

praxis, Radebeul und Berlin, 1956. — MÜNCH, E.: Beiträge zur Forstpflanzenzüchtung, herausgegeben von BR. HUBER, München, 1949. — NILSSON, B.: Om sambandet mellan moderträd och avkomma hos tal och gran (Zusammenhänge zwischen Mutterbaum und Nachkommenschaften bei *Pinus silvestris* und *Picea abies*, Svenska Skogsfören. Tidskr. **56**, S. 55 bis 68, 1958. — ROHMEDEK, E.: Die Vererbung der Austreibzeit bei Fichteneinzelstämmen, Forstwiss. Centralblatt **67**, S. 32–38, 1948. — ROHMEDEK, E., u. SCHÖNBACH, H.: Genetik und Züchtung der Waldbäume, Hamburg und Berlin, 1959. — SCHMIDT, W.: Zur Analyse von Dickungen nebst Folgerungen für Anerkennung und Auslesedurchforstung, Forstarchiv **31**, S. 105–109, 1960. — SYRACH-LARSEN, C., Genetics in Silviculture, Edinburgh, 1956.

Nadelanalytische Untersuchungen an Fichten-Altbeständen sehr guter Wuchsleistung im bayerischen Alpenvorland

VON O. STREBEL

*Aus dem Institut für Bodenkunde und Standortslehre
der Forstlichen Forschungsanstalt München*

Das Ziel nadelanalytischer Untersuchungen von Fichten (und anderen Waldbäumen) ist in der Regel die Ermittlung des Ernährungszustandes der Probebäume (vgl. LEYTON 1958). Für die Untersuchung zog man meist Fichten jüngeren Alters, also von Kulturen, Stangen- und Baumhölzern heran. In diesem Altersstadium ist die Kenntnis des Ernährungszustandes besonders interessant, da man durch geeignete Maßnahmen mangelhafte Mineralstoffernährung verbessern und so einen nachhaltigen Mehrzuwachs bei dem heranwachsenden Bestand erzielen kann. Die Ernährungsverhältnisse von Fichten aus Altbeständen sind dagegen noch wenig bekannt. Im Rahmen anderer nadelanalytischer Arbeiten nahmen wir deshalb auch auf 4 Standorten, die mit über 100jährigen Fichten sehr guter Wuchsleistung bestockt sind, Nadeluntersuchungen vor. Zunächst wollten wir den Einfluß der Position der Nadeln im oberen Kronenraum auf die Mineralstoffgehalte der Nadeln prüfen. Denn diese Frage ist für die Nadelprobenahme bei älteren und höheren Bäumen von Bedeutung. Weiterhin sollte untersucht werden, bei welchen Ernährungsverhältnissen solche ausgezeichneten Wuchsleistungen erreicht werden.

Versuchsstandorte, Methodik, Versuchsfehler

Als Versuchsstandorte wurden vier 100 bis 110 Jahre alte Fichtenreinbestände in ebener Lage mit der Höhenbonität I* (Ertragstafel nach VANSELOW) ausgewählt. Die Probeflächen befinden sich in den Forstämtern München-Süd (Wuchsgebiet Münchener Schotterebene) sowie Ottobeuren, Sachsenried und Denklingen (Wuchsgebiet Voralldauer Altmoränen- und südliche Schotterlandschaft). Die näheren standörtlichen Verhältnisse sind in Tabelle 1 kurz beschrieben.

Tabelle 1

Standortverhältnisse der Probestflächen

Forstamt	Waldort	Ausgangsmaterial des Bodens	Bodentyp	Humusform	Besonderheiten
München-Süd	Abt. 2a, Distr. Staudenwiese	Lößlehm üb. verlehmt. Hochterrassenschotter	Parabraunerde — Braunerde	mullartiger Moder	1. Generation Fichte, vorher Acker
Ottobeuren	Abt. Liebenthaner Höhe	Decklehm üb. verlehmt. altspleistoz. Schottern	zweischichtige Podsol-Braunerde	mullartiger Moder	1. Generation Fichte, vorher Weide
Sachsenried	Abt. Habratshofer Fluren	Decklehm üb. verlehmt. Hochterrassenschotter	zweischichtige Braunerde	mullartiger Moder	1. Generation Fichte, vorher Acker
Denklingen	Abt. Saulache	Decklehm üb. verlehmt. Hochterrassenschotter	zweischichtige Podsol-Braunerde	rohhumusartiger Moder	1. Generation reine Fichte, vorher Laub-Nadel-Mischwald

Auf diesen Versuchsflächen von etwa 800 m² Größe wurden zwischen Anfang Oktober und Ende Dezember 1956 jeweils 4 bis 6 herrschende Fichten (Baumklasse 2 nach KRAFT) gefällt. Die verschiedenen Fichtenrassen blieben unberücksichtigt. Ein Teil der Probestämme (besonders von München-Süd) zeigte im untersten Stammabschnitt Kernfäule-Schäden. Unmittelbar nach dem Fällen schnitten wir die Terminaltriebe mit den halbjährigen Nadeln möglichst sämtlicher Hauptäste der einzelnen Wirtel ab, vom ersten Wirtel angefangen bis in eine Entfernung von ca. 2,5 m von der Gipfelspitze. Meist wurden die Terminaltriebe mehrerer Äste eines Wirtels jeweils zu einer Mischprobe vereinigt. Außerdem ermittelten wir die Höhentriebelängen der letzten 10 bis 15 Jahre sowie die genaue Altersstellung der Wirtel durch Jahresringzählungen an Stammscheiben. Das Probenmaterial wurde möglichst noch am Tage der Probenahme bei 65 ° C im Trockenschrank getrocknet; danach ließen sich die Nadeln gut von den kleinen Ästchen abstreifen.

Wir bestimmten in den Nadeln die Nährelemente N, P, K, Ca, Mg und Mn. Der N-Gehalt wurde nach Kjeldahlaufschluß maßanalytisch ermittelt. Zur Bestimmung der übrigen Elemente veraschten wir das Nadelpulver. Phosphor wurde photometrisch nach der Vanadat-Molybdat-Methode (GERICKE & KURMIES 1952) gemessen, Kalium unmittelbar aus der Aschenlösung flammenphotometriert. Calcium fällten wir als Oxalat aus der Aschenlösung und bestimmten es flammenphotometrisch; im Filtrat der Calciumfällung wurde Magnesium als Oxychinolat gefällt und maßanalytisch ermittelt (SCHARRER & MENGEL 1957). Die Mn-Bestimmung erfolgte photometrisch aus der Aschenlösung, nach Oxydation zu Permanganat mittels Na-Perjodat.

Unsere Meßgrößen sind mit verschiedenen Fehlern behaftet, die kurz besprochen werden sollen. Infolge Fällungsschäden war es nicht immer möglich, die Terminaltriebe sämtlicher Hauptäste eines Wirtels zu ernten; z. T. mußten wir uns mit dem Terminaltrieb nur eines Astes je Wirtel begnügen. Es ist aber damit zu rechnen, daß die Mineralstoffgehalte der halbjährigen Nadeln von verschiedenen Terminaltrieben

des gleichen Wirtels unter Umständen erheblich voneinander abweichen (z. B. WEHRMANN 1959, S. 93). Außerdem konnten von einzelnen Wirteln – ebenfalls wegen Fällungsschäden – überhaupt keine Nadelproben entnommen werden.

Als Maßstab für den Ernährungszustand der herrschenden Bäume auf unseren Probeflächen verwenden wir den Mittelwert, der sich aus den Nährelementkonzentrationen der Nadeln des ersten Wirtels von 4 bis 6 herrschenden Fichten je Standort ergibt. Der Fehler dieses Standortsmittelwertes beträgt – bei einer Überschreitungswahrscheinlichkeit von 5 % – für den N-Gehalt $\pm 7\%$. Für die P-, K-, Ca-, Mg- und Mn-Gehalte erreichen die Fehler der Mittelwerte aber bereits Größen von 16 bis 21 % (Tab. 2). 4 bis 6 Altfichten reichen zu einer sicheren Beurteilung der P-, K-, Ca-, Mg- und Mn-Ernährung auf einem bestimmten Standort nicht aus; deshalb ist bei der Auswertung dieses Materials entsprechende Zurückhaltung erforderlich. Um den Fehler auch bei diesen Nährelementen auf 7 % zu drücken, hätten wir Nadelproben von 31 bis 57 Bäumen nehmen müssen. Wegen des Alters der Versuchsbestände und infolge von Standortverschiedenheiten innerhalb der benötigten größeren Probeflächen war ein solches Vorgehen bei unseren Untersuchungen nicht möglich.

Hinsichtlich der Wuchsleistung beschränkten wir uns auf die Ermittlung der Höhenbonität nach der Ertragstafel von VANSELOW (1951). Eine Feststellung des tatsächlichen Volumenzuwachses (z. B. der letzten 5 Jahre vor dem Probenahmezeitpunkt) mußte wegen des damit verbundenen Arbeitsaufwandes unterbleiben.

Beziehungen zwischen der Nährelementkonzentration der halbjährigen Nadeln und der Position der Nadeln im Kronenraum

Für die Nadelanalyse verwendet man im allgemeinen die halbjährigen Nadeln des 1. Wirtels. Der oberste Wirtel ist leicht zu erkennen und kann nicht mit anderen Wirteln verwechselt werden. Eine sorgfältige Nadelprobenahme bereitet aber bei Fichten-Baum- und Althölzern einige Schwierigkeiten, wenn die Fällung von Probebäumen nicht möglich ist (z. B. bei Düngungsversuchen). In der Regel hilft man sich mit Zapfenpflückern, die die Probebäume besteigen und die gewünschten Äste mit den halbjährigen Nadeln abschneiden. Aber auch für einen Zapfenpflücker ist es nicht immer leicht, sich in dichten Fichtenkronen zu orientieren und die Zweige des ersten Wirtels zu ernten. Zieht man halbjährige Nadeln tieferer Wirtel heran, so können dadurch Abweichungen gegenüber den Mineralstoffgehalten des 1. Wirtels bedingt sein. Welchen Einfluß die Position der halbjährigen Nadeln auf die Nährelementkonzentration haben kann, zeigen die Abbildungen 1 und 2. Dabei ist allerdings zu berücksichtigen, daß sprunghafte Veränderungen der Mineralstoffgehalte von Wirtel zu Wirtel teilweise durch die Art der Probenahme verursacht werden (manchmal stand nur ein Terminaltrieb je Wirtel zur Verfügung).

Zunächst sei der Verlauf der N-Konzentrationen im untersuchten Kronenbereich (Abbildungen 1 und 2) besprochen. Die N-Gehalte der halbjährigen Nadeln nehmen vom Gipfeltrieb bis etwa zum 3. bis 5. Wirtel in einer Entfernung von etwa 0,5 bis 1 m vom Gipfel deutlich zu. Weiter kronenabwärts sinken die N-Werte ganz allmählich wieder ab. Die Ursache dieses auffallenden und bei allen untersuchten Fichten erkennbaren Konzentrationsverlaufs ist nicht bekannt. Zwar liegt ein Vergleich mit dem Übergang der „Sonnenkrone“, dem stärker belichteten Teil der Krone oberhalb der größten Kronenbreite (vgl. ASSMANN 1957), zur „Schattenkrone“ nahe. Die Grenze zwischen Sonnenkrone und Schattenkrone befindet sich bei unseren Probe-

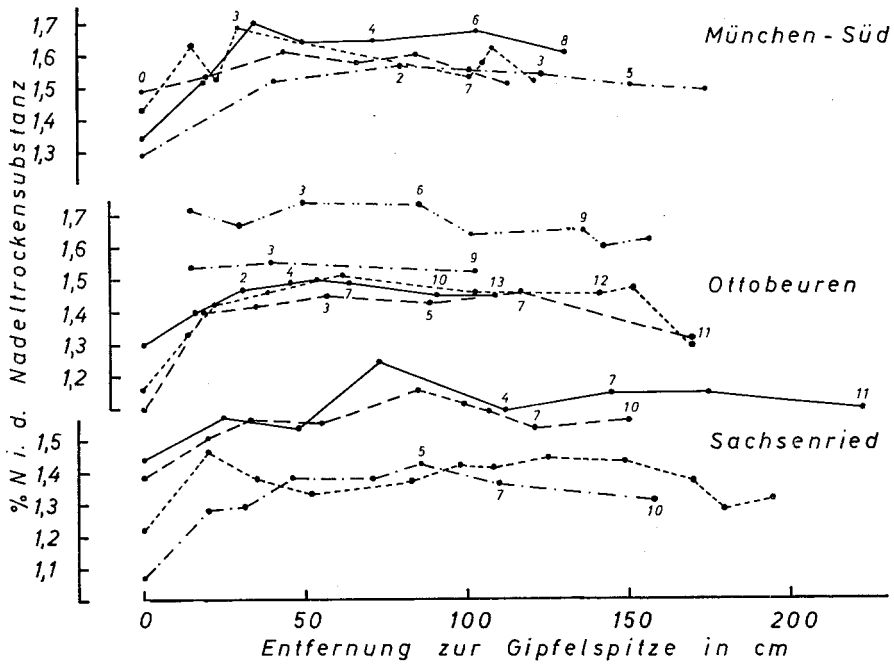


Abb. 1. Position der halbjährigen Nadeln im Kronenraum und N-Konzentration in den Nadeln (4 bis 5 Bäume je Standort, Ziffern bezeichnen Wirtel-Nummern, O = Nadeln des Gipfeltriebes)

bäumen mit einer Gesamtkronenlänge von etwa 4 bis 8 m aber wahrscheinlich tiefer als der Maximumbereich der N-Konzentration.

Zieht man also für die Nadelanalyse nicht die halbjährigen Nadeln des ersten Wirtels, sondern anderer Wirtel aus dem oberen Kronenraum von Altfichten heran, so muß man mit überwiegend positiven Abweichungen der N-Gehalte gegenüber den Werten des 1. Wirtels bis zu 7 % rechnen.

Untersuchungen von WEHRMANN (1957) in einem 20jährigen Fichtenbestand führten zu etwas anderen Ergebnissen. Bei den jüngeren Bäumen nahmen im Gegensatz zu unseren Altfichten die N-Gehalte vom obersten Wirtel nach unten gleichmäßig ab. Die N-Konzentrationen der halbjährigen Nadeln des 6. bis 8. Wirtels waren bis zu 14 % geringer als die des 1. Wirtels.

Unregelmäßig und ohne erkennbare Tendenz ist der Verlauf der P-Konzentrationen (Abb. 2); die maximale Abweichung von den Werten des 1. Wirtels ist größer als bei den N-Konzentrationen (bis 13 %).

Noch größere Abweichungen weisen die K-Gehalte der Nadeln tieferliegender Wirtel auf (bis 30 %). Die K-Konzentrationen fallen z. T. vom 1. zum 2. Wirtel deutlich ab, steigen aber in tieferen Wirteln langsam wieder an. Die Ca- und Mg-Konzentrationen ändern sich im untersuchten Kronenraum unregelmäßig; es ergeben sich relativ hohe und für Magnesium überwiegend negative Abweichungen gegenüber den Konzentrationen des 1. Wirtels (bis 25 bzw. 23 %). Am meisten weichen die Mn-Gehalte von den Werten des 1. Wirtels ab (bis 36 %, Abb. 2).

Nadelanalytische Werte von Fichten, die auf Nadelproben des ersten Wirtels beruhen, sind also nicht ohne weiteres mit Werten zu vergleichen, die man in Nadeln tieferer Wirtel des oberen Kronenbereichs erhielt. In Tabelle 2 sind mehrere Fehler,

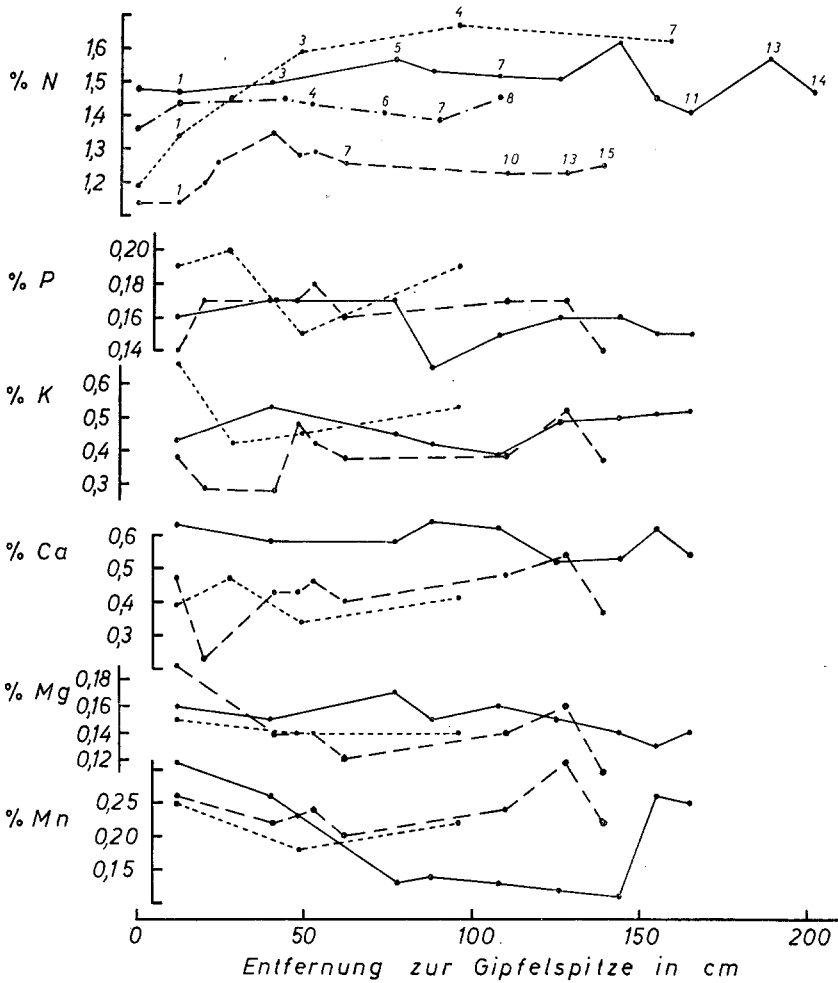


Abb. 2. Position der halbjährigen Nadeln im Kronenraum und Nährelementkonzentrationen in den Nadeln (3 bis 4 Bäume der Probefläche Denklingen, Ziffern bezeichnen Wirtel-Nummern, O = Nadeln des Gipfelbetriebes)

die bei nadelanalytischen Untersuchungen über die Mineralstoffernährung von Fichtenbeständen auftreten, einander gegenübergestellt. Diese Zusammenstellung zeigt, daß die durch Verwendung von Nadelproben tieferer Wirtel bedingten Abweichungen die beiden anderen angeführten Fehler bei den K-, Ca-, Mg- und Mn-Konzentrationen teilweise erheblich überschreiten.

Die vorliegenden Untersuchungen ergaben keine brauchbaren Hinweise für eine Möglichkeit, die Mineralstoffgehalte tieferer Wirtel auf die des ersten Wirtels umzurechnen.

Tabelle 2

Fehler (in %) bei nadelanalytischen Untersuchungen über die Mineralstoffernährung von Fichtenbeständen

Probenahme der halbjährigen Nadeln des 1. Wirtels von herrschenden Bäumen jeweils Oktober bis Dezember

	N	P	K	Ca	Mg	Mn
Fehler des Standortsmittelwertes ² bei Altbeständen (4–6 Bäume je Standort)	± 7	± 16	± 19	± 21	± 16	± 20
Fehler des Standortsmittelwertes ² bei jüngeren Beständen (8–10 Bäume je Standort) ³	± 6	± 9	± 13	± 16	± 16	
Schwankungen des Standortmittelwertes von Jahr zu Jahr ³	10	13	13	49		
Maximaler Fehler bei Verwendung von Nadelproben tieferer Wirtel ¹ (Werte des 1. Wirtels = 100)	7	13	30	25	23	36

¹ Mittelwert für Terminaltriebe mit halbjährigen Nadeln im oberen Kronenteil von 17 (für N) bzw. 3 Altfichten — ² Überschreitungswahrscheinlichkeit 5 % — ³ vgl. STREBEL 1960

Ernährungszustand der Altfichten mit Höhenbonität I*

Die untersuchten Fichten-Althölzer zählen auf Grund ihrer Höhenbonität von I* zu den Spitzenbeständen Bayerns. Deshalb liegt die Frage nahe, bei welchen Ernährungsverhältnissen solche Wuchsleistungen erreicht werden und wie die gemessenen Mineralstoffgehalte mit den bisherigen Erfahrungen übereinstimmen. Die ermittelten Nährelementkonzentrationen des 1. Wirtels, die als Maßstab für den Ernährungszustand dienen, sind in Tabelle 3 zusammengestellt. Zur Beurteilung dieser Zahlen ziehen wir vor allem Ergebnisse der Untersuchung von 20- bis 60jährigen Fichtenbeständen in Bayern (STREBEL 1960) heran. Es wäre möglich, daß hinsichtlich der Beziehung Ernährungszustand – Wuchsleistung für Altfichten etwas andere Maßstäbe gelten als für jüngere Fichten. Z. B. könnten die optimalen Nährelementkonzentrationen sehr alter Fichten und jüngerer Bäume verschieden sein. Für eine genauere Prüfung dieses Problems reicht unser Versuchsmaterial jedoch nicht aus. Dazu müßten Volumenzuwachswerte verschieden wüchsiger junger und alter Fichten zur Verfügung stehen, denn die Höhenbonität ist nicht immer ein hinreichend zuverlässiger Maßstab für die Wuchsleistung.

Die N-Gehalte unserer Probefichten betragen 1,32 bis 1,56 %/ø. Sie liegen damit über dem ausgesprochenen Mangelbereich, der nach Feststellungen von TAMM (1956) und STREBEL (1960) unter 1,3 %/ø N beginnt. Jüngere Fichten mit Spitzenbonität hatten ebenfalls N-Konzentrationen von 1,32 bis 1,54 %/ø (STREBEL 1960). N-Gehalte

Tabelle 3

Nährelementkonzentrationen und -verhältnisse in den halbjährigen Nadeln des 1. Wirtels bei Fichten-Altbeständen mit Höhenbonität I* (5 bis 6 Bäume je Probefläche)

Forstamt	Alter	N %	P %	N/P	K %	Ca %	K/Ca	Mg %	Mn %
München-Süd	≈ 110	1,56	0,25	6,2	0,40	0,65	0,62	0,16	0,24
Ottobeuren	≈ 110	1,47	0,19	7,7	0,45	0,67	0,67	0,18	0,16
Sachsenried	≈ 110	1,40	0,16	8,7	0,40	0,49	0,82	0,18	0,19
Denklingen	≈ 110	1,32	0,17	7,8	0,45	0,48	0,94	0,16	0,27
		1,44	0,19	7,4	0,42	0,57	0,76	0,17	0,22

von 1,32 bis 1,56 % zeigen also eine recht gute Stickstoffernährung an und es scheint, daß in unserem Versuchsgebiet eine solche Stickstoffversorgung zur Erzielung sehr guter Wuchsleistungen durchaus genügt. INGESTAD (1959) allerdings erzielte in Waskerkulturen erst bei einem Wert von 2,0 % N in den Nadeln das maximale Wachstum von Fichtensämlingen; 90 % dieser Höchstleistung wurden aber bereits bei N-Gehalten ab etwa 1,5 % aufwärts erreicht.

Die gemessenen P-Gehalte von 0,16 bis 0,25 % überschreiten die Werte für mäßigen (< 0,115 %) bzw. starken P-Mangel (< 0,08 %) [vgl. TAMM 1956, WITTICH 1958, STREBEL 1960] beträchtlich und sind z. T. auch höher als die jüngerer Fichten mit Spitzenbonität (0,14 bis 0,19). Die Alt-fichten sind also gut bis reichlich mit Phosphor ernährt. Dieser Befund stimmt mit Ergebnissen der schon erwähnten Versuche von INGESTAD (1959) überein. Er erhielt bei P-Gehalten von etwa 0,11 % aufwärts 90 % des maximalen Wachstums seiner Fichtensämlinge; der optimale P-Wert betrug 0,2 %.

Die N : P-Verhältnisse der Probefichten zwischen 6,2 und 8,7 sind normal; N : P-Quotienten von etwa 7 bis 10 lassen auf eine ausgeglichene Ernährung mit Stickstoff und Phosphor schließen (vgl. STREBEL 1960).

Die K-Gehalte von 0,40 bis 0,45 % kommen nahe an die für K-Mangel bekannten Konzentrationen von etwa 0,3 % K (HEIBERG & WHITE 1951, BJÖRKMAN 1953, TAMM 1953 und 1956, INGESTAD 1959) heran. K-Mangelsymptome waren an den Nadeln zwar in keinem Fall zu erkennen, beginnender K-Mangel kann aber nicht ausgeschlossen werden. Da die Ca-Konzentrationen mit 0,48 bis 0,67 % hoch liegen, wird infolge der geringen K-Gehalte der K:Ca-Quotient entsprechend stark gedrückt (0,62 bis 0,94). TAMM (1953) und STREBEL (1960) halten ein K:Ca-Verhältnis von 0,8 bis 2,4 für normal. Bei jüngeren Fichten guter und sehr guter Höhenbonität von ähnlichen Standorten¹ unseres Versuchsgebietes ermittelten wir höhere K-Gehalte (0,50 bis 0,64 %) und K:Ca-Werte (1,24 bis 2,06); die Ca-Konzentrationen waren niedriger (0,31 bis 0,42 %). Die sehr gut wüchsigen Alt-fichten weisen also etwas geringere K-Gehalte und höhere Ca-Werte auf als jüngere Fichten guter und sehr guter Wuchsleistung. Möglicherweise sind die geschilderten Unterschiede z. T. durch Schwankungen der Konzentration von Jahr zu Jahr (vgl. die Zahlen in Tab. 2) erklärbar. Denn im Gegensatz zu den Werten der Alt-fichten, die nur für 1956 ermittelt sind, stellen die zum Vergleich benutzten Mineralstoffgehalte jüngerer Bestände Mittelwerte aus zweijährigen Messungen (1957 und 1958) dar. Vielleicht können die etwas abweichenden Werte der Alt-fichten aber auch durch das hohe Baumalter mitbedingt sein.

¹ Standorte Nr. 8 und 9 (FA. Breienthal), Nr. 13 und 14 (FA. Denklingen) und Nr. 57 (FA. Sachsenried) in der Beschreibung der Versuchsstandorte (STREBEL 1960).

Die gemessenen Mg-Konzentrationen sind beträchtlich höher als der Mangelwert von 0,05 % Mg (THEMLITZ 1958, INGESTAD 1960) und liegen in einer Größenordnung (0,16 bis 0,18 % Mg), die auch bei jüngeren gut und sehr gut wüchsigen Fichtenbeständen häufig auftrat. INGESTAD (1959) gibt auf Grund seiner Untersuchungen mit Fichtensämlingen einen Optimumbereich von etwa 0,09 bis 0,17 % Mg an.

Die Mn-Gehalte von 0,16 bis 0,27 % Mn liegen ebenfalls deutlich über den von TAMM (1956) und INGESTAD (1958) genannten Mangelwerten (0,0004 bis 0,002 % Mn).

Legt man die bisher für Fichten jüngeren Alters bekannten Ergebnisse zugrunde, so ergibt sich zusammenfassend, daß die untersuchten Altlichten mit Höhenbonität I* eine reichliche Ca- und Mn- sowie eine gute bis reichliche P- und Mg-Ernährung aufweisen; die Versorgung mit Stickstoff ist gut. Die Ursache der vergleichsweise niedrigen K- und K:Ca-Werte ist erst durch weitere Untersuchungen zu ermitteln. Es darf jedoch nicht übersehen werden, daß neben der guten Ernährung mit Mineralstoffen auch die Gunst anderer Wachstumsfaktoren am Zustandekommen der ausgezeichneten Wuchsleistungen beteiligt ist. Insbesondere die relativ hohen Sommerniederschläge und die durch Föhneinfluß begünstigten Wärmeverhältnisse während der Vegetationszeit förderten das Wachstum der Fichten.

Zusammenfassung

1. 4 Fichten-Altbestände des bayerischen Alpenvorlandes wurden nadelanalytisch untersucht. Das Alter der Fichten lag zwischen 100 und 110 Jahren, ihre Höhenbonität war I*.
2. Die Position der halbjährigen Nadeln im Kronenraum hat Einfluß auf die Nährelementgehalte der Nadeln. Die Nadeln von Terminaltrieben tieferer Wirtel weisen teils höhere, teils niedrigere Konzentrationen auf als die Nadeln des 1. Wirtels (Abb. 1 und 2). Die durchschnittliche maximale Abweichung von den Werten des 1. Wirtels beträgt für N und P 7 bzw. 13 %; für K (30 %), Ca (25 %), Mg (23 %) und Mn (36 %) ist sie beträchtlich größer.
3. Legt man die für Fichten jüngeren Alters bekannten Ergebnisse zugrunde, so weisen die Nadelanalysen auf eine reichliche Ca- und Mn- sowie eine gute bis reichliche P- und Mg-Ernährung hin; die N-Versorgung ist gut. Die Klärung der vergleichsweise niedrigen K- und K:Ca-Werte bedarf einer weiteren Untersuchung.

Der Verfasser dankt den beteiligten Forstämtern für ihre Hilfe und den chemisch-technischen Assistentinnen Frl. Hamann und Frau Knappe für die sorgfältige Durchführung der chemischen Analysen.

Summary

1. Needle analyses were carried out on 4 old spruce stands. The age of the tested spruce trees (4 — 6 dominant trees on each stand) which had a very good height quality ranged between 100 and 110 years.
2. The nutrient concentration of the current needles is, as indicated by chemical analysis, influenced by their crown position. Needles of terminal shoots from lower whorls have sometimes higher and sometimes lower nutrient concentrations than the needles from first whorl (fig. 1 + 2). The maximum deviation of nutrient concentrations of needles in lower positions with those of the first whorl is 7 % for N and 13 % for P. Deviations for K, Ca, Mg and Mn are 30 %, 25 %, 23 % and 36 % respectively.
3. Using the results of needle analyses of younger spruce trees as comparison, it appears, that the tested spruce trees have an abundant supply of Ca and Mn, a good supply of P and Mg and a sufficient nitrogen supply (table 3). The reason for the comparatively low content of K and also for the low K/Ca ratio is uncertain and must be further examined. The excellent growth performance of the spruce trees can be attributed to the good supply of nutrients and also to the favourable climate of the test area with its high summer precipitations combined with mild temperatures during the growing season.

Literatur

- ASSMANN, E., 1957: Standraumökonomie. Mitt. Staatsforstverw. Bayerns, 29, S. 158 bis 175. — BJÖRKMANN, E., 1953: The yellow tip disease of spruce (*Picea Abies* Karst.) plants in forest nurseries. Sv. Skogsvårdsför. Tidskr., 51, S. 211 bis 229. — GERICKE, S. und KURMIES, B., 1952: Die colorimetrische Phosphorsäurebestimmung mit Ammonium-Vanadat-Molybdat und ihre Anwendung in der Pflanzenanalyse. Z. Pflanzenanalyse, Düngung, Bodenkunde, 59, S. 235. — HEIBERG, S. O. und WHITE, D. P., 1951: Potassium deficiency of reforested pine and spruce stands in northern New York. Proc. Soil Sci. Soc. America, 15, S. 369 bis 376. — INGESTAD, T., 1958: Studies on manganese deficiency in a forest stand. Medd. Skogsforskn., 48, Nr. 4. — INGESTAD, T., 1959: Studies on the nutrition of forest tree seedlings. II. Mineral nutrition of spruce. Physiol. Plant., 12, S. 568 bis 593. — INGESTAD, T., 1960: Some notes on magnesium deficiency of spruce in forest nurseries. Sv. Skogsvårdsför. Tidskr. Nr. 1, S. 69 bis 76. — KRAFT, G., 1884: Beiträge zur Lehre von den Durchforstungen, Schlagstellungen und Lichtungshieben. Hannover. — LEYTON, L., 1958: The mineral requirements of forest plants. Handb. Pflanzenphysiologie, Bd. 4: Die mineralische Ernährung der Pflanze, S. 1026 bis 1039, Springer-Verlag. — SCHARRER, K. und MENGEL, K., 1957: Die Bestimmung kleinster Mengen Magnesium für Zwecke der agrikulturchemischen Analyse. Z. Pflanzenern., Düngg., Bodenkde., 77, S. 18 bis 36. — STREBEL, O., 1960: Mineralstoffernährung und Wuchsleistung von Fichtenbeständen (*Picea Abies*) in Bayern. Forstw. Cbl., 79, S. 17 bis 42. — TAMM, C. O., 1953: Mera om granens gulspettssjuka. Sv. Skogsvårdsför. Tidskr., 51, S. 1 bis 7. — TAMM, C. O., 1956: Studies on the forest nutrition. III. The effects of supply of plant nutrients for a forest stand on a poor site. Medd. Skogsforskn. Inst., 46, Nr. 3. — TAMM, C. O., 1956: Studies on forest nutrition. IV. The effects of supply of potassium and phosphorus to a poor stand on drained peat. Medd. Skogsforskn. Inst., 46, Nr. 7. — THEMLITZ, R., 1958: Ein Beitrag zur Düngung in forstlichen Pflanzgärten. Beobachtungen zum Kalk-Kali-Antagonismus bei jungen Nadelholzpflanzen. Kali-Briefe. Fachgeb. Forstw. 1. Folge, S. 1 bis 10. — VANSELOW, K., 1951: Fichtenertragstafel für Südbayern. Forstw. Cbl. 70. — WEHRMANN, J., 1957: Die Stickstoffgehalte von Fichtennadeln in Abhängigkeit von der Stickstoffversorgung der Bäume. Mitt. Staatsforstverw. Bayerns, 29, S. 62 bis 72. — WEHRMANN, J., 1959: Methodische Untersuchungen zur Durchführung von Nadelanalysen in Kiefernbeständen. Forstw. Cbl., 78, S. 77 bis 97. — WITTICH, W., 1958: Auswertung eines forstlichen Düngungsversuches auf einem Standort mit für weite Gebiete Deutschlands typischem Nährstoffhaushalt. Ruhr-Stickstoff AG., Bochum, S. 1 bis 48.

Über die Brauchbarkeit des Verfahrens von HART-BECKING zum Festlegen der Durchforstungsstärke

Erwiderung

Von E. ASSMANN

Alle in dem ersten Aufsatz obigen Titels von ASSMANN (4) und in der gleichbetitelten Erwiderung von BECKING (3) berührten Probleme sind in der „Waldetragskunde“ von ASSMANN (5) im Zusammenhang erschöpfend behandelt. Im einzelnen sei hingewiesen auf die Seiten 118-124 (Auswirkungen von Durchforstungen auf Kronendimensionen und Flächenleistungen), 152 (Das „Voreilen“ der Zuwachsgipfelung von Beständen gegenüber Einzelbäumen), 228 (Die Wuchsbeschleunigung) und 305-312 (Schnellwuchsbetrieb).

Die Beispiele von BECKING betreffen Durchforstungsversuche in jungen *Douglasien-*