

FORSTPATHOLOGISCHE SONDERERHEBUNGEN  
IM RAHMEN DER ÖSTERREICHISCHEN  
WALDZUSTANDSINVENTUR 1984 - 1988  
KIEFERNBESTÄNDE - BUCKLIGE WELT

von

Dipl.Ing. Hannes KREHAN

und

Dipl.Ing. Rupert HAUPOLTER

BAUMSTERBEN IN MITTELEUROPA

Eine Literaturübersicht

Teil 1: FICHTENSTERBEN

von

Dipl. Ing. R. HAUPOLTER

Waldzustandsinventur

Herstellung und Druck

Forstliche Bundesversuchsanstalt  
A-1131 WIEN

Copyright by

Forstliche Bundesversuchsanstalt  
A-1131 WIEN

Nachdruck mit Quellenangabe gestattet

Printed in Austria

## VORWORT

Die makroskopische Registrierung von Veränderungen in Baumkronen läßt im allgemeinen keine eindeutigen Rückschlüsse auf Schadursachen zu.

Die nach zahlreichen Kriterien erhobenen Merkmale (Waldzustandsinventuren) geben daher unspezifische Hinweise, die erst in der Zusammenschau mit anderen Erhebungen - wie z.B. hinsichtlich trockener und nasser Deposition von Luftschadstoffen, bzw. auch hins. nicht absetzbarer Luftverunreinigungen - an Bedeutung gewinnen und kausalanalytische Untersuchungen stützen. Die relativ zahlreichen Meßstationen verschiedener Institutionen der Länder und des Bundes werden zweifellos wertvolle Interpretationshilfen für die Waldzustandsinventur bieten. Ganz besonders aber können die nun schon seit drei Jahren vorliegenden Ergebnisse des sogen. Bioindikatornetzes, das in einem Österreich-weiten Netz Daten über Schwefelgehalte, (z.T. auch Fluorgehalte) und Nährstoffversorgung von Assimilationsorganen (vorwiegend Fichtennadeln) bietet, als objektive Grundlage kausalanalytischer Überlegungen und Schlußfolgerungen verwendet werden.

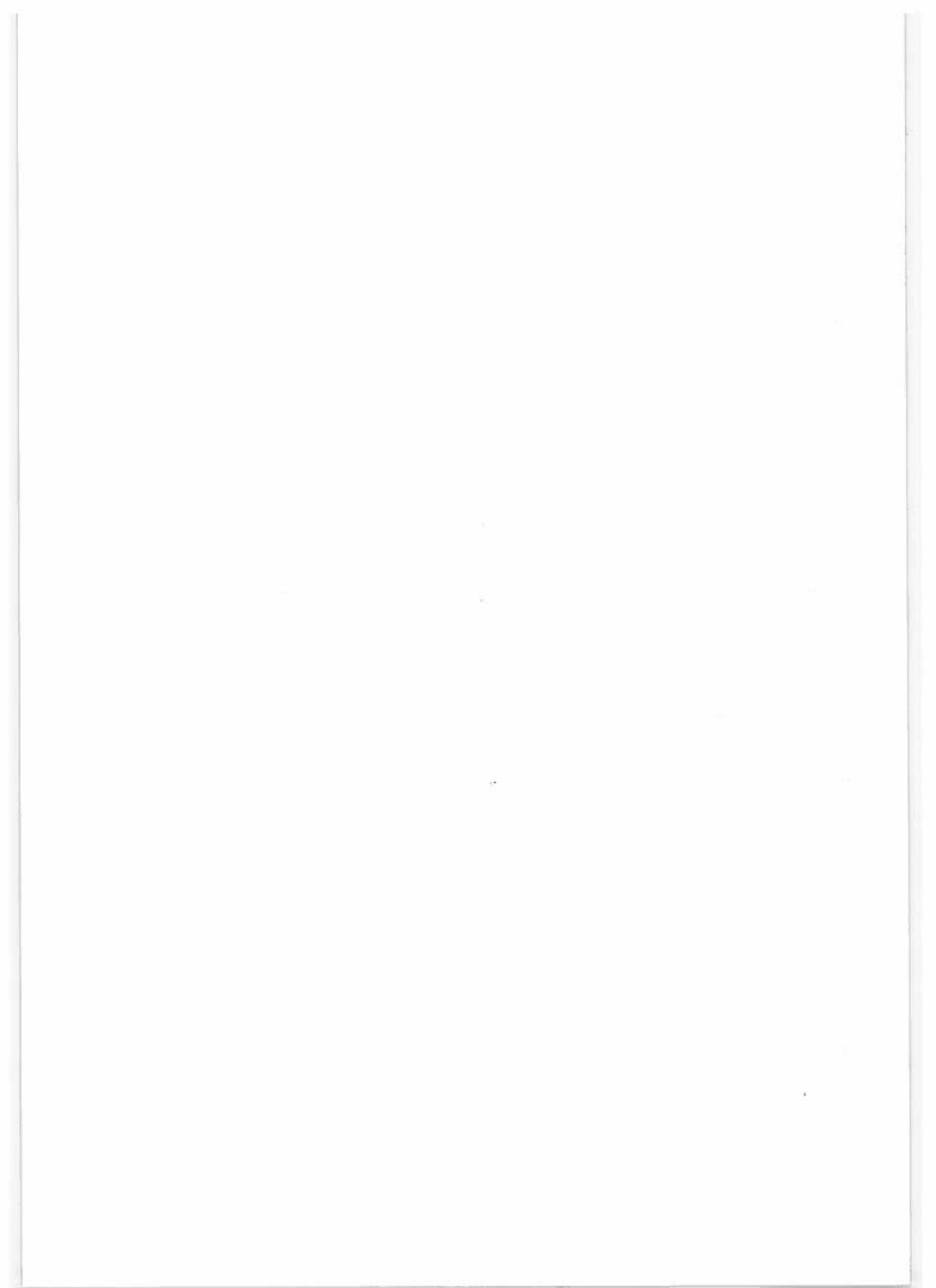
Obwohl aus manchen Regionen das Auftreten verschiedener Epidemien von Schadpilzen oder Massenvorkommen von Forstinsekten bekannt gewesen und daher ihr Beitrag zur Symptomatik einzukalkulieren war, fehlten bislang entsprechende Regionaluntersuchungen.

Es wurde daher begonnen, in enger Zusammenarbeit mit der Waldzustandsinventur eine eingehendere Untersuchung auf einfach erhebbare abiotische und biotische Beeinträchtigungen zu beginnen. In diesem Konzept wurden bisher Kiefernflächen in der Buckligen Welt (des Burgenlandes, Niederösterreichs und der Steiermark), Fichtenbestände im Außerfern Tirols und im Waldviertel Niederösterreichs, sowie Tannenbestände in Salzburg/Oberösterreich und Buchenbestände in Niederösterreich näher in Augenschein genommen. Der erste Beitrag dieses Heftes gibt die ersten Ergebnisse dieser Sondererhebung für die Baumart Kiefer wieder.

Im zweiten Beitrag wird eine kurze Übersicht aus der Literatur über Fichtensterben gegeben. Diese Reihe soll allen jenen, die sich näher für Waldsterbensphänomene interessieren, Einsicht über frühere Literatur vermitteln und den Zugang erleichtern.

Sofern hiefür die erforderliche Zeit aufgebracht werden kann, werden wir eine Fortsetzung in weiteren Beiträgen zu anderen Baumarten vorsehen.

Univ.Prof.Dr. Edwin DONAUBAUER  
Institut für Forstschutz



## INHALTSVERZEICHNIS

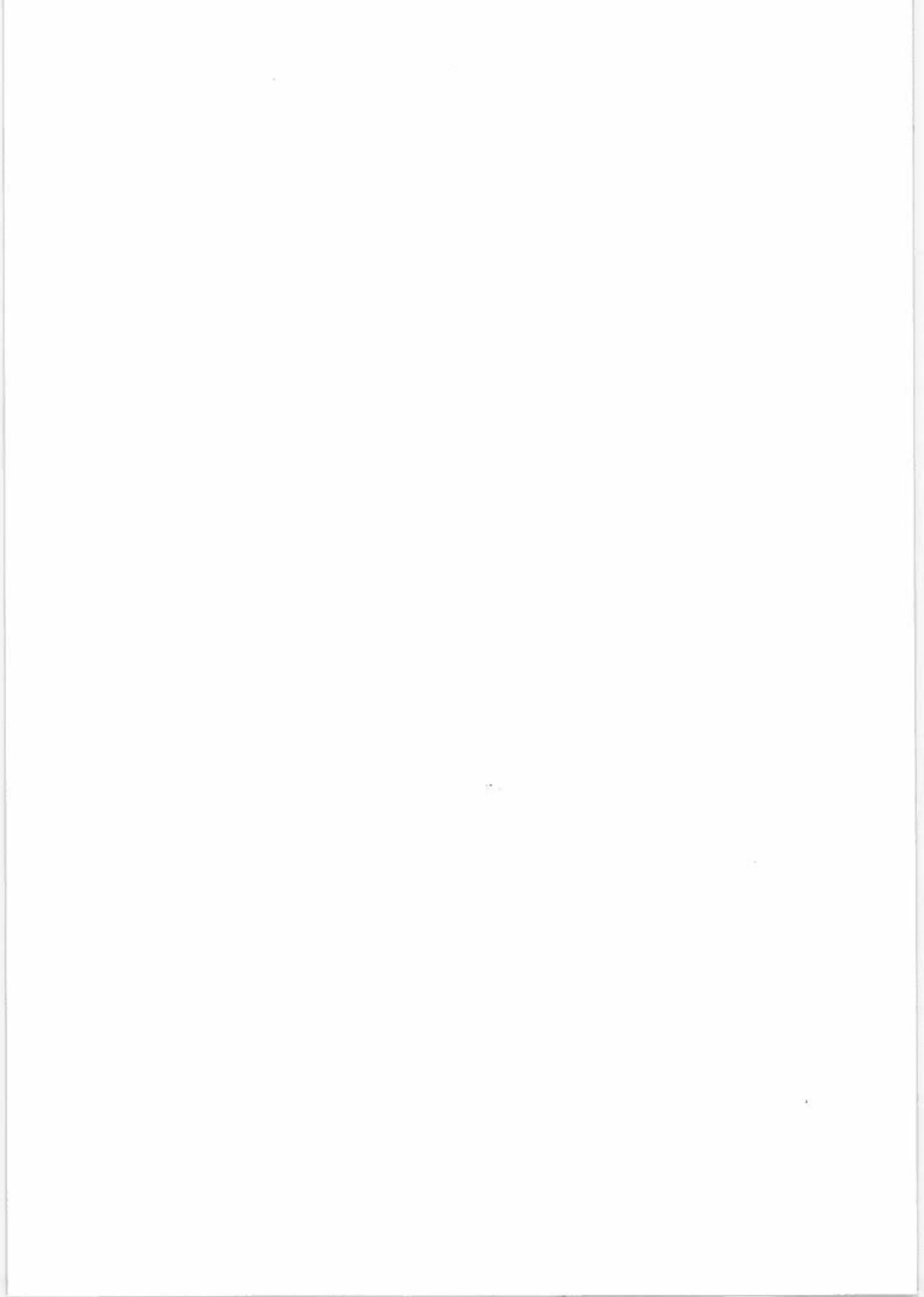
### FORSTPATHOLOGISCHE SONDERERHEBUNGEN IM RAHMEN DER ÖSTERREICHISCHEN WALDZUSTANDSINVENTUR 1984 - 1988 KIEFERNBESTÄNDE - BUCKLIGE WELT

	Seite
1. EINLEITUNG .....	7
2. METHODIK .....	8
3. ERGEBNISSE .....	9
3.1 Vergleich WZI-Ansprache - forstpathologische Sonder- erhebungen .....	9
3.1.1 Verlichtungsgrad (Kronenindex) .....	9
3.1.2 Schädigungen, Schadsymptome .....	13
3.2 Beschreibung und Vorkommen der aufgenommenen Symptom- kategorien .....	14
3.3 Stammanalysen .....	40
4. DISKUSSION .....	40
4.1 Aussagekraft der Schädigungszahlen der einzelnen Schad- symptome .....	40
4.2 Mögliche Einwirkung von Immissionen .....	46
4.3 Beurteilung der WZI-Ansprache .....	46
5. ZUSAMMENFASSUNG .....	49
6. LITERATUR .....	50
7. ANHANG (Aufnahmeblätter) .....	52

### BAUMSTERBEN IN MITTELEUROPA

#### Teil 1: FICHTENSTERBEN

1. EINLEITUNG .....	55
2. FICHTENSTERBEN .....	55
3. EINZELNE SCHADENSBERICHTE: Überwiegen der abiotischen Schad- faktoren .....	58
4. BIOTISCHE SCHADFAKTOREN .....	66
5. SCHLUSZFOLGERUNGEN .....	68
6. LITERATUR .....	70



FORSTPATHOLOGISCHE SONDERERHEBUNGEN IM RAHMEN DER ÖSTERREICHISCHEN  
WALDZUSTANDSINVENTUR 1984 - 1988  
KIEFERNBESTÄNDE - BUCKLIGE WELT

von

Dipl.Ing. Hannes Krehan

und

Dipl.Ing. Rupert Hauptler

## 1. EINLEITUNG

Die seit 1984 jährlich während der Sommermonate Juli und August durchgeführten Erhebungen der Waldzustandsinventur (kurz WZI) auf den nahezu 2300 eingerichteten Dauerbeobachtungsflächen erfassen makroskopisch jene Symptome von Waldbäumen, die sich in Nadel- bzw. Blattverlusten, in Kronenverlichtungen und Kronenstrukturveränderungen etc. manifestieren (vgl. POLLANSCHÜTZ 1986). Sie erfassen allerdings nicht, oder nur sehr unvollständig, die möglichen Einzelursachen oder Ursachenkomplexe, welche zu den Kronenverlichtungen bzw. zu den Krankheitssymptomen führten. In den zusätzlichen forstpathologischen Erhebungen wurden auf bestimmten WZI-Probeflächen oder in deren unmittelbaren Umgebung Detailuntersuchungen durchgeführt, welche genauere Rückschlüsse auf mögliche abiotische und biotische Ursachen für charakteristische Schadsymptome ermöglichen sollen. Diese Ergebnisse sind daher - zusammen mit den Ergebnissen chemischer Nadelanalysen (Bioindikatornetz, STEFAN 1986) und anderen Daten über Schadstoffbelastungen - als Interpretationsstütze geeignet.

Gleichzeitig sollte aber auch geprüft werden, inwieweit eine Übereinstimmung der im Zuge der Detailerhebungen erfaßten Symptome mit den Kennziffern und Daten der WZI-Erhebungen gegeben ist. Dies gilt besonders für die im Formblatt 2 ("Bestandesbeschreibung") vermerkten Daten (POLLANSCHÜTZ et al. 1985).

Weitere wichtige Kriterien, die im Zuge dieser forstpathologischen Untersuchungen erhoben wurden, waren die quantitative Erfassung, sowie die räumliche und zeitliche Ausdehnung bestimmter charakteristischer Schädlinge bzw. Schadfaktoren wie z.B. der Kiefernbuschhornblattwespe, der Misteln oder des Hagels. Probebäume mit auffälligen, und vom Boden nicht eindeutig zuordenbaren Schadsymptomen wurden zum Zwecke genauerer Analysen gefällt. Von diesen Probebäumen wurden außerdem Stammscheiben für zuwachskundliche Untersuchungen gewonnen.

Mit diesem Bericht sollen die ersten Ergebnisse der forstpathologischen Untersuchungen vorgelegt werden.

## 2. METHODIK

Die forstpathologische Sondererhebung im Rahmen der Österreichischen Waldzustandsinventur wurde im März des Jahres 1986 begonnen; von den 95 untersuchten Probeflächen (34 Kiefern-, 28 Fichten-, 14 Tannen- und 19 Buchenprobeflächen) lagen 76 im unmittelbaren Bereich der WZI-Dauerbeobachtungsflächen, weitere 19 Probeflächen wurden WZI- bzw. BIN-Punkten zugeordnet.

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

Vorerst wurde für die Baumart Kiefer ein Aufnahmeformular entworfen, in welchem alle makroskopisch erkennbaren Schadsymptome aufgelistet wurden. Die auf den Probeflächen bei den einzelnen Probebäumen auftretenden Schadsymptome konnten nun einheitlich nach Quantität und örtlichem Vorkommen für die nachfolgende Auswertung eingetragen werden. Dieses für die Kiefer entwickelte Formular wurde den anderen Baumarten (Tanne, Fichte, Buche) entsprechend deren artspezifischen Merkmalen - Wasserreiserbildung und Mistelbesatz bei Tanne, Flaschenhals bei Fichte etc. - angepaßt (siehe Aufnahmeformular im Anhang).

Grundsätzlich konnten nur jene Symptome erfaßt und registriert werden, welche eindeutig mit freiem Auge oder mit Hilfe einer Lupe oder eines Fernglases diagnostizierbar waren. Auf jenen Probeflächen, auf welchen Probebäume gefällt werden durften, war eine wesentlich effizientere Symptombeschreibung möglich und es traten manchmal Symptome zum Vorschein, welche am stehenden Baum nicht eindeutig oder überhaupt nicht hätten erkannt werden können (z.B. Hagelschäden bzw. Stammfäulen). Es konnten jedoch nur in relativ wenigen Fällen Probebäume gefällt werden lassen, da nicht immer das Einverständnis der Grundeigentümer gegeben war, bzw. nicht von den jeweiligen Bezirksforstinspektionen erwirkt werden konnte.

Die quantitative Erfassung bestimmter Symptome wurde im allgemeinen mit Hilfe von relativen Intensitätszahlen angegeben. Falls ein Symptom an einer bestimmten Stelle im Kronen- oder Stammbereich "einzeln" vorgekommen ist, wurde diesem die Mengenzahl 1 zugeordnet; die weiteren Intensitätszahlen waren 2 - deutlich, 3 - größtenteils und 4 - gänzlich. Jene Symptome, die zahlenmäßig genau erfaßbar waren, wie z.B. Anzahl der Mistelkröpfe, wurden in Absolutzahlen oder andere, wie z.B. die Anschätzung der vorhandenen Nadeln pro Nadeljahrgang, in Prozenten angegeben, für die Auswertung aber in Intensitätsstufen umgerechnet.

Neben den numerierten Probestämmen der WZI-Probeflächen (in der Regel 30 Stück pro Fläche) wurden zum Zweck der forstpathologischen Erhebungen zusätzlich noch benachbarte Bäume unabhängig ihrer sozialen Stellung, ausgenommen unterdrückte Bäume (der sozialen Stellung 5 der Baumklasseneinteilung nach KRAFT), untersucht. Dabei wurden alle jene Bäume aufgenommen, welche sich innerhalb eines 2 m breiten und 50 m langen Streifens befanden, der vom Mittelpunkt der Probefläche einerseits in westlicher und andererseits in östlicher Richtung bzw. entlang der Höhengichtlinie gelegt wurde. Auf diese Weise wurden noch durchschnittlich weitere 10 Bäume in die Beurteilung einbezogen.

### 3. ERGEBNISSE

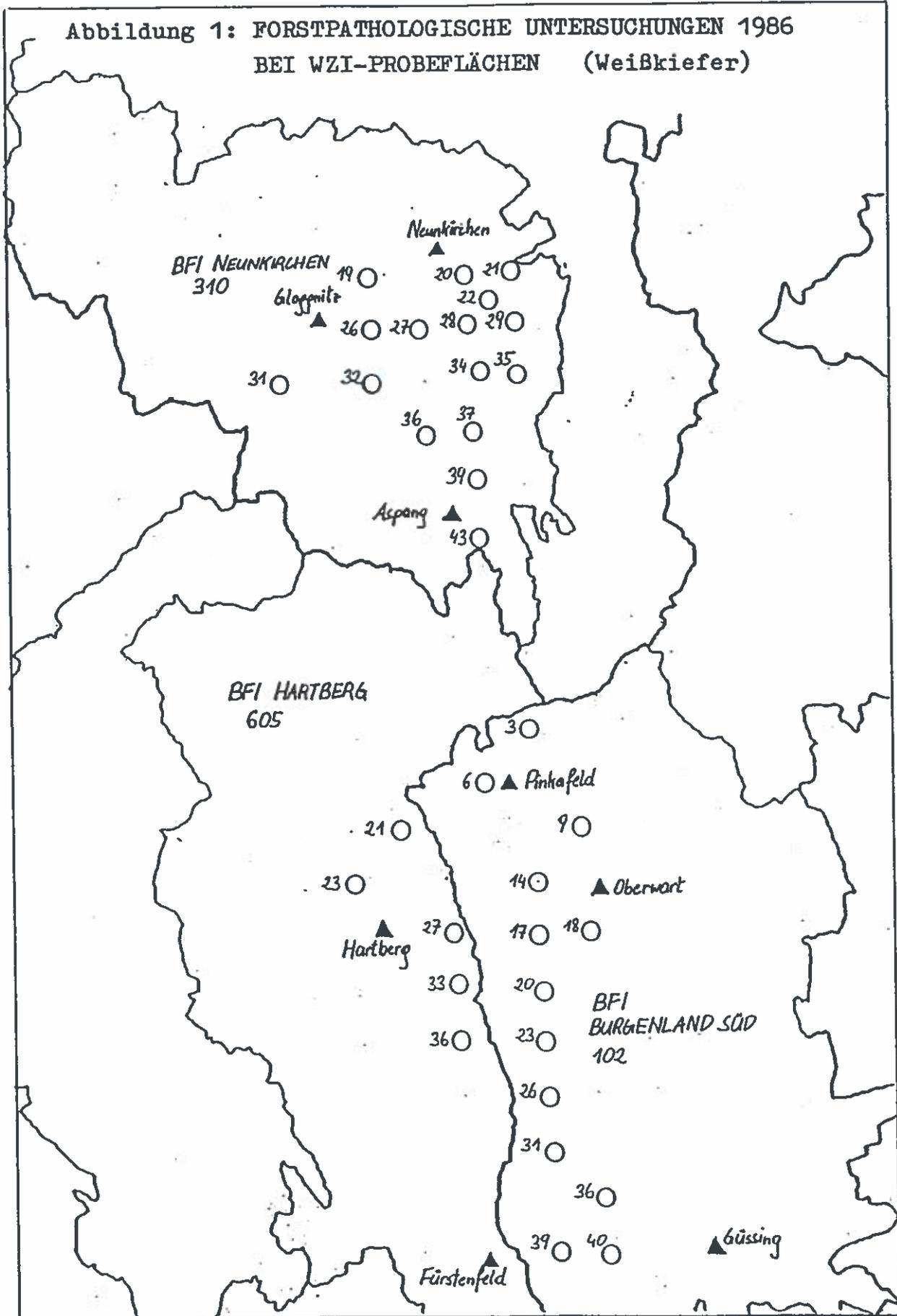
#### 3.1 VERGLEICH WZI-ANSPRACHE - FORSTPATHOLOGISCHE SONDERERHEBUNGEN

##### 3.1.1 VERLICHTUNGSGRAD (KRONENINDEX)

Die Richtlinien für die Kronenansprache der Baumart Kiefer (Weißkiefer), die in der "Instruktion für die Feldarbeit der Waldzustandsinventur nach bundeseinheitlichen Richtlinien 1984 - 1988 - Fassung 1985" (POLLANSCHÜTZ et al. 1985) angeführt sind, dienten auch bei der forstpathologischen Sondererhebung als Grundlage für die Erfassung der Kronenmerkmale bei der Kiefer, um einen Vergleich mit der Kronenansprache der WZI zu ermöglichen. Demnach soll eine Weißkiefer u.a. mindestens 3 vollständig vorhandene Nadeljahrgänge besitzen, um ihr den Kronenzustand 1 (keine Verlichtung) zuschreiben zu können. Sind nur noch 2 Nadeljahrgänge vollständig vorhanden, so wird dies bereits als Verlichtungsstufe 2 angegeben.

Im Zuge der forstpathologischen Untersuchungen wurden die vorhandenen Nadeljahrgänge der einzelnen Kiefernprobestämme in den zwei Kronenbereichen a) Wipfelbereich b) mittleres Kronendrittel, welche man zum "Lichtkronenbereich" zusammenfassen kann, für die Ermittlung des Verlichtungsgrades be-

Abbildung 1: FORSTPATHOLOGISCHE UNTERSUCHUNGEN 1986  
BEI WZI-PROBEFLÄCHEN (Weißkiefer)



rücksichtigt.

Jeder Nadeljahrgang wurde auf 10 % genau für den jeweiligen Kronenbereich an- geschätzt; der jüngste Nadeljahrgang (1986) wurde stets mit 100 % angenommen, sofern die Triebknospen vorhanden waren, da er zum Zeitpunkt der Aufnahme noch nicht vollständig ausgebildet war. Demnach erhielt jeder Probebaum den Kronenzustand 1, welcher aus dem Mittel der beiden oberen Kronendritteln (a+b-Bereich) eine Gesamtbenadelung nach KNABE, 1981, von mehr als 175 + 100 für 1986, also 275 % ( $\pm 10$  % Toleranzbereich) aufwies. Zur besse- ren Veranschaulichung sei ein Beispiel angeführt:

Baum Nr.	Nadeljahrgangmenge in % 1986 (fiktiv angenommen)		1985	1984	1983	Summe	Mittel aus a+b	Kronen- zustand
001	oberes Kronendrittel	a) 100	100	80	20	300	285	1
	mittleres Kronendrittel	b) 100	90	70	10	270		
002		a) 100	90	70	10	270	265	2
		b) 100	90	70	0	260		

Für den Kronenzustandsindex 2, 3 bzw. 4 wurden mit  $\pm 20$  % Toleranzbereich folgende Zahlen gewählt: 225 - 275 %  $\rightarrow$  2  
125 - 225 %  $\rightarrow$  3  
10 - 125 %  $\rightarrow$  4

Vergleicht man die durchschnittlichen Verlichtungsgrade (Kronenindizes) der einzelnen Probeflächen, die von den WZI-Mitarbeitern der STUGES (Studiengesellschaft f. Bauernfragen) bzw. von Landesbediensteten im Spätsommer 1986 ermittelt wurden, mit denen die im Rahmen der Sondererhebungen im April und Mai erfaßt wurden, so ergeben sich zum Teil beträchtliche Abweichungen. Auf das gesamte Untersuchungsgebiet bezogen lag die Differenz jedoch innerhalb des in der Literatur (NEUMANN u. STOWASSER 1987) beschriebenen üblichen Be- reiches (Tab. 1).

Bei einem größeren Kollektiv von Probeflächen heben sich offensichtlich die Unterschiede in den Kronenansprachen der einzelnen Taxatorengruppen auf, was u.a. auch darauf zurückzuführen ist, daß ein Teil der Taxatoren konstant "schlechter" - im Sinne eines höheren durchschnittlichen Verlichtungsgrades - ansprach, und der andere Teil konstant "besser" taxierte, also bei den einzelnen Probeflächen einen geringeren durchschnittlichen Verlichtungsgrad ermittelte.

TABELLE 1: Kronenindex-Vergleich: Kronenansprache bei forstpathologischer Sondererhebung (April, Mai) und WZI - Sommererhebung 1986

BFI	KRONENINDEX (durchschnittlicher Verlichtungsgrad)			
	Sondererhebung	Differenz	WZI 1986	mittl. Abweichung
Neunkirchen (16 Probe- flächen)	1,70	+ 0,08	1,78	0,37
Hartberg (5)	1,79	- 0,41	1,38	0,41
Burgenland/Süd (13)	1,83	+ 0,12	1,95	0,69
gesamtes Untersuchungs- gebiet	1,76	+ 0,03	1,79	0,50

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

Die bei einigen Probeflächen besonders prägnanten Differenzen in den Kronenansprachen zwischen der WZI-Aufnahme im Spätsommer und der Sondererhebung im Frühjahr (siehe mittlere Abweichung in Tab. 1) waren jedoch mit großer Wahrscheinlichkeit auf die unterschiedlichen subjektiven Ansprachekriterien, die bei der Kiefer trotz gemeinsamer Einschulung und einheitlicher Aufnahmeinstruktionen schwer auszuschalten sind, zurückzuführen (vgl. auch SANASILVA-WALDSCHADENBERICHT 1986 und BENGTSOON 1985).

Schadeinflüsse von außen, wie z.B. Insektenkahlfraß, Nadelschüttepilz, etc. konnten dafür nicht verantwortlich gemacht werden, da auf keiner dieser Flächen ein solcher Schadeinfluß in den Aufnahmeformularen vermerkt wurde. Es sei an dieser Stelle ein Beispiel angeführt:

Bei der Probefläche 102/20 der BFI Burgenland/Süd (Litzelsdorf) ergab die Aufnahme Ende April eine mittlere Gesamtbenadelung von  $100 + 82,1 + 53,4 = 235,5$  %. Das heißt, daß zum damaligen Zeitpunkt nur etwa 50 % vom Nadeljahrgang 1984 und etwa 80 % vom Nadeljahrgang 1985 vorhanden waren, Die 30 nummerierten WZI-Probebäume erhielten einen durchschnittlichen Verlichtungsgradindex von 2,14. Auf dieser Probefläche wurden im April folgende Schäden bzw. Schadsymptome in größerem Ausmaß festgestellt: Wipfelbruch (Schnee-

bruch) zuletzt November 1985 bei 25 % der Probebäume, Waldgärtner (21 %) und bei 44 % blühbedingtes Fehlen von Nadeln im mittleren bzw. 3 % im oberen Kronendrittel.

Bei der WZI-Kronenansprache im Juli 1986 ermittelte man bei dieser Probefläche einen durchschnittlichen Verlichtungsindex von 1,38. 1985 wurde diese Probefläche mit 1,63 und 1984 mit 1,60 taxiert. Trat 1986 tatsächlich trotz starken Schneebruchs im November 1985 eine derartige Verbesserung des Gesundheitszustandes der Probebäume dieses Bestandes zwischen April/Mai 1986 (vorliegende Sondererhebung) und Sommer 1986 (WZI-Erhebung) ein? Bei Vergleich der einzelnen Ergebnisse wird man solche Abweichungen jedenfalls in Betracht zu ziehen und zu berücksichtigen haben.

### 3.1.2 SCHÄDIGUNGEN, SCHADSYMPTOME

In Tabelle 2 soll ein Vergleich zwischen den Schadsymptomen die bei der WZI-Aufnahme erhoben wurden, und jenen die bei der Sondererhebung erfaßt wurden, und bei mehr als 10 % aller untersuchten Bäume einer Probefläche auftraten, erstellt werden.

TABELLE 2: Erfaßte Schadsymptome: Vergleich WZI-Aufnahme - forstpathologische Untersuchung

Schadsymptom	bei WZI-Aufnahme erfaßt	nicht erfaßt
Wipfelbruch (Schneebruch, Er- satzwipfelbildung)	90 % *	10 %
Insekten	18 %	82 %
Hagel	42 %	58 %
Misteln	92 % (bei 58 % in zu geringem Ausmaß erfaßt)	8 %
Sturmschäden	31 %	69 %

\* .. Prozent der Probeflächen, bei denen dieses Symptom bei mehr als 10 % aller Probebäume auftrat.

An Hand dieser tabellarischen Übersicht kommt klar zum Ausdruck, daß mit Ausnahme der Wipfelbruchschäden und des Mistelbesatzes, der allerdings bei 58 % der Probeflächen in zu geringem Ausmaß erfaßt wurde, der Großteil der Schäden bzw. der Schadsymptome nicht vermerkt wurde. Besonders die Insektenschäden (Waldgärtner, Diprionidenfraß) scheinen bei der jährlich durchgeführten WZI-Aufnahme als solche nicht erkannt worden zu sein.

Man muß in diesem Zusammenhang jedoch berücksichtigen, daß den Mitarbeitern

der WZI während der Sommeraufnahme die Möglichkeit frisch gefällte Probebäume zu untersuchen, nicht gegeben war.

### 3.2 BESCHREIBUNG UND VORKOMMEN DER AUFGENOMMENEN SYMPTOMKATEGORIEN

Eine Übersicht über die wichtigsten, bzw. am häufigsten in den Untersuchungsgebieten vorgekommenen Schadfaktoren sollen die Tabellen 3, 4, 5 und 6 geben. Man kann daraus entnehmen, daß der Großteil der beschriebenen Schadfaktoren auf einem relativ hohen Anteil der Probeflächen auftrat, daß sich diese Schadsymptome allerdings mit nur geringer mittlerer Intensität bemerkbar machten. Das heißt, daß jene Probebäume, welche ein bestimmtes Schadsymptom erkennbar zeigten, von diesem nur "einzeln" betroffen waren.

Es sei aber an dieser Stelle darauf hingewiesen, daß eine starke Schädigung (Intensität 3 oder 4) einiger weniger Bäume für das Bestandesbild (Bestandesstruktur, Schlußgrad, Bestockungsgrad etc.) eines Waldbestandes weniger "gefährlich" ist, als eine schwache Schädigung (Intensität 1 oder 2) des Großteils der Bäume. Außerdem erhöht sich damit die Disposition des Bestandes für andere, bisher noch nicht wirksam gewesene Schadfaktoren (SCHWERDTFEGGER, 1980).

Auf Grund dessen wurden den einzelnen Schadsymptomen "Schädigungszahlen" zugeordnet. Diese Schädigungszahl, die für jeden Schadfaktor pro untersuchter Probefläche ermittelt wurde, soll die Beeinträchtigung eines Waldbestandes der in großem Ausmaß, aber mit geringer Intensität von einem Schadfaktor betroffen ist, charakterisieren.

Schädigungszahl  $S = H (\%) \times G \times I$

H = Prozentangabe der betroffenen Probebäume der Probefläche (= Häufigkeit)

G = Gewichtung der Prozentangabe  
( 1-10 % = 1; 11-20 % = 2; 21-30 % = 3 usw.)

I = mittlere Intensität (1,0-4,0)

Vergleicht man Tabelle 5 mit Tabelle 7 bzw. 6 mit 8 so fallen jene Symptome besonders auf, welche mit hohem Prozentsatz auf der Probefläche vorgefunden worden waren.

Auch hier sei zur Erläuterung ein Beispiel herausgegriffen: Auf den Probeflächen 310/28 bzw. 102/40 waren 34 % aller Probebäume durch Misteln geschädigt. Für die Fläche 310/28 wurde jedoch eine "Mistel"-Schädigungszahl von 408 errechnet, während für 102/40 die Schädigungszahl 272 ergab. Der Grund hierfür war die unterschiedliche mittlere Intensität des Schadsymptoms.

310/28	H = 34 %	G = 4	I = 3	S = 34 x 4 x 3 = 408
102/40	H = 34 %	G = 4	I = 2	S = 34 x 4 x 2 = 272

TABELLE 3: Untersuchungsgebiet: BFI NEUNKIRCHEN

Anzahl der Probeflächen: 16

Untersuchte Probebäume: 668

SYMPTOME	gefunden auf:			mittlere Intensität
	%-Anzahl der Probebäume	%-Anzahl der Probeflächen	%-Anzahl d. Probebäume von betroffenen Probeflächen	
WALDGÄRTNER	23	88	25	1,08
DIPRIONIDEN	4	44	9	1,20
SCHILDLAUSE	-	50	-	1,30
MISTELN	14	63	23	2,9 <sup>x)</sup>
KIENZOPF	2	38	4	-
TRIEBVERKÜRZUNGEN	10	63	16	1,60
verkürzte NADELN	3	38	9	1,60
ADVENTIVTRIEBE	7	63	12	1,30
abgebrochene TRIEBE	4	50	9	1,05
vertrocknete TRIEBE	6	56	11	1,30
WIPFELBRUCH	16	81	19	-
STAMMSCHÄDEN	6	75	8	1,30
STURM / SCHEUER-SCHÄDEN	11	56	18	1,40
HAGEL	-	69	-	-
blühbedingtes Fehlen von Nadeln				
im Wipfelbereich	3	31	10	1,40
in Kronenmitte	19	88	21	1,30

x) durchschnittliche Anzahl pro befallenem Baum

TABELLE 4: Untersuchungsgebiet: BFI B U R G E N L A N D / S O D  
BFI H A R T B E R G

Anzahl der Probeflächen: 18

Untersuchte Probebäume: 673

SYMPTOME	gefunden auf:			mittlere Intensität
	%-Anzahl der Probebäume	%-Anzahl der Probeflächen	%-Anzahl d. Probebäume von betroffenen Probeflächen	
WALDGÄRTNER	11	83	13	1,00
DIPRIONIDEN	5	33	13	1,50
SCHILDLAUSE	-	28	-	1,00
MISTELN	10	33	44	3,3 <sup>x)</sup>
KIENZOPF	2	50	4	-
TRIEBVERKÖRZUNGEN	6	67	9	1,56
verkürzte NADELN	2	28	8	1,30
ADVENTIVTRIEBE	12	95	12	1,35
abgebrochene TRIEBE	6	83	8	1,30
vertrocknete TRIEBE	11	100	11	1,20
WIPFELBRUCH	31	100	31	-
STAMMSCHÄDEN	1	39	3	1,10
STURM / SCHEUER-SCHÄDEN	9	78	12	1,20
HAGEL	-	11	-	-
blühbedingtes Fehlen von Nadeln				
im Wipfelbereich	1	28	3	1,00
in Kronenmitte	19	83	22	1,30

x) durchschnittliche Anzahl pro befallenem Baum

TABELLE 5: Zusammenstellung der aufgetretenen Symptome ( in % der Probebäume je Probefläche )

Probeflächen- nummer	Waldgärtner	Diprio- niden	Misteln	Kienzopf	Wipfel- bruch	Sturm-, Scheuersch.	Stamm- schäden	vertrocknete Triebe	Triebver- kürzungen	Adventiv- triebe	verkürzte Nadeln	von Nadeln	blühbe- dingtes Fehlen	Sonstige	Hagel	Schildläuse	durchschnittl. Verlichtungs- grad
310/19	-	-	15	-	39	-	2	2	-	-	2	-	46	-	*	-	1,61
/20	5	-	45	7	69	30	5	19	2	10	-	-	7	-	*	-	1,93
/21	21	-	50	-	8	18	3	-	-	-	-	-	16	-	**	*	1,89
/22	18	-	8	3	-	28	-	-	3	-	8	3	8	-	**	*	1,53
/26	27	2	11	9	9	11	-	-	-	-	-	5	9	-	*	**	1,36
/27	11	-	7	2	13	22	-	4	7	2	-	-	13	-	*	**	1,72
/28	-	2	34	-	17	10	-	12	-	32	7	-	10	-	**	*	1,98
/29	44	5	28	2	9	2	5	16	19	2	-	-	16	-	**	*	1,90
/31	28	-	-	-	11	26	3	-	41	7	-	-	17	-	-	-	1,45
/32	36	12	-	-	-	-	7	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,43
/34	54	8	6	-	14	-	6	10	-	2	8	20	60	-	**	**	1,98
/35	44	3	30	3	22	-	11	17	-	14	-	-	25	-	-	-	1,64
/36	46	-	-	-	-	-	5	-	7	12	-	5	37	-	*	-	1,78
/37	9	-	-	-	9	18	2	-	7	20	2	-	22	18	-	-	1,98
/39	3	-	-	-	14	-	-	14	28	-	-	-	-	-	-	*	1,64
/43	10	28	-	-	15	-	-	5	21	15	26	-	3	-	*	-	1,95

Anmerkung: \* einzeln  
\*\*\* größtenteils  
\*\* deutlich  
\*\*\*\* gänzlich

TABELLE 6: Zusammenstellung der aufgetretenen Symptome ( in % der Probebäume je Probefläche )

Probeflächennummer	Waldgärtner	Diprioiden	Misteln	Kienzopf	Wipfelbruch	Sturm-, Scheuersch.	Stamm-schäden	vertrocknete Triebe	Triebverkürzungen	Adventivtriebe	verkürzte Nadeln	blühbedingtes Fehlen von Nadeln	Sonstige	Hagel	Schildläuse	durchschnittl. Verlichtungsgrad
	a	b														
102/03	3	11	3	3	14	14	-	14	-	5	-	3	-	-	-	1,65
/06	21	8	-	-	55	8	-	32	-	16	11	3	-	-	-	1,78
/09	7	-	2	2	15	7	2	12	-	-	-	-	-	-	-	1,68
/14	13	-	-	-	27	3	-	9	-	34	19	-	-	*	*	2,13
/17	7	-	7	-	43	19	2	10	5	21	-	-	-	*	*	1,93
/18	13	-	3	-	41	31	3	13	-	9	-	-	-	*	*	1,75
/20	21	-	3	-	25	13	-	5	3	8	-	3	-	-	-	2,07
/23	-	-	14	3	11	17	-	11	14	6	-	-	-	-	-	1,53
/26	24	-	62	9	68	9	3	18	12	19	-	-	-	*	*	2,09
/31	-	-	19	5	24	16	3	8	11	8	-	-	-	-	-	1,78
/36	-	3	6	-	46	9	-	9	17	3	-	-	-	-	-	1,69
/39	5	-	8	-	19	3	-	5	16	11	3	3	-	-	-	1,92
/40	23	-	34	-	37	11	-	20	6	11	-	-	-	-	-	1,91
605/21	16	-	-	-	13	-	-	5	5	8	-	-	-	-	-	1,68
/23	11	-	-	5	58	-	-	8	8	3	-	3	-	*	*	1,89
/27	4	27	9	4	36	-	2	11	2	13	-	-	-	*	*	2,09
/33	28	9	14	2	26	-	5	2	7	23	-	-	-	-	*	1,95
/36	3	19	-	3	3	9	-	6	-	16	6	-	-	*	*	1,43

BFI BURGENLAND/SÜD

BFI HARTBERG

TABELLE 7: Zusammenstellung der aufgetretenen Symptome (Schädigungszahl S = H (%) x G (1-10) x I (1-4) )

Probeflächen- nummer	Waldgärtner	Diprio- niden	Misteln	Kienzopf	Wipfel- bruch	Sturm-, Scheuersch.	Stamm- schäden	vertrocknete Triebe	Triebver- kürzungen	Adventiv- triebe	verkürzte Nadeln	von Nadeln	a	b	blühbe- dingtes Fehlen	Nadelver- färbung	Sonstige	Schildläuse	Hagel	Nadelver- lustzahl	durchschnittl. Verlichtungs- grad	Gesamt- schädigungs- zahl
310/19	-	-	30	-	156	-	3	6	-	-	4	-	-	322	-	-	-	-	*	306	1,61	827
/20	5	-	450	28	483	126	5	53	2	13	-	-	-	9	34	-	-	*	273	1,93	1481	
/21	63	-	750	-	8	50	6	-	-	-	-	-	-	42	5	-	-	**	267	1,89	1191	
/22	36	-	8	12	-	84	-	-	6	-	10	3	8	8	10	-	-	**	82	1,53	259	
/26	105	2	44	36	9	33	-	-	-	-	-	10	12	12	112	-	-	*	37	1,36	400	
/27	22	-	7	8	26	66	-	4	9	2	-	-	34	34	12	-	-	*	225	1,72	415	
/28	-	2	408	-	34	18	-	26	-	166	11	-	10	10	51	-	-	**	216	1,98	950	
/29	220	5	84	8	9	6	5	32	80	3	-	-	-	51	-	-	-	**	436	1,90	939	
/31	101	-	-	-	22	101	3	-	328	7	-	-	-	34	-	-	-	-	-	23	1,45	619
/32	158	41	-	-	-	-	9	-	-	-	-	-	-	-	149	-	-	-	-	11	1,43	368
/34	389	8	6	-	28	-	8	13	-	2	16	60	720	-	185	-	-	**	375	1,98	1810	
/35	242	3	180	12	66	-	22	41	-	39	-	-	-	83	6	-	-	-	-	96	1,64	790
/36	276	-	-	-	-	-	5	-	14	34	-	5	207	207	36	-	-	*	168	1,78	745	
/37	9	-	-	-	9	36	2	-	11	40	3	-	79	79	31	65	-	-	-	252	1,98	537
/39	3	-	-	-	28	-	-	28	109	-	-	-	-	-	-	-	-	*	-	114	1,64	282
/43	10	118	-	-	30	-	-	5	88	51	101	-	3	3	-	-	-	*	468	1,95	874	

BFI NEUNKIRCHEN

TABELLE 8: Zusammenstellung der aufgetretenen Symptome (Schädigungszahl S = H (%) x G (1-10) x I (1-4) )

Probeflächen- nummer	Waldgärtner	Diprio- niden	Misteln	Kienzopf	Wipfel- bruch	Sturm-, Scheuersch.	Stamm- schäden	vertrocknete Triebe	Triebver- kürzungen	Adventiv- triebe	verkürzte Nadeln	a	b	blühbe- dingtes Fehlen von Nadeln	Nadelver- färbung	Sonstige	Schildläuse	Hagel	Nadelver- lustzahl	Verlichtungs- grad	Gesamt- schädigungs- zahl
605/21	32	-	-	-	26	-	-	5	11	13	-	-	26	-	-	-	-	-	104	1,68	217
/23	22	-	-	20	348	-	-	13	11	3	-	3	54	-	-	-	-	*	164	1,89	638
/27	4	130	9	16	144	-	2	49	2	32	-	-	42	-	-	-	-	*	520	2,09	950
/33	92	16	84	8	78	-	5	2	12	110	-	-	12	10	-	-	*	-	315	1,95	749
/36	3	45	-	12	3	9	-	6	-	45	6	-	-	-	-	-	*	-	23	1,43	152
102/03	3	28	3	12	28	28	-	28	-	10	-	3	192	-	-	-	-	-	104	1,65	439
/06	63	8	-	-	330	10	-	152	-	54	22	3	33	5	-	-	-	-	156	1,78	836
/09	7	-	2	8	30	9	3	24	-	-	-	-	204	-	-	-	-	-	94	1,68	381
/14	26	-	-	-	81	3	-	9	-	185	57	-	90	3	-	-	*	-	300	2,13	754
/17	7	-	14	-	215	42	3	10	8	77	-	-	29	-	-	-	*	-	150	1,93	555
/18	24	-	3	-	205	161	3	26	-	9	-	-	26	-	-	-	*	-	118	1,75	575
/20	63	-	6	-	75	31	-	5	6	8	-	3	330	-	-	-	-	-	300	2,07	827
/23	-	-	56	12	22	34	-	29	34	6	-	-	-	-	-	-	-	-	31	1,53	224
/26	72	-	868	36	476	9	6	47	36	46	-	-	6	9	-	-	*	-	240	2,09	1851
/31	-	-	76	20	72	48	3	10	28	13	-	-	135	3	-	-	-	-	82	1,78	490
/36	-	6	12	-	230	9	-	9	57	6	-	-	-	-	-	-	-	-	88	1,69	417
/39	5	-	8	-	38	6	-	8	56	22	3	3	728	-	-	-	-	-	312	1,92	1189
/40	69	-	272	-	148	40	-	44	12	22	-	-	97	-	-	-	-	-	142	1,91	846

### WALDGÄRTNER - TRIEBFRAß (ABB. 2)

Die Bedeutung des Waldgärtners, *Tomicus piniperda* bzw. *Tomicus minor* ist in den Kiefernforsten der Buckligen Welt, aber auch im angrenzenden Burgenland gegenwärtig sehr groß. Die Spuren des Reifungsfraßes der Jungkäfer bzw. des Regenerationsfraßes der Altkäfer in den Wipfelregionen (a-Bereich) der Kiefern waren weitverbreitet sichtbar. Für die untersuchten Probestämme stellten die Schäden (vertrocknete, ausgehöhlte, oder abgebrochene Triebe) durch den Waldgärtner jedoch keine akute Gefahr dar, da sie fast immer nur "einzeln" auftraten, (siehe Tab. 3 und 4: mittlere Intensität 1,08 bzw. 1,00). Verbreitungsschwerpunkte waren der Raum Feistritz, Scheiblingkirchen, Seebenstein (BFI Neunkirchen).

### DIPRIONIDEN - NADELFRAß (ABB. 3)

Obwohl an den Waldrändern, so zum Beispiel entlang der Südautobahn im Wechselgebiet vermehrt Schäden an Weißkiefern durch den Fraß der Afterraupen von Kiefernbuschhornblattwespen, z.B. von *Diprion pini*, bzw. *Diprion similis* feststellbar waren, konnten im Bestandesinneren der Waldgebiete des Untersuchungsgebietes nur bei zwei Probestflächen mehr als 25 % der Probestämme mit Schadenssymptomen, die auf einen Befall durch Diprioniden zurückzuführen waren, nachgewiesen werden (Aspang, Hartberg).

### MISTELBESATZ (ABB. 4)

Die für die Berechnung der Schädigungszahl für die Mistel notwendige mittlere Intensität wurde wie folgt bestimmt:

mittlere Anzahl/Baum	Intensität
1 - 2	→ 1
3 - 4	→ 2
5 - 8	→ 3
> 8	→ 4

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

In der BFI Neunkirchen war eine Übereinstimmung - von wenigen Ausnahmen abgesehen - zwischen den Probestflächen mit erhöhtem Mistelbefall und jenen, bei welchen Sturm-, Hagel- oder/und Kronenbruchschäden gefunden wurden, gegeben (vgl. Abb. 4 mit Abb. 5). Im Burgenland und in Hartberg korrelierten vor allem die Wipfelbruchschäden mit erhöhtem Mistelbefall.

Bricht ein Ast oder die gesamte Krone als Folge von Schneedruck oder Sturm

Abbildung 2: WALDGÄRTNER (Triebfraß)

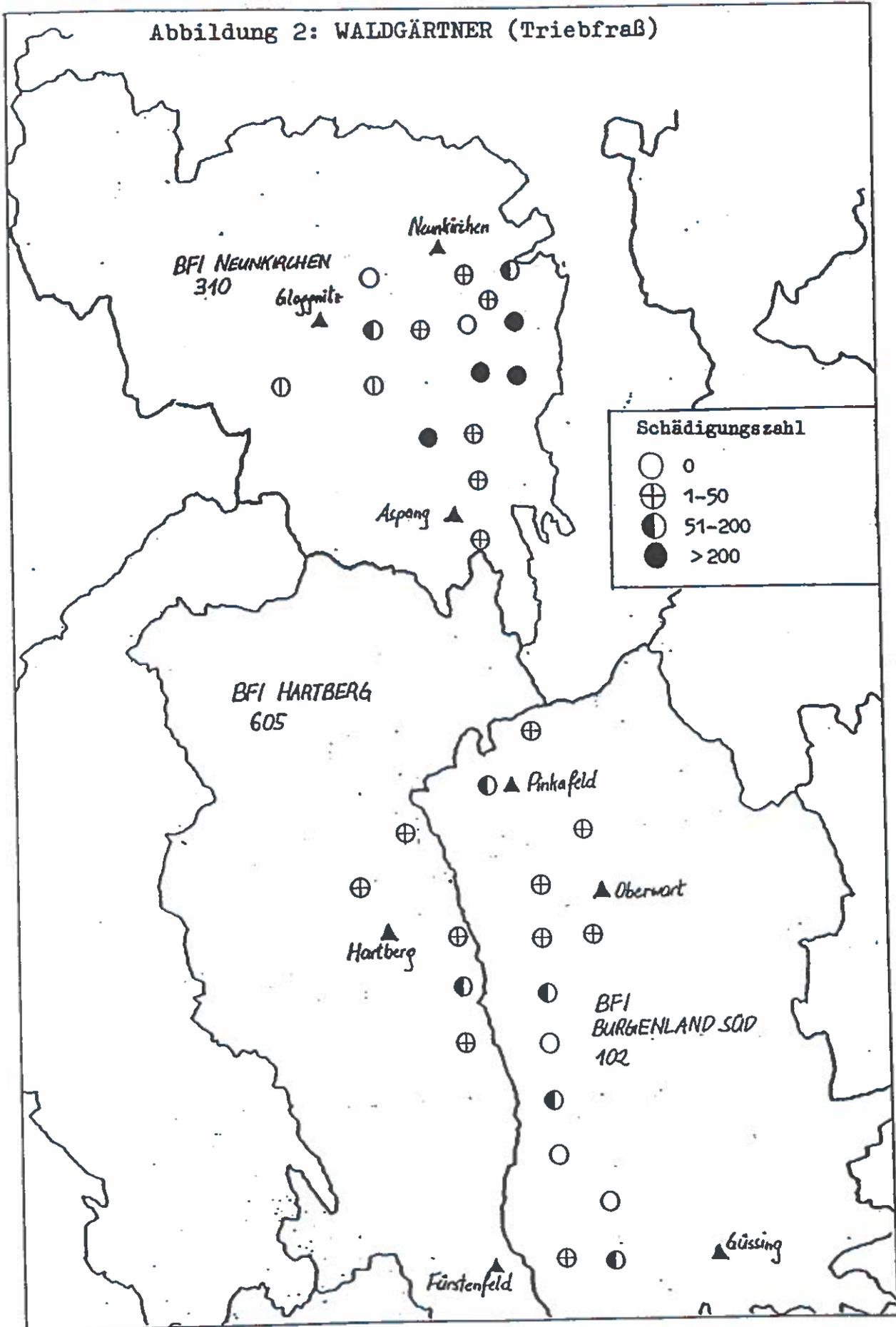


Abbildung 3: DIPRIONIDEN

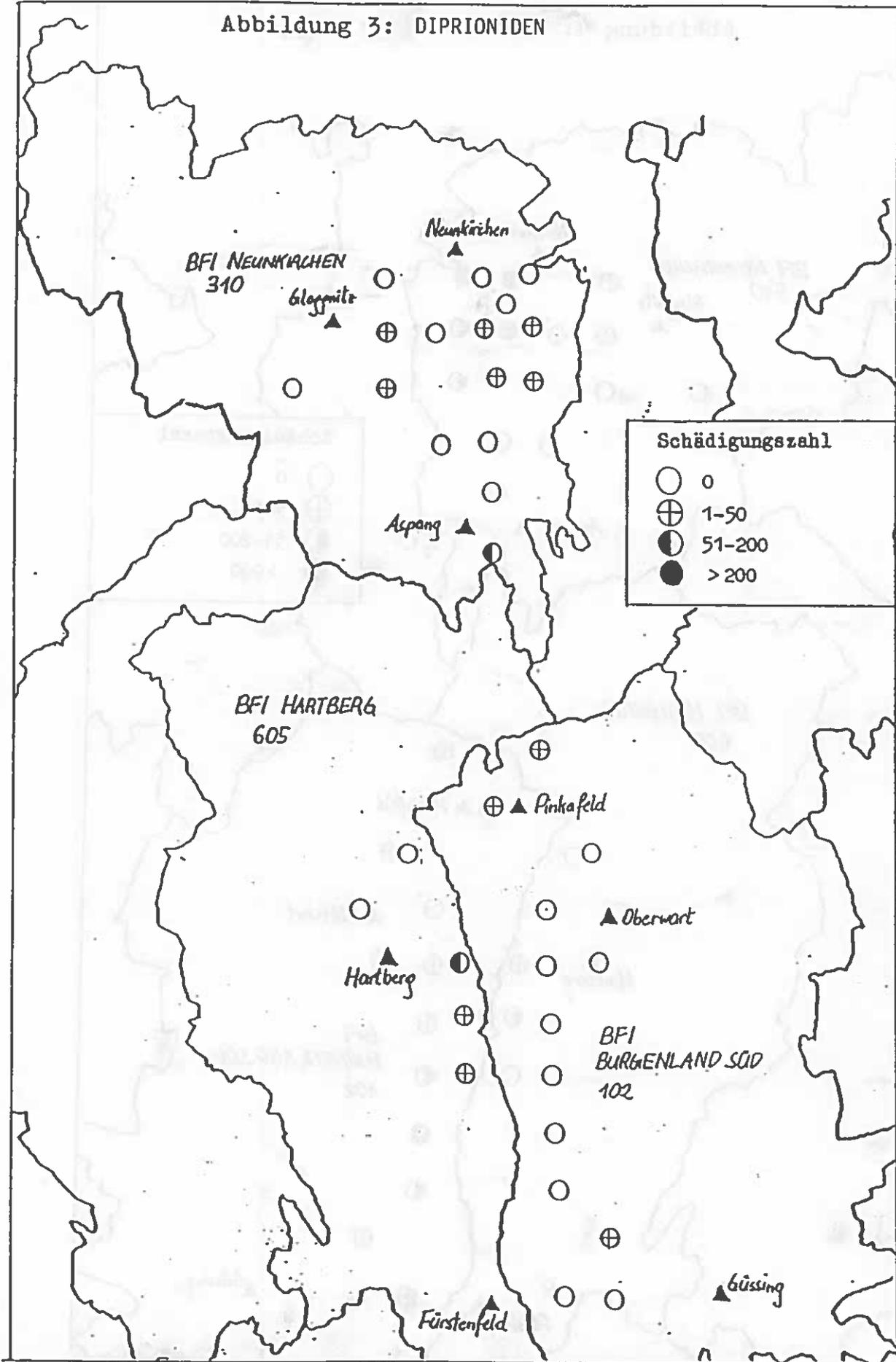


Abbildung 4: MISTELN

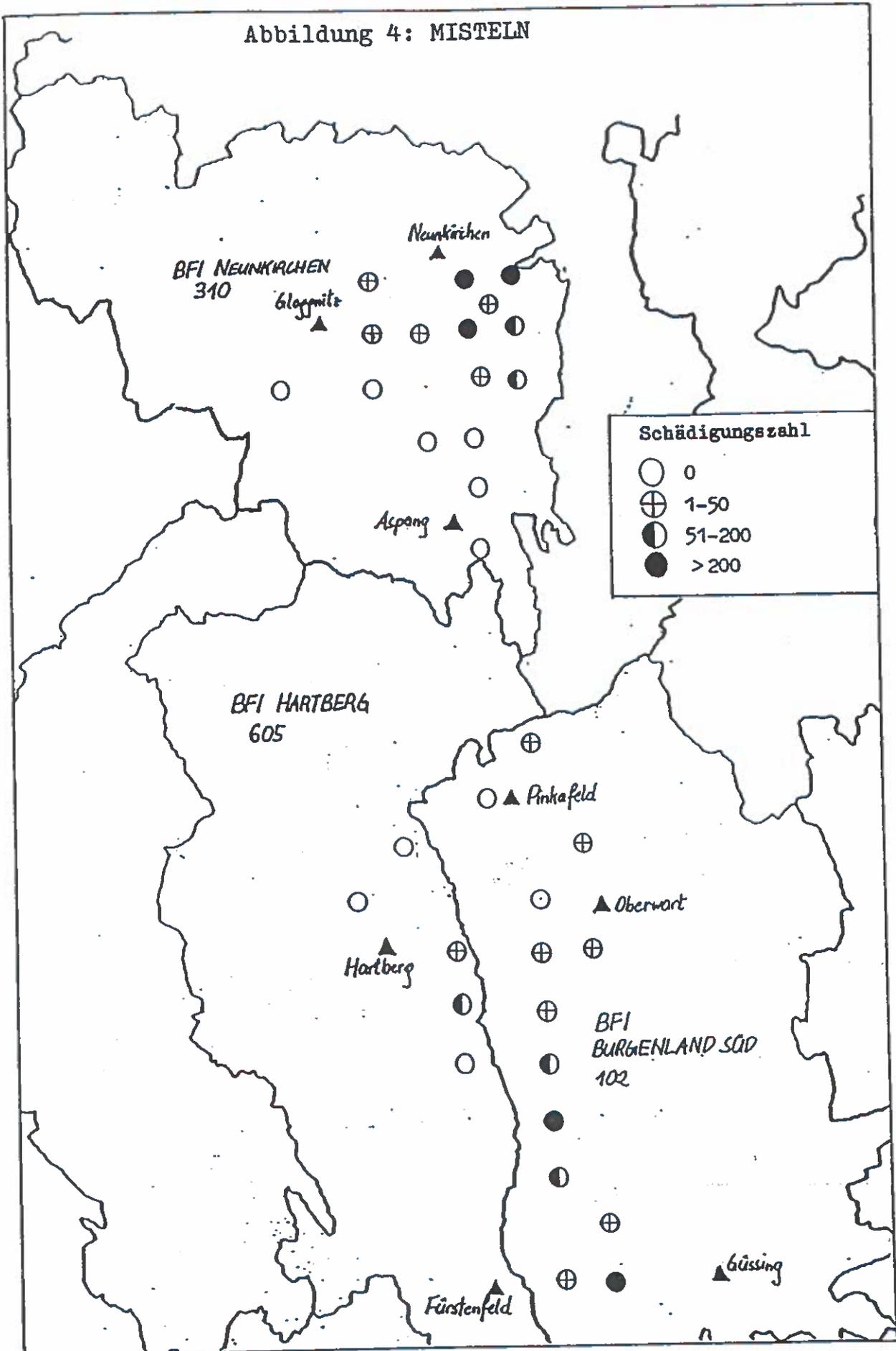
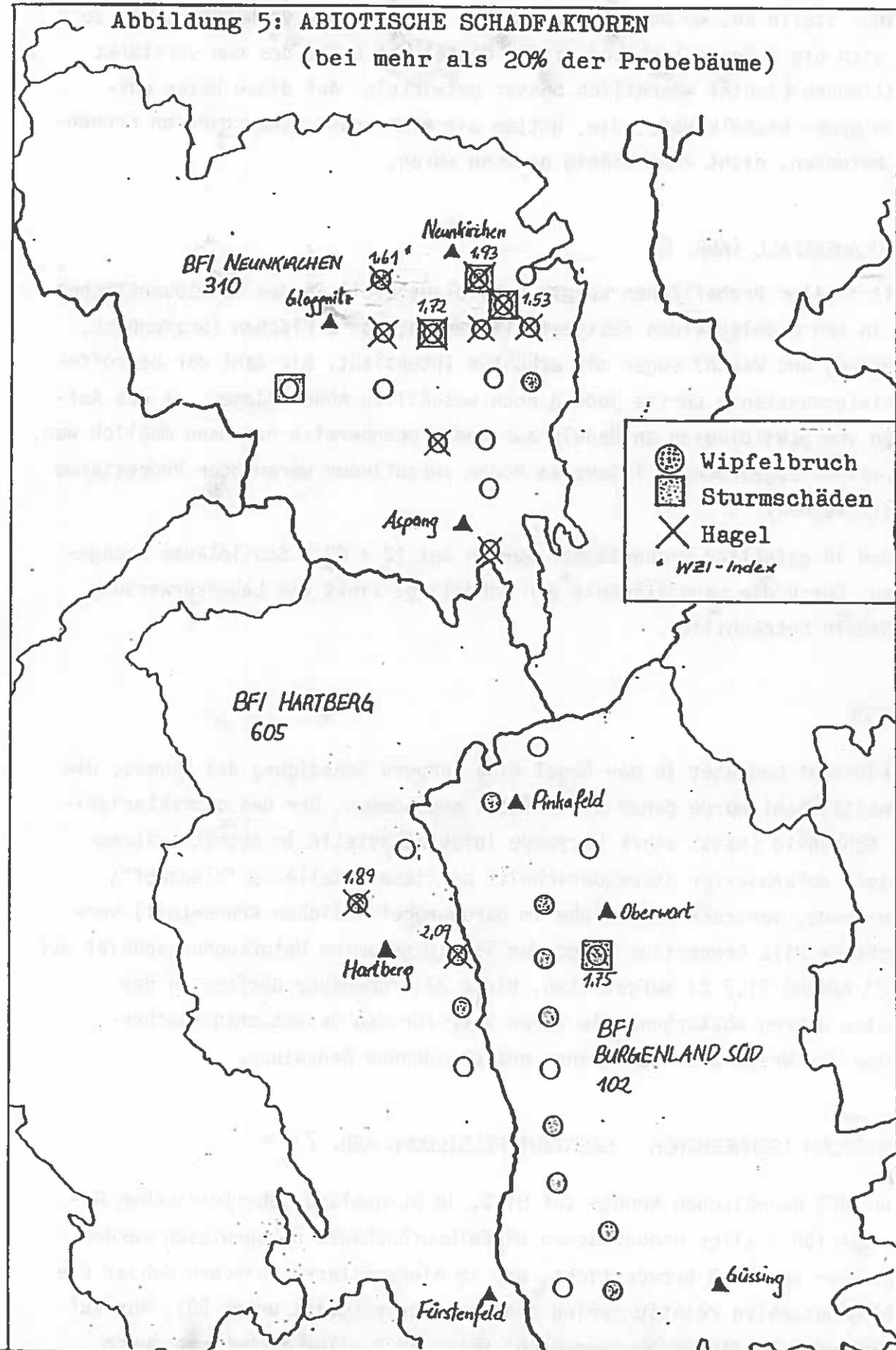


Abbildung 5: ABIOTISCHE SCHADFAKTOREN  
(bei mehr als 20% der Probebäume)



an einer Stelle ab, wo bereits Senker von *Viscum album* vorhanden sind, so kann sich die äußerst lichtbedürftige Mistel auf Grund des nun verstärkt einfallenden Lichtes wesentlich besser entwickeln. Auf diese Weise entstehen große Mistelkröpfe, die, hätten sie sich unter einem dichten Kronendach befunden, nicht lebensfähig gewesen wären.

#### SCHILDLAUSBEFALL (ABB. 6)

Auf 41 % aller Probeflächen konnte Schildlausbefall an den Nadeloberflächen bzw. in den Nadelscheiden festgestellt werden; auf 3 Flächen (Grafenbach, Oberdanegg und Warth) sogar mit erhöhter Intensität. Die Zahl der betroffenen Kiefernbestände dürfte jedoch noch wesentlich höher liegen, da das Auffinden von Schildläusen an Nadeln aus dem Kronenbereich nur dann möglich war, wenn frisch abgebrochene Triebe am Boden vorzufinden waren oder Probestämme gefällt wurden.

Von den 18 gefällten Probestämmen wurden bei 12 = 67 % Schildläuse nachgewiesen. Durch die Saugtätigkeit der Schädlinge sinkt die Lebenserwartung der Nadeln beträchtlich.

#### KIENZOPF

Der Kienzopf bedeutet in der Regel eine schwere Schädigung des Baumes; die Intensitätszahl wurde daher stets mit 4 angenommen. Der das charakteristische Schadbild (meist stark harzende Infektionsstelle im obersten Stammdrittel, deformierter Stammquerschnitt an dieser Stelle → "Kienzopf"; absterbende, vertrocknete Triebe im darüber befindlichen Kronenteil) verursachende Pilz *Cronartium flaccidum* ist im gesamten Untersuchungsgebiet auf nur 23 Bäumen (1,7 %) aufgetreten. Diese 23 Probestämme dürften in den nächsten Jahren absterben, sie waren aber für den Gesamtschadursachenkomplex der Weißkiefer von keiner entscheidenden Bedeutung.

#### WIPFELBRUCH (SCHNEEBRUCH - ERSATZWIPFELBILDUNG ABB. 7)

In der BFI Neunkirchen konnte auf 81 %, im burgenländisch-steirischen Gebiet auf 100 % aller Probeflächen Wipfelbruchschäden nachgewiesen werden. Dabei aber deutlich hervorsteicht, daß im niederösterreichischen Gebiet die Schädigungszahlen relativ gering gehalten waren (meist unter 50). Nur auf der Probefläche 310/20 (Loipersbach) waren 69 % aller Probestämme durch Kronenbruch geschädigt. In der BFI Burgenland/Süd bzw. in der BFI Hartberg

Abbildung 6: SCHILDLAUSBEFALL

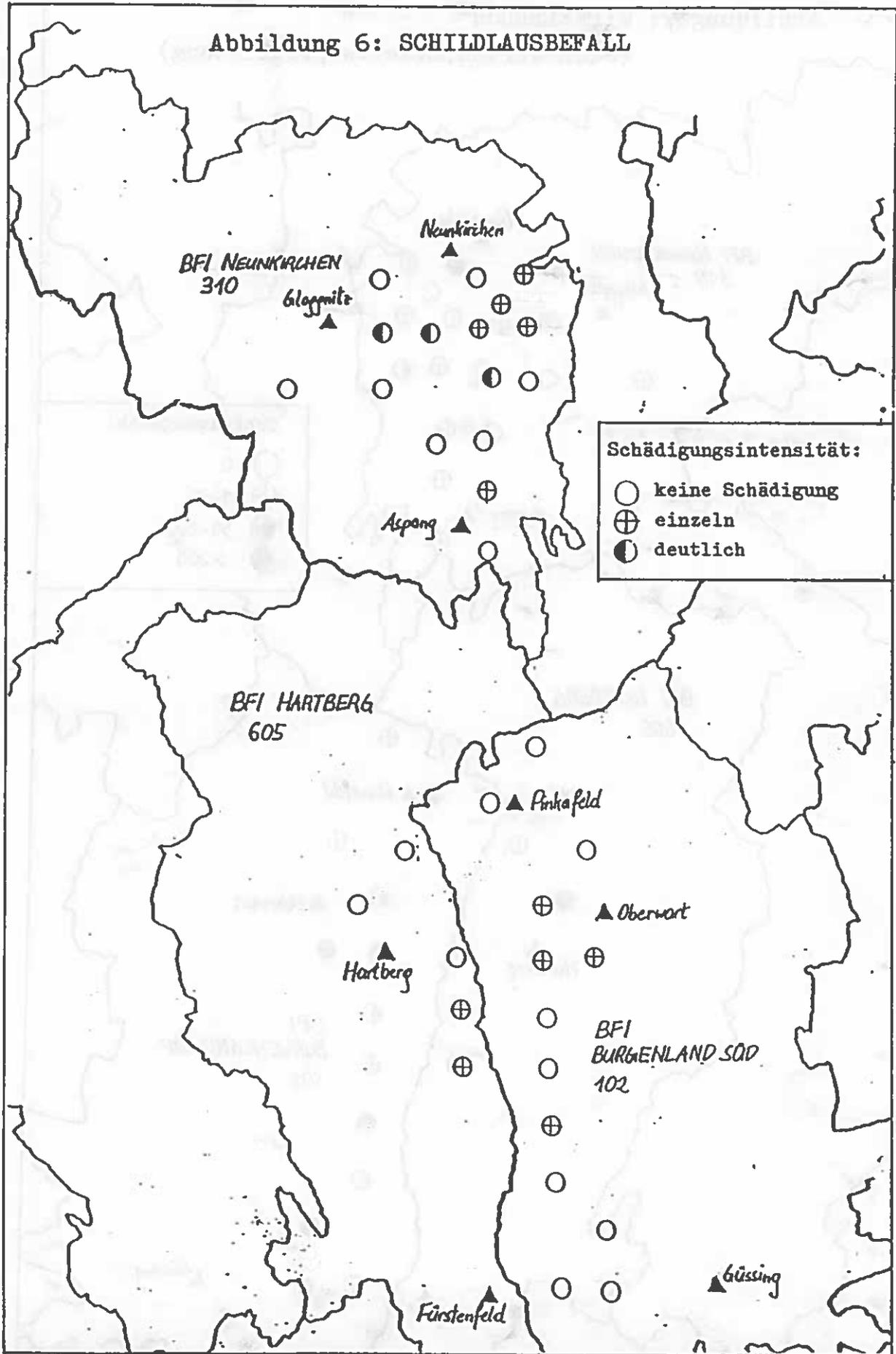
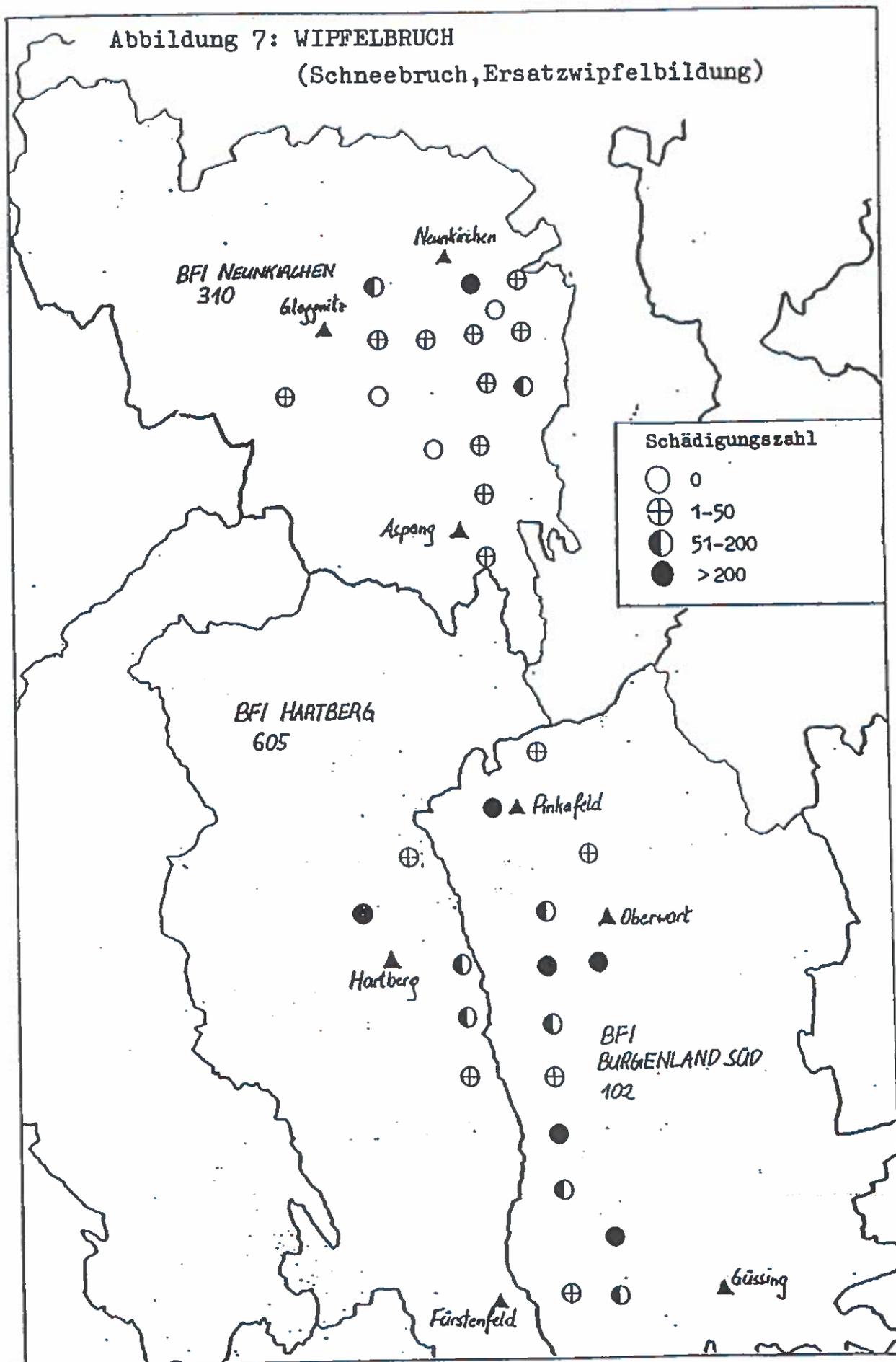


Abbildung 7: WIPFELBRUCH

(Schneebruch, Ersatzwipfelbildung)



bildeten die Waldbestände in denen mehr als 25 % aller Bäume - das entspricht einer Schädigungszahl von mehr als 75 (Intensität bei Wipfelbruch stets 1) durch Wipfelbruch geschädigt waren, die überwiegende Mehrheit. Dies dürfte vorwiegend auf den schlechten Pflegezustand der dortigen Kiefernbestände zurückzuführen sein. Zuletzt hat im November 1985 ein massives Schneebruchereignis in diesen Gebieten stattgefunden.

#### STURM-SCHÄDEN (SCHEUERSCHÄDEN, ABGEPEITSCHTE, ABGESCHLAGENE TRIEBE) ABB. 8

Die Verletzungen bzw. Schäden infolge Sturmes traten vor allem dort gehäuft auf, wo die Bestände zu dicht auf windungeschützten Standorten aufgewachsen waren, sodaß sich benachbarte Bäume gegenseitig Teile ihrer Kronen abgeschlagen hatten. Neben dem Verlust von für die Assimilation wertvoller Nadelmasse, hatten diese Art der Schäden auch noch den Effekt, offenbar die Infektion durch nicht näher bestimmte Wundpilze zu begünstigen. Das Ausmaß der Schäden hielt sich aber im gesamten Untersuchungsgebiet im unteren bzw. mittleren Bereich der Schädigungszahlen.

#### HAGEL (ABB. 9)

Die durch den Hagelschlag verursachten Schäden, vorwiegend an der Oberseite der Triebe und Äste, führen in den meisten Fällen zu einer empfindlichen Schädigung des Kambialbereiches, bei besonders starkem Hagelschlag im Sommer können sogar Triebe abgeschlagen werden, sodaß die Kronen derart geschädigter Bäume merkwürdig "zerzaust" und verlichtet erscheinen. Ein besonders krasses Beispiel starken Hagelschlages konnte im Gebiet um Unterkohlstätten, Bernstein (vgl. Abb. 9 Burgenland: schraffierte Fläche) festgestellt werden. Aber auch im niederösterreichischen Gebiet um Warth (310/34), Seebenstein (310/29) richteten die Hagelschäden schwere Schäden an den Trieben der Kiefern an, deren Auswirkungen schon 1986 zum Teil sichtbar waren (Kronenzustandsindex über 1,9). Im burgenländischen Untersuchungsgebiet war das tatsächliche Ausmaß der Schäden infolge Hagelschlages sicher höher als auf Grund der forstpathologischen Erhebungen festgestellt werden konnte, da keine Probebäume zur genaueren Begutachtung der Kronen gefällt werden konnten. Die nun folgend angeführten Schadsymptome sind, soferne sie nicht mit anderen Faktoren gemeinsam aufgetreten sind, unspezifisch. Das heißt, daß das Vorhandensein dieser Symptome alleine keinen eindeutigen Schluß auf einen bestimmten Verursacher möglich machte. Äußerte sich jedoch z.B. der schon

Abbildung 8: STURMSCHÄDEN  
(Scheuerschäden)

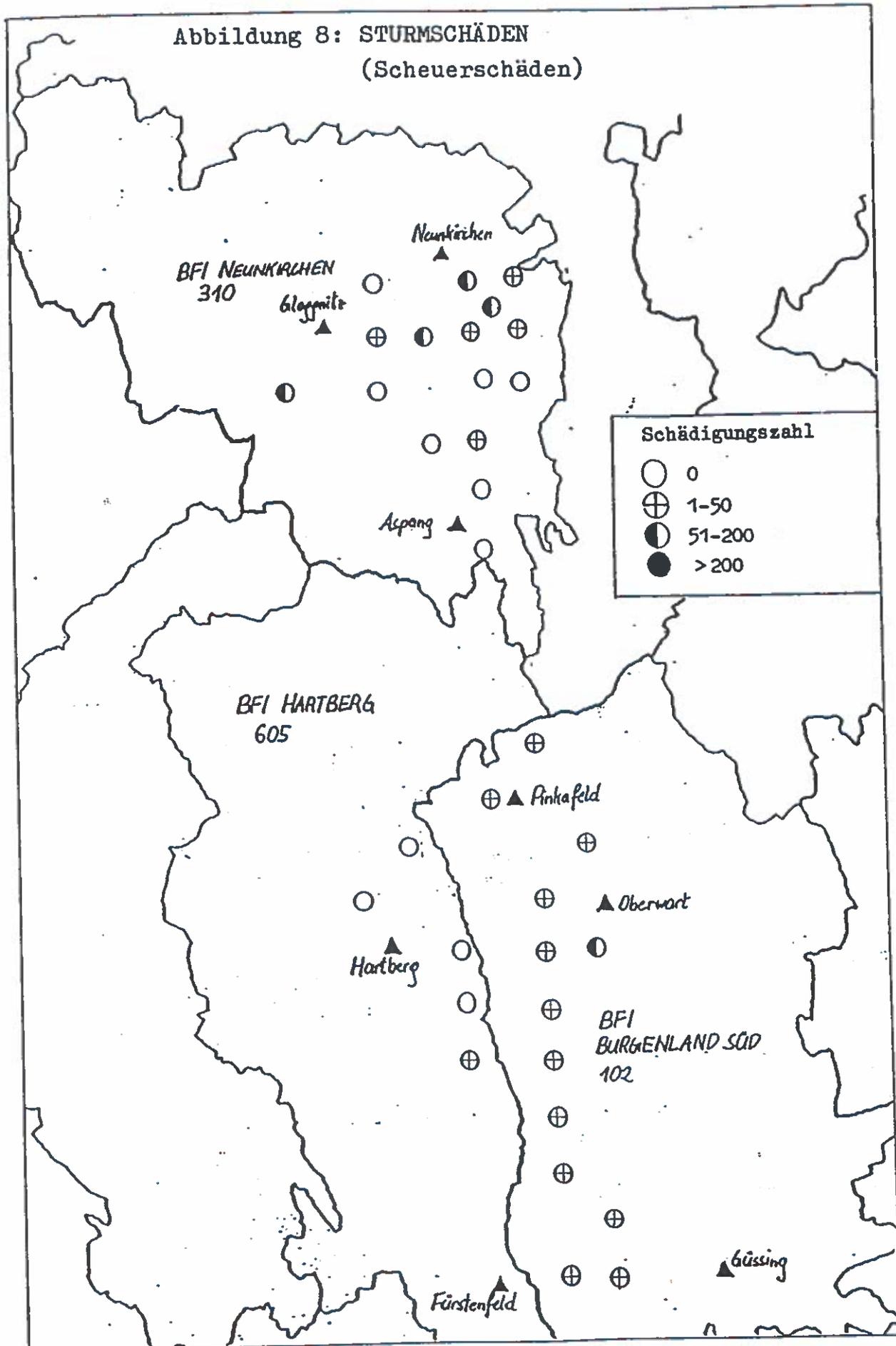
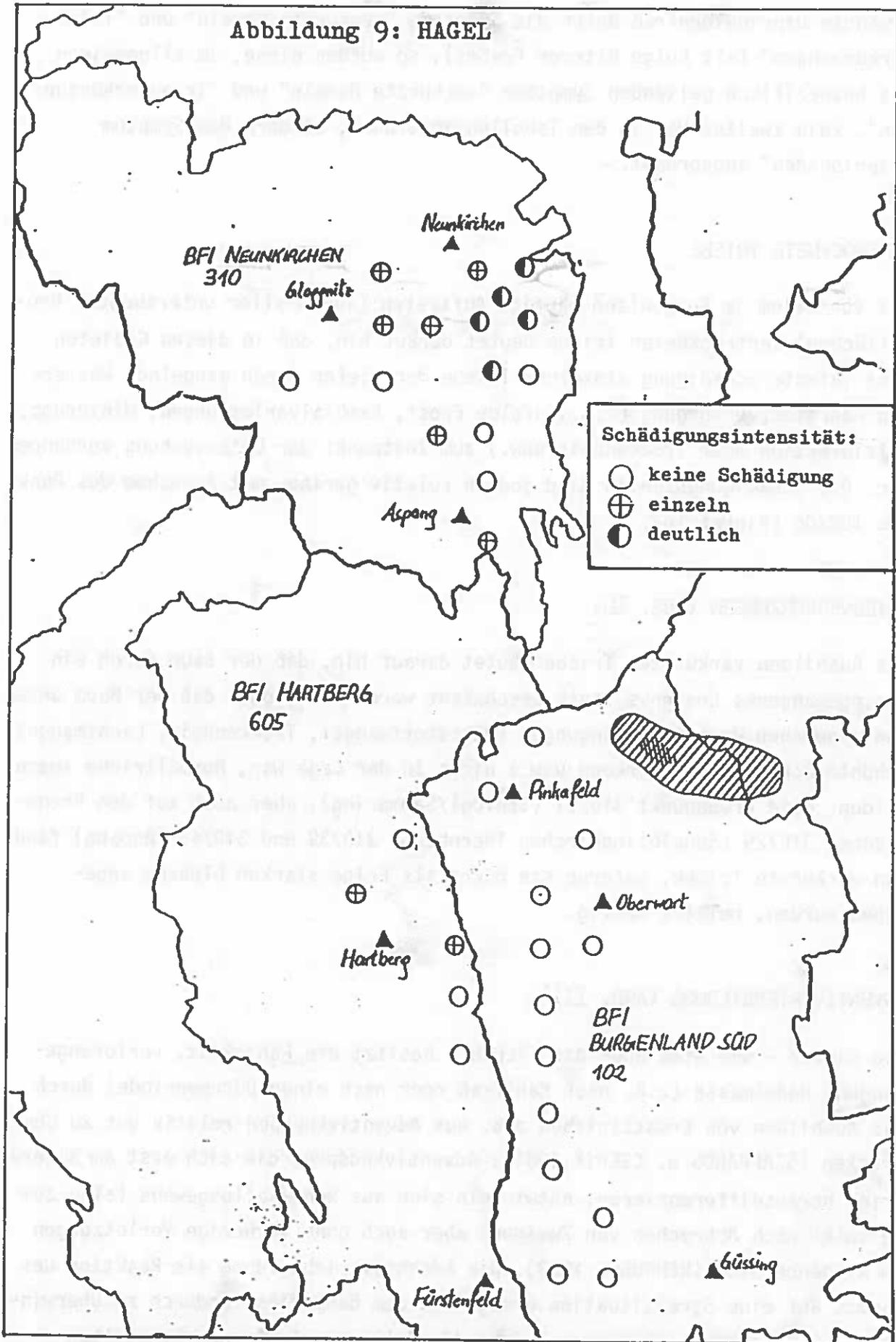


Abbildung 9: HAGEL



erwähnte Diprionidenfraß durch die Symptome "verkürzte Nadeln" und "Triebverkürzungen" (als Folge älteren Fraßes), so wurden diese, im allgemeinen als unspezifisch geltenden Symptome "verkürzte Nadeln" und "Triebverkürzungen", kein zweites Mal in den Tabellen angeführt, sondern dem Symptom "Diprioniden" zugeordnet.

#### VERTROCKNETE TRIEBE

Das vor allem im Burgenland häufige Auftreten (100 % aller untersuchten Probeflächen) vertrockneter Triebe deutet darauf hin, daß in diesen Gebieten eine latente Schädigung einzelner Triebe der Kiefer durch mangelnde Wasser- und Nährstoffversorgung (z.B. infolge Frost, Kambialverletzungen, Minierung, Pilzinfektion oder Trockenheit usw.) zum Zeitpunkt der Untersuchung vorhanden war. Die Schädigungszahlen sind jedoch relativ gering, mit Ausnahme des Punktes 102/06 (Pinkafeld).

#### TRIEBVERKÜRZUNGEN (ABB. 10)

Das Ausbilden verkürzter Triebe deutet darauf hin, daß der Baum durch ein vorangegangenes Ereignis stark geschwächt worden ist, oder daß der Baum unter den gegebenen Wachstumbedingungen (Nährstoffmangel, Trockenheit, Lichtmangel, erhöhte Schadstoffeinwirkung usw.) nicht in der Lage war, Normaltriebe auszubilden. Beim Probepunkt 310/31 (Schlögl/Semmering), aber auch auf den Probeflächen 310/29 (Scheiblingkirchen Thernberg) 310/39 und 310/43 (Aspang) fand man verkürzte Triebe, sofern sie nicht als Folge starken Blühens angesehen wurden, relativ häufig.

#### ADVENTIVTRIEBBILDUNG (ABB. 11)

Die Kiefer - wie etwa auch die Fichte - besitzt die Fähigkeit, verlorengegangene Nadelmasse (z.B. nach Kahlfraß oder nach einer Dürreperiode) durch das Ausbilden von Ersatztrieben z.B. aus Adventivknospen relativ gut zu überbrücken (SZAPPANOS u. CSEPIK, 1981). Adventivknospen, die sich erst am älteren Trieb herausdifferenzieren, entwickeln sich aus Wund-Kallusgewebe (also zum Beispiel nach Abbrechen von Zweigen) aber auch ohne vorherige Verletzungen im Rindenbereich (REHFUESS 1983). Die Adventivtriebbildung als Reaktion des Baumes auf eine Streßsituation ermöglicht dem Baum diese dadurch zu überwinden, daß diese neu gebildeten Triebe die Rolle der fehlenden benadelten "Normaltriebe" übernehmen.

Abbildung 10: TRIEBVERKÜRZUNGEN

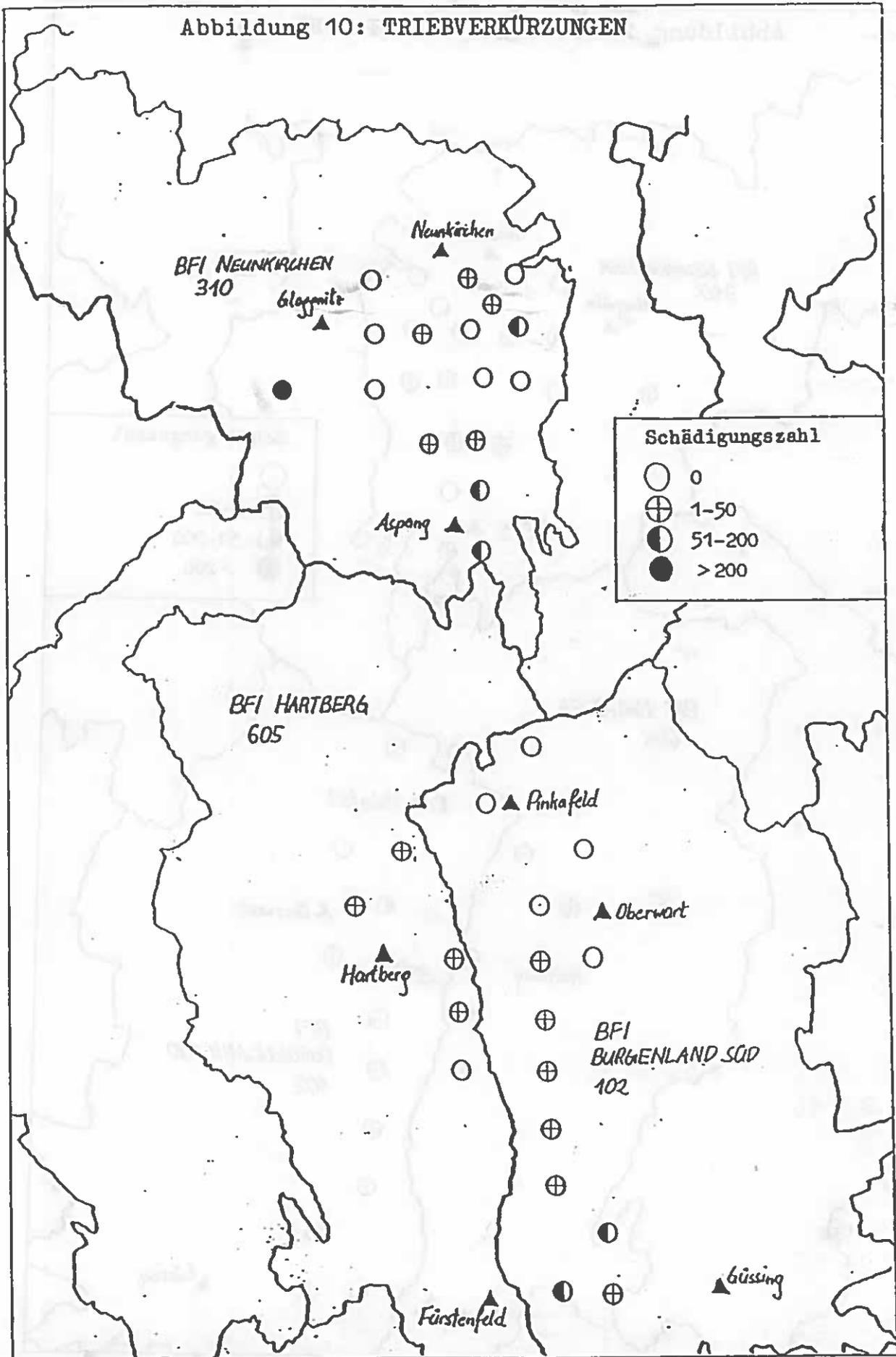
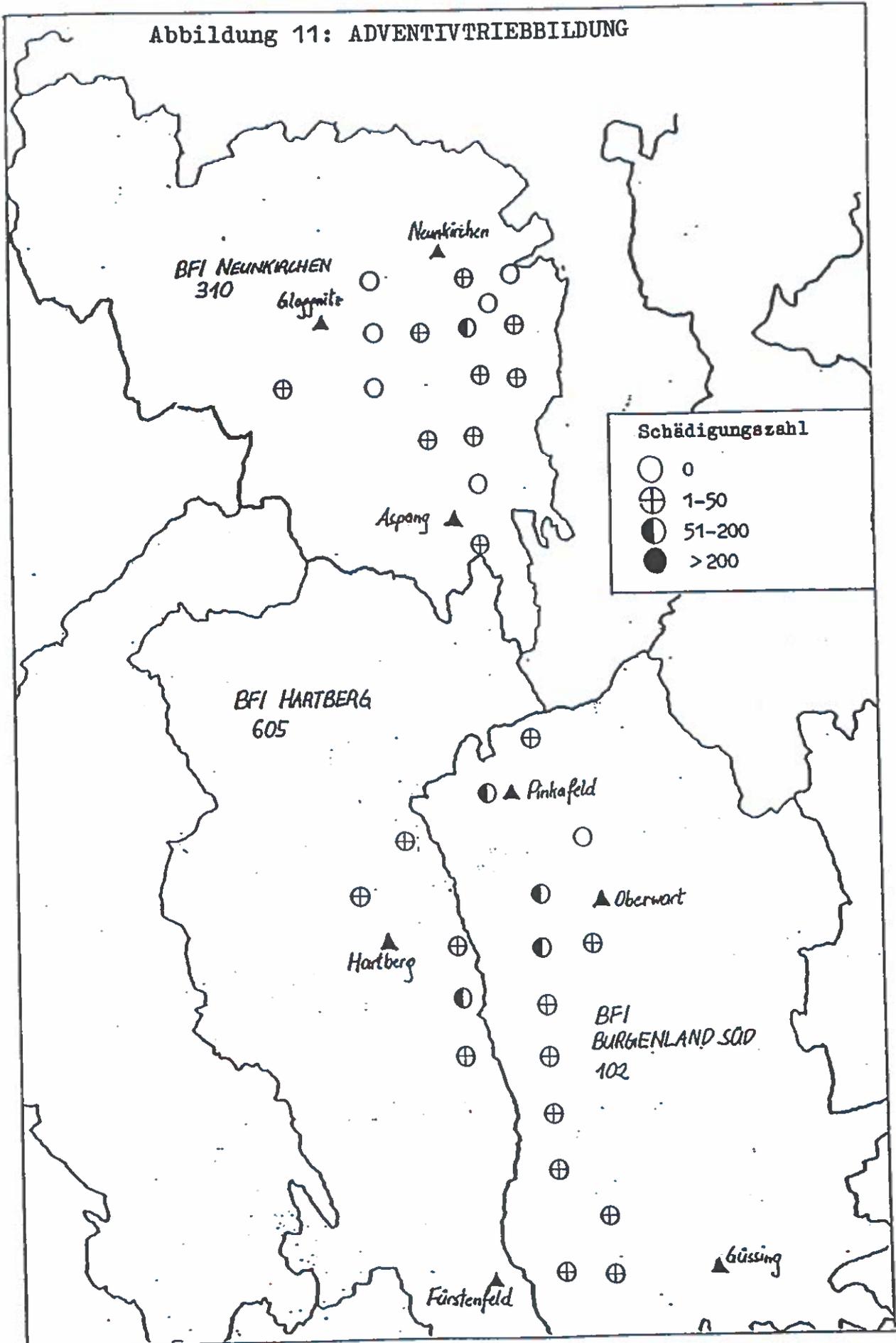


Abbildung 11: ADVENTIVTRIEBBILDUNG



Die Adventivtriebe waren im Untersuchungsgebiet meist nur schwach entwickelt, kurznaelig und selten älter als 2 Jahre, was auf ein mögliches Schadereignis vor etwa 3 Jahren hindeutet. Verbreitungsschwerpunkte sind der Raum Pinkafeld bis Harberg, wo vor einigen Jahren verstärktes Auftreten von Diprioniden nachgewiesen worden war.

#### VERKÜRZTE NADELN (soferne nicht eindeutig Diprionidenfraß zugeordnet (Abb. 12))

Verkürzte Nadellängen sind ähnlich wie Triebblängenverkürzungen, Zeichen einer vorangegangenen Schädigung oder Schwächung eines Baumes. Dieses Symptom trat jedoch im Untersuchungsgebiet mit wenigen Ausnahmen (310/43, 102/14) nur relativ selten deutlich hervor. Es dürfte auch in diesen Fällen ein Zusammenhang mit ehemaligen Diprionidenfraß bestehen, eindeutig Spuren, z.B. abgefressene Nadeln konnten aber nicht erhoben werden.

#### NADELVERFÄRBUNG (ABB. 13)

In den meisten Fällen war die Verfärbung der Nadeln auf einige wenige Teile der Krone beschränkt oder konnte auf nachgewiesenes Schädlingsauftreten zurückgeführt werden. Großflächiges Vorkommen von Kiefern mit vergilbten Nadeln war im Untersuchungsgebiet nicht festzustellen.

In diesem Zusammenhang muß jedoch erwähnt werden, daß bei Betrachtung der Nadeln frisch geschlägerter Kiefernprobestämme oftmals eine schwache Gelbfleckung bzw. Sprengelung erkennbar war, welche bei der Ansprache am stehenden Stamm nicht auffiel. Dies hätte auf das Vorhandensein von saugenden Schädlingen auf der Blattoberfläche zurückzuführen sein können.

#### BLÜHBEDINGTES FEHLEN VON NADELN IM LICHTKRONENBEREICH (ABB. 14)

Der sogenannte "Blüheffekt", nämlich das Fehlen eines Großteiles der Nadeln auf Trieben die geblüht haben (kurze Nadelbüscheln am Trieb), wird bei der Weißkiefer als natürlich angesehen, soferne es im unteren, basalen Kronenteil auftritt. Von den 1341 untersuchten Probestämmen konnten bei 717 (53,5 %) dieses Phänomen festgestellt werden. Zeigte eine Kiefer aber auch im mittleren und oberen Kronendrittel (= Lichtkronenbereich) dieses Symptom, und dies meist mehrere Jahre hintereinander, so wurde dieses als Anzeichen für eine offensichtliche Streßsituation des Baumes angesehen und daher zu den Schadenssymptomen gereiht.



Abbildung 13: NADELVERFÄRBUNG

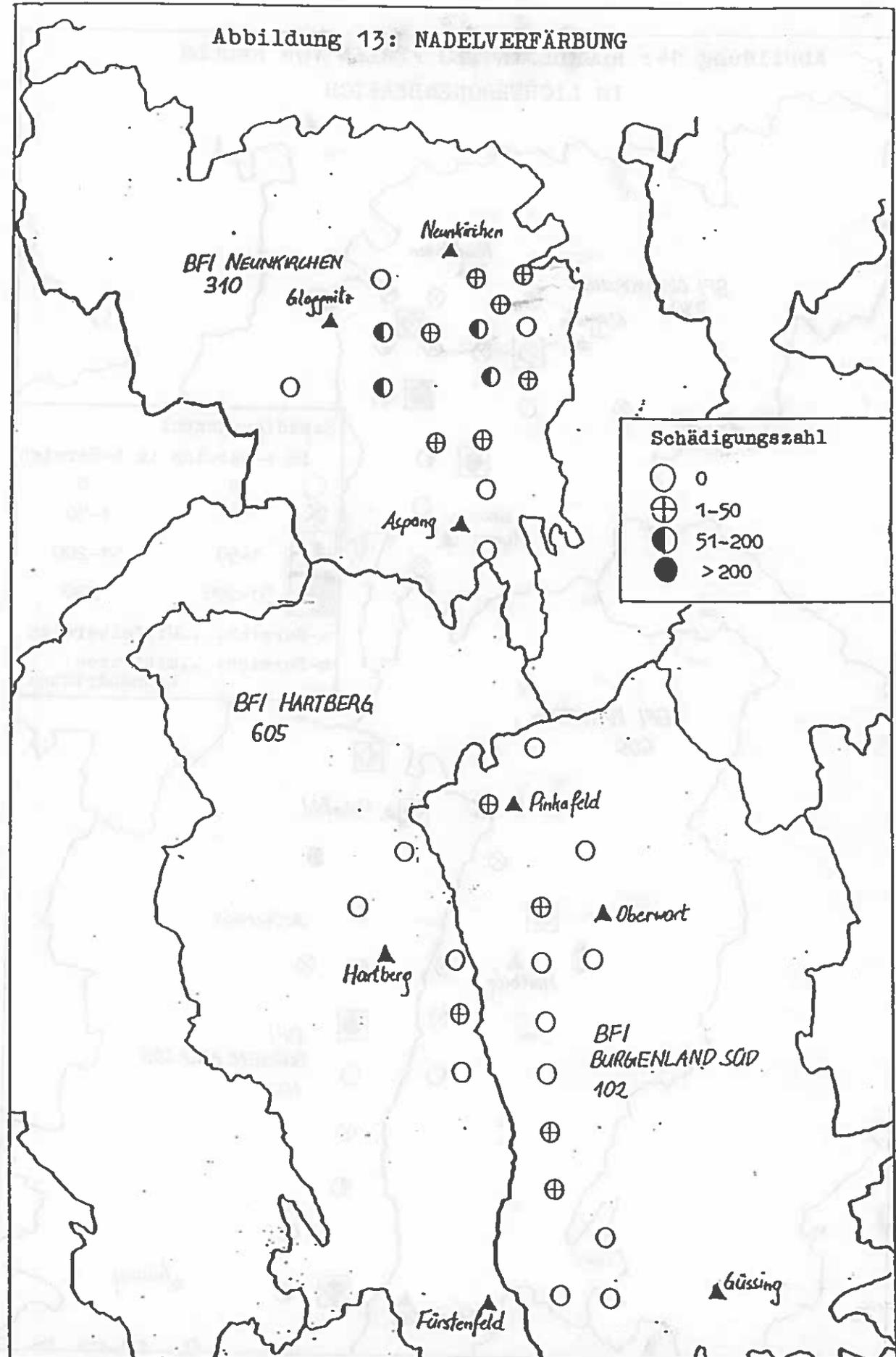
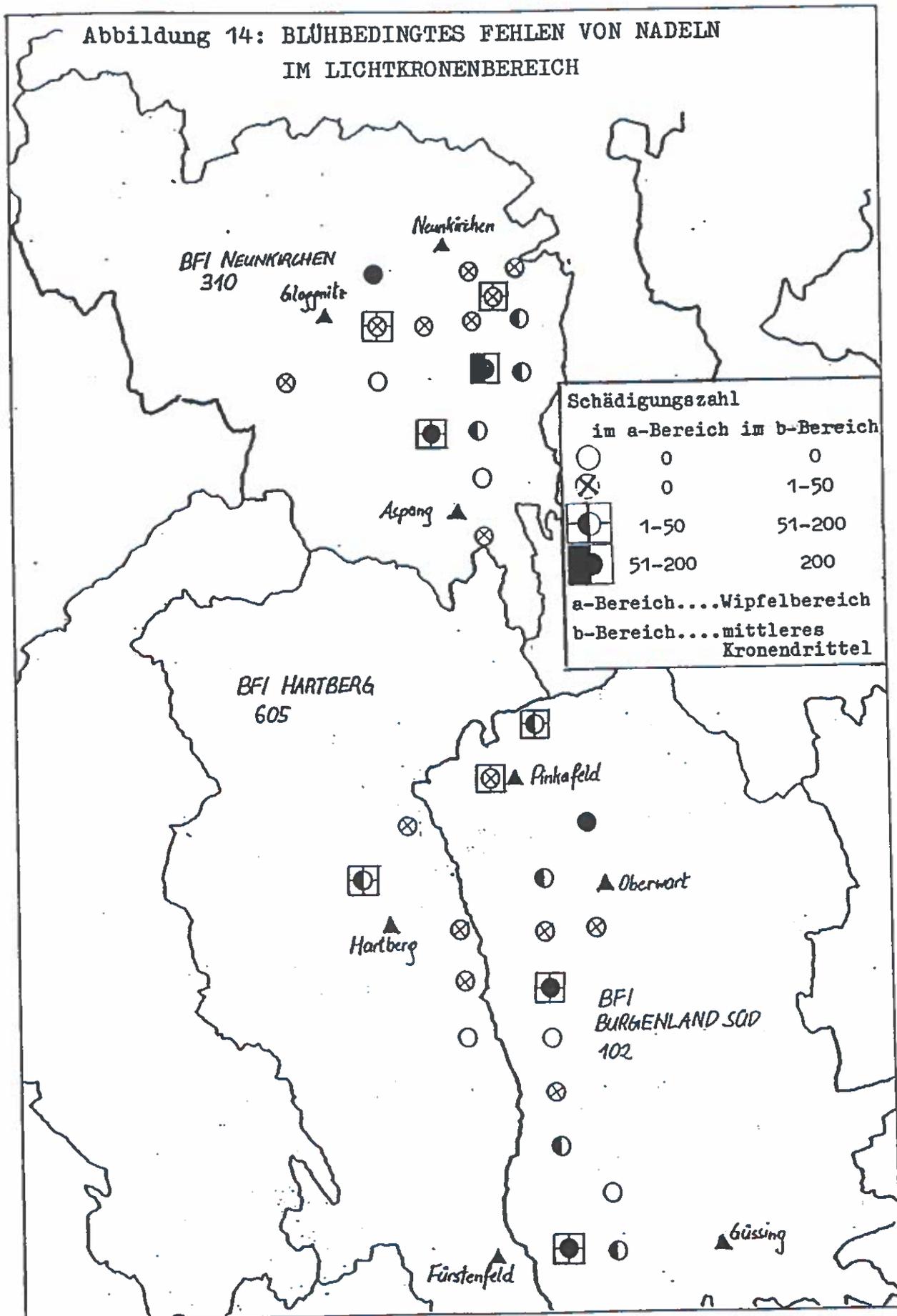


Abbildung 14: BLÜHBEDINGTES FEHLEN VON NADELN  
IM LICHTKRONENBEREICH



Es gab nur 5 Probeflächen auf welchen auf keinem der untersuchten Probebäume blühbedingtes Fehlen von Nadeln im Lichtkronenbereich diagnostiziert werden konnte.

Auf den offensichtlich am meisten geschädigten Probeflächen (Gesamtschädigungszahl 1810) in der BFI Neunkirchen blühten 60 % aller Probebäume deutlich im mittleren Kronenbereich und 20 % im obersten Kronenbereich. Allerdings konnte auf der auf Grund der Gesamtschädigungszahl am schlechtesten eingestuften burgenländischen Probefläche 102/26 dieses Phänomen nicht festgestellt werden.

### NADELVERLUST

Die Berechnung der Nadelverlustzahl erfolgte nach folgendem Schema: Alle Probebäume welche bei der Kronenansprache nach den WZI-Richtlinien im Rahmen der forstpathologischen Sondererhebung als 1 (keine Verlichtung) eingestuft wurden, galten als "Soll" für das jeweilige Untersuchungsgebiet. Demnach hatte die Summe aller nicht verlichteten "Einser"-Probebäume in der BFI Neunkirchen eine andere Nadelmenge in % pro Nadeljahrgang als die "Einser"-Probebäume der BFI Hartberg und Burgenland Süd.

	Mittlere Nadelmenge pro Jahrgang (in %) aller Probebäume mit Kronenzustand 1			
	1985	1984	1983	1982
BFI Neunkirchen	95 %	78 %	24 %	1 %
BFI Hartberg Burgenland/Süd	96 %	81 %	4 %	0 %

Von diesen Sollzahlen wurde die Differenz zu den mittleren Nadelmengenprozentsummen der einzelnen Probeflächen als Basis für die Berechnung der Nadelverlustzahlen herangezogen. Der genaue Vorgang sei als Rechenbeispiel angeführt.

Berechnung der Nadelverlustzahl:

#### 1. Beispiel

Probefläche 310/28 (BFI Neunkirchen)	mittlere Nadelmenge/Jahrgang Summe ( % )				Nadel- verlust- zahl
	1985	1984	1983	1982	
Soll	95	78	24	1	198 (100%)
Probefläche	90	59	6	0	155 (78,3%)
Differenz	5	19	18	1	43 (21,7%)
Gewichtung der Differenz	5x3	19x2	18x1	1x1	72x3* = 216

\* Auch die Differenzsumme wird gewichtet: 43 entspricht 21,7 % von der Sollsumme 198. Das heißt, es fehlen 21,7 % der Nadelmenge. Diese Prozentdifferenz wird gewichtet: 1 - 10 % = 1, 11 - 20 % = 2, 21 - 30 % = 3, 31 - 40 % = 4. Demnach wird die Summe der gewichteten Differenzen für die einzelnen Nadeljahrgänge nochmals mit einem Faktor, der von der Höhe der Gesamtnadelmengedifferenz abhängt, multipliziert. In diesem Fall entspricht 21,7 % dem Faktor 3. Daher wird 72 mit 3 multipliziert um die Nadelverlust-

zahl von 216 zu erhalten. Die Gewichtung der Differenz der einzelnen Nadeljahrgänge vom "Soll" erscheint deshalb als notwendig, da für die Kiefer ein hoher Verlust junger Nadeljahrgänge schwerwiegendere Folgen hat, als beispielsweise das Fehlen älterer Nadeljahrgänge.

## 2. Beispiel

Probefläche 102/03 (BFI Burgenland/Süd)	mittlere Nadelmenge/Jahrgang Summe ( % )				Nadel- verlust- zahl
	1985	1984	1983	1982	
Soll	96	81	4	0	181 (100%)
Probefläche	89	67	1	0	157 (86,7%)
Differenz	7	14	3	0	24 (13,3%)
Gewichtung der Differenz	7x3	14x2	3x1	0	52x2 = 104

Die in Tabelle 7 und 8 angeführten Nadelverlustzahlen korrelieren erwartungsgemäß mit den Kronenzustandsindizes der WZI. Es gibt aber dennoch bei Probeflächen die den gleichen mittleren Kronenzustand taxiert bekamen, unterschiedliche Nadelverlustzahlen, was in erster Linie auf die Gewichtung der Nadelverluste der einzelnen Jahrgänge zurückzuführen ist.

Beispiel:	Probefläche	WZI Index	Nadelverlustzahl
	102/17	1,93	150
	102/39	1,92	312
	102/40	1,91	142
	310/20	1,93	273
	310/29	1,90	436

## 3.3 STAMMANALYSEN

Die Ergebnisse der Stammanalysen der 18 gefällten Probestämme liegen zur Zeit noch nicht vor. Sie werden zu einem späteren Zeitpunkt den Untersuchungsergebnissen der forstpathologischen Erhebungen gegenübergestellt und besprochen.

## 4. DISKUSSION

### 4.1 AUSSAGEKRAFT DER SCHÄDIGUNGSZAHLEN DER EINZELNEN SCHADSYMPTOME

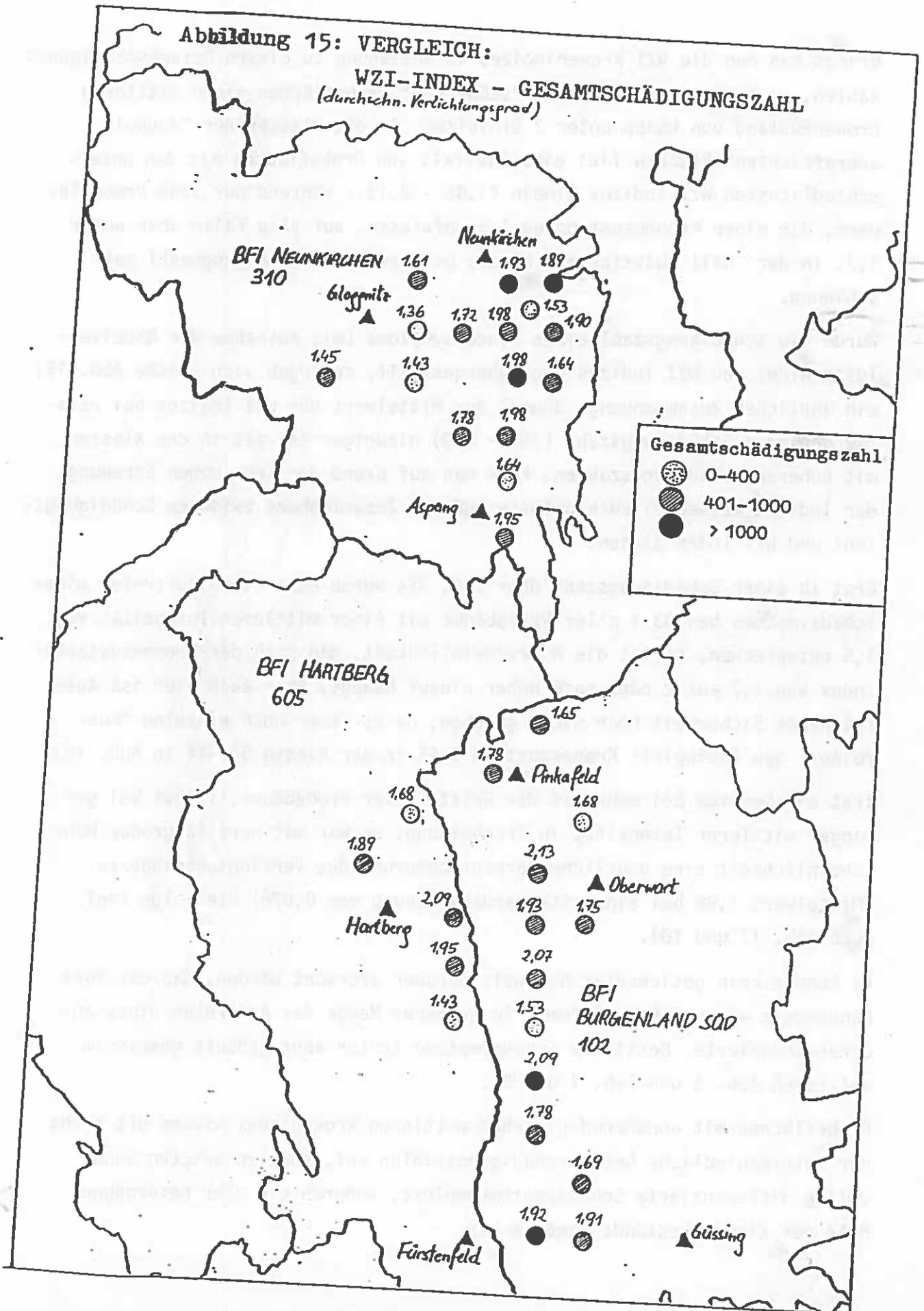
Abb. 15 zeigt die Verteilung der Gesamtschädigungszahlen auf die untersuchten Kiefernprobeflächen im Bereich der Buckligen Welt. Dabei wurden die Flächen in drei Klassen eingeteilt.

Klasse 1 (hell punktiert) Schädigungszahl bis 400

Klasse 2 (dunkel schraffiert) Schädigungszahl zwischen 401 und 1000

Klasse 3 (schwarz) Schädigungszahl über 1000

Abbildung 15: VERGLEICH:  
WZI-INDEX - GESAMTSCHÄDIGUNGSZAHL  
(durchschn. Verlichtungsgrad)



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

Wurde die Schädigungszahl eines Einzelsymptoms (mit Ausnahme der Nadelverlustzahlen) den WZI Indizes gegenübergestellt, so ergab sich (siehe Abb. 16) ein ähnlicher Zusammenhang. Obwohl der Mittelwert der WZI Indizes bei relativ geringer Schädigungszahl (100 - 200) niedriger ist als in den Klassen mit höheren Schädigungszahlen, kann man auf Grund der sehr hohen Streuung der Indizes keinerlei Rückschlüsse auf den Zusammenhang zwischen Schädigungszahl und WZI Index ziehen.

Erst ab einer Schädigungszahl über 200, das würde etwa einem Auftreten eines Schadsymptoms bei 33 % aller Probebäume mit einer mittleren Intensität von 1,5 entsprechen, steigt die Wahrscheinlichkeit, daß sich der Kronenzustandsindex von 1,7 auf 2 oder noch höher hinauf bewegt. Aber auch hier ist ausreichende Sicherheit noch nicht gegeben, da es immer noch einzelne "Ausreißer" gab (Beispiel: Kronenzustand 1,45 in der Klasse 301-44 in Abb. 16).

Trat ein Symptom bei mehr als der Hälfte aller Probebäume, selbst bei geringer mittlerer Intensität in Erscheinung, so war mit bereits großer Wahrscheinlichkeit eine deutliche Verschlechterung des Verlichtungsindex (Mittelwert 1,98 bei einer Standardabweichung von 0,076) die Folge (vgl. auch Abb. 17 und 18).

Es konnte kein gesicherter Nachweis darüber erbracht werden, daß das Vorhandensein eines Schadsymptomes in größerer Menge das Auftreten eines anderen induzierte. Bestimmte Schadsymptome traten aber gehäuft gemeinsam auf (siehe Abb. 5 und Tab. 7 und 8).

Probeflächen mit annähernd gleichem mittleren Kronenindex wiesen oft nicht nur unterschiedliche Gesamtschädigungszahlen auf, sondern zeigten auch völlig differenzierte Schadsymptomkomplexe, wodurch ein sehr heterogenes Bild der Kiefernbestände gegeben war.

Abbildung 16: ABHÄNGIGKEIT DER SCHÄDIGUNGSZAHL DER EINZELNEN SYMPTOME - MIT AUSNAHME DES NADELVERLUSTES - VOM DURCHSCHNITTLICHEN VERLICHTUNGSGRAD DER PROBEFLÄCHEN

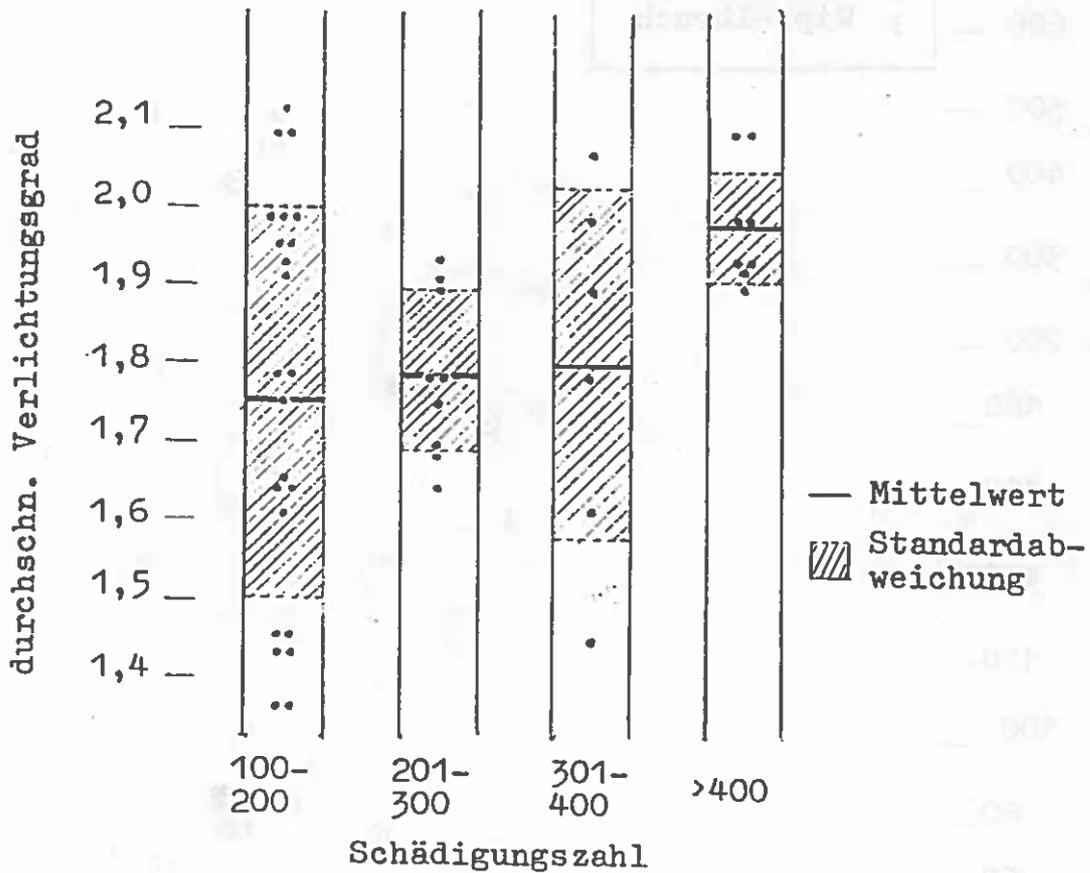


Abbildung 17: ABHÄNGIGKEIT DER SCHÄDIGUNGSZAHL DER SYMPTOME "MISTELBESATZ" UND "WIPFELBRUCH" VOM DURCHSCHNITTLICHEN VERLICHTUNGSGRAD DER PROBEFLÄCHEN

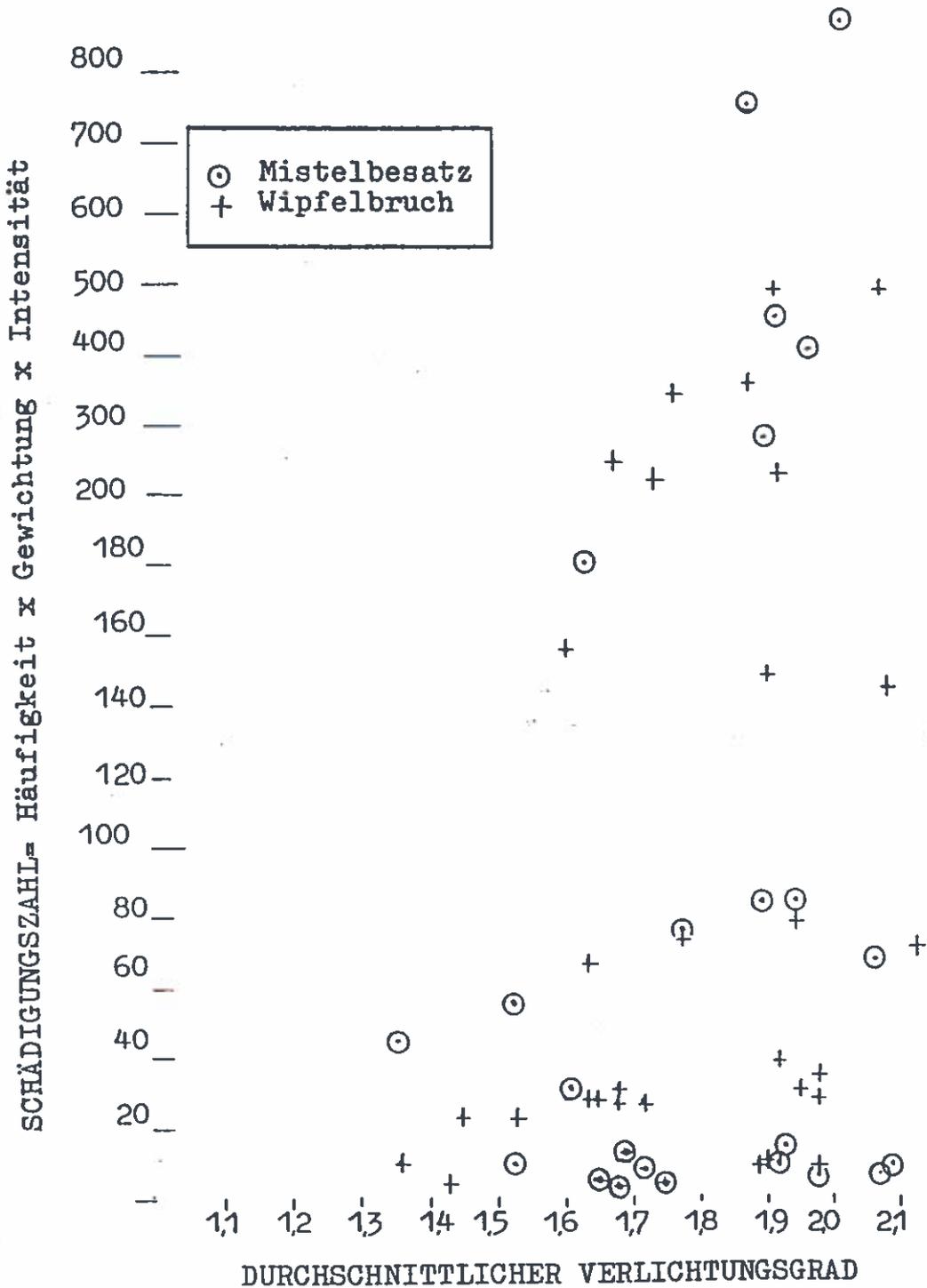
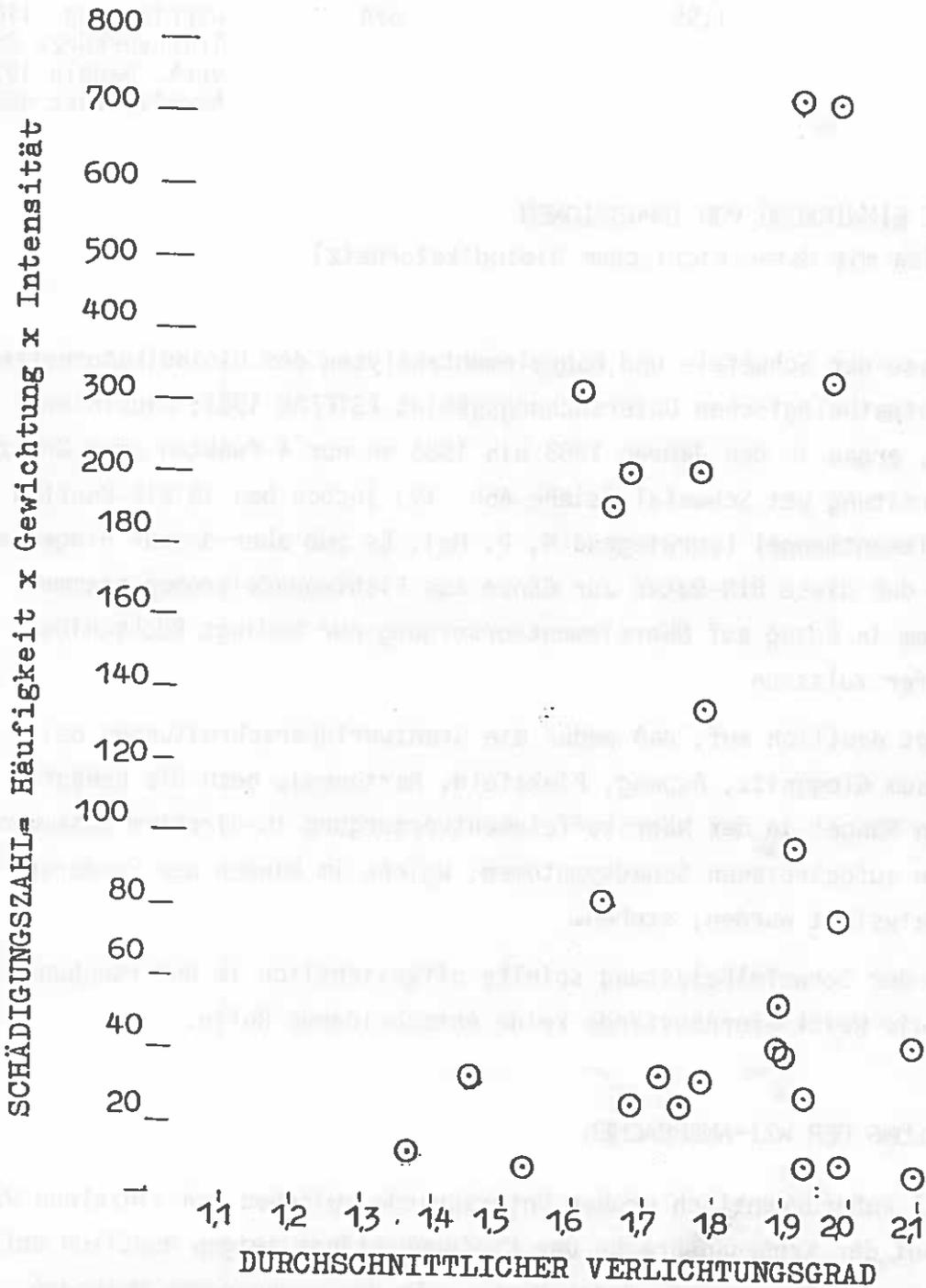


Abbildung 18: ABHÄNGIGKEIT DER SCHÄDIGUNGSZAHL DES SYMPTOMES "BLÜHBEDINGTES FEHLEN VON NADELN" VOM DURCHSCHNITTLICHEN VERLICHTUNGSGRAD DER PROBEFLÄCHEN



Hier ein Beispiel:

Probefläche	Mittlerer WZI Index	Gesamtschädigungszahl	häufigste Symptome
310/21	1,89	1191	Misteln 750 Waldgärtner 63 Nadelverlust 267
310/29	1,90	939	Waldgärtner 220 Misteln 84 Triebverkürz. 80 Nadelverlust 436
310/43	1,95	874	Diprioniden 118 Triebverkürz. 88 verk. Nadeln 101 Nadelverlust 468

#### 4.2 MÖGLICHE EINWIRKUNG VON IMMISSIONEN (Vergleich mit österreichischem Bioindikatornetz)

Die Ergebnisse der Schwefel- und Nährelementanalysen des Bioindikatornetzes aus dem forstpathologischen Untersuchungsgebiet (STEFAN 1987; hausinterne Mitteilung), ergab in den Jahren 1983 bis 1985 an nur 4 Punkten eine Grenzwertüberschreitung bei Schwefel (siehe Abb. 19) jedoch bei 10 BIN-Punkten einen Nährelementmangel (vorwiegend N, P, Mg). Es muß aber darauf hingewiesen werden, daß diese BIN-Daten zur Gänze aus Fichtennadelproben stammen, die vor allem in Bezug auf Nährelementversorgung nur bedingt Rückschlüsse auf die Kiefer zulassen.

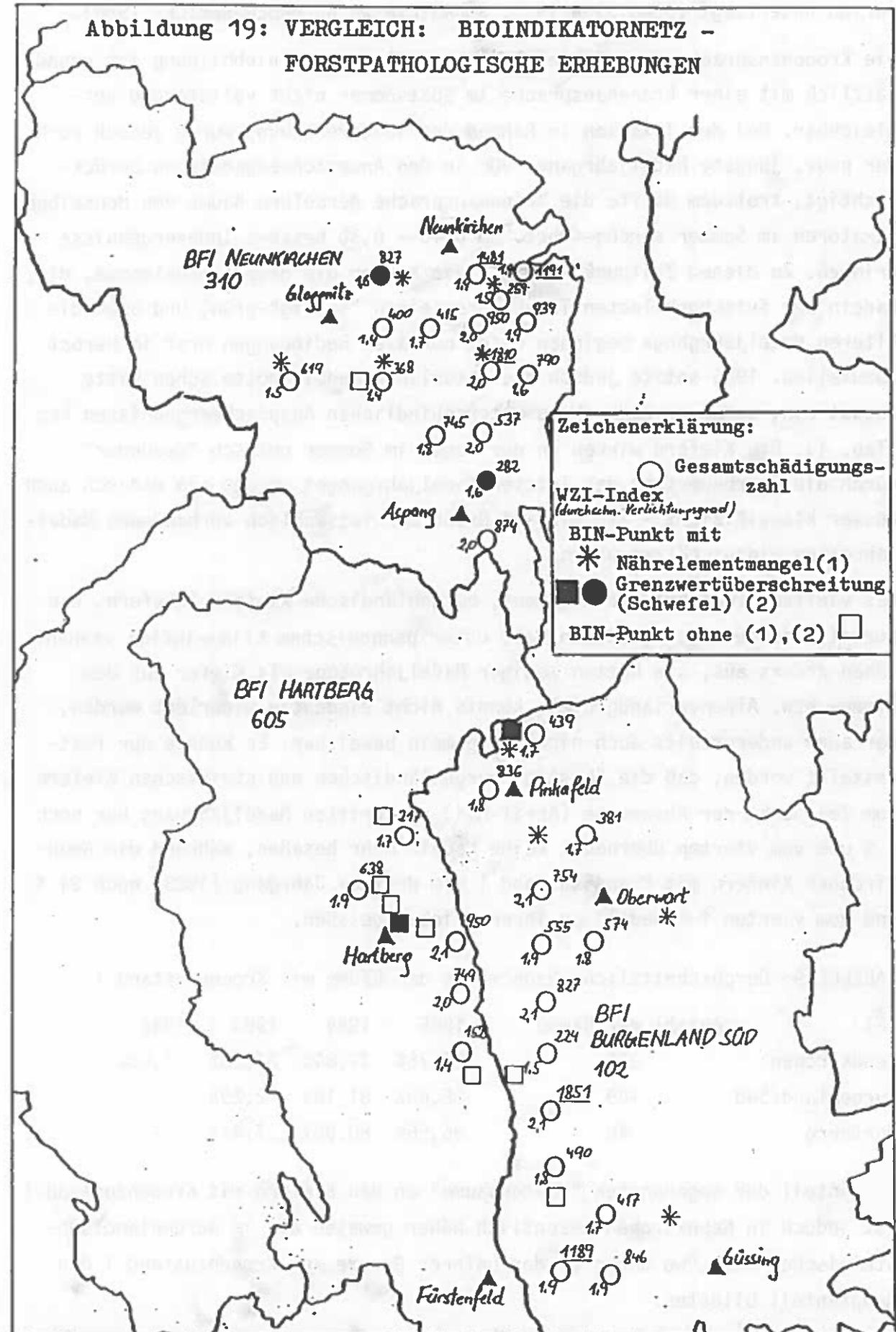
Abb. 19 zeigt deutlich auf, daß weder die Grenzwertüberschreitungen bei Schwefel (Raum Gloggnitz, Aspang, Pinkafeld, Hartberg), noch die gehäuft auftretenden Mängel in der Nährstoffelementversorgung in direktem Zusammenhang mit den aufgetretenen Schadsymptomen, welche im Rahmen der Sondererhebungen analysiert wurden, stehen.

Der Einfluß der Schwefelbelastung spielte offensichtlich im Untersuchungsgebiet für die Weißkiefernbestände keine entscheidende Rolle.

#### 4.3 BEURTEILUNG DER WZI-ANSPRACHEN

Die zum Teil außerordentlich großen Unterschiede zwischen den einzelnen WZI-Taxatoren bei der Kronenansprache der Kiefernbestände zeigen deutlich auf, wie schwierig der Kronenzustand der Kiefer mit den angewandten Methoden exakt erfaßbar ist, und die Ansprache daher stark subjektiver Ansprachekri-

Abbildung 19: VERGLEICH: BIOINDIKATORNETZ -  
FORSTPATHOLOGISCHE ERHEBUNGEN



terien unterliegt (BENGTSSON 1985, SANASILVA WALDSCHADENSBERICHT 1986).

Die Kronenansprache im Frühling vor abgeschlossener Triebbildung ist grundsätzlich mit einer Kronenansprache im Spätsommer nicht vollständig vergleichbar. Bei der Taxation im Rahmen der Sondererhebung wurde jedoch auch der neue, jüngste Nadeljahrgang 1986 in den Anspracheergebnissen berücksichtigt, trotzdem dürfte die Kronenansprache derselben Bäume von denselben Taxatoren im Sommer durchgeführt, um 0,10 - 0,30 bessere Indexergebnisse bringen. Zu diesem Zeitpunkt besitzt die Kiefer die größte Nadelmasse, die Nadeln der frischgebildeten Triebe erscheinen "saftig"-grün, und auch die älteren Nadeljahrgänge beginnen unter normalen Bedingungen erst im Herbst abzufallen. 1986 setzte jedoch die natürliche Nadelschütte schon Mitte August ein, sodaß es dadurch zu unterschiedlichen Anspracheergebnissen kam (Tab. 1). Die Kiefern wirken in der Regel im Sommer optisch "gesünder" - durch die Überbewertung des letzten Nadeljahrganges werden sie dadurch auch besser klassifiziert - als sie auf Grund der tatsächlich vorhandenen Nadeljahrgänge einzuschätzen wären.

Das vielfach vorgebrachte Argument, burgenländische Kiefern (Kiefern, die bereits bis zu einem gewissen Grad unter pannonischem Klimaeinfluß stehen) sähen anders aus, sie hätten weniger Nadeljahrgänge als Kiefer aus dem Alpen- bzw. Alpenvorlandgebiet, konnte nicht eindeutig widerlegt werden, war aber andererseits auch nicht allgemein beweisbar. Es konnte nur festgestellt werden, daß die "besten" burgenländischen und steirischen Kiefern zum Zeitpunkt der Ansprache (April-Mai) vom dritten Nadeljahrgang nur noch 4 % und vom vierten überhaupt keine Nadeln mehr besaßen, während die Neunkirchner Kiefern mit Kronenzustand 1 vom dritten Jahrgang (1983) noch 24 % und vom vierten 1 % Nadeln an ihren Trieben besaßen.

TABELLE 9: Durchschnittliche Nadelmenge der Bäume mit Kronenzustand 1

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

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

Ein nicht weniger bedeutender Unterschied zwischen den niederösterreichi-

schen Kiefernbeständen und den untersuchten burgenländischen Beständen, dürfte der schlechte Pflegezustand sein. Bei 54 % der untersuchten Probestflächen wurde in Burgenland/Süd ausgesprochen "schlechter Pflegezustand" festgestellt (in Hartberg 30 %), was z.B. den hohen Anteil oft mehrmals gebrochener Wipfel erklärt. Wohl konnten in Neunkirchen auch nur selten Pflegemaßnahmen z.B. an Hand frischer Baumstöcke im nachhinein festgestellt werden, besonders auffallend schlechter Pflegezustand wurde jedoch nur auf einer Fläche bemerkt.

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

Es müßte daher bei der Kronenansprache im Rahmen der WZI darauf geachtet werden, ob eine Kiefer in einem schlechten Allgemeinzustand erscheint, z.B. kurze Triebblängen, geringe Nadelmengen besitzt, weil sie auf Grund der gegebenen Wuchsbedingungen (Standort, Boden) nicht besser gedeihen kann, oder ob sie durch irgendeine Schadeinwirkung diesen Zustand erhalten hat. Es sei aber dahingestellt, ob dies in Anbetracht des vorgegebenen Zeitrahmens für die Aufnahmetätigkeit Aufgabe der WZI sein soll.

Der geringe vorgegebene Zeitrahmen (mindestens 4 Probestflächen pro Aufnahme-tag ohne Berücksichtigung von Schlechtwettertagen) für die Kronenansprachen im Zuge der sommerlichen WZI-Aufnahme, ist auch eine mögliche Erklärung dafür, daß zahlreiche wesentliche Schadsymptomkomplexe übersehen oder unzureichend aufgenommen wurden.

## 5. ZUSAMMENFASSUNG

Auf 34 WZI-Probestflächen in den Weißkieferengebieten der Buckligen Weit (BFI Neunkirchen, Hartberg, Burgenland/Süd) wurden im April und Mai 1986 forstpathologische Untersuchungen durchgeführt.

- 1.) Für den zum Teil sehr schlechten Kronenzustand der Kiefer - 91 % der Probestflächen erhielten einen mittleren Kronenindex von mehr als 1,5, in der BFI Burgenland Süd und Hartberg wurden sogar 22 % schlechter als 2,0 bewertet - kommt eine Vielfalt von möglichen Ursachen in Frage.

- 2.) Die Auswertung der Symptome ergab, daß erst ab einer Häufigkeit von etwa 50 % der Probebäume ein solches Schadsymptom, unabhängig davon welches, deutlich sichtbaren Einfluß auf das Kronenbild der Kiefern nahm.
- 3.) Insekten (Waldgärtner, Diprioniden, Schildläuse), Wipfelbrüche, Hagel, Sturm, Mistelbesatz, aber auch schlechter Pflegezustand waren die am häufigsten vorgefundenen Schadursachen.
- 4.) Ein Zusammenhang zwischen Schadstoffbelastung (Schwefel) und Ausmaß der sichtbaren Schädigung konnte nicht nachgewiesen werden.
- 5.) Die meist nur mit geringer Intensität an den betroffenen Bäumen aufgetretenen Schadsymptome wurden zum Großteil im Rahmen der sommerlichen WZI-Ansprache als solche nicht vermerkt, jedoch sehr wohl indirekt durch den hohen durchschnittlichen Verlichtungsgrad zum Ausdruck gebracht.
- 6.) Es bestanden zum Teil große Differenzen in den Ergebnissen der Kronenansprachen der Kiefer zwischen den Taxatorengruppen. Diese glichen sich jedoch bei größerer Probeflächenanzahl fast vollständig aus. Mögliche Ursachen dafür wurden erläutert.

## 6. LITERATUR

- BENGTSSON, G., 1985: Waldschadensinventur in Schweden.  
Schwedische Universität für landwirtschaftliche Wissenschaften; Abteilung für Forstvermessung. Eigenverlag.
- BUNDESAMT FÜR FORSTWESEN UND LANDSCHAFTSCHUTZ, BERN  
EIDGEN. ANSTALT FÜR DAS FORSTL. VERSUCHSWESEN, BIRMENS DORF 1986:  
Sanasilva - Waldschadenbericht 1986.  
Eigenverlag Eidgen. Anstalt f.d. forstl. Versuchswesen, 8903 Birmensdorf.
- KNABE, W., 1981: Immissionsökologische Waldzustandserfassung in Nordrhein-Westfalen.  
Allg. Forstzeitschrift München 36 (26), S. 641-643.
- NEUMANN, M. & STOWASSER, S., 1987: Waldzustandsinventur: Zur Objektivität von Kronenklassifizierungen.  
Forstliche Bundesversuchsanstalt Wien, Jahresbericht 1986.
- POLLANSCHÜTZ, J., 1986: Zur Kritik an der Waldzustandsinventur.  
Sonderdruck aus "Holz Kurier" Nr. 13, 27. März 1986
- POLLANSCHÜTZ, J., KILIAN, W., NEUMANN, M. & SIEGEL, G., 1985: Instruktion für die Feldarbeit der Waldzustandsinventur nach bundeseinheitlichen Richtlinien 1984-1988; Fassung 1985.  
Eigenverlag Forstl. Bundesversuchsanstalt, Wien.
- REHFUESS, K.E., 1983: Ersatztriebe an Fichten  
Allg. Forstzeitschrift München 38 (41), S. 1111.

SCHWERDTFEGER, F., 1981: Die Waldkrankheiten 4. Auflage.  
Verlag P. Parey, Hamburg, Berlin; 4. Teil, S. 301-325.

STEFAN, K., 1986: Ergebnisse der Schwefelanalysen des österreichischen Bioindikatornetzes in den Jahren 1983-1985.  
Österr. Forstjahrbuch 1987; (115). Österr. Agrarverlag Wien.

STEFAN, K., 1987: Ergebnisse der Schwefel- und Nährelementanalysen des österreichischen Bioindikatornetzes in den Jahren 1983 bis 1985 aus dem Gebiet der Buckligen Welt.  
Forstl. Bundesversuchsanstalt - hausinterne Mitteilung.

SZAPPANOS, A. u. CSEPIK, F.A., 1981: Die biologische Bedeutung des Wechsels der terminalen Triebe bei Weißkiefer (*Pinus silvestris* L.)  
Erdeszeti; es Faipari Tudományos Közlemenyek, Budapest, 1981, (1) S. 41-47.





BLATT 2

Mistelbefall:  nein Anzahl:

Schädlinge feststellbar  nein Arten Familien


Stamm: abc Wipfelbereich d Kronenansatz ↓ 3m e Basis ↑ 3m

Stammwunden  nein  ja abc d e

Karstritt  nein ohne Wunde mit Wunde  ja  abc d e

Verwundungen  nein  ja  abc d e

Bohrlöcher  nein  ja  abc d e

Gangsysteme  nein im Kambium im Holzkörper  ja  abc d e

Rindenschäden  nein fehlende Berindung Lieferwunden Fällungsschäden Schältschäden Risse  ja  abc d e

Flechtenbeleg  nein  ja

Schädlinge feststellbar  nein Arten Familien


Stammquerschnitt:

Stammquerschnittschäden:  nein  ja abc d e

Fäulen  nein Kern Splint Rinde/Kambium  abc d e

Fraßspuren  nein Kern Splint Kambialbereich abc d e

Frostschäden  nein Geschlossener Kreis nur Sektoren  abc d e

außernatürliche Kernbildung  nein Naßkern falscher Kern  abc d e

Verbreitung der Schadenssymptome:

Vorkommen des Schadenssymptomes bzw. der Schadenssymptome  nein  ja

im näheren Umkreis des Aufnahmebaumes  nein  ja  
 einzeln Gruppenweise flächig

Anmerkungen zum am Boden liegenden Material:

## BAUMSTERBEN IN MITTELEUROPA

### Eine Literaturübersicht

#### Teil 1: FICHTENSTERBEN

von

Dipl.Ing. R. Hauptler

Waldzustandsinventur\*

### 1. EINLEITUNG

Wenn man die Literatur über Baumsterben zurückverfolgt, so kann man feststellen, daß das Baumsterben in Mitteleuropa seit langer Zeit bekannt ist und auch schon seit 1908 durch NEGER im Tharandter Forstlichen Jahrbuch (Abb. 1) photographisch belegt ist.

Einige unserer Baumarten sind von Krankheiten bedroht, die in größeren Gebieten auftreten, seit längerer Zeit in unseren Wäldern vorkommen, deren Intensität in gewissen Perioden ab- und zunimmt, aber deren Krankheitsursache man nicht genau kennt. Solche Krankheiten werden in der Forstpathologie mit der allgemeinen Bezeichnung "STERBEN" z.B. Fichtensterben oder Tannensterben (im Englischen "dieback" oder "decline") zusammengefaßt. Es sind sogenannte Komplexkrankheiten, bei denen mehrere Faktoren (abiotische, biotische Schadfaktoren und deren Kombination) gleichzeitig oder in einer zeitlichen Abfolge auftreten müssen, damit es zum Ausbruch der Krankheit kommt. Im Folgenden wird über solche Komplexkrankheiten der Fichte, die in der Literatur behandelt wurden, berichtet; hiedurch soll bei der Diskussion und Behandlung sogen. "neuartige Waldschäden" der Vergleich mit früheren Ereignissen erleichtert werden.

### 2. FICHTENSTERBEN

Ausgesprochene Komplexkrankheiten, wie sie für die Tanne bekannt sind, werden in der Literatur zum Thema Fichtensterben nur in wenigen Fällen vorgefunden. Beim Fichtensterben gibt es viele Schadensereignisse mit eindeutiger Zuordnung zu einem der Schadfaktoren; nur in wenigen Fällen kann man von einer Komplexkrankheit reden. Solche Berichte stehen meistens in Verbindung

---

\*Beitrag zum Sonderprojekt "Forstpathologische Untersuchungen" der Waldzustandsinventur, Durchführung unter der Leitung von Univ.Prof.Dr. Donaubaue

mit dem Fichtenanbau außerhalb ihres natürlichen Verbreitungsgebietes (Karte 1). Durch die anthropogene Bewirtschaftung des Waldes hat die Fichte seit mehr als 200 Jahren innerhalb und vor allem außerhalb ihres natürlichen Verbreitungsgebietes in Europa einen ständig steigenden Anteil an der Waldfläche gewonnen. Aufgrund ihrer ökologischen Eigenschaften erwies sich die Fichte als besonders geeignet, die bei der Übernutzung der mitteleuropäischen Wälder während des 16.-18. Jahrhunderts entstandenen Blößen und Kahlschläge wieder relativ rasch in geschlossene Waldbestände umzuwandeln. Wie wir wissen, ist der Anbau der Fichte besonders außerhalb des natürlichen Fichtenareals mit erheblichen Risiken belastet. In der 2. Hälfte des vorigen Jahrhunderts häuften sich die Probleme in den älter werdenden Fichtenreinbeständen, die sich aus unterlassener Bestandespflege nach zu dichter Bestandesbegegründung, Bodenverschlechterung usw., ergaben. Diese Probleme wurden mit wenigen Ausnahmen lange Zeit nicht erkannt und führten auf großen Flächen mit standortswidrigem Fichtenreinanbau zu schweren Trocknis-, Sturm- und Schnebruchschäden.

Für die Fichte, die in ihrem natürlichen Verbreitungsgebiet überwiegend auf ein kühl-kontinentales Klima mit relativ guter Wasserversorgung beschränkt ist, gibt es nach RUBNER (1934) zwei Faktoren, die den Fichtenanbau in Mitteleuropa begrenzen, nämlich

- ungenügende Wasserversorgung in der Vegetationszeit und
- zu milde, niederschlagsreiche Winter, d.h. zu lang ausgedehnte Vegetationszeit.

Insbesondere Dürreperioden in der Vegetationszeit haben in Verbindung mit ungünstigen Standortverhältnissen wiederholt zu schweren Ausfällen geführt. So ist es nicht verwunderlich, daß in der Literatur zahlreiche Schadensberichte über Folgen der Trockenheit vorliegen. In den letzten 100 Jahren hat es zahlreiche Trockenjahre und -perioden gegeben, und zwar die Trockenjahre 1893, 1904, 1911, 1921 und 1934, eine längere Trockenperiode von 1943 - 1949 mit dem Trockenjahr 1947, das Trockenjahr 1959 und zuletzt von 1971 - 1983 eine Serie von Trocken- und Hitzeperioden in großen Teilen Mitteleuropas. Als Folge der Trockenheit kommt es zum Abwurf eines Teiles oder der gesamten Nadelmasse und daher auch zum völligen Vertrocknen der Bäume. Außerdem tritt insbesondere bei der Fichte durch ihr flachstreichendes Wurzelsystem ein Absterben der Feinwurzeln im intensiv durchwurzelten Oberboden ein (vgl. KOZLOWSKI). Folgeschäden, die noch lange nach der eingetretenen Dürre nachwirken, sind erhebliche Wuchsstockungen und Zuwachsrückgänge.

Nur einige Autoren seien an dieser Stelle erwähnt, die folgende Symptome als

Folge der Trockenheit beschreiben:

JUNACK (1907) berichtet über das Trockenjahr 1904, daß es in ganz Deutschland in mittelalten und auch älteren Beständen zum Rotwerden der Fichtennadeln kam und daß Randfichten zum Teil vertrocknete Wipfel aufwiesen oder überhaupt abstarben. Nach den Beobachtungen von HECK (1912) in Schwaben entstanden 1911/12 auf ungeeigneten Standorten durch einzelnes oder gruppenweises Absterben von Fichtenstangen- und Baumhölzern lückige Bestände, die der Sturmgefahr vermehrt ausgesetzt waren.

Nach KRUG (1912) hat die Fichte von allen Holzarten unter der Trockenheit im künstlichen Anbaugbiet am meisten gelitten. Den Grund sieht er in der flachstreichenden Wurzel Ausbildung wie auch in den hohen Ansprüchen der Fichte an Bodenfrische und Luftfeuchtigkeit.

Ebenso berichtet FÜRST (1911) vom einzelweisen Dürrewerden von Fichtendickungen sowie von über 50 jährigen Fichtenstämmen in Deutschland.

Von GEIGER (1951) liegt ein Bericht vom Dürrejahr 1947 vor. Infolge der Trockenheit erlitten Einzelbäume und Bestände (vor allem Fichte) den Trockentod und mußten eingeschlagen werden. Der gesamte Schadholzanfall in den bayerischen Staats-, Gemeinde- und Privatwäldungen wurde mit 1,4 Millionen fm angegeben. Als einen Grund des ungewöhnlichen Ausmaßes der Dürre gibt Geiger die Störung des natürlichen Wasserhaushaltes (Grundwasserabsenkung durch Flußregulierungen, Beseitigung von Feuchtstellen usw.) an.

Ober die Folgeschäden des extremen Sommers 1959 berichten RHEINHEIMER (1961) aus Schleswig-Holstein und Hamburg oder HESMER - GONTHNER (1962) aus Nordrhein-Westfalen. Im Stangen- und Baumholz lag der Schwerpunkt des Schadens an den Bestandesrändern. Symptome waren auffällige Nadelbräunung und Nadelabfall. Ober die Dürreperiode von 1971 - 1983, in der es eine Häufung von Trockenjahren und -perioden gab, gibt es Beobachtungen von ASTHALTER (1984). Schäden in Waldbeständen waren nicht nur beschränkt auf zur Austrocknung neigenden Standorten (Rücken, Kuppen), sondern auch auf im Normalfall gut mit Wasser versorgten Standorten. Die Bäume der sonst mit Wasser gut versorgten Standorte haben eine geringere Wurzelmasse, die in Dürre Jahren nicht ausreicht, den Baum mit genügend Wasser zu versorgen.

Durch den bei Wassermangel verbundenen Abwurf eines Teiles der Nadelmasse kommt es auch zur Schwächung des einzelnen Individuums und zu erhöhter Disposition für andere Krankheiten. Häufige Sekundärfolge von Trockenschäden ist dann Insektenbefall, vor allem durch Buchdrucker, Fichtenblattwespe und Nonne.

Als Beispiel dazu seien zwei Massenvermehrungen des Buchdruckers (*Ips typographus*) erwähnt:

- von 1872 - 1876 brachte der Borkenkäfer nach schweren Wind- und Schneebrüchen in Bayern und Böhmen ungefähr 5 Mill. fm Fichte zum Absterben. In der Dürreperiode kam es zur Schwächung der Fichtenbestände mit darauffolgender Massenvermehrung des Buchdruckers. Die Größe dieses Schadens wird deutlich, wenn man bedenkt, daß in Deutschland im Jahre 1875 die gesamte Nutzderbholzerzeugung 12 Mill. fm betrug (nach MANTEL);
- auch die große Massenvermehrung der Borkenkäfer nach dem 2. Weltkrieg muß zweifellos als gemeinsame Folge des kriegs- und nachkriegsbedingten Waldzustandes und der trockenen warmen Jahre nach 1943 gesehen werden. In dieser von 1944 bis 1951 dauernden größten Epidemie mit dem Schwerpunkt Südwestdeutschland mußten in ganz Mitteleuropa rund 30 Mill. fm Schadh Holz eingeschlagen werden.

Wie bereits erwähnt, sieht RUBNER als zweiten begrenzenden Faktor für den Fichtenanbau in Mitteleuropa eine zu lange Vegetationszeit an. In den winterwarmen Gebieten produzieren Fichten ein sehr breitringiges, locker gebautes Holz, das gegenüber pilzlichen Angriffen sehr anfällig ist. Diese Fichtenbestände werden selten über 70 Jahre alt und fallen vor allem der Rotfäule (*Fomes annosus*) und dem Sturm zum Opfer. Schon MÜNCH (1909) weist in seinem Artikel "Über die Stockfäule der Nadelhölzer" hin, daß das spezifische Gewicht des Holzes beim Ausbruch einer Krankheit (krankheitsdisponierender Faktor) eine Rolle spielt. Er stellt fest, daß leichtes, schwammiges, raschgewachsenes Holz leichter durch Pilze zersetzt wird als Holz mit dichtem, engringigem Holzaufbau und geringem Luftgehalt der Gewebe.

Auch OPPERMANN (1922) berichtet, daß die Gesundheit der 40 - 50jährigen Fichtenbestände in Dänemark sehr unter den klimatischen Verhältnissen - mild feuchtes Küstenklima mit einer Januar- und Februartemperatur oft über 0°C und einer jährlichen Niederschlagsmenge um 600 mm - und unter starkem Pilzbefall durch die Pilze *Fomes annosus*, *Armillaria mellea*, *Nectria cucurbitula* und *Lophodermium abietis* leidet.

### 3. EINZELNE SCHADENSBERICHTE:

#### ÜBERWIEGEN DER ABIOTISCHEN SCHADFAKTOREN

Eingehende Untersuchungen zur Erklärung der Fichtenerkrankung in Sachsen hat WIEDEMANN (1923) durchgeführt und die Ergebnisse im Buch "Zuwachsrückgang und Wuchsstockungen der Fichte in den mittleren und unteren Höhenlagen der

sächsischen Staatsforsten" veröffentlicht. WIEDEMANN kommt zum Schluß, daß die Wuchsstockungen der Fichtenbestände in Sachsen auf ein Zusammenwirken schädlicher Einflüsse von Klima und Boden zurückzuführen sind.

Durch die menschliche Bewirtschaftung der letzten Jahrhunderte kam es zu weitreichenden Bodenveränderungen. Infolge Streunutzung und Anbau von wiederholten Fichtenreinbeständen, die durch Kahlschlag genutzt wurden, kam es zur Bodenverflachung und zur Nährstoffverarmung im Wurzelraum. Die Fichte wird zur Ausbildung eines auf die obersten Bodenschichten beschränktes, schlecht entwickelten Wurzelsystems gezwungen, das gegenüber Dürreperioden sehr anfällig ist. In seiner Arbeit weist Wiedemann nach, daß sogenannte Dürremonate - das sind in Sachsen Monate mit weniger als 40 mm Niederschläge in der Vegetationszeit (Mai - September) - eine wesentliche Rolle bei der Fichtenkrankung spielen. Solche Dürremonate nehmen mit der Höhenabnahme von 100 m um 35 - 40 % zu. In Tieflagen häufen und verschärfen sich deshalb die Trockenheitsextreme, und Schäden (in Sachsen) treten vor allem in Fichtenbeständen unter 250 m auf. In den hauptsächlich betroffenen älteren Fichtenkulturen und Stangenholzbeständen kann man schwere sichtbare Erkrankungserscheinungen, wie Verfärben und Verlichten der Kronen, Wipfeldürre und Trockenwerden der Fichten und Absterben der Haupt- und Seitenwurzeln sowie geringe Feinwurzelbildung beobachten.

Nach Wiedemann hängt auch der Wechsel der waldbaulichen Anschauung in Sachsen mit dem periodischen Wechsel der klimatischen Grundlagen des Waldbaues zusammen. Im 19. Jahrhundert gab es eine Abfolge dürrereicher (1821 - 1835, 1856 - 1876, 1887 - 1895) und dürrearmer (1836 - 1855, 1877 - 1886) Perioden, in denen die Ansichten über den Fichtenanbau in Reinbeständen und Kahlschlagbetrieb rasch gewechselt haben. Im Zeitraum von 1820 - 1840 wurde der Anbau von Kiefer und Lärche in großem Umfang (auch in Gebirgslagen) auf herabgewirtschafteten Böden empfohlen ("Kiefernmanie"). Zwischen 1840 und 1860, also in einem dürrearmeren Zeitraum, bestand die waldbauliche Lehrmeinung, daß der großflächige Reinanbau der Fichte im Kahlschlagbetrieb keine ernstlichen Schwierigkeiten verursache. Eine erneute Wende trat im Zeitraum 1860 - 1880 ein, in dem trockenheitsbedingte Ausfälle und Rückschläge im Fichtenanbau zum Kampf gegen die einseitige "Kahlschlagsfichtenmanie" geführt hatte. Es wurden der Anbau von Mischbeständen, Bevorzugung der Naturverjüngung, plenterartiger Waldaufbau und geringe Schlaggrößen empfohlen. Durch eine nachfolgende Serie feuchter Jahre setzte sich erneut die Meinung durch, daß der Reinanbau der Fichte im Kahlschlagbetrieb in Sachsen prinzipiell geeignet ist, außer auf gewissen Standorten in Tieflagen.

Das trockene Jahrzehnt 1911 - 1921 führte abermals in den Tieflagen zu schweren Schäden und starkem Zuwachsausfall. Die erwähnten Klimapendelungen waren nicht nur auf Sachsen beschränkt. In der Regel war ganz Mitteleuropa davon betroffen.

Der Fichtenanbau außerhalb des natürlichen Verbreitungsgebietes, in denen Trockenzeiten viel häufiger vorkommen, kann über längere Perioden recht gewinnbringend erscheinen. Wenn es aber dann in einigen Dürreperioden zu schweren und langjährigen Zuwachsverlusten und zum Kränkeln der Fichtenbestände kommt, wird die Wirtschaftlichkeit des Anbaues in Frage gestellt und auf Standorten, die durch Dürremonate gefährdet sind, muß der Anbau überhaupt abgelehnt werden. Die Fichtenwirtschaft in Sachsen hat uns das sehr deutlich gezeigt.

Über eine Erkrankung von Fichtenbeständen in Bayern berichtet REBEL (1924) in seinem Buch "Waldbauliches aus Bayern", das ebenfalls am Anfang der 20er Jahre erschienen ist. Auch er betont, daß das Verbreitungsgebiet des Fichtenanbaues durch Trockenheit begrenzt wird und berechnet aus der Verbreitung der Fichte in Bayern, daß 30.000 ha Fichtenbestände typische Trockenschäden aufweisen und daß annähernd die gleich große Fläche mehr oder weniger kränkelnd oder doch der Krankheit stark ausgesetzt ist. Als Kriterien seiner Berechnung verwendet Rebel die Höhenlage und die Niederschlagsmenge (sowohl Jahres- als auch Sommerniederschlagsmenge).

Aus Österreich liegen ebenfalls Schadensberichte über Dürreschäden und Folgeerscheinungen vor, so z.B. von SCHIMITSCHEK (1951) über die Trockenperiode in der 2. Hälfte der 40er Jahre, in der es zu einer wesentlichen Senkung des Grundwasserspiegels und zur Austrocknung der Böden mit geringer Wasserkapazität kam. Schwere Dürreschäden traten in Pflanzgärten und Kulturen, aber auch in älteren Fichtenbeständen im künstlichen Picetum und in jenen Gebieten, wo der standortsgemäße Mischwald in reine Fichtenbestände umgewandelt worden war, auf. Die Dürre hatte durch physiologische Schwächung der Fichte einen verstärkten Befall durch den Pilz *Rhizophoma pini*, einem Schwächeparasiten, der die Fichtennadeln besonders nach Dürreperioden befällt und zum Absterben bringt (abnormer Nadelfall), und von Schadinsekten (Borkenkäfer, Bockkäfer) zur Folge. Durch den Pilzbefall verfärbten sich vor allem die älteren Nadeljahrgänge der 60 - 100jährigen Fichtenbestände im Herbst rotbraun. Die im Herbst eingetretenen Nadelverluste haben zwischen 5 bis 70 Prozent der Nadelmasse betragen, in manchen Fällen erreichten sie aber auch 90 Prozent. Während in den Mischbeständen hauptsächlich Südlagen und Bestandesränder durch *Rhizophoma pini* befallen waren, trat im künstlichen

Picetum und in den Fichtenreinbeständen der Mischwaldgebiete die Verfärbung und Nadelverlust verstärkt im Inneren der Bestände auf. Zusammenfassend kann man feststellen, daß der Erkrankungsvorgang die Folge einer Verkettung von verschiedenen Ursachen ist, und zwar führen Dürrejahre und Hitzeperioden im künstlichen Picetum zur physiologischen Schwächung der Fichten mit gesteigerter Disposition für den Befall von Pilzen und Schadinsekten.

In Trockenjahren und -perioden kann der Grundwasserspiegel beträchtlich sinken. Diese klimatisch bedingten Grundwasserabsenkungen können gleichfalls durch den Menschen mit Regulierungsmaßnahmen (Entwässerungsanlagen, Flußregulierungen, Trockenlegung vernäbter Gebiete, ...) bewußt und unbewußt verursacht werden. Bei beträchtlicher Senkung des Grundwassers werden die Wurzeln insbesondere eines älteren Bestandes, die sich auf einen bestimmten Grundwasserspiegel eingestellt haben, unzureichend mit Wasser versorgt, was zum Vergilben der Nadeln und zum Kränkeln und Absterben von Fichtenbeständen führen kann.

Nicht nur durch Wassermangel werden Fichtenbestände geschädigt, auch durch WASSEROBERSCHUSS, z.B. durch stagnierendes Regen- und Schneewasser, erleiden Bestände Schaden.

So berichtet z.B. HÄFFNER (1923) aus der Riesebene im Bayer. Schwaben, daß durch die anhaltenden Niederschläge im Jahre 1922 und 1923 mehrere Kiefern- und Fichtenbestände in einem 100 ha großen Waldkomplex durch Wasserstagnation stellenweise geschädigt wurden. Ab Mitte Mai konnte ein Gelbwerden von Baumgruppen mit nachfolgender vom Wipfel beginnender Verlichtung der Baumkronen und kümmernder Triebausbildung beobachtet werden. Die Ursache dieser Erkrankung ist in der unterbundenen Wurzelatmung (Sauerstoffarmut) und Wurzelernährung zu suchen.

Nach Beobachtungen von LIESE (1923) wurde durch parasitäre Pilze, die infolge des sehr feuchten Sommers 1922 eine gewaltige Sporenmenge produzierten, ein großer Schaden in Norddeutschland verursacht, was zum Absterben ganzer Bestände geführt hat.

Durch ungünstige Witterungsfolgen können im Winter Kälteschäden auftreten, wenn z.B. harte Winterfröste unter  $-20^{\circ}\text{C}$  auf eine längere Tauwetterperiode folgen, in der es zum vorzeitigen Abbau der Frostresistenz der Pflanzen kommt. Ein Kältetod durch Erfrieren ganzer Bäume ist aber nur vereinzelt in außergewöhnlich strengen Wintern bei unseren einheimischen Baumarten vorgekommen. Solche extreme Winter in unserem Jahrhundert waren in Mitteleuropa 1928/29, die drei aufeinanderfolgenden Winter 1939 bis 1942, weiters 1946/47, 1962/63

und der letzte sehr kalte Winter 1984/85 (ROCZNIK 1985). Ein extremer Frost- einbruch trat auch zur Jahreswende 1978/79 nach einem abnorm warmen Dezember auf. Häufiger sind Baumschädigungen, die durch Spätfröste verursacht werden, und die im Frühjahr und Frühsommer die jungen, sich entwickelnden Nadeln und Triebe abtöten bzw. stark in Mitleidenschaft ziehen, wie z.B. zuletzt beim "Karfreitagsfrost" 1981, wo Fichten zumindest in wärmeren Lagen in der Austriebsphase gestanden haben müssen.

Ein weiterer durch Frost verursachter Schaden ist Frostschütte bzw. Frost- trockenis. Im Vorfrühling kann man bei Fichten oft in warmen, sonnigen Lagen eine Rotfärbung der Nadeln mit nachfolgendem Nadelfall beobachten. Diese Er- scheinungen, die vor allem auf die der Sonne ausgesetzten Kronenteile be- schränkt sind, werden auf erhöhten Wasserentzug durch Sonne und Wind und auf mangelnde Wassernachlieferung aus dem gefrorenen Boden zurückgeführt.

Aus einigen Gebieten in Österreich berichtet DONAUBAUER (1959, 1968) in den Jahren 1957/58 und 1967/68 von einem Fichtensterben bzw. von einer Wipfel- dürre. Die größten Schäden des Jahres 1958 wurden im Salzburger Flachgau auf dem Gaisberg und Heuberg festgestellt, wo die von der Wipfeldürre befallenen Bäume in der Mitte des Jahres 1958 abstarben. Das Fichtensterben trat haupt- sächlich an exponierten Lagen (z.B. Bergkuppen) auf, betroffen waren vor allem Vorwüchse, Oberhälter und Bestandesrandbäume. Im allgemeinen waren die über das Kronendach hinausragenden Fichtenkronen - die dürre Wipfellänge hat ein bis zwei Meter betragen - braun und nadelten spontan und innerhalb kürze- ster Zeit ab. In der auf das Schadereignis folgenden Vegetationsperiode star- ben die Wipfel ab. Diese Kalamität wird durch klimatische Gegebenheiten ver- ursacht und die aufgetretenen Krankheitsbilder lassen sich eindeutig den Frostschütte- bzw. Frosttrocknisschäden zuordnen. Da die Fichte im allgemei- nen eine hohe Winterfrostresistenz besitzt, ist der Grund für die Frostschädi- gung in der periodenweisen milden Witterung bestimmter Wintermonate (vor allem im Februar) zu suchen. Der Schaden wurde durch den nachfolgenden Pilzbe- fall der Gattung *Ophistomella*, der als Schwächeparasit auf den durch Wasser- haushaltsstörungen disponierten Bäume auftritt, und durch eine Massenvermeh- rung des *Pityogenes pityographus* vergrößert. Dieses Wipfelsterben konnte wiederum im Jahre 1967 in vielen Gebieten Österreichs beobachtet werden.

Eine nicht zu unterschätzende Rolle bei der Erkrankung von Fichtenbeständen nehmen ungünstige Bodenverhältnisse, die entweder natürlich vorgegeben oder durch die anthropogene Bewirtschaftung hervorgerufen worden sind, ein. Einer der ersten in diesem Jahrhundert, der Krankheiten und nachteilige Auswirkun- gen, verursacht durch ungünstige Bodenverhältnisse, genau beschreibt, ist

GRAEBNER (1920) in seinem "Lehrbuch der nichtparasitären Pflanzenkrankheiten". Ein Hauptkarpitel behandelt Krankheiten durch ungünstige Bodenverhältnisse, in dem er auf den Luft-, Wasser- und Nährstoffhaushalt eingeht. Schon 1906 beschreibt er in einem Artikel, daß die Hauptschuld der Erkrankung eines Fichtenbestandes im nordwestdeutschen Heidegebiet die veränderten Bodenverhältnisse sind. Nach der Umwandlung der Eichenflächen in Fichtenbestände kam es durch starke Rohhumusaufgaben und Verdichtung des Bodens zur Verschlechterung der Bodenluftverhältnisse, was zum Absterben (Ersticken) der Wurzeln führte. Die Trockenheit des Jahres 1904 verstärkte das Absterben der etwa 40 bis 65 jährigen Fichtenbestände.

Weiters berichten SCHRÖDER (1919), HISS (1922) und REBEL (1924) von der ungünstigen Bodenentwicklung (Rohhumusbildung, Bodenversauerung, Bodenverflachung) unter Fichtenreinbeständen (standortswidrige Nadelholzbestände) und erklären die Krankheitserscheinungen als Folge der jeweils vorliegenden Bodenzustände.

DIETRICH (1926) betont, daß die Probleme des Fichtenanbaues nicht nur auf Gebiete beschränkt sind, wo die Fichte nicht standortsgemäß ist (künstliches Anbaugebiet), sondern daß es auch in natürlichen Fichtengebieten große Probleme wie Wuchsstockungen, Krüppelwuchs und Bodendegradationen im Fichtenreinbestand gibt. Weiters berichtet er von der Abnahme der Produktivität und der zunehmenden Krankheitsgefährdung nach wiederholten Fichtenanbauten im Reinbestand.

Erste ausführliche Berichte über das Fichtensterben liegen seit Anfang der 30er Jahre vor, und zwar die Erklärungsversuche des Absterbens der Fichte in Ostpreußen, dessen Ursachen nie gänzlich aufgeklärt worden sind.

In Ostpreußen, aber auch in Schlesien sind in der Mitte der 30er Jahre Fichtenstangen und -althölzer (überwiegend über 50jährige Bestände) nach jahrelangem Kränkeln und nachfolgendem Insektenbefall abgestorben. Während MÖLDER den Anlaß dieses Fichtensterbens im Winterfrost des Jahres 1928/29 sucht, wird von anderen Autoren (GROSS, HITSCHOLD, OSTWALD) als Primärursache eine Störung des Wasserhaushaltes angesehen. Einen wesentlichen Aufschluß über den Grund des Absterbens der Fichtenbestände erhält man aus dem Studium der Bestockungsgeschichte. Nach MÖLLER war der Wald in Ostpreußen im 16. Jahrhundert ein Mischbestand aus Laub- und Nadelbaumarten in einzel- und horstweiser Mischung. Mit steigendem Holzbedarf im 18. Jahrhundert kam es nach den ersten Entwässerungen durch Begründung reiner Fichtenbestände zu großflächigen, verhältnismäßig geschlossenen Fichtenkomplexen. Erste Auswirkun-

gen dieses widernatürlichen Fichtenanbaues waren die Sturmkatastrophe 1818 und der große Nonnenfraß von 1853 - 1856. Nachdem wieder mit Fichte aufgeforstet wurde, fiel von 1905 - 1909 der größte Teil dieser Bestände abermals dem Nonnenfraß zum Opfer. Durch die geschichtliche Betrachtung des Fichtenanbaues in Ostpreußen kann man erkennen, daß diese kränkelnden und verlichteten Bestände in der Mitte der 30er Jahre Bestände der 2. und teilweise 3. Fichtengeneration auf ehemals gesunden Laubholzböden waren.

Das Fichtensterben tritt am stärksten auf zur Verdichtung neigenden Böden (Lehm- und Tonböden), in vernäbten und versumpften Lagen und über Ortstein auf, also auf Böden, die die Fichte zur Ausbildung eines oberflächennahen Wurzelsystems veranlassen. Infolge der Sturmkatastrophe und des verheerenden Nonnenfraßes kam es zu einem beträchtlichen Steigen des Grundwasserspiegels, und deshalb vermutet GROSS, daß diese Grundwassererhöhung in Zusammenhang mit vermehrten Niederschlägen in einer mehrjährigen feuchten Periode die Hauptursache der Fichtenerkrankung ist. Nach KLEINSCHMIT-DEINES hingegen ist die Störung der Wasserversorgung zwangsläufige Folge des Fichtenreinanbaues auf den schweren Lehm- und Tonböden (Forstamt Tapiaw). Die auf diesen Böden flachwurzelnde Fichte führt zu einer physiologischen Verflachung des Bodenprofils und zu jahreszeitlichen Wasserextremen; im Winter und Frühjahr kommt es zur Vernässung, im Sommer zur Austrocknung der durchwurzelten obersten Bodenschicht. Das Absterben dieser disponierten Fichtenbestände wurde dann häufig durch sekundäres Auftreten von Rotfäule, Hallimasch und Insekten beschleunigt.

In der Literatur findet man für das Fichtensterben noch andere Bezeichnungen wie "Top dying" (Gipfelsterben) oder auch "Sub top dying". So betitelt KOHH (1979) einen seiner Artikel "Das 'Sub top dying' der Fichte ...", weil bei den befallenen Fichten neben der Kronenspitze auch oft der unterste Teil der Krone länger grün bleibt, und die Absterbeerscheinungen im Kronenmittelteil auftreten. Dieses Krankheitsbild ist typisch für Wasserhaushaltsstörungen und ergibt sich aus der unterschiedlichen Wasserversorgung der Pflanzenteile. Bei erschwerter Wasserversorgung eines Baumes wird nämlich der Haupttrieb (Kronenspitze) im Verhältnis zu den Seitentrieben besser mit Assimilaten versorgt.

In den 70er Jahren berichten verschiedene Autoren von Erkrankungen jüngerer Fichtenbestände (2. Altersklasse) in Gebieten mit ausgeprägt ozeanischem Klimaeinfluß. Alle Autoren vermuten, daß diese Fichtenerkrankung von den Wurzeln ausgeht.

Seit 1966 wird über ein Fichtensterben aus den Niederlanden von VAN GOOR, SCHOENFELD und JANSEN/SCHOENFELD berichtet. Nach der These von van GOOR (1971) werden die Absterbeerscheinungen in über 30jährigen Fichtenbeständen durch ein Mißverhältnis von Assimilation und Atmung in den warmen Wintern verursacht. Dadurch wird das Wurzelsystem nicht mehr ausreichend mit Assimilaten versorgt, und es kommt zur Reduktion der Wasser- und Nährstoffaufnahme, was aber gleichzeitig wieder eine schlechte Versorgung der Krone bewirkt. Dieser tödliche Zyklus sich vermindernder Ernährung des Wurzelsystems und der Krone führt zu den Absterbeerscheinungen.

Dieser These schließen sich SCHMIDT-VOGT und GROSS nicht an, denn nach ihren Untersuchungsergebnissen in Freiburg kann die Photosynthese an milden Wintertagen nicht durch schwaches Licht oder durch Lufttemperaturen um oder über 0°C zum Stillstand gebracht werden. Außerdem widersprechen auch die Wachstumsleistungen älterer Fichtenbestände in winterwarmen Gebieten dieser Auffassung eindeutig. Das Fichtensterben, das nicht nur in den Niederlanden, sondern auch in Großbritannien und in Dänemark auftritt, muß ihrer Meinung nach andere, unbekannte Ursachen haben.

Seit 1973 wird auch in Schweden ein Fichtensterben mit "Sub top dying" Krankheitssymptomen in über 20jährigen Beständen beobachtet.

In den flächig erkrankten Fichtenbeständen blieben einige Fichten stets äußerlich gesund, hatten aber immer einen beträchtlichen Zuwachsrückgang. Das Absterben wurde in diesen krankheitsdisponierten Beständen durch Borkenkäfer, Nadel-, Trieb- und Wurzelpilze beschleunigt. KOHH (1979) führte umfangreiche Wurzel- und Bodenuntersuchungen durch und stellt fest, daß die primäre Ursache der Fichtenerkrankung eine hohe Wurzelmortalität sei und die aufgetretenen Kronenschäden Folge des Massenabsterbens der Feinwurzeln waren. Vor allem bei in Rohhumus wachsenden Feinwurzeln war die Mortalität besonders hoch. Er wies nach, daß die örtliche Verbreitung der Fichtenschäden in erster Linie durch die Bodeneigenschaften bestimmt wurde. Auf diesen kritischen Standorten nahmen die Schäden mit steigendem Bestandesalter und -dichte zu. Weiters haben außerordentliche Witterungsverhältnisse wie die Sommerdürre der Jahre 1971 - 1976 und eine Reihe warmer Winter am Krankheitsablauf mitgewirkt.

Von einer Spitzendürre der Fichte ("Top dying") in den nordeuropäischen Ländern mit Meereseinfluß berichtet DIAMANDIS. Er untersuchte von 1974 bis 1976 im nordöstlichen Schottland diese Spitzendürre-Erkrankung in 24 - 36jährigen Fichtenbeständen. Die befallenen Fichten hatten ein reduziertes Höhen-

wachstum und warfen nach anfänglicher Bräunung vor allem kurz vor oder zu Beginn des Austriebes die einjährigen Nadeln ab. Der Verlust der zweijährigen Nadeln war immer deutlich geringer. DIAMANDIS führt die "Top dying" Erkrankung auf Wasserstreß bei ungünstigen Klimabedingungen zurück. Heftige Ausbrüche der Krankheit traten bei mildem, windigem Wetter während der Vegetationsruhe und Trockenheit im ersten Teil der folgenden Vegetationsperiode auf.

JOHANSON und WASTERLUND (1979) beobachteten in Schweden im Winter 1976/77 in 15 - 20jährigen Fichtenbeständen "Sub top dying" Absterbesymptome. Die jüngsten Nadeln im Bereich unterhalb der Kronenspitze verfärbten sich rotbraun und fielen ab. Sie konnten durch ihre Untersuchungen nachweisen, daß die Querschnittfläche der Hauptwurzeln geschädigter Bäume im Verhältnis zum Stammdurchmesser signifikant geringer war als bei ungeschädigten Individuen. Außerdem fehlten im Frühjahr und Sommer 1977 im Wurzelsystem der geschädigten Fichten Kurzwurzeln und Mykorrhizen. Als Primärursache vermuten sie Wasserstreß, der in den letzten zwei trockenen Sommern zu den Schäden geführt hat, und daß es Individualunterschiede in der Fähigkeit von Wurzeln und Nadeln gibt, Wasserstreß zu tolerieren.

#### 4. BIOTISCHE SCHADFAKTOREN

Während jene Autoren, wie bereits oben ausgeführt, die Ursachen des Kränkels und Absterbens von einzelnen Fichten und Fichtenbeständen vorwiegend in abiotischen Schadfaktoren sehen, berichten andere, daß die Erkrankung durch pathogene Organismen verursacht wird bzw. daß diese an der Erkrankung zumindest mitbeteiligt sind.

SCHWAPPACH (1889) beschreibt eine Erkrankung und Absterbeerscheinungen von 20 - 30jährigen Fichtenbeständen im norddeutschen Küstengebiet, die durch *Lophodermium macrosporum* ("Fichtenschütte") verursacht wird. Der Krankheitsverlauf ist folgender: Nach dem anfangs Gelb- und schließlich Bräunlich-Grauerwerden der Nadeln fallen diese von unten nach oben und von innen nach außen beginnend ab, sodaß dann der Wipfel häufig noch grün ist und die übrigen Teile bereits abgestorben sind. Im darauffolgenden Jahr werden nur noch schwächliche Triebe gebildet, die im Herbst ebenfalls braun werden, und im dritten Jahr stirbt die Pflanze überhaupt ab.

Nach dem nassen Herbst im Jahre 1905 beobachtete SCHELLENBERG (1907) in der Schweiz in höheren Lagen eine Gipfeldürre bei Fichten. Hauptsächlich kam diese Gipfeldürre bei Fichten unter 30 Jahren vor. SCHELLENBERG konnte nach-

weisen, daß die Gipfeldürre nicht durch Frost und Frosttrocknis verursacht wurde, sondern durch einen Pilz der Gattung *Valsa*, der an der Basis der gipfeldürren Partien in die Baumrinde eingedrungen ist und diese abgetötet hat. Dadurch wurde die Versorgung des Gipfels mit Wasser und Assimilaten unterbunden.

FALCK beschreibt 1913 an jüngeren, bis zu 25 Jahren alten Fichten im Solling ein plötzlich beginnendes und schnell fortschreitendes Vergilben der Nadeln an allen Zweigsystemen der Fichten und weiters verbräunte Stellen im Rindengewebe, die im Bereich des unteren Drittels des Stammes und der Seitenzweige sichtbar werden. Nach eingehenden Untersuchungen kommt FALCK zu dem Schluß, daß diese Fichtenerkrankung auf das Zusammenwirken dreier verschiedener Ursachen zurückzuführen ist, und zwar

- auf die physiologische Schwächung der Pflanze durch ungünstige Witterungsperioden wie die Trockenheit des Jahres 1911, als dessen Folge es zum Austrocknen und Absterben der Saugwurzeln des oberflächennahen Wurzelsystems der Fichten kam,
- auf die klimatische und Bestandesdisposition, bedingt durch das rauhe, feuchte Sollingklima, die Höhenlage und das Bestandesalter und
- auf den Befall durch pathozöone Organismen wie die Pilze der Gattung (*Dermatea encrita* - die eine Rindennekrose verursachen) und *Armillaria mellea* (Hallimasch).

Gesunde Fichten standen regellos verteilt mit ganz oder teilweise entnadelten Fichten und Pflanzen mit mehr oder weniger deutlich vergilbten Nadeln.

Nach NEGER (1924) können Wurzelläuse (*Rhizomaria piceae*) durch Schädigung der Saugwurzeln eine Wipfeldürre hervorrufen. Der Wirkung nach handelt es sich hierbei um eine Störung der Wasserversorgung, indem die Feinwurzeln, die die Wasseraufnahme besorgen, durch die Wurzellaus beschädigt werden. Auch nach MURRAY (1954) wird das Fichtensterben in England nach dem 2. Weltkrieg ebenfalls durch eine Wurzellaus verursacht; außerdem wird ein Dürreeinfluß nicht ausgeschlossen.

In einem Bericht über die Fichte in den Ostkarpaten schreibt FRÖHLICH (1936) von einer Erkrankung der im Buchen- und Eichengebiet stockenden Fichten. Untersuchungen ergaben, daß es sich um die durch *Trametes pini* verursachte Schwammästigkeit der Fichte handelte. Er vermutet, daß die sehr warmen Sommer in diesem Gebiet der Ostkarpaten Schuld an der verheerenden Krankheit der Fichte sei. Durch die oberflächennahe Wurzel Ausbildung und die geringen Niederschlagsmengen leidet die Fichte sehr an Wassermangel und macht sie disponiert für Pilzbefall.

In einer ausführlichen Abhandlung erklärt PRIEHAUSSER (1943) den Krankheitsverlauf und die Ursachenverkettung in einem 60 - 70jährigen Fichtenbestand im Bayerischen Wald. Nach eingehenden Untersuchungen über Ausbreitung und Entwicklung der Wurzeln, Wurzelschäden, Beziehung zwischen Wurzelschäden und Wasserhaushalt und schließlich Kronenentwicklung kommt er zu dem Ergebnis, daß der schwankende Wasserhaushalt des Bodens eine zentrale Stellung im Krankheitsverlauf einnimmt. Durch den hohen Benetzungswiderstand der Rohhumusdecke unterbleibt vielfach nach Verbrauch der Winterfeuchtigkeit eine Wassernachlieferung durch sommerliche Niederschläge, was infolge längerer Trockenheit zu Wurzelschädigungen und -absterbeerscheinungen führt. Durch diese Wundstellen können dann bei erneuter Durchfeuchtung Rotfäulepilze (*Fomes annosus*) in die Wurzeln eindringen und sich von dort in den Stamm ausbreiten. In Fichtenreinbeständen treten durch Trockenheit verursachte Wurzelschäden erst ab der Übergangszeit vom Stangenholzalter zum Baumalter auf, wenn sich durch Auflichtung (Reinigungs- und Durchforstungsmaßnahmen) der Schutz gegen Sonneneinstrahlung und gegen die austrocknende Wirkung der Winde vermindert. Weiters hat PRIEHAUSSER festgestellt, daß sich als Folge der Wurzelschädigung die Kronenform der Fichte durch reduziertes Längen- und Dickenwachstum (Ernährungsstörung) verändert. Diese sich bildenden neiloidähnlichen Kronen ermöglichen eine Auflagerung größerer Schneemassen, und insbesondere bei einseitiger Kronenentwicklung tritt nach Naßschnee häufig Kronenbruch ein. Die umfangreichen Wurzelschäden führen außerdem zur Verminderung der Standfestigkeit gegen Sturm. Diese verlichteten und formveränderten Kronen wurden auch photographisch abgebildet (Abb. 2) und es zeigen sich ähnliche Schadbilder wie die jetzigen.

In der Tschechoslowakei führt BLATTNY (1956) vorzeitige Verfärbung und Abfall der Nadeln, unregelmäßiges Wachstum (asymmetrische Zweige) und Triebsterben der Fichten auf eine Virusinfektion zurück, die durch die Große Fichtengallenlaus (*Sacchiphantes abietis*) übertragen wird.

## 5. SCHLUSZFOLGERUNGEN

Wenn man abschließend die Ursachen der Fichtenerkrankungen zusammenfaßt, wie sie in den Schadensberichten der älteren Literatur beschrieben werden, dann muß noch einmal folgendes betont werden:

- der teilweise großflächige, standortswidrige, anthropogene Fichtenanbau außerhalb des natürlichen Verbreitungsgebietes in Mitteleuropa;
- das Mitwirken klimatischer Extreme bei der Fichtenerkrankung; Trockenheit spielt bei fast allen erwähnten Erkrankungsbeispielen eine große

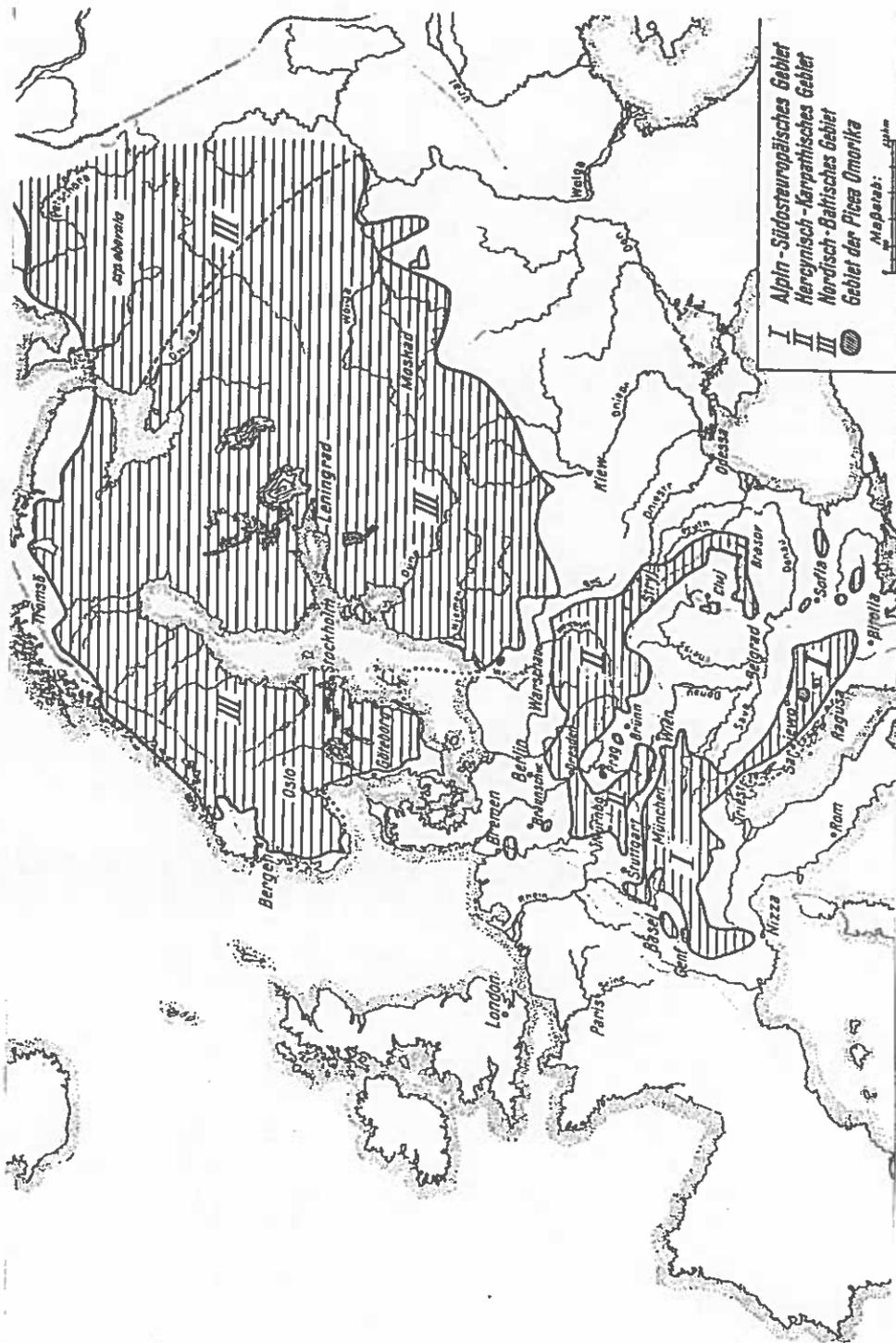


Abb. 1: Verbreitungsgebiet der Fichte in Europa nach RUBNER, K., 1960

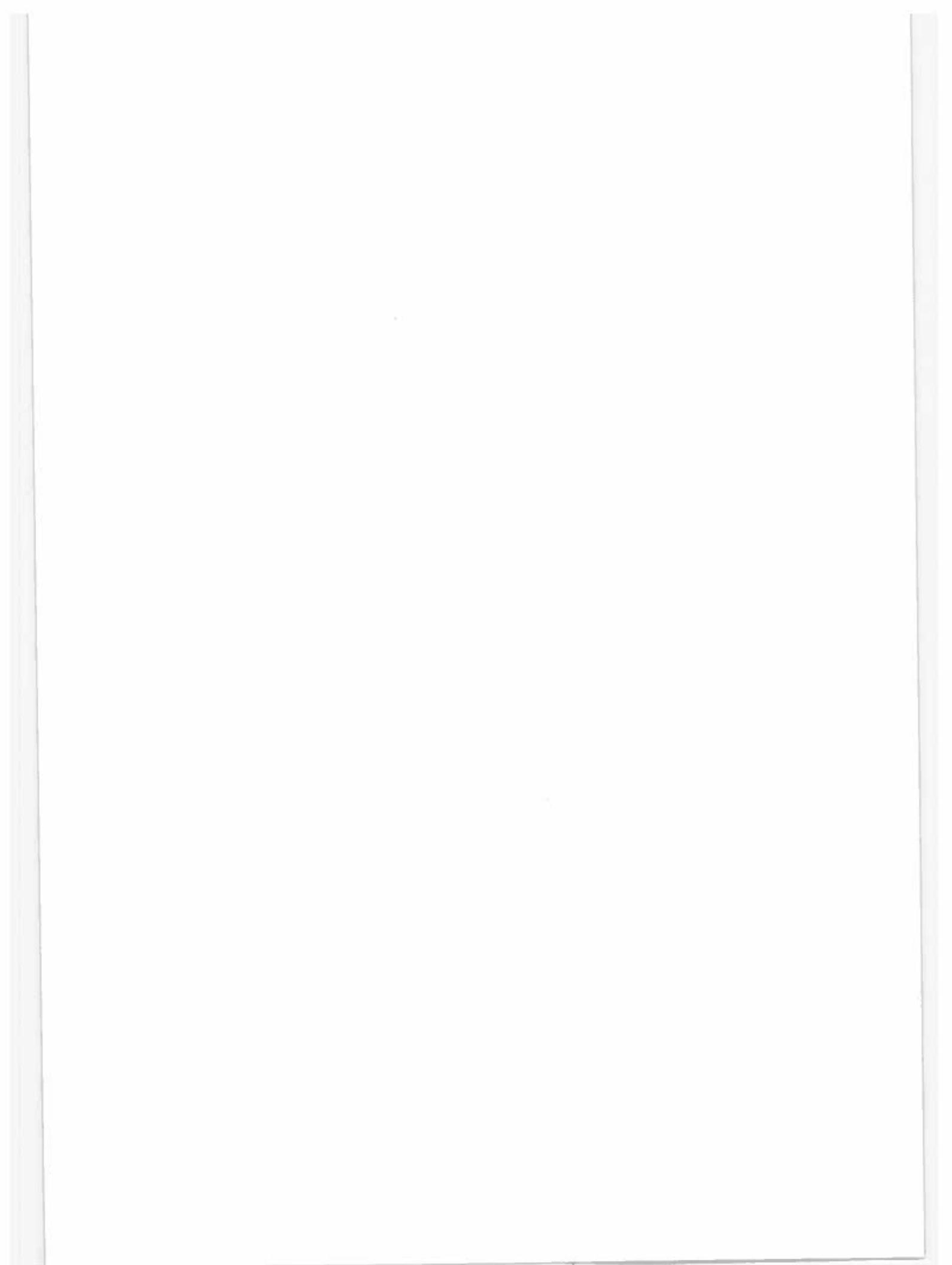
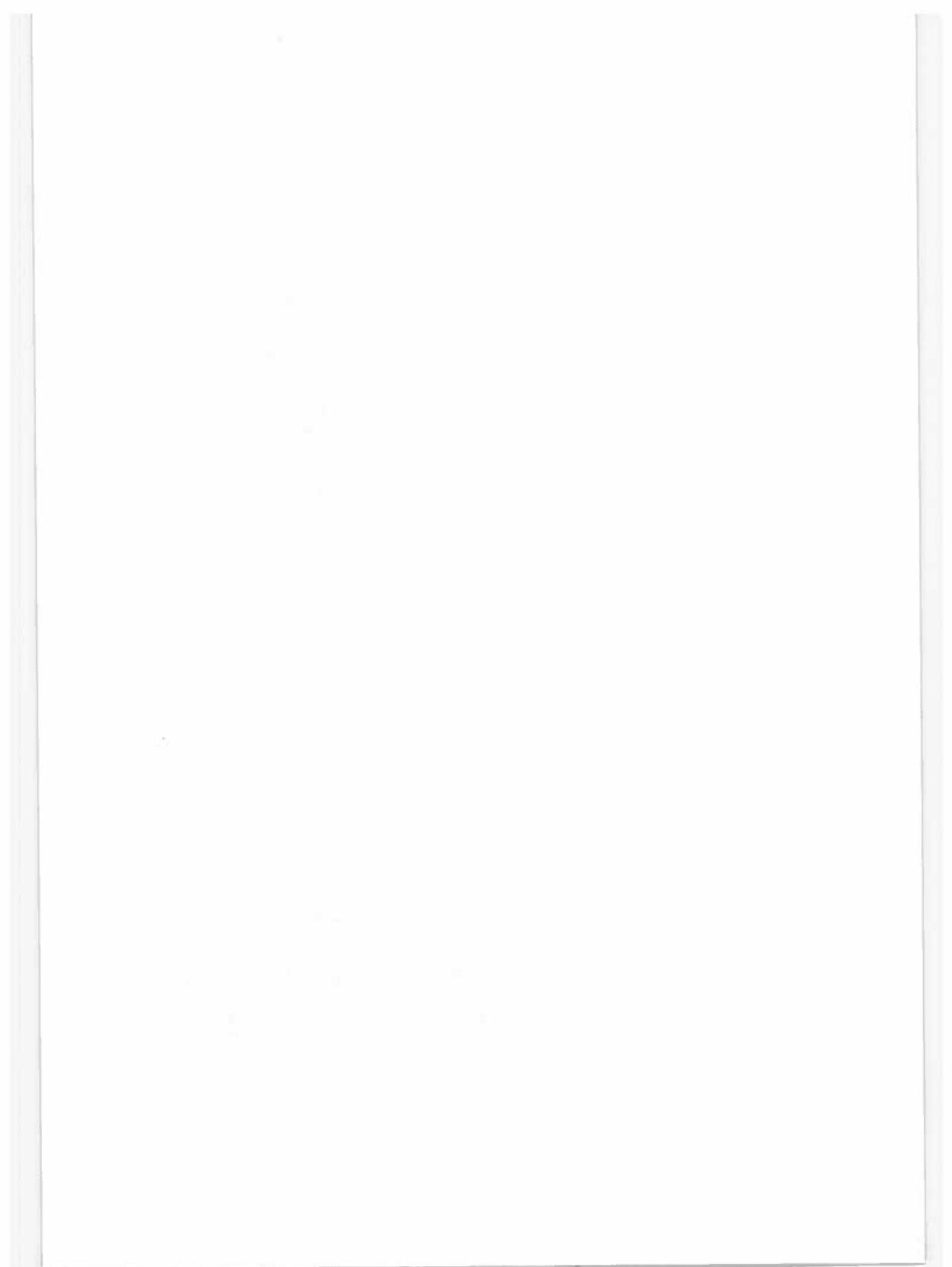




Abb. 2: Schadenssymptome nach NEGER, F.W. 1908 u. PRIEHAUSSER, G., 1943



Rolle;

- die Fichte reagiert infolge ihres flachstreichenden Wurzelwerkes auf alle Änderungen der Wasserverhältnisse sehr empfindlich; daraus resultierende Schäden verstärken sich auf ihr nicht zusagenden Standorten;
- viele Autoren vermuten, daß die Fichtenerkrankung von den Wurzeln (Schädigung des Wurzelsystems) ausgeht und eine wesentliche Ursache in der Krankheitsabfolge ist;
- der Sekundärbefall krankheitsdisponierter Fichtenbestände durch pathogene Organismen;
- die Verkettung verschiedener Krankheitsursachen im Erkrankungsablauf;

## 6. LITERATUR

- ASTHALTER, K., 1984: Trockenperioden und Waldschäden aus forstgeschichtlicher und standortkundlicher Sicht.  
Allgem. Forstz. 39, S. 549-551.
- BLATTNY, C., 1956: Poznamky o virose smrku (Notes on spruce virus disease)  
Sbron. Ceskosl, akad.zem.ved, Lesnicka 29, S. 771-774.
- CRAMER, H.H. u. CRAMER-MIDDENDORF, M., 1984: Untersuchungen über Zusammenhänge zwischen Schadensperioden und Klimafaktoren in mitteleuropäischen Forsten seit 1851.  
Pflanzenschutz-Nachrichten Bayer 37, 2, S. 208-334.
- DENGLER, A., 1980: Waldbau auf ökologischer Grundlage, vollst. Neubearb.v. Ernst Röhrig, 5.Auflage 1980, Verlag Paul Parey, S 140 ff.(1.Band)
- DIAMANDIS, S., 1979: "Top-dying" of Norway Spruce, *Picea abies* (L.) Karst., with special reference to *Rhizosphaera kalkhoffii* Bubok.  
IV. Evidence related to the primary cause of "top-dying".  
Europ. Journal of Forest Pathology 9, S. 183-191.
- DIETERICH, V., 1926: Das waldbauliche Problem des Fichtenreinbestandes.  
Forstl. Wochenschrift Silva, 14. Jg. Nr. 3, S. 17-23.
- DONAUBAUER, E., 1968: Phytopathologische Notizen. 1. Über das gegenwärtige Wipfelsterben bei Fichte.  
FBVA Wien, Informationsdienst, 116. Folge, Oktober 1968.
- FALCK, R., 1917: Massensterben jüngerer Fichten im Solling 1913 und 1914.  
Forst- und Jagdwesen 49, S. 506-525.
- FINK, S. u. BRAUN, H.J., 1978: Zur epidemischen Erkrankung der Weißtanne *Abies alba* Mill. ("Tannensterben").  
II. Vergleichende Literaturbeobachtungen hinsichtlich anderer "Baumsterben".  
Allg. Forst- und Jagdz. 149. Jg., 10, S. 184-195.
- FRÖHLICH, J., 1936: Einiges über die Fichte in den Ostkarpathen.  
Forstw. Centralblatt, S. 407-412.
- GEIGER, R., 1951: Die Waldgefährdung durch den Dürresommer 1947.  
Forstw. Centralblatt, S. 349-355.
- GOOR, C.P. van, 1971: Sterben der Fichte (*Picea excelsa*) in den Niederlanden (Holland).  
Stichting Bosbouwproefstat. "De Dorschkamp" Wageningen 79, S. 138-140.
- GRAEBNER, P., 1906: Beiträge zur Kenntnis nichtparasitärer Pflanzenkrankheiten an forstlichen Gewächsen.  
Zeitschrift für Forst- und Jagdwesen, 38. Jg., S 705-719.
- GRAEBNER, P., 1920: Lehrbuch der nichtparasitären Pflanzenkrankheiten.  
Paul Parey, Berlin, 336 S.

- GROSS, H., 1934: Die Ursache des Fichtensterbens in Ostpreußen.  
Der Deutsche Forstwirt, 16. Band, Nr. 87, S. 929-932.
- HÄFFNER-WALLERSTEIN, F., 1923: Schaden durch stagnierendes Regen- und  
Schneewasser.  
Silva, 11. Jg., Nr. 33, S. 252.
- HECK, 1912: Verhalten erwachsener Fichten gegen Dürre und Frost.  
Forstw. Centralblatt, S. 600-607 u. 664.
- HESMER, H. u. GONTER, K.H., 1962: Auswirkungen des Trockenjahres 1959 in  
den Wäldern Nordrhein-Westfalens.  
Forstarchiv, 33. Jg., Heft 6, S. 113-125.
- HISZ, 1922: Vom Tannensterben  
Allg. Forst- und Jagdzeitung 98, S. 30-33.
- HITSCHHOLD, 1934: Das Fichtensterben in Ostpreußen.  
Der Deutsche Forstwirt, 16. Band, Nr. 79, S. 845-847  
16. Band, Nr. 80, S. 853-856.
- JAHN, E. u. DONAUBAUER, E., 1959: Über ein Lärchen- und Fichtensterben in  
Österreich.  
Anzeiger für Schädlingskunde, XXXII. Jg., Heft 6, S. 81-87.
- JANSEN, E.C. u. SCHOENFELD, P.H., 1973: Das Fichtensterben in den mittleren  
Niederlanden (Holland)  
Stichting Bosbouwproefstat. "De Dorschkamp" Wageningen, Int. Rapp. 41.
- JOHANSSON, M. u. WÄSTERLUND, 1979: Root and transpiration studies on young  
Norway spruce trees with die back symptoms in Sweden.  
European Journal of Forest Pathology 9, S. 257-264.
- JUNACK, 1907: Die Dürre des Sommers 1904 im deutschen Walde.  
Neudamm 1907, Verlag von J. Neumann, 32 S.
- KLEINSCHMIT, R. u. DEINES, G., 1935: Forstamt Tapian (Ostpreußen) Wirt-  
schaftstypen II.  
Mitt. aus Forstw. u. Forstwissenschaft, Heft 4, S. 468-510.
- KOHH, E., 1979: Das "Sub top dying" der Fichte und das Tannensterben.  
Der Forst- und Holzwirt, 34. Jg. Nr. 13, S. 265-269.
- KRUG, 1912: Die Dürre des letzten Sommers im Walde.  
Forstwiss. Centralblatt, 56. Jg., S. 81-89.
- LIESE, 1923: Zu den diesjährigen Kiefern- und Fichtenerkrankungen.  
Silva, 11. Jg., Nr. 20, S. 159.
- MÖLDER, 1934: Erfahrungen über das Fichtensterben in einem ostpreußischen  
Revier.  
Der Deutsche Forstbeamte 2, S. 736-737.
- MONCH, 1909: Untersuchungen über Immunität und Krankheitsempfänglichkeit  
der Holzpflanzen. 6. Die Stockfäule der Nadelhölzer.  
Naturwiss. Zeitschrift für Forst- u. Landwirtschaft, 7. Jg. S. 154-157.

- MURRAY, J.S., 1954: Two diseases of spruce under investigation in Great Britain.  
Forestry 27, S. 54-62.
- NEGER, F.W., 1908: Das Tannensterben in den sächsischen und anderen deutschen Mittelgebirgen.  
Tharandter Forstl. Jahrbuch 58, S. 201-225.
- NEGER, F.W., 1924: Die Krankheiten unserer Waldbäume und der wichtigsten Gartengehölze.  
Stuttgart, Verlag Ferd. Enke, zweite Neubearb. Aufl. S. 1-296.
- OPPERMANN, 1922: Bericht von DIETERICH. Aus dem dänischen Versuchswesen.  
"Die Gesundheit der Fichte in Dänemark"  
Silva, S. 79-80.
- OSTWALD, H., 1934: Das Fichtensterben in Ostpreußen.  
Der Deutsche Forstwirt, 16. Band, Nr. 82, S. 873-876  
16. Band, Nr. 83, S. 886-887.
- PRIEHAUSSER, G., 1943: Über Fichtenwurzelfäule, Kronenform und Standort.  
Beitrag zur Kenntnis der Fichtenrotfäule.  
Forstwiss. Centralblatt 65, S. 259-273.
- REBEL, K., 1926 u. 1924: Waldbauliches aus Bayern.  
2. Aufl. Diessen, 2. Band, S. 216-231,  
1. Aufl. Diessen, 2. Band, S. 211-226.
- RHEINHEIMER, G., 1961: Folgeschäden des externen Sommers 1959 in den Wäldern Schleswig-Holstein und Hamburg.  
Forstarchiv, S. 65-73.
- ROCZNIK, K., 1985: Die denkwürdigsten Winter unseres Jahrhunderts.  
Naturwiss. Rundschau, 38. Jg., Heft 6, S. 234-237.
- RUBNER, K., 1934: Die pflanzengeographisch-ökologischen Grundlagen des Waldbaues.  
3. Auflage, Verlag J. Neumann - Neudamm,  
Verbreitungsgebiet der Fichte: S. 328-341.
- RUBNER, K., 1960: Die pflanzengeographischen Grundlagen des Waldbaues  
5. Auflage, Verlag J. Neumann-Neudamm, S. 347 ff.
- SHELLENBERG, H.C., 1907: Die Gipfeldürre der Fichten.  
Schweiz. Z. Forstwesen, S. 54-58 u. S. 89-93.
- SCHIMITSCHEK, E., 1951: Dürreschäden und Folgeerscheinungen 1950 in Niederösterreich und Burgenland.  
Österr. Forst- und Holzwirtschaft Nr. 14, S. 245-247  
Nr. 15, S. 268-270.
- SCHMIDT-VOGT, H., 1977: Die Fichte, Band 1, Verlag Paul Parey, S. 441-442.
- SCHMIDT-VOGT, H., 1981: Bemerkenswertes zur Baumart Fichte.  
Allg. Forstzeitschrift, 36 (51-53), S. 1364-1373.

- SCHMIDT-VOGT, H. u. GROSS, K., 1976: Untersuchungen zum winterlichen Gaswechsel der Fichte (*Picea abies* LL.) Karst.) unter Freilandbedingungen.  
Allg. Forst- und Jagdz., 147. Jg., 10/11, S. 189-192.
- SCHOENFELD, P.H., 1973: Fichtensterben in Drente (hollän.)  
Stichting Bosbouwproefstat, "De Dorschkamp" Wageningen,  
Int. Rapp. 33.
- SCHRÖDER, H., 1919: Bodenrückgang unter Fichte.  
Z. für Forst- und Jagdwesen, 51. Jg., S. 439-444.
- SCHWAPPACH, A., 1889: Absterben der Fichte im norddeutschen Küstengebiet.  
Zeitschr. f. Forst- und Jagdwesen- 21. Jg., S. 608-611.
- SCHWERDTFEGER, F., 1981: Waldkrankheiten, 4. Auflage, Verlag Paul Parey,  
Hamburg und Berlin, 486 S.
- WIEDEMANN, E., 1925: Zuwachsrückgang und Wuchsstockungen der Fichte in den  
mittleren und unteren Höhenlagen der sächsischen Staatsforsten.  
Tharandt, Verlag Walter Laux (1923. 1. Auflage, 1925 2. Auflage).

