

Wachstumsmerkmale Oberpfälzer Kiefernbestände in den letzten 30 Jahren

**Vitalitätszustand
Strukturverhältnisse – Zuwachsgang**

**Von Dr. Hans Pretzsch
Lehrstuhl für Waldwachstumskunde der Universität München *)**

Sonderdruck aus Allgemeine Forst Zeitschrift Nr. 42/1985

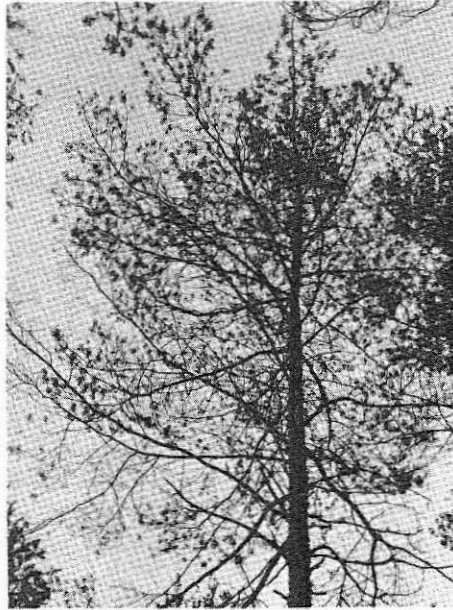


Abb. 1: Kiefern-Probeebäume unterschiedlicher Vitalität aus dem Forstamt Burglengenfeld, Distrikt Eichlhof. Links: vitale, 88jährige Kiefer mit voll benadelter Krone, die in allen Kronensektionen drei Nadeljährgänge trägt. Rechts: schütterere, 79jährige Kiefer, deren Krone zunehmend von unten nach oben und innen nach außen verlichtet, mit zahlreichen Totästen im unteren Kronenbereich und nunmehr ein- bis (zwei) Nadeljährgängen.

Wachstumsmerkmale Oberpfälzer Kiefernbestände in den letzten 30 Jahren

Vitalitätszustand – Strukturverhältnisse – Zuwachsgang

Von Dr. Hans Pretzsch, Lehrstuhl für Waldwachstumskunde der Universität München *)

Das Produktionsvermögen unserer Waldbestände wird in zunehmendem Maße von großräumig wirksamen Einflußfaktoren geprägt, was sich in Zuwachphasen niederschlägt, die vom Zuwachshoch über Zuwachsdpressionen bis hin zu akuten Waldschäden reichen können. Für eine Beurteilung des Vitalitätszustandes und des Zuwachstrends von Waldbeständen ist es daher von Bedeutung, in welcher Zuwachphase sich diese befinden; Aufschluß darüber gibt deren langfristiger Zuwachsgang. Die hier untersuchten Oberpfälzer Kiefernbestände lassen aufgrund ihres äußeren Erscheinungsbildes eine deutliche Vitalitätsminderung vermuten. Im Gegensatz dazu übertrifft ihr Leistungsvermögen seit ca. 20 Jahren unabhängig von Alter und Bonität bei weitem die Erwartungswerte unserer Ertragstafeln. Offenbar haben wir es mit einer Überlagerung von zuwachsfördernden und vitalitätsmindernden Einflußfaktoren zu tun, welche den Vitalitätszustand dieser Kiefernforsten sowie ihre Struktur- und Zuwachsentwicklung in charakteristischer Weise bestimmen.

Problemstellung

Aus dem Datenmaterial langfristig beobachteter süddeutscher Kiefernversuchsflächen geht hervor, daß der Wachstums- und Zuwachsgang bayerischer Kiefernbestände in vielen Fällen nicht mehr den für diese Baumart charakteristischen Gesetzmäßigkeiten entspricht. Das natürliche Wuchsverhalten unserer Kiefernforsten wird schon seit mehreren Jahrzehnten deutlich von großräumig wirksamen Einflußfaktoren überprägt, ähnlich wie das auch für die Baumarten Fichte und Buche festgestellt wurde (1, 2, 11, 12).

*) Bericht über eine Dissertation, die der Verfasser unter Leitung von Prof. Dr. F. Franz in den Jahren 1983/84 am Lehrstuhl für Waldwachstumskunde der Universität München angefertigt hat. Das Forschungsvorhaben wurde dankenswerterweise durch die DFG gefördert.

Seit fünf Jahren kommen aus den Hauptverbreitungsgebieten der Kiefer besorgniserregende Waldschadensmeldungen. Erhebliche Anteile der nordostbayerischen Kiefernforsten wurden im Rahmen der Waldschadensinventuren 1983 und 1984 als geschädigt angesprochen.

Vor diesem Hintergrund ergeben sich zwei wichtige ertragskundliche Fragestellungen:

- Wie sieht der langfristige Wachstumstrend unserer süddeutschen Kiefernbestände aus?
- Welches Wuchsverhalten zeigen Kiefernbestände und Einzelbäume, die aufgrund ihres äußeren Erscheinungsbildes als geschädigt einzustufen sind?

Dieser Fragenkomplex steht im Mittelpunkt einer Leituntersuchung über das Wuchs-

verhalten süddeutscher Kiefernbestände im Oberpfälzer Becken, dem Oberpfälzer Jura und der Östlichen Vorrhön (vgl. 3, 5, 6, 7).

Dieser Bericht befaßt sich mit Untersuchungen in den Oberpfälzer Forstämtern Schnaittenbach (Oberpfälzer Becken) und Burglengenfeld (Oberpfälzer Jura).

Die Kiefer bestockt knapp ein Drittel der Waldfläche Bayerns und prägt insbesondere im Nordosten das Waldkleid des Landes. Neuere Ertragskundliche Untersuchungen über das Wuchsverhalten der Kiefer, der Brotbaumart der Oberpfalz, fehlen bislang, sind aber aus ertragskundlicher, waldbaulicher und forsteinrichtungstechnischer Sicht dringend erforderlich.

Untersuchungsbestände

Untersuchungsobjekte sind die Dauerversuchsflächen Schnaittenbach 57 im Oberpfälzer Becken und Burglengenfeld 240 im Oberpfälzer Jura; die Fläche Burglengenfeld liegt 5 km nordwestlich der Industrieanlagen von Schwandorf. Außerdem wurden in der näheren Umgebung dieser beiden langfristigen Versuchsflächen insgesamt 14 Klein-Probeflächen für kurzperiodische Beobachtungen neu angelegt. In allen Fällen handelt es sich um Bestände über U/2 und mittlerer gebietstypischer Bonität, die in der Vergangenheit streugennutzt wurden. Während auf den stärker kontinental geprägten Standorten bei Schnaittenbach im Oberpfälzer Becken in erster Linie die geringen Niederschläge das Wachstum begrenzen, sind die Kiefernforste des Oberpfälzer Jura besser wasserversorgt, gelten aber vielfach als Stickstoffmangel-Standorte.

In beiden Untersuchungsgebieten wird mit den Versuchsflächen und den neu angelegten Probeflächen ein relativ weites Standortsspektrum abgedeckt; zur Beurteilung der Standortleistung wurden die Tafeln für die Oberpfalz herangezogen (10).

Die Analyse der Wachstumsmerkmale auf den Flächen erfolgte nach einem zweigliedrigen Ansatz:

- Es wurden zum einen die Bestandeskollektive untersucht, um flächenbezogene Leistungs- und Strukturdaten für die Untersuchungseinheiten herzuleiten.
- Zum anderen wurden im näheren Umfeld der Versuchs- und Probeflächen insgesamt 20 Probeebäume im Alter zwischen 70 und 130 Jahren entnommen und näher analysiert. Hierfür wurden aus der herrschenden Schicht Pärchen bzw. Serien von Probeebäumen unterschiedlicher Vitalität ausgewählt.

Vitalitätszustand

Bei der Schadddiagnostik der Kiefer besteht besonders die Gefahr, daß natürlicher Habitus und Schadmerkmale miteinander verwechselt werden, da die natürliche Benadelungsstruktur, vor allem die Benadelungsdichte, in Kiefernbeständen im Vergleich zu anderen Baumarten in sehr breitem Rahmen variieren kann.

Die Schadbilder in den Kiefernforsten der Oberpfalz sind im großen und ganzen regional einheitlich, wenn von den abweichenden Schadmerkmalsausprägungen in

prozentualen Abweichung vom selben Referenzniveau dargestellt. Um durch Konkurrenz und soziale Ausscheidungsprozesse bedingte Zuwachsreaktionen möglichst weitgehend auszuschalten, wurden in die Berechnung nur Bäume der Kraftklassen 1 bis 3 einbezogen. Für alle Baumkollektive ergibt sich (unabhängig vom jeweiligen Schädigungsgrad) ein Zuwachsverlauf, den wir bereits bei den Einzelstammuntersuchungen herausstellten: Seit den sechziger Jahren zeichnet sich auf allen Probe- und Versuchsflächen der Untersuchungsgebiete eine Phase ansteigender Zuwachsleistung ab. Seit fünf Jahren sind an Bäumen der Schadstufen 2 und 3 im Vergleich zu solchen der Schadstufe 1 geringere Zuwächse festzustellen. Dabei ist zu beachten, daß die absoluten Zuwachsgrößen selbst in diesem Zeitraum weiter ansteigen; es vermindert sich lediglich der Gradient des Zuwachsanstieges in Abhängigkeit vom Vitalitätszustand.

Die Entwicklung der Schaffform kann anhand der Grundflächenzuwachsverläufe in unterschiedlichen Schaffbereichen zurückverfolgt werden.

Die Grundflächenentwicklung der Probebäume verhält sich in höheren Schaffbereichen genau gegenläufig zum Grundflächenzuwachs in der Meßhöhe $d_{1,3}$. In Phasen der Zuwachsdepression im bodennahen Schaffbereich (z. B. zu Beginn der siebziger Jahre und im Trockenjahr 1976) zeichnen sich in den oberen Schaffbereichen höhere Grundflächenzuwächse ab und umgekehrt (vgl. 13). An allen Probebäumen der Versuchsflächen Schnaittenbach und Burglengenfeld ist eine langfristige Zuwachsverlagerung zugunsten der oberen Schaffbereiche festzustellen. Nach den bisherigen Beobachtungen ist die Tendenz der Zuwachsverlagerung in höhere Schaffbereiche (bei unverändert hohem Wachstum in $d_{1,3}$) seit 10 bis 20 Jahren bei gesunden wie bei kranken Bäumen ausgeprägt. Seit fünf Jahren ist aber bei den als krank klassifizierten Bäumen eine Verstärkung dieser Tendenz zu beobachten.

Flächenbezogene Leistungsdaten

Bei den Entwicklungsgängen der laufenden periodischen Derbholzzuwächse der Probebäume (Abb. 8) wurde die Bonitätsveränderung der Untersuchungsbestände in dem betrachteten Wachstumszeitraum berücksichtigt. Das Leistungsvermögen lag auf allen Standorten unabhängig von Alter und Bonität zu Beginn des Untersuchungszeitraumes auf einem normalen, etwa ertragstafelgemäßen Niveau, stieg seit

Mitte der sechziger Jahre außerordentlich stark an, und liegt bis heute in einem Bereich, der die Angaben der Ertragstafel zuweilen um 100 bis 150 % übertrifft. Es zeichnet sich ein offenbar zeitraumtypisches Zuwachshoch ab, das (unabhängig vom Wuchsgebiet) auf großräumig wirksame Einflußfaktoren zurückzuführen ist. Dieser starke Zuwachsanstieg ist auf allen untersuchten Standorten zu beobachten, zeigt dabei aber unterschiedliche Ausprägungen.

Auf den generell niederschlagsärmeren Standorten bei Schnaittenbach ist der Zuwachsanstieg auf solchen Standorten am stärksten ausgeprägt, die das relativ günstige Wasserangebot haben. Bei den besser mit Niederschlag versorgten Standorten in Burglengenfeld machen sich die zuwachsfördernden Effekte seit den sechziger Jahren am stärksten auf den Standorten bemerkbar, die bisher besonders schlecht mit Stickstoff versorgt waren (vgl. Abb. 8).

Offenbar sind die zuwachsfördernden Einflußfaktoren im gesamten Untersuchungsgebiet wirksam, begünstigen aber das Produktionsvermögen um so deutlicher, je besser die Wasserversorgung bzw. je schlechter die Stickstoffversorgung der Bestände in dem Untersuchungszeitraum war. Diese Beobachtungen stützen die Hypothese, daß der ansteigende Stickstoffeintrag in unsere Waldbestände in den letzten Jahrzehnten zu einer bedeutenden zuwachsfördernden Einflußgröße für das Waldwachstum geworden ist (1, 14, 15).

Entgegen dem Zuwachsgang auf den Probebäumen in Burglengenfeld, wo bis in die Gegenwart die Zuwächse stark ansteigen, ergibt sich auf den Standorten in Schnaittenbach ein leichter Rückgang der Massenzuwächse seit Ende der siebziger Jahre. Die Ursachen hierfür sind der oben erwähnte höhere Anteil geschwächter Bäume in diesen 130jährigen Beständen und der stärkere Zuwachsrückgang an Bäumen der Schadstufen 3 und 4 (vgl. Abb. 7). Die Jahreszuwächse der Probebäume in Schnaittenbach liegen aber nach wie vor um 100 % über den Erwartungswerten der Tafeln von WIEDEMANN (16) und SCHMIDT (10).

Wertung der Ergebnisse

Nach den Ergebnissen der okularen Schadstufenansprache zu urteilen, sind die untersuchten Kiefernbestände im Oberpfälzer Becken und Oberpfälzer Jura deutlich geschädigt. Im Gegensatz dazu stehen die Befunddaten der Zuwachsuntersuchungen.

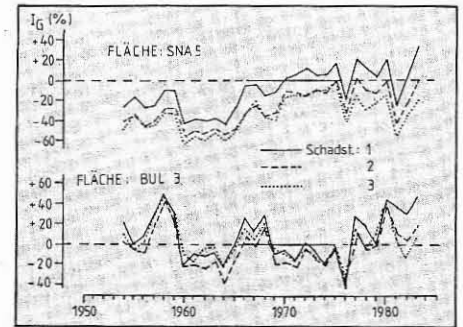


Abb. 7: Entwicklungsgang der jährlichen Grundflächenzuwächse für Baumkollektive gleicher Schadstufen auf den Probebäumen SNA 5 (oben) und BUL 3 (unten). Aufgezeichnet sind die Jahreszuwächse in Relation zum mittleren Zuwachsniveau einer Referenzperiode (durchgezogene schwarze Linie).

Sowohl in den ertragskundlichen Kennwerten der Bestandeskollektive als auch im Wuchsverhalten der Einzelbäume spiegeln sich zeitraumtypische Phasen unterschiedlicher Zuwachsleistung wider (1). Bis Anfang der sechziger Jahre bewegten sich die Zuwächse der Untersuchungsbestände etwa auf dem Niveau der Ertragstafeln. Im Anschluß daran zeichnet sich seit Mitte der sechziger Jahre bis in die Gegenwart in den untersuchten Beständen (unabhängig von Alter, Bonität und Wuchsgebiet) ein stark ausgeprägtes, dem normalen Alterstrend entgegenlaufendes Zuwachshoch ab. In der Folge, seit Ende der siebziger Jahre, deutet sich ein schwacher Einbruch dieser Entwicklung an; die Zuwachsleistung stark geschädigter Bäume geht leicht zurück, bewegt sich aber nach wie vor auf einem außergewöhnlich hohen Niveau.

Allem Anschein nach befinden sich die Bestände zum gegenwärtigen Zeitpunkt in einer Übergangsphase, in der zuwachssteigernde Effekte von zuwachsmindernden Einflußfaktoren überlagert werden, was mitunter stark fiebernde Zuwachsverläufe hervorruft, bisher aber noch nicht zu akuten Zuwachseinbußen geführt hat.

Offensichtlich wird das Zuwachsverhalten der Untersuchungsbestände seit Beginn des 30jährigen Untersuchungszeitraumes in zunehmendem Maße von großräumig wirksamen, zuwachs-fördernden Einflußfaktoren bestimmt. Als Ursachen hierfür kommen in Betracht die nachlassende Streunutzung und der vermehrte Stickstoffeintrag über die Atmosphäre, also die Verbesserung des Stickstoffhaus-

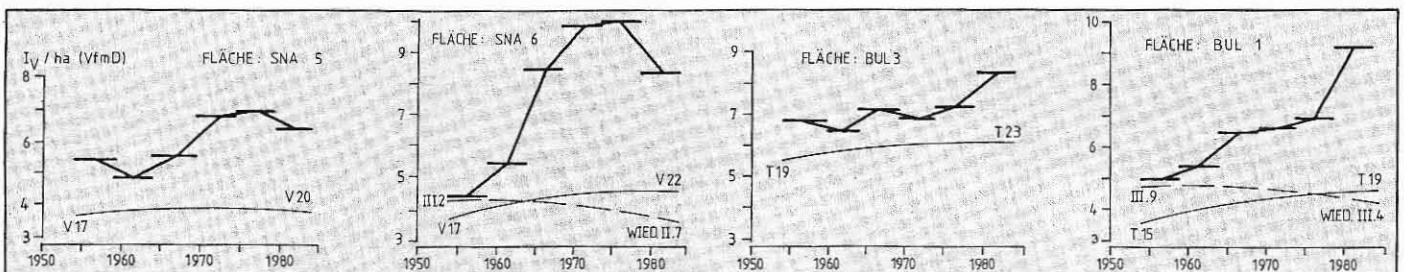


Abb. 8: Entwicklungsgang der periodischen Derbholzzuwächse auf je zwei standörtlich unterschiedlichen Probebäumen im FoA Schnaittenbach SNA 5 und 6 (links) und im FoA Burglengenfeld BUL 3 und 1 (rechts) im Vergleich zu den entsprechenden Tafelangaben von SCHMIDT (10) (durchgezogene Linie) und WIEDEMANN (16) (gebrochene Linie).

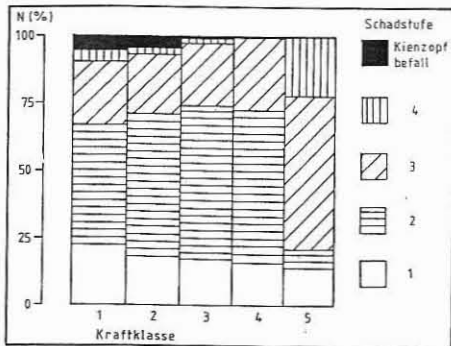


Abb. 2: Prozentuale Anteile von Bäumen der Schadstufen 1 bis 4 und vom Kienzopf befallener Bäume in den einzelnen Kraftstufen Baumklassen.

vereinzelt vorkommenden, stark exponierten Beständen an Prallhängen und in Kuppenlagen abgesehen wird:

Durch den Verlust der älteren Nadeljahrgänge verlichten die Kiefernkrone in zunehmendem Maße von innen nach außen und von unten, d. h. dem Kronenansatz, nach oben (vgl. Abb. 1), wodurch sich der unbenadete Kronenkern ausdehnt und die Krone transparenter wird. Im Anfangsstadium der Verlichtung sind die verbleibenden Nadeln (zwei Nadeljahrgänge) noch in normaler Länge ausgebildet, mitunter aber von mattgrüner Farbe. Mit Fortschreiten des Verlichtungsprozesses nimmt die Zahl der Nadeljahrgänge weiter ab; insbesondere im unteren Kronenbereich sind vermehrt Nadelverkürzungen und Jahrestriebe mit flaschenbürstenartiger Benadelung zu beobachten. An den Trieben verbleiben häufig nur noch rosettenartig ausgebildete Nadelkränze, wodurch die Triebspitzen ein büschelförmiges Aussehen bekommen. Diese Veränderung der Benadelungsstruktur erfaßt allmählich die gesamte Krone; die Anzahl der Totäste im unteren Kronenbereich nimmt infolgedessen zu. Mitunter kommt es in diesem fortgeschrittenen Verlichtungsstadium zur Bildung von Angsttrieben und Notfruktifikationen.

Aufbauend auf diesen Vitalitätsmerkmalen, unter besonderer Berücksichtigung der Kriterien: Anzahl der Nadeljahrgänge, Nadellänge, Kronentransparenz und Totastanteile wurden die Bäume der Versuchs- und Probestflächen in eine fünfstufige Skala von 1, d. h. vital, bis 5, d. h. abgestorben, eingeordnet.

Es ist hervorzuheben, daß nur durch eine differenzierte Beurteilung des Kronenzustandes der Kiefer, unter Einbeziehung unterschiedlichster Benadelungsmerkmale, charakteristische Schadbilder und Schadverläufe erfaßt und gegeneinander abgegrenzt werden können, was durch eine Ansprache der prozentualen Nadelmassenverluste allein unmöglich ist, da einem gegebenen Nadelmassenverlust unterschiedliche Schadbilder zugrundeliegen können.

Die Befunde der okularen Schadstufenansprache zeigen, daß die Vitalität der untersuchten Bestände mit abnehmender Bonität, mit Zunahme des Bestandesalters und Zunahme der Bestockungsdichte geringer wird. Auf allen Untersuchungsflächen beherrschen Bäume der Schadstufen 2 und 3 das Bestandesbild (vgl. Abb. 2).

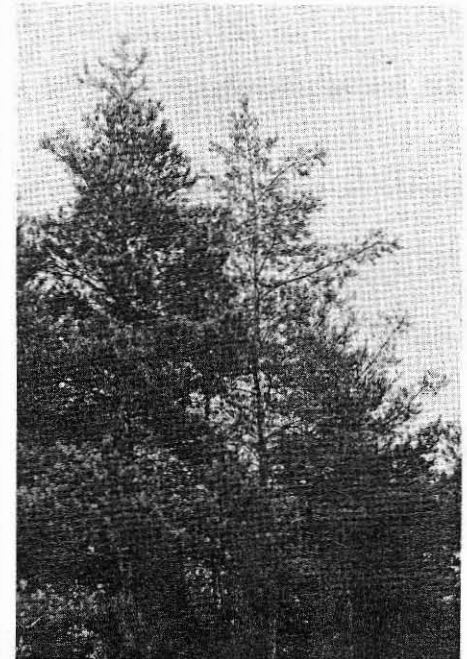


Abb. 3: 125jähriger Untersuchungsbestand im Forstamt Schnaittenbach – Bonität III.2 nach WIEDEMANN (16) m. Df.-: Infolge einer Bonitätsverbesserung in den letzten 10 bis 15 Jahren werden selbst in Altbeständen den bereits abgewölbten Kronen erneut langtriebige Spitzen aufgesetzt, wodurch ganz charakteristische Kronenformen entstehen.

Um die Zusammenhänge zwischen Vitalität und sozialer Stellung der Bestandesglieder aufzuzeigen, ist auf Abb. 2 zusammenfassend für alle Probestflächen in den Forstämtern Schnaittenbach und Burglengenfeld die Verteilung der Schadstufen innerhalb der Kraftklassen dargestellt. Daraus geht hervor, daß in der vorherrschenden und herrschenden Schicht, also bei den stark exponierten Individuen, der Prozentsatz der völlig gesunden (Schadstufe 1) einerseits und der geschädigten Bäume (Schadstufe 3 und 4 und Kienzopf befall) andererseits besonders groß ist. Mit abnehmender sozialer Stellung geht der Anteil völlig gesunder und stark geschädigter Bäume stetig zurück. In den Kraftstufen Klassen 4 und 5 dürfte die verminderte Vitalität in erster Linie auf soziale Konkurrenzeffekte zurückzuführen sein.

Nadelmasse und Zuwachstrend

Aus der Gegenüberstellung der Biomassengrößen und Ergebnisse der Schadstufenansprache sowie der Angaben über den Trend des Höhen- und Durchmesserzuwachses von Probestbäumen aus der Oberpalz lassen sich folgende Schlüsse ziehen:

- Vergleichen wir die Ergebnisse der okularen Schadstufenansprache mit den aus den Biomassenerhebungen errechneten Nadelmassenverlusten, so werden erhebliche Diskrepanzen sichtbar. Diese sind darauf zurückzuführen, daß bei der okularen Schadstufenansprache neben der Nadelverlustschätzung noch weitere Schadmerkmalskriterien zielführend waren.

- Der Trend von Höhen- und Durchmesserzuwachs der Probestbäume korreliert nicht systematisch mit den angeschätzten Schadstufen; erst bei der Betrachtung größerer Baumkollektive verschiedener Schadstufen werden Unterschiede im Zuwachstrend sichtbar.

- Es ergeben sich zum Teil völlig gegenläufige Zuwachstrends für den Durchmesser- und Höhenzuwachs. In vielen Fällen steigen die Höhenzuwächse gerade bei geschädigt klassifizierten Bäumen in den letzten fünf Jahren altersuntypisch stark an, und auch ihre Durchmesserzuwächse zeigen meist wider Erwarten keinen deutlichen Rückgang.

Kronenentwicklung und Höhenwachstumsverläufe

Im Gegensatz zu den Ergebnissen der okularen Schadstufenansprache, nach denen die untersuchten Kiefernbestände als geschädigt eingestuft werden müßten, stehen die Befunddaten der Zuwachsuntersuchungen an Schaft und Krone.

Ein besonders augenfälliges Merkmal der Untersuchungsbestände ist die altersuntypische Forcierung ihres Höhenwachstums in den letzten 10 bis 15 Jahren, die sich deutlich in der Kronenentwicklung widerspiegelt. Den runden, bereits abgewölbten, kuppelförmigen Kronen sind meist 3 bis 5 m hohe langtriebige Spitzen aufgesetzt, was zu einer starken Aufrauung des Kronendaches in den Untersuchungsbeständen führt (vgl. Abb. 3). Diese Entwicklung ergibt sich gleichermaßen für Probestbäume aller Schädigungsgrade. Weder in der Entwicklung der Kronenformen, noch im Zuwachsgang der Kronenvolumina macht sich der angeschätzte Vitalitätszustand der Probestbäume bemerkbar (vgl. Abb. 4).

Im Höhenwachstumsgang der Probestbäume aller Schädigungsgrade zeichnet sich (unabhängig vom Alter und der Bonität der Bestände) seit Beginn der sechziger Jahre eine starke Bonitätsverbesserung ab, angezeigt durch einen ungewöhnlichen Zuwachsanstieg. Diese Entwicklung läuft dem alterstypischen Trend, wie er in den Tafelwerken allgemein beschrieben

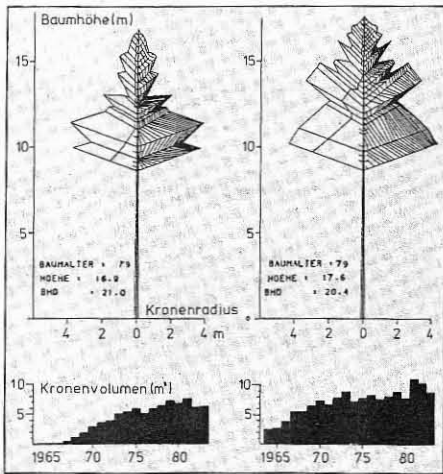


Abb. 4: Kronen-Strukturbilder und Kronenvolumenzuwächse der Probestämme BUL 240 4/1 (Schadst. 1) und 5/1 (Schadst. 4).

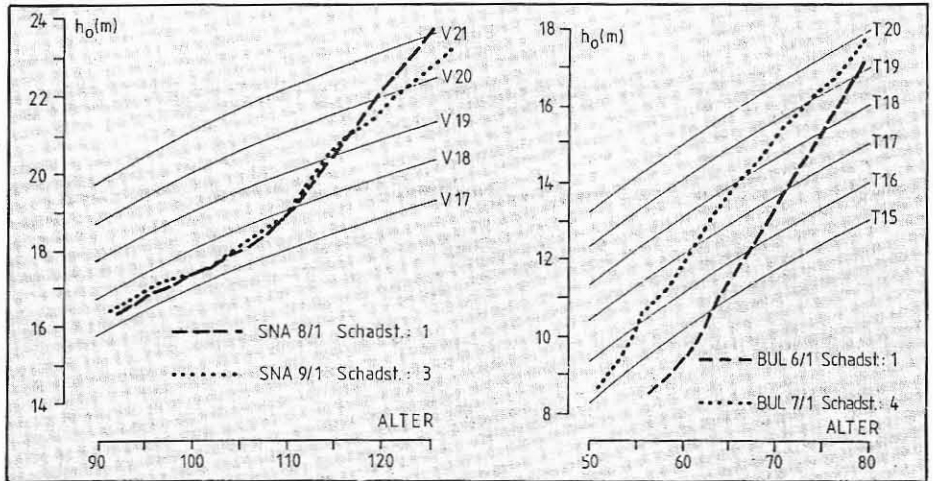


Abb. 5: Oberhöhenentwicklung von Probestämmen aus den FoÄ Schnaittenbach (links) und Burglengelfeld (rechts) im Vergleich zu den Oberhöhenverläufen nach SCHMIDT (10) – eingezeichnet sind die Kurvenverläufe für die Leistungsgruppen V 17-21 der Standortseinheit VACCINIUM bzw. T15-T20 der Standortseinheit TRIPEL.

wird, völlig entgegen. In der Mehrzahl der Fälle dauert diese Höhenentwicklung bis heute an; die Höhenzuwachsverläufe von Bäumen unterschiedlicher Schadstufen divergieren (wenn überhaupt) erst seit fünf Jahren und zwar nicht etwa durch ein mehr oder weniger starkes Absinken der Zuwächse, sondern durch einen unterschiedlich stark ausgeprägten Zuwachsanstieg (vgl. Abb. 5).

In den Kronenstrukturbildern, den Höhenwachstumskurven von Einzelbäumen und Beständen und den Durchmesserhöhenkurven wird auf allen Untersuchungsflächen eine deutliche Bonitätsverbesserung sichtbar. Durch die Intensivierung des Höhenwachstums und erneute Kronenexpansion kommt es zu Standraumveränderungen und damit zu gesteigerten sozialen Ausscheidungsprozessen.

Weiter verschlechtern sich die Stabilitätsverhältnisse der Bestände. Die Bonitätsverbesserung in den letzten ein bis zwei Dekaden führte zu einer Betonung des Höhenwachstums im Vergleich zum Stärkenwachstum, wodurch die Schlankheitsgrade altersuntypisch zunahm. Diese Zunahme der Schlankheitsgrade, gleichbedeutend mit einer statischen Destabilisierung der Bestände, ergibt sich für alle betrachteten Untersuchungsstandorte.

Astzuwächse

Besonders anschaulich spiegelt sich der Prozeß der Kronenregeneration seit den sechziger Jahren im Entwicklungsgang der jährlichen Astvolumenzuwächse der Probestämme wider. Seit zehn Jahren steigen an der überwiegenden Anzahl der untersuchten Bäume die Astvolumenzuwächse, insbesondere im oberen Kronenbereich, so stark an, wie es selbst in der Jugendphase der unteren 30- bis 40jährigen Äste nicht zu beobachten war. In keinem Fall ergeben sich bei den Ästen der als geschädigt klassifizierten Bäume sehr deutliche Zuwachsrückgänge. Die Probestämme aller Schädigungsgrade durchlaufen seit Mitte der sechziger Jahre eine Phase ansteigender Astzuwachsleistung; oftmals zeigen die Zuwachskurven geschädigter Bäume seit fünf Jahren einen stark fiebernden Verlauf. Offenbar befinden sich die Probestämme gegenwärtig in unterschiedlichen Stadien der Kronenregeneration.

Schaftwachstum

In den Volumenzuwachsgängen der Einzelbäume zeichnet sich (ebenso wie bei den Höhenzuwächsen) ein Zuwachsverhalten ab, das dem zu erwartenden normalen alterstypischen Zuwachstrend entgegenläuft (vgl. Abb. 6). Seit Mitte der sechzi-

ger Jahre ergibt sich für alle Probestämme ein ungewöhnlich starker Anstieg der Volumen-, Grundflächen- und Durchmesserzuwächse, welcher (unterbrochen durch die Trockenperiode um das Jahr 1976) zweigipfelig ausgeprägt ist. Dieser Zuwachstrend ist gleichermaßen an den Probestämmen aller Schadstufen zu beobachten. Die Zuwächse der geschädigten und ungeschädigten Probestämme bewegen sich auf einem außergewöhnlich hohen Niveau, und die Zuwachsgänge zeigen seit Ende der siebziger Jahre einen zunehmend fiebernden Verlauf. Lediglich bei stark geschädigten Bäumen deutet sich seit zwei bis drei Jahren ein leichter Zuwachsrückgang an; die Zuwächse solcher Bäume sind aber nach wie vor außerordentlich hoch.

Zuverlässigere Aussagen über den Zusammenhang zwischen Schädigungsgrad und Zuwachsgang liefert im Vergleich zu den Einzelbaumuntersuchungen die Gegenüberstellung der Zuwachsentwicklung von größeren Baumkollektiven unterschiedlicher Schadstufen. Auf Abb. 7 ist der mittlere Zuwachsgang von Bäumen der Schadstufe 1 in Relation zu deren Zuwachsmittel innerhalb der Referenzperiode 1966 bis 1975 (durchgezogene Linie) aufgetragen. Die jährlichen Zuwächse für die Schadstufen 2 und 3 sind in ihrer

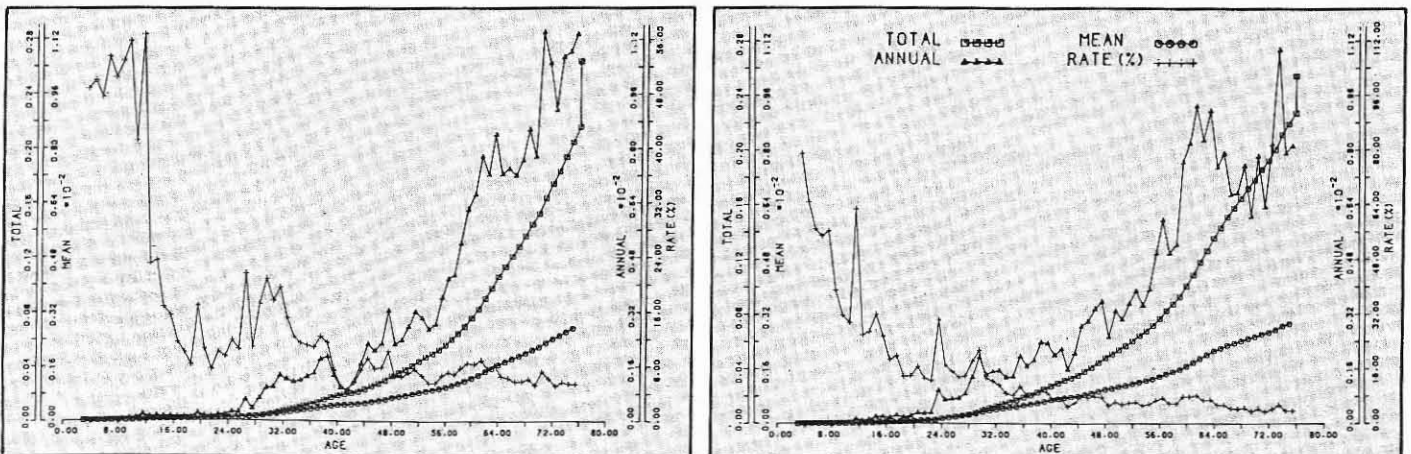


Abb. 6: Volumenentwicklung der Probestämme BUL 240 4/1, Schadstufe 1 (links), und 5/1, Schadstufe 4 (rechts).

TOTAL: Gesamtwachstum, MEAN: durchschn. Zuwachs, ANNUAL: Jld. jährl. Zuwachs, RATE: Zuwachsprozent.

haltes der Standorte. Die Ursachen für die leichte Abschwächung dieser zuwachs-fördernden Effekte seit Ende der siebziger Jahre könnten die viel diskutierten Klimaextreme und Schadstoffeinwirkungen über Nadeln und Wurzeln sein; ferner ist denkbar, daß sich die Bestände auf ein neues Stickstoffversorgungsniveau eingestellt haben.

Aus den ertragskundlichen Befunddaten der Untersuchung sind folgende praktische Konsequenzen und Problemstellungen abzuleiten:

- Das unvermindert hohe Leistungsvermögen der untersuchten Altbestände könnte durch eine Verlängerung der Umtriebszeit wirtschaftlich genutzt werden; der auf diesen Standorten meist sehr niedrige Reinertrag würde auf diese Weise durch eine Erhöhung der Massen-, Sorten- und Wertleistung gesteigert.

- Es ist zu prüfen, ob Stickstoffdüngungen, wie sie in den Untersuchungsgebieten weiterhin großflächig durchgeführt werden, noch wirtschaftlich sind. Die schon geminderte Bestandesstabilität würde durch weitere Stickstoffdüngungen zusätzlich gefährdet und die Zuwachssteigerung wäre bei dem gegenwärtig hohen Produktionsniveau aller Wahrscheinlichkeit nach nur gering.

- Die okulare Schadansprache fällt in den untersuchten Beständen besonders schwer, da sich offenbar stark zuwachs-fördernde Einflußfaktoren (welche z. B. lang ausgebildete Höhen- und Seitentriebe so-

wie dunkelgrüne volle Benadelung bewirken) und zuwachsmindernde Effekte (welche zu flaschenbürstenartiger Benadelung, Bildung von Angsttrieben und Nadelverlusten führen) innerhalb der Bestände und auch an ein und demselben Baum überlagern. Hierdurch wird die Formulierung einheitlicher aussagekräftiger Schadbeurteilungskriterien erschwert. Für eine befriedigende Charakterisierung der Schadbilder und Schadensverläufe von Kiefern ist eine detaillierte Erfassung ihres Kronenzustandes unumgänglich.

- Die Ergebnisse weisen darauf hin, daß die in den Untersuchungsgebieten gebräuchlichen Tafelwerke für den Entwicklungsgang der betrachteten Bestände keine befriedigende Schätzgrundlage mehr bilden.

Literaturhinweise

- 1) FRANZ, F., 1983: Auswirkungen der Walderkrankungen auf Struktur und Wuchsleistung von Fichtenbeständen, Forstw. Cbl., 102. Jahrgang, S. 186–200.
- 2) FRANZ, F., 1984: Zur Erfassung schadenstypischer Struktur- und Leistungsmerkmale geschädigter Bäume und Waldbestände – einige methodische Überlegungen – Jahrestagung 1983 der Sektion Ertragskunde des DVFFA in Neustadt/Solling, Tagungsbericht, S. 4/1–4/29.
- 3) KLEBER, A., 1985: Über das Zuwachsverhalten von Kieferschadbeständen in den nordostbayerischen Forstämtern Schnaittenbach und Burglengenfeld, Diplomarbeit, Forstwiss. Fak. Univ. München, unveröff., 111 S.
- 4) KREUTZER, K., 1972: Über den Einfluß der Streunutzung auf den Stickstoffhaushalt von Kiefernbeständen (*Pinus silvestris* L.), Forstw. Cbl., 91. Jahrgang, S. 263–270
- 5) PRETZSCH, H., 1984: Wachstumsmerkmale und Biomassengrößen von Probestämmen aus geschädigten

Kiefernbeständen, Referat in der Seminarreihe Forstliches Versuchswesen I am Lehrstuhl für Waldwachstumskunde der Univ. München, Manuskript, unveröff., 41 S.

- 6) PRETZSCH, H., 1985 a: Wachstumsmerkmale süddeutscher Kiefernbestände in den letzten 25 Jahren, Forschungsber. d. Forstl. Forsch.-Anst. München, Band 65, 183 S.
- 7) PRETZSCH, H., 1985 b: Zum Wachstumsgang Oberpfälzer Kiefernbestände in den letzten 30 Jahren, Jahrestagung 1985 der Sektion Ertragskunde des DVFFA in Kälberbrunn, Tagungsbericht.
- 8) PREUHLER, T. und REHFUESS, K.E., 1982: Über die Melioration degradierter Kiefernstandorte (*Pinus sylv. L.*) in der Oberpfalz, Forstw. Cbl., 101. Jahrgang, S. 388–407.
- 9) RÖHLE, H., 1984: Wachstumsgang und Biomassenstruktur geschädigter Fichten – Ergebnisse ertragskundlicher Untersuchungen in verschiedenen bayerischen Schadgebieten, Jahrestagung 1984 der Sektion Ertragskunde des DVFFA in Neustadt/Weinstraße, Tagungsbericht, S. 3/1–3/24.
- 10) SCHMIDT, A., 1971: Wachstum und Ertrag der Kiefer auf wirtschaftlich wichtigen Standorteinheiten der Oberpfalz, Forschungsber. d. Forstl. Forsch.-Anst. München, Band 1, 178 S.
- 11) SEIBT, G., 1981: Die Buchen- und Fichtenbestände der Probeflächen des Sollingprojektes der Deutschen Forschungsgemeinschaft, Schriften Forst. Fak. Univ. Göttingen 72, 109 S.
- 12) SEIBT, G., 1983: Zum Einfluß von Luftverunreinigungen auf das Waldwachstum, Jahrestagung 1983 der Sektion Ertragskunde des DVFFA in Neuhaus im Solling, Tagungsbericht, S. 11/1–11/12.
- 13) THREN, M., 1984: Darstellung vorläufiger Ergebnisse von Wachstumsanalysen herrschender Kiefern in Südwestdeutschland, Jahrestagung 1984 der Sektion Ertragskunde des DVFFA in Neustadt/Weinstraße, Tagungsbericht, S. 11/1–11/11.
- 14) ULRICH, B., 1982: Gefahren für das Waldökosystem durch saure Niederschläge, in: Immissionsbelastungen von Waldökosystemen, Sonderheft LÖLF, 1982, S. 9–25
- 15) ULRICH, B., 1984: Ökosystemare Aspekte der Emissionen von Anhydriden starker Säuren, in: SO₂ und die Folgen, GSF-Bericht A 3/83, 2. Aufl. 1984, S. 15–30.
- 16) WIEDEMANN, E., 1948: Die Kiefer 1948, Verlag Schaper, Hannover 1948, 337 S.