

Struktur, Biomasse und Zuwachs eines älteren Fichtenbestandes

Von B. VON DROSTE ZU HÜLSHOFF

Aus dem Institut für Ertragskunde der Forstlichen Forschungsanstalt München

Einleitung

Im Rahmen des Internationalen Biologischen Programms wird die Primärproduktion eines 76j. Fichtenbestandes im Ebersberger Forst bei München untersucht¹.

Der 76j. Fichtenreinbestand stockt auf älterem Würmschotter. Der Bodentyp ist eine Parabraunerde. Die Jahresniederschläge liegen bei 975 mm, die mittlere Jahrestemperatur beträgt 7° C. Der Bestand weist nach der Fichtenertragstafel 1963 von ASSMANN/FRANZ für Bayern ein oberes Ertragsniveau und eine Oberhöhenbonität 35 auf. Die Grundfläche entspricht mit 57,3 m² annähernd der optimalen Grundfläche nach dieser Tafel. Bei einem Schaftholzvorrat von 728 Vfm m. R. wird zur Zeit ein jährlicher Zuwachs von fast 16 Vfm m. R. geleistet.

1. Oberirdischer Trockengewichtsvorrat

Der Verfasser hat bereits über Untersuchungsverfahren und einen Teil der Untersuchungsergebnisse, die an fünf Probestämmen aus dem Versuchsbestand gewonnen wurden, berichtet (1968, 1969).

Aus den Schaftholzdichtewerten für diese Bäume ergibt sich durch Wichtung mit der Grundfläche in Brusthöhe ein durchschnittlicher Raumdichtewert für den Bestand von 368 kg/fm. Mit Hilfe dieses Wertes wurde eine Umrechnung des aufstockenden Schaftholzvolumens in ein Trockengewichtsäquivalent vorgenommen.

Die in der Übersicht 1 verzeichneten Trockengewichtsanteile der Kronenorgane am oberirdischen Vorrat stellen Durchschnittswerte dar, die sich auf Grund einer Wichtung der Anteilswerte bei den Probestämmen mit dem jeweiligen Nadel- bzw. Triebachsenvorrat ergaben. Der Schaftholzvorrat wurde für einen 1200 m² großen Bestandesausschnitt ermittelt und in einen ha-Wert umgerechnet. Unter Verwendung der durchschnittlichen Anteilswerte für die Baumorgane resultierten hieraus die absoluten Größenordnungen für die Kronenorgane.

Bei der vorliegenden Untersuchung blieb die bodennahe Vegetation unberücksichtigt. Durch den dichten Bestandsschluß ist ihr Anteil an der oberirdischen Biomasse

¹ Die Untersuchungen werden durch die Deutsche Forschungsgemeinschaft gefördert. Sie stehen unter der koordinierenden Leitung von Professor Dr. E. ASSMANN, dem an dieser Stelle für wertvolle Hinweise und Unterstützung herzlich gedankt sei. Ebenso bin ich Dozent Dr. F. FRANZ für die kritische Durchsicht dankbar.

Oberirdischer Trockengewichtsvorrat im Untersuchungsbestand je ha

	in t	in %	mittl. Fehler des Vorrates in %
Schaftgewicht m. R.	267,97	83,20	± 1,96
Triebachsengewicht m. R. . .	28,28	8,78	± 11,44
Nadelgewicht	15,85	4,92	± 10,04
Trockenastgewicht	9,98	3,10	± 14,87
Oberirdischer Vorrat ohne Zapfen, Blüten	322,08	100,00	± 5,15

doch dürfte die Größenordnung des Zapfentrockengewichtes zum Aufnahmezeitpunkt weniger als 0,5 % der oberirdischen Biomasse betragen haben.

Es entfallen über 83 % des oberirdischen Trockengewichtsvorrates auf das Schaftholz und nicht ganz 14 % auf die Nadeln und Triebachsen der grünen Krone. Etwas mehr als ein Drittel (35,9 %) der grünen Kronenmasse wird von den Nadeln gebildet.

Der mittlere Fehler des Schafttrockengewichtes ist mit ± 1,96 % relativ gering. Höhen- und Durchmessermessungen wurden bei der Aufnahme mehrfach wiederholt, die Werte abgelocht und mit Hilfe institutseigener elektronischer Rechenprogramme überprüft. Die relativ hohen mittleren Fehler des Nadel-, Triebachsen- und Trockenastvorrates beruhen in erster Linie auf der natürlichen Streuung dieser Merkmalswerte bei den analysierten Probestämmen. Dagegen hängt der mittlere Fehler des Schaftholzvorrates weitgehend von dem Höhenmeßfehler ab. Für die gesamte oberirdische Biomasse des Bestandes beträgt der mittlere Fehler ± 5,2 %.

2. Oberflächen

Die Oberflächenwerte für die Probestämme wurden mit dem jeweiligen Trockengewicht gewogen und auf diese Weise ein mittlerer Oberflächenwert je kg Trockengewicht für den Bestand hergeleitet (siehe hierzu v. DROSTE ZU HÜLSHOFF, 1969).

Danach enthält 1 kg Nadelrockengewicht im Mittel 253 500 Nadeln mit einer allseitigen Oberfläche von 13 635 m²; 1 kg Triebachsrockengewicht dagegen 2569 Jahrestriebe mit einer Oberfläche von 0,987 m². Ein Kilogramm Trockenastgewicht weist im Mittel eine Oberfläche von 0,503 m² auf. Dies ergibt je ha mehr als 4 Milliarden Nadeln und 72 Millionen Jahrestriebe.

Bei einem Kroneninhalte von 38 368 cbm je ha und einem Kronentrockengewicht von 44 130 kg beträgt das mittlere Kronenraumgewicht 1,15 kg. Ein Kubikmeter Kroneninhalte enthält somit 0,41 kg Nadelrockengewicht, 103 936 Nadeln bei einer Nadeloberfläche von 5,59 m².

Nadeln, Triebachsen und Trockenastoberflächen für den Bestand konnten aus den oben genannten Oberflächen je kg Trockengewicht und den in Übersicht 1 aufgeführten absoluten Gewichtsgrößen berechnet werden. Auf die Herleitung der glatten Schaftrindenoberfläche ist der Verfasser bereits an anderer Stelle eingegangen (1969).

Übersicht 2 zeigt, daß vor allem die Nadeln und Triebachsen der grünen Baum-

duktion so gering, daß ein Außerachtlassen ohne größeren Fehler möglich war.

In dem Triebachsrockengewicht ist das Knospenrockengewicht enthalten. Zum Untersuchungszeitpunkt wies der Bestand nur einen geringen Zapfenbehang an einzelnen Bäumen auf. Wegen der Variabilität des Zapfenbehangs kann kein gesicherter Wert für das Zapfentrockengewicht des Bestandes angegeben werden;

kronen zu der beachtlichen Oberflächentaltung des Bestandes beitragen, entfällt doch auf diese ein Anteil von mehr als 93% an der gesamten oberirdischen Bestandesoberfläche. Die Oberfläche der Baumschäfte steht zu der Oberfläche der Triebachsen im Verhältnis 1:2,3, während sich für die Relation Triebachsen- zu Nadeloberfläche ein Verhältnis von 1:7,7 errechnet.

Übersicht 2

Oberflächen je ha für den Bestand

	Oberfläche in ha je ha Standfläche	in %	mittlerer Fehler der Oberfläche je ha in %
Glatte Triebachsenrindenoberfläche	2,79	10,67	± 16
Nadeloberfläche	21,61	82,62	± 11
Trockenastoberfläche	0,50	1,92	± 18
Glatte Schaftflächenoberfläche	1,25	4,79	± 5
Gesamte oberirdische Oberfläche	26,16	100,00	± 12

Bei einer Gesamtkronenmantelfläche je ha von 65 344 m² stehen für die Assimilation 216 115 m² Nadeloberflächen zur Verfügung, während die respirierenden Triebachsen eine Oberfläche von 27 912 m² bilden. Danach entfällt auf 1 m² Kronenmantelfläche eine Nadeloberfläche von 3,31 m² und eine Triebachsenoberfläche von 0,43 m².

Der mittlere Fehler der Nadel-, Triebachsen- und Trockenastoberfläche setzt sich aus verschiedenen Fehlerkomponenten zusammen. Die wichtigsten Einzelfehler sind hierbei der Schätzfehler der Biomasse und der Fehler der Oberflächenschätzfunktion.

Die Oberflächenindices für Triebachsen, Trockenäste und Baumschäfte geben nur Hinweise auf die tatsächlichen Oberflächen im Bestand, da stets eine fiktive, glatte Oberfläche berechnet wurde; die unterschiedliche Rauigkeit der Rinde z. B. durch Abheben von Rindenschuppen blieb unberücksichtigt.

3. Zuwachs

Triebachsenbiomasse (BT) und Nadelbiomasse (BN) kann man in die Komponenten durchschnittliche jährliche Produktion an Triebachsen ($\bar{p}T$) bzw. an Nadeln ($\bar{p}N$) und durchschnittliches Massenalter (das mit dem Trockengewicht gewogene Alter) der Triebachsen ($\bar{a}T$) bzw. der Nadeln ($\bar{a}N$) zerlegen:

$$BT_{(t/ha)} = \bar{p}T_{(t/ha)} \cdot \bar{a}T_{(Jahre)}$$

$$BN_{(t/ha)} = \bar{p}N_{(t/ha)} \cdot \bar{a}N_{(Jahre)}$$

Werden die Biomassegrößen BT bzw. BN sowie das durchschnittliche Massenalter $\bar{a}T$ bzw. $\bar{a}N$ bestimmt, so ergibt sich eine Möglichkeit zur Abschätzung der durchschnittlichen jährlichen Produktion $\bar{p}T$ bzw. $\bar{p}N$ ohne Streufallmessung:

$$\bar{p}T_{(t/ha)} = BT_{(t/ha)} / \bar{a}T_{(Jahre)}$$

$$\bar{p}N_{(t/ha)} = BN_{(t/ha)} / \bar{a}N_{(Jahre)}$$

Hierbei wird unterstellt, daß für die Dauer der jeweiligen Massenalter im undurchforsteten Altbestand der Trieb- und Nadelverlust durch den jährlichen Zuwachs an Trieb- und Nadel Trockengewicht ausgeglichen wird.

Übersicht 3

Durchschnittlicher jährlicher Zuwachs je ha

	Zuwachs		Zuwachs-prozent am Vorrat	mittlerer Fehler des Zuwachses in %	durchschnittliches Massenalter in Jahren
	in t	in %			
Schaft	5,88	37,91	2,19	41	
Triebachsen	3,29	21,21	11,66	29	8,58
Nadeln	6,34	40,88	39,93	40	2,50
Insgesamt	15,51	100,00	4,97	38	(20,13)

Die in der Übersicht 3 aufgeführten Zuwachswerte für die Kronenorgane sind sogenannte „Erhaltungsgrößen“, da sie auf Grund des durchschnittlichen Massenalters der Kronenorgane aus dem Kronenvorrat berechnet wurden. Die Komponenten der Triebachsen- und Nadelbiomasse sind im Untersuchungsbestand:

$$\text{Triebachsenbiomasse} = 3,29_{(t/ha)} \cdot 8,58 \text{ (Jahre)}$$

$$\text{Nadelbiomasse} = 6,34_{(t/ha)} \cdot 2,50 \text{ (Jahre)}$$

Die durchschnittliche jährliche Produktion an Nadeln ist somit fast doppelt so groß wie diejenige an Triebachsentrockengewicht. Die Triebachsenbiomasse weist jedoch gegenüber der Nadelbiomasse eine mehr als dreimal so hohe durchschnittliche Überlebensdauer auf. Daraus resultiert ein im Vergleich zu der Nadelbiomasse fast doppelt so hohe Triebachsenbiomasse.

Die durchschnittliche jährliche Produktion an Schaftholz-Trockengewicht $\bar{p}S$ bezieht sich auf die Aufnahmeperiode 1965 F – 1967 H. Die Berechnung beruht auf den Ergebnissen der Vorratsermittlung 1965 F (BS_1) und 1967 H (BS_2) sowie auf einer Umrechnung in Trockengewichtswerte mit Hilfe der durchschnittlichen Bestandesraum-dichtezahl.

$$\bar{p}S = (BS_2 - BS_1) / 3,0$$

Der durchschnittliche jährliche oberirdische Gesamtzuwachs $\bar{p}G$ in der Übersicht 3 besteht somit aus den Teilgrößen:

$$\bar{p}G = \bar{p}S + \bar{p}N + \bar{p}T$$

$$\text{oder}$$

$$\bar{p}G = (BS_2 - BS_1) / 3,0 + BN/2,5 + BT / 8,58$$

Aus den unterschiedlichen Bezugszeiträumen (3,0, 2,5 und 8,58 Jahre) mit verschiedenen Witterungseinflüssen wird die Problematik einer solchen Produktionsabschätzung deutlich. Dennoch ist sie sinnvoll, da hierbei ein Einblick in die augenblickliche Alters- und Vorratsstruktur der Baumschicht gewonnen wird. Auch kann eine solche Berechnung näherungsweise Aufschluß über die Größenordnung und Verteilung der jährlichen Trockenstoffproduktion geben.

Bei den Produktionsuntersuchungen im Rahmen des Internationalen Biologischen Programmes wird jedoch im allgemeinen nicht die durchschnittliche, sondern die laufende jährliche Produktion bestimmt. Hierbei werden Biomasse zu

Übersicht 4

Aufnahmezeitpunkt	Trockengewichtsvorrat in t	mittlerer Fehler in %	mittlerer Fehler absolut
1967 F	262	± 1,5	± 3,93
1967 H ...	268	± 1,5	± 4,02

Beginn und Ende der Vegetationszeit sowie Streufall und evtl. auch Verluste durch Insektenfraß ermittelt. Ein solches Verfahren ist selbst bei einem mittleren Fehler von nur 1,5 % der Biomassegrößen zu beiden Aufnahmezeitpunkten mit einem außerordentlich hohen mittleren Fehler des Zuwachses belastet. Hierzu ein Beispiel (Übersicht 4).

Der laufende Schaftholz-Trockengewichtszuwachs beträgt 6 t, der mittlere Fehler dieser Zuwachsgröße $M = \sqrt{3,93^2 + 4,02^2}$.

Mithin beträgt die Genauigkeit des Schaftholz-Trockengewichtszuwachses bei einem jeweiligen Fehler der Biomasse von 1,5 % : $6,0 \text{ t} \pm 5,63 \text{ t}$. Der mittlere prozentische Fehler erreicht somit eine Größenordnung von über 90 %.

Der mittlere Fehler der Schaftholz-Biomasse wird selbst bei intensiver Analyse zahlreicher Probebäume, wie u. a. DITTMAR (1958) zeigen konnte, noch $\pm 1\%$ bis 2% betragen. Daher wird in der Ertragskunde der Schaftholzzuwachs als durchschnittlicher jährlicher Zuwachs eines Zeitintervalls von mindestens fünf Jahren berechnet. Wenn z. B. der Schaftholz-Trockengewichtszuwachs für eine fünfjährige Periode den außerordentlich hohen Wert von 30 t erreicht und der Trockengewichtsvorrat zu Beginn 238 t und nach Ende dieser Periode 268 t beträgt, dann ist im günstigsten Fall die Genauigkeit des Schaftholz-Trockengewichtszuwachses $30 \text{ t} \pm 5,38 \text{ t}$; dies entspricht einem mittleren prozentischen Zuwachsfehler von fast 20 %.

Bei der vorliegenden Untersuchung wurde der Schaftholz-Trockengewichtszuwachs als durchschnittlicher jährlicher Zuwachs für die dreijährige Aufnahmeperiode 1965 F bis 1967 H berechnet. Aus dem mittleren Fehler der Biomasse für beide Aufnahmezeitpunkte von 1,96 % resultiert ein mittlerer prozentischer Fehler des Schaftholz-Trockengewichtszuwachses von $\pm 40,7\%$.

Nadel- und Triebachsen-Trockengewichtszuwachs wurden als „Erhaltungsgrößen“ berechnet, so daß in die Fehlerrechnung der mittlere Fehler der Nadel- bzw. Triebachsen-Biomasse 1967 H, der Fehler der Schätzfunktionen für die Massenalter und der Fehler der Altersbestimmung bei der Aufnahme eingehen. Zusätzlich wurde bei der Berechnung des Triebachsenzuwachses ein „Witterungsfehler“ von $\pm 20\%$ und bei den Nadeln von $\pm 30\%$ berücksichtigt.

Da die Triebachsen ein bedeutend höheres Massenalter als die Nadeln aufweisen, werden die von Jahr zu Jahr wechselnden Witterungseinflüsse eher ausgeglichen. Auch dürfte der Triebachsenzuwachs in geringerem Ausmaß durch wechselnde Umwelteinflüsse beeinflusst sein, als dies bei dem Nadelzuwachs der Fall ist, so daß für den Nadelzuwachs ein größerer Witterungsfehler angenommen werden muß.

Für den durchschnittlichen jährlichen oberirdischen Gesamtzuwachs ergab die Berechnung einen mittleren Fehler von $\pm 38,4\%$; eine Größenordnung, die im Vergleich zu anderen Zuwachsuntersuchungen noch relativ gering ist, da die Aufnahmen mit hoher Intensität durchgeführt wurden.

Bei einer Netto-Primärproduktion von 15,51 t TG/ha/Jahr wird im untersuchten Bestand ein durchschnittlicher jährlicher Zuwachs geleistet, dessen Höhe etwa bei einem Zwanzigstel des oberirdischen Vorrates liegt.

4. Diskussion

4.1. Biomasse

Mit einem oberirdischen Trockengewichtsvorrat von 32,21 kg Trockengewicht je qm Bestandesoberfläche² weist der Untersuchungsbestand eine Biomasse auf, die nach

² In der Folge als kg TG/m² angegeben.

WOODWELL und WHITTAKER (1968) nur auf guten Standorten in der gemäßigten Zone erreicht wird.

Für jüngere Fichtenbestände (15- bis 40jährig) fand MAR:MØLLER im Mittel einen Nadelvorrat von 1,20 kg TG/m². KERN errechnete für einen jüngeren Fichtenbestand in Todtmoos einen Wert von 1,27 kg TG/m² (1966). BURGER (1939) ermittelte für den 35jährigen Fichtenbestand von Chanéaz ein Nadelfrischgewicht von 3,45 kg/m² und ein Nadel Trockengewicht von 1,55 kg/m². Da BURGER im allgemeinen nur Nadelfrischgewichte angibt, kann aus dieser Veröffentlichung ein Faktor von 0,4493 zur Umrechnung in Nadel Trockengewicht (NTG) entnommen werden. Für den 65jährigen Fichtenbestand in Morissen betrug danach der Nadelvorrat 1,34 kg NTG/m² (BURGER, 1953). BURGER gibt in einer Tafel für das Alter 75 bei erster Bonität einen Richtwert von 1,48 kg NTG/m² an (1953).

SCHÖPFER (1961) ermittelte für einen 70jährigen Bestand 1,55 kg NTG/m²; der Verfasser fand für den 76jährigen Untersuchungsbestand 1,58 kg NTG/m². KERN (1966) erhielt für einen älteren Fichtenbestand in Todtmoos 2,06 kg NTG/m².

4.2. Nadeloberfläche je kg Nadel Trockengewicht

H. SCHMIDT (1953) berechnete eine Nadeloberfläche von 4,34 bis 7,06 m² je kg Nadelfrischgewicht. Unterstellt man den von ihm gefundenen Wassergehalt der Nadeln von 48 % bis 55 %, im Mittel 50 %, so ergibt sich hieraus eine Oberfläche von 8,38 bis 14,12 m² je kg NTG.

BURGER (1937) teilt für 24jährige Fichten verschiedener Herkunft Nadeloberflächen von 13,57 bis 15,35 m²/kg NTG mit; der 65jährige Fichtenbestand in Olten wies 12,63 m²/kg NTG auf. MAR:MØLLER (1945) erhielt für 15- bis 40jährige Fichtenbestände einen Durchschnittswert von 10,93 m²/kg NTG. Der Verfasser ermittelte für den 76jährigen Untersuchungsbestand einen vergleichsweise hohen Oberflächenwert von 13,635 m²/kg NTG.

Die Nadeloberflächenwerte der verschiedenen Autoren sind jedoch nicht ohne weiteres miteinander vergleichbar, da diese auf verschiedene Weise ermittelt wurden.

Bei BURGER finden sich keine näheren Angaben über die Oberflächenbestimmung. Andere Autoren, z. B. MAR:MØLLER (1945), H. SCHMIDT (1953), SCHÖPFER (1961), VON DROSTE ZU HÜLSHOFF (1969), beschreiben das von ihnen angewandte Verfahren und kommen zu unterschiedlichen Ergebnissen.

4.3. Allseitiger Blattflächenindex

MAR:MØLLER (1945) führt für 15- bis 40jährige Fichtenbestände Nadeloberflächen von 8,5 bis 15,3 ha je ha Bestandesfläche auf. BURGER (1937, 1939, 1953) gibt für den 35jährigen Fichtenbestand in Chanéaz einen Blattflächenindex von 19,2 ha/ha, für einen 65jährigen Bestand in Olten von 13,7 ha/ha, für einen 66jährigen Bestand in Morissen von 14,5 ha/ha und für einen dicht geschlossenen, 98jährigen Bestand bei Tablat von 16,5 ha/ha an.

WHITTAKER und WOODWELL (1968) führen für geschlossene Koniferenbestände einen Indexwert von 12 bis 15 ha/ha auf. Allerdings haben diese Autoren keine eigenen Oberflächenbestimmungen in älteren Fichtenbeständen vorgenommen.

Die allseitige Blattoberfläche erreicht auf Grund des hohen Nadel Trockengewichtsvorrates und der durchschnittlichen Oberfläche je kg NTG im Untersuchungsbestand eine Größenordnung von 21,62 ha/ha.

4.4. Oberflächenanteile der Baumorgane

Nach den eigenen Untersuchungen wird die oberirdische Oberfläche eines Fichtenbestandes vor allem von der allseitigen Nadeloberfläche gebildet. Der recht einheitliche, hohe Oberflächenanteil der Nadeln von 77 bis 85 %, im Mittel 82,6 %, an der Gesamtoberfläche der Probestämme bzw. des Bestandes steht im krassen Gegensatz zu ihrem geringen Gewichtsanteil von nur 4,9 %. Dagegen ist der Anteil der glatten Schafrindenoberfläche mit 3 bis 7 %, im Mittel 4,8 %, an der Gesamtoberfläche gering, wenn man den hohen Anteil dieses Trag- und Leitorgans am Gesamtgewicht (83 %) betrachtet.

Die respirierenden Seitenachsen der Krone weisen immerhin einen Oberflächenanteil von 10 bis 13 %, im Mittel von 10,7 %, an der Gesamtoberfläche auf. Die Trieb- oberfläche müßte daher als zusätzliche Bestimmungsgröße bei Modellrechnungen zum Erfassen des Energie- und Wärmehaushaltes von Waldbeständen eingehen.

4.5. Oberflächenabhängige Wohlfahrtswirkungen

Nadel- und Rindenoberfläche sind entscheidende Einflußgrößen für die Produktionsleistung eines Waldes. Von ihrem Ausmaß und ihrer Struktur hängen Assimilation, Respiration und Transpiration und somit auch die Produktionsleistung ab. Darüber hinaus sind Oberflächen entscheidende Bestimmungsgrößen für den Energie-, Wärme- und Wasserhaushalt von Waldbeständen. Aus Wasserhaushaltsuntersuchungen, u. a. für den Untersuchungsbestand (TAJCHMAN, 1967), geht hervor, daß die Abflußspende bei einer Fichtenbestockung geringer ausfallen kann als bei einer landwirtschaftlich genutzten Fläche. Dies hängt ohne Zweifel mit der Interzeption und Transpiration eines leistungsfähigen Nadelholzbestandes zusammen.

Fichtenbestände dürften durch ihre große oberirdische Oberfläche einen guten Lärm- schutz bieten. Staub und andere der Gesundheit abträgliche Aerosole sowie radioaktive Substanzen können durch die vielfältige Oberflächenstruktur eines Waldes zu einer beschleunigten Sedimentation gezwungen werden. ULRICH führt u. a. aus, daß die bodenversauernde Wirkung der Fichte unmittelbar mit der Fähigkeit dieser Baumart zur Reinigung der Luft von SO_2 zusammenhängt (1968).

Die Wohlfahrtswirkung einer Waldbestockung ist oft eine spezielle Funktion ihrer Oberfläche. Es sind jedoch weitere Untersuchungen bis zu einer endgültigen Klärung der besonderen physikalischen Eigenschaften der pflanzlichen Oberfläche notwendig.

4.6. Bezugsgrößen für die Gaswechsellmessung

Erst durch Gaswechsellmessungen bei gleichzeitiger Registrierung der klimatischen Einflußgrößen können die Grundvorgänge bei der jährlichen Produktionsbildung im Wald beweiskräftig aufgedeckt werden.

Es empfiehlt sich hierbei, die Respirationswerte für den Holzschaff auf die Schaff- oberfläche zu beziehen. Das Schaffgewicht bzw. Volumen enthält im Mittel einen hohen, im einzelnen wechselnden Anteil an verholzten, toten Zellen. Die Oberfläche ist dagegen ein guter Weiser für die aktive Schaffkambialoberfläche bzw. für die Menge der lebenden Zellen. Sie dürfte daher in diesem Fall die geeignetere Bezugsgröße sein.

Die lateralen Triebachsen der Baumkrone bestehen dagegen weitgehend aus leben- den Zellen. Wahrscheinlich kann man hier als Bezugsgröße für die Respirationswerte entweder das Gewicht oder die Oberfläche nehmen.

Apparente Assimilation und Transpiration sind jedoch eher eine Funktion des Nadel- gewichtes, da das Assimilationsorgan zu einem großen Teil aus lebenden, an diesen Prozessen aktiv beteiligten Zellen besteht. Der Anteil des Assimilationsparenchyms liegt bei 66 % bis 69 % des gesamten Nadelvolumens (VON DROSTE ZU HÜLSHOFF, 1969). Auch läßt sich das Nadelrockengewicht bei geringerem Aufwand mit kleinerem Schätzfehler genauer bestimmen als die Nadeloberfläche. Assimilations- und Transpi- rationsmeßgrößen werden daher nach Möglichkeit auf das Nadelrockengewicht be- zogen. Allerdings wird man wohl hierbei die altersbedingten Unterschiede sowohl im Nadelgewicht als auch in der physiologischen Leistungsfähigkeit der Nadeln berück- sichtigen müssen.

4.7. Zuwachsrelation

Im vorliegenden Bestand übertrifft der Nadelerhaltungszuwachs mit 40,9 % Anteil am oberirdischen Gesamtzuwachs den Schaffzuwachsanteil von 37,9 %. WHITTAKER und WOODWELL (1968) stellten für Wälder in den Great Smoky Mountains einen Schaffholzzuwachsanteil von 35 bis 40 % fest. Auf Grund bisheriger Untersuchungs- ergebnisse nehmen die beiden Autoren an, daß auf guten Standorten von der Netto- primärproduktion im günstigsten Fall etwas mehr als ein Drittel als Schaffholz ge- erntet werden kann. Dies nimmt u. a. auch ASSMANN (1961, 1968) an. Bezogen auf die Bruttoproduktion dürfte dieser Anteil bei nur 25 % liegen. „POLSTER (1961) gibt als Durchschnittswert für mitteleuropäische Holzarten an, daß 30 bis 40 % der Brutto- assimilation als Derbholzzuwachs in Erscheinung treten. Für die Buche ist dieser Wert vermutlich zu groß. Während der Meßperiode³ tritt nur ein Viertel der Nettoassimi- lation als Volumenzuwachs in Erscheinung; bezogen auf die bislang unbekannte Brutto- assimilation ist es mit Sicherheit wesentlich weniger“ (zit. nach E. D. SCHULZE, Diss. Univ. Würzburg, 1969).

In den Vereinigten Staaten arbeitet man daher an der Verwirklichung eines „Full Tree Concept“ (s. a. YOUNG, 1966, 1967a, 1967b), das eine genaue Erfassung und wirtschaftliche Nutzung der organischen Substanz des ganzen Baumes bzw. des Gesamt- bestandes vom „Wurzelhaar bis zur Nadelspitze“ zum Ziel hat. Untersuchungen dieser Art werden durchgeführt, damit auch in der Zukunft der Bedarf an Holzfasern und anderen organischen Erzeugnissen aus dem Wald bei einer rasch wachsenden Welt- bevölkerung durch erweiterte Verwertung der Walderzeugnisse gedeckt werden kann. Die sozialen Anforderungen an den Wald werden ebenfalls ansteigen. Die Produktion auf den dann der Forstwirtschaft verbleibenden Flächen muß zwangsläufig intensiviert, die Verwertungsmöglichkeiten müssen erweitert werden.

Das geringe durchschnittliche Massenalter der Nadeln (2,5 Jahre) und der Jahres- triebe (8,58 Jahre) im Untersuchungsbestand ist letztlich die Ursache dafür, daß nur ein relativ bescheidener Anteil an Assimilaten für den Schaffholzzuwachs übrigbleibt. In erster Linie werden die Assimilate zur Erneuerung und zum Ausbau der lebens- wichtigen Kronen- und Wurzelorgane benötigt.

H. SCHMIDT (1953) gibt an, daß in 50jährigen Fichtenbeständen in Südbayern auf guten Standorten zur jährlichen Erzeugung von einem fm Schaffholz eine Tonne Nadelrockengewicht benötigt wird. Dies stimmt sehr gut mit dem eigenen Unter- suchungsergebnis überein, wonach im Versuchsbestand für ein fm Schaffholzproduktion 0,993 Tonnen Nadelrockengewicht mit einer allseitigen Oberfläche von 1,353 ha be- nötigt wurde.

Zum Abschluß sei noch einmal auf die Problematik bei der Ermittlung der jähr-

³ SCHULZE hat seine Gaswechsellmessungen (CO_2 und H_2O vom 5. 3. bis 12. 12. 1968 im Sol- ling/Harz) durchgeführt.

lichen Produktion bei den bisher im Rahmen des Internationalen Biologischen Programms angewendete Verfahren hingewiesen. Der Verfasser ist der Meinung, daß die bisherigen Angaben für die jährliche Produktion selbst im günstigsten Fall einen mittleren Fehler von mehr als $\pm 20\%$ aufweisen. Die Schätzfehler der Produktionswerte werden jedoch im allgemeinen nicht angegeben, so daß der Eindruck entstehen kann, daß es sich um relativ gesicherte Ergebnisse handelt.

Erst eine langfristige Versuchsflächenbeobachtung mit kurzfristig wiederholter Inventur der Biomasse bietet die Möglichkeit zu einer genaueren Bestimmung von durchschnittlichen jährlichen Zuwachsgrößen.

Zusammenfassung

Die vorliegende Untersuchung zeigt u. a., daß bei der Fichte auf geeignetem Standort eine hohe Produktionsleistung mit einer Oberflächenentfaltung verbunden ist, die von keiner anderen einheimischen Baumart – mit Ausnahme der Tanne – auch nur annähernd erreicht wird.

Die Forstverwaltungen und andere verantwortliche Stellen bemühen sich um eine forstpolitische Konzeption, die einerseits die Deckung des künftigen Holzbedarfs bei einigermaßen wirtschaftlichen Aufwendungen sichert, andererseits aber auch die landeskulturellen und sonstigen sozialen Funktionen des Waldes in der heutigen Industriegesellschaft vorsorglich berücksichtigt.

Holzertragsleistung und „oberflächenabhängige Wohlfahrtswirkungen“ werden der Fichte hierbei einen besonderen Platz zuweisen.

Summary

As a contribution to the International Biological Program (IBP) the primary production of a 76 year old spruce stand in the Ebersberger Forst (near Munich) has been investigated. Figures are given for the biomass, surface and productivity of the stand; the mean error of the various estimates is discussed and a comparison is made with the results of other authors.

Literatur

ASSMANN, E., 1961: Waldertragskunde. München-Bonn-Wien: BLV-Verlagsgesellschaft. 490 S. — Ders., 1968: Möglichkeiten zur Steigerung der organ. Produktion und der Ertragsleistung von Wäldern. Erschienen in „Die Produktivitätssteigerung der Wälder“, Herausgeber VYSKOT u. Mitarbeiter, Statni zemedelski nakladatelstvi, CSSR. — ASSMANN, E., und FRANZ, F., 1965: Vorläufige Fichtenertragstafel für Bayern. Autorenreferat. Forstw. Cbl. 84, S. 13-43. — BAUMGARTNER, A., 1956: Untersuchungen über den Wärme- und Wasserhaushalt eines jungen Waldes. Ber. Dt. Wetterdienst Bd. 5, Nr. 28. — Ders., 1968a: Meteorological approach to the exchange of CO₂ between atmosphere and vegetation, particularly forest stands. Manuskriptdruck, unveröffentlicht. — Ders., 1968b: Ecological Significance of the vertical Energy Distribution in the Plant Stands. In: Natural Res.-Res. V, S. 367-373, UNESCO, Paris. — BURGER, H., 1937: „Holz, Blattmenge, Zuwachs“. Nadelmenge bei Föhren und Fichten verschiedener Herkunft. Mitt. Schweiz AFV 20, S. 101-114. — Ders., 1939a: Kronenaufbau gleichaltriger Nadelholzbestände. Mitt. Schweiz AFV 21, S. 5-56. — Ders., 1939b: Baumkrone und Zuwachs in zwei hiebreifen Fichtenbeständen. Mitt. Schweiz AFV 21, S. 147-176. — Ders., 1941: „Holz, Blattmenge, Zuwachs“. Föhren und Fichten verschiedener Herkunft. Mitt. Schweiz AFV 22. — Ders., 1952: Fichten im Plenterwald. Mitt. Schweiz AFV, 28, S. 109-155. — Ders., 1953: Fichten im gleichaltrigen Hochwald. Mitt. Schweiz AFV, 29, S. 41-129. — DITTMAR, O., 1958: Formzahluntersuchungen mit dem Ziel der Verbesserung von Holzmassen- und Zuwachsermittlung langfristiger forstlicher Versuchsflächen. Berlin: Akademie-Verlag. — DROSTE ZU HÜLSHOFF, B. v., 1968: Vorläufige Untersuchungsergebnisse über die Erfassg. ober-

irdischer Baumorgane an einer 76jährigen vorh. Fichte im Ebersberger Forst bei München. Forstw. Cbl. H. 6, S. 321-384. — Ders., 1969: Struktur und Biomasse eines Fichtenbestandes auf Grund einer Dimensionsanalyse an oberirdischen Baumorganen. 209 S., Diss. Univ. München. — KERN, K. G., 1966: Wachstum und Umweltfaktoren im Schlag- und Plenterwald. Schriftenreihe d. Forstl. Abt. d. Univ. Freiburg Bd. 5, 232 S., München, Bonn, Wien: BLV-Verlagsgesellschaft. — MAR-MÖLLER, C., 1945: Unters. über Laubmenge, Stoffverlust u. Stoffproduktion d. Waldes. DfF Danm. 17, 1-287. — POLSTER, H., 1961: Neuere Ergebnisse auf dem Gebiet der standortsökologischen Assimilations- und Transpirationsforschung an Forstgewächsen. Deutsche Akademie der Landwirtschaftswissenschaften zu Berlin, Sitzungsbericht X, 1-43. — SATOO, T., 1969: Primary production relations of coniferous forests in Japan. Manuskriptdruck, Symposium on the productivity of the forest ecosystems of the world, Brüssel. — SCHMIDT, H., 1953: Kronen- und Zuwachsuntersuchungen an Fichten des bayr. Alpenvorlandes. Forstw. Cbl., S. 276-286. — SCHÖPFER, W., 1961: Beiträge zur Erfassung des Assimilationsapparates der Fichte. Diss. Univ. Freiburg. — SCHULZE, E. D., 1969: Der CO₂-Gaswechsel der Buche (*Fagus sylvatica* L.) in Abhängigkeit von Klimafaktoren im Freiland. Flora Abt. B 1970; im Druck. — TAJCHMAN, S., 1967: Energie- und Wärmehaushalt verschiedener Pflanzenbestände bei München. München Univ. Schriften, Naturw. Fakultät, Wiss. Mitt. Nr. 12. — ULRICH, B., 1968: Ausmaß und Selektivität der Nährelementaufnahme in Fichten und Buchenbeständen. AFZ Nr. 47. — WHITTAKER, R. H., 1966: Forest dimension and production in the Great Smoky Mountains. Ecology 47, 103-121. — WHITTAKER, R. H., and WOODWELL, G. M., 1967: Surface area relations of woody plants and forest communities. Amer. J. Bot. 54 (8), 931-939. — WOODWELL, G. M., and WHITTAKER, R. H., 1968: Primary Production in Terrestrial Ecosystems. Am. Zoologist, 8, 19-30. — YOUNG, H. E., 1966: World Forestry based on the Complete Tree Concept. Spec. memoir, presented for the 6th World Forestry Congress. — Ders., 1967a: Complete Tree Mensuration. Memoir presented during meeting of the Forest Biometry Working Group in Freiburg. — YOUNG, H. E., and CARPENTER, P. M., 1967b: Weight, Nutrient and Productivity Studies of Seedlings and Saplings of Eight tree Species in Natural Ecosystems. Maine Agricultural Experiment Station, Techn. Bull. 28, 39 S.

Über die Nährstoffauswaschung nach Zufuhr von Harnstoff und Ammonsulfat zu einem Rohhumusboden im Modellversuch

Von J. JUNG und J. DRESSSEL

Aus der Landwirtschaftlichen Versuchsstation Limburgerhof/Pfalz der Badischen Anilin- & Soda-Fabrik AG, Ludwigshafen am Rhein

A. Einleitung

Rohhumusböden zeichnen sich durch einen schlechten Zersetzungsgrad der organischen Substanz aus. Ihre Entstehung liegt zum großen Teil in der pflanzlichen Ausgangssubstanz begründet, die ein sehr weites C/N- und Lignin-Cellulose-Verhältnis sowie ein saures Bodenmilieu hinterläßt, was die Hauptursache für eine Hemmung bzw. Unterbindung des Um- und Abbaus darstellt. Ebenso sollen Hemmstoffe dabei eine Rolle spielen (14). Das gesamte Edaphon kann sich unter diesen Bedingungen nicht ausreichend entwickeln, so daß der natürliche Stoffkreislauf weitgehend unterbunden ist. Am stärksten ist diese Art der Humusbildung bei Coniferen, Ericaceen, Sarothamnen und dichten Rotbuchenbeständen (*Fagus*) zu beobachten (10).

Dadurch wird in humiden Klimaverhältnissen die Podsolierung gefördert, was zur Verschlechterung der Bodenstruktur, zu Staunässe und zu abiologischen Abbaubedin-

FORST- WISSENSCHAFTLICHES CENTRALBLATT

ZUGLEICH ZEITSCHRIFT FÜR DIE VERÖFFENTLICHUNGEN
DER FORSTLICHEN FORSCHUNGSANSTALT MÜNCHEN

Unter Mitwirkung von

*E. Assmann, München / F. Backmund, München / H. Burger, Zürich
V. Dieterich, München / R. Geiger, München / H. Jahnel, Tharandt
J. N. Köstler, München / W. Laatsch, München / K. Mantel, Freiburg
R. Plochmann, München / E. Rohmeder, München / P. Schütt, München
W. Schwenke, München / J. Speer, München / W. Wittich, Göttingen*

herausgegeben von

H. von Pechmann

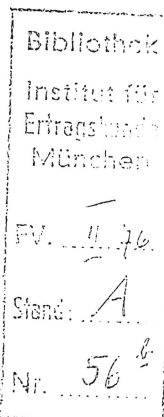
89. JAHRGANG

Mit 166 Abbildungen



1970

VERLAG PAUL PAREY · HAMBURG UND BERLIN
LANDWIRTSCHAFT · VETERINÄRMEDIZIN · GARTENBAU · FORSTWESEN · JAGD UND FISCHEREI
HAMBURG 1 · SPITALERSTRASSE 12



Inhaltsverzeichnis für den 89. Jahrgang

I. ABHANDLUNGEN

ASSMANN, Prof. Dr. E., München: Ziele, Methoden und Organisation der forstlichen Forschung	321
AUFSESS, Dr. H. VON, und PECHMANN, Prof. Dr. H. VON, München: Erfahrungen über die Auswirkungen längerer Wasserlagerung auf die Qualität von Nadelstammholz	65
BALLIK, Dr. K. H., Wien: Grundlagen zur Wahl zweckmäßiger Bodenabdeckverfahren in Fichtenversuchbeeten	26
BICHLMAIER, Dr. F., München: Zur räumlichen Verteilung und Gestaltung von Erholungswäldern	356
BRAUN, Prof. Dr. H. J., Freiburg: Eine Methode für die Untersuchung des Wasserverbrauches der Holzpflanzen. I. Das Prinzip der Methode und ihre Brauchbarkeit	189
BRAUN, Prof. Dr. H. J., und LULEV, J., Freiburg: Infektion unverletzter, jüngerer Fichtenwurzeln durch den Wurzelschwamm <i>Fomes annosus</i> (Fr.) Cooke. II. Infektionswege und Ausbreitung des Pilzes kurz nach der Infektion	269
DROSTE ZU HÜLSHOFF, Dr. B. VON, München: Struktur, Biomasse und Zuwachs eines älteren Fichtenbestandes	162
JOHANN, Dr. K., Wien: Ergebnisse strukturanalytischer Untersuchungen in natürlich verjüngten Fichtenbeständen	228
JUNG, Dr. J., und DRESSSEL, J., Limburgerhof/Pfalz: Über die Nährstoffauswaschung nach Zufuhr von Harnstoff und Ammonsulfat zu einem Rohhumusboden im Modellversuch	171
KELLER, Dr. TH., Birmensdorf/Zürich, und ZUBER, R., Liebefeld/Bern: Über die Bleiaufnahme und die Bleiverteilung in jungen Fichten	20
KREUTZER, Dr. K., München: Manganmangel der Fichte (<i>Picea abies</i> Karst.) in Süddeutschland	275
KROTH, Prof. Dr. W., München: Die kalkulatorischen Kosten in der forstlichen Betriebsabrechnung	340
LAAR, Dr. A. VAN, Stellenbosch/Südafrika: Vorläufige Ergebnisse eines Pappel-Durchforstungs-Versuches in Südafrika	141
PECHMANN, Prof. Dr. H. VON, München, und COURTOIS, Dr. H., Freiburg: Untersuchungen über die Holzigenschaften von Douglasien aus linksrheinischen Anbaugebieten	88
PECHMANN, Prof. Dr. H. VON, und COURTOIS, Dr. H., München: Schnittholzqualität und Furniereignung von Douglasien aus linksrheinischen Anbaugebieten	210
PLOCHMANN, Prof. Dr. R., München: Problem der Koordinierung von Agrar- und Forstpolitik	328
REFISCH, D., Köln: Zur Frage der wirtschaftlichen Zielsetzung und ihrer Determinanten in Forstwirtschaftsbetrieben	299
ROEDER, Dr. A., Hann.Münden: Ein Beitrag zur Erfassung von Ausmaß und Intensität der Stammfäule an Fichte	362
ROHMEDER, Prof. Dr. E., München: Wuchsleistung und Gesundheitszustand von zwei <i>Pinus-peuce</i> -Versuchsbeständen im Anbaugelände fremdländischer Baumarten in Grafrath (Obb.)	10
ROHMEDER, Prof. Dr. E., München: Die Wirkung von Karbidstaub auf Gesundheit und Wuchsleistung von Jungfichten	135

ROHMEDER, Prof. Dr. E., und BEUSCHEL, G., München: Der Fichtenherkunftsversuch in Bischofsreut/Bayer. Wald nach 32jähriger Wuchszeit	78
ROHMEDER, Prof. Dr. E., und WEBER, Dr. E., München: Vergiftung von Fichten durch Flugzeugabgase	335
SCHROEDER, Dr. M., Münster: Methodische Untersuchungen am Beispiel der Großlysimeteranlage Castricum (Niederlande)	200
SCHÜTT, Prof. Dr. P., Saarbrücken: Austriebszeit, Höhenwachstum und Nadel-länge	14
SCHÜTT, Prof. Dr. P., LANG, K. J., und MARGAIT, D., Saarbrücken: Ein Schnelltest zur Ermittlung der individuellen SO ₂ -Empfindlichkeit bei Kiefern	153
THUNELL, Prof. Dr. Dr. h. c. B., Stockholm: Holzbearbeitung, gestern, heute und morgen	257
WARING, Prof. Dr. R. H., Corvallis/USA: Die Messung des Wasserpotentials mit der Scholander-Methode und ihre Bedeutung für die Forstwissenschaft	195
WENZEL, Dr. G., KREUTZER, Dr. K., und ALCUBILLA, M., München: Beitrag zur Klärung des Zusammenhanges zwischen Standort und Pilzhemmstoffgehalt des Fichtenbastes	372
ZECH, Dr. W., München: Besonderheiten im Ernährungszustand chlorotischer Fichten auf kalkreichen Böden	1
ZYCHA, Prof. Dr. H., Hann.Münden: Hallimasch als Kernfäule-Erreger an Fichte	129
ZYCHA, Prof. Dr. H., Hann.Münden: Spechtschäden an Roteichen	349

II. MITTEILUNGEN

Professor Dr. Dr. h. c. BRUNO HUBER †	61
Hochschulnachrichten	180
Hochschulnachrichten	317
Verleihung des Wilhelm-Leopold-Pfeil-Preises für das Jahr 1970	382

III. BUCHBESPRECHUNGEN

Forest Fertilization . . . theory and practice (Forstdüngung . . . Theorie und Praxis), besprochen von E. WEBER	62
Plastoponik, Schaumkunststoffe in der Agrarwirtschaft, von H. BAUMANN, besprochen von E. ROHMEDER	63
Zwischen Gift und Hunger, Schädlingsbekämpfung gestern, heute und morgen, von W. SCHWENKE, besprochen von M. POSTNER	64
Grundbegriffe des Waldbaues, von H. HUFNAGEL und H. PUZYR, 5. Auflage, besprochen von J. N. KÖSTLER	122
Handbuch der Pflanzenanatomie, spezieller Teil. Bd. VIII, Teil 5, „Der primäre Bau der Angiospermenwurzel“, von H. VON GUTTENBERG, 2. Auflage, besprochen von P. SCHÜTT	122
Handbuch der Pflanzenkrankheiten, von P. SORAUER, Bd. I, „Die nichtparasitären Krankheiten“, 3. Lieferung, bearbeitet von C. BUHL, H. BÄRNER, H. SCHMIDT, 7. Auflage, besprochen von P. SCHÜTT	122
Palaeobiologie der Pflanzen, von K. MÄGDEFRAU, 4. Auflage, besprochen von P. SCHÜTT	123
Lehrbuch der Angewandten Botanik, von W. BAUMEISTER und G. REICHARDT, besprochen von P. SCHÜTT	123
Flore des Arbres, Arbustes et Arbrisseaux, von R. ROL und M. JACAMON, besprochen von P. SCHÜTT	124
Übersichtskarte der natürlichen Vegetationsgebiete von Bayern, von P. SEIBERT, besprochen von W. HABER	125
Landwirtschaftlicher Wasserbau, von G. SCHROEDER, 4. Auflage, besprochen von P. SEIBERT	126
Die Waldbestockung der bayerischen Innauen, von H. GOETTLING, besprochen von P. SEIBERT	126

Erläuterungen zur Karte der potentiellen natürlichen Vegetation der Bundesrepublik Deutschland, Blatt 85 Minden, von W. TRAUTMANN, besprochen von P. SEIBERT	127
Vegetationskundliche Grundlagen für die Erschließung und Pflege eines Systems von Waldreservaten, von K. H. GROSSER u. a., besprochen von P. SEIBERT	128
Marktforschung und Gemeinschaftswerbung für die Forst- und Holzwirtschaft, von M. BECKER, besprochen von W. KROTH	128
Bodenkunde, von W. BADEN, H. KUNTZE, J. NIEMANN, G. SCHWERDTFEGER und J. VOLLMER, besprochen von W. LAATSCH	180
Aus der ehemaligen braunschweigischen Forstverwaltung, von K. SCHMIDT, besprochen von E. ASSMANN	181
Die Entwicklung des Laubwaldes als Wirtschaftswald zwischen Elbe, Saale und Weser, von W. SCHUBART, besprochen von E. ASSMANN	182
Das Wachstum der Douglasie im Schwarzwald, von P. MAURER, besprochen von E. ASSMANN	182
Stauwasserböden, von H.-P. BLUME, besprochen von K. E. REHFUESS	182
Timber Pests and Diseases, von W. P. K. FINDLAY, besprochen von H. VON AUFSSESS	183
Die Erholungsfunktion des Waldes in der Raumordnung, von F. BICHLMAIER, besprochen von W. KROTH	184
Yearbook of Forest Products 1967, besprochen von W. KROTH	185
Möglichkeiten optimaler Betriebsgestaltung in der Forstwirtschaft, besprochen von W. KROTH	185
Die Entwicklung des Grubenholzmarktes in der Bundesrepublik Deutschland, von C. WIEBECKE, H. OLLMANN und B. KELLER, besprochen von W. KROTH	186
Die Forst- und Holzwirtschaft in Mitteldeutschland, besprochen von W. KROTH	187
Einführung in die Forstliche Rechtslehre, von K. MANTEL, besprochen von W. KROTH	188
Waldbewertung, von W. MANTEL, 5. Auflage, besprochen von W. KROTH	188
Fernweidewirtschaft in Südeuropa, von A. BEUERMANN, besprochen von J. N. KÖSTLER	252
Grundzüge der Waldhygiene, von E. SCHIMITSCHEK, besprochen von J. N. KÖSTLER	252
Die Produktivitätssteigerung der Wälder, zwölf Beiträge, zusammengestellt von M. VYSKOT und G. VINCENT, besprochen von J. N. KÖSTLER	253
Der Burkhardtswald bei Aue als klassisches Beispiel waldbaulicher Rauchschadensabwehr, von F. LAMPADIUS, besprochen von E. ROHMEDER	254
Methodische Untersuchungen zum Nachweis von Attraktiv- und Repellenteffekten verschiedener Pflanzenschutzmittel auf Insekten, von H. BRAASCH, besprochen von W. SCHWENKE	255
Böden unserer Heimat, von S. MÜLLER, besprochen von E. REHFUESS	255
Jagd und Fang des Raubwildes, von H. EISERHARDT, 9., neubearb. Aufl., von STACH: Raubzeugvertilgung, besprochen von F. ERNST	256
Wald, Wachstum und Umwelt, Bd. 1: Form und Wachstum von Baum und Bestand, von G. MITSCHERLICH, besprochen von E. ASSMANN	317
Beurteilung und Behebung von Ernährungsstörungen bei Forstpflanzen, von J. JUNG und G. RIEHLE, besprochen von R. HÜSER	318
Forstlich-hydrologische Untersuchungen in bewaldeten Versuchsgebieten im Oberharz. Ergebnisse aus den Abschlußjahren 1951 bis 1965, von W. FRIEDRICH u. a., besprochen von A. BAUMGARTNER	318
Kalender für das Jahr 1971	319
Das jagdliche Brauchtum, von W. FREVERT, besprochen von F. ERNST	320
Hege und Jagd im Jahresablauf, von H. BEHNKE, besprochen von F. ERNST	320
Die Waldkrankheiten, 3. Auflage, von F. SCHWERDTFEGER, besprochen von E. ROHMEDER	382
Handbuch der Pflanzenkrankheiten, Bd. I, „Die nichtparasitären Krankheiten“, 2. Lieferung: „Ernährungsstörungen“, 7. Auflage, von P. SORAUER, besprochen von E. REHFUESS	383
Geschichte der Waldnutzungen in Kärnten unter dem Einfluß der Berghütten- und Hammerwerke, von E. JOHANN, besprochen von H. PLOCHMANN	384

Alle Rechte, auch die der Übersetzung, des Nachdrucks, der photomechanischen Wiedergabe und der Speicherung in Datenverarbeitungsanlagen sind vorbehalten. Gewerblichen Unternehmen wird jedoch die Anfertigung einer photomechanischen Vervielfältigung von Beiträgen oder Beitragsteilen für den innerbetrieblichen Gebrauch durch Photokopie, Mikrokopie und dergleichen nach Maßgabe des zwischen der Inkassostelle für urheberrechtliche Vervielfältigungsgebühren und dem Bundesverband der Deutschen Industrie abgeschlossenen Gesamtvertrages vom 15. 7. 1970 gegen Bezahlung der dort vorgesehenen Gebühr bis zu drei Exemplaren gestattet. Die Vervielfältigungen haben einen Vermerk über die Quelle und den Vervielfältiger zu tragen, und die in dem Gesamtvertrag vorgesehene Gebühr ist an die Inkassostelle für urheberrechtliche Vervielfältigungsgebühren GmbH, 6 Frankfurt/Main, Gr. Hirschgraben 17/21, zu entrichten. Erfolgt die Entrichtung der Gebühren durch Wertmarken der Inkassostelle, so ist für jede Druckseite je Exemplar eine Marke im Betrag von 0,40 DM zu verwenden.

I. ABHANDLUNGEN

Besonderheiten im Ernährungszustand chlorotischer Fichten auf kalkreichen Böden

Von W. ZECH

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

1. Einleitung

Auf kalkreichen Böden mit alkalischer Bodenreaktion kann grundsätzlich mit einem Mangel vieler Pflanzen an Fe, Mn, Cu, B und Zn gerechnet werden. Über die Versorgung der Koniferen mit Mikronährelementen sind wir aber noch nicht hinreichend unterrichtet. An Fichten beschrieb INGESTAD (1958) als erster Mn-Mangel. Symptome traten bei Mn-Konzentrationen von 4 bis 15 ppm auf. Da in Süddeutschland auf kalkreichen Böden häufig chlorotische Fichten vorkommen, die gleiche oder sehr ähnliche Symptome zeigen, wie sie INGESTAD in Schweden beschrieb, sollte die Frage geprüft werden, ob auch bei uns Mn-Mangel die Vergilbung der Fichten auf Kalkstandorten verursacht.

2. Untersuchungen

2.1. Methoden

Als diagnostische Untersuchungsmethoden dienten Nadelanalysen, Sprüh- und Tauchversuche. Die Nadelproben wurden vor dem Trocknen mit destilliertem Wasser, dem ein Entspannungsmittel (Pril) zugesetzt war, gründlich gewaschen. Dadurch sollten an der Nadeloberfläche haftende Verunreinigungen, die häufig zu hohe Eisenkonzentrationen vortäuschen, entfernt werden. Es empfiehlt sich, anschließend zwei- bis dreimal mit destilliertem Wasser nachzuwaschen. Nach dem Trocknen der Nadeln bei 75°C wurde N nach KJELDAHL bestimmt, P photometrisch (Vanadiummolybdatverfahren), K, Ca und Mg flammenphotometrisch, Mn mit Na-tetroxojodat, Fe mit o-Phenanthrolin und B mit 1,1-Dianthrind. Die Makronährelemente (N, P, K, Ca und Mg) sind in Prozenten, die Mikronährelemente (Fe, Mn, B) in ppm (parts per million) der Trockensubstanz angegeben.

Bei den Sprühversuchen werden die Nährstoffe den Bäumen nicht über das Wurzelsystem, sondern über die Nadeln zugeführt, wo sie an der Nadelbasis und durch die Stromata aufgenommen werden können. Sprühversuche als diagnostische Verfahren werden angewandt, wenn die Pflanzen ungenügend mit Spurenelementen versorgt sind und die Aufnahme dieser Nährelemente aus dem Boden z. B. wegen hoher pH-Werte erschwert ist.

Auch Tauchversuche gehören zu den diagnostischen Untersuchungen. Sie sollen bei möglichst geringem Zeit- und Arbeitsaufwand eine Aussage über die Ursachen von Mangelsymptomen ermöglichen. Zu diesem Zweck tauchte ich chlorotische Triebe, ohne sie von den Zweigen abzulösen, in große Reagenzgläser, die die Prüflösung enthielten. Da die Nadeln stets mit einer dünnen Wachsschicht überzogen sind, die das Eindringen der gelösten Stoffe erschwert, schnitt