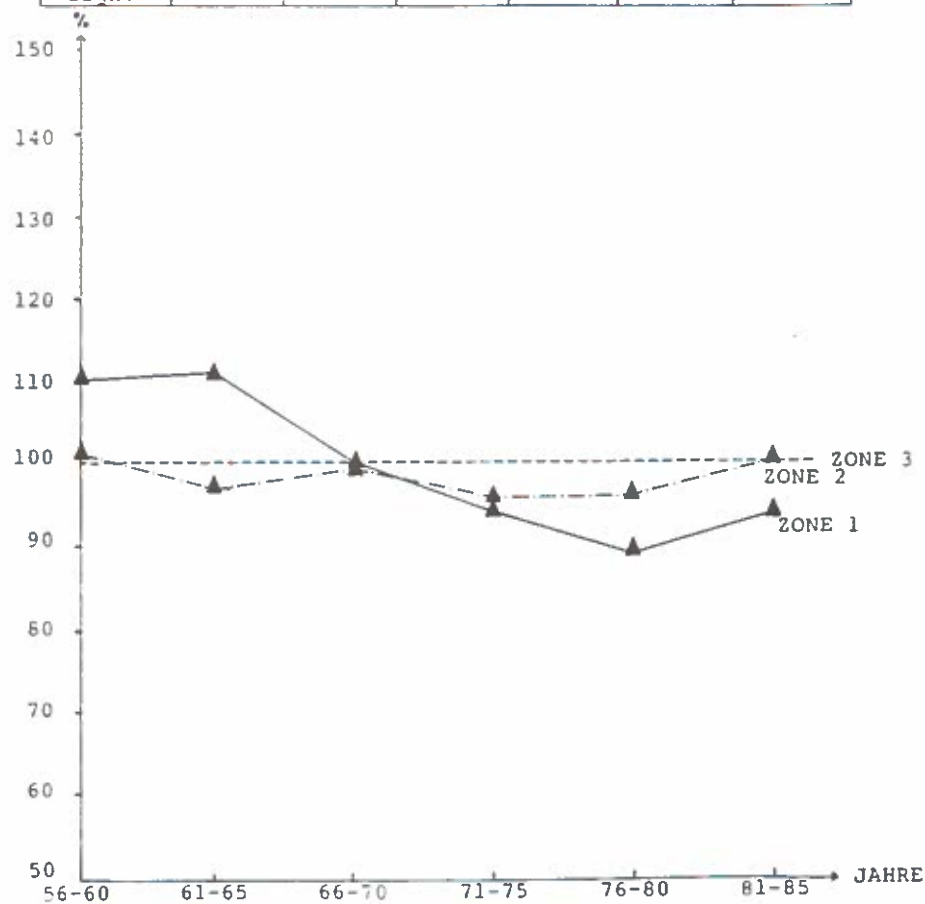


Abbildung 2: Die natürlichen Fichtenwaldränder mit dem Randschluß locker (weniger ummantelt). Die Zone 1 verliert ihren relativen Wuchsvorsprung und fällt ab der Periode 1971 - 75 unter die Zone 2 und 3 ab.

RELATIVE JAHRRINGINDICES IN DEN JAHREN 1961 - 1985

RANDART: WALDRAND

BAUMART: FICHTE

MERKMALE: RANDSCHLUSS: LOCKER

ANZAHL: 12

BESTANDESSCHLUSS: GESCHLOSSEN

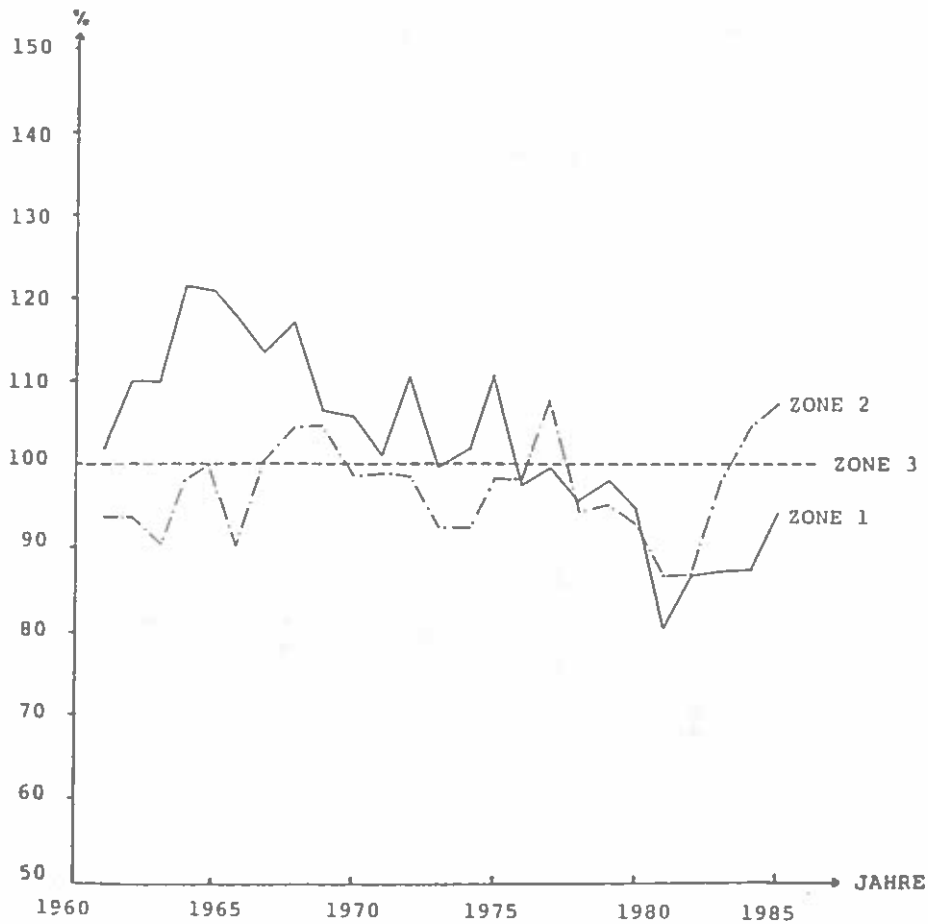


Abbildung 3: Die jährliche Entwicklung der natürlichen Fichten-waldränder mit lockerem Randschluß und Bestandesschluß geschlossen.

DURCHSCHNITTliche RELATIVE JAHRINGINDICES IN %

RANDART: WALDRAND

BAUMART: FICHTE

MERKMALE: BESTANDESSCHLUSS: LOCKER

ANZAHL: 32

RANDSCHLUSS: GESCHLOSSEN

Z O N E 1						
Periode	56-60	61-65	66-70	71-75	76-80	81-85
$\bar{x}$	114	106	123	116	118	117
$s_{\bar{x}}$	5,9	6,2	6,9	7,9	8,6	7,1
sign.	+	-	+	+	+	+

Z O N E 2						
Periode	56-60	61-65	66-70	71-75	76-80	81-85
$\bar{x}$	108	104	112	114	114	117
$s_{\bar{x}}$	4,3	5,3	5,8	6,2	8,6	10,0
sign.	+	-	+	+	-	+

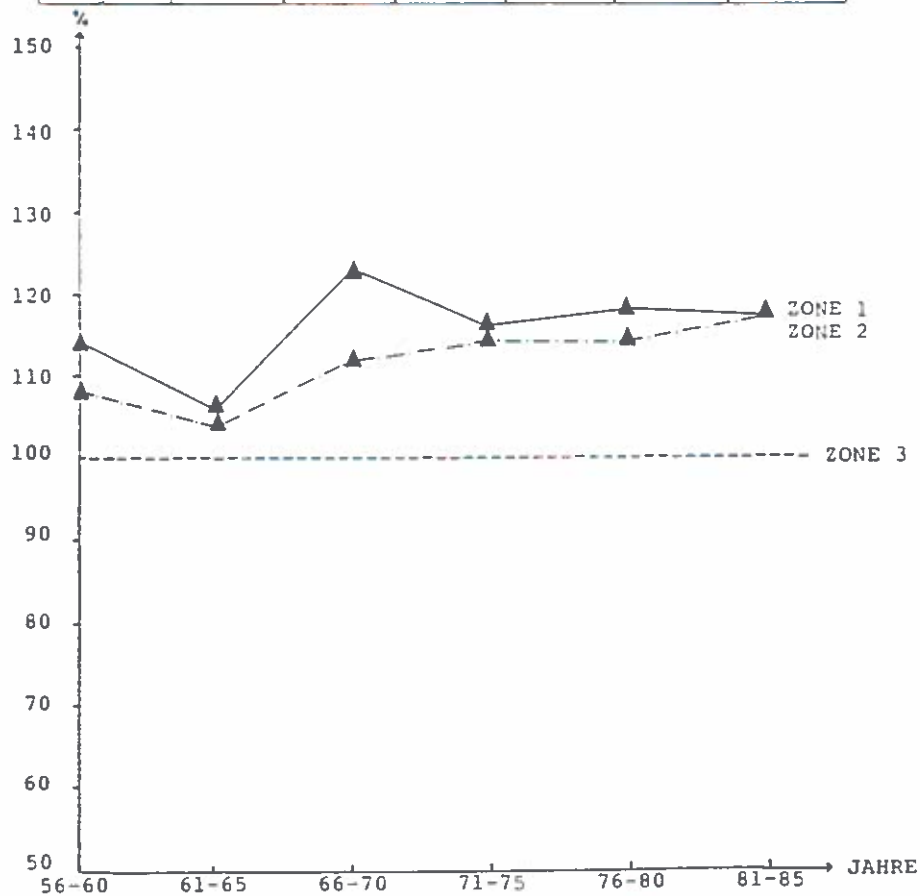


Abbildung 4: Die natürlichen Fichtenwaldränder mit geschlossenem Randschluß und Bestandesschluß locker. Im Gegensatz zur Abb. 3 sind hier die Zone 1 und auch die Zone 2 gegenüber dem Innenbestand (Zone 3) begünstigt.

DURCHSCHNITTLLICHE RELATIVE JAHRRINGINDICES IN %

RANDART: WALDRAND

BAUMART: FICHTE

MERKMALE: RELIEF: UNTERHANG

ANZAHL: 9

Z O N E 1						
Periode	56-60	61-65	66-70	71-75	76-80	81-85
$\bar{x}$	111	128	132	123	114	128
$s_{\bar{x}}$	8,3	12,0	10,7	7,5	8,2	13,2
sign.	-	+	+	+	-	+

Z O N E 2						
Periode	56-60	61-65	66-70	71-75	76-80	81-85
$\bar{x}$	106	120	127	124	108	135
$s_{\bar{x}}$	5,8	10,6	11,0	11,1	12,0	19,5
sign.	-	+	+	+	-	-

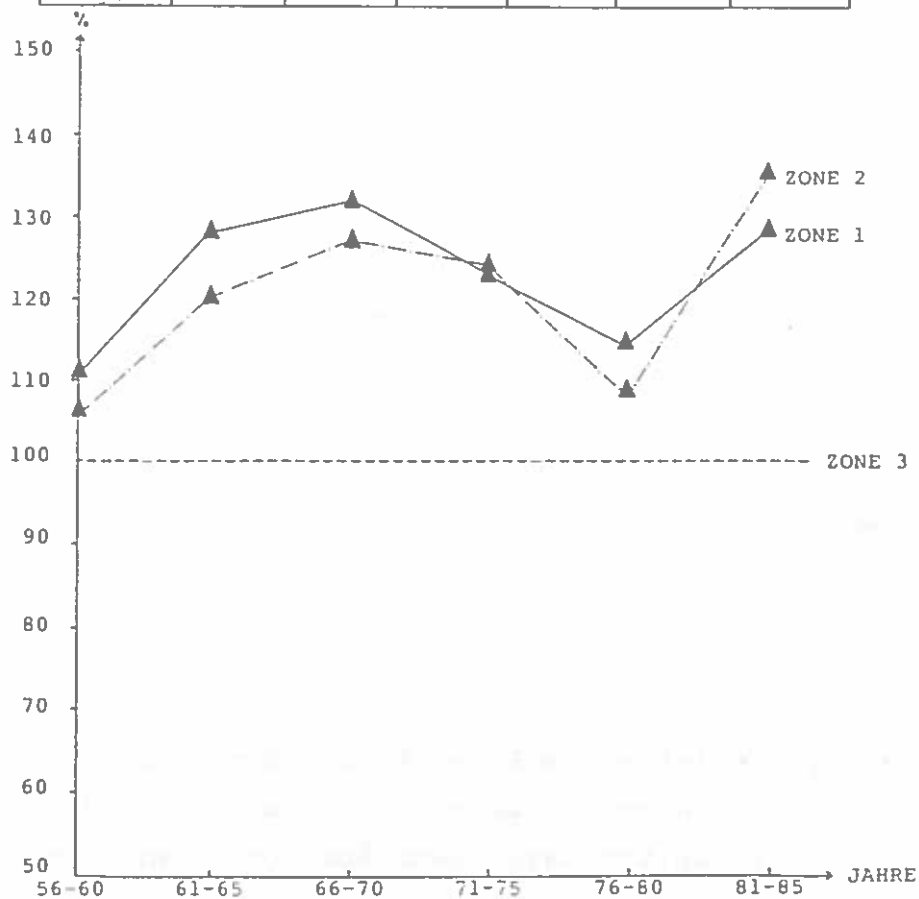


Abbildung 5: Die natürlichen Fichtenwaldränder an Unterhängen. Hier weisen sowohl die Randbäume als auch die Randzone einen wesentlich höheren relativen Zuwachs als die zugeordneten Innenbestände auf.

RELATIVE JAHRRINGINDICES IN DEN JAHREN 1961 - 1985

RANDART: WALDRAND

BAUMART: FICHTE

MERKMALE: RELIEF: EBENE

ANZAHL: 13

WASSERHAUSHALT: FRISCH

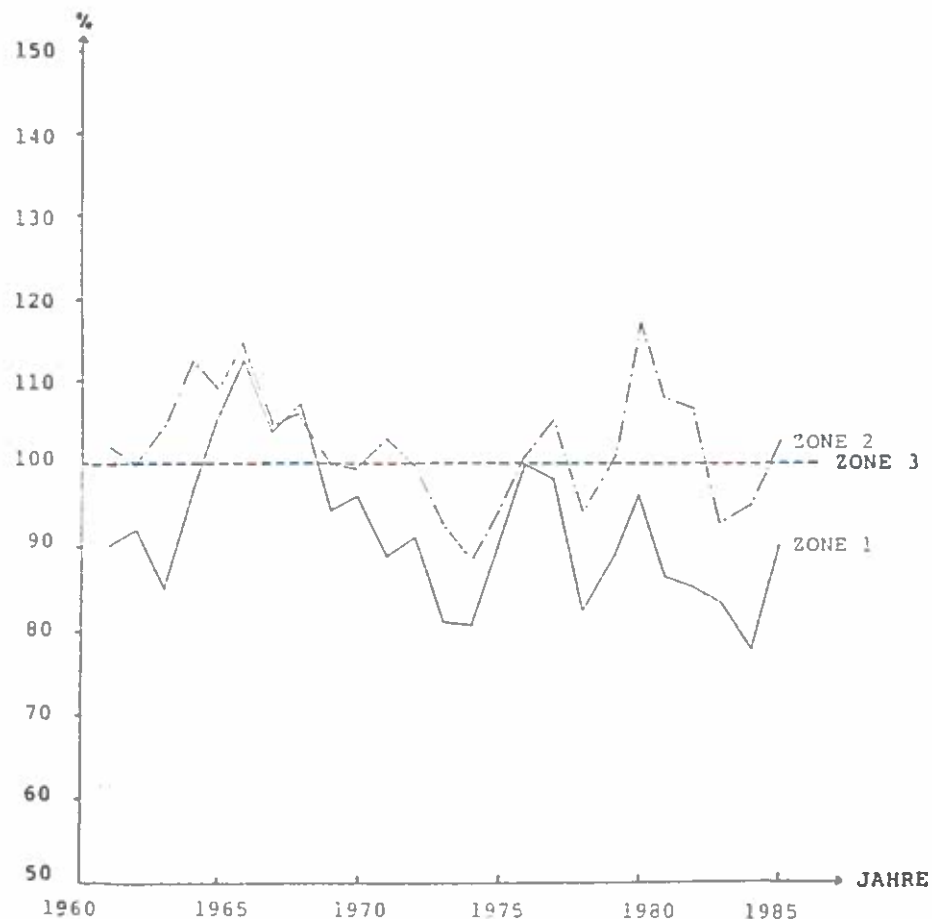


Abbildung 6: Die jährweise Entwicklung des relativen Zuwachses der natürlichen Fichtenwaldränder in der Ebene mit frischem Wasserhaushalt. Die unmittelbaren Randbäume gehen mit dem relativen Zuwachs laufend zurück.

DURCHSCHNITTLLICHE 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
$s_{\bar{x}}$	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
$s_{\bar{x}}$	9,5	7,7	7,1	7,4	6,3	4,9
sign.	-	-	-	-	-	-

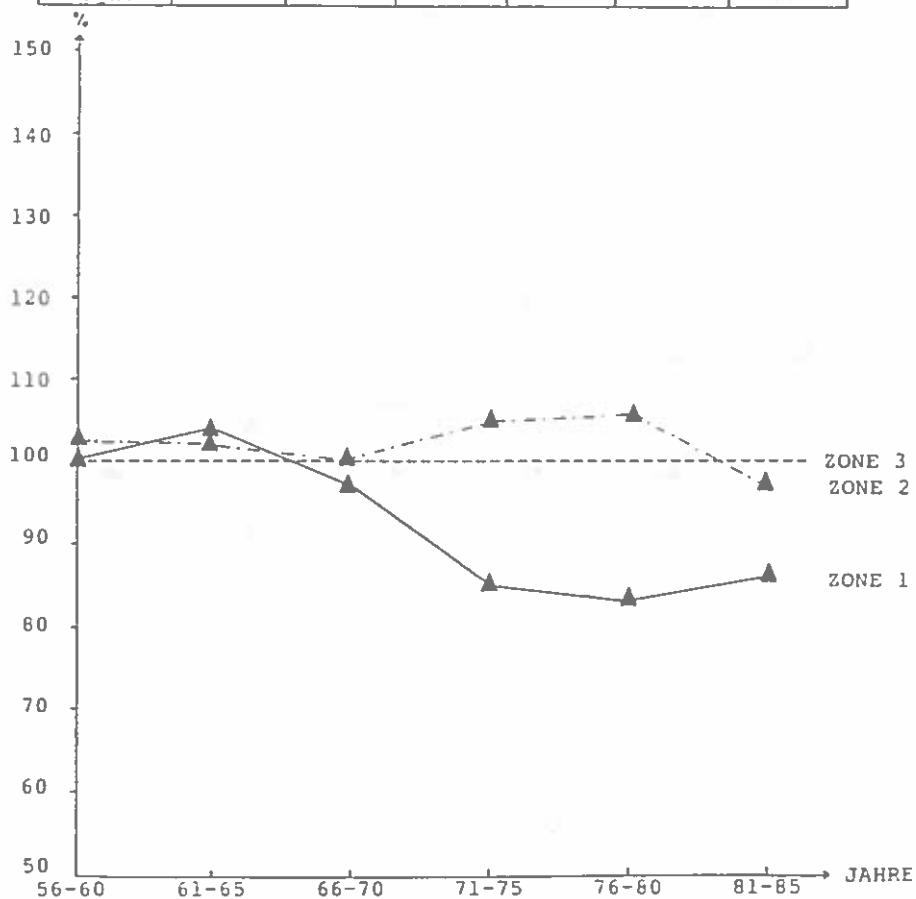


Abbildung 7: Die natürlichen Fichtenwaldränder mit einem durchschnittlichen Verlichtungsgrad der unmittelbaren Randbäume von größer oder gleich 2,0.

DURCHSCHNITTLLICHE RELATIVE JAHRRINGINDICES IN %

RANDART: Waldrand

BAUMART: Fichte

MERKMALE: Kronenindex $ZI < 1,6$

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.	-	-	-	-	-	-

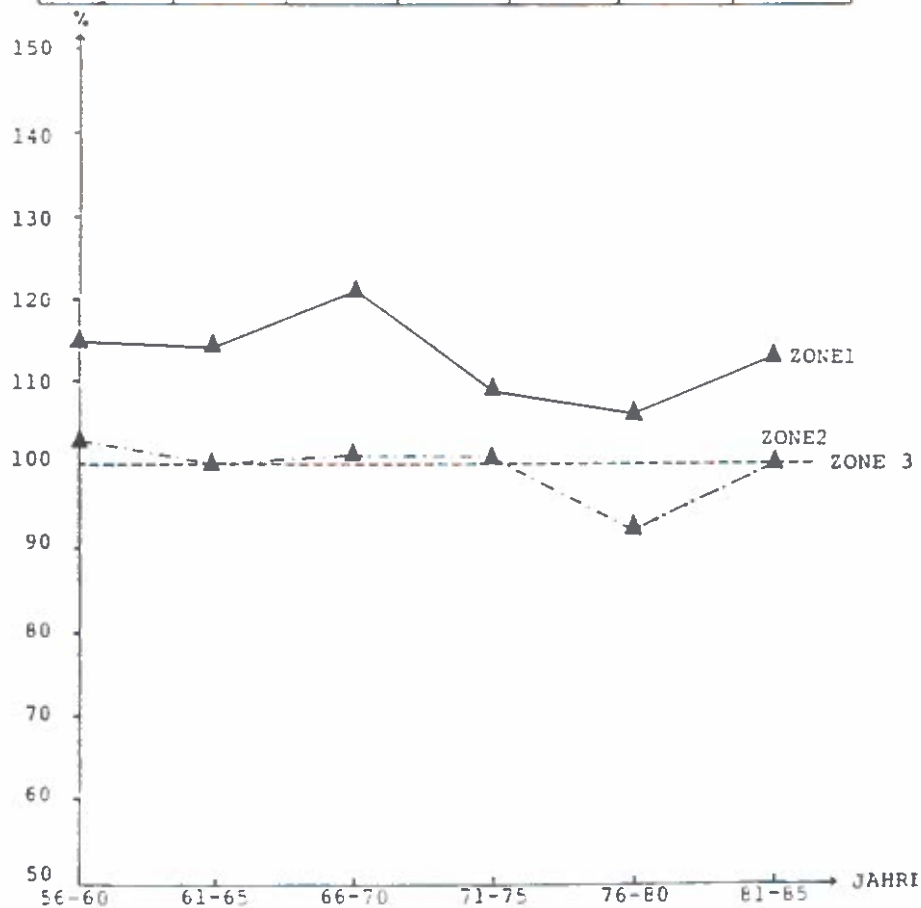


Abbildung 8: Die natürlichen Fichtenwaldränder mit einem durchschnittlichen Verlichtungsgrad der unmittelbaren Randbäume von kleiner oder gleich 1,6.

DURCHSCHNITTLLICHE RELATIVE JAHRRINGINDICES IN %

RANDART: WALDRAND

BAUMART: KIEFER

MERKMALE: -

ANZAHL: 11

Z O N E 1						
Periode	56-60	61-65	66-70	71-75	76-80	81-85
$\bar{x}$	81	75	83	75	72	79
$s_{\bar{x}}$	7,1	8,3	9,7	8,2	11,9	11,9
sign.	+	+	-	+	+	-

Z O N E 2						
Periode	56-60	61-65	66-70	71-75	76-80	81-85
$\bar{x}$	91	89	90	91	76	84
$s_{\bar{x}}$	7,1	6,8	9,5	10,3	8,8	8,6
sign.	-	-	-	-	+	+

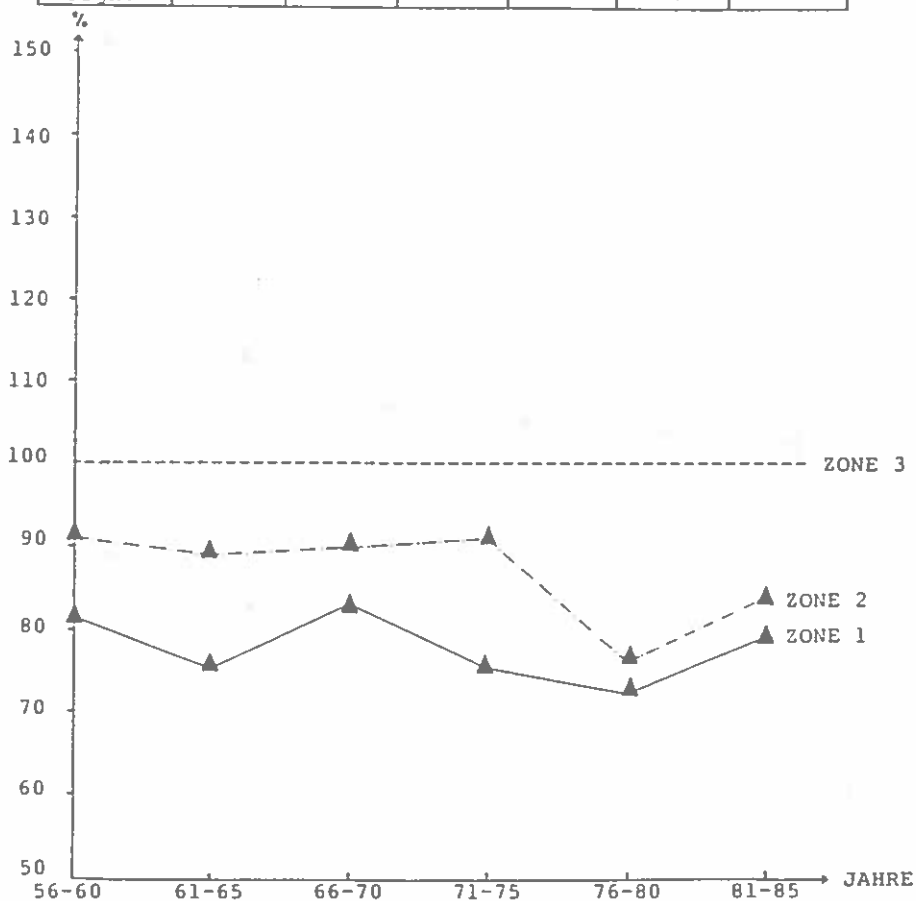


Abbildung 9: Die natürlichen Kiefernwaldränder. Der relative Zuwachs der Randbäume ist immer wesentlich unter dem des Innenbestandes.

DURCHSCHNITTLLICHE RELATIVE JAHRRINGINDICES IN %

RANDART: SCHLAGRAND

BAUMART: 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.	-	-	-	-	-	-

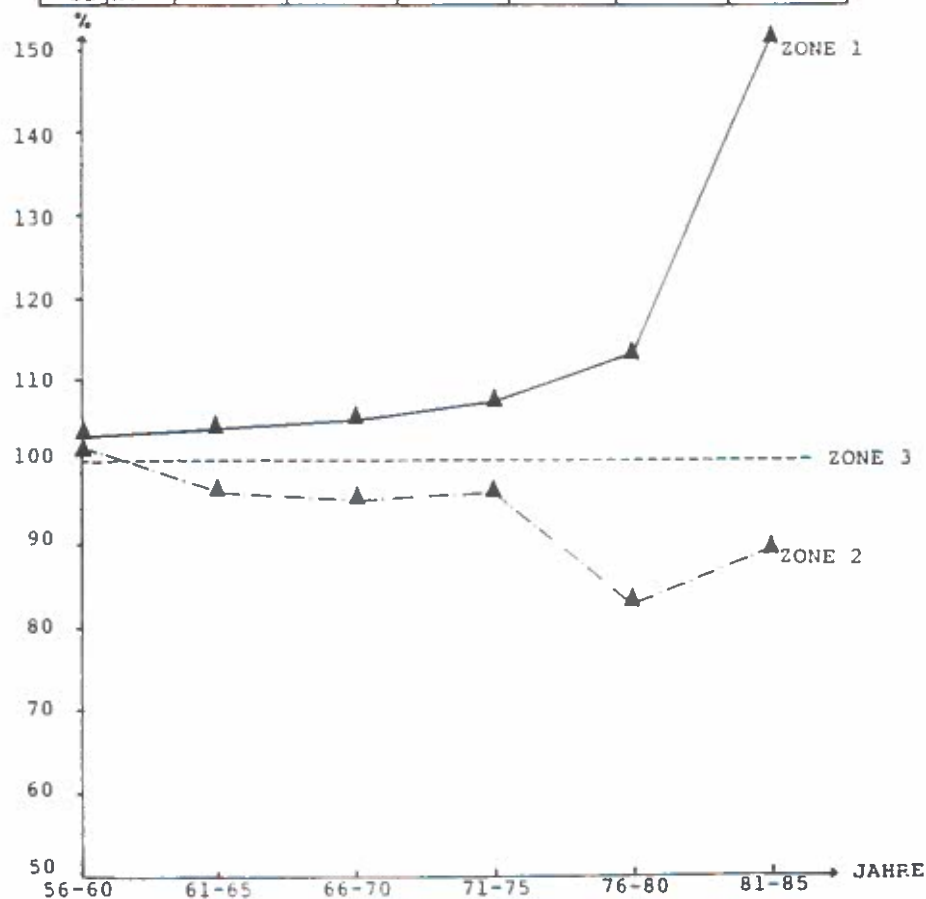


Abbildung 10: Die Fichtenschlagränder mit einem Randalter von 11 - 15 Jahren. Die unmittelbaren Randbäume reagieren in der 2. Periode nach der Freistellung mit einer enormen Steigerung des relativen Zuwachses.

DURCHSCHNITTliche 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.	-	-	-	-	-	-

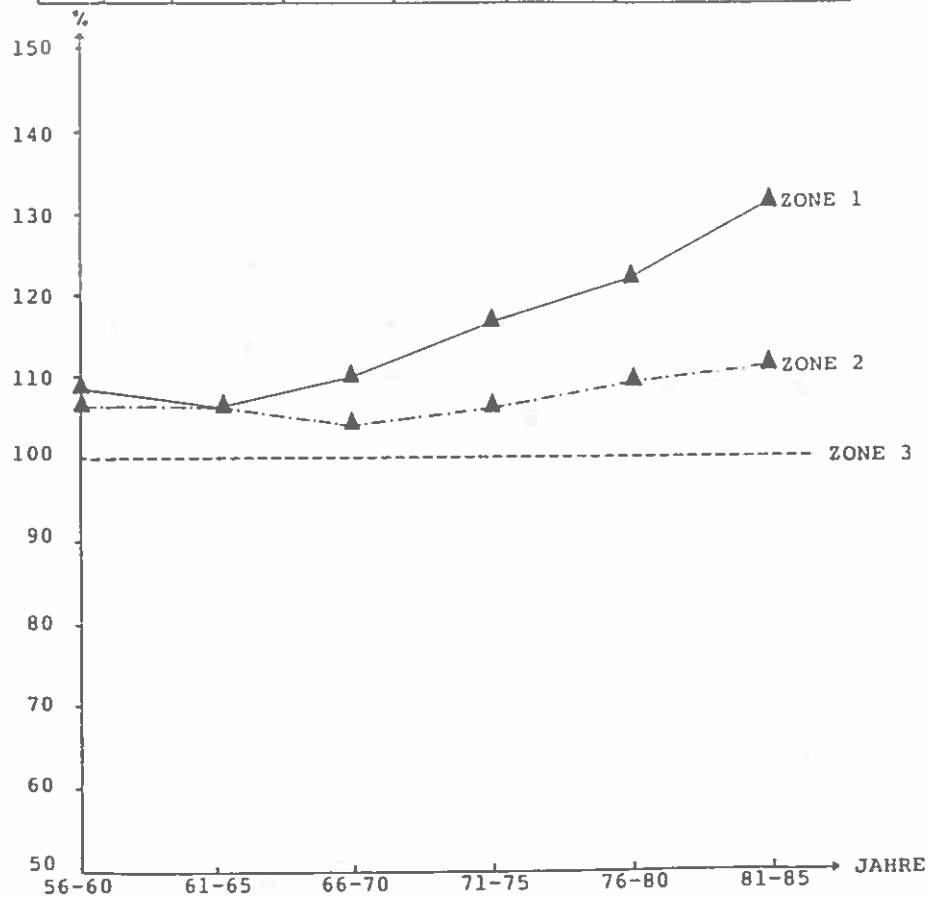


Abbildung 11: Die Forststraßenränder mit einem Randalter von mehr als 15 Jahren. Die unmittelbaren Randbäume weisen in den letzten 3 Perioden einen signifikanten Mehrzuwachs auf.

DURCHSCHNITTliche RELATIVE JAHRRINGINDICES IN %

RANDART: Forststraße

BAUMART: Fichte

MERKMALE: Alter > 15, hangoben

ANZAHL: 26

Z O N E 1						
Periode	56-60	61-65	66-70	71-75	76-80	81-85
$\bar{x}$	108	109	104	116	124	134
$s_{\bar{x}}$	7,0	8,1	6,6	7,9	10,0	10,6
sign.	-	-	-	-	+	+

Z O N E 2						
Periode	56-60	61-65	66-70	71-75	76-80	81-85
$\bar{x}$	108	109	106	110	113	116
$s_{\bar{x}}$	6,4	5,7	5,3	6,5	7,8	8,4
sign.	-	-	-	-	-	-

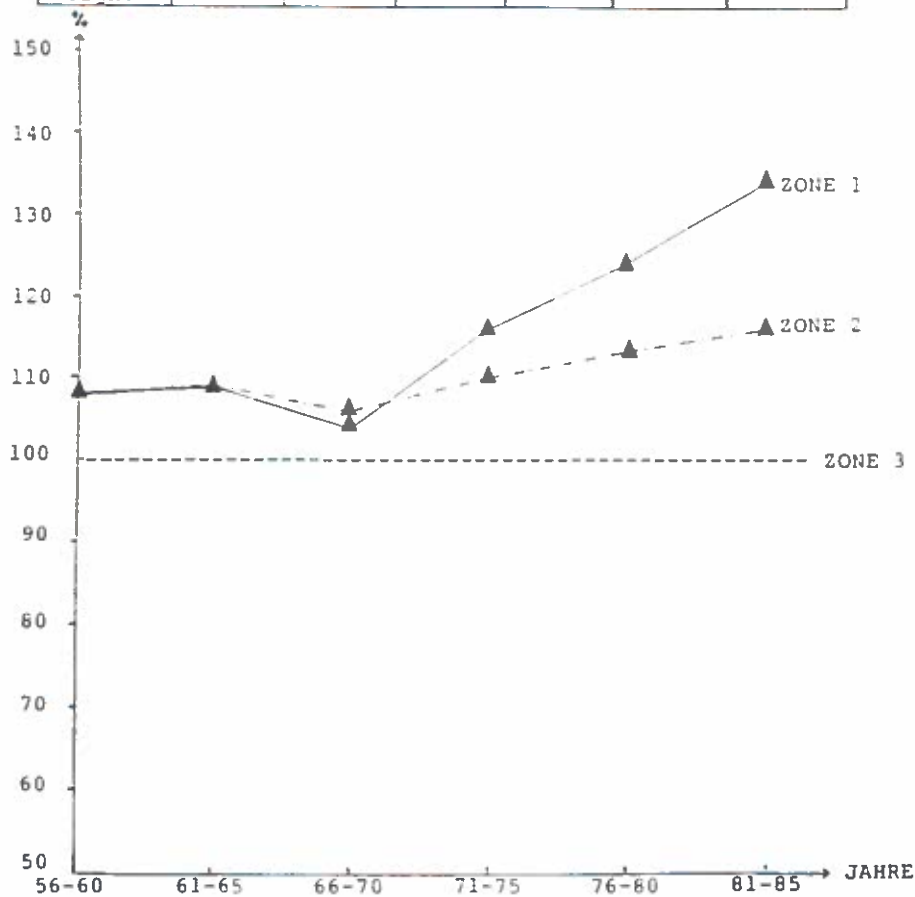


Abbildung 12: Die Forststraßenränder mit einem Randalter von mehr als 15 Jahren oberhalb der Straße.

DURCHSCHNITTliche RELATIVE JAHRRINGINDICES IN %

RANDART: Forststraße

BAUMART: Fichte

MERKMALE: Alter > 15, hangunten

ANZAHL: 23

Z O N E 1						
Periode	56-60	61-65	66-70	71-75	76-80	81-85
$\bar{x}$	99	97	111	115	118	112
$s_{\bar{x}}$	7,4	8,7	10,9	8,7	11,5	11,8
sign.	-	-	-	-	-	-

Z O N E 2						
Periode	56-60	61-65	66-70	71-75	76-80	81-85
$\bar{x}$	102	101	103	100	102	104
$s_{\bar{x}}$	4,7	5,8	6,4	5,5	5,6	9,4
sign.	-	-	-	-	-	-

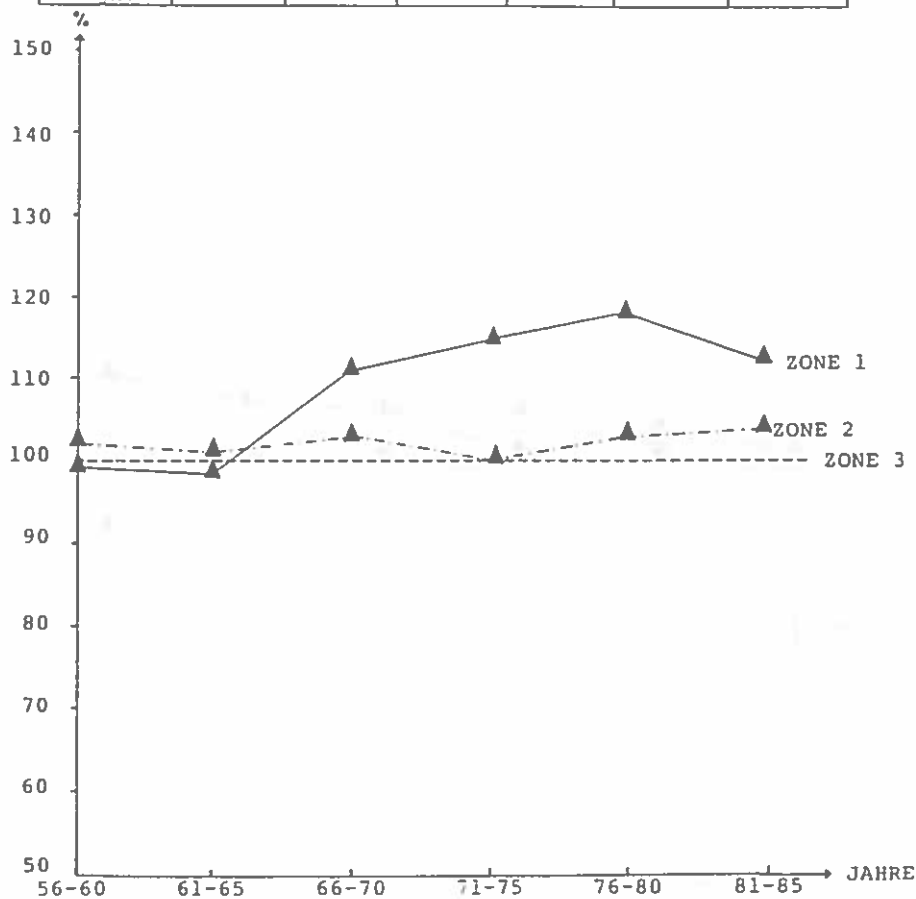


Abbildung 13: Die Forststraßenränder mit einem Randalter von mehr als 15 Jahren unterhalb der Straße. Im Gegensatz zur Abbildung 12 weisen die unmittelbaren Randbäume keinen signifikanten Mehrzuwachs auf.

DURCHSCHNITTliche RELATIVE JAHRRINGINDICES IN %

RANDART: Forststraße

BAUMART: Fichte

MERKMALE: Alter >15, mäßig frisch

ANZAHL: 11

Z O N E 1						
Periode	56-60	61-65	66-70	71-75	76-80	81-85
$\bar{x}$	102	105	102	107	108	111
$s_{\bar{x}}$	7,7	6,6	9,1	8,3	10,2	12,0
sign.	-	-	-	-	-	-

Z O N E 2						
Periode	56-60	61-65	66-70	71-75	76-80	81-85
$\bar{x}$	101	102	107	102	101	92
$s_{\bar{x}}$	6,7	6,4	8,5	8,6	8,0	8,0
sign.	-	-	-	-	-	-

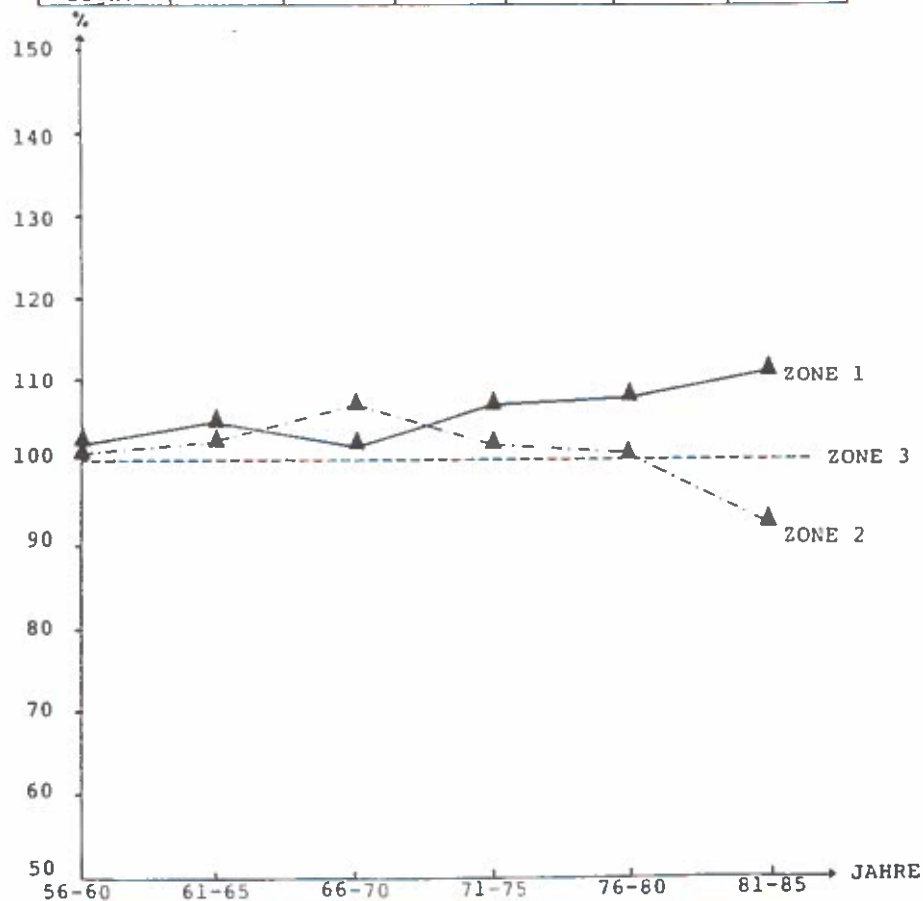


Abbildung 14: Die Forststraßenränder mit einem Randalter von mehr als 15 Jahren auf mäßig frischen Standorten. Der relative Mehrzuwachs der Zone 1 ist nur geringfügig über dem des Innenbestandes.

DURCHSCHNITTliche RELATIVE JAHRRINGINDICES IN %

RANDART: Forststraße

BAUMART: Fichte

MERKMALE: Alter >15, Rand.Exp. WEST ANZAHL: 7

Z O N E 1						
Periode	56-60	61-65	66-70	71-75	76-80	81-85
$\bar{x}$	103	99	91	99	101	109
s_x	17,5	18,0	11,8	15,8	16,3	16,8
sign.	-	-	-	-	-	-

Z O N E 2						
Periode	56-60	61-65	66-70	71-75	76-80	81-85
$\bar{x}$	108	109	85	97	102	99
s_x	13,2	14,9	9,2	13,5	14,0	15,7
sign.	-	-	-	-	-	-

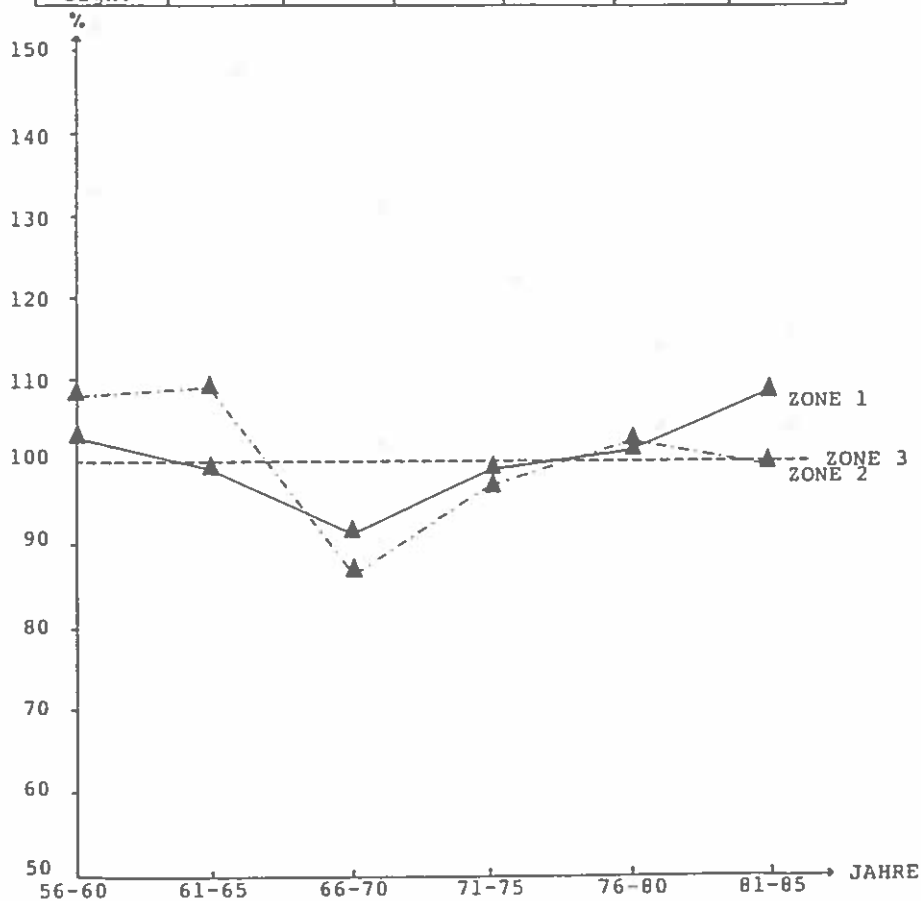


Abbildung 15: Die Forststraßenränder mit einem Randalter von mehr als 15 Jahren und der Randexposition West. Gegenüber den restlichen Randexpositionen weist die Zone 1 keine Steigerung des relativen Zuwachses infolge höheren Lichtgenusses auf.

DURCHSCHNITTliche RELATIVE JAHRRINGINDICES IN %

RANDART: Forststraße

BAUMART: Fichte

MERKMALE: Alter > 15, frisch, HE -Nord ANZAHL: 12

Z O N E 1						
Periode	56-60	61-65	66-70	71-75	76-80	81-85
$\bar{x}$	115	114	122	131	147	153
$s_{\bar{x}}$	5,7	11,6	19,7	14,8	22,6	20,7
sign.	-	-	-	-	-	+

Z O N E 2						
Periode	56-60	61-65	66-70	71-75	76-80	81-85
$\bar{x}$	104	104	98	102	118	133
$s_{\bar{x}}$	6,7	7,8	7,5	10,0	18,2	19,7
sign.	-	-	-	-	-	-

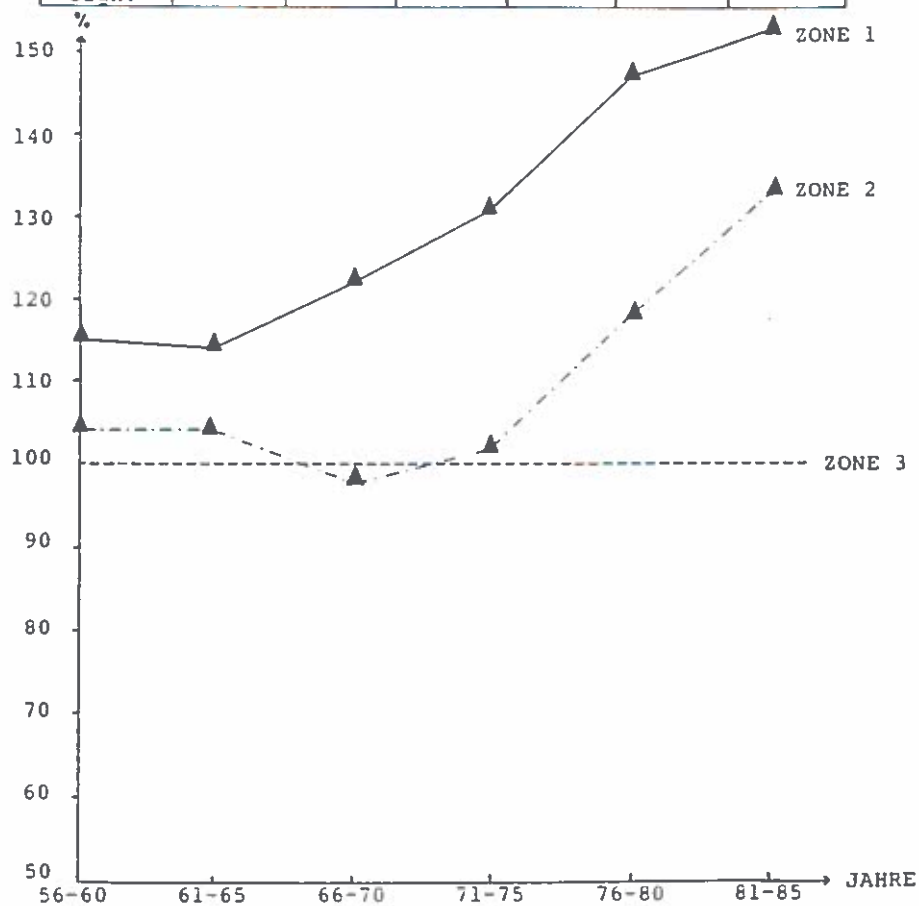


Abbildung 16: Die Forststraßenränder mit einem Randalter von mehr als 15 Jahren auf frischen Nordhängen. Sehr deutliche relative Zuwachssteigerungen der Randbäume - und etwas geringer der Randzone - sind erkennbar.

DURCHSCHNITTLLICHE RELATIVE JAHRRINGINDICES IN %

RANDART: Forststraße

BAUMART: Fichte

MERKMALE: Alter >15, frisch, HE SÜD

ANZAHL: 11

Z O N E 1						
Periode	56-60	61-65	66-70	71-75	76-80	81-85
$\bar{x}$	98	97	105	109	114	120
$s_{\bar{x}}$	10,0	9,4	8,6	12,1	13,4	15,6
sign.	-	-	-	-	-	-

Z O N E 2						
Periode	56-60	61-65	66-70	71-75	76-80	81-85
$\bar{x}$	105	107	111	112	105	101
$s_{\bar{x}}$	12,9	12,8	11,7	11,7	8,5	10,4
sign.	-	-	-	-	-	-

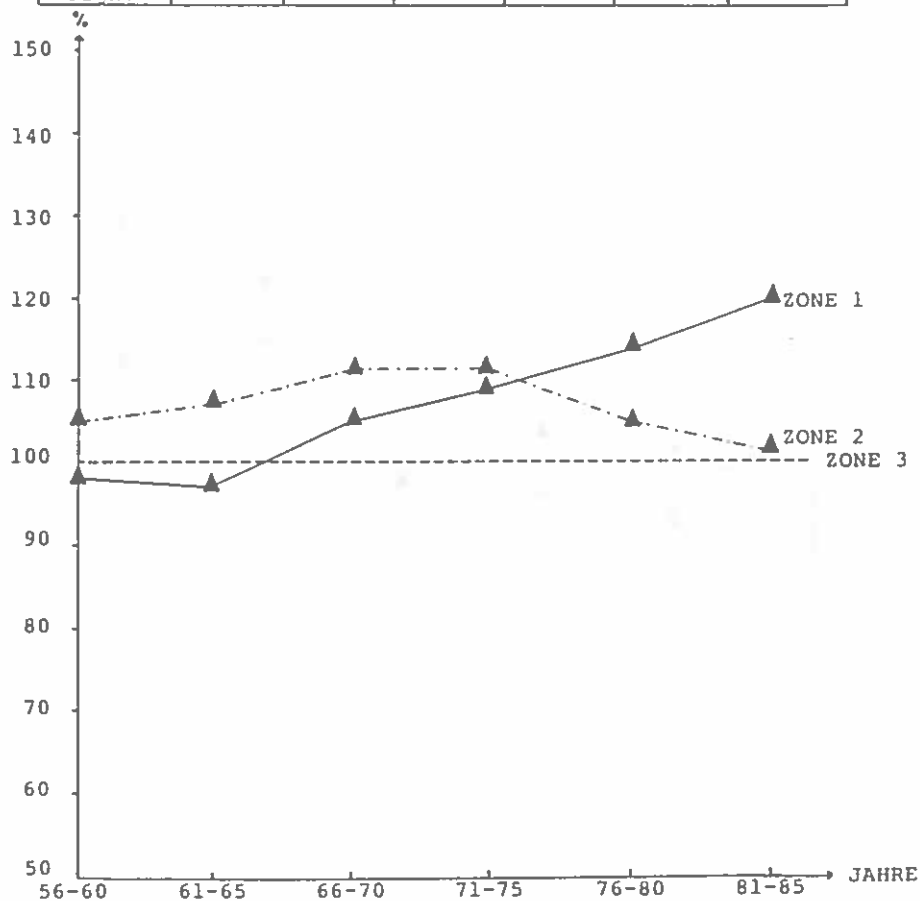


Abbildung 17: Die Forststraßenränder mit einem Randalter von mehr als 15 Jahren auf frischen Südhängen. Im Gegensatz zur Abb. 16 ist die relative Zuwachszunahme der Randbäume viel geringer.

DURCHSCHNITTLLICHE RELATIVE JAHRRINGINDICES IN %

RANDART: Forststraße

BAUMART: Fichte

MERKMALE: Alter 11-15

ANZAHL: 20

Z O N E 1						
Periode	56-60	61-65	66-70	71-75	76-80	81-85
$\bar{x}$	96	102	104	106	123	129
$s_{\bar{x}}$	6,0	8,0	8,7	10,0	15,7	10,8
sign.	-	-	-	-	-	+

Z O N E 2						
Periode	56-60	61-65	66-70	71-75	76-80	81-85
$\bar{x}$	91	95	97	98	116	112
$s_{\bar{x}}$	5,4	6,5	9,0	9,2	15,9	10,4
sign.	-	-	-	-	-	-

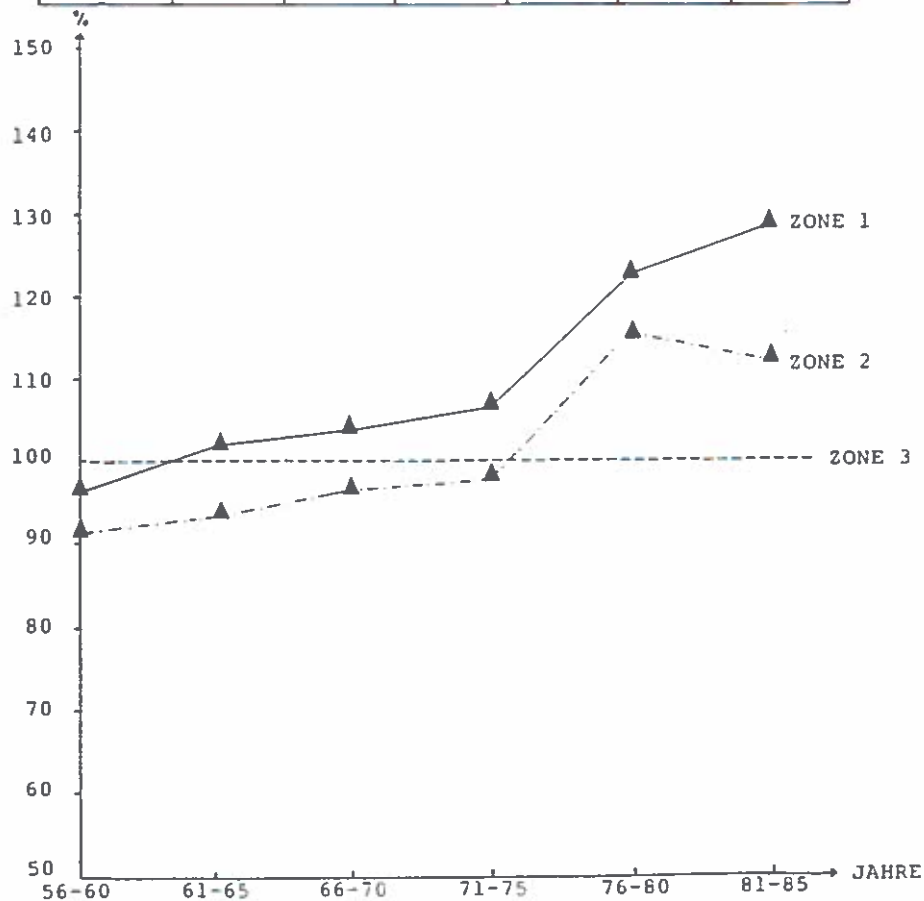


Abbildung 18: Die Forststraßenränder mit einem Randalter von 11 - 15 Jahren. Auf den Zeitraum des Straßenbaues (1971 - 1975) folgt unmittelbar die Periode mit dem Zuwachsanstieg der unmittelbaren Randbäume.

DURCHSCHNITTLLICHE RELATIVE JAHRRINGINDICES IN %

RANDART: Trasse

BAUMART: Kiefer

MERKMALE: Alter >15

ANZAHL: 4

Z O N E 1						
Periode	56-60	61-65	66-70	71-75	76-80	81-85
$\bar{x}$	109	94	107	109	103	82
$s_{\bar{x}}$	10,9	13,6	12,7	19,8	24,8	13,2
sign.	-	-	-	-	-	-

Z O N E 2						
Periode	56-60	61-65	66-70	71-75	76-80	81-85
$\bar{x}$	91	88	88	86	86	75
$s_{\bar{x}}$	8,9	11,1	17,5	15,8	20,4	15,8
sign.	-	-	-	-	-	-

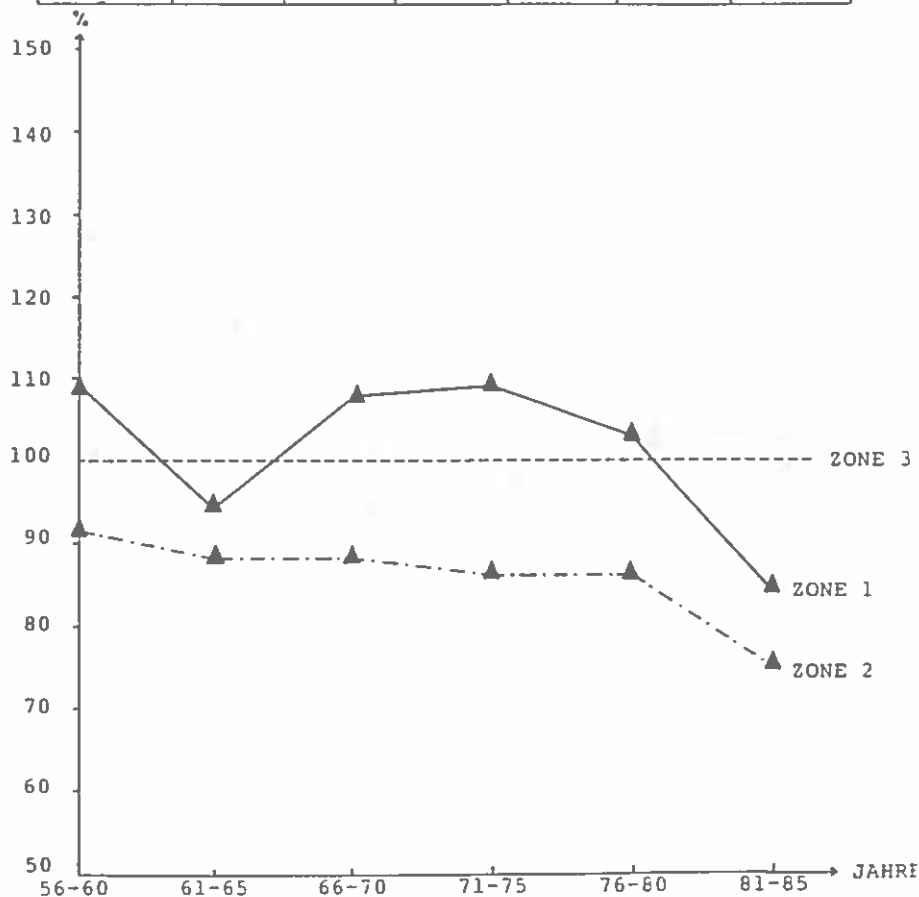


Abbildung 19: Die Kieferntrassen mit einem Randalter von mehr als 15 Jahren. Bemerkenswert ist der relative Zuwachsverlust der Periode 1981 - 85, der sowohl die Randbäume als auch etwas geringer die Randzone trifft.

DURCHSCHNITTliche RELATIVE JAHRINGINDICES IN %

RANDART: Schitrasse

BAUMART: Fichte

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.	-	-	-	-	-	-

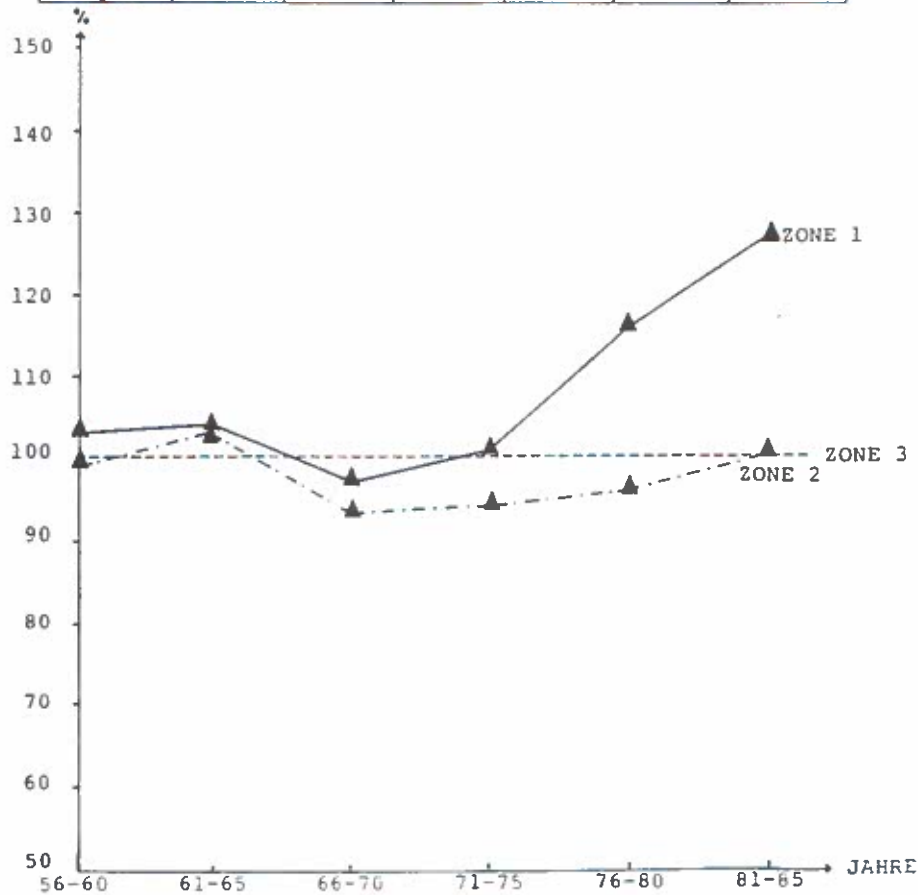


Abbildung 20: Die Schitrasse mit einem Randalter von mehr als 15 Jahren. Der relative Zuwachs der Zone 1 reagiert - ähnlich wie die Forststraßenränder auf Abb. 12 - mit einem Anstieg in den Perioden nach der Freistellung.

DURCHSCHNITTliche RELATIVE JAHRRINGINDICES IN %

RANDART: Schitrassen

BAUMART: Fichte

MERKMALE: Alter 11 - 15

ANZAHL: 9

Z O N E 1						
Periode	56-60	61-65	66-70	71-75	76-80	81-85
$\bar{x}$	112	107	104	97	105	129
$s_{\bar{x}}$	13,6	12,6	8,6	10,3	16,6	17,8
sign.	-	-	-	-	-	-

Z O N E 2						
Periode	56-60	61-65	66-70	71-75	76-80	81-85
$\bar{x}$	106	107	110	108	104	107
$s_{\bar{x}}$	7,5	11,3	10,2	9,2	9,6	2,8
sign.	-	-	-	-	-	-

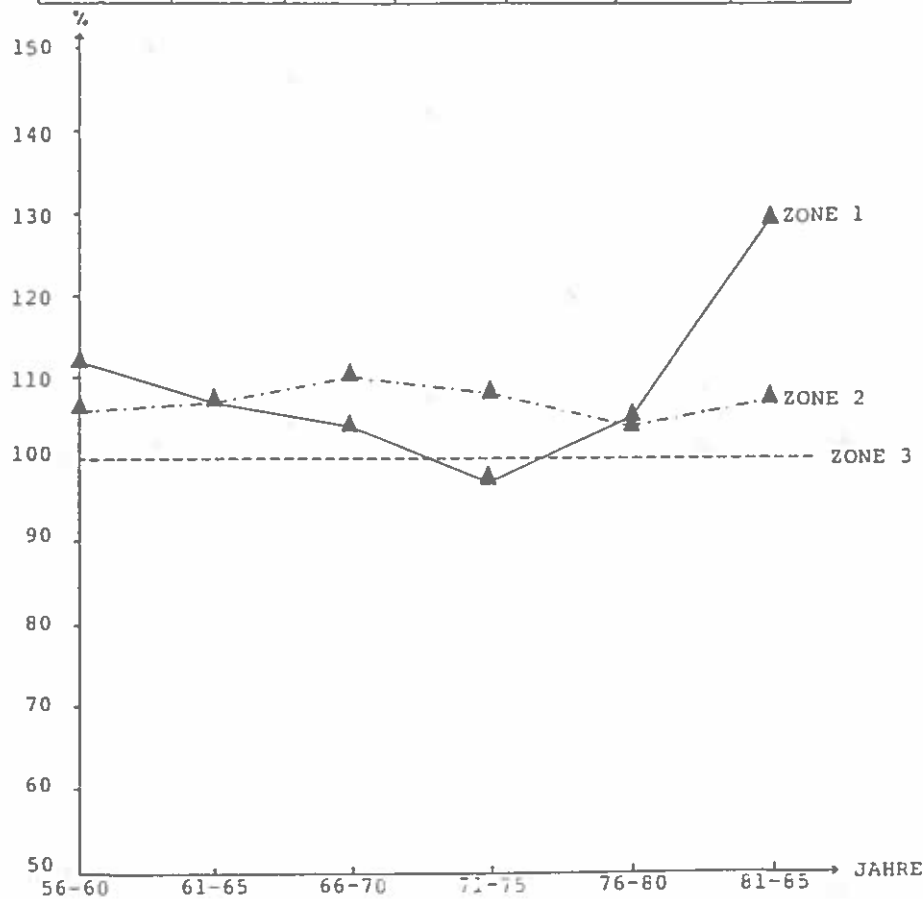


Abbildung 21: Die Schitrassenränder mit einem Randalter von 11 - 15 Jahren. Der relative Zuwachs der Randbäume erfährt erst in der letzten Periode (1981 - 85) eine merkliche Steigerung.

DURCHSCHNITTliche RELATIVE JAHRRINGINDICES IN %

RANDART: Künstl. Bestandesränder

BAUMART: Fichte

MERKMALE: Alter > 15

ANZAHL: Forststr., Trasse,
Schitrasse, Schlagrand

Z O N E 1						
Periode	56-60	61-65	66-70	71-75	76-80	81-85
$\bar{x}$	102	109	120	142	146	150
$s_{\bar{x}}$	2,9	2,5	12,7	22,4	26,2	19,8
sign.	-	-	-	-	-	-

Z O N E 2						
Periode	56-60	61-65	66-70	71-75	76-80	81-85
$\bar{x}$	100	102	101	108	105	102
$s_{\bar{x}}$	3,9	1,9	5,4	5,5	4,1	3,4
sign.	-	-	-	-	-	-

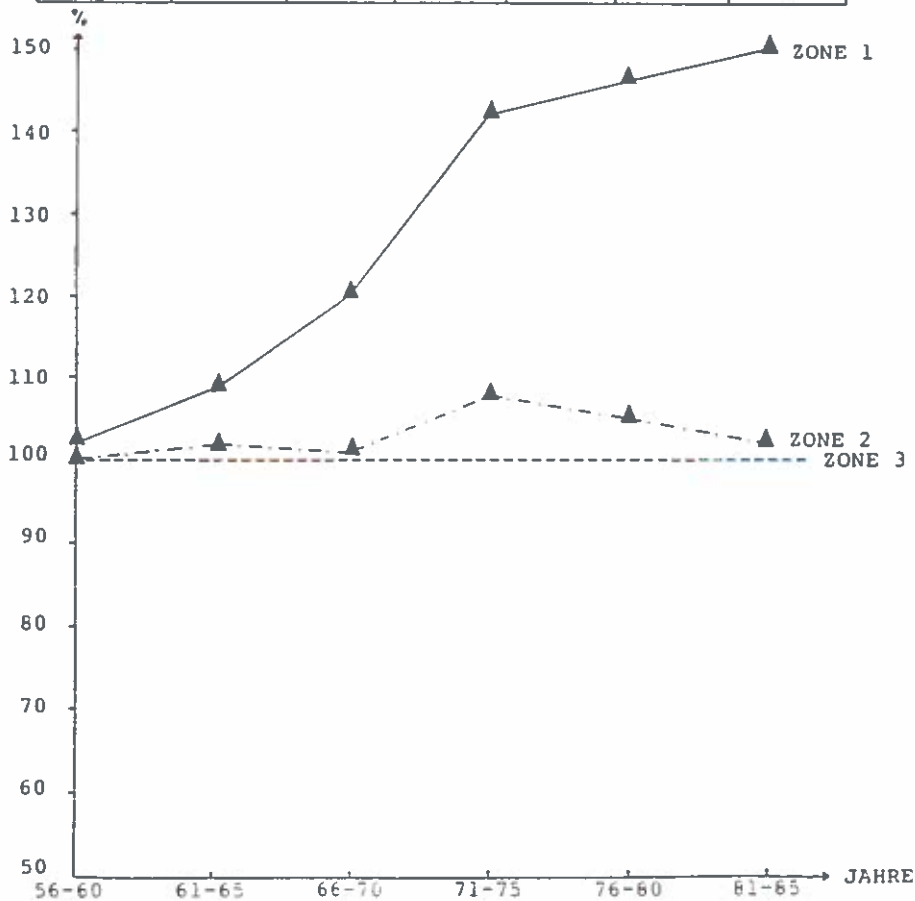


Abbildung 22: Die künstlichen Bestandesränder mit einem Randalter von mehr als 15 Jahren.

DURCHSCHNITTliche RELATIVE JAHRRINGINDICES IN %

RANDART: Künstl. Bestandesränder

BAUMART: Fichte

MERKMALE: Alter > 15

ANZAHL: Forststr., Trasse
Schitrasse

Z O N E 1						
Periode	56-60	61-65	66-70	71-75	76-80	81-85
$\bar{x}$	102	108	109	121	119	130
$s_{\bar{x}}$	3,5	2,6	5,5	11,4	1,5	1,3
sign.	-	-	-	-	+	+

Z O N E 2						
Periode	56-60	61-65	66-70	71-75	76-80	81-85
$\bar{x}$	98	104	96	107	106	102
$s_{\bar{x}}$	4,5	0,8	3,3	6,5	4,6	4,1
sign.	-	+	-	-	-	-

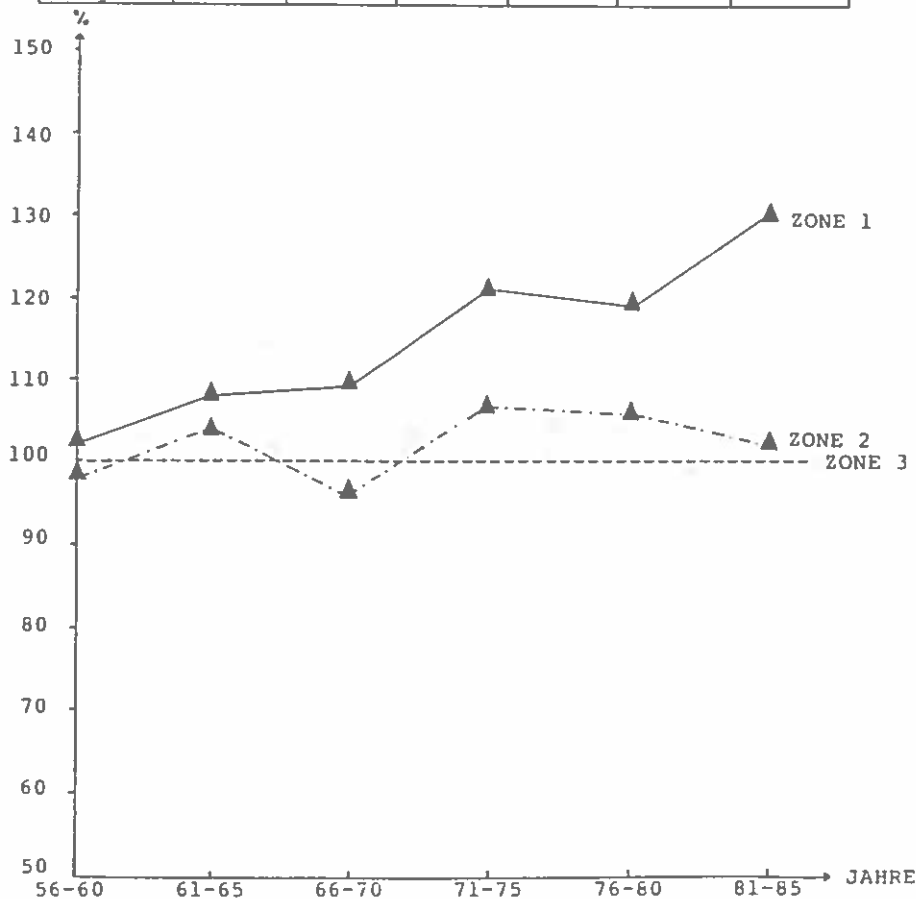


Abbildung 23: Die künstlichen Bestandesränder mit einem Randalter von mehr als 15 Jahren ohne die Schlagränder.

DURCHSCHNITTliche RELATIVE JAHRRINGINDICES IN %

RANDART: Künstl. Bestandesränder

BAUMART: Fichte

MERKMALE: Alter 11 - 15

ANZAHL: Forststr., Schlagrand
Schitrasse

Z O N E 1						
Periode	56-60	61-65	66-70	71-75	76-80	81-85
$\bar{x}$	103	104	104	103	114	136
s_x	4,6	1,4	0,3	3,1	5,2	7,3
sign.	-	-	+	-	-	+

Z O N E 2						
Periode	56-60	61-65	66-70	71-75	76-80	81-85
$\bar{x}$	100	99	101	101	101	103
s_x	4,5	3,8	4,7	3,7	9,9	6,9
sign.	-	-	-	-	-	-

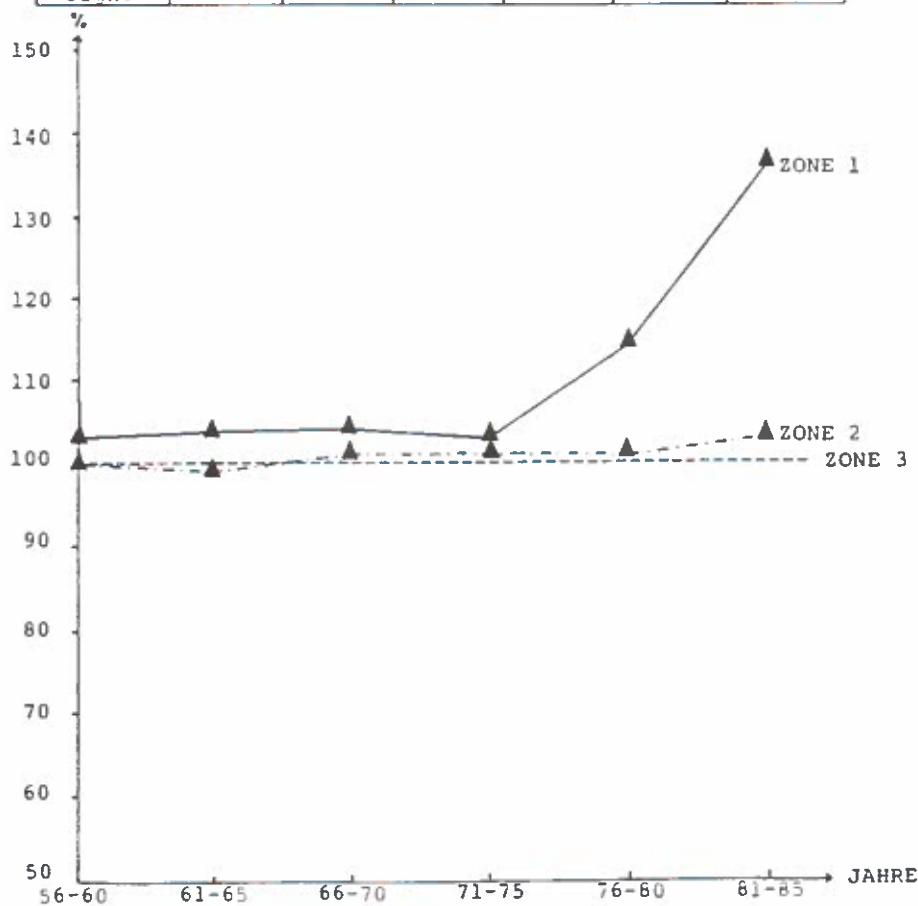
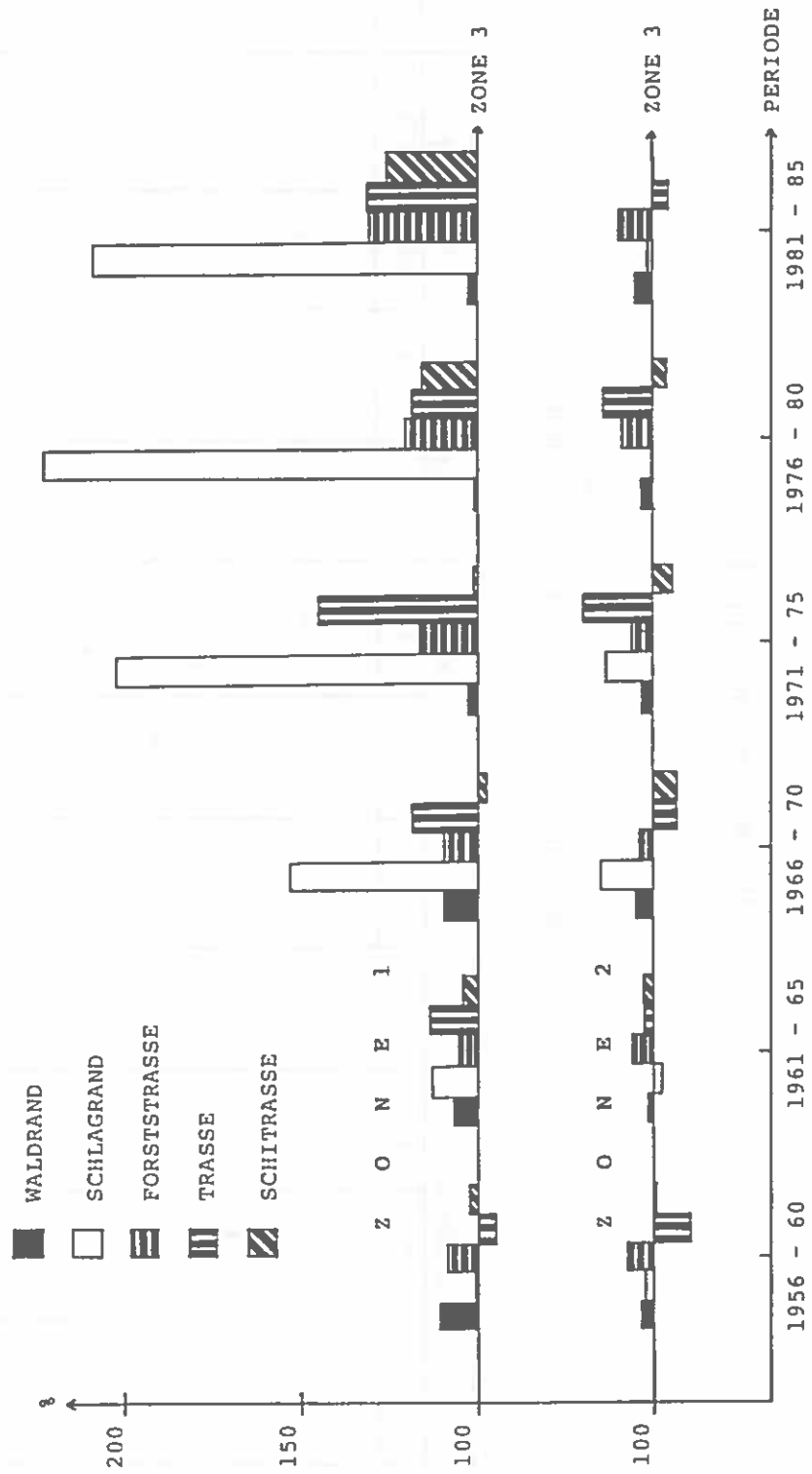


Abbildung 24: Die künstlichen Bestandesränder mit einem Randalter von 11 - 15 Jahren. Der relative Zuwachs der Randbäume steigt nach der Freistellung steil an.

9. ÜBERSICHTSABBILDUNG

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



10. ÜBERSICHTSTABELLE 1

ZUSAMMENSTELLUNG DER FLÄCHEN NACH
UNTERSUCHUNGSRÄUMEN, RANDARTEN UND BAUMARTEN

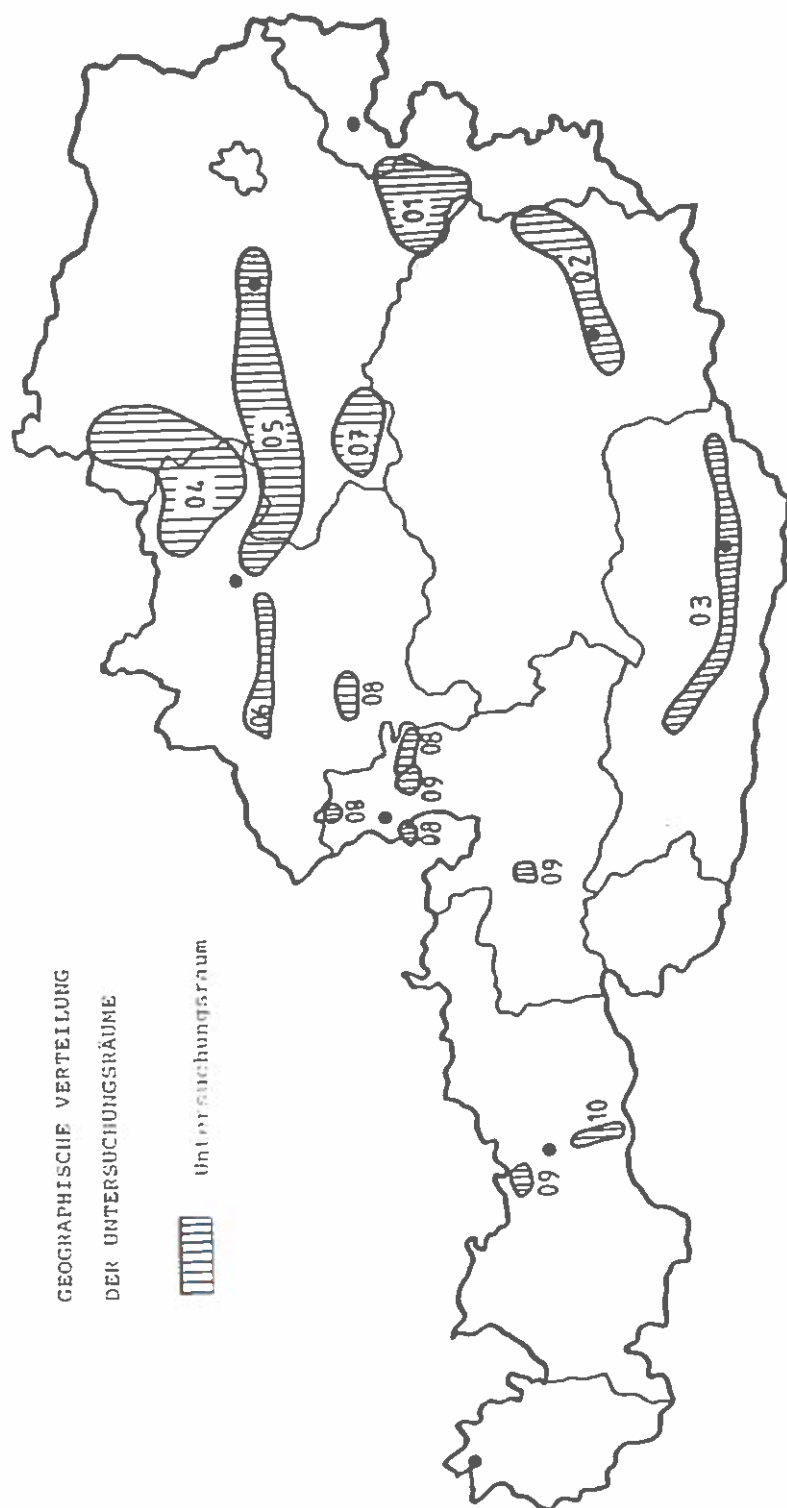
U.-RAUM	WALDRAND		SCHLAGRAND		FORSTSTRASSE		TRASSE		SCHITRASSE		SUMME
	Ges.	Fi/Ki	Ges.	Fi/Ki	Ges.	Fi/Ki	Ges.	Fi/Ki	Ges.	Fi/Ki	
01	15	7/8	-	-/-	31	31/-	1	-/1	8	8/-	55
02	5	4/1	-	-/-	-	-/-	6	-/6	-	-/-	11
03	4	4/-	3	3/-	-	-/-	7	1/6	-	-/-	14
04	15	15/-	2	2/-	12	12/-	2	2/-	-	-/-	31
05	41	39/2	6	6/-	4	4/-	-	-/-	-	-/-	51
06	7	7/-	-	-/-	-	-/-	1	1/-	-	-/-	8
07	8	8/-	12	12/-	19	19/-	2	2/-	-	-/-	41
08	3	3/-	4	4/-	15	15/-	2	2/-	-	-/-	24
09	-	-/-	-	-/-	-	-/-	-	-/-	24	24/-	24
10	-	-/-	-	-/-	-	-/-	3	3/-	-	-/-	3
Gesamt	98	87/11	27	27/-	81	81/-	24	11/13	32	32/-	262

ÜBERSICHTSTABELLE 2

ZUSAMMENSTELLUNG DER FLÄCHEN NACH
FREISTELLUNGSZEITRAUM UND BAUMART

RANDKATEGORIE	FREISTELLUNGSZEITRAUM	ANZAHL	
		Fi / Ki	Gesamt
FORSTSTRASSEN	0 - 5 Jahre	2 / -	2
	6 - 10 Jahre	3 / -	3
	11 - 15 Jahre	20 / -	20
	über 15 Jahre	56 / -	56
SCHLAGRÄNDER	0 - 5 Jahre	7 / -	7
	6 - 10 Jahre	11 / -	11
	11 - 15 Jahre	6 / -	6
	über 15 Jahre	3 / -	3
TRASSEN	0 - 5 Jahre	- / 2	2
	6 - 10 Jahre	2 / 3	5
	11 - 15 Jahre	3 / 2	5
	über 15 Jahre	6 / 6	12
SCHITRASSEN	0 - 5 Jahre	6 / -	6
	6 - 10 Jahre	1 / -	1
	11 - 15 Jahre	9 / -	9
	über 15 Jahre	16 / -	16
WALDRAND		87 / 11	98
Gesamt		238 / 24	262

11. ÜBERSICHTSKARTE



12. LITERATURVERZEICHNIS

ABETZ P., 1976: Reaktionen auf Standraumerweiterungen und Folgerungen für die Auslesedurchforstung bei Fichte. In: Allgemeine Forst- und Jagdzeitung 147.

ASSMANN E., 1960: Form- und Zuwachsveränderungen an freigestellten Bestandesrändern. In: Mitteilungen aus der Staatsforstverwaltung Bayerns, 31. Heft, München.

BAADER G., 1952: Untersuchungen über Randschäden. In: Schriftenreihe der Forstlichen Fakultät der Universität Göttingen, Band 3, Frankfurt am Main.

HARTIG R., 1896: Wachstumsuntersuchungen an Fichten.
Forstlich-naturwissenschaftliche Zeitschrift, 1896.

JOHANN K., 1977: Eine neue Jahrringmeßanlage für Bohrkerne und Stammscheiben. In: Forstarchiv, 48. Jahrgang, Heft 10.

KELLER T., 1985: Auswirkungen der Straßenrandbedingungen auf physiologische Aktivitäten der Fichte. In: Forstw. Cbl. 104, Hamburg.

KLAUSHOFER F., LITSCHAUER R., WIESINGER R., 1987: Waldzustandsinventur - Untersuchung der Kronenverlichtungsgrade an Wald- und Bestandesrändern. FBVA-Berichte, Heft 24, Wien.

NEUMANN M. und POLLANSCHÜTZ J., 1982: Untersuchungen über Auswirkungen gasförmiger Immissionen auf Waldbestände im Raum Gailitz - Arnoldstein. Carinthia II, Klagenfurt.

POLLANSCHÜTZ J., 1966: Verfahren zur objektiven "Abschätzung" (Messung) verminderter Zuwachsleistung von Einzelbäumen und Beständen. In: Forstliche Rauchschäden in Österreich. Mitteilungen der Forstlichen Bundesversuchsanstalt. Jahrgang 1966, Heft 73.

POLLANSCHÜTZ J., 1975: Zuwachsuntersuchungen als Hilfsmittel der Diagnose und Beweissicherung bei Forstschäden durch Luftverunreinigungen. In: Allgemeine Forstzeitung, Folge 6, 1975.

POLLANSCHÜTZ J., 1986: Zur Kritik an der Waldzustandsinventur. Holzkurier, 41. Jahrgang, Heft Nr. 13.

SCHWEINGRUBER F., KONTIC R., WINKLER - SEIFERT A., 1983: Eine jahrringanalytische Studie zum Nadelbaumsterben in der Schweiz. Bericht Nr. 253 der Eidgenössischen Anstalt für das forstliche Versuchswesen, Birmensdorf.

FBVA-BERICHTE
Schriftenreihe der Forstlichen Bundesversuchsanstalt
Wien

- 1989 37 **Rachoy, Werner; Exner, Robert:** Erhaltung und Verjüngung von Hochlagenbeständen.
Preis ÖS 100.-- 100 S.
- 1989 38 **Merwald, Ingo:** Lawinenereignisse und Witterungsablauf in Österreich. Winter 1982/83, 1983/84.
Preis ÖS 100.-- 92 S.
- 1989 Sonderheft:
Schneider, Werner: Verfahren, Möglichkeiten und Grenzen der Fernerkundung für die Inventur des Waldzustandes.
Preis ÖS 200.-- 118 S.
- 1989 39 **Krehan, Hannes:** Das Tannensterben in Europa. Eine Literaturstudie mit kritischer Stellungnahme.
Preis ÖS 60.-- 58 S.
- 1989 40 **Krissl, Wolfgang; Müller, Ferdinand:** Waldbauliche Bewirtschaftungsrichtlinien für das Eichen-Mittelwaldgebiet Österreichs.
Preis ÖS 140.-- 134 S.
- 1990 41 **Killian, Herbert:** Bibliographie zur Geschichte von Kloster, Forstlehranstalt und Forstlicher Versuchsanstalt Mariabrunn - Schönbrunn.
Preis ÖS 165.-- 162 S.
- 1990 42 **Jeglitsch, Friedrich:** Wildbachereignisse in Österreich 1974 - 1976 und Kurzfassung der Wildbachereignisse in Österreich in den Jahren 1974 - 1987.
Preis ÖS 100.-- 98 S.
- 1990 43 **Beiträge zur Wildbacherosions- und Lawinenforschung (9).** IUFRO-Fachgruppe S1.04-00. Vorbeugung und Kontrolle von Wildbacherosion, Hochwässer und Muren, Schneeschäden und Lawinen.
Preis ÖS 80.-- 80 S.
- 1990 44 **Smidt, Stefan; Herman, Friedl; Leitner, Johann:** Höhenprofil Zillertal. Meßbericht 1988. Luftschadstoffmessungen, Meteorologische Daten, Niederschlagsanalysen.
Preis ÖS 35.-- 33 S.
- 1990 44a **Smidt, Stefan; Herman, Friedl; Leitner, Johann:** Höhenprofil Zillertal. Meßbericht 1988 (Anhang). Luftschadstoffmessungen, Meteorologische Daten, Niederschlagsanalysen.
Preis ÖS 280.-- 230 S.

- 1990 Sonderheft:
Kilian, Walter; Majer, Christoph: Österreichische Waldboden-Zustandsinventur. Anleitung zur Feldarbeit und Probenahme.
Preis ÖS 70.-- 58 S.
- 1990 45 **Neumann, Markus; Schadauer, Klemens:** Waldzustandsinventur. Methodische Überlegungen und Detailauswertungen.
Preis ÖS 90.-- 88 S.
- 1990 46 **Zusammenkunft der Deutschsprachigen Arbeitswissenschaftlichen und Forsttechnischen Institute und Forschungsanstalten.** Bericht über die 18. Zusammenkunft vom 18.-20. April 1990.
Preis ÖS 340.-- 286 S.
- 1991 47 **Smidt, Stefan:** Beurteilung von Ozonmessdaten aus Oberösterreich und Tirol nach verschiedenen Luftqualitätskriterien.
Preis ÖS 90.-- 87 S.
- 1991 48 **Englisch, Michael; Kilian, Walter; Mutsch, Franz:** Österreichische Waldboden-Zustandsinventur. Erste Ergebnisse.
Preis ÖS 80.-- 75 S.
- 1991 49 **Österreichisches Waldschaden-Beobachtungssystem.** Ziele, Methoden und erste Ergebnisse.
Preis ÖS 130.-- 128 S.
- 1991 50 **Smidt, Stefan:** Messungen nasser Freilanddepositionen der Forstlichen Bundesversuchsanstalt.
Preis ÖS 90.-- 90 S.
- 1991 51 **Holzschuh, Carolus:** Neue Bockkäfer aus Europa und Asien.
Preis ÖS 200.-- 75 S.
- 1991 52 **Fürst, Alfred:** Der forstliche Teil der Umgebungsüberwachung des kalorischen Kraftwerkes Dürnrohr. Ergebnisse von 1981 bis 1990.
Preis ÖS 45.-- 42 S.
- 1991 53 **Jeglitsch, Friedrich:** Wildbachereignisse in Österreich 1977-1979.
Preis ÖS 80.-- 80 S.
- 1991 54 **Jeglitsch, Friedrich:** Wildbachereignisse in Österreich 1980-1982.
Preis ÖS 80.-- 78 S.
- 1991 55 **Wiesinger, Rudolf; Rys, Johannes:** Waldzustandsinventur: Untersuchung der Zuwachsverhältnisse an Wald- und Bestandesrändern.
Preis ÖS 60.-- 60 S.