

**FORSTPATHOLOGISCHE SONDERERHEBUNGEN IM RAHMEN
DER ÖSTERREICHISCHEN WALDZUSTANDSINVENTUR 1984 - 1988**

**TEIL II: FICHTENBESTÄNDE IM AUSSERFERN (TIROL) UND
IM GRENZNAHEN GEBIET DES MÜHL- UND WALDVIERTELS**

ODC 48--05:416:174.7:(436)

von Hannes KREHAN

Die Erhebungen in beiden Untersuchungsgebieten wurden
gemeinsam mit Rupert HAUPOLTER durchgeführt.

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

Die jährlichen Erhebungen der Kronenverlichtungen an identen Probestämmen geben zusammen mit weiteren Merkmalen einen Überblick über die räumliche Ausdehnung und zeitliche Entwicklung der Waldschädigungen und Waldkrankheiten, soweit diese an Verlichtungs- oder Verfärbungserscheinungen erkennbar werden. Da diese makroskopischen Schadsymptome durch die Einwirkung diverser Luftschadstoffe, aber auch durch den Einfluß anderer abiotischer Schadfaktoren sowie durch Schadorganismen hervorgerufen werden können, sind aus den im Rahmen der jährlichen WZI-Erhebungen gewonnenen Erhebungsergebnissen nur unspezifische Hinweise auf die in lokalen oder regionalen Bereichen wirksam gewordenen Schadursachen möglich. Im Jahre 1986 wurde daher mit forstpathologischen Sonderuntersuchungen im Rahmen der WZI begonnen, die von ao. Univ.-Prof. Dr. E. Donaubaueer fachlich betreut werden. Die eingehenden Untersuchungen der an liegenden Probestämmen mit relativ einfachen Mitteln erhebbaren abiotischen und biotischen Beeinträchtigungen der Waldbäume beschränkten sich auf das Umfeld von WZI-Dauerbeobachtungsflächen und wurden zum Teil auch auf ausgewählte Waldbestände in bestimmten Regionen Österreichs ausgedehnt.

Im FBVA-Bericht Nr. 19/1987 wurden die in Kiefernbeständen der "Buckligen Welt" gewonnenen Untersuchungsergebnisse als Teil I der forstpathologischen Sondererhebungen veröffentlicht. Der nunmehr vorgelegte Teil II ist den Fichtenbeständen im Außerfern (Tirol) und im grenznahen Gebiet des Mühl- und Waldviertels gewidmet. Der in Ausarbeitung befindliche Teil III, der die Ergebnisse von Untersuchungen in Tannenbeständen des Salzkammergutes wiedergibt, wird in absehbarer Zeit zusammen mit der Literaturübersicht Teil 2: "Tannensterben" der WZI-Sonderuntersuchung "Baumsterben in Mitteleuropa" in einer der nächsten Ausgaben der FBVA-Berichte publiziert.

ao. Univ.-Prof. Dr. Josef Pollanschütz
(Leiter d. F.-Proj. V/20-Waldzustandsinventur)

INHALTSVERZEICHNIS

	Seite
1. EINLEITUNG.....	6
2. METHODIK.....	7
3. ERGEBNISSE.....	12
3.1 Vergleich: WZI-Ansprache - forstpathologische Sonder- erhebungen.....	12
3.1.1 Verlichtungsgrad (Kronenindex).....	12
3.1.2 Schädigungen, Schadsymptome.....	14
3.2 Beschreibung und Vorkommen der aufgenommenen Symp- tomkategorien.....	15
3.2.1 Untersuchungsgebiet Außerfern (BFI Reutte).....	22
3.2.1.1 Biotische Schadfaktoren.....	22
3.2.1.2 Abiotische Schadfaktoren.....	27
3.2.1.3 Unspezifische Schadsymptome.....	27
3.2.2 Untersuchungsgebiet Waldviertel Mühlviertel.....	33
3.2.2.1 Biotische Schadfaktoren.....	33
3.2.2.2 Abiotische Schadfaktoren.....	35
3.2.2.3 Unspezifische Schadsymptome.....	35
3.3 Vorläufige Ergebnisse zuwachskundlicher Untersuchun- gen.....	39
3.3.1 BFI Reutte.....	39
3.3.2 BFI Waidhofen/Thaya, Freistadt.....	39
4. DISKUSSION.....	40
4.1 Beteiligung von Immissionen am Schadfaktorenkomplex	40
4.1.1 Schwefel.....	40
4.1.2 Ozon.....	44
4.1.3 Faktoren, welche die Immissionseinwirkung be- günstigen können.....	48
4.1.3.1 Kronenschlußgrad.....	48
4.1.3.2 Seehöhe und Exposition.....	51

	Seite
4.1.3.3 Alter.....	51
5. ZUSAMMENFASSUNG.....	53
6. LITERATUR.....	57

1. EINLEITUNG

(Allgemeine Einleitung siehe KREHAN, HAUPOLTER 1987)

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

Im Tiroler Außerfern, am Nordrand der Alpen, wird der "schlechte Gesundheitszustand" der dortigen Wälder hauptsächlich der Wirkung des "internationalen Schadstofftourismus" zugeschrieben (SCHEIRING 1987). Im Wald- und Mühlviertel vermutet man erhöhten Schadstoffimport aus dem tschechoslowakischen Gebiet.

Die Ergebnisse der durchgeführten Sondererhebungen an Probebäumen der WZI-Probeflächen bzw. an frisch gefällten benachbarten Probebäumen sollen Aufschluß darüber geben, welche makroskopisch feststellbaren Schadfaktoren auf die Waldbestände eingewirkt haben, und welche Schadsymptomkategorien in den Untersuchungsgebieten in ihrer räumlichen Verbreitung und Quantität erfaßt worden sind.

An Hand dieser Untersuchungsergebnisse, gemeinsam mit den Kennziffern der WZI-Erhebungen (durchschnittlicher Verlichtungsgrad der Probeflächen) bzw. mit immissionskundlichen Daten (Bioindikatornetz, Landes-Immissionskataster), können dann die wichtigsten, in diesen Gebieten in Frage kommenden biotischen und abiotischen Schadursachen in ihrer Wirkung gegeneinander abgewogen werden. Und damit soll auch die Frage der möglichen Auswirkung forstschädlicher Luftverunreinigungen auf das Kronenbild (Kronenzustand, Verlichtungsgrad) der Fichtenbestände diskutiert werden.

Wie im ersten Teil der Publikation (KREHAN u. HAUPOLTER 1987) wurde auch ein Vergleich zwischen der alljährlich im Juli und August durchgeführten Kronenansprache der WZI und den im Früh-

sommer erfolgten Detailerhebungen angestellt.

2. METHODIK

In der BFI Reutte (Außerfern) wurden auf 13 Probeflächen 370 Probebäume untersucht (Abb.1). Im Gebiet der BFI Waidhofen/a.d.Thaya bzw. der BFI Freistadt umfaßte die forstpathologische Untersuchung 450 Fichtenprobebäume aus 14 Probeflächen (Abb.2).

Wie bei der Baumart Kiefer wurden die erfaßten Schadsymptome in speziell der Baumart angepaßten Aufnahmeformularen nach ihren örtlichen Vorkommen, ihrer Intensität und ihrer Häufigkeit eingetragen. (Siehe KREHAN und HAUPOLTER 1987).

Der Nadelverlust konnte jedoch, um die Untersuchung nicht zu sehr in die Länge zu dehnen, nur auf 25% genau für den jeweiligen Nadeljahrgang angegeben werden. Bei den insgesamt 24 gefällten Probebäumen wurde hingegen beim 3., 7. und 11. Quirl die relative Nadelmenge pro Jahrgang auf 10% genau bestimmt.

Auch wurde jedem festgestellten Schadsymptom bzw. Schadfaktor eine Schädigungszahl für die jeweilige Probefläche zugeordnet.

$$\text{Schädigungszahl } S = H \times G \times J$$

H = relative Häufigkeit des Symptoms in % der Probebäume pro Probefläche

G = Gewichtung der Häufigkeit: 1 = 0-10%, 2 = 11-20%, 3 = 21-30%, usw.

J = mittlere Intensität (1,0-4,0)

Die Nadelverlustzahl ist die Summe der nach dem Alter der Nadeljahrgänge und der Lage in der Krone (oberes, mittleres, unteres Kronendrittel) gewichteten Differenzen zwischen potentieller und aktueller mittlerer Benadelung aller Probebäume einer Probeflä-

Abb. 1: Überblick über die WZI-Probeflächen in der BFI Reutte, an denen forstpathologische Sondererhebungen durchgeführt wurden

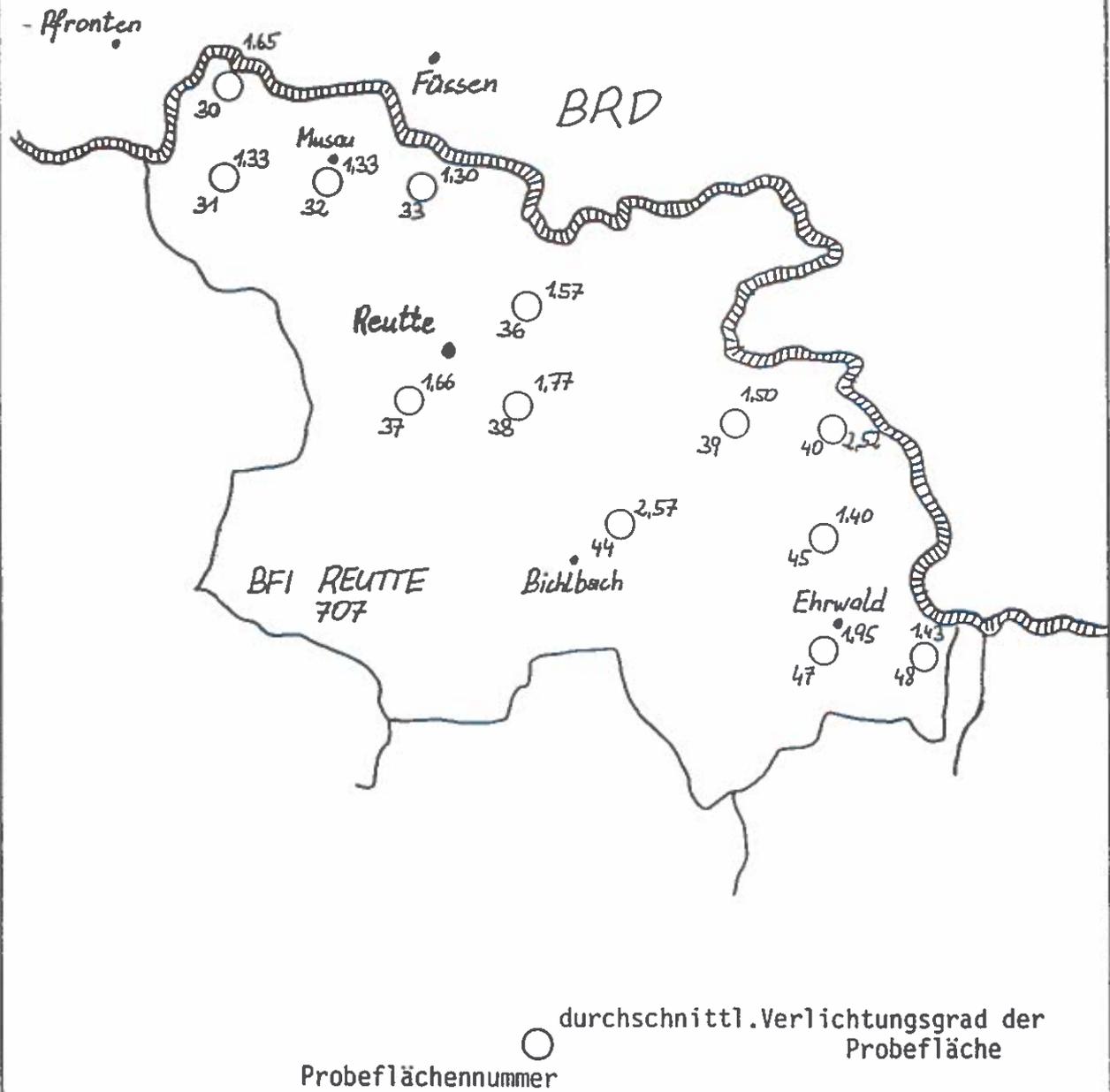
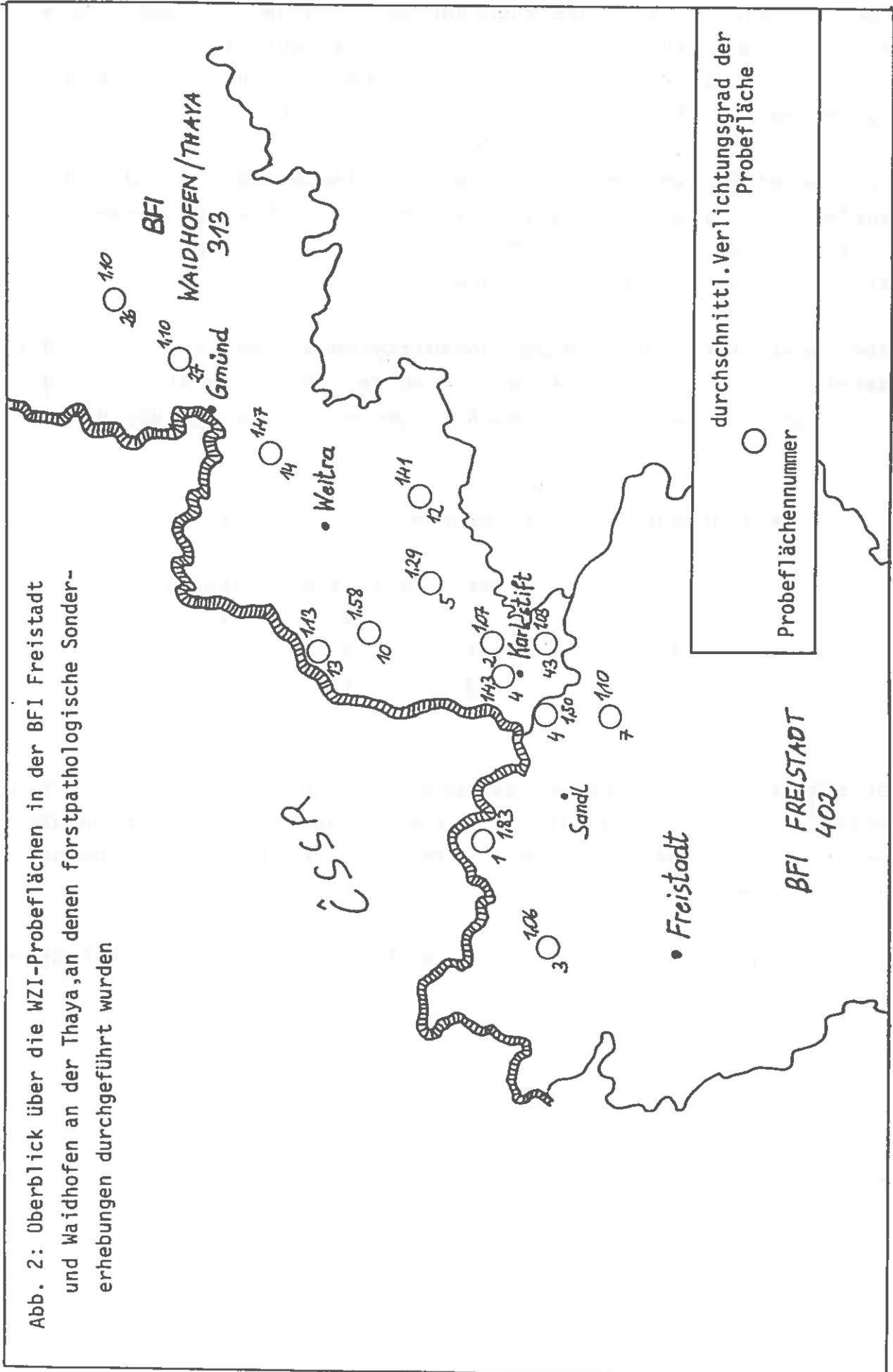


Abb. 2: Überblick über die WZI-Probeflächen in der BFI Freistadt und Waidhofen an der Thaya, an denen forstpathologische Sondererhebungen durchgeführt wurden



che. Für das Tiroler Untersuchungsgebiet wurden 10 komplette Nadeljahrgänge (10x100%) als potentielle Benadelung angenommen, während für die Fichten des Mühl- und Waldviertels 8 vollständig vorhandene Nadeljahrgänge als "Soll" vorgegeben wurden.

Die Benadelungsdifferenzen (in %) zwischen "Soll" und "Haben" wurden, um die Berechnung zu erleichtern, in Klassen eingeteilt: 0-4% = Klasse 0, 5-9% = Klasse 1, 10-14% = Klasse 2, 15-19% = Klasse 3, 20-24% = Klasse 4, usw.

Die Gewichtung der Benadelungsdifferenzklassen nach Alter der Nadeljahrgänge und Kronenbereich wurde z.B. im Untersuchungsgebiet Mühl- und Waldviertel nach folgendem Schema durchgeführt:

Gewichtungsfaktor der Benadelungsdifferenzklassen

Nadeljahrgang	oberes	mittleres	unteres
1-3	5	4	3
4-6	4	3	2
7-8	3	2	1

Es sollte damit das Fehlen der Nadeln im physiologisch aktivsten Teil der Krone (jüngste Nadeljahrgänge im obersten Kronenbereich) bei der Berechnung der Nadelverlustzahl besonders berücksichtigt werden.

Zur Demonstration sei hier ein Beispiel einer Probefläche (402/01) angeführt.

Darstellung 1: Berechnung der Gesamtnadelverlustzahl am Beispiel der WZI-Probefläche 402/01

Jahr Kronenbereich	1986			1985			1984			1983		
	o	m	u	o	m	u	o	m	u	o	m	u
Sollbenadelung (%)	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
durchschnittliche Gesamtbenadelung (%)	92	90	95	88	86	93	84	80	91	81	72	89
Differenz (%)	8	10	5	12	14	7	16	20	9	19	28	11
Differenzklasse (A)	1	2	1	2	2	1	3	4	1	3	5	2
Gewichtungsfaktor (B)	5	4	3	5	4	3	5	4	3	4	3	2
Nadelverlustzahl=A x B	5	8	3	10	8	3	15	16	3	12	15	4

Jahr	1982			1981			1980			1979		
	o	m	u	o	m	u	o	m	u	o	m	u
Sollbenadelung (%)	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
durchschnittliche Gesamtbenadelung (%)	80	70	84	80	70	82	80	70	82	80	70	82
Differenz (%)	20	30	16	20	30	18	20	30	18	20	30	18
Differenzklasse (A)	4	6	3	4	6	3	4	6	3	4	6	3
Gewichtungsfaktor (B)	4	3	2	4	3	2	3	2	1	3	2	1
Nadelverlustzahl=A x B	16	18	6	16	18	6	12	12	3	12	12	3

Gesamtnadelverlustzahl = 2 3 6

An Hand dieses Beispielen läßt sich die Auswirkung der Gewichtung der Benadelungsdifferenzklassen sehr gut darstellen. Ein Nadelverlust von 12% beim 2.Nadeljahrgang (1985) im obersten Kronenabschnitt ergibt annähernd die gleiche Nadelverlustzahl wie ein Nadelverlust von 30% beim 8.Nadeljahrgang im mittleren Kronenabschnitt.

3. ERGEBNISSE

3.1 Vergleich: WZI-Ansprache-forstpathologische Sondererhebungen

3.1.1 Verlichtungsgrad (Kronenindex)

Um einen Vergleich mit der Kronenansprache der Waldzustandsinventur zu ermöglichen, diente auch für die Aufnahme­stätigkeit im Rahmen der Sonderuntersuchungen die "Instruktion für die Feldarbeit der Waldzustandsinventur nach bundeseinheitlichen Richtlinien 1984-1988; Fassung 1985" (POLLANSCHÜTZ et al.1985) als Grundlage zur Erfassung der Kronenmerkmale (Beschreibung des Wipfeltriebes, Zustand der Wipfelregion, Kronenzustandsform, Entnadelungstyp) der Fichtenprobebäume.

Tabelle 1 zeigt deutlich auf, daß die im Juni im Zuge der forstpathologischen Erhebungen durchgeführten Kronenansprachen niedrigere Werte des durchschnittlichen Verlichtungsgrades der einzelnen Probeflächen ergaben, als die WZI-Aufnahmen zwischen Mitte Juli und Ende August.

Tabelle 1: Vergleich des durchschnittlichen Verlichtungsgrades der Kronenansprache bei der forstpathologischen Sondererhebung (Juni 1986) mit der WZI-Erhebung (Mitte Juli-Ende August 1985 bzw. 1986).

	durchschnittlicher Verlichtungsgrad				
	Sonder- erhebung	mittlere Absolutdiff. d.einz.Flächen	WZI 1986	mittlere Absolutdiff. d.einz.Flächen	WZI 1985
BFI Reutte (13 Probefl.)	1,69	0,32	1,98	0,11	1,94
BFI Freistadt BFI Waidhofen/T (14 Probefl.)	1,29	0,32	1,61	0,17	1,56

Die Unterschiede zwischen den beiden WZI-Sommeransprachen 1985 und 1986 sind deutlich geringer (mittlere Absolutdifferenz 0,11 bzw. 0,17).

Auch andere Taxatoren konnten bei der Ermittlung des durchschnittlichen Verlichtungsgrades der Fichte von WZI- und anderen Probeflächen ähnliche Differenzen zwischen Frühsommer- und Spätsommerkronenansprachen feststellen (NEUMANN 1985).

Im Tiroler Untersuchungsgebiet sind die Unterschiede vor allem auf jenen Probeflächen deutlich, bei welchen der Großteil der Probebäume bereits mittelstark bis stark verlichtet erschien (siehe Tabelle 2), während bei offensichtlich nicht, oder nur schwach verlichteten Fichten die Differenzen vernachlässigbar gering waren. Dieses Phänomen konnte im niederösterreich-oberösterreichischen Untersuchungsgebiet mit im allgemeinen geringeren Verlichtungsgraden nicht festgestellt werden.

Tabelle 2: Differenzen bei den Kronenansprachen (Ermittlung des durchschnittlichen Verlichtungsgrades) im Frühsommer und Spätsommer.

durchschnittlicher Verlichtungsgrad

FP.-Sondererhebung (Juni 1986)	mittlere Absolutabweichung zu WZI-Erhebung (Ende Juli-August 1986)
BFI Klasse 1,0 - 1,50	0,15
Reutte Klasse > 1,50	0,46
BFI Klasse 1,0 - 1,50 Freistadt	0,33
BFI Klasse > 1,50 Waidhofen/Th.	0,26

3.1.2 Schädigungen, Schadsymptome

Tabelle 3 zeigt einen Vergleich zwischen den Schadsymptomen, die bei der WZI-Aufnahme erhoben wurden und bei mehr als 10% aller untersuchten Bäume einer Probefläche auftraten.

Tabelle 3: Erfasste Schadsymptome: Vergleich der WZI-Aufnahme (1986) mit der forstpathologischen Untersuchung.

Schadsymptom	bei der WZI-Aufnahme			
	erfaßt		nicht erfaßt	
	BFI Reutte	BFI Freistadt, Waidhofen/Th.	BFI Reutte	BFI Freistadt, Waidhofen/Th.
Wipfelbruch	-	100%*	-	0%
Insekten	67%	0%	33%	100%
Waldweide	75%	-	25%	-
Schälschäden	0%	33%	100%	67%
Fällungs-, Rückeschäden	100%	86%	0%	14%
Fäule	100%	33%	0%	67%
Sturm	67%	27%	33%	73%

*..... Prozent der Probeflächen, an denen diese Symptome bei mehr als 10% aller Probebäume auftraten.

Bei der Waldzustandsinventur in Tirol wurde mit Ausnahme der Schälschäden, die zwar meist als Schäden erkannt, jedoch der Gruppe der Rückeschäden zugeordnet wurden, der Großteil der Schadfaktoren erfaßt. Im niederösterreichisch-oberösterreichischen Untersuchungsgebiet vermerkten die Taxatoren der Waldzustandsinventur nur die Wipfelbruch- und Fällungs- bzw. Rücke-

schäden in ihren Aufnahmeprotokollen entsprechend den forstpathologischen Untersuchungsergebnissen.

Von den nicht, oder unzureichend erfaßten Schäden fallen besonders die Schältschäden und die durch abgepeitschte und abgeschlagene Seitenäste erkennbaren Sturmschäden ins Gewicht, zumal diese auch mit freiem Auge leicht erkannt werden können.

Die Insektenschäden sind deshalb im Wald- bzw. Mühlviertel nicht erfaßt worden, weil sie nur mit geringer Intensität und auf relativ wenigen Probebäumen aufgetreten sind, und daher meist nur an gefälltten Probebäumen festgestellt werden konnten.

In diesem Zusammenhang sei noch erwähnt, daß die Tiroler WZI-Taxatoren im Außerfern bei vielen Probeflächen Schäden bzw. Schadenssymptome vermerkt hatten, welche im Rahmen der Detailuntersuchungen nicht, oder zumindest nicht im gleichen Ausmaß, bei den Fichtenprobebäumen diagnostiziert wurden. So wurden zum Beispiel die zahlreichen Bohrlöcher des für die Fichtenstämme harmlosen, daher apathologischen Fichtenrindennagekäfers *Anobium emarginatum*, der vor allem auf alten Fichten häufig vorkommt, als "schwerer" Insektenschaden eingestuft.

3.2 Beschreibung und Vorkommen der aufgenommenen Symptomkategorien

Die Tabellen 4, 5, 6, 7 bzw. die Abbildungen 3 und 4 geben einen Überblick über die wichtigsten, bzw. in den beiden Untersuchungsgebieten am häufigsten vorgekommenen Schadfaktoren.

Vergleicht man das Tiroler mit dem niederösterreichisch-oberösterreichischen Untersuchungsgebiet (Tab. 4 mit 5 bzw. Abb. 3 mit 4), so traten in beiden an sich stark differierenden Fichtenverbreitungsgebieten auf dem Großteil der Probeflächen Wurzelschäden und damit in engem Zusammenhang stehende Schäden durch Fäule auf.

Tabelle 4: Zusammenstellung der wichtigsten aufgetretenen Schadsymptome
in der BFI Reutte (Tirol)

Anzahl der Probeflächen: 13

untersuchte Probestämme: 370

Schadsymptome	gefunden auf			
	%-Anzahl d. Probestämme	%-Anzahl d. Probeflächen	%-Anzahl d. Probestämme v. betroffenen Probeflächen	mittlere Intensität
(Rot-)Fäule	18,6	100	18,6	2,0
Borkenkäfer	3,2	31	10,6	2,0
Fi.-Ri.-Nagekäfer	4,9	23	22,0	1,4
andere Insekten	5,7	23	26,0	1,4
Ersatzwipfelbildung, Wipfelbruch, Windwurf	2,2	54	4,1	-
Hagel	-	15	-	2,0
Lieferschäden	4,9	46	10,5	1,7
Steinschlag	11,4	54	21,0	1,6
Schältschäden	3,5	23	14,8	1,6
Wurzelschäden	15,4	85	18,2	1,6
Nadelverfärbung	8,9	69	13,0	1,7
verkürzte Nadeln	12,6	67	18,9	1,4
verkürzte Triebe	6,5	50	13,0	1,7
Adventivtriebe	13,2	50	26,5	1,5
vertrocknete Triebe	39,1	92	42,5	1,6
Waldweide	-	62	-	1,8

Tabelle 5: Zusammenstellung der wichtigsten aufgetretenen Schadsymptome
in den BFI Waidhofen/Thaya (NÖ) und Freistadt (OÖ)

Anzahl der Probeflächen: 14
untersuchte Probebäume: 450

Schadsymptome	gefunden auf			mittlere Intensität
	%-Anzahl d. Probebäume	%-Anzahl d. probeflächen	%-Anzahl d. Probebäume v. betroffenen Probeflächen	
(Rot-)Fäule	10,2	71,4	14,3	1,5
Borkenkäfer	0,9	7,1	12,7	2,0
Fi.-Ri.-Nagekäfer	1,6	14,3	11,2	1,5
andere Insekten	11,1	50,0	22,2	1,2
Ersatzwipfelbildung Wipfelbruch	15,3	92,9	16,5	-
Windwurf	-	35,7	-	1,4
Hagel	-	7,1	-	1,0
Lieferschäden	10,4	85,7	12,1	1,5
Fällungsschäden	13,8	78,6	17,6	1,7
Schälsschäden	7,6	50,0	15,2	1,5
Wurzelschäden	23,6	100,0	23,6	1,7
Nadelverfärbung	11,6	78,6	14,8	1,1
verkürzte Nadeln	2,2	35,7	6,2	1,1
Adventivtriebe	8,0	64,3	12,4	1,1
vertrocknete Triebe	21,8	100,0	21,8	1,3
Verzweigungsfehler	9,6	57,1	16,8	1,4
Triebverkürzungen	0,9	28,6	3,1	1,2
Sturmschäden	28,4	100,0	28,4	1,3

Proberflächen- nummer	Borkenkäfer	Pi-Ri-Nagekäfer	andere Insekten	Rotfäule	Sturm (abge- pötschte Triebe)	Wipfelbruch (Ersatztrieb.)	Hagel	Steinschlag	Laterschaden	Schältschaden	Wurzelschaden	Waldweide	Nadelverfärbung	verkürzte Nadeln	Adventivtriebe	vertrocknete Triebe	Trieberkürzung (Verzweigungsf.)	Hungertriebe	Nadelverlust	sonstige Schadssymptome	durchschnittl. Verlichtungsgrad	Gesamtschäd- lungszahl	
7	0	7																					
30	-	-	-	60	52	-	-	9	-	-	122	-	50	50	51	378	-	-	154	6	1,65	9 3 2	
31	9	-	-	6	-	3	-	3	-	-	6	-	-	-	-	13	-	-	29	37	1,33	1 0 6	
32	20	-	-	80	-	-	20	39	-	-	68	**	-	-	-	13	6	-	28	6	1,33	2 8 0	
33	-	-	-	68	-	-	-	-	3	-	65	**	-	+	+	+	+	+	-	-	1,30	1 3 6	
36	-	68	-	20	-	3	-	-	69	-	-	*	13	3	-	185	7	3	86	17	1,57	4 7 4	
37	16	-	-	145	-	4	-	171	8	-	39	-	12	8	-	158	-	-	135	24	1,66	2 2 6 7	
38	-	-	-	162	-	-	-	131	-	-	-	*	7	104	-	301	11	39	110	6	1,77	8 7 1	
39	-	144	-	14	-	-	-	7	-	68	104	-	7	6	54	211	11	-	124	12	1,50	7 6 2	
40	-	405	210	538	-	4	*	-	-	-	210	***	132	224	1248	1566	650	9	367	48	2,52	5 6 1 1	
44	-	-	69	320	9	-	***	97	14	-	13	-	108	513	3	1215	18	51	375	53	2,57	2 8 5 8	
45	-	3	-	14	-	3	-	-	-	3	10	*	-	-	-	69	-	-	36	18	1,40	1 5 6	
47	81	-	137	187	-	5	-	-	48	-	375	**	162	-	410	1752	-	-	300	-	1,95	3 4 5 7	
48	-	-	-	3	-	7	-	-	-	80	6	**	13	3	-	172	-	-	54	78	1,43	4 1 6	

+Diese Schadenssymptome wurden nicht erhoben

unspezifische Schadenssymptome

* einzeln
** deutlich
*** größten-
teils

Tabelle 6: Zusammenstellung der Schädigungszahlen aufgetretener Schadenssymptome in der BFI Reutte (Tirol).

Schädigungszahl = Häufigkeit (%) x Gewichtung d. Häufigkeit x Intensität

Proberflächen- nummer	Borkenkäfer	F1-R1-Nagekäfer	andere Insekten	(Rot)-Fäule	Sturm (abge- petzte Triebe)	Wipfelbruch (Bratzwipfelb.)	Windwurf	Hagel	Blitzschäden	Fällungsschäden	Schälsschäden	Wurzelschäden	Nadelverfärbung	verkürzte Nadeln	Adventivtriebe	vertrocknete Triebe	Trieberkürzung (Verzweigungsfäh.)	Hungertriebe	Nadelverlust	sonstige Symptome	durchschnittl. Verlichtungsgrad	Gesamtschädigungs- zahl
3 1 3	48	-	81	94	3	6	-	-	54	3	6	3	3	6	3	6	8	5	12	75	1,07	499
02	-	-	39	94	63	6	-	•	60	54	12	8	101	12	8	101	56	12	109	3	1,43	764
04	-	-	41	26	148	90	••	-	132	26	3	81	81	3	81	81	76	-	89	16	1,29	924
05	-	-	9	15	730	81	-	-	6	48	593	6	348	9	14	270	89	6	128	6	1,582	358
10	-	18	9	-	468	30	-	-	180	3	-	42	234	-	42	234	15	-	93	-	1,411	128
12	-	-	110	-	90	6	-	-	72	158	3	72	9	3	72	9	30	3	43	8	1,13	607
13	-	26	-	40	240	10	-	-	163	-	-	40	108	-	40	108	13	-	94	76	1,47	898
14	-	-	-	-	51	34	•	-	122	6	20	122	-	-	-	3	-	-	0	3	1,10	239
26	-	-	-	6	82	152	-	-	3	126	3	126	-	-	-	9	3	-	7	5	1,10	436
27	-	-	48	30	9	48	•	-	47	3	-	6	30	-	6	30	-	-	12	-	1,03	363
43	-	-	-	-	369	63	••	-	14	20	28	28	922	-	922	248	-	3	236	68	1,83	2085
4 0 2	-	-	-	48	45	3	-	-	9	130	6	6	8	-	-	8	-	-	0	84	1,06	417
01	-	-	-	20	52	7	•	-	80	180	3	3	54	-	3	54	3	-	87	-	1,50	882
03	-	-	-	47	40	-	-	-	26	207	3	3	3	-	-	3	-	-	11	3	1,10	381
04	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
07	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

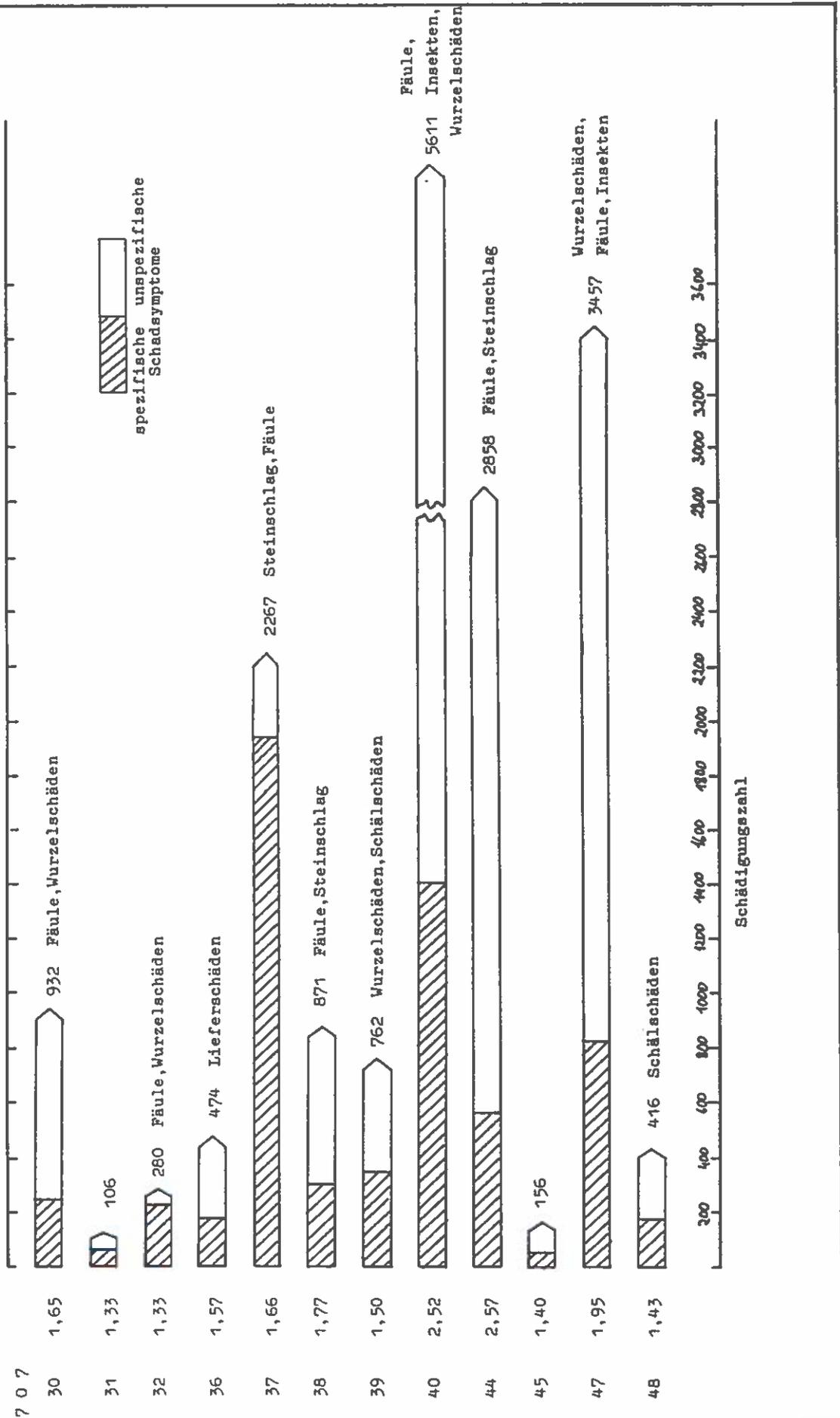
• einzeln
 •• deutlich
 ••• größten-
 teils

unspezifische Schadenssymptome

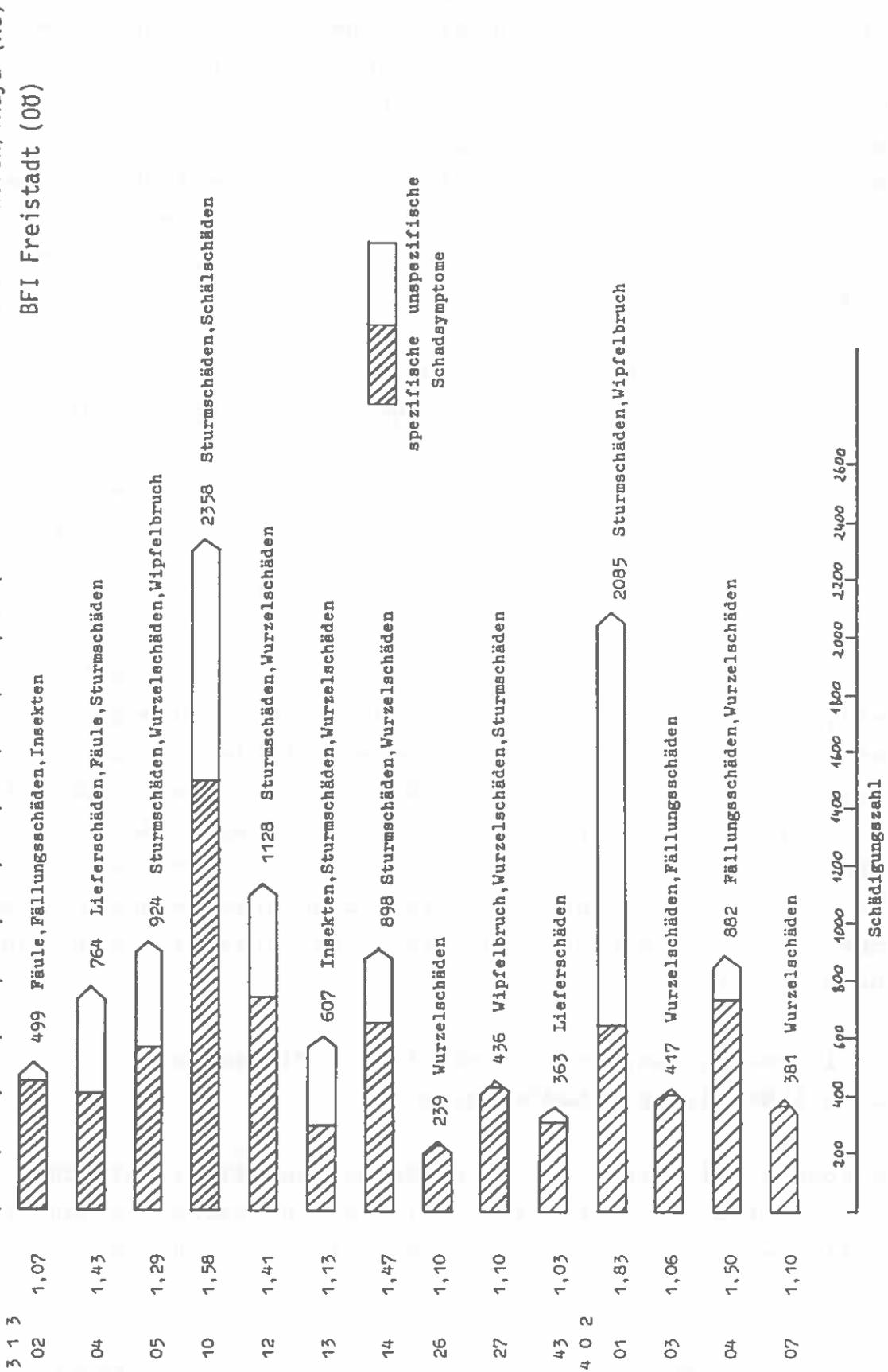
Tabelle 7: Zusammenstellung der Schädigungszahlen aufgetretener Schadenssymptome in der BFI Freistadt (402) und Waidhofen/Thaya (313).

Schädigungszahl = Häufigkeit(%) x Gewichtung d. Häufigkeit x Intensität

Abb. 3: Zusammenstellung der Gesamtschädigungszahlen der einzelnen WZI-Probeflächen BFI Reutte



Probe- Durchschn. Abb.4: Zusammenstellung der Gesamtschädigungszahlen der einzelnen WZI-Probeflächen
 fläche Verlicht.- BFI Waidhofen/Thaya (NO)
 NR Grad BFI Freistadt (OO)



200 400 600 800 1000 1200 1400 1600 1800 2000 2200 2400 2600
 Schädigungszahl

Im Außerfern betrug die Gesamtschädigungszahl des Symptoms "Fäule" 1617 (im Schnitt aller Probeflächen 124), im Wald- bzw. Mühlviertel 420 (im Schnitt 42). Den Wurzelschäden wurden in Tirol eine Gesamtschädigungszahl von 1018 (93) und im Wald- und Mühlviertel von 1706 (122) zugeordnet. Es sind jedoch im Tiroler Untersuchungsgebiet 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 Böhmi-schen Masse die Schädigungen vorwiegend durch unsachgemäße Fällung (79%) und Holzrückung (86%) verursacht wurden.

Von den unspezifischen Schadsymptomen sind in beiden Untersuchungsgebieten weitaus am häufigsten vertrocknete, abgestorbene bzw. absterbende Triebe festgestellt worden; in Reutte sogar bei 39,1% aller untersuchten Probebäume (Gesamtschädigungszahl 6033; Schnitt 503), im Bezirk Freistadt, Waidhofen bei knapp 22% der Fichten (S=1838; Schnitt 131). In beiden Fällen war die mittlere Intensität relativ gering (1,6 bzw. 1,3).

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 (KREHAN, HAUPOLTER 1987); (Abb. 5,6). In Tirol sind jedoch die Mittelwerte der Kronenindizes in den einzelnen Gesamtschädigungszahlklassen wesentlich höher als im niederösterreichisch-oberösterreichischen Untersuchungsgebiet.

3.2.1 Untersuchungsgebiet Außerfern (BFI Reutte)

3.2.1.1 Biotische Schadfaktoren

Es konnte auf keiner der 13 untersuchten WZI-Probeflächen besonders häufiges, primäres Auftreten von Insektenschäden festgestellt werden. Nur auf den bereits stark geschädigten Probeflä-

Abb.5: Abhängigkeit der Gesamtschädigungszahl vom durchschnittlichen Verlichtungsgrad der WZI-Probeflächen der BFI Reutte (Tirol)

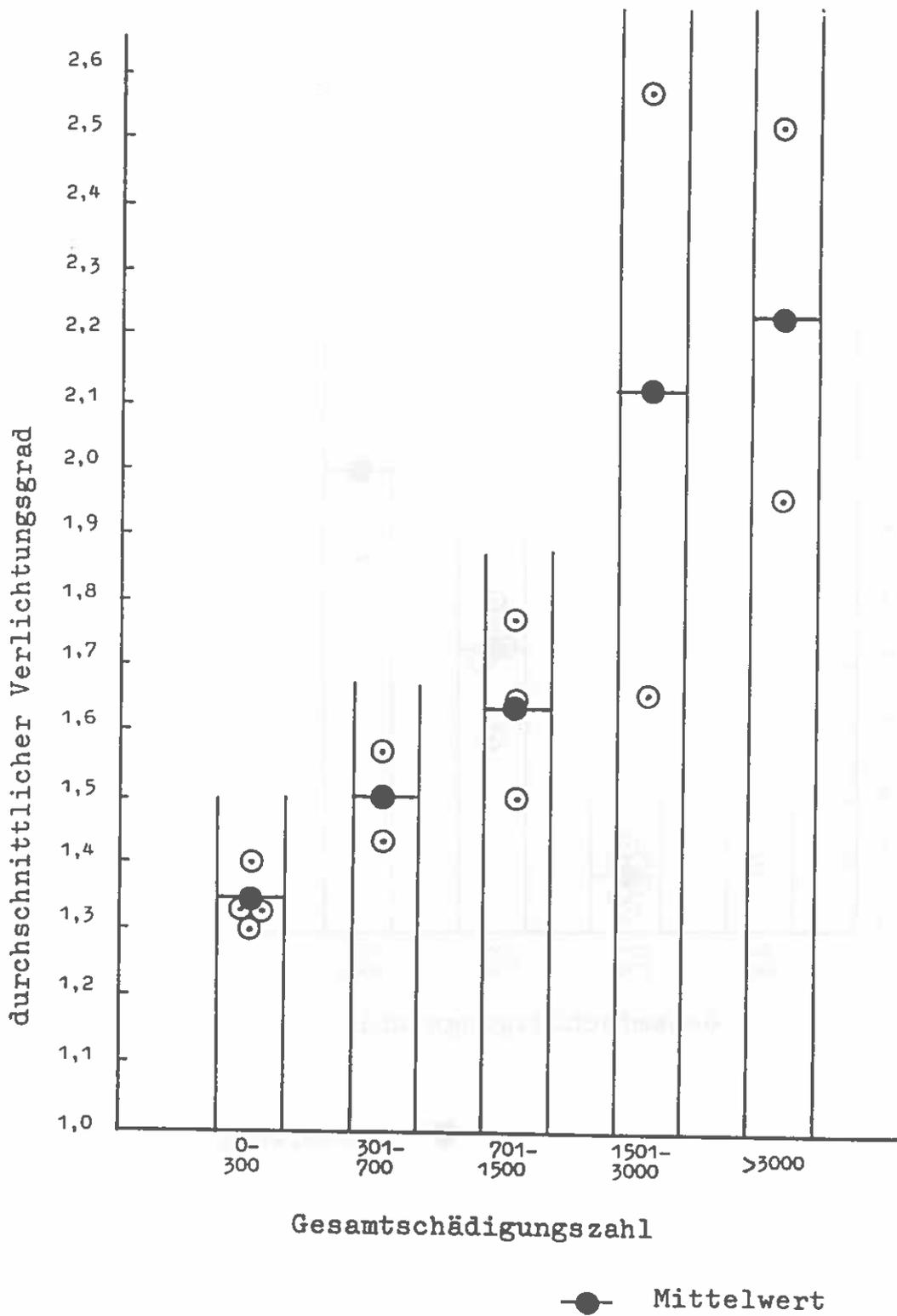
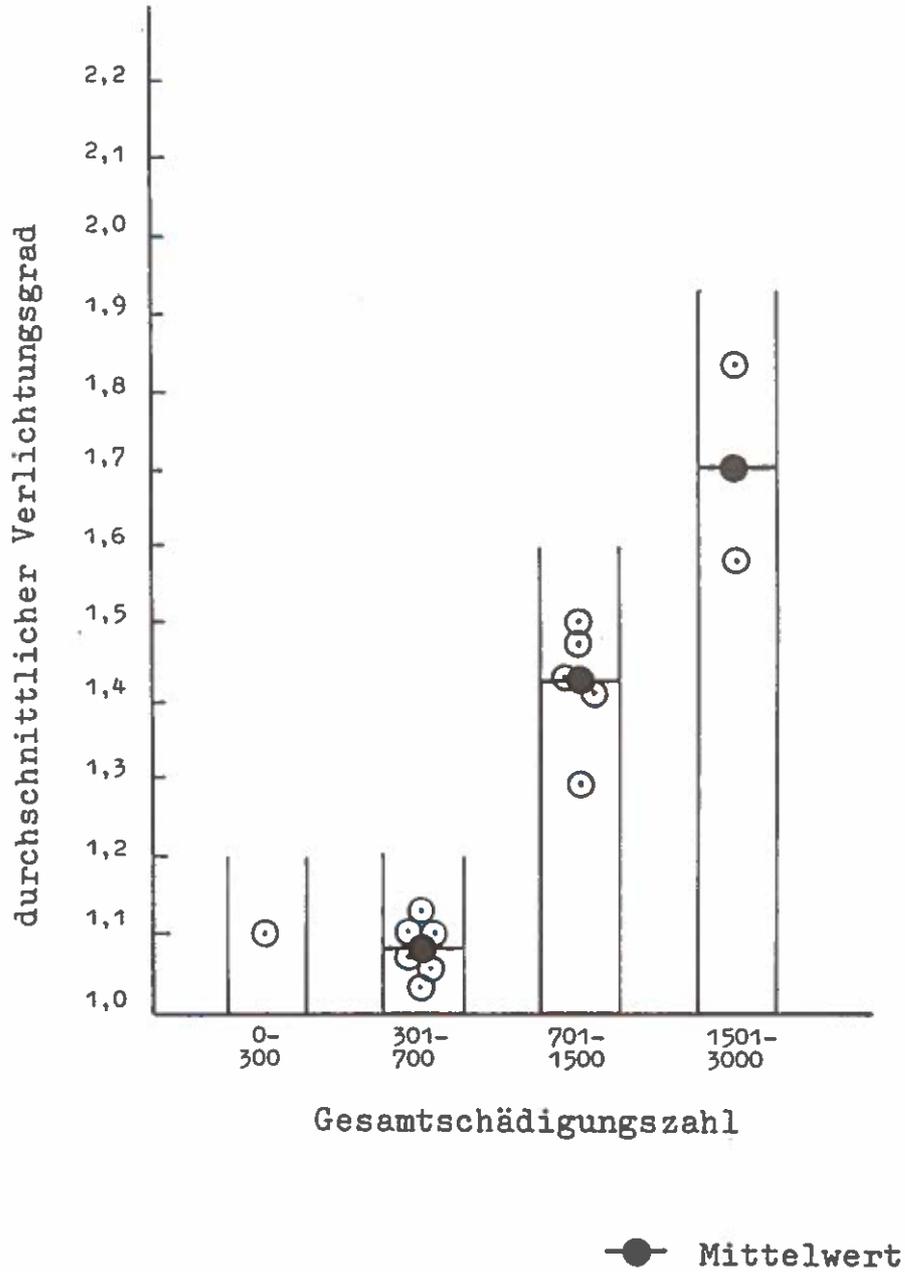


Abb.6: Abhängigkeit der Gesamtschädigungszahl vom durchschnittlichen Verlichtungsgrad der WZI-Probeflächen der BFI Waidhofen/Thaya und Freistadt



chen 707/40, 707/44 und 707/47 wurden an einigen Bäumen Borkenkäfer (*Ips typographus*, *Pityogenes chalcographus*, *Dendroctonus micans*), diverse Rüsselkäfer sowie Baum- und Gallenläuse (*Sacchiphantes* spp.) erkannt, Schädlinge also, die in irgendeiner Form zur Schwächung und Schädigung der untersuchten Fichten beigetragen haben.

Der bereits zitierte Fichtenrindennagekäfer (*Anobium emarginatum*), der auf 4 Probeflächen vorgefunden wurde, ist für die Fichte ungefährlich, da er nicht in den Holzkörper eindringt, sondern nur in der Rinde außerhalb der Kambialschicht alter Bäume frißt (erkennbar am dunklen Bohrmehl).

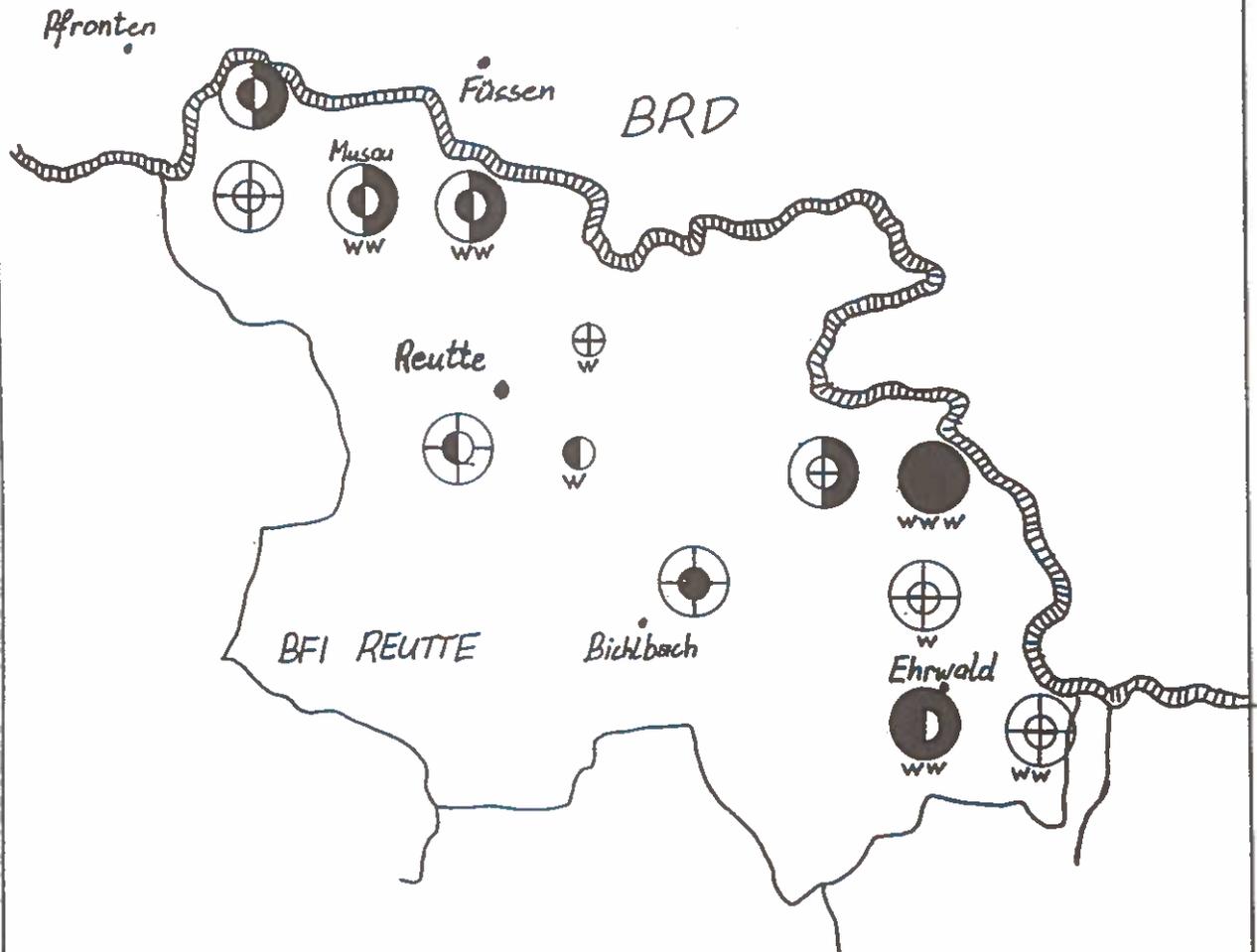
Eine wesentlich größere Bedeutung als die Schäden durch Insekten haben im Untersuchungsgebiet die Schäden bedingt durch Weidevieh und Wild. SCHEIRING (1987) weist auf die in den letzten Jahren wieder zunehmende Belastung durch Weidevieh in den Tiroler Gebirgswäldern hin, und bezeichnet die waldgefährdenden Wildschäden als nach wie vor gegebene Hauptbelastung für die Tiroler Waldbestände.

Dies konnten auch die forstpathologischen Untersuchungen bestätigen. Es besteht ein enger Zusammenhang zwischen der Trittbelastung des Waldbodens durch Wild- und Weidevieh, den damit verbundenen Wurzelschäden und dem Auftreten von Stamm- und Wurzelfäulen (Abb.7).

Die zahlreichen Wurzelverletzungen (an den verharzten Wunden der meist oberirdisch verlaufenden Wurzelstränge sichtbar) waren aber auch durch andere Faktoren, wie unsachgemäße Holzlieferung und Holzfällung bzw. durch Steinschlag verursacht.

Auf den Probeflächen 707/31 (Falkenstein) und 707/39 (Plansee) konnten die Spuren hoher Schalenwilddichten nicht nur an der fehlenden Verjüngung (Verbiß) und den Schältschäden, sondern vor allem an den Tritts Spuren infolge intensiven Wildwechsels festgestellt werden. Auf diesen beiden Probeflächen waren die Wurzelverletzungen fast ausschließlich darauf zurückzuführen (siehe

Abb. 7: Verbreitung von Fäule , Wurzelschäden und Waldweide



Schädigungszahl

Schädigungszahl	Fäule	Wurzelschäden	Waldweide (Intensitätsstufen)
0	○		
1-50	⊕	⊕	w...einzeln
51-200	◐	◐	ww...deutlich
>200	●	●	www...größtenteils

Punkte in Abbildung 7 ohne W, aber mit mittelstarken Wurzelverletzungen).

3.2.1.2 Abiotische Schadfaktoren

Die Schäden durch Sturm, Eisanhang, Hagel und Schnee waren in diesem Untersuchungsgebiet offensichtlich nur von lokaler Bedeutung, soferne sich diese durch die Beurteilung von stehenden Probebäumen genau feststellen ließen (Hagel).

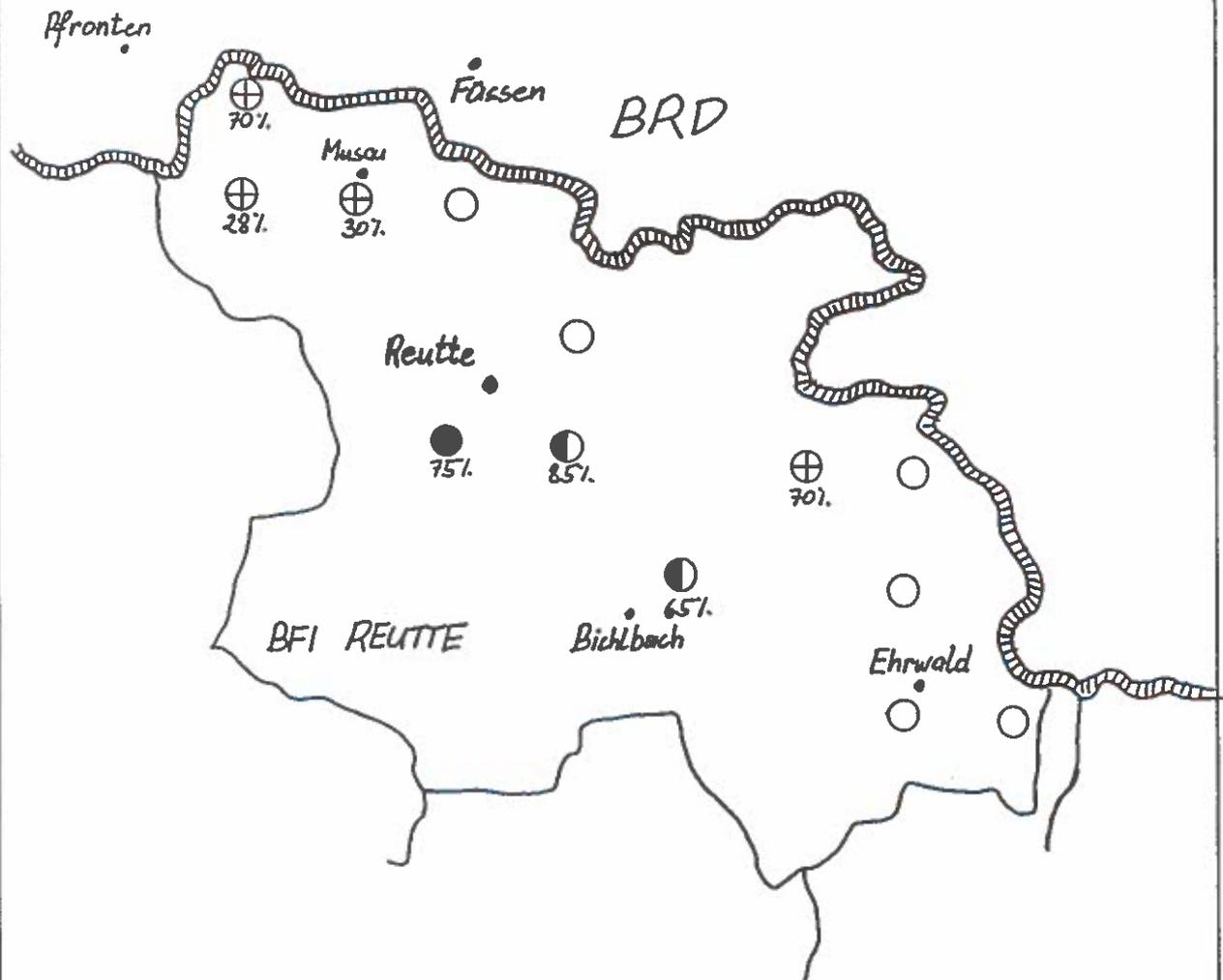
Bei Betrachtung von Tabelle 6 fällt jedoch auf, daß gerade auf den beiden Probeflächen 707/40 (Ehrwald Schöberle) und 707/44 (Bichlbach) mit den höchsten durchschnittlichen Verlichtungsgraden (2,52 und 2,57) Hagelspuren festgestellt wurden. Es ist also ein Zusammenhang zwischen Kronenverlichtungen von Fichten und Hagelschlag durchaus möglich.

Auf Grund der Steilheit der Hänge (bis zu 85% Neigung), auf denen zahlreiche Waldbestände im Untersuchungsgebiet stocken, war es nicht verwunderlich, an 11,4% aller Probebäume Steinschlagschäden vorzufinden. Besonders deutlich sichtbar waren diese auf der Probefläche 707/37 (Reuttener Klause), wo - als Folge eines Wegebau - exzessive Sprengungen fast alle Bäume unterhalb des nicht LKW-befahrbaren Weges bis zu einer Entfernung von ca. 50 m beschädigt hatten. (Abb.8; schwarzer Punkt).

3.2.1.3 Unspezifische Schadsymptome

Die meisten Schadsymptome im Kronenbereich der Probebäume sind, soferne sie nicht als unmittelbare Folge eines aktuellen Befalls z.B. eines Insektenschädling oder eines pflanzenpathogenen Pilzes (z.B. Lophodermium sp.) auftreten, relativ unspezifisch. Der Baum reagiert je nach Konstitution auf eine vorangegangene Schädigung oder Schwächung mit den bekannten, noch mehrere Jahre lang sichtbaren Symptomen Nadelverlust, Nadelverfärbung, Nadel- und Triebverkürzung, vertrocknete Triebe, Adventivtrieb Bildung (siehe dazu nähere Erläuterungen auf den folgenden zwei Seiten)

Abb. 8: Verbreitung von Steinschlagschäden im Zusammenhang mit der Hangneigung in Prozent



Schädigungszahl

0	○
1-50	⊕
51-200	◐
>200	●

usw., die dann allgemein als Symptome des Waldsterbens bezeichnet werden, aber nur geringe Aussagekraft über die eigentlichen Ursachen dieser Reaktion des Baumes haben.

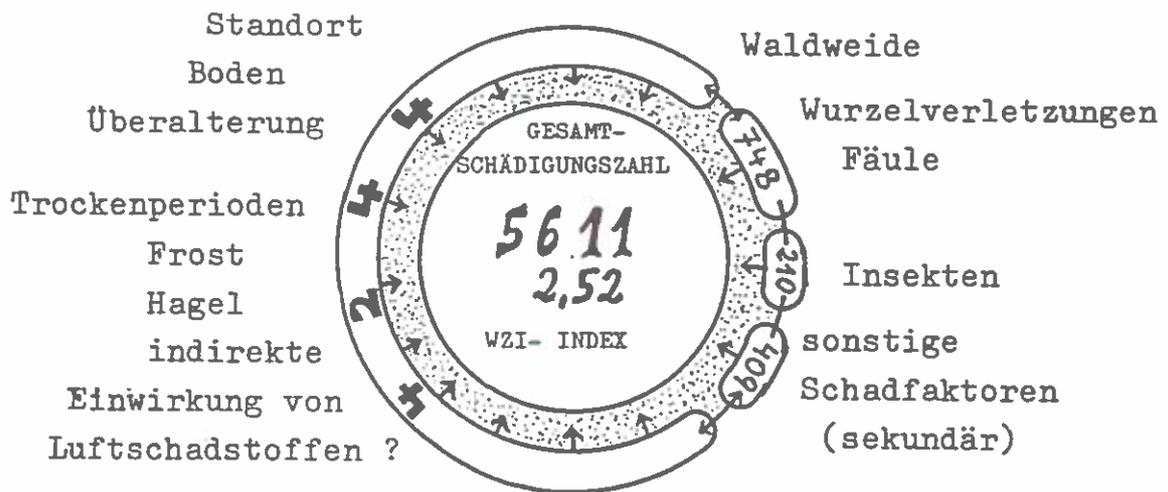
Im Tiroler Untersuchungsgebiet traten eine ganze Reihe solcher unspezifischen Schadsymptome auf, deren zugeordnete Schädigungszahlen 65% der Gesamtschädigungszahl ausmachten. Besonders häufig kamen vertrocknete Triebe vor (92% aller Probeflächen), jedoch auch Nadelverfärbungen (meist oberseitige Vergilbungen) sowie Trieb- und Nadelverkürzungen konnten wiederholt festgestellt werden.

Eine mögliche Ursachenerklärung soll am Beispiel einer Probefläche (710/40), die besonders hohe Schädigungszahlen aufwies, und die auch im durchschnittlichen Verlichtungsgrad (2,52) weit über dem Durchschnitt der untersuchten Probeflächen lag, versucht werden.

Abbildung 9 zeigt die Gesamtbeeinträchtigung der Probefläche durch die diversen Schadfaktoren, die ihrerseits jedoch wiederum direkt oder indirekt miteinander in Verbindung stehen. Solche waren auf dieser Probefläche:

- * Intensive Trockenperioden im Jahre 1976 und (oder) im Jahre 1979.
- * Wiederholte Frostschädigung vor allem der schlecht mit Nährstoffen versorgten Nadeln im mittleren Kronenbereich, während die Nadeln im Wipfelbereich davon weniger betroffen waren.
- * Auf Grund der Höhenlage (910m) ist eine Einwirkung von Luftschadstoffen denkbar. Das Vorhandensein von Flechten, selbst auf den am stärksten geschädigten Bäumen, die geringen Schwefelgehalte in den Nadeln der nächstgelegenen Bioindikatornetzprobepflanzen (STEFAN 1987 Interner Bericht), und der auch bei anderen Baumarten (Tannen, Buchen, Ahorn) dieser Probefläche vorherrschende Typus der Entnadelung bzw. Entlaubung (siehe Abb.10) schließen jedoch die Beeinträchtigung der untersuchten Probepflanzen durch herkömmliche Luftschadstoffe wie SO_2 weitgehend aus.

Abb.9: Schadursachenkomplex am Beispiel der WZI-Probefläche 707/40



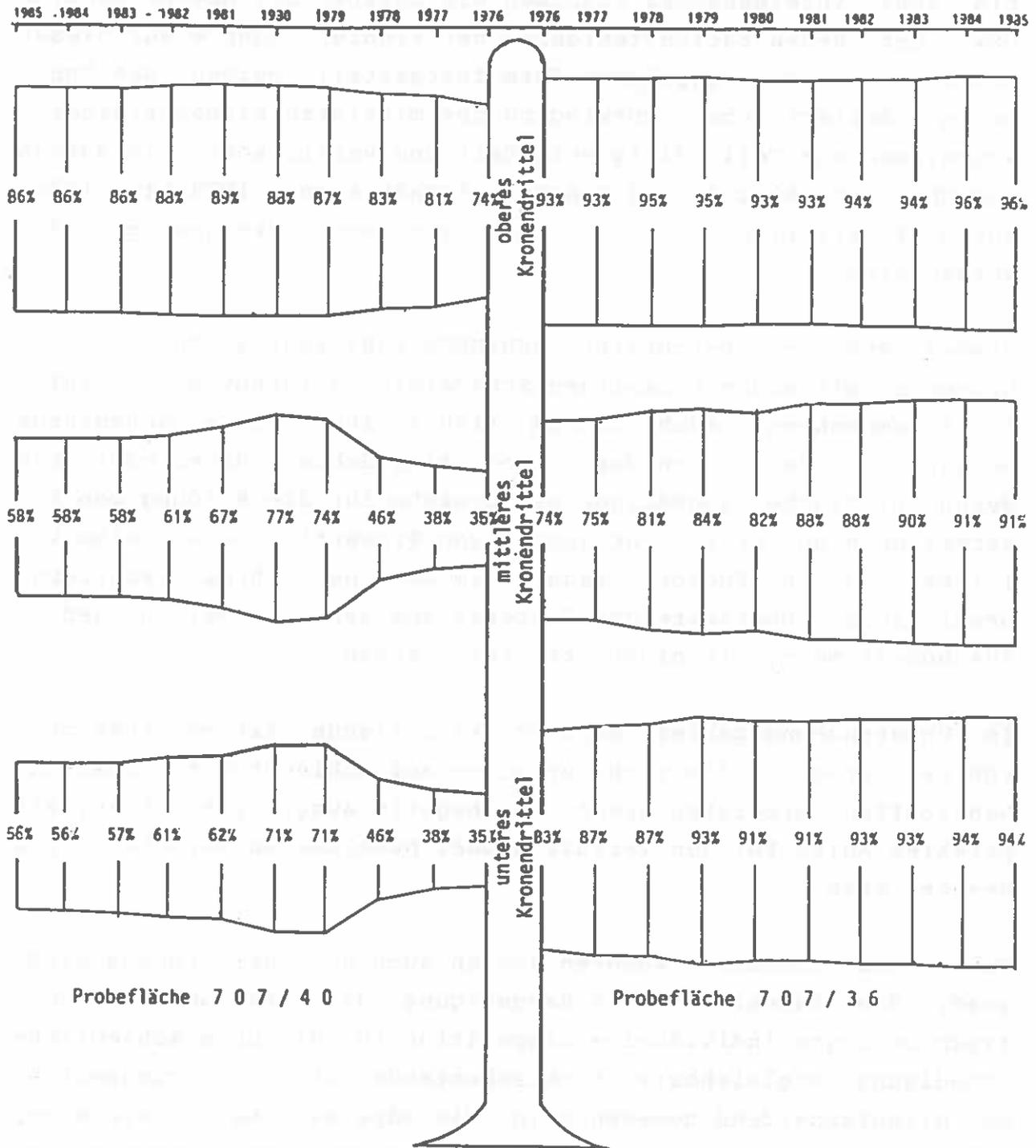


Abb.10: Vergleich der mittleren Gesamtbenadelung in Prozent pro Nadeljahrgang aller untersuchten Probebäume zweier WZI-Probeflächen der BFI Reutte (Tirol)

Ein sehr interessantes Phänomen als Zeichen der Abwehrreaktion bzw. der Regenerationsfähigkeit der Fichten konnte auf dieser Probefläche in ausgeprägter Form festgestellt werden. Die "normalen" Seitentriebe, vorwiegend des mittleren Kronenbereiches, erschienen zum Teil völlig entnadeln und vertrocknet, sie wurden jedoch seit etwa 7 - 10 Jahren (Schadereignis 1979 bzw. 1976) durch Ersatztriebe ersetzt, die aus Adventivknospen gebildet worden sind.

Dieses Phänomen beschreibt REHFUESS 1983 sehr ausführlich und bringt es mit einem einmaligen Schadereignis (Schüttepilzbefall) in Zusammenhang. Auch GRUBER (1987) führt große mechanische Belastungen der Kronen durch Wind, Eis, Schnee, Hagel oder auch durch biotische Schädlinge als Ursache für die Bildung von Ersatztrieben an. Er spricht jedoch von Proventivtrieben, also von Trieben, deren Knospen regulär im Zuge der Jahrestriebbildung basal an der Oberseite der Jahrestriebe gebildet werden, jedoch für unbestimmte Zeit nicht aktiviert werden.

Im Untersuchungsgebiet dürften klimatische Extremsituationen (Dürre, Frost), die sich vor allem auf schlecht mit Wasser und Nährstoffen versorgten Standorten negativ ausgewirkt hatten, als primärer Anlaß für den Verlust großer Nadelmassen verantwortlich gewesen sein.

Neben dem Standort könnten jedoch auch noch der Kronenschlußgrad, die Exposition, die Hangneigung, das Alter und die genetisch bedingte individuelle Disposition für die unterschiedliche Schädigung vergleichbarer Fichtenbestände durch Witterungsextreme mitentscheidend gewesen sein. Wie wäre es sonst zu erklären, daß nur 4 km von dieser soeben besprochenen Probefläche entfernt bei einer anderen Probefläche im gleichen Tal, in gleicher Höhenlage und Exposition, aber mit einem Bestand unterschiedlichen Alters (152 statt 230) und unterschiedlichem Schlußgrad ("geschlossen" statt "locker") sowohl die Schädigungszahlen, als

auch der durchschnittliche Verlichtungsgrad bei beachtlich geringer waren.

Vergleiche Probefläche 707/40: GSZ = 5611, WZI-Index = 2,52 mit
707/45: GSZ = 105, WZI-Index = 1,40.

Abbildung 11 zeigt den Zusammenhang zwischen dem Auftreten vertrockneter, abgestorbener Triebe, von Adventivtrieben und Nadelverfärbungen. Aus dieser Abbildung kann man entnehmen, daß Adventivtriebe überall dort gebildet wurden, wo bei mehr als 30% (Schädigungszahl > 200) aller untersuchten Fichten Triebe vertrocknet waren. Die Adventivtrieb Bildung ist also als ausschließliche Folge von Zweigtrocknis zu sehen und keinesfalls umgekehrt.

3.2.2 Untersuchungsgebiet Waldviertel Mühlviertel

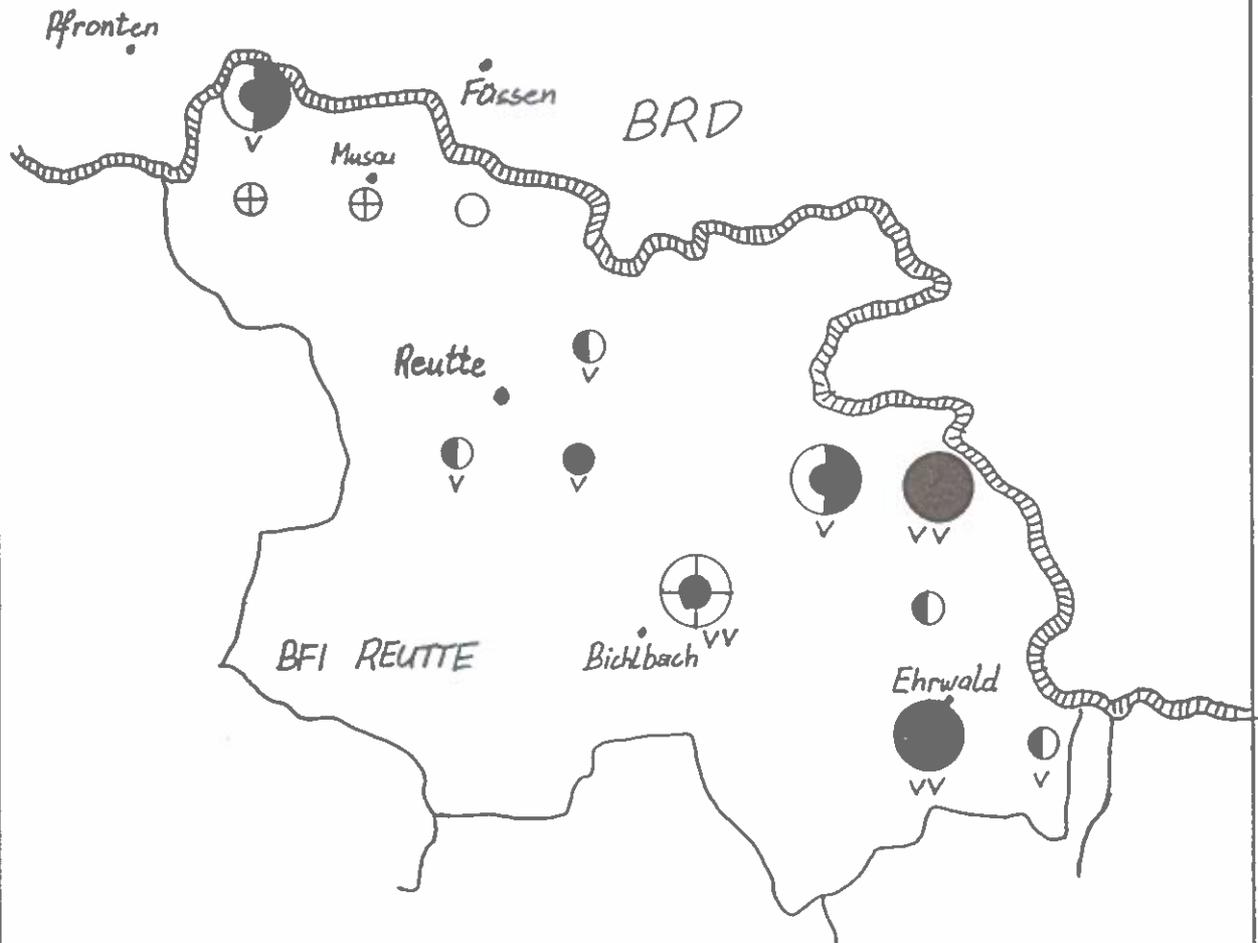
3.2.2.1 Biotische Schadfaktoren

Insektenschäden spielen auf den untersuchten Probeflächen des Wald- bzw. Mühlviertels nur eine untergeordnete Rolle. Es wurden zwar vor allem an den gefälltten Probestämmen des öfteren Spuren von Insektenfraß festgestellt, (z.B. Knospentriebwickler, Fichtengallenlaus, Riesenbastkäfer und andere Borkenkäfer), diese waren jedoch auf Grund ihrer geringen mittleren Intensität und ihres relativ isolierten Vorkommens für den Gesamtschädigungskomplex nicht bedeutend.

Eine mögliche Beteiligung von saugenden Schädlingen (Läuse, Zwergzikaden) an der schwachen Gelbsprenkelung vieler Fichtennadeln ist sehr wahrscheinlich, und müßte noch genauer überprüft werden.

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 worden war, bereits mit einem Wundfäuleerregerpilz infiziert sein kann. Abbildungen 12, 13 zeigen die Verbrei-

Abb.11: Verbreitung der wichtigsten unspezifischen Schadsymptome



Schädigungszahl

	vertrocknete Triebe	Adventivtriebe	Nadelverfärbung
0	○	○	-
1-50	⊕	⊕	V
51-200	◐	◐	VV
>200	●	●	VVV

tung der Fäule im Untersuchungsgebiet und setzen die festgestellten Liefer-, Fällungs- und Wurzelschäden bzw. Schältschäden in Beziehung dazu.

3.2.2.2 Abiotische Schadfaktoren

Auf 28,4% aller Probebäume (100% aller Probeflächen) waren Sturmschäden (abgeschlagene, abgepeitschte Seitenzweige) zu erkennen, auf 93% aller Probeflächen konnten Wipfelbrüche bzw. Ersatzwipfelbildung festgestellt werden. Die Ersatzwipfelbildung kann allerdings auch auf eine Schädigung der Wipfeltriebknospen (z.B. durch Wicklerfraß) zurückzuführen sein. Bei 36% aller Probeflächen konnten sogar Windwürfe (jüngeren Datums) mit einer mittleren Intensität von 1,4 bemerkt werden.

Diese Zahlen 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 Gesamtschadenkomplex dieser Waldbestände spielen.

So wurden auch jenen Probeflächen mit dem größten Schadausmaß (313/10 Nebelstein GSZ 2358 WZI-Index 1,58, 402/01 Sandl-Unterswald GSZ 2085 WZI-Index 1,83) 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.

3.2.2.3 Unspezifische Schadsymptome

Von den unspezifischen Schadsymptomen waren vertrocknete, abgestorbene Triebe wieder am häufigsten. Aber auch vereinzelte bis mittelstarke Nadelverfärbungen (Gelbspitzigkeit bzw. Gelbsprenkelung) sowie Adventivtriebbildung konnten auf 78,6% bzw. 64,3% aller Probebäume erfaßt werden (Abb. 14).

Abb.12: Verbreitung von Fäule im Zusammenhang mit Wurzelverletzungen, Fällungs- und Lieferschäden

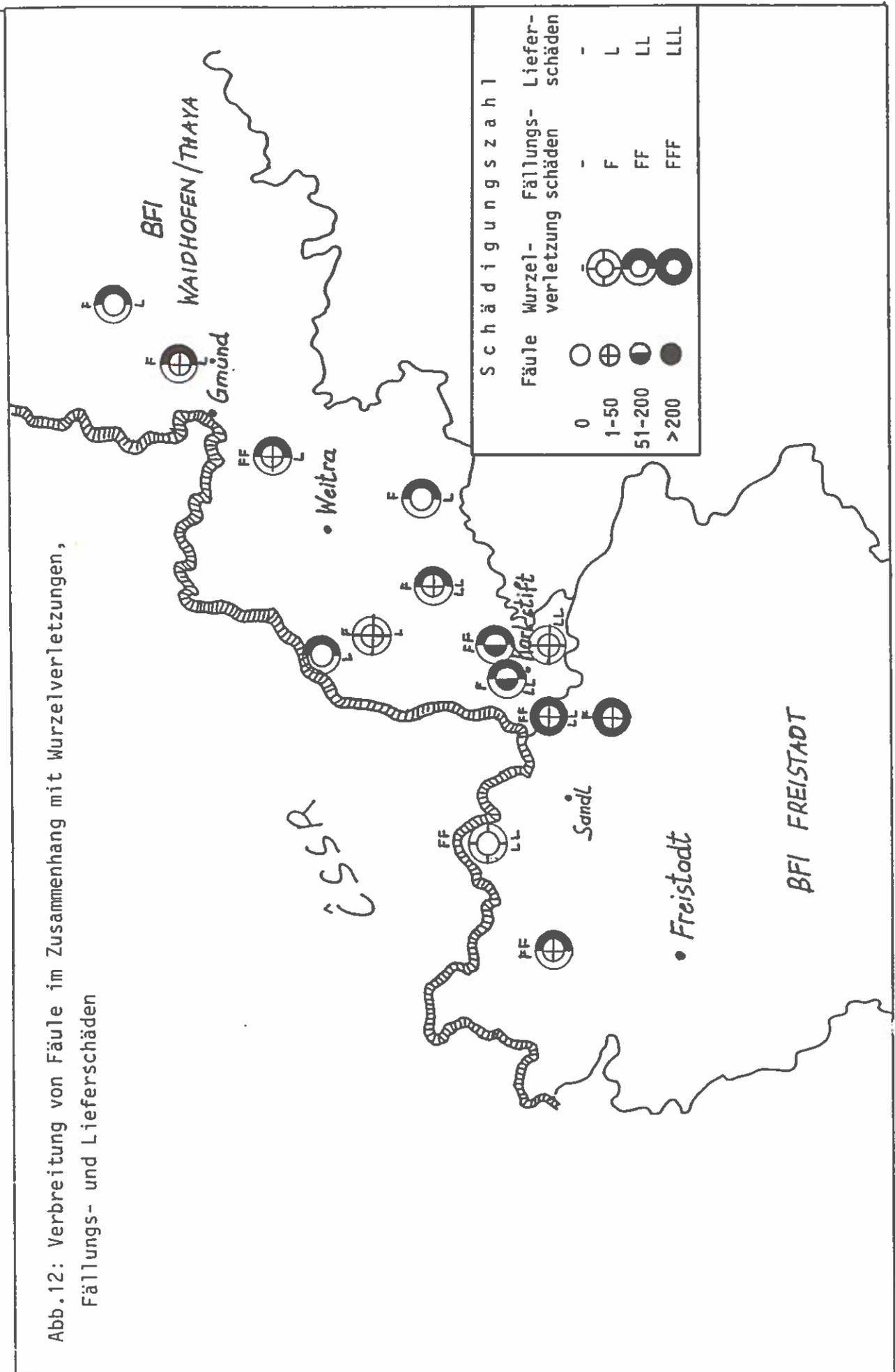


Abb.13: Verbreitung von Fäule im Zusammenhang mit Schälschäden

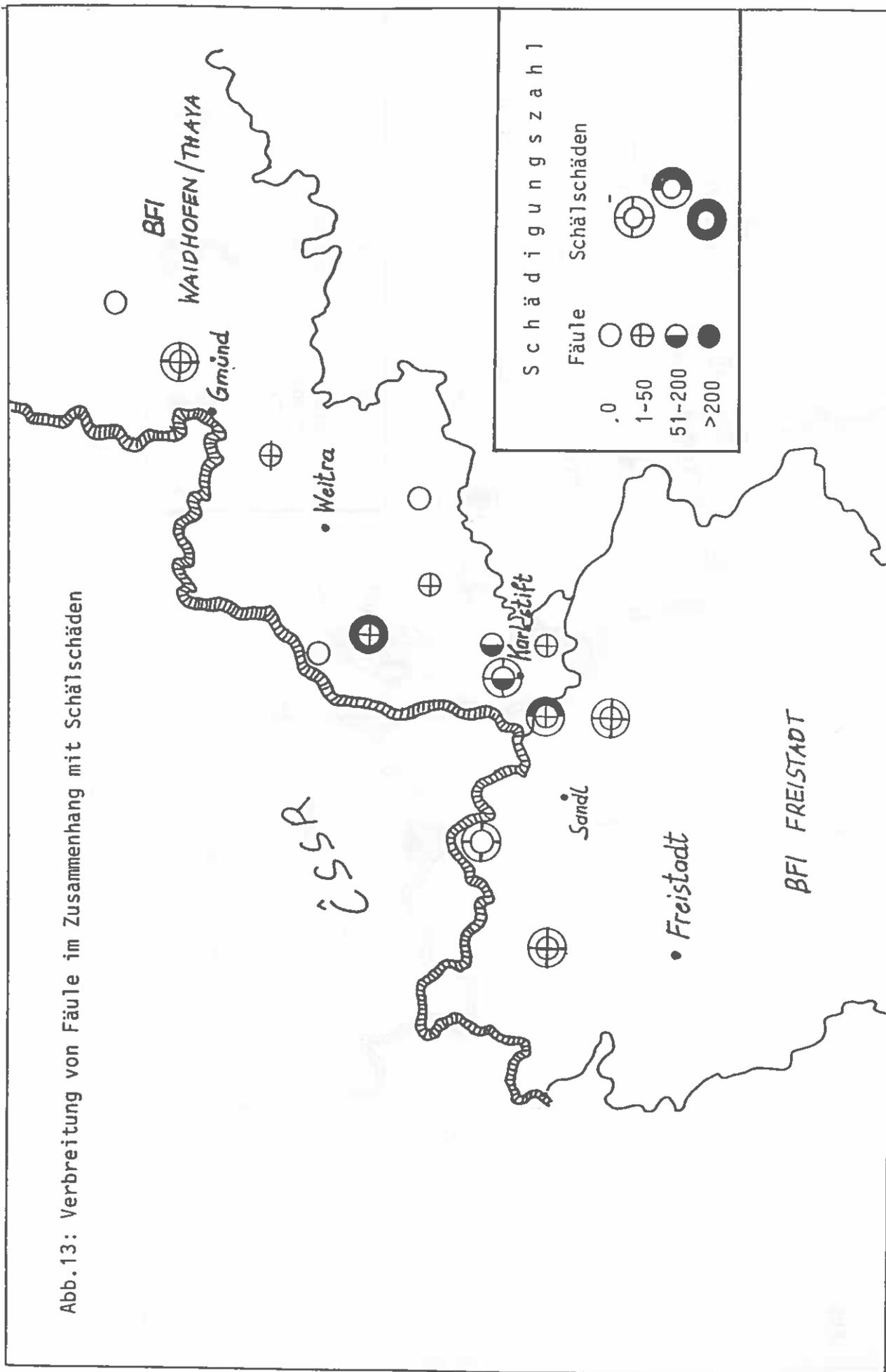
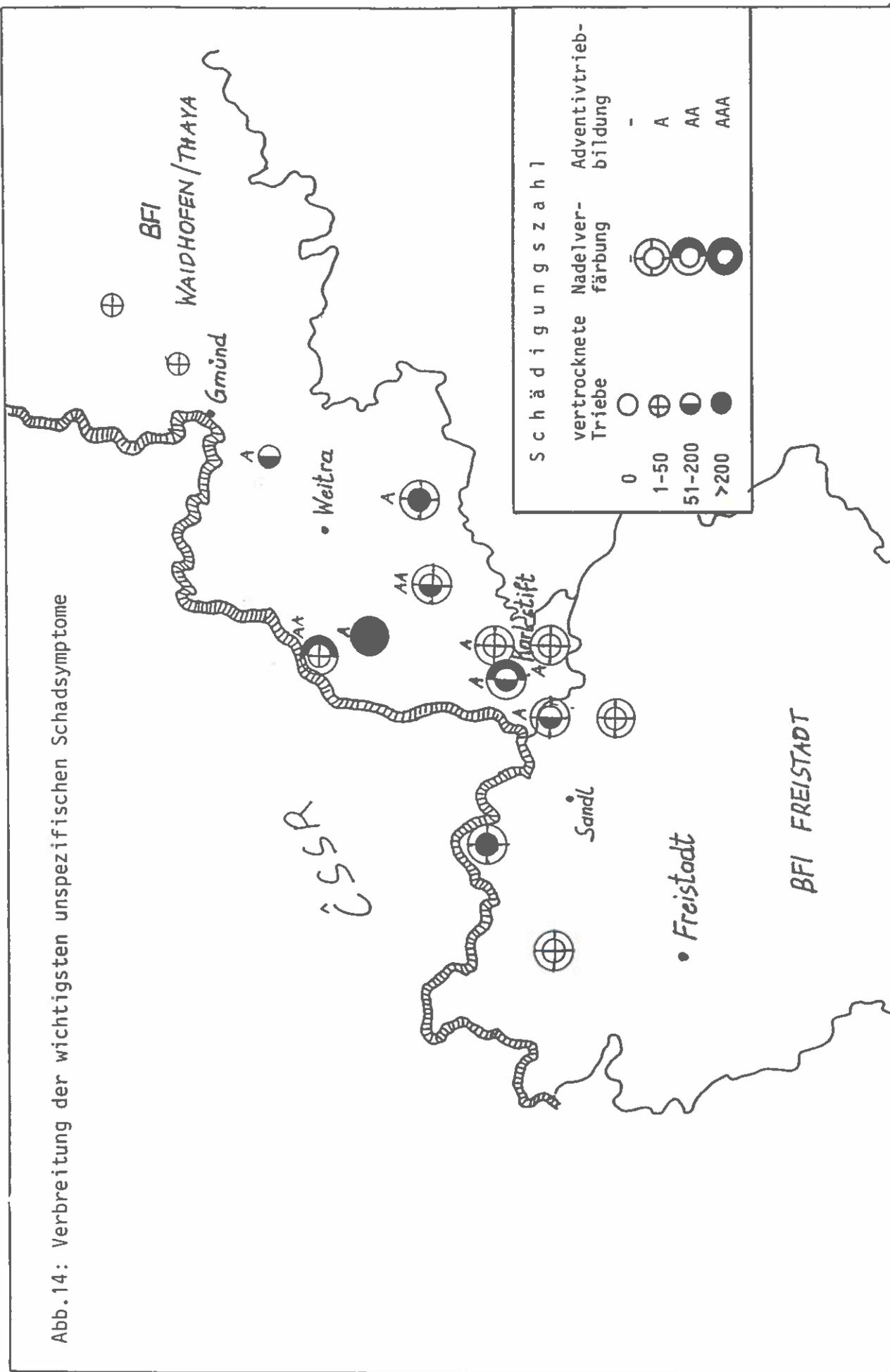


Abb.14: Verbreitung der wichtigsten unspezifischen Schadenssymptome



3.3 Vorläufige Ergebnisse zuwachskundlicher Untersuchungen

3.3.1 BFI Reutte

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 707/47 (Ehrwald-Lärchenwald) ein bereits lang andauernder (etwa seit 1930) Zuwachsrückgang bemerkbar machte, der - der 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.

Spuren "neuartiger Waldschäden" können anhand der Zuwachsanalysen dieser Probebäume nicht festgestellt werden.

3.3.2 BFI Waidhofen/Thaya, Freistadt

Im Untersuchungsgebiet der Böhmischen Masse wurden von 33 Probebäumen aus 11 Probeflächen Zuwachsanalysen durchgeführt. Nach der Auswertung der BHD-Stammscheiben läßt sich insofern eine klare Aussage treffen, daß seit dem Jahre 1953 eine langfristig steigende oder gleichbleibende Wachstumstendenz bei den einzelnen Probebäumen überwiegt. Kurzfristige nicht länger als 2 Jahre andauernde Zuwachsdepressionen sind zwar häufig zu bemerken gewesen, diese sind aber als normale Reaktion des Baumes auf Trockenjahre wie z.B. 1947, 1950, 1976 oder 1980 und auf Insektenkalamitäten wie 1948 bis 1951 anzusehen. Besonders hervorzuheben ist auch das Ansteigen des Zuwachses bei den meisten Probebäumen im Jahre 1984 und 1985.

Die Ursache für die langfristig sinkende Zuwachsleistung in der Zeit vor 1951 (52) dürfte in der unterlassenen Pflege und Wuchsraumregulierung der damals ca. 40 - 60-jährigen Fichten während der Kriegs- und ersten Nachkriegsjahre begründet sein. Erst nach dem großen Schadholtzanfall mit den damit verbundenen Insektenkalamitäten konnte die Zuwachsleistung wieder angehoben oder zumindest langfristig konstant gehalten werden.

4. DISKUSSION

Die untersuchten Fichtenprobestämme im Tiroler Außerfern und im Mühl- und Waldviertel repräsentieren zwei grundsätzlich unterschiedliche Fichtenverbreitungsgebiete. Dennoch konnten hinsichtlich ihres Schadfaktorenkomplexes einige Ähnlichkeiten festgestellt werden. Das häufige Auftreten von Stamm- bzw. Wurzelfäule und zahlreiche vertrocknete, abgestorbene Triebe, die meist durch nachfolgende Adventivtriebe ersetzt worden sind, können als wichtigste Gemeinsamkeiten zwischen den untersuchten Tiroler und den nordösterreichischen Fichten genannt werden. Auch die Art der Kronenverlichtung der Fichtenprobestämme (stärkster Nadelverlust im mittleren Kronendrittel) ist in beiden Untersuchungsgebieten ähnlich (Abb.15).

Die daraus abgeleitete Folgerung, in beiden Gebieten könnten die gleichen Schadursachen für den zum Teil sehr schlechten Gesundheitszustand der Fichtenbestände verantwortlich sein, kann jedoch nicht für alle Bereiche des umfangreichen Schadursachenkomplexes geltend gemacht werden.

4.1 Beteiligung von Immissionen am Schadfaktorenkomplex

4.1.1 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 Untersuchungsgebiet kaum räumlich zusammenhängende Schadflächen mit vergleichbaren Symptomen gibt, muß man auch die schäd-

liche Einwirkung von Luftschadstoffen via Ferntransport als Primärschadfaktor zur Diskussion stellen.

Die Nadelanalysen im Rahmen der Bioindikatornetz (BIN)-Untersuchungen, haben in der BFI Reutte bei den Grundnetz- und Verdichtungspunkten im Jahre 1985 und 1986 keine absolute Überschreitung der Grenzwerte der zweiten Verordnung gegen forstschädliche Luftverunreinigungen § 5 (1)b für Schwefel ergeben. Bei den landeseigenen Tiroler Netzpunkten ergaben die Schwefelanalysen der Fichtennadeln nur im Ballungsraum Reutte (Planseewerk) eine einmalige Überschreitung des Grenzwertes für Schwefel im Jahr 1985 (Gesamtklassifikation 3) (AMT DER TIROLER LANDESREGIERUNG - LANDESFORSTDIREKTION 1987; STEFAN 1987).

Auch durch die Luftmeßstellen im Bezirk Reutte in Vils, bzw. im Zentrum von Reutte konnten, abgesehen von Einzelfällen im Winterhalbjahr, keine Überschreitungen der SO_2 -Grenzwerte nachgewiesen werden. Es gibt zwar Hinweise für erhöhte kurzzeitige Belastungen durch SO_2 -Emissionen, die als Folge von bestimmten Luftströmungsverhältnissen vom Böhmischem Raum über Bayern bis an die Nordtiroler Alpen reichte (AMT DER TIROLER LANDESREGIERUNG LFD 1987), doch darf man auf Grund der BIN-Ergebnisse 1983-1986 der Schwefelimmisionseinwirkung im Außerfern keine übergeordnete Bedeutung am Schadursachenkomplex der Fichtenbestände beimessen.

In der Böhmischen Masse ist die Schwefelbelastung der untersuchten Fichtenbestände an Hand der Nadel- und Luftanalysen höher als im Tiroler Raum, obwohl die Schädigungszahlen im Schnitt geringer sind.

Tabelle 8 zeigt die jährliche Veränderung der Schwefelgehalte bzw. deren zugeordnete Klassifizierungszahlen der jüngsten beiden Nadeljahrgänge der Bioindikatornetzprobebäume. Im Außerfern blieb die Belastung zwischen 1984 und 1986 praktisch unverändert gering.

Tabelle 8: Klassifizierung der Schwefelgehalte in den Fichtennadeln der Bioindikatornetz-Probeebäume aus dem Untersuchungsgebiet

BIN-Punkt NR	1984			1985			1986		
	J1	J2	G	J1	J2	G	J1	J2	G
BFI Freistadt (OÖ)									
403/08	1	1	1	2	2	2	2	1	2
403/09	2	2	2	3	3	3	3	2	3
403/12	2	1	2	3	2	3	2	2	2
403/13	2	2	2	2	2	2	3	2	3
403/15	1	2	2	3	2	3	3	1	2
403/01	1	1	1	1	1	1	1	1	1
BFI Waidhofen/Th.(NÖ)									
312/03	2	2	2	3	2	3	3	3	3
312/04	2	3	3	3	3	3	2	3	3
312/06	2	2	2	3	2	3	3	3	3
312/12	1	1	1	2	1	2	2	1	2
312/13	1	1	1	2	1	2	2	1	2
312/14	2	2	2	3	2	3	3	2	3
312/15	2	2	2	3	2	3	3	1	2
312/16	2	2	2	3	2	3	3	2	3
312/21	2	2	2	3	2	3	3	2	3
312/25	2	1	2	3	2	3	2	1	2
BFI Reutte (Tirol)									
710/01	2	1	2	2	2	2	2	1	2
710/02	1	1	1	1	1	1	1	1	1
710/03	2	1	2	2	1	2	2	1	2
710/04	1	1	1	1	1	1	1	1	1
710/05	-	-	-	1	1	1	1	1	1
710/06	-	-	-	1	1	1	1	1	1
710/07	-	-	-	2	1	2	2	1	2

J1 erster Nadeljahrgang
 J2 zweiter Nadeljahrgang
 G Gesamtklassifikation

Klasse	% Schwefel/Nadeljahrgang	
	J1	J2
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	0,191

Gesamtklassifikation (Beurteilung beider Nadeljahrgänge)

- 1 (Einzelsumme 2) keine Schwefelbelastung
- 2 (-"- 3 oder 4) leichte Schwefelbelastung
- 3 (-"- 5 oder 6) absolute Grenzwertüberschreitung
- 4 (-"- 7 oder 8) starke Schwefelbelastung

Quelle: Institut f.Immissionsforschung u.Forstchemie FBVA Wien

Im Waldviertel (BFI Waidhofen/Thaya) und im Mühlviertel (BFI Freistadt) hingegen ist vor allem die Erhöhung der Schwefelgehalte der Nadeln von 1984 auf 1985 stark ausgeprägt. 1986 entspricht im großen und ganzen dem Jahr 1985, was die Gesamtklassifikation des Schwefelgehaltes betrifft.

Abb. 16 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.

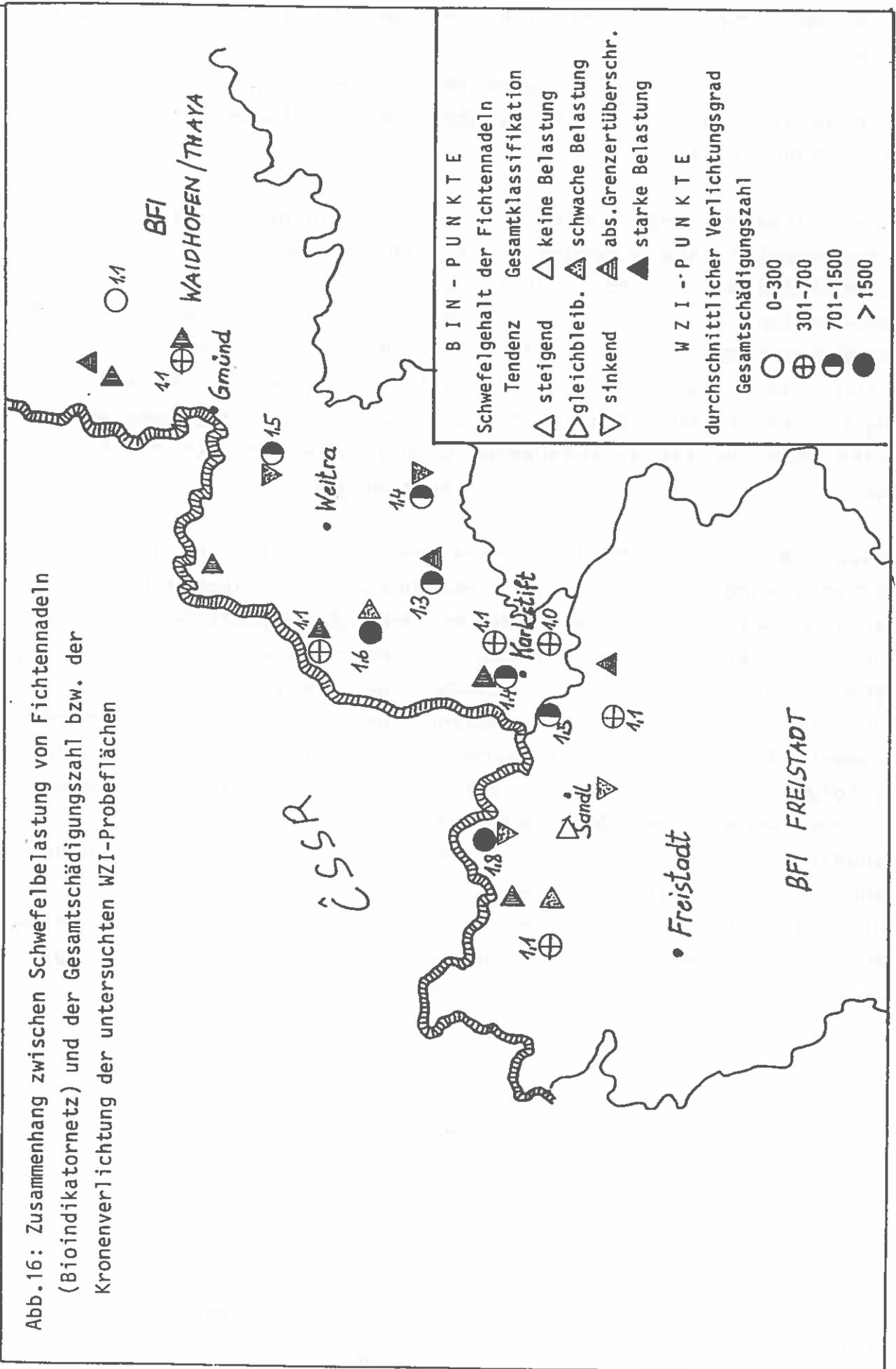
50% aller BIN-Punkte im Untersuchungsgebiet, zum Großteil in unmittelbarer Nähe der WZI-Flächen, weisen eine Schwefelbelastung über dem Grenzwert der zweiten Verordnung gegen forstschädliche Luftverunreinigungen auf.

Ein direkter Zusammenhang zwischen Schwefelmission und Schadensymptomaufreten konnte jedoch an keinem der Punkte nachgewiesen werden. Ein besonders prägnantes Beispiel sind die beiden Probestflächen 313/26 und 313/27 im Raum Gmünd, wo sowohl laut Niederösterreichischem Immissionskataster (AMT DER NIEDERÖSTERREICHISCHEN LANDESREGIERUNG 1986) als auch auf Grund der BIN-Ergebnisse eine erhöhte Schwefelmissionseinwirkung nachgewiesen wurde. Beide Probestflächen zeigten praktisch keine über das natürliche Maß hinausgehende Kronenverlichtungen und nur sehr geringe Schädigungszahlen. Eine Beziehung zwischen der Schwefelmissionseinwirkung und dem Kronenzustand läßt sich - wie gelegentlich auch in anderen Gebieten beobachtet - hier nicht nachweisen.

4.1.2 Ozon

Die Rolle des Ozon als schädigende Substanz für Forstpflanzen ist nach wie vor schwierig zu beurteilen. Typische Nadelvergilbungen für Ozon (fleckige Aufhellungen der jüngsten Nadeljahrgänge) sind in künstlichen Begasungsversuchen erst bei O_3 -Konzentrationen festgestellt worden, die ein Vielfaches der in der Natur gemessenen Werte darstellen (SENSER, HÖPKER, PEUKER, GLASHAGEN; 1987).

Abb.16: Zusammenhang zwischen Schwefelbelastung von Fichtennadeln (Bioindikatornetz) und der Gesamtschädigungszahl bzw. der Kronenverlichtung der untersuchten WZI-Probeflächen



Die WHO veröffentlichte 1987 in einer Publikation die niedrigsten Grenzwertkonzentrationen von Ozon, welche laut Literatur bei Pflanzen eine Wirkung zeigen. Diese sind bei einer Einwirkungsdauer von einer Stunde 100ppm, bei 24 Stunden 33ppm und bei 100 Tagen 30ppm.

Die Tatsache, daß sowohl an den direkt an das Tiroler Untersuchungsgebiet angrenzenden Meßstellen in Bayern (AMT DER TIROLER LANDESREGIERUNG, LFD, 1987) als auch im Mühlviertel an den Meßstellen Grünbach bei Freistadt und Schöneben (AMT DER OBERÖSTERREICHISCHEN LANDESREGIERUNG, LANDESBAUDIREKTION, 1986) während der Vegetationsperiode erhöhte, grenzwertübersteigende O_3 -Konzentration (Monatsmittelwert über 50ppm) gemessen wurden, läßt die Vermutung aufkommen, Ozon könnte indirekt Einfluß auf den Gesundheitszustand der Fichten ausüben.

Nach PRINZ, KRAUSE, JUNG; 1984 bzw. HALBWACHS 1984 besteht die Schadwirkung von Ozon im Zusammenhang mit saurem Nebelniederschlag darin, daß unter Ozoneinwirkung das Zellbiomembransystem ge- bzw. zerstört wird, dieses infolgedessen seine Schutzwirkung gegen Nährstoffverluste (-auswaschung) verliert und es dadurch zur Auswaschung von z.B. Magnesium, Calcium und Kaliumionen kommen kann. Durch die schlechte Nährstoffversorgung der Nadeln infolge der Stoffwechselstörungen treten einerseits Vergilbungserscheinungen (an der Nadeloberseite, Gelbspitzigkeit), und andererseits starke Photosensibilität und z.B. damit verbundene abnehmende Frostresistenz auf.

Die Faktoren, die in den jeweiligen Untersuchungsräumen für eine mögliche indirekte Beteiligung von Ozon am Schadenskomplex sprechen und jene, die dagegen sprechen, seien nachfolgend kurz angeführt.

Faktoren, die für eine mögliche Beteiligung von Ozon am Schadenskomplex sprechen:

- * Grenzwertübersteigende (Schweizer Richtlinien) Konzentrationen von O₃ während Vegetationsperiode.
- * In den Höhenzonen (1000-1100m) häufiger Nebelobergrenzen, die als Inversionsgrenzschichten bezeichnet werden, treten die Schäden konzentriert auf. Ein für die Pflanzen negatives Zusammenwirken von Ozon und Nebelniederschlag scheint in dieser Zone wahrscheinlich zu sein.
- * Stärker aufgelichtete Bestände zeigen oft stärkeres Auftreten unspezifischer Schadsymptome als geschlossene Bestände, was als Folge der erhöhten Photosensibilität durch Ozoneinwirkung gedeutet werden kann. (Statistisch jedoch nicht gesichert).
- * Überwiegen der unspezifischen Schadsymptome an stark geschädigten Flächen vor allem in Tirol. (Geringes Ausmaß an biotischen Primärschadfaktoren).

Faktoren, die gegen eine Beteiligung von Ozon sprechen:

- * Kein einheitliches, großflächig zusammenhängendes Schadbild auf vergleichbaren Standorten. Enges Nebeneinander von symptomfreien und offensichtlich geschädigten Probestellen.

- * Geringes Ausmaß der Vergilbungserscheinungen; Art der Nadelvergilbung.
- * Keine akuten Nährstoffmängel in den Nadeln der Tiroler BIN Bäume festgestellt.
- * Ähnliche Schadsymptome wie Fichte zeigt auch ozonunempfindliche Tanne.
- * Zu Zeiten der relativ höchsten Ozonkonzentrationen (April bis September) geringstes Ausmaß an Nadelvergilbungserscheinungen (diese treten vor allem im Herbst und Winter auf).

4.1.3 Faktoren, welche die Immissionseinwirkung begünstigen können

4.1.3.1 Kronenschlußgrad

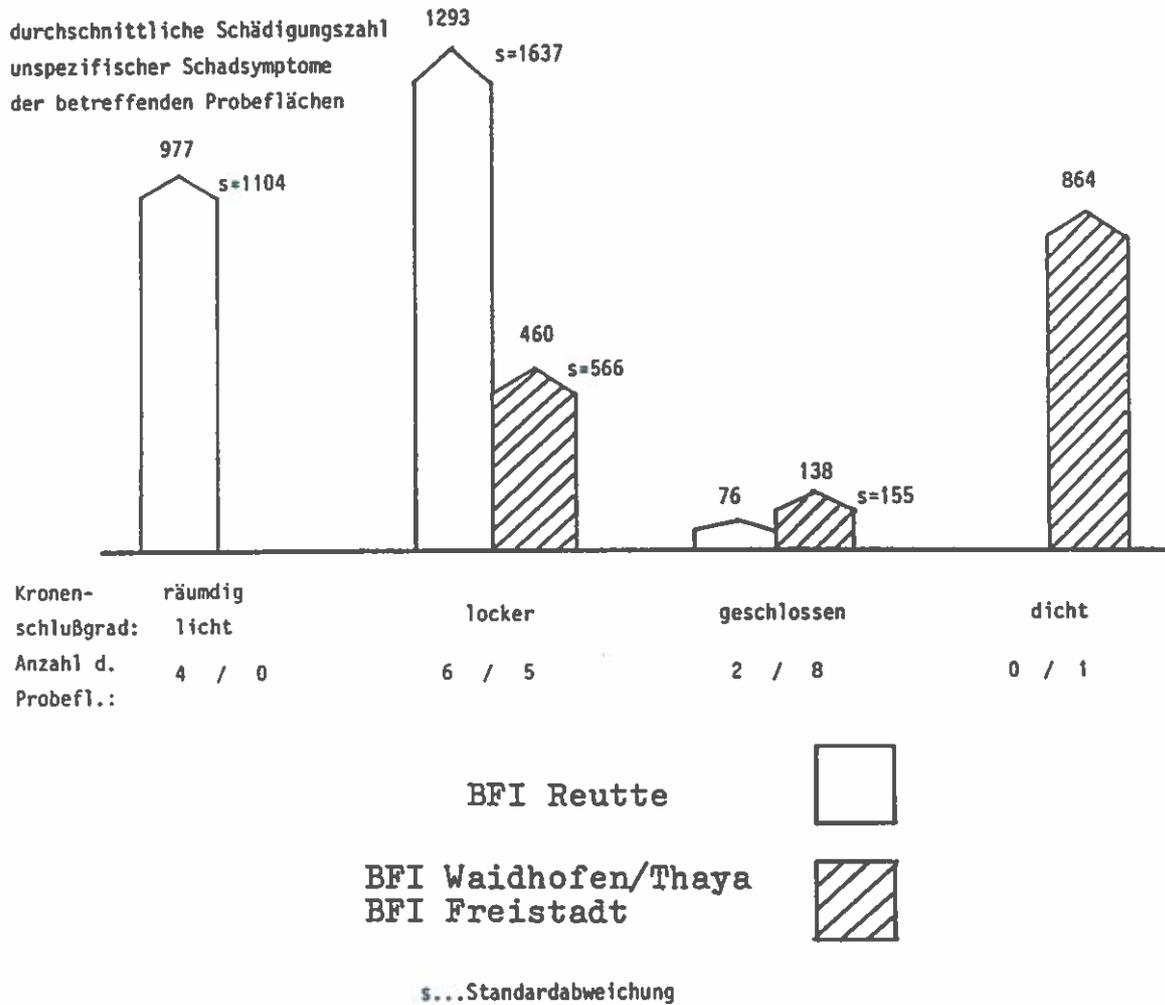
Abbildung 17 und Tabelle 9 zeigen, daß geschlossene bzw. dichte Bestände in der Regel ein geringeres Ausmaß an unspezifischen Schadsymptomen aufweisen als lockere und lichte. Doch auf Grund des Beispiels der Probefläche 313/10 am Nebelstein (Schädigungszahl 864) und auf Grund der Tatsache, daß in Tirol stark aufgelichtete Bestände sogar geringere unspezifische Schadsymptome erkennen ließen als lockere, können allgemeingültige Aussagen über den Einfluß des Kronenschlußgrades auf die Disposition der Fichten für Immissionseinwirkungen in den beiden Untersuchungsgebieten nicht getroffen werden. Anders ausgedrückt: die unterschiedliche Schädigung unterschiedlich aufgelockerter Bestände kann nicht als Beweis für eine Schädigung durch Luftschadstoffe angeführt werden.

Probefläche	durchschnitt. Verlichtungsg.	Gesamtschädigungszahl	Schädigungsz.d.unspezifischen Symptome	Alter	Seehöhe	Geländeform Neigung	Exposition	Kronenschlußgrad
BFI REUTTE								
707 / 30	1 , 6 5	9 3 2	683 (73%)	180	1110	M 70%	SW	locker
707 / 31	1 , 3 3	1 0 6	42 (40%)	130	1400	M+U 28%	O	nicht einheitlich
707 / 32	1 , 3 3	2 8 0	47 (17%)	104	900	U 30%	N	geschlossen
707 / 33	1 , 3 0	1 3 6	- -	110	900	O 18%	NW	sehr licht
707 / 36	1 , 5 7	4 7 4	297 (63%)	140	980	M 55%	NW	sehr licht
707 / 37	1 , 6 6	2 2 6 7	313 (14%)	140	1130	M 75%	S	locker
707 / 38	1 , 7 7	8 7 1	572 (66%)	122	1140	M 85%	S	licht
707 / 39	1 , 5 0	7 6 2	413 (54%)	220	1120	M 70%	NW	sehr licht
707 / 40	2 , 5 2	5 6 1 1	4196 (75%)	230	910	O+M 15%	O	locker
707 / 44	2 , 5 7	2 8 5 8	2283 (80%)	170	1280	M 65%	SO	locker
707 / 45	1 , 4 0	1 5 6	105 (67%)	152	1090	M+U 20%	O	geschlossen
707 / 47	1 , 9 5	3 4 5 7	2624 (76%)	115	1040	U 20%	NW	licht
707 / 48	1 , 4 3	4 1 6	242 (58%)	190	1560	M 40%	S	locker
BFI WAIDHOFEN / THAYA								
313 / 02	1 , 0 7	4 9 9	43 (9%)	110	960	M+U 5%	SO	geschlossen
313 / 04	1 , 4 3	7 6 4	352 (46%)	130	1020	M 15%	W	locker
313 / 05	1 , 2 9	9 2 4	356 (39%)	80	690	M 40%	NW	locker
313 / 10	1 , 5 8	2 3 5 8	864 (37%)	95	1000	O 30%	W	sehr dicht
313 / 12	1 , 4 1	1 1 2 8	387 (34%)	130	830	O+K 20%	NW	geschlossen
313 / 13	1 , 1 3	6 0 7	318 (52%)	125	860	M 20%	W	geschlossen
313 / 14	1 , 4 7	8 9 8	255 (28%)	115	550	M 45%	NW	geschlossen
313 / 26	1 , 1 0	2 3 9	3 (1%)	85	560	- 0%	-	locker
313 / 27	1 , 1 0	4 3 6	19 (4%)	90	530	- 0%	-	geschlossen
313 / 43	1 , 0 3	3 6 3	51 (14%)	95	880	M 10%	SW	geschlossen
BFI FREISTADT								
402 / 01	1 , 8 3	2 0 8 5	1437 (69%)	70	900	O+K 0%	-	locker
402 / 03	1 , 0 6	4 1 7	14 (3%)	93	700	M 8%	W	geschlossen
402 / 04	1 , 5 0	8 8 2	150 (17%)	71	940	- 0%	-	locker
402 / 07	1 , 1 0	3 8 1	17 (4%)	75	840	O+K 10%	NO	geschlossen

Geländeform: K...Kuppe
O...Oberhang
M...Mittelhang
U...Unterhang

Tabelle 9: Allgemeine Daten über die untersuchten WZI-Probeflächen

Abb.17: Zusammenhang zwischen Kronenschlußgrad und Schädigungszahl unspezifischer Schadsymptome der untersuchten WZI-Probeflächen



4.1.3.2 Seehöhe und Exposition

Im Tiroler Untersuchungsareal wurden die höchsten Schädigungszahlen an jenen Fichtenprobeflächen festgestellt, welche zwischen 900 und 1300m Seehöhe gelegen waren, wobei sich vor allem der Bereich um 1100m als offensichtlich an stärksten betroffen herausstellte (Abb.18). Über 1400m bzw. unter 1000m treten in der Regel weniger unspezifische Schadsymptome auf. Da man aber annehmen muß, daß der (natürliche) Ozongehalt der Luft mit zunehmender Seehöhe ansteigt, sind die geringeren Schäden der Bestände oberhalb 1400m in Reutte mit der "Ozontheorie" alleine nicht erklärbar.

In diesem Zusammenhang muß man also die Frage stellen, inwieweit in der Höhenlage um 1000 - 1100m Seehöhe, die vielfach in den Alpen als Zone häufiger Inversionsgrenzschichten bezeichnet wird, die Waldbestände den negativen Umwelteinflüssen stärker ausgesetzt sind als darunter und darüber (Tirol), und in wieweit hier Schadstoffeintrag in Form nasser oder trockener Deposition für die Schädigungen dieser Bestände verantwortlich sein kann.

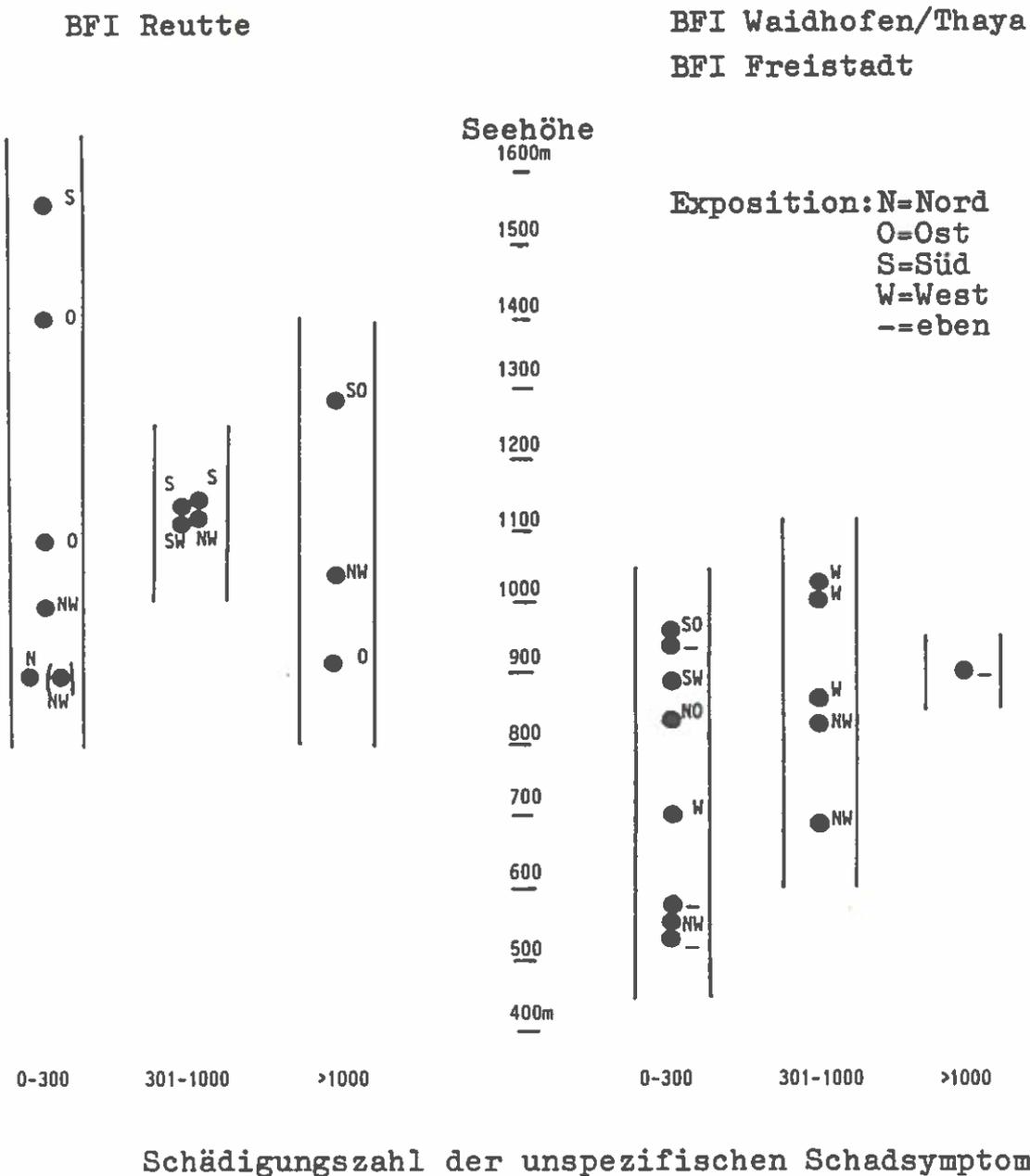
Im Mühl- bzw. Waldviertel steigt das Schadausmaß mit zunehmender Seehöhe schwach an, wobei man jedoch berücksichtigen muß, daß keine Probefläche über 1100m gelegen war.

Die Exposition hat im Tiroler Untersuchungsgebiet offensichtlich überhaupt keinen Einfluß auf den Schadfaktorenkomplex, sehr wohl jedoch im niederösterreichisch-oberösterreichischen Grenzgebiet, wo vor allem west- bis nordwest-exponierte Waldbestände bzw. Kuppenlagen mittelstarke und starke Schädigungen erkennen ließen (Abb. 18).

4.1.3.3 Alter

Den Einfluß des Alters auf den durchschnittlichen Verlichtungsgrad der WZI-Probeflächen konnten POLLANSCHÜTZ und NEUMANN (1987) sowohl in Tirol als auch in Oberösterreich und Niederösterreich nachweisen. Mit zunehmendem Alter steigt der durch-

Abb.18: Zusammenhang zwischen der Seehöhe und der Schädigungszahl unspezifischer Schadsymptome der einzelnen WZI-Probeflächen



schnittliche Verlichtungsgrad.

Die Ergebnisse der forstpathologischen Untersuchungen (Abb. 19, 20) lassen zwar einen Einfluß des Alters auf die Höhe der Schädigungszahl unspezifischer Schadsymptome vermuten (Ansteigen der Mittelwerte des Alters bei zunehmender Schädigungszahl unspezifischer Schadsymptome), jedoch konnten auf Grund der hohen Streuung der Einzelwerte keine gesicherten Zusammenhänge nachgewiesen werden.

5. ZUSAMMENFASSUNG

Auf insgesamt 27 WZI-Probeflächen wurden im Juni 1986 im Tiroler Außerfern (BFI Reutte) und im nordöstlichen Mühlviertel (Bezirk Freistadt) bzw. im nordwestlichen Waldviertel (Bezirk Waidhofen/Thaya) forstpathologische Untersuchungen an der Baumart Fichte durchgeführt.

- 1.) Die Frühsommeransprache (forstpathologische Sondererhebungen) ergab im Mittel einen um 0,3 geringeren durchschnittlichen Verlichtungsgrad der einzelnen WZI-Probeflächen als die Spätsommeransprache im Rahmen der Waldzustandsinventur. Bei stark verlichteten (geschädigten) Probeflächen war der Unterschied in Tirol am deutlichsten.
- 2.) Der Großteil der bei den Sondererhebungen festgestellten, maßgeblichen Schadfaktoren wurde auch im Rahmen der WZI-Erhebungen erfaßt. Nur die Schälsschäden und im niederösterreichisch-oberösterreichischen Gebiet die Wipfelbruch- bzw. Sturmschäden wurden in nicht ausreichendem Maße als solche erkannt.
- 3.) Die häufigsten Schadsymptome waren im Bezirk Reutte Stamm- und Wurzelfäule als Folge von Verwundungen durch Waldweide, Schälung, Steinschlag und Holzlieferung bzw. gab es unspezifische, von zum Teil unbekanntem Ursachen herrührende, Symptome (vertrocknete Triebe) und auch positive Reaktionen des Baumes in Form von Proventivtrieb Bildung.

- 4.) Auch im Gebiet der Böhmisches Masse überwogen die Fäule verursachenden Schadfaktoren, nämlich Wurzelverletzungen, Fällungs- und Bringungsschäden bzw. Schälsschäden. Häufige Ersatzwipfelbildung als Folge von Wipfelbrüchen bzw. Knospenfraß und als unspezifische Symptome vertrocknete Triebe sind weitere wichtige Schadensmerkmale.
- 5.) Nach den vorhandenen Untersuchungsergebnissen sind Luftschadstoffe (Schwefel, Ozon) als alleinige Schadursachen nicht beweisbar und auch nicht wahrscheinlich, doch dürfte ihre indirekte Wirkung (allgemeine Schwächung des Baumes, Disposition für andere Schadfaktoren wie Frost, Insekten) ein Teil des Ursachenkomplexes für die zum Teil beträchtliche Schädigungen zahlreicher Fichtenprobestämme sein.

6. LITERATUR

AMT DER NIEDERÖSTERREICHISCHEN LANDESREGIERUNG, 1986: Immissionskataster Niederösterreich - Ergänzung Waldviertel-Weinviertel Wien, September 1986; Eigenverlag.

AMT DER OBERÖSTERREICHISCHEN LANDESREGIERUNG-LANDESBAUDIREKTION, 1986,1987: Automatisches Luftüberwachungsnetz Oberösterreich Jänner 1986-Dezember 1986, Linz, Eigenverlag.

AMT DER TIROLER LANDESREGIERUNG-LANDESFORSTDIREKTION, 1987: Zustand der Tiroler Wälder-Untersuchungen über die Immissionsbelastung und den Waldzustand in Tirol - Bericht für das Jahr 1986, Innsbruck 1987, Eigenverlag.

GRUBER, F., 1987: Zur Proventivtrieb Bildung der Fichte. Allgemeine Forstzeitschrift, München 1987, 49, S 1285-1288.

HALBWACHS, G., 1984: Immissionsgefährdung der Wälder- Pflanzenphysiologische Aspekte. Allg. Forstzeitung 1984, 95/8, S 229-231.

KREHAN, H. und HAUPOLTER, R., 1987: Forstpathologische Sondererhebungen im Rahmen der Österreichischen Waldzustandsinventur 1984-1988 - Kiefernbestände - Bucklige Welt, FBVA-Berichte, Schriftenreihe der Forstlichen Bundesversuchsanstalt Wien 19/1987.

NEUMANN, M., 1985: Diagnoseprofile: Erfassung der Waldzustandsveränderungen und begleitende Untersuchungen. Forschungsinitiative gegen das Waldsterben. Bericht 1985; BM für Wissenschaft und Forschung, Wien.

POLLANSCHÜTZ, J., KILIAN, W., NEUMANN, M. & SIEGEL, G., 1985: Instruktion für die Feldarbeit der Waldzustandsinventur nach bundeseinheitlichen Richtlinien 1984-1988; Fassung 1985. Eigenverlag Forstliche Bundesversuchsanstalt, Wien.

- POLLANSCHÜTZ, J. und NEUMANN, M., 1987:Waldzustandsinventur 1985 und 1986; Gegenüberstellung der Ergebnisse FBVA-Berichte Nr. 23/1987; Schriftenreihe der Forstlichen Bundesversuchsanstalt, Wien.
- PRINZ, B., KRAUSE, G.H.M., JUNG, K.-D., 1984: Neuere Untersuchungen der LIS zu neuartigen Waldschäden, Düsseldofer Geobot.Kolleg.1; S 25-36, März 1984.
- REHFUESS, K.E., 1983: Ersatztriebe an Fichten, Allgemeine Forstzeitschrift, München 1983, 38 (41), S 1111.
- SCHEIRING, H., 1987: Der Tiroler Bergwald in Gefahr? Allgemeine Forstzeitschrift, München 1987, 11, S 236-238.
- SENER, M., HÖPKER, K.-A., PEUKER, GLASHAGEN, B., 1987: Wirkungen extremer Ozonkonzentrationen auf Komferen. Allgemeine Forstzeitschrift, München 1987, 27/28/29, S 709-714.
- STEFAN, K., 1987: Analysedaten Bioindikatornetz 1984-1986. Interner Bericht, Forstliche Bundesversuchsanstalt, Wien.
- WORLD HEALTH ORGANIZATION, 1987: Air quality guidelines for Europe. WHO Regional Publications, European Series No. 23, 33, S 386-393 Kopenhagen.

FBVA-BERICHTE
Schriftenreihe der Forstlichen Bundesversuchsanstalt
Wien

- 1986 14 Exner, Robert: Die Bedeutung des Lichtfaktors bei Naturverjüngung. Untersuchungen im montanen Fichtenwald
Preis ÖS 50.-- vergriffen 48 S.
- 1986 15 Merwald, Ingo: Lawinenereignisse und Witterungsablauf in Österreich. Winter 1977/78, 1978/79 und 1979/80.
Preis ÖS 90.-- 81 S.
- 1986 16 Hauk, Elmar; Höller, Peter; Schaffhauser Horst: Lawinenereignisse und Witterungsablauf in Österreich. Winter 1984/85 und 1985/86.
Preis ÖS 90.-- 90 S.
- 1987 17 Merwald, Ingo: Lawinenereignisse und Witterungsablauf in Österreich. Winter 1980/81 und 1981/82.
Preis ÖS 80.-- 74 S.
- 1987 18 Exner, Robert: Erhaltung und Verjüngung von Hochlagenbeständen. Strukturanalysen im subalpinen Fichtenwald (Niedere Tauern, Radstadt/Salzburg).
Preis ÖS 100.-- 102 S.
- 1987 19 Krehan, Hannes; Hauptolter, Rupert: Forstpathologische Sondererhebungen im Rahmen der Österreichischen Waldzustandsinventur 1984-1988. Kiefernbestände - Bucklige Welt.
Hauptolter, Rupert: Baumsterben in Mitteleuropa. Eine Literaturübersicht. Teil 1: Fichtensterben.
Preis ÖS 80.-- 73 S.
- 1987 20 Glattes, Friedl; Smidt, Stefan: Höhenprofil Zillertal, Untersuchung einiger Parameter zur Ursachenfindung von Waldschäden. Ergebnisse von Luft-, Niederschlags- und Nadelanalysen 1985.
Preis ÖS 70.-- 65 S.
- 1987 21 Ruetz, Walter; Nather, Johann: Proceedings of the IUFRO Working Party on Breeding Strategy for Douglas-Fir as an Introduced Species. IUFRO Working Party S2.02-05. Vienna, Austria June 1985.
Preis ÖS 300.-- 300 S.
- 1987 22 Johann, Klaus: Standraumregulierung bei der Fichte. Ausgangsbaumzahl - Stammzahlreduktion - Durchforstung - Endbestand. Ein Leitfaden für den Praktiker.
Preis ÖS 60.-- 66 S.
- 1987 23 Pollanschütz, Josef; Neumann, Markus: Waldzustandsinventur 1985 und 1986. Gegenüberstellung der Ergebnisse.
Preis ÖS 100.-- 98 S.

- 1987 24 **Klaushofer, Franz; Litschauer, Rudolf; Wiesinger, Rudolf:** Waldzustandsinventur: Untersuchung der Kronenverlichtungsgrade an Wald- und Bestandesrändern.
Preis ÖS 100.-- 94 S.
- 1988 25 **Johann, Klaus:** Ergebnisse einer Rotfäuleuntersuchung in sehr wüchsigen Fichtenbeständen.
Preis ÖS 90.-- 88 S.
- 1988 26 **Smidt, Stefan; Glattes, Friedl; Leitner, Johann:** Höhenprofil Zillertal, Meßbericht 1986. Luftschadstoffmessungen, Meteorologische Daten, Niederschlagsanalysen.
Preis ÖS 120.-- 114 S.
- 1988 27 **Smidt, Stefan:** Messungen der nassen Deposition in Österreich. Meßstellen, Jahresmeßergebnisse, Literatur.
Preis ÖS 80.-- 72 S.
- 1988 28 **Forum Genetik - Wald - Forstwirtschaft.** Bericht über die 5. Arbeitstagung von 6. bis 8. Oktober 1987. Innsbruck.
Preis ÖS 200.-- 192 S.
- 1988 29 **Krissl, Wolfgang; Müller, Ferdinand:** Mischwuchsregulierung von Fichte und Buche in der Jungwuchsphase.
Preis ÖS 50.-- 52 S.
- 1988 30 **Marcu, Gheorge; Tomiczek, Christian:** Eichensterben und Klimastress. Eine Literaturübersicht.
Preis ÖS 30.-- 28 S.
- 1988 31 **Kilian, Walter:** Düngungsversuche zur Revitalisierung geschädigter Fichtenbestände am Ostrong.
Preis ÖS 50.-- 50 S.
- 1988 32 **Smidt, Stefan; Glattes, Friedl; Leitner, Johann:** Höhenprofil Zillertal, Meßbericht 1987.
Preis ÖS 250.-- 234 S.
- 1988 33 **Enk, Hans:** 10 Jahre Kostenuntersuchung bei Tiroler Agrargemeinschaften und Gemeindewäldern.
Preis ÖS 130.-- 124 S.
- 1988 34 **Krehan, Hannes:** Forstpathologische Sondererhebungen im Rahmen der Österreichischen Waldzustandsinventur 1984-1988. Teil II: Fichtenbestände im Ausserfern (Tirol) und im grenznahen Gebiet des Mühl- und Waldviertels.
Preis ÖS 60.-- 60 S.

