

Der Verlauf des Höhenwachstums von Kiefern auf einigen Standorten der Oberpfalz¹

Von A. SCHMIDT

Aus dem Institut für Ertragskunde der Forstlichen Forschungsanstalt München

1. Einleitung und Fragestellung

1.1. Im Rahmen einer größeren Arbeit über das Wachstum und den Ertrag der Kiefer auf wirtschaftlich belangvollen Standorten der Oberpfalz war zu untersuchen, wie das Höhenwachstum von Oberhöhenstämmen verläuft und inwieweit sich daraus standortstypische Oberhöhen-Bonitierungsflächen ableiten lassen. Die Antwort auf diese ertragskundliche Frage erwies sich jedoch als keineswegs einfach, da die Altershöhenentwicklung zahlreicher Probestämme offensichtlich durch eine Reihe von Umweltfaktoren stark geändert worden ist, die einen modellmäßig stetigen Wachstumsverlauf über längere Perioden unterbrechen. Solche Änderungen des Höhenwachstums im Laufe eines Bestandeslebens sind bei allen Baumarten seit langem bekannt und in der Literatur beschrieben worden (ASSMANN, 1961; BURGER, 1926; ERNST, 1932; SCHWAPPACH, 1908; WIEDEMANN, 1951, u. a.).

1.2. Allgemein lassen sich Störungen des normalen, primär altersabhängigen Zuwachsganges auf natürliche und anthropogene Einflüsse zurückführen. So wirken als natürliche Gegebenheiten: großklimatische Schwankungen, Jahreswitterung, Samenproduktion, Schädlingsbefall, während als anthropogene Einflüsse Durchforstungen, Ent- und Bewässerung, Streunutzung, Waldweide, Melioration und Düngung sowie pathogene Luftverunreinigungen u. a. angesehen werden müssen. Es lag daher nahe, nach den Ursachen und dem Ausmaß der im Untersuchungsgebiet an vielen Kiefern beobachteten Höhenzuwachsänderungen zu fragen und deren Auswirkungen für die Praxis zu überdenken.

2. Untersuchungsgang

2.1. Die Untersuchungen wurden auf Juraüberlagerungen des Wuchsgebietes „Oberpfälzer Kieferengebiet“ im Bereich der Forstämter Regensburg, Burglengenfeld und Ensdorf durchgeführt. Die Standortseinheiten dieses Gebietes, denen vor allem Aufmerksamkeit geschenkt wurde, sind gut wasser- und nährstoffversorgte Diluviallehme an Unterhängen und in Mulden (Standort-Kurzbezeichnung „Lehm“), die sog. „Amberger Tripel“ (im Tertiär umgelagerte Kreide) auf den Verebnungsflächen mit mittlerer Wuchsleistung (Kurzbezeichnung „Tripel“) und durch langandauernde Waldweide und Streunutzung stark degradierte Tripelböden mit entsprechend geringen Bonitäten (Kurzbezeichnung „Degradation“).

¹ Herrn Prof. Dr. E. ASSMANN zur Vollendung seines 65. Lebensjahres in Verehrung gewidmet.

2.2. Auf den genannten Standorten wurden im Herbst 1966 in 76 Probeständen aller Altersklassen 152 Probestämme aus dem Oberhöhenbereich gefällt und voll analysiert. Diese Stämme dienten zur Herleitung von standortstypischen Oberhöhen-Bonitierungsfächern. Für jede Standortseinheit wurden aus den Altershöhenentwicklungen der einzelnen Analysenstämme eine mittlere Ausgleichskurve und dazu jeweils eine obere und untere AH-Kurve im Abstand vom $\pm 1,5$ -fachen der Streuung um die Mittelkurve ($\pm 1,5 \cdot s_{hH}$) berechnet. Aus diesen drei Ausgangskurven wurde nach dem Verfahren von FRANZ (1968) ein Kurvenfächer entwickelt, dem als Grundbeziehung die doppelt-logarithmische Parabel (KORSUN)

$$\ln h_0 = b_0 + b_1 \cdot \ln t + b_2 \cdot \ln^2 t$$

zugrunde liegt². Die Koeffizienten b_1 und b_2 dieser Funktion sind ihrerseits wieder abhängig von der Oberhöhe im Alter 100 ($h_{0,100}$), also der Bonität (Leitbeziehung):

$$b_1 = c_0 + c_1 \cdot \ln h_{0,100} + c_2 \cdot \ln^2 h_{0,100}$$

$$b_2 = d_0 + d_1 \cdot \ln h_{0,100} + d_2 \cdot \ln^2 h_{0,100}$$

Die Koeffizienten der Leitbeziehung sind in Tabelle 1 wiedergegeben. Auf diese Weise wird erreicht, daß der Fächer für jede Bonität seines Gültigkeitsbereiches die formalrichtige Altershöhenentwicklung enthält und somit auch für eine automatische

Tabelle 1

Koeffizienten der Leitbeziehungen für die h_0 -Bonitierungsfächer

Koeffizienten	Degradation	Tripel	Lehm
c_0	73,525378	108,025849	64,043495
c_1	-47,673222	-66,996355	-35,979084
c_2	7,987730	10,615420	5,216176
d_0	-7,461995	-11,286787	-6,691847
d_1	4,895516	7,042080	3,789832
d_2	-0,826364	-1,119137	-0,550795

Bonitierung mit einem Elektronenrechner verwendbar ist. Zur Herleitung der Fächerkurven ist ein eigenes Programm in FORTRAN II und IV geschrieben worden.

2.3 Bei den vorbereitenden Arbeiten für diese Fächerkonstruktion zeigte sich, daß in vielen Fällen die Altershöhenentwicklung der verwendeten Einzelbäume seit etwa 15 Jahren einen neuen kräftigen Anstieg aufwies, der bei der Fällung älterer

Probabäume meist als zweite Kronenspitze über der bereits abgeflachten Krone äußerlich deutlich erkennbar war. Dieses Durchstoßen eines neuen Gipfels ist bisher bei Kiefer als Auswirkung von niederschlagsreichen Perioden (WIEDEMANN, 1951), als Folge von Melioration bzw. Düngung (ASSMANN, 1961), als Erholung von starker Degradation (v. S*. 1835) und als Ausweichen bedrängter Kronen von Überhältern vor einer nachwachsenden zweiten Bestandesschicht (MANG, 1955) beschrieben worden. Zeichnet man die Höhenwachstumskurven solcher Stämme in den dazugehörigen standortstypischen Bonitierungsfächer, so fällt sofort der diskordante Kurvenverlauf ins Auge. In Abb. 1 ist ein besonders extremes Beispiel dargestellt.

2.4. Um das Ausmaß dieser abnormen Entwicklung quantitativ zu erfassen, sind alle 152 Probestämme auf das Eintreten dieses Effektes und auf den Zeitpunkt der Kurventrendänderung hin untersucht worden. Dabei wurde nur der Zeitraum der letzten 20 Jahre betrachtet, da für diesen Bereich auch die mittleren, jährlichen Durchmesserzuwächse vorliegen. Interessant ist die Tatsache, daß solche unerwarteten Trendänderungen besonders auf den armen Standorten auch schon früher eingetreten waren

² Hierbei bedeutet h_0 = Oberhöhe (= Mittelhöhe der 100 stärksten Stämme pro ha) und t = Alter.

(vgl. Stamm 31/1 in Abb. 2). Da aber für die Untersuchung dieser weit zurückliegenden Unregelmäßigkeiten nicht genügend Material vorhanden war, wurde auf eine Bearbeitung verzichtet.

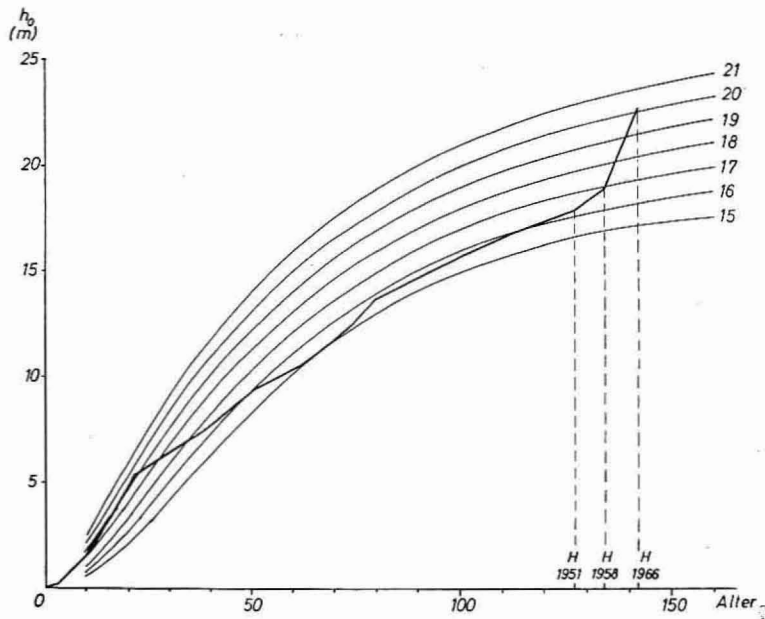


Abb. 1. Höhenwachstums-Verlauf eines Analysenstammes im h_0 -Bonitierungsfächer „Tripel“. Ab 1951 und besonders ab 1958 ist der kräftige Anstieg der Altershöhen-Kurve deutlich zu erkennen

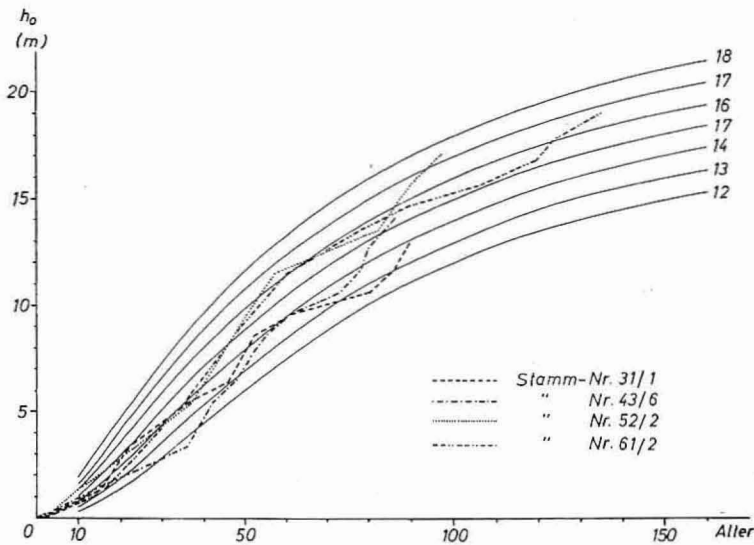


Abb. 2. Typische Höhenwachstums-Kurven von vier Analysenstämmen im h_0 -Bonitierungsfächer „Degradation“

3. Ergebnisse

3.1. Die zusammenfassende Auswertung der Altershöhenentwicklung sämtlicher Probestämme zeigte bei fast 60% aller Oberhöhenentwicklungen einen mehr oder minder deutlichen plötzlichen Höhen-Mehrzuwachs, der vor etwa 10 bis 15 Jahren einsetzte. Die Beispiele in Abb. 1 und 2 sollen dies verdeutlichen. Es lag nahe zu untersuchen, inwieweit das geschilderte Phänomen in den einzelnen Standortseinheiten verschieden oft auftritt und ob eine Abhängigkeit vom Alter der Bäume besteht. In Tab. 2 sind die Ergebnisse nach Alter und Standort aufgeführt: Die linke obere Zahl bedeutet jeweils die Anzahl der untersuchten Probestämme je Stratum, der Wert in der Mitte gibt den prozentischen Anteil der Bäume mit sprunghafter z_h -Steigerung an, und rechts unten ist der mittlere Zeitraum in Jahren angegeben, der seit dem Beginn der z_h -Änderung verflissen ist.

Tabelle 2

Auswertung von 152 Probestämmen hinsichtlich der Höhenwachstumsänderung¹

Alter	Degradation	Tripel	Lehm	alle Standorte
20-60	16 63 % 11,8	15 13 % 5,5	10 10 % (10,0)	41 32 % 10,7
60-100	12 100 % 12,9	28 75 % 11,0	19 47 % 9,7	59 71 % 11,3
> 100	16 38 % 14,0	23 70 % 13,7	13 69 % 11,5	52 60 % 13,1
alle Alter	44 64 % 12,7	66 59 % 11,8	42 45 % 10,6	152 57 % 11,8

¹ Die Zahlen in den einzelnen Kästchen bedeuten: links oben: Anzahl der untersuchten Probestämme, Mitte: Proz. Anteil der Stämme mit z_h -Steigerung, rechts unten: Mittlerer Zeitraum in Jahren vom Beginn der z_h -Steigerung bis zur Fällung (Herbst 1966).

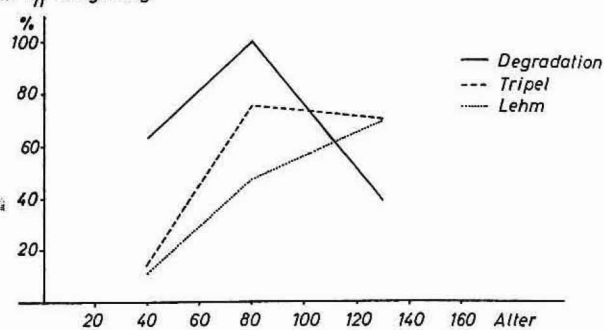
Anteil der Bäume mit z_h -Steigerung

Abb. 3. Altersabhängigkeit des Anteiles der Probestämme, die eine deutliche Steigerung des Höhenzuwachses aufweisen

3.2. Betrachten wir die Standortseinheiten getrennt für sich (Abb. 3), so fällt zunächst bei „Degradation“ auf, daß der Anteil der Stämme mit dem untersuchten Effekt bereits in der Altersklasse 20-60 mit 63% recht hoch ist, im Alter 60-100 dann alle Stämme umfaßt (100%) und in Beständen über 100 Jahren stark zurückgeht (38%). Offen-sichtlich reagieren ein

Großteil der jüngeren Bestände und alle mittelalten deutlich auf eine Verbesserung ihrer Wachstumsfaktoren, während Altbestände nur noch zu einem geringen Teil die Gunst fördernder Wachstumsbedingungen wahrnehmen können. Beim „Tripel“ ist die Reaktion der Bestände in der Jugendphase gering, steigt dann im Altersbereich zwischen 60 und 100 auf 75% rasch an und erhält sich bis ins hohe Alter in etwa gleichem Ausmaß die Fähigkeit, positiv zu reagieren. Auf den kräftigen „Lehr“-Standorten ist im Jugendalter wegen der sowieso schon günstigen Standortfaktoren kaum eine zusätzliche Mehrleistung zu erwarten. Dagegen steigt die Zahl der Bäume, die daraus Nutzen ziehen, mit steigendem Alter stetig an. Insgesamt ist festzustellen, daß die positive Reaktion der Bäume auf den geringen degradierten Böden stärker ist (64%) und mit zunehmender Standortsgüte abfällt („Tripel“ 59%, „Lehm“ 45%), wobei die Altersabhängigkeit nach Standortseinheiten unterschiedlich ist.

3.3. Wie aus Tabelle 2 ersehen werden kann, läßt auch der Zeitraum, der seit der Höhenzuwachssteigerung bis zum Einschlagszeitpunkt (Herbst 1966) verfloßen ist, eine deutliche Abhängigkeit von der Standortqualität einerseits und vom Baumalter andererseits erkennen. Je älter ein Baum und je geringer der Standort, desto früher ist der steile Anstieg des Höhenzuwachses eingetreten; umgekehrt haben die jungen Bestände auf Tripel und Lehm erst einige Jahre später reagiert. Im Durchschnitt aller untersuchten Bäume kann der Zeitraum seit Beginn des wuchsfördernden Ereignisses mit 12 Jahren angesetzt werden. Demnach hat etwa um das Jahr 1954 der geänderte Wachstumsablauf begonnen.

4. Diskussion der Ergebnisse

Versucht man diese Höhenzuwachssteigerung zu deuten, so wird man in erster Linie an eine Verbesserung des Standortes und der klimatischen Faktoren denken, da im Untersuchungsgebiet als wachstumsbeeinflussende Größen vor allem Stickstoff und Wasser im Minimum sind.

4.1. Eine Melioration und Düngung in den untersuchten Probebeständen ist mit Sicherheit bis zum Aufnahmezeitpunkt nicht durchgeführt worden, denn bei der Flächenauswahl wurde besonderer Wert darauf gelegt, die Ausgangslage vor aktiven boden- und bestandsverbessernden Maßnahmen festzuhalten. Somit verbleibt als einzige Erklärung einer Standortaufbewertung die seit etwa 1948 unterlassene Streunutzung und damit ein Aufhören der Degradation. Da jedoch in der Regel Waldteile unter $u/2$ (= 60 Jahre) nicht streugerecht worden sind, dürften alle Bestände, die 75 Jahre und jünger sind, keine deutlichen positiven Zuwachsreaktionen aufweisen. Tatsächlich zeigen auch Bäume unter 60 die plötzliche Steigerung des Höhenzuwachses in viel geringerem Ausmaß als solche der höheren Altersklassen. Inwieweit das aus langjährigem Unterlassen der Streunutzung oder dem allgemeinen rascheren Jugendwachstum erklärt werden kann, muß offenbleiben. WIEDEMANN (1948) hat bei Streunutzungsversuchen festgestellt, daß der Raubbau bei dieser Nutzungsart 20–40% Zuwachsminderung des aufstockenden Bestandes verursacht, die sich erst nach etwa 20-jähriger Streuschonung langsam wieder ausgleichen. WITTICH (1951) hat bei seinen Untersuchungen herausgefunden, daß ein gesunder Bodenzustand mit ausreichenden pflanzenverfügbaren Nährstoffen (bes. Stickstoff) ohne aktive Melioration nach 80 Jahren noch nicht wieder hergestellt war³. Alle diese Tatsachen, die 15- bis 20-jährige

³ Wie bei entsprechender Bodenverbesserung das Wachstum der Kiefer sprunghaft gesteigert werden kann, haben am Beispiel der Lupinenflächen des Forstamtes Pfreimd ASSMANN (1961), v. PECHMANN und WUTZ (1960) und WITTICH (1954) eindrucksvoll gezeigt.

Streuschonung in älteren Beständen und die maximal 75jährige Ruhe in den jüngeren, untermauern zwar die Wahrscheinlichkeit, daß sich die Wälder vor allem auf armen Standorten allmählich erholen, können aber nicht als auslösende Ursache eines plötzlichen Zuwachsanstieges um das Jahr

1954 angesehen werden.

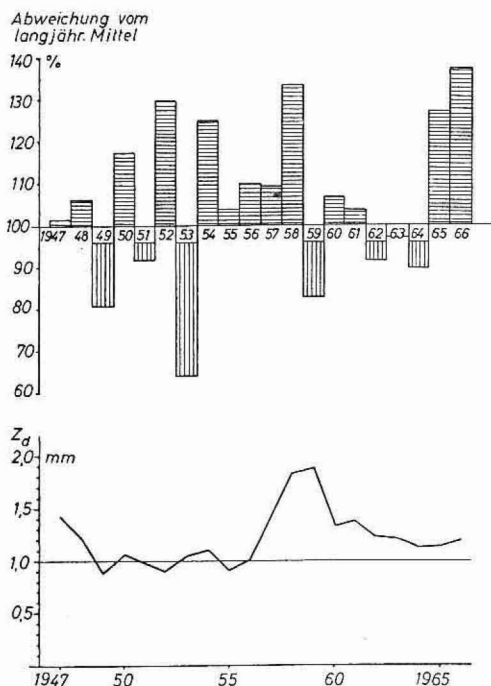


Abb. 4. Oben: Abweichung des Jahresniederschlages (1947—1966) vom langjährigen Mittel des Untersuchungsgebietes. Unten: Gang des jährlichen Durchmesserzuwachses einer typischen Probestfläche für die Jahre 1947—1966

Diese Tatsache bestätigen unsere eigenen Untersuchungen, wobei allerdings auf den ärmsten Standorten („Degradation“) über 140jährige Bäume im allgemeinen nicht mehr in der Lage sind, die Gunst höherer Niederschläge noch durch entsprechenden Mehrzuwachs zu nutzen. Die Feststellung WIEDEMANNs (1942), daß die Witterung für den Gang des Höhenwachstums eine viel größere Bedeutung hat als die Gesetzmäßigkeiten des Alters, gilt demnach in unserem Untersuchungsgebiet vor allem für Bestände zwischen 40 und 140 Jahren.

4.3. Als Beispiel, daß auch das Dickenwachstum der untersuchten Bestände überwiegend von den Niederschlägen beeinflusst wird, mag in Abb. 4 unten die Kurve des jährlichen Durchmesserzuwachses einer Probestfläche veranschaulichen. Über die Zusammenhänge von Stärkenzuwachs der Kiefer und Witterung haben u. a. J. MEYER (1939), SCHÖBER (1951) und SEIBT (1967) veröffentlicht.

⁴ Die Niederschlagshöhen wurden aus den Aufzeichnungen folgender Meßstationen zusammengestellt: Regensburg, Regenstauf, Wolfsegg, Kallmünz, Burglengenfeld, Schmidmühlen, Enseldorf, Hirschwald, Amberg, Pittersberg, Schwandorf.

4.2. Mehr spricht dagegen für die Annahme, daß dieser höhere Zuwachs in erster Linie durch eine außerordentlich feuchte Periode angeregt wurde, die am Anfang der fünfziger Jahre einsetzt. Gleichgerichtete Beobachtungen für diese Zeit bringen ASSMANN (1961) und JOHANN (1968) für Fichte. Aus Abbildung 4 können wir ersehen, daß in den fünf Jahren nach 1954 und später in den Jahren 1965 und 1966 die Niederschläge ständig über dem langjährigen Gebietsdurchschnitt von 617 mm liegen⁴. Dieses reiche Wasserangebot hat offensichtlich den Großteil der Bäume veranlaßt, nicht nur den Stärkenzuwachs, sondern auch den Höhenzuwachs zu steigern. J. MEYER (1939) hat bei seinen Untersuchungen von Kiefernkrönen in Nordostdeutschland die gleiche Reaktion festgestellt: „Während nach Dürre Jahren der Zuwachs auf sehr geringe Werte sinkt, steigt andererseits in Zeiten hohen Niederschlags, wie sie zwischen den Trockenjahren öfters auftreten, der Zuwachs wieder steil an.“ Er berichtet auch, daß die Kiefer auf Klimaschwankungen in der Jugendphase weniger stark reagiert als im höheren Alter.

5. Schlußfolgerungen

Es ist sehr wahrscheinlich, daß die starke Zunahme des Höhenzuwachses im Untersuchungsgebiet auf die reichlichen Niederschläge seit 1952 zurückzuführen ist. Zwar hat es auch in früheren feuchten Perioden solche Zuwachsanstiege gegeben, die aber durch Trockenperioden wieder stark gedämpft wurden. Bei dem von uns untersuchten Anstieg ist jedoch festzustellen, daß der Mehrzuwachs an Höhe fast immer über die früheren Ausmaße hinausgeht, ein Effekt, der wohl nur durch die zusätzliche Wirkung einer Standortsverbesserung als Folge der eingestellten Streunutzung zu erklären ist (vgl. auch WIEDEMANN, 1942). Diese Tatsache bedeutet einen beachtlichen Anstieg der Höhenbonität innerhalb von 15 Jahren. Um das zu überprüfen, errechneten wir für den gesamten Wuchsablauf eines Baumes durch wiederholte Bonitierungen im Laufe seines Lebens eine mittlere absolute Höhenbonität, was mit dem neuen standortstypischen Altershöhenfächer auf einer elektronischen Datenverarbeitungsanlage keine Schwierigkeiten bereitet. Benutzt man diesen Bonitätswert nun als Vergleichsmaßstab zu einer Bonitierung nach der derzeitigen Höhe, so ist festzustellen, daß die jetzt 50jährigen Bestände um 10%, die 100jährigen Bestände etwa um 5% über der mittleren absoluten Höhenbonität liegen. Erst die Bestände über 140 bis 150 Jahre werden richtig eingeschätzt. Diese Tatsache ist vor allem für die Forsteinrichtung von Bedeutung. Es ist anzunehmen, daß diese Bonitätsanhebung irreversibel ist und in Zukunft auch bei längeren Trockenperioden bestehen bleibt, da durch das Unterlassen der Streunutzung sich eine andauernde Standortsverbesserung einstellen wird. Bodenbearbeitung und Düngung beschleunigen und verstärken diesen Vorgang, wie HOCHTANNER und SEITSCHEK (1964) von langjährig meliorierten Flächen in der Oberpfalz berichten und wie in den Untersuchungen von ZÖTTL und KENNEL (1962), KENNEL (1967), KREUTZER (1967) und KENNEL und WEHRMANN (1967) eindrucksvoll bewiesen wurde.

Zusammenfassung

Bei der Herleitung von standortstypischen Altershöhenfächern der Kiefer auf einigen Standorten der Oberpfalz hat sich gezeigt, daß bei etwa 60% der dafür verwendeten Oberhöhen-Analysenstämme um das Jahr 1954 ein sprunghafter Anstieg des Höhenzuwachses eingetreten ist. Dieser Mehrzuwachs, der nach Bestandesalter und Standortseinheit unterschiedlich ist, läßt sich als Folge der Verbesserung von zwei wesentlichen Wachstumsfaktoren deuten:

- a. Seit etwa 1948 ist die früher geübte Streunutzung eingestellt worden, so daß der gestörte Nährstoffhaushalt des Bodens allmählich wieder in ein gesundes Gleichgewicht kommt;
- b. die Anfang der fünfziger Jahre einsetzende niederschlagsreiche Witterungsperiode hat mit großer Wahrscheinlichkeit den starken Höhen-Mehrzuwachs ausgelöst. Die Folge dieser wohl irreversiblen Wirkungen ist eine beachtliche Verbesserung der Höhenbonität um 5–10% vor allem in den mittelalten Beständen. Ein weiterer Leistungsanstieg läßt sich durch entsprechende Melioration und Düngung erreichen.

Literatur

- ASSMANN, E., 1961: Waldertragskunde. München-Bonn-Wien: BLV. — ASSMANN, E., und FRANZ, F., 1965: Vorläufige Fichten-Ertragstafel für Bayern. Forstw. Cbl. **84**, S. 13–43. — BROSE, K., 1955: Monats-, Jahres- und Tagessummen des Niederschlags in Bayern bis 1950. Berichte des Deutschen Wetterdienstes Nr. 17, Bd. 3. — BURGER, H., 1926: Untersuchungen über das Höhenwachstum verschiedener Holzarten. Mitt. Schw. Z. f. d. forstl. Versuchswesen,

- XIV, H. 1, S. 29-158. — Deutscher Wetterdienst: Deutsche Meteorologische Jahrbücher; Bundesrepublik 1946-1964; Offenbach a. M. — ERNST, F., 1932: Kiefernkrüppelbestände in Nordost-Bayern. Habilitationsschrift Univ. München. — FLURY, PH., 1927: Über den Einfluß von Trockenperioden auf das Bestandeswachstum. Mitt. Schw. Z. f. d. forstl. Versuchswesen XIV, H. 2, S. 251-292. — FRANZ, F., 1968: Die Ergebnisse standortkundlich-ertragskundlicher Forschung als Grundlage zuverlässiger Ertragsschätzungen auf gegebener Standorteinheit. Habilitationsschrift Univ. München. — HOCHTANNER, G., und SEITSCHKE, O., 1964: Wuchsleistungen von Kiefernbeständen auf Meliorierungsflächen nach dem Bodenwührer Verfahren. Forstw. Cbl. **83**, S. 1-23. — JOHANN, K., 1968: Größe und Verteilung des Zuwachses in Verjüngungsbeständen der Fichte. Diss. Univ. München. — KENNEL, R., 1967: Ertragskundliche Ergebnisse neuer Düngungsversuche in Kiefern-, Fichten- und Buchenbeständen Bayerns. Forstw. Cbl. **86**, S. 13 bis 28. — KENNEL, R., und WEHRMANN, J., 1967: Ergebnis eines Düngungsversuches mit extrem hohen Stickstoffgaben in einem Kiefernbestand geringer Bonität. Berichte XIV. IUFRO-Kongreß Sekt. 25, S. 216-231. — KREUTZER, K., 1967: Ernährungszustand und Volumenzuwachs von Kiefernbeständen neuer Düngungsversuche in Bayern. Forstw. Cbl. **86**, S. 28-53. — MANG, K., 1955: Der Föhrenüberhaltbetrieb im Forstamt Lindau i. B. Diss. Univ. München. — MEYER, J., 1939: Über die Kronenabwölbung und Zuwachsschwankungen der Kiefer in Norddeutschland. Z. f. F. u. Jw. **71**, S. 369-403 und S. 431-452. — v. PECHMANN, H., und WUTZ, A., 1960: Haben Mineräldüngung und Lupinenanbau einen Einfluß auf die Qualität von Fichten- und Kiefernholz? Forstw. Cbl. **79**, S. 91-105. — POLLANSCHÜTZ, J., 1967: Objektive Ermittlung der Auswirkung äußerer Einflüsse auf die Zuwachsleistung. Mitt. d. Bundes-Vers.-Anst. Wien, **77/1**, S. 277-292. — v. S^{z.}, 1835: Über den Zustand der Kiefernwaldungen in der oberen Pfalz und über die Mittel, ihre Production zu erhöhen. Z. f. d. F. u. Jw. mit besonderer Rücksicht auf Bayern. Neue Folge VI/2, S. 13-65. — SCHWAPPACH, A., 1908: Die Kiefer. Verlag J. Neumann, Neudamm. — SCHÖBER, R., 1951: Zum Einfluß der letzten Dürrejahre auf den Dickenzuwachs. Forstw. Cbl. **70**, S. 204-228. — SCHUBERT, J., 1931: Niederschlag und Kiefernwachstum. Z. f. d. F. u. Jw., S. 638-642. — SEIBT, G., 1967: Zur Frage des Zuwachsganges von Höhen- und Durchmesserzuwachs. Mittl. d. Forstl. Bundes-Vers.-Anst. Wien **77/1**, S. 249-257. — WIEDEMANN, E., 1942: Die schlechtesten ostdeutschen Kiefernbestände. Berlin. — WIEDEMANN, E., 1948: Die Kiefer 1948. Hannover. — WIEDEMANN, E., 1951: Ertragskundliche und waldbauliche Grundlagen der Forstwirtschaft. Frankfurt a. M. — WITTICH, W., 1951: Der Einfluß der Streunutzung auf den Boden. Forstw. Cbl. **70**, S. 65-92. — WITTICH, W., 1954: Die Melioration streugennutzter Böden. Forstw. Cbl. **73**, S. 211-232. — ZÖTTL, H., und KENNEL, R., 1962: Die Wirkung von Ammoniakgas- und Stickstoffsalzdüngung in Kiefernbeständen. Forstw. Cbl. **81**, S. 65-91.

