

prinzip auch für nicht regenerierbare Rohstoffe. Inform. Zuk.- u. Fried.forsch. **9**, 35-40. — ULBRICHT, R., 1967: Kybernetik – allgemeine Einführung und spezielle forstliche Probleme. Arch. Forstw. **16**, 221-231. — Ders., 1969: Regressionen zwischen dem laufenden Zuwachs und statischen Bestandsdaten. Arch. Forstw. **18**, 1079-1084. — ZÖHRER, F., 1967: Struktur und Wachstum montan-subalpiner Lärchen-Fichten-Mischbestände. Diss., München. — Ders., 1968: Struktur und Einzelbaumzuwachs in montan-subalpinen Lärchen-Fichten-Mischbeständen. Forstw. Cbl. **87**, 203-246. — Ders., 1969a: Ausgleich von Häufigkeitsverteilungen mit Hilfe der Betafunktion. Forstarchiv **40**, 37-42. — Ders., 1969b: The application of the beta-function for best fit of stem-diameter-distributions in inventories of tropical forests. Mitt. Bundesforsch.anst. Forst- u. Holzwirtsch., Reinbek, Nr. 74, 279-293. — Ders., 1970: Das Computerprogramm BETKLA zum Ausgleich von Stammzahl-Durchmesserverteilungen mit Hilfe der Beta-Verteilung. Mitt. Bundesforsch.-anst. Forst- u. Holzwirtsch., Reinbek, Nr. 76.

Anschrift des Verfassers: Dr. F. ZÖHRER, Fachgebiet Waldinventur des Instituts für Weltforstwirtschaft der Bundesforschungsanstalt für Forst- und Holzwirtschaft, 2057 Reinbek, Schloß

Konkurrenzdruck und Zuwachs von *Pinus radiata*

Von A. v. LAAR

*Forstliche Fakultät, Universität von Stellenbosch, Südafrika*¹

Einleitung

Der Konkurrenzdruck von Nachbarbäumen innerhalb von Biogruppen wird im allgemeinen durch biometrische Korrelations- und Regressionsmodelle erfaßt. STENEKER und JARVIS (1963) berechneten die Konkurrenzvariablen $\Sigma \frac{d}{D^2}$, $\Sigma \frac{d^2}{D^2}$, $\Sigma \frac{d}{D}$, $\Sigma \frac{d^2}{D}$ und ΣBA (d = Durchmesser eines Nachbarbaumes, D = Abstand zwischen Versuchsbaum und Nachbarbaum, BA = Grundfläche pro Hektar der Nachbarbäume), für Kreise mit einem Radius von 10, 15, 20 und 25 Fuß. Die Grundfläche pro Hektar ergab den größten Wert des Korrelationskoeffizienten und war deshalb zur Erfassung des Konkurrenzdrucks besser geeignet als der Durchmesser, gewichtet mit dem Reziprokwert des Abstandes.

JOHNSON (1961) berechnete eine Abhängigkeitsbeziehung zwischen dem Durchmesser- und dem Höhenzuwachsprozent von *P. silvestris* und *P. abies* und dem Konkurrenzdruck, letzterer definiert als Quotient $\frac{\text{Oberhöhe}}{\text{Grundfläche}}$ einer Gruppe von Nachbarbäumen.

KENNEL (1966) erprobte multivariate Analysemethoden bei der Herleitung einer Abhängigkeitsbeziehung zwischen Volumenzuwachs von *P. abies* und *F. silvatica* und dem Abstand von den Nachbarbäumen. In Fichtenbeständen erwies sich der Abstand bis zum zweitnächsten Baum, in Buchenbeständen derjenige bis zum nächsten Baum als höchstsignifikante Variable. Eine mehrfache Regressionsanalyse zeigte hochsignifikante

¹ Z. Z. am Institut für Forstliche Ertragskunde der Forstlichen Forschungsanstalt München.

partielle Korrelationen zwischen Zuwachs und Durchmesser bzw. Kronenschirmfläche. Die Variable, welche die soziale Stellung der Nachbarbäume erfaßte, hatte dagegen wegen der hohen Interkorrelationen mit den vorgehenden Variablen keine Aussagekraft. SPURR (1962) berechnete eine Größe, welche eine modifizierte Winkelzählprobe darstellt. BITTERLICHs Winkelzählmethode basiert auf einem fixierten Winkel, wobei die Anzahl der Bäume, deren *Winkel* diesen Grenzwert überschreitet, gezählt wird. In SPURR's Modifikation werden die Nachbarbäume nach abnehmender Winkelgröße geordnet, d. h. nach abnehmendem Wert des Quotienten $D_i : L_i$ (D = Durchmesser, L = Abstand vom Versuchsbaum oder Probepunkt). Für einen Kreis mit n -Bäumen beträgt die Grundfläche im Quadratfuß pro acre:

$$G_n = \frac{1/2 (D_i/L_i)^2 + \dots + (n - 1/2) (D_n/L_n)^2}{n} \cdot 75,625$$

Die Grundfläche des n -ten Baumes wird mit 50 % bewertet, weil 50 % dieses Baumes innerhalb und 50 % außerhalb des Kreises fallen. SPURR korrelierte sowohl diese modifizierte Größe als auch BITTERLICHs Grundflächenvariable mit dem Durchmesserzuwachs von *Pseudotsuga taxifolia*. Erstere ergab niedrigere Werte für die Standardabweichung des Regressionskoeffizienten. In einer Untersuchung, welche mit dem Zweck, verschiedene Maßstäbe für die Standfläche des einzelnen Baumes zu vergleichen, durchgeführt wurde, berechnete EHRENSPIEL (1971) die Grundfläche pro Hektar von Nachbarbäumen innerhalb eines Kreises mit den n -nächsten Bäumen, eine Grundkonzeption, welche von PRODAN (1968) definiert wurde. Die Gesamtgrundfläche der n -nächsten Bäume, welche sich innerhalb eines Kreises mit einem Radius gleich dem Abstand des Versuchsbaumes vom n -ten Baum befinden, wird dabei umgerechnet in Grundfläche pro Hektar.

In Beständen von *P. abies* und *P. silvestris* untersuchte STERN (1966) die Zweckmäßigkeit folgender Bestandesdichtemaßstäbe für Kreise und Radien zwischen 1,25 und 7,50 m:

1. Die Gesamtsumme der Durchmesser;
2. die Gesamtsumme der Durchmesser, gewichtet mit dem Reziprokwert der Abstände vom Versuchsbaum;
3. die Gesamtsumme der Durchmesser, gewichtet mit dem Reziprokwert der quadrierten Abstände;
4. bis 6. vorstehende Variable, jedoch mit der Grundfläche statt des Durchmessers als Bestimmungsgröße.

Im allgemeinen gab die Gesamtgrundfläche, gewichtet mit dem Reziprokwert des Abstandes, den höchsten Korrelationskoeffizienten. Die Korrelation stieg mit dem Alter an und war in stark durchforsteten Beständen größer als in schwach durchforsteten.

Untersuchungen

Die Untersuchungen wurden in drei Durchforstungsversuchsreihen durchgeführt, die im Jahre 1964 in einem zehnjährigen *P.-radiata*-Bestand am Hange des Tafelberges in der südwestlichen Kapprovinz von Südafrika begründet wurden. Innerhalb jeder Reihe wurde die A-Fläche nicht durchforstet, während die B- und C-Flächen auf einen $S\%$ -Indexwert nach HART-BECKING von 23 bzw. 33 % gebracht wurden. Im Jahre 1971 wurde für jeden Baum in den A-Flächen der Abstand zu den ersten neun, in den B-Flächen zu den ersten acht und in den C-Flächen zu den ersten sieben Nachbarbäumen sowie die Durchmesser dieser Bäume gemessen.

Drei Konkurrenzvariable wurden berechnet:

1. PRODAN-EHRENSPIELS Grundfläche pro Hektar in einem Kreis mit den nächsten n -Bäumen. Diese Größe, bezeichnet als $BANTREE_i$, wurde berechnet für die Indexwerte $i = 1$ bis $i = 9$ in den A-Flächen, $i = 1$ bis $i = 8$ in den B-Flächen und $i = 1$ bis $i = 7$ in den C-Flächen.

2. Eine zweite Größe, bezeichnet als $BANGTREE_i$, ist eine Modifikation von SPURRS Variabler. Die Nachbarbäume wurden nach abnehmender Größe des Quotienten $\frac{d_i}{L_i}$ geordnet (d_i = Durchmesser des i -nächsten Baumes, L_i = Abstand dieses Baumes vom Versuchsbaum). Für $i = 1$, d. h. für den Kreis, welcher nur den nächsten Nachbarbaum enthält, beträgt die Grundfläche pro Hektar:

$$G_1 = \frac{d_1^2}{4L_1^2} \quad (d \text{ in cm, } L \text{ in m})$$

Für $i = 2$ ist die Grundfläche pro Hektar:

$$G_2 = \frac{d_1^2 + d_2^2}{4L_2^2}$$

und für $i = n$:

$$G_n = \frac{\sum_{i=1}^n d_i^2}{4L_n^2}$$

Die Größe $BANGTREE_i$, für $i = 1 \dots \dots \dots n$, wird auf folgende Weise definiert:

$$BANGTREE_1 = G_1$$

$$BANGTREE_2 = \frac{G_1 + G_2}{2}$$

$$BANGTREE_i = \frac{G_1 + \dots + G_i}{i}$$

$$BANGTREE_n = \frac{G_1 + \dots + G_n}{n}$$

Derjenige Baum, der sich unter dem größten Winkel zum Versuchsbaum befindet, hat einen größeren Konkurrenzeinfluß als derjenige mit dem nächstgrößten Wert dieses Winkels. Die Nachbarbäume sollten deshalb unterschiedlich gewichtet werden. Diese Wichtung wurde zusätzlich in das Konkurrenzmerkmal eingebaut.

Wir erhalten beispielsweise für $i = 2$:

$$BANGTREE_2 = \frac{G_1 + G_2}{2} = \frac{\frac{d_1^2}{4L_1^2} + \frac{d_1^2 + d_2^2}{4L_2^2}}{2} = \frac{d_1^2 \left(1 + \frac{L_2^2}{L_1^2}\right) + d_2^2}{8L_2^2}$$

Der erste Nachbarbaum wird also gewichtet mit dem Wert $\left(1 + \frac{L_2^2}{L_1^2}\right)$, während dem zweitnächsten Baum ein Einheitsgewicht zugeteilt wird. Für $i = 3$ ergibt sich

$$BANGTREE_3 = \frac{d_1^2 \left(\frac{L_3^2}{L_1^2} + \frac{L_3^2}{L_2^2} + 1\right) + d_2^2 \left(\frac{L_3^2}{L_2^2} + 1\right) + d_3^2}{12L_3^2}$$

Für $i = 3$ verhalten sich die Gewichte des ersten, zweiten und dritten Baumes wie $\left(\frac{L_3^2}{L_1^2} + \frac{L_3^2}{L_2^2} + 1\right) : \left(\frac{L_3^2}{L_2^2} + 1\right) : 1$. Allgemein ausgedrückt ergibt sich für $i = n$:

$$\text{BANGTREE}_n = \frac{d_1^2 \left(\frac{L_n^2}{L_1^2} + \frac{L_n^2}{L_2^2} + \dots + 1 \right) + \dots + d_n^2}{4n L_n^2}$$

wobei die Gewichte des ersten, zweiten, ... n-ten Baumes sich verhalten wie

$$\left(\frac{L_n^2}{L_1^2} + \frac{L_n^2}{L_2^2} + \dots + 1 \right) : \left(\frac{L_n^2}{L_2^2} + \frac{L_n^2}{L_3^2} + \dots + 1 \right) : \dots : (1)$$

3. Als dritte Konkurrenzvariable wurde der Abstand des Versuchsbaumes vom i-nächsten Baum für $i = 1$ bis $i = 8$ in den A-Flächen, von $i = 1$ bis $i = 7$ in den B-Flächen und von $i = 1$ bis $i = 6$ in den C-Flächen berechnet. Diese Variable wird als DISTREE_i gekennzeichnet.

Ergebnisse

1. Interkorrelationen

Die Interkorrelationen innerhalb der drei Konkurrenzvariablen sind für die A-Flächen in der Übersicht wiedergegeben. Für BANGTREE_i nimmt der Korrelationskoeffizient $r_{xi,j}$ mit zunehmendem Unterschied zwischen i und j ab. Dies gilt für alle Werte von i . Die diagonalen Elemente der Korrelationsmatrix sind Korrelationskoeffizienten, welche mit zunehmendem Wert des Index i gleichmäßig ansteigen, d. h. $r_{xi,xi+1} <$

Interkorrelationen innerhalb der Konkurrenzvariablen

i =	2	3	4	5	6	7	8	9
a. BANGTREE								
1	0,884	0,765	0,665	0,607	0,588	0,577	0,567	0,553
2		0,916	0,824	0,762	0,733	0,715	0,699	0,679
3			0,953	0,899	0,867	0,844	0,820	0,796
4				0,972	0,944	0,921	0,892	0,867
5					0,987	0,969	0,943	0,917
6						0,992	0,973	0,952
7							0,991	0,976
8								0,990
b. BANTREE								
1	0,556	0,339	0,088	0,090	0,094	0,186	0,158	0,164
2		0,556	0,211	0,160	0,140	0,206	0,191	0,225
3			0,499	0,438	0,308	0,286	0,197	0,182
4				0,637	0,404	0,309	0,183	0,123
5					0,589	0,419	0,248	0,192
6						0,669	0,474	0,389
7							0,769	0,570
8								0,743
c. DISTREE								
1	0,531	0,343	0,242	0,280	0,224	0,143	0,189	
2		0,635	0,373	0,351	0,297	0,161	0,270	
3			0,596	0,504	0,401	0,191	0,344	
4				0,728	0,552	0,335	0,468	
5					0,706	0,378	0,516	
6						0,562	0,629	
7							0,559	

$r_{xi+1xi+2}$, für alle Werte von i . In $BANTREE_i$ nimmt der Korrelationskoeffizient r_{xixj} von $i-j = 1$ bis $i-j = 4$ ab und steigt nachher wieder an. Für $i = 2$ liegt das Minimum bei $i-j = 6$, während r_{xixj} gleichmäßig für $i > 2$ abnimmt. Die diagonalen Elemente zeigen ebenfalls eine Zunahme der Korrelationskoeffizienten r_{xixi+1} . Ähnliche Tendenzen sind in $DISTREE_i$ erkennbar.

Abb. 1 zeigt den Zusammenhang zwischen dem Index i und den Mittelwerten für $BANGTREE_i$, $BANTREE_i$ und $DISTREE_i$. Für den ersteren steigt der Mittelwert kurvilinear mit zunehmendem i an. Die Erklärung dafür ist, daß für alle Werte von i eine Grundfläche der Bäume innerhalb eines Kreises berechnet wird mit einem Versuchsbaum als Kreismittelpunkt, dessen Grundfläche nicht einberechnet wurde. Mit zunehmender Anzahl an Bäumen innerhalb dieses Kreises, d. h. mit zunehmendem Wert von i , wird diese Auswirkung geringer. Die Konkurrenzvariable $DISTREE_i$ zeigt diese Tendenz allerdings nicht. Weiterhin geht aus Abb. 1 hervor, daß für $i > 1$ die Grundflächendaten für $BANGTREE_i$ unter denjenigen von $BANTREE_i$ liegen. Die Variationskoeffizienten sind in Abb. 2 wiedergegeben worden. Für alle drei Variable nimmt der Variationskoeffizient kurvilinear mit zunehmendem Wert des Index i ab, während der Variationskoeffizient für $DISTREE_i$ unter demjenigen von $BANTREE_i$ und $BANGTREE_i$ liegt. Zur Erfassung der Abhängigkeitsbeziehung zwischen dem Konkurrenzdruck und dem Zuwachs mittels mehrfacher Regressionsanalysen ist es erwünscht, die genotypische Varianz möglichst weitgehend durch Einführung geeigneter konkommittanter Variabler zu verringern. Baumdurchmesser, Kronenbreite und Kronenlänge sind dazu nicht geeignet, weil diese Variablen zum Teil genotypisch, zum Teil jedoch umweltbedingt sind. In dieser Untersuchung wurde deshalb nur die Baumhöhe, welche bekanntlich von der Bestandesdichte weitgehend unabhängig ist, als konkommittante Variable in das Regressionsmodell eingeführt: $Y = b_0 + b_1X_1 + b_2X_2$ ($X_1 =$ Baumhöhe, $X_2 = BANTREE_i$ bzw. $BANGTREE_i$ und $DISTREE_i$). Die Berechnungen wurden für die A-, B- und C-Flächen ausgeführt, wobei die Daten der einzelnen Durchforstungsgrade aus den drei Versuchsreihen kombiniert wurden. Daraus resultierten drei Gruppen von Regressionsgleichungen, eine für jeden Durchforstungsgrad. Innerhalb dieser Gruppen wurde die partielle Regression der Konkurrenzvariablen $BANTREE$, $BANGTREE$ und $DISTREE$ berechnet, und zwar für $i = 1 \dots 9$ in den A-Flächen, $i = 1 \dots 8$ in den B-Flächen und $i = 1 \dots 7$ in den C-Flächen. Bei der Lösung der Normalgleichungen wurde, ausgehend von der Matrix der Koeffizienten dieser Gleichungen, grundsätzlich erst die Konstante b_0 eliminiert und danach b_1 . In die Varianzanalyse wurde also erst die Variable X_1 (Baumhöhe) eingeführt, unabhängig davon, ob X_1 oder X_2 den höchsten Beitrag zur Regressionsquadratsumme erzeugte. Die Regressionsquadratsumme für X_2 zeigt deshalb an, ob und inwiefern die Reststreuung durch Konkurrenzdruck erklärbar ist. Die Zweckmäßigkeit einer Konkurrenzvariablen wurde nach ihrem Anteil an der Regressionsquadratsumme sowie nach dem Wert des Varianzquotienten $F = \text{Regression M.Q.} : \text{Fehlerstreuung}$ beurteilt, während der partielle Regressionskoeffizient den Einfluß des Konkurrenzdruckes quantitativ festlegt.

Die Ergebnisse werden in Abb. 3 dargestellt. In den A-Flächen ist die Variable $BANGTREE$ den anderen deutlich überlegen. Die Regressionsquadratsumme nimmt gleichmäßig von $i = 1$ bis $i = 9$ zu. Dies deutet darauf hin, daß die Biogruppe, innerhalb welcher die Nachbarbäume den Zuwachs des Versuchsbaumes beeinflussen, wenigstens neun Bäume enthält, denn die Einbeziehung des neunten Baumes bewirkt noch eine geringe Verbesserung der Regression. Die Abstandsvariable $DISTREE$ zeigt niedrige Werte für die Regressionsquadratsumme und ist deshalb am wenigsten geeignet, den Konkurrenzdruck zu erfassen. In den B-Flächen ist $BANGTREE$ den anderen Variablen ebenfalls überlegen. Die Regressionsquadratsumme erreicht ein Maximum bei $i = 3$. Die Einschließung von mehr als drei Bäumen hat also einen schädlichen Einfluß, weil dadurch der Zusammenhang zwischen Konkurrenzdruck und Zuwachs verschleiert

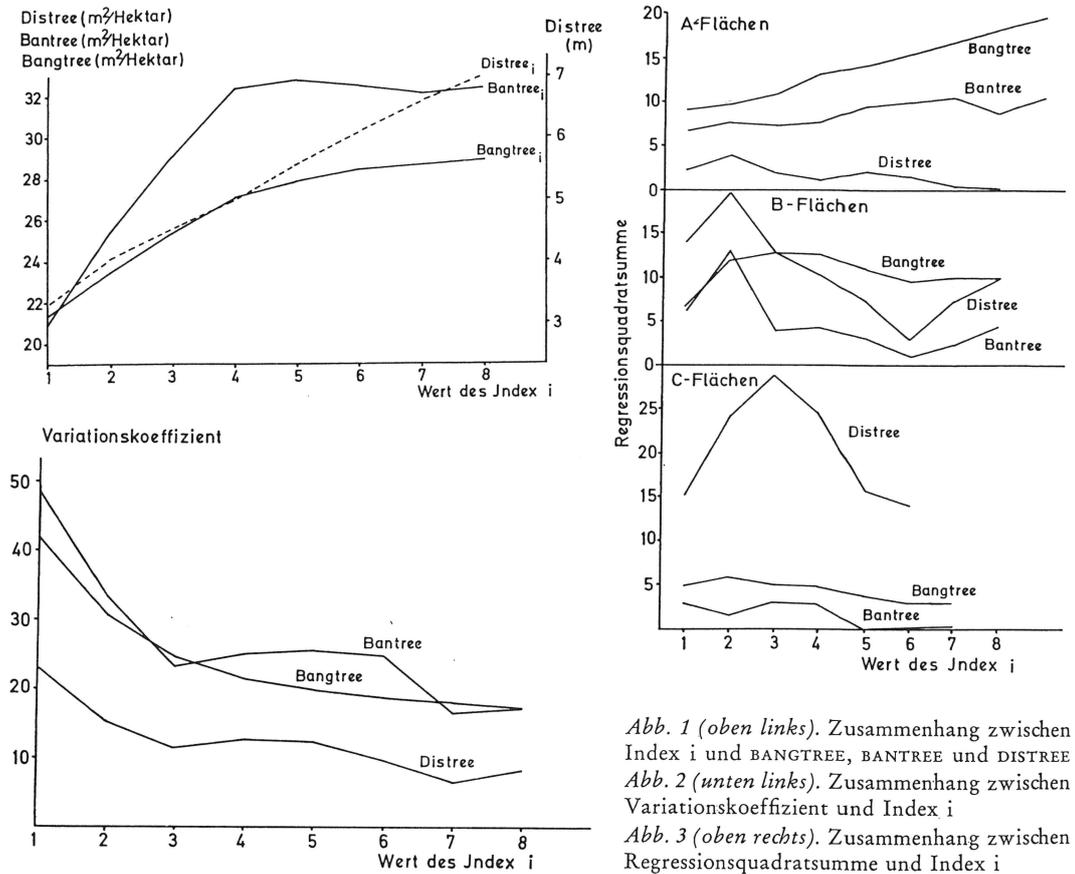


Abb. 1 (oben links). Zusammenhang zwischen Index i und BANGTREE, BANTREE und DISTREE
 Abb. 2 (unten links). Zusammenhang zwischen Variationskoeffizient und Index i
 Abb. 3 (oben rechts). Zusammenhang zwischen Regressionsquadratsumme und Index i

wird. Für die Variable DISTREE erreicht die Regressionsquadratsumme ein Maximum bei $i = 2$. In den C-Flächen ist der Einfluß von BANTREE $_i$ nicht gesichert für alle Werte von i , die Regression von BANGTREE $_i$ ist gesichert für $i = 1$ bis $i = 4$, während die Variable DISTREE $_i$ weitaus die höchste Quadratsumme ergibt und deshalb am besten dazu geeignet ist, den Konkurrenzdruck zu erfassen.

KENNEL (1966) zeigte, daß der zweitnächste Baum sich stärker auf den Volumenzuwachs von *P. abies* auswirkt als der erste Baum. Die vorliegende Untersuchung in *P. radiata* zeigt ähnliche Ergebnisse. Die Abstandsvariable DISTREE ergibt die höchste Regressionsquadratsumme für $i = 2$ in den A- und B-Flächen und $i = 3$ in den C-Flächen.

Schließlich wurde die Frage gestellt, ob die Regression von Baumhöhe und Konkurrenzdruck auf den Zuwachs vom Durchforstungsgrad unabhängig ist. Eine mehrfache Kovarianzanalyse der Daten A-, B- und C-Flächen zeigte keine gesicherten Unterschiede zwischen den partiellen Regressionskoeffizienten, aber hochsignifikante Unterschiede zwischen den Niveaus (Regressionskonstanten). Die Regressionsgleichungen lauten:

$$\text{A-Grad : } Y = -309.323 + 26.128 X_1 - 2.575 X_2$$

$$\text{B-Grad : } Y = -182.724 + 26.128 X_1 - 2.575 X_2$$

$$\text{C-Grad : } Y = -73.012 + 26.128 X_1 - 2.575 X_2$$

(X_1 = Baumhöhe in m, X_2 = BANGTREE $_4$ in m², Y = Volumenzuwachs dm³/7 Jahre)

Für dieselben Werte der Baumhöhe und der Konkurrenzvariablen $BANGTREE_4$ ist der Zuwachs in den stark durchforsteten Beständen größer als in den schwach durchforsteten. Die Konkurrenzvariable $BANGTREE_i$ ist zweifellos geeignet, den relativen Konkurrenzdruck innerhalb der Biogruppe hinreichend sicher zu erfassen. Für einen gegebenen Wert des Index ist der Zuwachs in schwach durchforsteten Baumkollektiven jedoch erheblich niedriger als in stark durchforsteten, wahrscheinlich deshalb, weil die Konkurrenzvariable für die bestehende Wurzelkonkurrenz nicht wirklich maßgebend ist. Dies dürfte ebenfalls für die Variablen $BANTREE$ und $DISTREE$ gelten. In künftigen Wachstumsuntersuchungen sollten deshalb Konkurrenzvariable definiert und erprobt werden, welche den Konkurrenzdruck innerhalb der Biogruppe, unabhängig von deren Bestandesdichte, quantitativ erfaßt.

Zusammenfassung

Die Abhängigkeitsbeziehung zwischen drei Konkurrenzvariablen und dem Volumenzuwachs von *P. radiata* wurde untersucht, nämlich $PRODAN$ - $EHRENSPIELS$ n -Baumstichprobe ($BANTREE_i$), eine Abwandlung von $SPURRS$ Modifikation der Winkelzählprobe ($BANGTREE_i$) und $KENNELS$ Abstandsvariable ($DISTREE_i$). Die Ergebnisse waren folgende:

1. In den undurchforsteten A-Flächen ergab $BANGTREE_i$ die höchste Regressionsquadratsumme, in den stark durchforsteten C-Flächen dagegen $DISTREE_i$.
2. Die Regressionsquadratsumme ist vom Wert des Index i abhängig.
3. Für dieselbe Baumhöhe und denselben Wert der Konkurrenzvariablen $BANGTREE_4$ ist der Zuwachs in stark durchforsteten Beständen größer als in schwach durchforsteten.

Summary

In this study, the efficiency of three variables, to express competition amongst trees within biogroups of *P. radiata*, was investigated. The variable $BANTREE_n$ was defined as the basal area per hectare of the n -nearest trees. The variable $BANGTREE_n$ is a modification of $SPURRS$ angle summation measure and expresses also the basal area per hectare of the n -trees which surround a study tree. $DISTREE_n$ was defined as the distance between a study tree and the n -nearest tree. The study was conducted in unthinned A-plots, in B-plots exposed to medium thinning and in heavily thinned C-plots. The variables were calculated from $i = 1$ to $i = 9$ in the A-plots, to $i = 8$ in the B-plots and to $i = 7$ in the C-plots. In multiple regression analyses the volume growth of all trees in the A-, B- and C-plots of three series, were related to tree height and to each competition variable and index value. This produced 72 regression equations. The results were:

1. In the A-plots, $BANGTREE_i$ is the most efficient variable. Its regression sum of squares reaches a maximum for $i = 9$. Hence, the growth of a study tree is influenced by at least nine surrounding trees.
2. In the B-plots, $BANGTREE_i$ is also superior, the highest regression sum of squares being recorded for $i = 3$.
3. In the C-plots, the regression sum of squares of $BANGTREE_i$ is highest for $i = 2$, whereas the variable $DISTREE_i$ gives the most satisfactory results.
4. The distance variable $DISTREE_i$ gives the highest partial correlations for $i = 2$ in the A- and B-plots and for $i = 3$ in the C-plots.
5. For a given value of the competition variable $BANGTREE_4$, the rate of volume growth in heavily thinned stands is greater than in lightly thinned. The competi-

tion variables are therefore suitable to express the degree of competition within biogroups, but not to explain differential growth rates amongst groups.

Literatur

EHRENSPIEL, G., 1971: Möglichkeiten zur Ermittlung der Standfläche von Einzelbäumen und deren Bedeutung bei der Auswertung von Versuchsflächen. Diss. Freiburg. — JOHNSON, B., 1961: Om barrlandskogens volymproduktion. Medd. St. Skogsf. Inst. 50. — KENNEL, R., 1966: Soziale Stellung, Nachbarschaft und Zuwachs. Forstw. Cbl. 85, 193-204. — LAAR, A. VAN, 1972: Needle-biomass, growth and growth distribution of *Pinus radiata* in South Africa, in relation to pruning and thinning. Forschungsbericht der F.V.A. München, Nr. 9. — PRODAN, M., 1968: Einzelbaum, Stichprobe und Versuchsfläche. Allg. F. und J. Zeitung 139. — SPURR, S. H., 1962: A measure of point density. For. Science 8. — STERN, K., 1966: Vollständige Varianzen und Kovarianzen in Pflanzenbeständen. Silvae Genetica 15.

Anschrift des Verfassers: Prof. Dr. A. VAN LAAR, Institut für Forstliche Ertragskunde, 8000 München 40, Amalienstraße 52

Ertragsniveau und Standort dargestellt am Beispiel der Kiefer

VON A. SCHMIDT

Aus dem Institut für Forstliche Ertragskunde der Forstlichen Forschungsanstalt München

1. Geschichtliche Entwicklung

Der Wunsch, die Leistungsfähigkeit von Wäldern abschätzen und für eine langfristige Wirtschaftsplanung vorhersagen zu können, ist so alt wie die geregelte Forstwirtschaft selbst. Von den primitiven Güteeinschätzungen der holzgerechten Jäger, über die ersten Ertragstafelkonstruktionen (z. B. PAULSEN, 1795) bis zu hochentwickelten biometrischen Modellen vom Zusammenhang zwischen Standort und Ertragsleistung reichen die Versuche, das Geheimnis der Produktion unserer Wälder in den Griff zu bekommen. Stationen auf diesem Wege sind — vereinfacht dargestellt — die verschiedenen Bonitierungssysteme

nach den Bodeneigenschaften,
nach der Bodenvegetation und
nach Merkmalen des aufstockenden Bestandes.

Alle diese Bemühungen hatten das Ziel, von der rein qualitativen Güteansprache zu quantitativ berechenbaren Maßzahlen zu kommen. Man fand schließlich in der Höhenbonitierung ein befriedigendes Verfahren für die objektive Leistungsbeurteilung. Die unterschiedlichen Standortsqualitäten wurden durch die Ertragsklasseneinteilung berücksichtigt. Mit der Feststellung GEHRHARDTS, daß die Gesamtwuchsleistung unabhängig vom Standort streng mit der jeweils erreichten Bestandeshöhe korreliert sei (erweitertes Eichhornsches Gesetz), schien die ertragskundliche Formulierung der Wuchsgesetzmäßigkeiten beendet zu sein.

Heft 5
Oktober 1973

C 2895 F

FORST- WISSENSCHAFTLICHES CENTRALBLATT

ZUGLEICH ZEITSCHRIFT FÜR DIE VERÖFFENTLICHUNGEN
DER FORSTLICHEN FORSCHUNGSANSTALT MÜNCHEN

unter Mitwirkung von

*E. Assmann, München / F. Backmund, München / H. Burger, Zürich
P. Burschel, München / F. Franz, München / R. Geiger, München
J. N. Köstler, München / W. Kroth, München / W. Laatsch, München
H. Löffler, München / K. Mantel, Freiburg / R. Plochmann, München
K.-E. Rehfuess, München / A.v. Schönborn, München / P. Schütt, München
W. Schwenke, München / J. Speer, München / W. Wittich, Göttingen*

herausgegeben von

H. von Pechmann

92. JAHRGANG



VERLAG PAUL PAREY · HAMBURG UND BERLIN

Inhalt

FRANZ, F.: Prof. ERNST ASSMANN zum 70. Geburtstag 217

I. ABHANDLUNGEN

KENNEL, R.: Die Bestimmung des Ertragsniveaus bei der Buche	226
FREIST, H.: Beitrag zur Frage der Entwicklung von Esche, Ahorn und anderen Bunt- hölzern in einem Buchengrundbestand	235
ŠTEFANČIK, L.: Waldbauliche Analyse einer freien Hochdurchforstung in ungepflegten Buchenstangenhölzern	242
ZÖHRER, F.: Aussagefähigkeit und Grenzen biometrischer Modelle bei der forstlichen Ertragsprognose	250
LAAR, A. v.: Konkurrenzdruck und Zuwachs von <i>Pinus radiata</i>	261
SCHMIDT, A.: Ertragsniveau und Standort, dargestellt am Beispiel der Kiefer	268
STAMENKOVIĆ, V.; MIŠČEVIĆ, V.: Entwicklung und Zuwachs einiger Nadelbaumkulturen in Mittel- und Ost-Serbien	275

II. MITTEILUNGEN

Forstdirektor FRIEDRICH MEISS 90 Jahre alt	291
Prof. Dr. A. BAUMGARTNER, Inhaber des neuen Lehrstuhls für Bioklimatologie	291
Prof. Dr. P. SEIBERT, Leiter der Abteilung Vegetationskunde	291

III. BUCHBESPRECHUNGEN

Botanik, von F. HAGEMANN u. a.	292
Die Eignung von Holzarten für den Busch- und Heckenlagenbau, von U. SCHLÜTER . .	292
Seminare im Europäischen Naturschutzjahr 1970	293
Verteilung von Feinwurzeln und Mykorrhizen im Bodenprofil eines Buchen- und Fich- tenbestandes im Solling, von D. GÖTTSCHE	294
Pestizide in der Umwelt, von D. BLUMENBACH	294
Die Organisation des staatlichen Naturschutzes und der Landschaftspflege im Deutschen Reich und in der Bundesrepublik seit 1935, von W. MRASS	294
Flor des Arbes, von R. ROL und M. JACAMON	295
Note illustrative della Carta della Vegetazione reale d'Italia, von F. FENAROLI . . .	295
Pollenanalytische Untersuchungen zur Waldgeschichte des Dachsteinmassivs, von F. KRAL	296
Seltene geschützte Pflanzen, von F.-M. ENGEL	296

*This journal is covered by Biosciences Information Service of Biological Abstracts
and by Chemical Abstracts (selectively)*

Dieses Heft enthält 3 Beilagen des Verlages Paul Parey

Schriftleitung: Beiträge sind zu richten an Professor Dr. H. VON PECHMANN, 8 München 13, Amalienstraße 52. Das „Forstw. Cbl.“ veröffentlicht nur Originalbeiträge.

Manuskripte: Es wird gebeten, die Manuskripte möglichst mit Schreibmaschine und nur einseitig zu beschreiben und bei den photographischen Vorlagen auf kontrastreiche Beschaffenheit zu achten. Bei Abbildungen aus bereits erfolgten Veröffentlichungen ist die genaue Quellenangabe vorzunehmen. Mit der Annahme des Manuskripts erwirbt der Verlag das ausschließliche Verlagsrecht, und zwar auch für etwaige spätere Vervielfältigungen durch Nachdruck oder durch andere Verfahren, wie Photokopie, Mikrokopie, Xerographie, der Speicherung in Datenverarbeitungsanlagen u. a. Der Verlag ist berechtigt, das Vervielfältigungsrecht an Dritte zu vergeben und die Lizenzgebühren im Namen des Verfassers geltend zu machen und nach Maßgabe des zwischen dem Börsenverein des Deutschen Buchhandels und dem Bundesverband der Deutschen Industrie abgeschlossenen Rahmenabkommens vom 14. 6. 1958 und 1. 1. 1961 zu behandeln.

Sonderdrucke: Die Verfasser von Originalbeiträgen erhalten von ihrem Beitrag unberechnet 30 Sonderdrucke. Mehrbedarf kann gegen Berechnung angefertigt werden, jedoch muß die Bestellung mit der Rücksendung der Fahnenkorrektur bei der Schriftleitung erfolgen.

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
Fortsetzung siehe 3. Umschlagseite