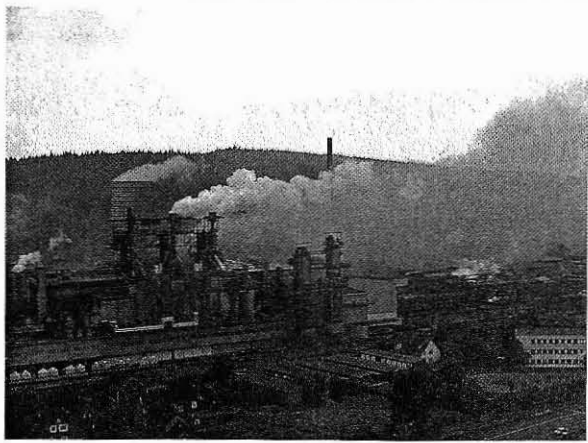
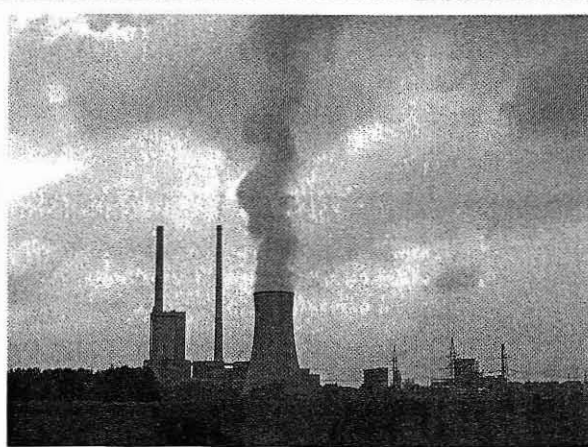


Sonderdruck aus Heft 2/1989 und 3/1989

FORSTARCHIV

Zeitschrift für wissenschaftlichen und technischen Fortschritt
in der Forstwirtschaft

Untersuchungen an kronengeschädigten Kiefern
in Nordost-Bayern



VERLAG M. & H. SCHAPER

Inhalt

Untersuchungen an kronengeschädigten Kiefern (<i>Pinus sylvestris</i> L.) in Nordost-Bayern	1
Teil I: Krankheitsbild und Wuchsverhalten	1
Von Dr. H. PRETZSCH, München	
Teil II: Holzqualität	8
Von Dr. C. T. BUES, Dr. D. FENGEL, Dr. I. GRABNER, Dr. S. HEINDL, München, Dr. M. SCHOTS-v. d. ZEE, Wageningen, Niederlande, und Dr. J. TANG, Yaan, China	
Teil III: Quantifizierung der Schäden anhand spektraler Rückstrahlungsmessungen	13
Von Dr. Barbara KOCH, T. SCHNEIDER und H. WITTMEIER, München	
Teil IV: Nadelelementgehalte	16
Von FR. H. WOLF, München	
Zusammenfassende Diskussion der Ergebnisse aus der interdisziplinären Untersuchung an kronengeschädigten Kiefern in Nordost-Bayern	19
Von Dr. H. PRETZSCH, München	

Untersuchungen an kronengeschädigten Kiefern (*Pinus sylvestris* L.) in Nordost-Bayern

Aus dem Beobachtungsnetz, das der Münchener Lehrstuhl für Waldwachstumskunde zur Erfassung krankheitsbedingter Wachstumsreaktionen in bayerischen Waldbeständen eingerichtet hat, wurden im nordost-bayerischen Raum zwei stärker geschädigte Kiefernbestände für eine **interdisziplinäre Untersuchung** ausgewählt. An dieser Untersuchung waren folgende Abteilungen der Forstlichen Fakultät München beteiligt: Lehrstuhl für Waldwachstumskunde, Institut für Holzforschung, Lehrstuhl für Landschaftstechnik und Lehrstuhl für Forstpflanzenzüchtung und Immissionsforschung. Die Untersuchungsergebnisse werden im „Forstarchiv“ in diesem und den folgenden Heften in vier Teilen abgedruckt:

Teil I: Krankheitsbild und Wuchsverhalten – H. PRETZSCH, Lehrstuhl für Waldwachstumskunde;

Teil II: Holzqualität – C. T. BUES et al., Institut für Holzforschung;

Teil III: Quantifizierung der Schäden anhand spektraler Rückstrahlungsmessungen – B. KOCH et. al., Lehrstuhl für Landschaftstechnik;

Teil IV: Nadelelementgehalte – H. WOLF, Lehrstuhl für Forstpflanzenzüchtung und Immissionsforschung.

Im Anschluß an Teil IV der Berichtsfolge werden die Untersuchungsergebnisse von den Verfassern fachübergreifend diskutiert.

Teil I: Krankheitsbild und Wuchsverhalten

Von H. PRETZSCH

1. Einführung

Über Gesundheitszustand und Wuchsverhalten der Kiefernbestände in Nordost-Bayern sind wir relativ gut informiert. In Ergänzung zu den langfristig beobachteten Flächenserien des ertragskundlichen Versuchswesens in Kiefernbeständen wurde in den Jahren 1985 bis 1987 in diesem Raum ein umfangreiches Probeflächennetz zur Zuwachstrendanalyse in geschädigten Kiefernbeständen neu angelegt. Unter den geschädigten Kiefernbeständen des Beobachtungsnetzes im nordostbayerischen Raum lassen sich zwei verschiedene Krankheitsbilder klar voneinander trennen, die aufgrund ihrer flächenmäßigen Verbreitung von größerer Bedeutung sind.

Für eine interdisziplinäre Untersuchung wurden in den Forstämtern Bodenwöhr und Amberg zwei Bestände ausgewählt, in denen diese Krankheitsbilder besonders deutlich ausgeprägt waren. Ziel des waldwachstumskundlichen Abschnitts war die Charakterisierung der Krankheitsbilder und die ertragskundliche

Erfassung von Struktur und Zuwachsverhalten der Bestände auf der Grundlage von Stammanalysen und Probeflächenaufnahmen. Der Oberforstdirektion Regensburg und den Forstämtern Bodenwöhr und Amberg gebührt unser Dank für die bereitwillige Unterstützung der Arbeiten.

2. Untersuchungsbestände und Probebaummaterial

Untersuchungsobjekte sind die Probefläche 58 im Forstamt Bodenwöhr und die Probefläche 43 im Forstamt Amberg.

Die Probefläche 58 befindet sich in einem 89jährigen Kiefernbestand der Bonität III.2 nach WIEDEMANN (1948) mä. Df.. Der Bestand ist auf einer Verebnung im Bereich des Bodenwöhrer Beckens gelegen und stockt auf einer mäßig trockenen Podsol-Braunerde aus sandiger Kreide-Verwitterung. Es handelt sich um einen ehemals streugenutzten nährstoffarmen Kiefernstandort, der mit einer sauren Rohhumusschicht bedeckt ist.

Die Bestockung der Fläche 43 bildet ein 112jähriger Kiefernbestand der Bonität II.4 nach WIEDEMANN (1948) mä. Df..

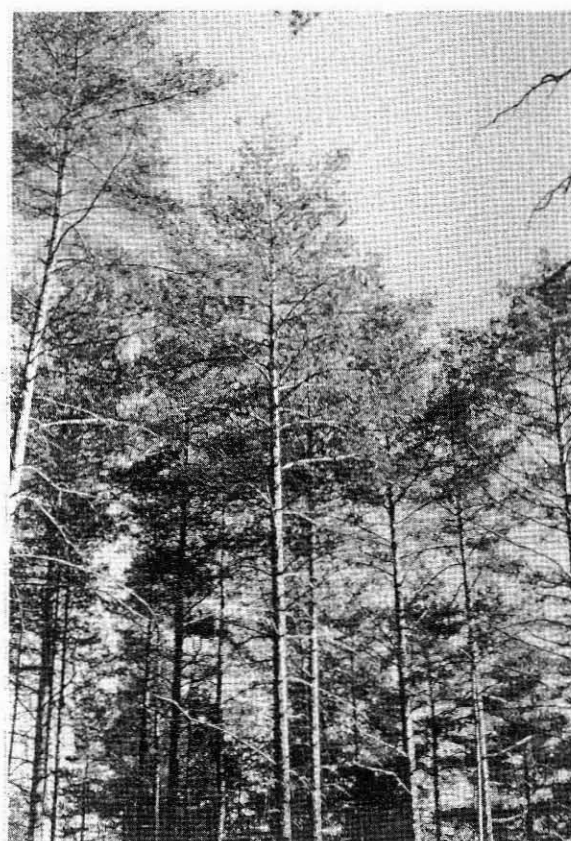
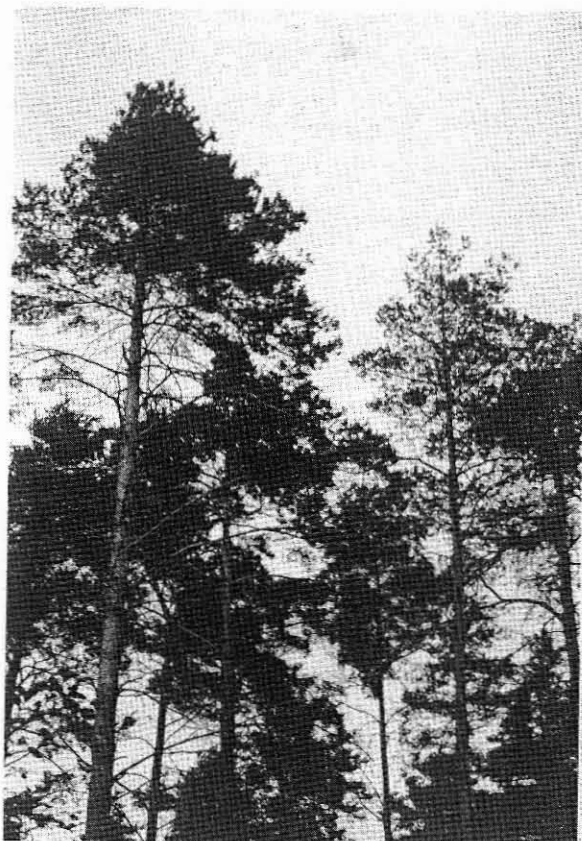


Abb. 1: Geschädigte Kiefern im Bereich des Oberpfälzer Beckens (Probefläche 58) mit grau-grüner Benadelung und verkürzten Triebblängenzuwächsen – die Verlichtung der Kronen schreitet meist gleichmäßig vom Kronenansatz zum Gipfel und vom Kroneninneren nach außen fort.
 Fig. 1: Damaged pine trees in the Oberpfälzer Becken (sample area 58) with grayish-green needles and diminished longitudinal growth of shoots.

Der Untersuchungsbestand liegt – westlich exponiert – in mittlerer Hanglage im Bereich des Oberpfälzer Jura. Er stockt auf einer moderbedeckten, flachgründigen Parabraunerde aus schlufftonigem Albüberdeckungsmaterial. In einer Bodentiefe von 20–40 cm geht das Profil in eine Terra fusca aus Hangschutt des Malmkalkes über. Wir haben es mit einem frischen, nährstoffreichen Boden zu tun, der mit Hangzugwasser versorgt wird.

Beide Untersuchungsbestände weisen einen relativ hohen Anteil erkrankter Bäume auf. Auf den Probeflächen wurde eine ertragskundliche Vollaufnahme einschließlich Zuwacherhebung (Bohrspanentnahme) sowie eine Schadstufenansprache durchgeführt. Die ertragskundlichen Befunddaten sind in Tab. 1 zusammengestellt. Aus dem Umfeld der Probeflächen wurden Serien von jeweils sechs herrschenden Probebäumen mit unterschiedlichen Schädigungsgraden entnommen (vgl. Tab. 2 und 3), um die Benadelungsstruktur, Schaft-, Ast- und Kronenentwicklung zu untersuchen.

Fläche	Alter	Stamm-	Mittel-	Ober-	Mittel-	Grund-	Vorrat		Zuwachs/Jahr	
		zahl	höhe	höhe	durch-		fläche	Vfmd/	1976F - 85H	iG
		N/ha	m	m	messer	qm	ha	qm/	Vfmd/	ha
58	89	752	18.2	19.4	23.0	31.35	262.6	0.62	7.39	
43	112	409	23.8	24.5	34.0	37.07	408.4	0.51	7.42	

Tabelle 1: Übersicht über die wichtigsten ertragskundlichen Kennwerte von Probefläche 58 im Forstamt Bodenwöhr und¹ Probefläche 43 im Forstamt Amberg.

View of the most important yield characteristics of the sample area 58 in the forest district of Bodenwöhr and area 43 in the forest district of Amberg.

3. Krankheitsbilder

Die untersuchten Kiefernbestände zeichnen sich durch völlig unterschiedliche Krankheitsbilder aus (vgl. Abb. 1 und 2): Das im Bodenwöhrer Bestand auftretende Krankheitsbild ist charakteristisch für die Mehrzahl der Kiefernbestände im Bereich des Oberpfälzer Beckens, des Oberpfälzer Waldes und des Bayerischen Waldes: Mit zunehmender Erkrankung verlieren die Kiefern immer größere Anteile ihrer Nadelmasse, wobei die Entnadelung vom Kronenansatz zum Gipfel und vom Kroneninneren

Probebaum	Nadelverlust %	Alter	BHD	Höhe	Kronen-	Kronen-	Kronen-	h/d-	Astgewicht mit				Astbasis-	Nadelgewicht
			cm	m	ansatz				länge	schirm-	Wert	frisch		
					höhe	fläche	qm		kg	kg	kg	kg	qcm	pro Astbasis-
2	0	78	19.8	19.1	13.2	5.9	11.6	0.96	43.5	21.4	15.3	6.14	122	50.3
4	0	84	21.1	19.2	12.7	6.5	17.0	0.91	69.7	32.9	24.4	8.53	224	38.1
6	0	82	18.7	18.7	11.3	7.4	13.9	1.00	54.1	26.2	20.8	5.39	215	25.1
1	50	81	20.0	19.4	12.1	7.3	14.4	0.97	37.1	19.6	17.9	1.74	120	14.5
3	30	78	20.3	21.2	12.7	8.5	9.0	1.04	54.6	26.4	22.0	4.39	216	20.3
5	70	85	23.6	18.0	13.8	4.2	11.0	0.76	28.8	14.3	13.2	1.07	132	8.1

Tabelle 2: Ertragskundliche Befunddaten aus den Probebaumanalysen auf Probefläche 58 im Forstamt Bodenwöhr. Yield scientific data from the analysis of sample trees on sample area 58 in the forest district Bodenwöhr.

Probebaum	Nadelverlust %	Alter	BHD		Kronenansatzhöhe m	Kronenlänge m	Kronenschirmfläche qm	h/d- Wert	Astgewicht mit Nadeln		Nadelgewicht trocken m	Astbasisfläche qm	Nadelgewicht pro Astbasisfläche g/qcm	
			cm	m					frisch kg	trocken kg				
2	10	123	33.4	23.4	18.9	4.5	16.6	0.70	68.1	33.4	25.8	7.57	134	56.5
4	0	115	27.4	19.2	14.0	5.2	11.0	0.70	59.6	30.4	22.8	7.62	184	41.4
6	10	121	25.3	22.4	15.9	6.5	16.0	0.89	67.1	34.6	26.0	8.64	137	63.0
1	90	116	30.1	22.8	20.3	2.5	4.4	0.76	63.4	34.2	34.1	0.08	152	0.5
3	40	121	28.8	24.3	17.3	7.0	12.3	0.84	68.2	33.8	27.6	6.23	185	33.7
7	30	119	29.6	20.4	14.3	6.1	15.1	0.69	72.8	37.2	31.1	6.07	188	32.3

Tabelle 3: Ertragskundliche Befunddaten aus den Probebaumanalysen auf Probefläche 43 im Forstamt Amberg. Yield scientific data from the analysis of sample trees on sample area 43 in the forest district Amberg.

nach außen fortschreitet. Gesunde Bäume tragen nach Abschluß der Vegetationsperiode in der Regel 3–4 Nadeljahrgänge, stark geschädigte Bäume nurmehr ½ bis 1 Nadeljahrgang im oberen Kronenbereich. Gleichzeitig treten zunächst im unteren und mittleren Kronenbereich, später auch in der Oberkrone, deutlich verkürzte Jahrestriebe auf. Die Nadelfarbe variiert zwischen mattgrün (bei geringen Schäden) und grün-grau bis grau-braun (bei stärkeren Schäden).

Der Untersuchungsbestand 43 im Raum Amberg weist ein Krankheitsbild auf, das vermehrt auf flachgründigen Kalkstandorten im Jura auftritt und als Kalkchlorose der Kiefer bezeichnet wird (vgl. KREUTZER, 1978). Auffälligstes Schadmerkmal ist die Gelbfärbung der Nadeln an den jüngsten Trieben im Winter und Frühjahr. Abgesehen von schwerkranken Bäumen, welche die Gelbfärbung während des ganzen Jahres beibehalten, ändert sich die Nadelfarbe im Frühsommer von Gelb in Richtung grün. Mit Beginn des Winters nimmt der Vergilbungsgrad in der Regel wieder zu und erreicht im Spätwinter seinen Höhepunkt. In fortgeschrittenem Krankheitsstadium läßt das Höhen- und Astlängenwachstum nach, neben den jüngsten vergilben auch die älteren Nadeljahrgänge, außerdem nimmt die Anzahl der Nadeljahrgänge ab. Häufig sterben Äste oder ganze Kronenpartien ab, während andere Kronenteile geschwächt, aber noch lebensfähig sind. Innerhalb eines Bestandes gibt es große graduelle Unter-

schiede in der Schadausprägung. In vielen Fällen weisen die Schadbäume starken Mistelbefall auf.

Nach KREUTZER (1978) handelt es sich bei dieser Erkrankung nicht mehr allein um die schon länger verbreitete Kalkchlorose. Denn seit Mitte der siebziger Jahre ist zu beobachten, daß die Erkrankung im Jura Bestände aller Altersbereiche geradezu schubweise zur Auflösung bringen kann. Daher liegt die Vermutung nahe, daß der Erkrankung neben der Kalkchlorose weitere, neuartige Störeinflüsse zugrundeliegen.

4. Ergebnisse der Probebaumanalysen

4.1. Kronenkennwerte und Biomassen

Auf Fläche 58 weisen ungeschädigte und geschädigte Probebäume etwa gleiche Brusthöhendurchmesser und Höhen auf (vgl. Tab. 2). Kronenlänge und h/d-Verhältnis nehmen bei stärkerer Schädigung – aufgrund des gebremsten Höhenwachstums – deutlich ab. Die Schlankheitsgrade von Kiefern ohne Schaden bzw. mit leichter bis mittlerer Schädigung sind infolge eines forcierten Höhenwachstums in den letzten 10 bis 15 Jahren relativ hoch. Die Vitalitätsminderung hat nur geringen Einfluß auf die Kronengrundfläche, denn in der Regel beginnt der Nadelverlust im Kroneninneren, der Kronenrand bleibt bis in das fortgeschrittene Krankheitsstadium weitgehend unverändert. Sowohl in den absoluten Nadelgewichten als auch in den Verhältniswerten Nadel-



Abb. 2: Geschädigte Kiefern im Bereich des Oberpfälzer Jura (Probefläche 43) mit gelber Benadelung, Kurzadeligkeit, verminderten Triebblängenwachsen und Mistelbefall (Kalkchlorose) – häufig sterben einzelne Kronenpartien nesterartig ab, während andere Kronenbereiche desselben Baumes noch deutlich vitaler sind.

Fig. 2: Damage pine trees in the Oberpfälzer Jura with yellow needles, short needle foliage, diminished longitudinal growth of shoots and infestation with mistletoe (lime-chlorosis).

gewicht/Astbasisfläche – einem Weiserwert für die Kronenverlichtung, welcher die Beastungsdichte als morphologisches Merkmal in die Schadbeurteilung mit einbezieht (vgl. STERBA, 1984) – unterscheiden sich die Analysenstämme sehr deutlich.

In dem Bestand bei Amberg sind nur noch wenige ungeschädigte Bestandsglieder vorhanden. Die Ast- und Nadelgewichte sowie die Verhältniswerte Nadelgewicht pro Astbasisfläche (vgl. Tab. 3) liegen bei gleichem Schädigungsgrad wesentlich höher als auf Fläche 58. Bäume mit geringer bis mittlerer Schädigung unterscheiden sich in den Biomassedaten kaum voneinander; erst im fortgeschrittenen Stadium spiegelt sich die Erkrankung in den Kronenmerkmalswerten wider.

4.2. Höhenwachstumsverläufe und Kronenentwicklung

Die Abbildungen 3 und 4 zeigen die Höhenwachstumsverläufe ungeschädigter (links) und geschädigter Bäume (rechts) im Oberhöhenfächer von FRANZ (1983). Auf beiden Probestellen zeichnet sich im Höhenwachstumsgang seit Beginn der sechziger Jahre eine Bonitätsverbesserung um ein bis zwei Stufen ab (vgl. SCHMIDT, 1971), die bis Ende der siebziger Jahre – unabhängig vom Schädigungsgrad – bei allen Probestämmen zu finden ist. Seit circa 10 Jahren wird bei den geschädigten Bäumen, im Gegensatz zu den vitalen Vergleichsbäumen, ein Einbruch in der Höhenentwicklung sichtbar. Angesichts der Alters- und Standortsunterschiede zwischen den Probestellen 58 und 43 ist die tendenzielle Übereinstimmung der Höhenwachstumsanalysen bemerkenswert.

Auf den Kronenstrukturbildern (vgl. Abb. 5) geben die geschichteten Linien in der rechten Kronenhälfte Auskunft über die jährliche Ausdehnung des Kronenmantels. Die horizontalen, kurz ausgezogenen Striche an der Stammachse symbolisieren Quirlstellen, die völlig entnadelt bzw. überhaupt keine Äste mehr tragen. Der altersuntypische Anstieg der Höhenzuwächse vitaler Bestandsglieder (links) spiegelt sich deutlich in deren Kronenentwicklung wider. Den runden, z. T. bereits abgewölbten, kuppelförmigen Kronen sind in vielen Fällen neue, langtriebige Spitzen aufgesetzt. Bei den geschädigten Bäumen (rechts) zeichnet sich seit 5 bis 10 Jahren eine Wuchsstockung ab. Die geschädigten Bäume auf Probestelle 43 weisen im Kronenraum, mit Schwerpunkt in der unteren Kronenhälfte, zahlreiche abgestorbene Äste auf. Infolge der rückläufigen Höhen- und Astlängenzuwächse sind die Kronen der geschädigten Bäume im oberen Drittel besonders dicht beastet und deutlich abgewölbt.

4.3. Ergebnisse der Stammanalysen

Infolge der Erkrankung vermindert sich das Durchmesserwachstum und es kommt – bei fortgeschrittener Verlichtung der Krone – vermehrt zu Jahringausfällen. Im unteren Schaftteil der

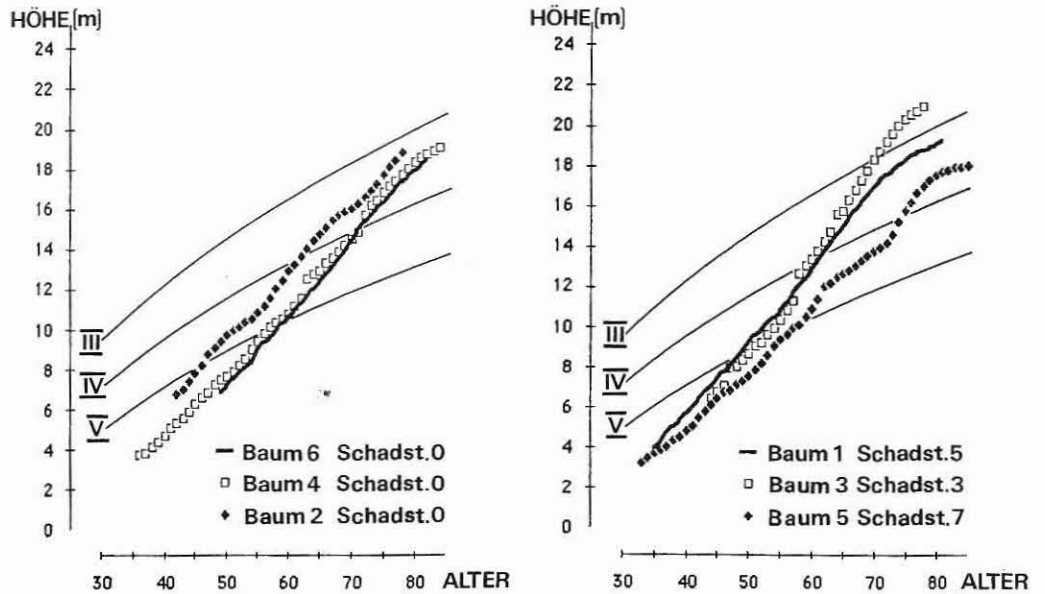


Abb. 3: Höhenentwicklung ungeschädigter (links) und geschädigter Oberhöhenbäume (rechts) von Fläche 58 im Vergleich zu den Oberhöhenverläufen nach FRANZ (1983).

Fig. 3: Dominant height development of undamaged (left) and damaged sample trees (right) on area 58 in comparison with the dominant height curves by FRANZ (1983).

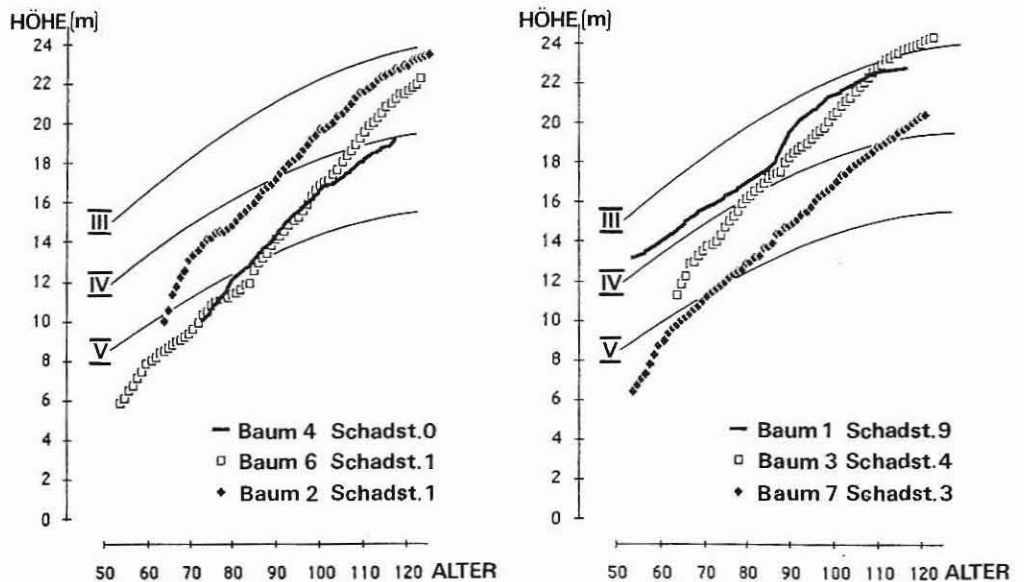


Abb. 4: Höhenentwicklung ungeschädigter (links) und geschädigter Oberhöhenbäume (rechts) von Fläche 43 im Vergleich zu den Oberhöhenverläufen nach FRANZ (1983).

Fig. 4: Dominant height development of undamaged (left) and damaged sample trees (right) on area 43 in comparison with the dominant height curves by FRANZ (1983).

stärker geschädigten Bäume von Fläche 43 konnten bis zu acht fehlende Jahrringe nachgewiesen werden.

In den Volumenzuwachsgängen der Probestämme (vgl. Abb. 6 und 7) zeichnet sich, ebenso wie bei der Höhenentwicklung, ein Verhalten ab, das dem normalen, alterstypischen Zuwachstrend entgegenläuft. Seit Beginn der sechziger Jahre ergibt sich für alle Probestämme – unabhängig vom gegenwärtigen Schädigungsgrad – ein ungewöhnlich starker Anstieg der Volumenzuwächse. Während dieser Zuwachsanstieg bei den vitalen Bäumen bis heute andauert, läßt das Wachstum der geschädigten Probestämme in den letzten 10 bis 15 Jahren nach. Es ist hervorzuheben, daß dieser Zuwachsrückgang an eine Phase anschließt, in welcher sich die Bäume auf einem äußerst hohen, zuvor nie erreichten Zuwachsniveau bewegten. Bei den Bäumen mittlerer Schädigungsgrade stagniert der jährliche Volumenzuwachs seit einigen Jahren. Im fortgeschrittenen Krankheitsstadium leitet der Zuwachsabfall den Absterbeprozess stark geschädigter Kiefern ein, der sich auf beiden Flächen in den letzten 10 bis 15 Jahren vollzog.

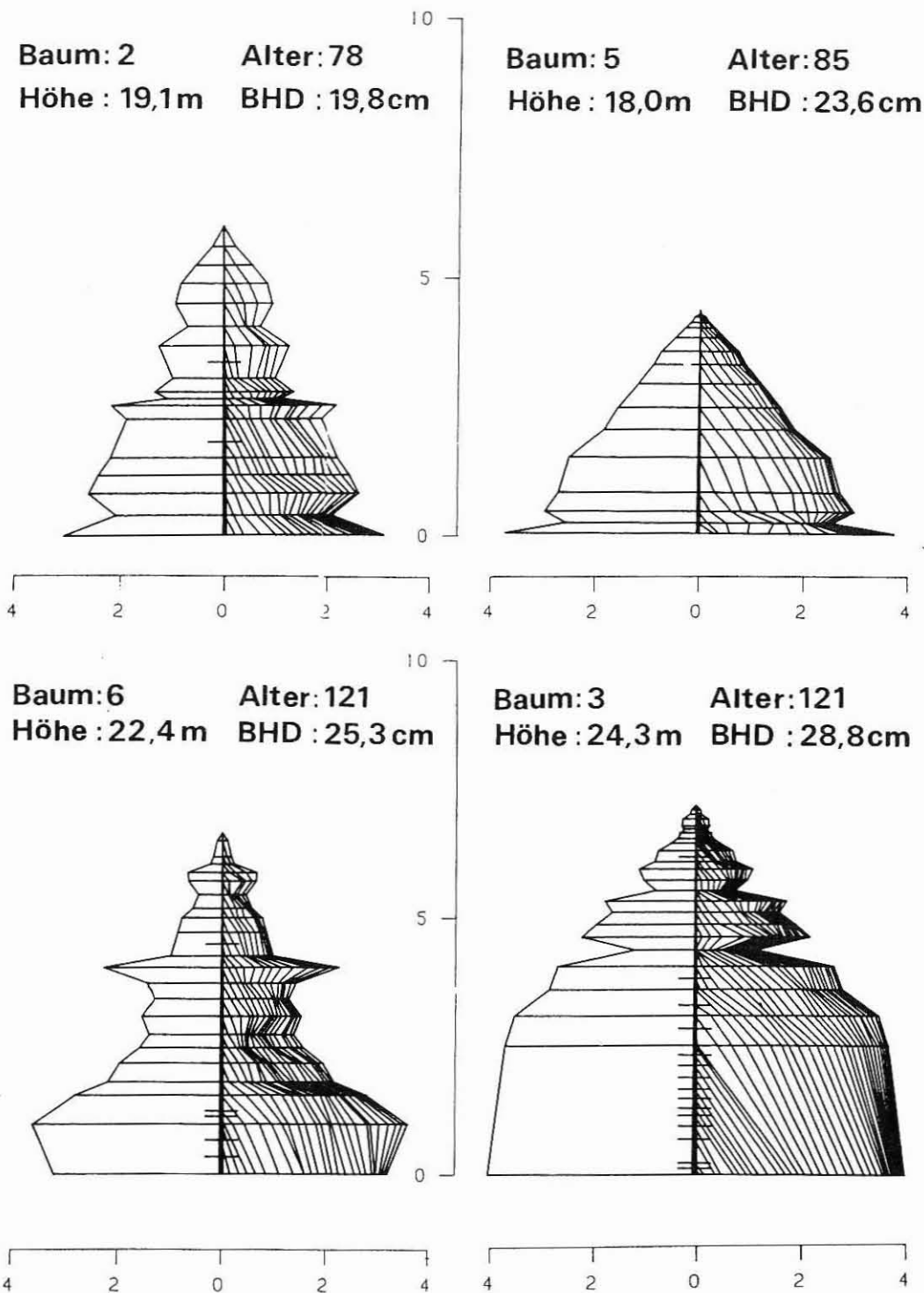


Abb. 5: Kronen-Strukturbilder der Probestämme 2 (ungeschädigt) und 5 (geschädigt) von Probestfläche 58 – oben und der Probestämme 6 (kaum geschädigt) und 3 (geschädigt) von Probestfläche 43 – unten.
 Fig. 5: Crown structures of sample trees 2 (undamaged) and 5 (damaged) on sample area 58 (top); crown structures of sample trees 6 (hardly damaged) and 3 (damaged) on sample area 43 (bottom).

Die Entwicklung der Schaftform wurde anhand der Grundflächenzuwächse in unterschiedlichen Schaftbereichen zurückverfolgt. Daraus geht hervor, daß die erkrankten Bäume vollformiger als die gesunden Vergleichsbäume sind. Denn mit Zunahme der Erkrankung gehen die Grundflächenzuwächse im unteren Schaftbereich zurück, während die Relativzuwächse im Kronenbereich erheblich höher liegen.

5. Ergebnisse der Bohrkernuntersuchungen

Auf Abbildung 8 sind die Grundflächenzuwachsverläufe von Bäumen unterschiedlicher Schadgrade in Relation zu dem Zuwachsgang aufgetragen, der unter ungestörten Verhältnissen zu erwar-

ten gewesen wäre (0%-Linie). Die Berechnung der Zuwachsverluste erfolgte nach dem „Zuwachstrend-Verfahren“ (vgl. PRETZSCH und UTSCHIG, 1989). Bei diesem Verfahren wird eine bestandesindividuelle Referenzkurve für den „normalen“ Zuwachsverlauf aus dem Zuwachsgang der ungeschädigten bzw. nur leicht geschädigten Bäume (Nadelverluste unter 30 Prozent) eines Bestandes hergeleitet. Dieses Verfahren der „bestandesinternen Referenzbildung“ bietet den Vorteil, daß das aufgezeigte, altersuntypische Zuwachsverhalten in der Referenzkurve Berücksichtigung findet.

6. Diskussion und Wertung der Ergebnisse

Die Ergebnisse der Zuwachsuntersuchungen können nur dann richtig beurteilt werden, wenn wir uns das regionaltypische Wuchsverhalten nordostbayerischer Kiefernbestände vor Augen führen. Leistungsvermögen und alterstypischer Zuwachsgang Oberpfälzer Kiefernbestände werden in vielen Fällen seit den fünfziger Jahren von großregional wirksamen Störeinflüssen überprägt und stimmen in vielen Fällen nicht mehr mit den

Erste schadbedingte Zuwachsreaktionen setzen in beiden Beständen etwa zeitgleich in den Jahren 1970 bis 1975 ein. Seitdem weichen die Zuwachsverläufe geschädigter Bäume deutlich von der Referenzlinie ab und unterschreiten diese in Abhängigkeit vom Schädigungsgrad mehr oder minder stark. Der Zuwachsrückgang ist in den ersten Jahren nach Beginn der Schädigung stärker ausgeprägt als in den Folgejahren. Stärker geschädigte Bestandesglieder unterschreiten die Referenzlinie um 30 bis 50 Prozent. Nach dem Zuwachseinbruch in den siebziger Jahren zeichnet sich bei den Bäumen aller Schadstufen seit Beginn der achtziger Jahre eine Stabilisierung des Gesundheitszustandes ab, der sich in einem abszissenparallelen Zuwachsverlauf bzw. geringfügigen Zuwachsanstieg niederschlägt.

Durch Aufsummation der Grundflächenzuwachsverluste der Einzelbäume ergeben sich Zuwachsverluste für den Gesamtbestand, die auf der Fläche in Bodenwöhr in den letzten fünf Jahren bei 10 bis 15 Prozent und in Amberg zwischen 30 und 35 Prozent lagen. Dabei handelt es sich allein um die Zuwachsverluste am noch stehenden Bestand; in Wirklich-

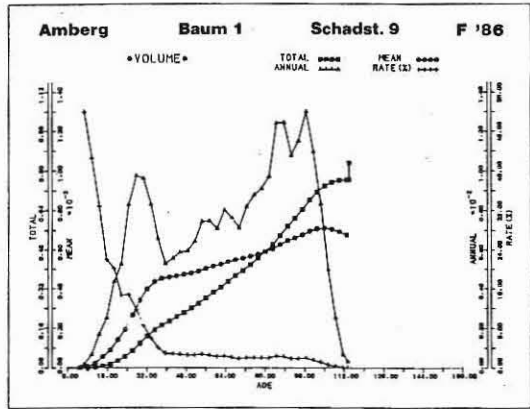
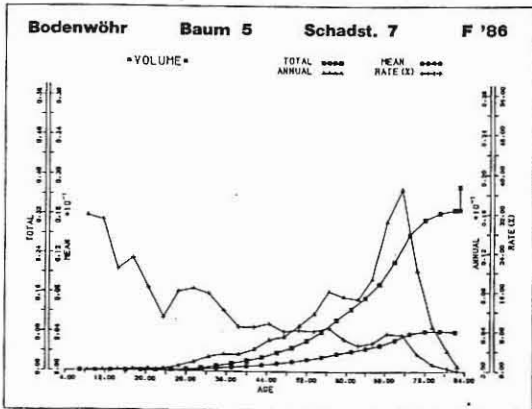
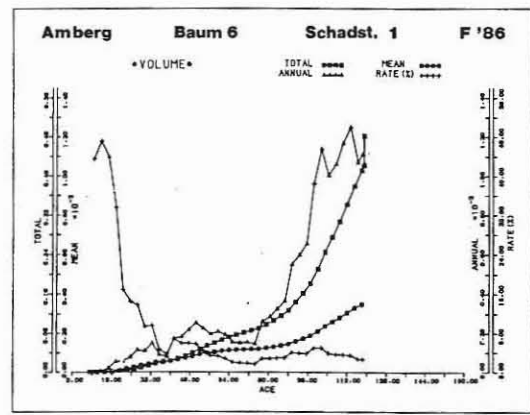
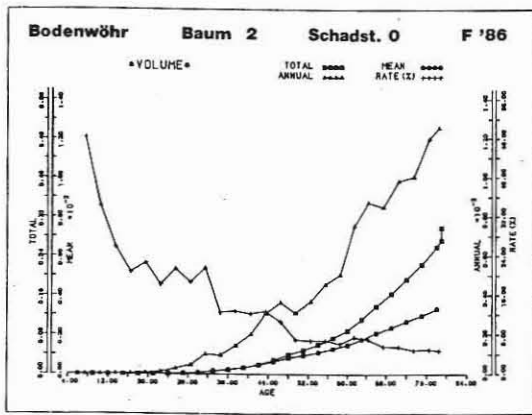


Abb. 6: Volumenentwicklung der Probebäume 2 (ungeschädigt) – oben – und 5 (stark geschädigt) – unten – von Probefläche 58 im Forstamt Bodenwöhr.

Total : Gesamtwuchsleistung Mean: durchschn. Zuwachs
Annual : lfd. jährl. Zuwachs Rate : Zuwachsprozent

Fig. 6: Volume development for an undamaged tree (upper) and a strongly damaged tree (lower) from the sample plot 58 near Bodenwöhr.

Abb. 7: Volumenentwicklung der Probebäume 6 (kaum geschädigt) – oben – und 1 (stark geschädigt) – unten – von Probefläche 43 im Forstamt Amberg

Total : Gesamtwuchsleistung Mean : durchschn. Zuwachs
Annual : lfd. jährl. Zuwachs Rate : Zuwachsprozent

Fig. 7: Volume development for an almost undamaged tree (upper) and a strongly damaged tree (lower) from the sample plot 43 near Amberg.

Ertragstafelwerten überein (vgl. PRETZSCH, 1987). Diese Trendabweichung von unseren Wachstumsmodellen spiegelt sich auch in dem Wuchsverhalten auf den hier untersuchten Probeflächen wider: Seit den fünfziger Jahren ist – unabhängig vom Schädigungsgrad – an allen Probeflächen ein ungewöhnlich starker Zuwachsanstieg nachweisbar. Dieses ausgeprägte Zuwachshoch dauert bei vitalen Bestandesgliedern bis heute an, während der Zuwachs erkrankter Bäume seit 10 bis 15 Jahren rückläufig ist.

Für die Zuwachslage in gesunden und geschädigten Beständen im Untersuchungsraum ergibt sich das folgende Bild (vgl. Abb. 9): Die Zuwachsleistung heute geschädigter Bestände lag in vielen Fällen vor Eintritt der Schädigung (in den fünfziger und sechziger Jahren) um 50 bis 100 Prozent über den Angaben der Ertragstafel und bewegt sich auch nach Einsetzen der Schädigung noch über den Ertragstafelwerten. Würde die schadbedingte Leistungsmin- derung auf Basis der Ertragstafel beurteilt, so würde das zu einer

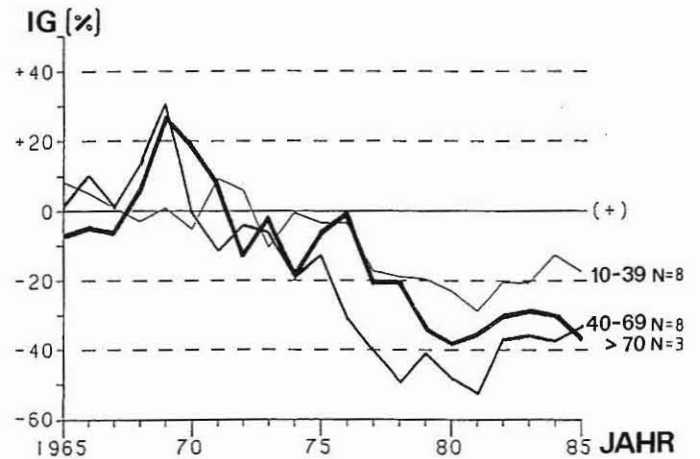
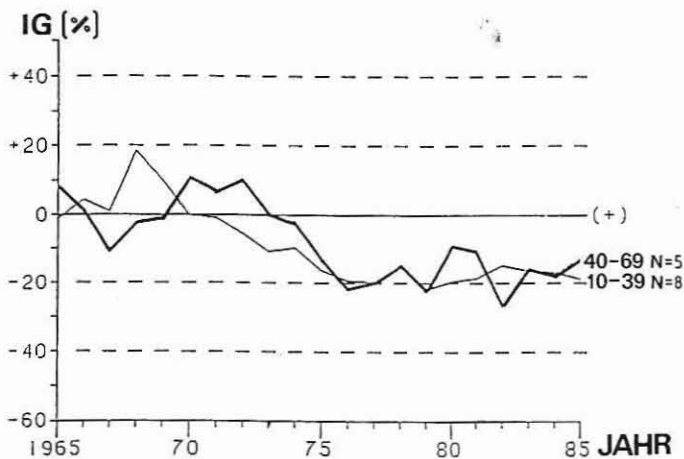


Abb. 8: Grundflächenzuwachs von Bäumen unterschiedlicher Schädigungsgrade (Nadelverluste von 10–39 %, 40–69 % und über 70 %) in Relation zur Referenzentwicklung für ungestörtes Wachstum (Nulllinie); dargestellt sind die prozentualen Abweichungen der Grundflächenzuwächse auf den Probeflächen 58 (links) und 43 (rechts) vom Referenzniveau.

Fig. 8: Curve course of the basal area increment from trees of different damage degrees in relation to reference development for undisturbed growth (0 %-line); represented are the percentages deviation of the basal area increment from the reference level for the sample area 58 (left) and 43 (right).

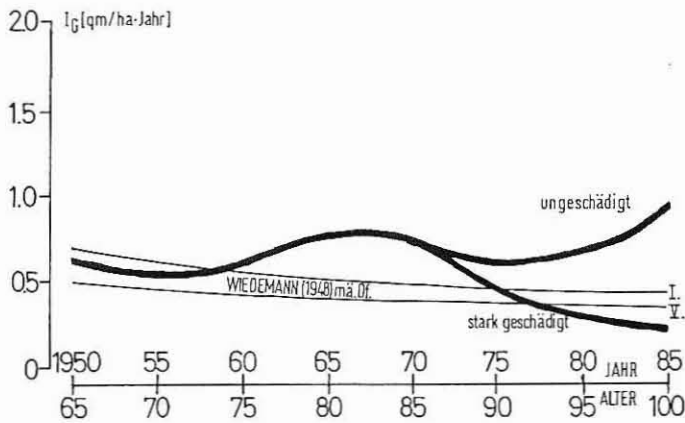


Abb. 9: Grundflächen-Zuwachsverläufe ungeschädigter und stark geschädigter Bestände im Alter 100 im Vergleich zu den Tafelangaben von WIEDEMANN (1948) mä. Df. in schematischer Darstellung.

Fig. 9: Basal area increment from undamaged and strongly damaged stands, ages 100, compared to the yield table from WIEDEMANN (1948) for moderate thinning.

Unterschätzung der Zuwachseinbußen führen. Denn deutlich geschädigte Kiefernbestände mit Zuwachseinbußen von 20 bis 30 Prozent (im Vergleich zu ungeschädigten Beständen) liegen in der Zuwachsleistung häufig noch über den Angaben der Ertragstafel; erst bei fortgeschrittener Erkrankung wird das Zuwachsniveau der Ertragstafel deutlich unterschritten.

Die Ergebnisse der Zuwachsuntersuchungen an Bäumen mit unterschiedlicher Schädigung zeigen, daß Nadelverluste bis zu 30 Prozent nur geringfügige Auswirkungen auf den Zuwachsgang haben, daß aber bei Nadelverlusten von mehr als einem Drittel mit gravierenden Zuwachseinbußen zu rechnen ist. Dieser Tatbestand spiegelt sich in den Zuwachsverlustfunktionen wider, die in Anlehnung an FRANZ (1986) für geschädigte Kiefernbestände im Oberpfälzer Raum entwickelt wurden. Diese Zuwachsverlustfunktionen wurden aus dem umfangreichen Datenmaterial des Untersuchungsflächenetzes im nordostbayerischen Raum abgeleitet und liefern für verschiedene Bestandesalter (50 bis 120 Jahre) und Nadelverluste (10 bis 90 Prozent) Schätzgrößen für den mittleren, zu erwartenden Verlust an laufendem Grundflächenzuwachs (in Prozent) (vgl. Tab. 4). Die auf den Probeständen in Bodenwöhr und Amberg diagnostizierten Zuwachsverluste stimmen etwa mit den Werten der Schätzfunktionen überein.

Die Zuwachsverluste äußern sich im fortgeschrittenen Krankheitsstadium in Form von Jahrringausfällen in den unteren Schaftpartien, und die Zuwachsanklagerung konzentriert sich auf die höheren Schaftbereiche. Dadurch vermindert sich die statische Belastbarkeit erkrankter Bäume. Durch das räumliche Nebeneinander von geschädigten Bäumen mit rückläufigem Höhenwachstum und widerstandsfähigeren Bäumen mit altersuntypisch günstigem Höhenwachstum kommt es zu einer Aufrauhung des Kronendaches, was gleichbedeutend mit einer steigenden Anfälligkeit für Wind- und Sturmschäden ist. Infolge vermehrter Stammabgänge ist das Gefüge des Bestandes in Amberg schon so weit zerstört, daß aufgelichtete Bestandespartien entstanden sind, in denen eine Unterschicht aus Sträuchern, Fichte und Birke heranwächst. Es drängt sich die Frage auf, wie mit solchen Schadbeständen waldbaulich und forsteinrichtungstechnisch zu verfahren ist.

Zusammenfassung

In Zusammenarbeit mit weiteren Fachdisziplinen der forstlichen Fakultät München führte der Lehrstuhl für Waldwachstumskunde eine interdisziplinäre Untersuchung über das Wuchsverhalten erkrankter Kiefernbestände in Nordost-Bayern durch. Es werden die Ergebnisse des waldwachstumskundlichen Untersuchungsabschnittes vorgestellt.

Untersuchungsobjekte sind zwei Kiefernbestände mit klar unterscheidbaren Krankheitsbildern in den Forstämtern Bodenwöhr und Amberg. Der Bestand in Bodenwöhr repräsentiert die für

Tabelle 4: Verlust an laufendem Grundflächenzuwachs (in Prozent) in Abhängigkeit vom Nadelverlust (in Prozent) für verschiedene Baumalter (Alter 50 bis 120); dargestellt sind die mit Hilfe der Zuwachsverlustfunktion für die Kiefer in der Region Oberpfalz berechneten Schätzwerte. Loss of current basal area increment (in percent) depending on loss of needles for different tree ages (aged 50 to 120)

ALTER	NADELVERLUST IN PROZENT									
	10	20	30	40	50	60	70	80	90	
50	1	2	6	16	37	65	85	95	98	
60	1	2	6	16	37	65	85	95	98	
70	1	2	5	15	36	64	85	95	98	
80	1	2	5	15	36	64	85	95	98	
90	1	2	5	15	35	63	85	95	98	
100	1	2	5	14	35	63	84	95	98	
110	1	2	5	14	35	63	84	95	98	
120	1	1	5	14	34	63	84	94	98	

den östlichen Teil der Oberpfalz charakteristischen Schadmerkmale: Nadelmassenverluste, verkürzte Höhen- und Seitentriebe, grau-grüne Nadelfärbung, vereinzelt Stammabgänge. Die Probestände bei Amberg leiden unter Kalkchlorose und zeigen ein Krankheitsbild, das im westlichen Bereich der Oberpfalz auf Jura-Standorten anzutreffen ist: Gelbfärbung der Nadeln, Nadelstübe, absterbende Kronenpartien, Bestandesauflösung infolge vermehrter Stammabgänge.

Gesundheitszustand und Zuwachsverhalten der Untersuchungsbestände wurden über Probestände erfaßt, auf welchen eine ertragskundliche Vollaufnahme, Schadstufenansprache und Bohrkernentnahme erfolgte. An Probeständen unterschiedlicher Befallsgrade wurden Biomassen- und Kronendimensionsanalysen durchgeführt, die Höhen- und Kronenentwicklung untersucht und Stamm- und Astanalysen vorgenommen.

In den Zuwachsverläufen der Probestände zeichnet sich ein Verhalten ab, das dem normalen, alterstypischen Trend entgegenläuft: Seit den fünfziger Jahren ist im Zuwachsgang aller Probestände – unabhängig vom Schädigungsgrad – ein ungewöhnlich starker Anstieg nachweisbar. Dieses ausgeprägte Zuwachshoch dauert bei den vitalen Bestandsgliedern bis heute an. An Bäumen mit höheren Nadelverlusten sind seit 10 bis 15 Jahren deutliche Veränderungen in der Bestattung und Kronenentwicklung festzustellen; außerdem zeichnen sich bei zunehmendem Schädigungsgrad deutliche Zuwachseinbußen ab. Auf der Grundlage des „Zuwachstrend-Verfahrens“ werden für die Probestände die schadbedingten Zuwachseinbußen abgeschätzt.

Summary

About the symptoms and increment characteristics of damaged pine trees in northeast Bavaria

Together with other institutes from the Forest Faculty in Munich, the Chair of Forest Yield Science has carried out an examination of the growth characteristics of damaged pine trees in northeast Bavaria. The results of the research dealing with aspects of forest yield science are to be pointed out.

Examination objects are two pine stands in the forest districts of Bodenwöhr and Amberg with clearly distinguishable symptoms, which are significant for the northeast Bavarian pine district for their expanse. The one in Bodenwöhr shows symptoms which are characteristic of the eastern part of the Oberpfalz region: loss of needle mass, shortened terminal- and side-shoots, grayish-green colour of needles, sporadic loss of trees. The sample area near Amberg suffers from lime-chlorosis and shows symptoms which can be seen on Jura soil locations in western parts of the Oberpfalz region: yellow colour of needles, needle shedding, dying off crown parts, dissolution of the stand, due to increasing loss of trees.

State of health and increment characteristics of the examination stands were recorded on sample areas, on which were carried out: a complete yield scientific inventory, an estimation of damage degrees and the taking of increment boring cores. On sample trees – damaged of different degrees – biomass, crown dimensions, stem and branches are analysed, as well as the development of crown and height.

The development of increment among the examined trees appears to be contrary to the normal trend, typical for their age: Since the fifties an unusually strong growth acceleration is demonstrable in the increment

trend of all trees, regardless of their damage degree. This distinct increment peak still affects the vigorous stand components, today. Among trees with greater loss of needles, clear changes in branching and crown development can be seen since 10 or 15 years. The increment trend mirrors a diminution of growth, which is correlated with the damage degree. Based on the „Increment-trend-method”, the regression of increment, due to damage, is estimated.

Literatur

FRANZ, F. (1983): Zur Behandlung und Wuchsleistung der Kiefer. Forstw. Cbl., 102. Jahrgang, S. 18–36. – FRANZ, E. (1986): Forschungsprojekte zur Untersuchung der Auswirkungen der neuartigen Walderkrankungen auf Struktur und Wuchsleistung der Waldbestände in Bayern. – Referat Querschnittseminar des BMFT in Göttingen, Manuskriptdruck, unveröff., 22 S. – KREUTZER, K. (1978): Bodenkundliche und ernährungsphysiologische Untersuchungen zum Kiefernster-

ben im Raum Ingolstadt–Kehlheim. – Schriftenreihe Naturschutz und Landschaftspflege, Bay. Landesamt f. Umweltschutz, H. 9, S. 45–54. – PRETZSCH, H. (1987): Zur Frage des „Normalwachstums” der Kiefer in der Oberpfalz. Forst- und Holzwirt, Nr. 11, 42. Jg., S. 286–293. – PRETZSCH, H., und H. UTSCHIG (1989): Das „Zuwachstrend-Verfahren” für die Abschätzung krankheitsbedingter Zuwachsverluste auf den Fichten- und Kiefern-Weiserflächen in den bayerischen Schädgebieten. Unveröff. Manuskript, 15 S. – SCHMIDT, A. (1971): Wachstum und Ertrag der Kiefer auf wirtschaftlich wichtigen Standorteinheiten der Oberpfalz. Forschungsber. der Forstl. Forsch.-Anst. München, Band 1, 178 S. – STERBA, H. (1984): Pärchenuntersuchungen in Österreich. Jahrestagung 1984 der Sektion Ertragskunde des DVFFA in Neustadt/Weinstraße, Tagungsbericht, S. 8/1–8/10. – WIEDEMANN, E. (1948): Die Kiefer 1948. Verlag Schaper, Hannover, 1948.

Anschrift des Verfassers:

Dr. Hans PRETZSCH, Lehrstuhl für Waldwachstumskunde, Universität München, Amalienstraße 52, D-8000 München 40.

Teil II: Holzqualität

Von C. T. BUES*), D. FENGEL*), I. GRABNER*), S. HEINDL*), M. SCHOTS-v. d. ZEE**), J. TANG***)

1. Ziel

Ziel der Untersuchungen war es, mögliche Einflüsse der Baumkrankung auf die Festigkeit und einige andere Eigenschaften des Kiefernholzes aufzudecken.

2. Untersuchungsmaterial

Jedem der 12 Kiefernstämme wurden 2 ca. 10 cm dicke Scheiben aus 0,5, 5, 10 und 15 Metern Höhe und jeweils ein 0,6 Meter langer Stammabschnitt oberhalb der Scheiben aus den Höhen 5, 10 und 15 m entnommen. An den Stammscheiben wurden die Jahrringstruktur und Längen von Früh- und Spätholzfasern, die Holzfeuchtigkeit und die chemische Zusammensetzung von Preßwasser und Holz gemessen. Aus den Stammabschnitten wurden Proben für die Ermittlung der elastomechanischen Eigenschaften des Kiefernholzes hergestellt, wobei Astigkeit und geringer Zopfdurchmesser der Stammabschnitte aus 15 m Baumhöhe die Herstellung von brauchbaren Proben in manchen Fällen beeinträchtigten.

3. Untersuchungsmethoden

Eine Übersicht aller am Holz der Kiefern durchgeführten Untersuchungen gibt Abb. 1.

Die Bestimmung der statischen Biegefestigkeit und des Biege-Elastizitäts-Moduls erfolgte nach DIN 52186, die der Druckfestigkeit nach DIN 52185. An allen aus den Biegeproben hergestellten Druckproben wurde vor der Prüfung die Rohdichte nach DIN 52182 im normalklimatisierten Zustand, also bei 12 % Holzfeuchtigkeit, bestimmt.

Die Jahrringanalysen erfolgten mit Hilfe eines automatisierten Eklundgerätes, die Messungen der Faserlängen nach Mazeration durch Jeffrey-Lösung und Färbung mit Safranin an einem Gerät der Marke Videoplan. Eine chemische Bestimmung der im Preßwasser des frischen Splintholzes gelösten Mono- und Disaccharide wurde im Zuckeranalysator durchgeführt.

Die Oligosaccharide wurden in gleicher Weise nach schonender Hydrolyse mit Trifluoressigsäure bestimmt (FENGEL u. WEGENER, 1979). Die Löslichkeit der Zellwandbestandteile wurde nach Mahlen von luftgetrockneten Splintholzproben und anschließender Alkali-Extraktion ermittelt (TAPPI-Standard T212os-76).

Zusätzlich zur Bestimmung des üblichen trockensubstanzbezogenen prozentualen Wassergehaltes des Holzes erfolgte die Berechnung der von der Rohdichte des Holzes unabhängigen prozentualen Wasserfüllung, d. h. der prozentualen Annäherung an den maximalen Wassergehalt (SCHULZ, 1984). Die Probennahme an den waldfresh eingefrorenen Scheiben über dem Stammquer-

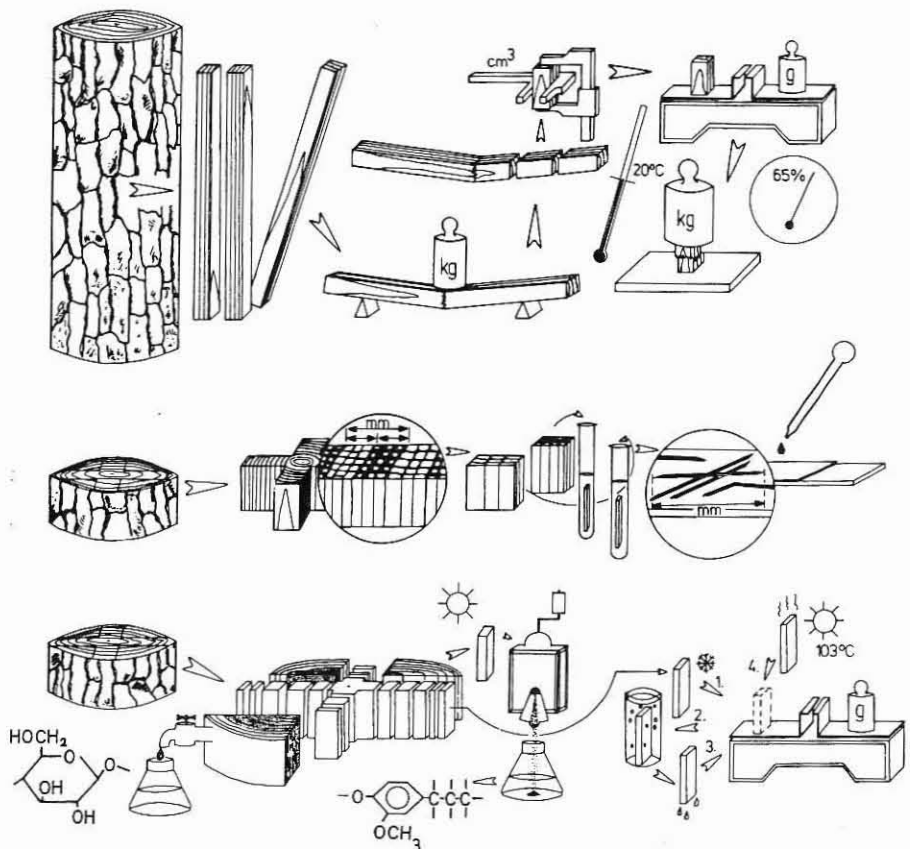


Abb. 1: Übersicht der verschiedenen Untersuchungsgänge.
Fig. 1: Summary of the different investigation steps.

*) Institut für Holzforschung der Universität München

**) Landwirtschaftliche Fakultät Universität Wageningen, Niederlande

***) Sichuaner Landwirtschaftliche Fakultät, Yaan, VR China