

ALLGEMEINE FORST UND JAGDZEITUNG

ISSN 0002-5852

Sonderdruck

INHALTSVERZEICHNIS

AUFSÄTZE

- | | |
|-------------|--|
| A. Bittner | Wirkungs- und Konzeptevaluation von Umweltbildung am Beispiel des Nationalparks Harz/Niedersachsen 195
(Evaluation of impact and concepts of environmental education. An empirical study in the National Park Harz, Lower Saxony, Germany) |
| H. Pretzsch | Die Regeln von REINEKE, YODA und das Gesetz der räumlichen Allometrie 205
(The rules by REINEKE, YODA and the law of spatial allometry) |
| S. Schönhar | Untersuchungen über das ökologische Verhalten von Gefäßpflanzen der Waldbodenvegetation. <i>V. Arten mit Schwerpunkt auf nassen Böden</i> 211
(Studies of the ecological behaviour of vascular plants of the ground-cover vegetation of forests. <i>V. Species that are concentrated on wet soils</i>) |

171. JAHRGANG 2000 HEFT 11 NOVEMBER

J. D. SAUERLÄNDER'S VERLAG · FRANKFURT AM MAIN

ALLGEMEINE FORST UND JAGDZEITUNG

Unter Mitwirkung der
Mitglieder der Lehrkörper der Forstlichen Fakultäten
von Freiburg i. Br. und Göttingen

herausgegeben von

Dr. K.-R. Volz
o. Professor
der Forstwissenschaft an der
Universität Freiburg i. Br.

Dr. Dr. h.c. H. Kramer
o. Professor
der Forstwissenschaft an der
Universität Göttingen

ISSN 0002-5852

Erscheinungsweise: Jährlich 12 Hefte, bei Bedarf Doppelhefte (zweimonatlich).

Bezugspreis: Jährlich DM 258,- zuzüglich Zustellgebühr; Studenten und in Ausbildung befindliche Forstreferendare DM 198,40 (empf. Richtpreis). Preis der Einzelhefte je nach Umfang verschieden.

Bezug: Durch den Buchhandel oder direkt vom Verlag. Das Abonnement gilt jeweils für einen Jahrgang. Es läuft weiter, wenn nicht unmittelbar nach Lieferung des Schlussheftes eines Jahrgangs eine Abbestellung erfolgt.

Manuskripte (es werden nur Erstarbeiten veröffentlicht) sind nach vorheriger Anfrage an die Herausgeber einzusenden. Für unverlangt eingegangene Manuskripte wird keine Gewähr übernommen. Rücksendung erfolgt nur, wenn Rückporto beiliegt.

Entsprechend dem international weit verbreiteten Review-Verfahren wird jeder Beitrag von zwei Fachgutachtern (vor allem Mitglieder der Lehrkörper der Forstlichen Fakultäten der Universitäten in Freiburg i. Br. und Göttingen) hinsichtlich Inhalt und Form geprüft.

Die Manuskripte sind möglichst auf Diskette und in dreifacher Ausfertigung einzureichen. Sie sollten 3 bis 4 (maximal 6 Druckseiten) umfassen. Hierbei entspricht eine Druckseite ungefähr 4 Schreibmaschinenseiten mit 30 Zeilen und 65 Anschlägen je Zeile. Neben einem möglichst kurz gehaltenen Titel der Arbeit sind bis zu maximal 10 Schlagwörter und key words anzugeben. Manuskripte mit Tabellen und Abbildungen werden nur angenommen, wenn die Tabellen-Überschriften und die Abbildungsunterschriften in deutscher und englischer Sprache abgefasst sind. Der Beitrag soll neben einer deutschen Zusammenfassung eine Zusammenfassung in englischer Sprache (Summary mit Title of the paper) enthalten. Die Übersetzung ins Französische (Résumé) erfolgt i. Allg. durch den Verlag.

Um unnötige Korrespondenz zu vermeiden, werden die Autoren gebeten, bei Abfassung ihres Manuskriptes eine neuere Ausgabe der Allgemeinen Forst- und Jagdzeitung sowie die beim Verlag

und bei den Herausgebern erhältlichen „Hinweise für die Autoren“ zu beachten.

Die in dieser Zeitschrift veröffentlichten Beiträge sind urheberrechtlich geschützt. Übersetzung, Nachdruck – auch von Abbildungen –, Vervielfältigung auf photomechanischem oder ähnlichem Wege oder im Magnettonverfahren, Vortrag, Funk- und Fernschwendung sowie Speicherung in Datenverarbeitungsanlagen – auch auszugsweise – bleiben vorbehalten. Werden von einzelnen Beiträgen oder Teilen von ihnen einzelne Vervielfältigungsstücke im Rahmen des § 54 UrhG hergestellt und dienen diese gewerblichen Zwecken, ist dafür eine Vergütung gem. den gleichlautenden Gesamtverträgen zwischen der Verwertungsgesellschaft Wissenschaft GmbH, 60311 Frankfurt/Main, Großer Hirschgraben 17-21, und dem Bundesverband der Deutschen Industrie e. V., dem Gesamtverband der Versicherungswirtschaft e. V., dem Bundesverband deutscher Banken e. V., dem Deutschen Sparkassen- und Giroverband und dem Verband der Privaten Bausparkassen e. V., in die VG Wissenschaft zu entrichten. Die Vervielfältigungen sind mit einem Vermerk über die Quelle und den Vervielfältiger zu versehen. Erfolgt die Entrichtung der Gebühren durch Wertmarken der VG Wissenschaft, so ist für jedes vervielfältigte Blatt eine Marke im Wert von DM 0,40 zu verwenden.

Anzeigenannahme: J. D. Sauerländer's Verlag, Finkenhofstraße 21, D-60322 Frankfurt am Main.

Anzeigenpreis: Die 43 mm breite mm-Zeile DM 0,87. Für Geschäftsanzeigen gilt die Preisliste Nr. 8. Anfragen an Verlag erbeten.

Verlag: J. D. Sauerländer's Verlag, Finkenhofstraße 21, D-60322 Frankfurt am Main, Fernruf (069) 55 52 17, Telefax (069) 596 43 44. eMail: J.D.Sauerlaenders.Verlag@t-online.de *Bankkonten:* Commerzbank, Frankfurt a. M. 5408 075; Frankfurter Sparkasse (Girokonto 96 958); Postgirokonto: Frankfurt a. M. Nr. 896-607.

This journal is covered by ELFIS, EURECO, CAB Forestry Abstracts, Chemical Abstracts, by Current Contents Series Agriculture, Biology and Environmental Sciences (CC/AB) and by the Science Citation Index® (SCI®) of Institute for Scientific Information.

Die Anschriften der Herausgeber:

Prof. Dr. K.-R. VOLZ, Institut für Forstpolitik der Universität Freiburg, Bertoldstraße 17, D-79085 Freiburg

Prof. Dr. Dr. h. c. H. KRAMER, Institut für Forsteinrichtung und Ertragskunde der Universität Göttingen, Büsingenweg 5, D-37077 Göttingen

Die Anschriften der Mitarbeiter von Heft 11 des 171. Jahrgangs sind:

Dipl.-Forstwirt cand. M. A. A. BITTNER, Institut für Forstpolitik, Forstgeschichte und Naturschutz der Universität Göttingen, Büsingenweg 3, D-37077 Göttingen

Prof. Dr. H. PRETZSCH, Lehrstuhl für Waldwachstumskunde der Technischen Universität München, Am Hochanger 13, D-85354 Freising

Dr. S. SCHÖNHAR, Rosenstraße 13, D-79211 Denzlingen

Übersetzung der Résumés,

soweit sie nicht von den Autoren zur Verfügung gestellt werden:

J. MAHEUT, 25 Av. du Gal Leclerc, F-54600 Villers-les-Nancy



Aufsätze der Allgem. Forst- und Jagdzeitung seit 1949 in einem exklusiven Recherche-Modul auf dieser CD von EURECO: 26.279 Publikationen, 930.000 Keywords, zweisprachige Recherche Deutsch-Englisch, virtuelle Bibliothek, Ausdrücke und Datenport in Profiversion; ab 69,- DM. aid, Konstantinstraße 124, Stichwort 'ÖKOWALD', D-53179 Bonn
<http://www.fh-rottenburg.de/greenlink/oekowald/index.html>

Die Regeln von REINEKE, YODA und das Gesetz der räumlichen Allometrie

Aus dem Lehrstuhl für Waldwachstumskunde der Technischen Universität München

(Mit 7 Abbildungen)

Von H. PRETZSCH

(Angenommen Juli 2000)

SCHLAGWÖRTER – KEY WORDS

Selbstdifferenzierung; Allometrie; -3/2-Regel; Bestandesdichte-Regel.

Self-thinning; allometry; -3/2 power rule; stand density rule.

1. EINLEITUNG

Mit dem Wachstum nimmt der Ressourcenbedarf und Standardanspruch von Pflanzen zu. Ohne Behandlung nähern sich Bestände einer maximalen Dichte, die durch die Bestandesgrundfläche oder in gleichaltrigen Beständen durch die Pflanzendichte bei gegebener mittlerer Dimension quantifiziert werden kann. Diese maximale Dichte ist abhängig von der Baumart, dem Standort und der Entwicklungsphase des Bestandes. Der zunehmende Standardbedarf führt bei Annäherung an die maximale Dichte zur Verknappung der Ressourcen und zu Konkurrenzeffekten, die sich in einer charakteristischen Abnahme der Pflanzenzahl, der sogenannten Selbstdifferenzierungs- oder Selbstdurchforstungslinie, niederschlagen.

Der Zusammenhang zwischen Pflanzendimension und Dichte wird auf Abbildung 1 im doppelt-logarithmischen Koordinatensystem schematisch verdeutlicht. Die obere Selbstdurchforstungslinie oder obere Grenzlinie (ausgezogene Linie) markiert die für eine Art mögliche maximale Dichte bei gegebener Größe bzw. bei gegebenem Gewicht pro Pflanze im gleichaltrigen Reinbestand unter optimalen Standortbedingungen. Die untere Selbstdurchforstungslinie (gestrichelte Linie) markiert die charakteristische Grenzbeziehung für einen Bestand unter suboptimalen Wuchsbedingungen. Die Dichte-Dimensions-Trajektorien in den Beständen A und B nähern sich infolge von Wachstum und Mortalität der jeweiligen bestandstypischen Selbstdurchforstungslinie an, um dann auf unterschiedlichem absoluten Niveau mit ähnlichen Gradienten abzufallen. Die obere Grenzlinie und Selbstdurchforstungslinie können unter optimalen Wuchsbedingungen zusammenfallen (Bestand A). Die Selbstdurchforstungslinie kann aufgrund suboptimaler Standortbedingungen aber auch mehr oder weniger deutlich unterhalb der oberen Grenzlinie liegen (Bestand B).

Ausgehend von GALILEI's Prinzip der Ähnlichkeit von Formen haben SPENCER (1864) und THOMPSON (1917) die allometrischen Zusammenhänge zwischen linearer Ausdehnung, Flächenbedarf, Standardverbrauch, Bestandesdichte und Biomasse von Organismen in die Biologie eingeführt. BERTALANFFY (1951) setzt das Allometrieprinzip für die Nachbildung der Formenwandlung von Pflanzen und Tieren ein. YODA, KIRA, OGAWA und HOZUMI (1963) finden für krautige Pflanzen eine charakteristische Abnahme des Pflanzengewichtes mit zunehmender Pflanzenzahl je Flächeneinheit und leiten die -3/2-Selbstdifferenzierungs-Regel ab. Indem diese einen allometrischen Zusammenhang mit dem Koeffizienten -3/2 zwischen Biomasse pro Pflanze m und Pflanzenzahl pro Flächeneinheit N in gleichaltrigen Beständen bei maximaler Dichte herstellt ($m \propto N^{-3/2}$), kombiniert sie produktions- und populationsökologische Aspekte. Sie wird von zahlreichen Autoren als die wichtigste Regel oder sogar als das bedeutendste Gesetz der Pflanzenökologie angesehen. Untersuchungen über unterschiedliche

Pflanzengattungen hinweg erbrachten umfangreiche Beispiele für ihre Gültigkeit (HARPER, 1977; WELLER, 1987, 1990). Seit den achtziger Jahren wurden wiederholt Zweifel an der allgemeinen Gültigkeit dieser Regel vorgebracht (WHITE, 1981; ZEIDE, 1987). Neuere Arbeiten u. a. von WHITTINGTON (1984) und SACKVILLE HAMILTON et al. (1995) schlagen eine allgemeinere Fassung der Selbstdifferenzierungsregel vor, die den Erhalt der ursprünglichen allometrischen Grundbeziehung ermöglicht, aber weitere Bestimmungs- und Erklärungsgrößen oder modifizierte Allometrikoeffizienten einbezieht.

REINEKE (1933) hat lange vor YODA et al. (1963) die Bestandesdichte-Regel für Waldbestände aufgestellt. In der Waldwachstumsforschung hat diese eine ganz erhebliche Bedeutung für die Erfassung, Analyse und Modellierung erlangt (BERGEL, 1985; FRANZ, 1968; STERBA, 1975, 1981, 1987). Analog zur Regel von YODA beschreibt die REINEKE-Regel den allometrischen Zusammenhang zwischen Baumdimension und Baumzahl pro Flächeneinheit. Sie stützt sich dabei auf den in der forstwirtschaftlichen Praxis leicht erfassbaren Stammdurchmesser in der Höhe 1,30 m. In der Diskussion über die Gültigkeit der YODA-Regel findet die Regel von REINEKE kaum Erwähnung. Die vorliegende Arbeit stellt einen Zusammenhang zwischen den Regeln von REINEKE und YODA her. Die von REINEKE empirisch gefundene Regel wird aus den räumlichen Allometriegesetzen für stereometrische Körper theoretisch abgeleitet. Zur Veranschaulichung der tendenziellen Gültigkeit der REINEKE-Regel und zur Diagnose spezifischer Abweichungen wirklicher Bestandesentwicklungen von dieser Regel werden die Mitteldurchmesser-Stammzahl-Trajektorien von 327 langfristig beobachteten Durchforstungsversuchsflächen in Fichten-, Buchen-, Kiefern- und Eichenbeständen ausgewertet.

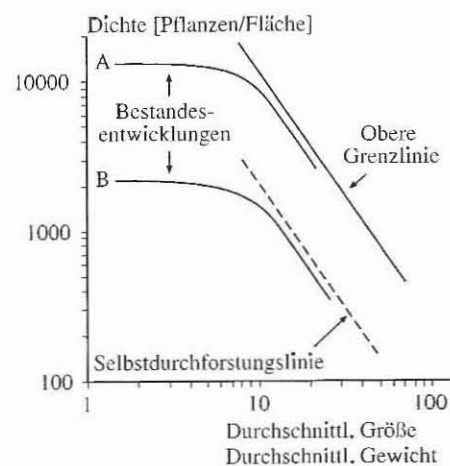


Abb. 1

Gemeinsames Prinzip der REINEKE-Regel von (1933) und der -3/2-Selbstdifferenzierungsregel von YODA et al. (1963)

Common principle of REINEKE's rule (1933) and the -3/2 self-thinning role by YODA et al. (1963)

2. BESTANDESDICHTE-REGEL VON REINEKE (1933)

Bei seiner Suche nach einem bonitäts- und altersunabhängigen Maß für die Bestandesdichte fand REINEKE (1933) für maximal bestockte gleichaltrige Bestände im Nordwesten der USA die Bestandesdichte-Regel („stand density rule“). Sie beschreibt den Zusammenhang zwischen Mitteldurchmesser dg und Stammzahl pro Flächeneinheit in voll bestockten und unbewirtschafteten Beständen über die allometrische Beziehung

$$N = e^a \cdot dg^{-1,605} \quad (1)$$

die sich im doppelt-logarithmischen Koordinatensystem als Gerade

$$\ln N = a - 1,605 \cdot \ln dg \quad (2)$$

mit der Höhenlage a und der Steigung $-1,605$ darstellen lässt. Bei a handelt es sich um einen Lageparameter. Demnach gilt für undurchforstete Bestände, dass die Stammzahl N mit Zunahme des Mitteldurchmessers dg nach der allometrischen Konstanten $-1,605$ abnimmt. Zu diesem Befund gelangt REINEKE, indem er Zustandsdaten unbehandelter Beobachtungsflächen im doppelt-logarithmischen Koordinatensystem mit ihren Wertepaaren Mitteldurchmesser und Stammzahl pro Fläche darstellt. Von Zustandsdaten ausgehend, findet REINEKE als Umhüllende eine Gerade mit der Steigung $-1,605$ (Abb. 2). Aufgrund ihrer nur geringen Schwankung bei verschiedenen Baumarten, Bestandesstrukturen und Standorten spricht REINEKE dieser Allometrie konstanten $-1,605$ unabhängig von Baumart und Standort eine allgemeine Gültigkeit für vollbestockte gleichaltrige Waldbestände zu.

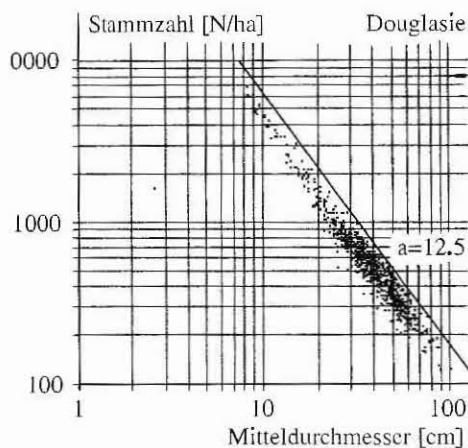


Abb. 2

Zusammenhang zwischen Stammzahl pro ha und Mitteldurchmesser für gleichaltrige Douglasienbestände nach Zustandsaufnahmen in Washington und Oregon. Eingetragen ist die obere Umhüllende $\ln N = a - 1,605 \ln dg$ mit der Höhenlage $a = 12,5$ und der Steigung $-1,605$ (nach REINEKE, 1933)

Relationship between number of trees per hectare and the average diameter for even-aged Douglas fir stands based on inventory data for Washington and Oregon. Shown is the line for the upper limit $\ln N = a - 1,605 \ln dg$ with intercept $a = 12,5$ and slope $-1,605$ (according to REINEKE, 1933)

REINEKE (1933) gründete seine Regel auf die statistische Auswertung von Zustandsbefunden auf Inventurflächen. Dass auch die zeitliche Entwicklung der Stammzahl pro ha über dem Mitteldurchmesser annähernd der Regel von REINEKE folgt, zeigt Abbildung 3 für Versuchsflächen in Süddeutschland. Die Graphiken verdeutlichen, dass sich Fichten-, Kiefern-, Buchen- und Eichenbestände, unabhängig von ihrer Ausgangsdichte, einer oberen Grenzbeziehung zwischen Stammzahl pro ha und Mitteldurchmesser

nähern, um dann, weitgehend der Regel von REINEKE entsprechend, in der Stammzahl abzunehmen. Das absolute Niveau, auf dem sich diese Abnahme vollzieht und das sich in der Höhenlage der Geraden äußert, ist durch die Tragfähigkeit des Standortes vorgegeben. Die eingezeichneten theoretischen Geraden mit der Steigung $-1,605$ bezeichnen die nach der Stand Density Rule von REINEKE (1933) erwartete Stammzahlabnahme bei Selbstdifferenzierung in undurchforsteten Beständen unter ungünstigen bis sehr guten Standortbedingungen ($a = 10$ bis $a = 13$).

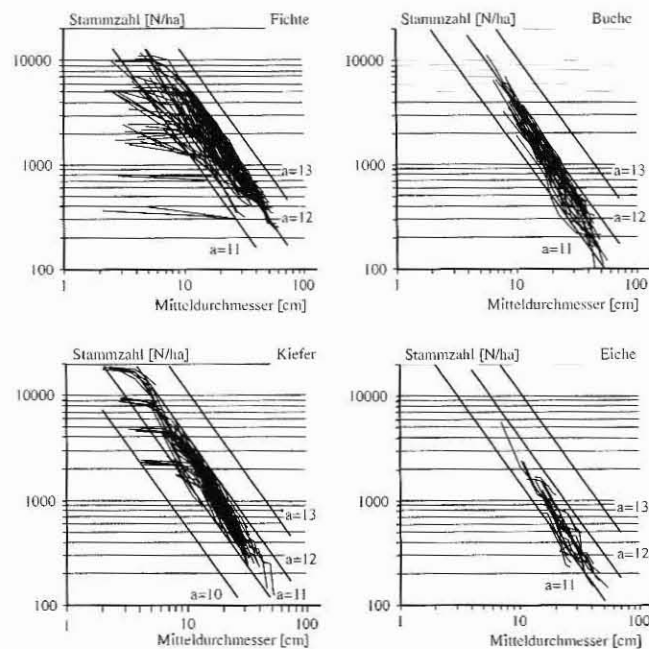


Abb. 3

Entwicklung süddeutscher Fichten-, Buchen-, Kiefern- und Eichenbestände nach der Stand density rule von REINEKE (1933).

Die Mitteldurchmesser-Stammzahl-Trajektorien nähern sich, unabhängig von der Ausgangsdichte, einer oberen Grenzbeziehung zwischen Stammzahl und Durchmesser, die sich im doppelt-logarithmischen Netz durch eine Gerade mit dem Steigungskoeffizienten $b = -1,605$ darstellen lässt. Die eingetragenen Geraden ergeben sich bei Einsetzung der Lageparameter $a = 11$ bis 13

Development of spruce, beech, pine and oak stands in South Germany according to the stand density rule by REINEKE (1933).

Independent of the initial stand density the diameter-stem number-trajectories approximate an upper line. Plotted on double-logarithmic cross-section paper this may be represented by a straight line with the coefficient of slope $-1,605$

Die auf Abbildung 3, oben, links dargestellten 120 Fichten-Versuchspartellen im Alter von 11 bis 166 Jahren befinden sich vorwiegend in den Regionen Bayerische Alpen, Voralpenland, Schwaben und Frankenalb. Auf den zum Teil seit 1882 unter Beobachtung stehenden Parzellen streuen die Durchmesser der Grundflächenmittelstämme zwischen 2,1 cm und 60,7 cm, die Stammzahlen liegen zwischen 232 und 12 899 Bäumen pro ha und die Grundflächen zwischen 0,1 m² und 92,3 m² pro ha.

Die Darstellung der Buche gründet auf 32 Parzellen, die vorwiegend in Unterfranken liegen, seit 1870 beobachtet sind und einen Altersrahmen von 33 bis 219 Jahren abdecken (Abb. 3, oben, rechts). Hier reichen die Mitteldurchmesser von 5,7 cm bis 71,8 cm, die Stammzahlen von 92 bis 11 242 Bäumen pro ha und die Grundflächen von 13,03 m² bis 52,35 m² pro ha. Der vor allem bei Fichte und Buche in den letzten Jahrzehnten feststellbare posi-

tive Ausschlag der Mitteldurchmesser-Stammzahl-Trajektorien ist gleichbedeutend mit einer Erhöhung der potentiellen Bestandesdichte und reflektiert die standörtliche Verbesserung auf diesen Flächen. Dieser Trend wird noch deutlicher sichtbar, wenn wir die Bestandesgrundfläche über dem Mitteldurchmesser darstellen (Abb. 4), wobei sich die Bestandesgrundflächen aus den in Abbildung 3 aufgetragenen Mitteldurchmessern und Stammzahlen pro ha ergeben. Auf vielen Parzellen streben die Grundflächen von Fichten- und Buchenbeständen mit steilem Gradienten neuen, bisher nicht vermuteten Spitzenwerten zu.

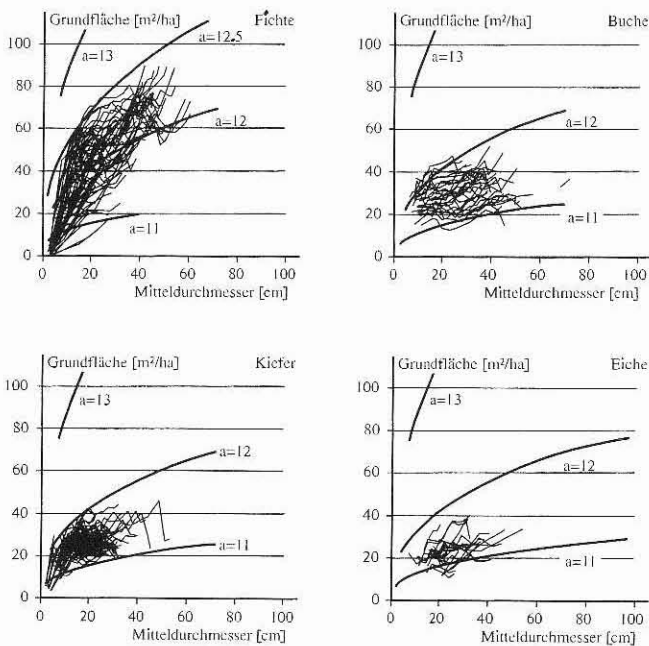


Abb. 4

Beobachtete Bestandesgrundflächen in Abhängigkeit vom Mitteldurchmesser auf Fichten-, Buchen-, Kiefern- und Eichenversuchsflächen in Süddeutschland. Als Referenz sind die Grundflächen-Mitteldurchmesser-Verläufe eingetragen, die sich aus der REINEKE-Beziehung $\ln N = a - 1,605 \ln dg$ bei Einsetzung der Werte $a = 11$ bis 13 ergibt

Observation of stand basal areas in relation to average diameter on long term experimental plots stocking spruce, beech, pine and oak in South Germany. The reference curve shows the basal area-average diameters resulting from the REINEKE equation $\ln N = a - 1,605 \ln dg$, using varying values from $a = 11$ to 13

Die Darstellung für die Kiefer basiert auf 152 Versuchspartzen mit Verbreitungsschwerpunkt in Mittel- und Nordostbayern, von denen die ältesten seit dem Frühjahr 1900 unter Beobachtung stehen. Sie decken einen Altersrahmen von 12 bis 152 Jahren ab, repräsentieren Bestandesgrundflächen von 3,12 m² bis 53,3 m² pro ha, umfassen Stammzahlen von 127 bis 18 606 Bäumen pro ha bei einem Spektrum des Mitteldurchmessers von 2,0 cm bis 53,0 cm.

Die Eiche ist mit 23 Parzellen in Nordbayern vertreten, die zum Teil seit 1900 beobachtet werden und 38 bis 360 Jahre alt sind. Ihre Bestandeswerte decken einen Rahmen ab, der bei den Stammzahlen von 45 bis 5662 Bäumen pro ha, beim Mitteldurchmesser von 7,1 cm bis 84,4 cm und bei den Grundflächen von 10,68 m² bis 40,40 m² pro ha reicht.

Mit dem in der Beobachtungsdauer und standörtlichen Streuung wohl einmaligen Datenmaterial kann eine tendenzielle Annäherung des Wachstums auf den langfristigen Versuchsflächen des Ertragskundlichen Versuchswesens in Bayern an die REINEKE-Regel nachgewiesen werden. In den Mitteldurchmesser-Stammzahl-Trajektorienbündeln markieren unbehandelte oder nach dem A-Grad durchforstete Parzellen jeweils die obere Grenzlinie.

3. -3/2-SELBSTDIFFERENZIERUNGS-REGEL VON YODA ET AL. (1963)

Ohne Kenntnis der Bestandesdichte-Regel von REINEKE (1933) sind KIRA et al. (1953) und YODA et al. (1963) bei der Untersuchung krautiger Pflanzen auf eine ähnliche Grenzlinie gestoßen. Ihre Selbstdifferenzierungs- oder Selbstdurchforstungsregel, auch -3/2-Potenz-Regel oder YODA's Regel genannt, beschreibt den Zusammenhang zwischen dem mittleren Gewicht m und der Dichte N in gleichaltrigen Pflanzenpopulationen bei ungestörter Entwicklung. Für die von KIRA et al. (1953) und YODA et al. (1963) und in der Folge von HARPER (1977) und WELLER (1987) untersuchten krautigen Pflanzen und Sträucher wird die Beziehung

$$m = e^b \cdot N^{-3/2} \quad (3)$$

oder in logarithmierter Form

$$\ln m = b - 3/2 \cdot \ln N \quad (4)$$

vermutet, wonach das durchschnittliche Pflanzengewicht m und die Pflanzendichte N (Pflanzenzahl pro Flächeneinheit) in einer allometrischen Beziehung mit dem Allometrikoeffizienten $-3/2$ zueinander stehen. Der Lageparameter b legt wieder die Höhenlage der Grenzlinie fest. Bei ungestörter Entwicklung, nach Beginn der Selbstdurchforstung folgt die Populationsentwicklung der „Selbstdurchforstungs-Linie“ oder $-3/2$ -Linie wenn das durchschnittliche Pflanzengewicht m und die Pflanzendichte N im doppelt logarithmischen Koordinatensystem eingetragen werden (Abb. 5, links). Zu dieser Regel gelangen die Autoren, im Gegensatz zu REINEKE, nicht durch die Auswertung von Zustandsaufnahmen, sondern durch das Verfolgen der Gewicht-Dichte-Beziehungen von kurzlebigen Beständen krautiger Pflanzen über der Zeitachse.

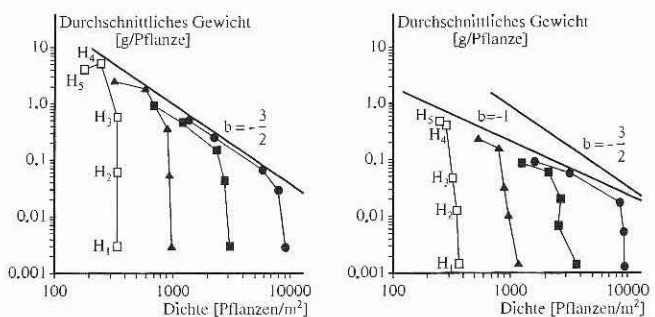


Abb. 5

Entwicklung der Beziehung zwischen der Dichte (Pflanzen/Quadratmeter) und durchschnittlichem Gewicht (g/Pflanze) in unterschiedlich begründeten Populationen von Englischem Raygras (*Lolium perenne* L.) bei vollem Lichtgenuss (links) und 30% der vollen Belichtung (rechts). Die Wertepaare H_1, H_2 usw. repräsentieren verschiedene Entwicklungsstadien (nach HARPER, 1977)

Development of the relationship between density (plants/square meter) and average weight (g/plant) in populations of *Lolium perenne* L. of varying densities, with a full light regime (left) and at 30% full light (right). The points H_1, H_2 etc. represent successive stages of development (according to HARPER, 1977)

HARPER (1977) zeigt zahlreiche Musterbeispiele für Populationsentwicklungen nach der $-3/2$ -Selbstdifferenzierungs-Regel. Er zeigt aber auch signifikante Abweichungen davon in solchen Fällen auf, wenn Licht- oder Nährstoffressourcen gemindert werden. So folgt das Englische Raygras (*Lolium perenne* L.) bei vollem Tageslicht der $-3/2$ -Selbstdifferenzierungs-Regel (Abb. 5, links). Ausgehend von vier unterschiedlichen Begründungsdichten im Zustand H_1 nähern sich die Trajektorien (H_1 - H_2 - H_3 - H_4 - H_5) mit Weiterentwicklung der Population der Selbstdifferenzierungslineie mit der Steigung $-3/2$ an, d. h. zunächst steigt das durchschnittliche Gewicht pro Pflanze unabhängig von der Ausgangspflanzenzahl an. Mit Annäherung an die obere Grenzlinie treten Verlangsamung der Gewichtszunahme und Absterbeprozesse ein, so dass die vier Populationen die vorhandenen Ressourcen nach unterschiedlicher Strategie nutzen: Vielen eher leichtgewichtigen Pflanzen stehen wenige schwergewichtige in dem dicht bzw. locker begründeten Grasbestand gegenüber. Wird die Lichtversorgung gedrosselt (Abb. 5, rechts), so nimmt das mögliche Gewicht bei gegebener Pflanzendichte ab, oder andersherum betrachtet, haben dann weniger Pflanzen mit einer gegebenen Größe oder einem gegebenen Gewicht pro Flächeneinheit ausreichende Lebensbedingungen. Die Reduktion des Tageslichtes um 70% resultiert in einer oberen Grenzlinie mit der Steigerung $-1,0$, gegenüber $-3/2$ bei voller Belichtung. Wir erkennen eine auch auf den Abbildungen 3 und 4 bemerkbare Verlagerung der oberen Grenzlinie aufgrund spezifischer Standortbedingungen.

4. BESTANDESDICHTE-REGEL VON REINEKE (1933) ALS SPEZIALFALL DER SELBSTDIFFERENZIERUNGS-REGEL VON YODA ET AL. (1963)

Der Übergang von der $-3/2$ -Selbstdifferenzierungsregel von YODA et al. (1963) $\ln m = b \cdot -3/2 \cdot \ln N$ zur Bestandesdichte-Regel von REINEKE (1933) $\ln N = a - 1,605 \cdot \ln dg$ wird möglich, wenn in den Formeln 3 oder 4 die Masse m durch eine Funktion des Stammdurchmessers d ersetzt wird. Aus den Biomasseanalysen von ELLENBERG et al. (1996) und PELLINEN (1986) leitet MESCHERU (1997) für Fichte und Buche die allometrischen Zusammenhänge

$$m = 0,0442 \cdot d^{2,6597} \text{ für Fichte} \quad (5)$$

$$m = 0,1143 \cdot d^{2,5030} \text{ für Buche} \quad (6)$$

zwischen oberirdischer Biomasse m und Stammdurchmesser d in 1,30 m Höhe ab. Setzen wir die mit Formeln 5 beschriebene Masse m als Funktion des Durchmessers d in die Beziehung $\ln m = b \cdot -3/2 \cdot \ln N$ ein, so ergibt sich für die Fichte $\ln (0,0442 \cdot d^{2,6597}) = b \cdot -3/2 \cdot \ln N$. Bringen wir den Logarithmus der Stammzahl N auf die linke Seite, so ergibt sich

$$\ln N = -2/3 \cdot (\ln 0,0442 - b + 2,6597 \cdot \ln d) \text{ oder}$$

$$\ln N = -2/3 \cdot (\ln 0,0442 - b) - 2/3 \cdot 2,6597 \cdot \ln d$$

und es resultiert

$$\ln N = c - 1,773 \cdot \ln d \quad (7)$$

wenn wir die Höhenlage der Geradengleichung in der Isometrie-konstanten c zusammenfassen. Für die Baumart Buche erbringt eine analoge Herleitung

$$\ln N = c - 1,669 \cdot \ln d. \quad (8)$$

Dabei steht c für den errechneten Lageparameter; uns interessieren hier nur die errechneten Allometrikoeffizienten $-1,773$ bzw. $-1,669$. Diese kommen dem von REINEKE empirisch gefundenen Wert sehr nahe. Die Regel von REINEKE (1933) erweist sich so als Spezialfall der Selbstdifferenzierungs-Regel von YODA et al. (1963). Artsspezifische Abweichungen von der REINEKE-Konstanten $-1,605$ lassen sich, unter der Prämisse, dass die $-3/2$ -

Regel Gültigkeit besitzt, offensichtlich aus den arttypischen Durchmesser-Biomasse-Relationen der Baumarten, also letztlich aus dem baumartentypischen Standflächenbedarf erklären. Der für die Fichte auf diese Weise aus der $-3/2$ -Regel abgeleitete Steigungswert von $-1,773$ nähert den von STERBA (1987) aus umfangreichen Versuchsfächenauswertungen abgeleiteten Koeffizienten von $-1,737$ an.

5. ABLEITUNG DER $-3/2$ -SELBSTDIFFERENZIERUNGS-REGEL AUS DER RÄUMLICHEN ALLOMETRIE DER KUGEL

Die Regeln von REINEKE (1933) und YODA et al. (1963) haben einen gemeinsamen theoretischen Hintergrund. Beiden Regeln liegt nämlich dieselbe einfache und klare Allometriebeziehung zugrunde, wie sie zwischen dem Volumen, der Projektionsfläche und Oberfläche stereometrischer Gebilde – beispielsweise der Kugel – besteht.

Zwischen dem Volumen $v = \frac{4}{3} \cdot \pi \cdot r^3$ und der Projektionsfläche $s = \pi \cdot r^2$ einer Kugel mit dem Radius r besteht der allometrische Zusammenhang

$$v = c_1 \cdot s^{3/2} \text{ mit } c_1 = \frac{4}{3\sqrt{\pi}} = 0,75225... \quad (9)$$

Für die Standfläche s kann das Reziprok der Stammzahl $s = 1/N$ eingesetzt werden, denn auf einer vorgegebenen Einheitsfläche $1,0$ lassen sich $N=1/s$ Bäume unterbringen. Andersherum ergibt sich eine mittlere Standfläche s , indem die Einheitsfläche durch die Baumzahl N geteilt wird. Nach Ersetzen von s durch das Reziprok der Stammzahl resultiert aus Formel 9

$$v = c_1 \cdot N^{-3/2}. \quad (10)$$

Aufgrund der Isometrie zwischen Volumen und Masse $v = c_2 \cdot m^{1,0}$ resultiert dann die Selbstdifferenzierungs-Regel von YODA $m = c_3 \cdot N^{-3/2}$ oder in logarithmierter Form $\ln m = \ln c_3 - 3/2 \cdot \ln N$. Dabei stehen c_1 bis c_3 wieder für isometrische Konstanten, die multiplikativ wirken, aber keinen Einfluss auf die betrachteten allometrischen Zusammenhänge ausüben.

6. DISKUSSION

REINEKE (1933) entdeckte für gleichaltrige und voll bestockte Bestände im Nordwesten der USA die Beziehung $\ln N = a - 1,605 \cdot \ln dg$ zwischen dem Mitteldurchmesser dg und der Baumzahl pro Hektar N . Ohne Kenntnis dieser Ergebnisse sind KIRA et al. (1953) und YODA et al. (1963) bei der Untersuchung krautiger Pflanzen auf die Grenzlinie $\ln m = b \cdot -3/2 \cdot \ln N$ gestoßen. Diese Selbstdifferenzierungsregel – auch $-3/2$ -Potenz-Regel oder YODA's Regel genannt – beschreibt den Zusammenhang zwischen dem mittleren Pflanzengewicht m und der Dichte N in gleichaltrigen Pflanzenpopulationen bei unbeeinflusster Entwicklung. Ein Übergang von YODA's Regel $\ln m = b \cdot -3/2 \cdot \ln N$ zu REINEKE's Bestandesdichte-Regel $\ln N = a - 1,605 \cdot \ln dg$ wird möglich, wenn in der erstgenannten Regel die Masse m als Funktion des Durchmessers betrachtet wird. Die auf diesem Wege berechneten Allometrikoeffizienten kommen dem von REINEKE sehr nahe. Die Regel von REINEKE (1933) stellt sich damit als Spezialfall von YODA's Regel dar. Beiden Regeln liegt dasselbe einfache und klare Allometriegesetz zugrunde, das zwischen dem Volumen einer Kugel v und ihrer Projektionsfläche s besteht $v = c \cdot s^{3/2}$ mit $c = \frac{4}{3\sqrt{\pi}} = 0,75225...;$ derselbe Allometrikoeffizient von $3/2$ gilt für das Verhältnis zwischen Volumen und Oberfläche einer Kugel. Bei Zunahme der Projektions- oder Standfläche s steigt der Kugelinhalt v mit einer durch die Allometrie-konstante $3/2$ vorgegebenen Progression an. Unterstellen wir, dass zwischen dem Baumvolumen v und der benötigten Standfläche s derselbe allometrische Zusammenhang wie für eine Kugel besteht, und unterstellen wir weiter, dass Baumvolumen v und Baumgewicht m proportional zueinander sind

$m = v \cdot \text{Konstante}$, so gelangen wir zu YODA's Regel. Die Allometrikoeffizienten in den Regeln von YODA und REINEKE ergeben sich also sowohl theoretisch aus der räumlichen Allometrie stereometrischer Körper, als auch empirisch aus der Bestandesentwicklung langfristiger Versuchsflächen.

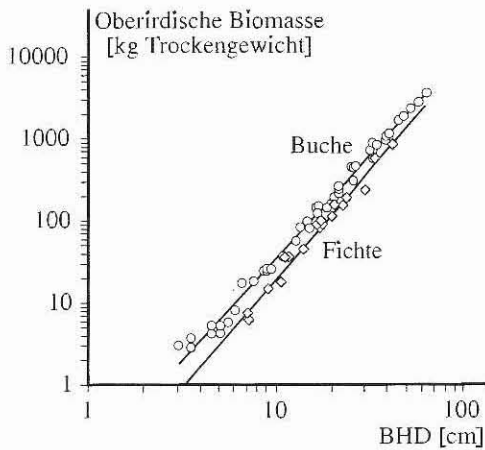


Abb. 6

Allometrie zwischen Brusthöhendurchmesser und oberirdischer Biomasse für Fichte und Buche. Zusammenhang zwischen Brusthöhendurchmesser und oberirdischer Biomasse. Die allometrischen Beziehungen für Fichte und Buche $m = 0,0442 \cdot d^{2,6597}$ bzw. $m = 0,1143 \cdot d^{2,5030}$ wurden von MESCHEDERU (1997) aus den Messwerten von ELLENBERG et al. (1996) und PELLINEN (1986) abgeleitet

Allometry between breast height diameter and above-ground biomass for spruce and beech. The allometric relationships for spruce and beech of $m = 0,0442 \cdot d^{2,6597}$ and $m = 0,1143 \cdot d^{2,5030}$ respectively were derived by MESCHEDERU (1997) from data by ELLENBERG et al. (1996) and PELLINEN (1986)

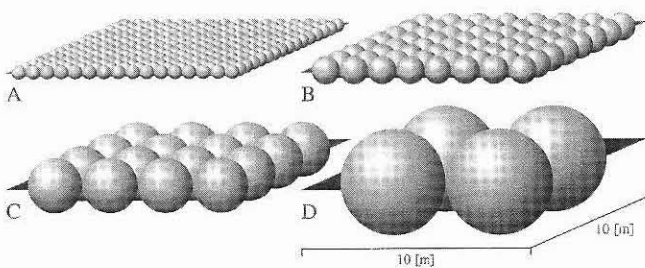


Abb. 7

Die Dichteabnahme durch Selbstdifferenzierung in Waldbeständen kann aus den stereometrischen Zusammenhängen der Kugel auf einer 10 m x 10 m großen Fläche veranschaulicht werden. Die räumliche Allometrie zwischen Volumen- und Dichteänderung ist bei Pflanzen ähnlich wie bei Kugeln, für welche ein Rückgang des Volumens in der $-1,5$ ten Potenz der Dichte pro Flächeneinheit gilt $\text{Volumen} = \text{Konstante} \cdot \text{Dichte}^{-3/2}$

The decrease in density in forest stands on account of the self-thinning process may be illustrated by the stereometric relationships of a sphere on an area of 10 m x 10 m. The spatial allometry between the variations in volume and density in plants is similar to that in spheres, where the decrease in volume per unit area at a density to the power of -1.5 is expressed by the equation $\text{volume} = \text{constant} \cdot \text{density}^{-3/2}$

Die Analogie zur Stereometrie der Kugel wird auf Abbildung 7 folgendermaßen interpretiert. Abstrahieren wir die Pflanzen mit ihrem Wurzelsystem als Kugeln, die dicht gepackt in einer Ebene angeordnet sind und deren Gewicht und Raumbedarf sich durch Wachstum von Zustand A bis D stetig vergrößert, so haben immer weniger Objekte auf der 10 m x 10 m großen Fläche Platz. Mit der Zunahme des Kugelinhaltes von $0,13 \text{ m}^3$ über $1,02 \text{ m}^3$ und $8,18 \text{ m}^3$ auf $65,44 \text{ m}^3$ nimmt die mögliche Dichte der Kugeln von $2,56$ Kugeln pro m^2 über $0,64$ und $0,16$ auf $0,04$ Kugeln pro m^2 ab. Indem der Zusammenhang zwischen Kugelvolumen und Dichte der Beziehung $\ln(\text{Volumen}) = -0,65 \cdot \ln(\text{Dichte})$ folgt, ist er allometrisch gleich dem von YODA und REINEKE gefundenen Zusammenhang zwischen Dimensions- und Dichteänderung in gleichaltrigen Beständen. Die Zahl der möglichen Kugeln pro Fläche nimmt also mit zunehmendem Kugelvolumen mit demselben Gradienten ab, wie die Zahl möglicher Bäume bei Zunahme von Baumvolumen oder Baumbiomasse innerhalb des Bestandeslebens. In der räumlichen Allometriebeziehung zwischen Flächenverbrauch und Volumen oder Gewicht stereometrischer Körper ist also ein skalenübergreifendes Gesetz zu sehen, das von der Dimension-Wuchsraum-Beziehung der Einzelpflanze ausgeht und hierdurch die Dichte-Dimension-Relation von Beständen approximiert.

Neben forstwissenschaftlichen Erkenntnisinteressen dienen die zusammengeführten Regeln von REINEKE und YODA forstwirtschaftlichen Zwecken. Die Kenntnis der maximalen Dichte, ihrer Abhängigkeit von Baumart, Standort und Entwicklungsphase ermöglicht das Ausschöpfen der potentiellen Leistungsfähigkeit eines Bestandes im Falle seiner Bewirtschaftung (FRANZ, 1965, 1967 und 1968; STERBA, 1975 und 1981). Der Lageparameter a der REINEKE-Beziehung steigt mit zunehmender Standortgüte an und kann zur Bestimmung des Ertragsniveaus herangezogen werden (BERGEL, 1985). Die Kenntnis der Selbstdurchforstungslinie als biologische Obergrenze ermöglicht die Quantifizierung von Dichte (REINEKE, 1933; KRAMER und HELMS, 1985). So gründen die Beschreibung der Bestandesdichte über die prozentische Bestockungsdichte p und über den Bestandesdichte-Index SDI („stand density index“) auf der Regel von REINEKE. Weiter können die modellhafte Beschreibung von Selbstdifferenzierungsprozessen und die Vorhersage von Absterbeprozessen (HARPER, 1977) sowie die Diagnose von Störfaktoren und die Validierung von Bestandeswuchsmodellen auf der Selbstdurchforstungsregel als Referenz aufbauen (PRETZSCH, 1999a und b).

7. ZUSAMMENFASSUNG

Auf der Suche nach einem bonitäts- und altersunabhängigen Maß für die Bestandesdichte fand REINEKE (1933) für gleichaltrige und voll bestockte Bestände im Nordwesten der USA die Beziehung $\ln N = a - 1,605 \cdot \ln dg$ zwischen dem Mitteldurchmesser dg und der Baumzahl pro Hektar N . Ohne Kenntnis dieser Ergebnisse sind KIRA et al. (1953) und YODA et al. (1963) bei der Untersuchung krautiger Pflanzen auf die Grenzlinie $\ln m = b - 3/2 \cdot \ln N$ gestoßen. Diese Selbstdifferenzierungsregel – auch $-3/2$ -Potenz-Regel oder YODA's Regel genannt – beschreibt den Zusammenhang zwischen dem mittleren Pflanzengewicht m und der Dichte N in gleichaltrigen Pflanzenpopulationen bei unbeeinflusster Entwicklung.

Ein Übergang von YODA's Regel zu REINEKE's Bestandesdichte-Regel wird möglich, wenn in der erstgenannten Regel die Masse m durch eine Funktion des Durchmessers ersetzt wird. Aus Biomasseanalysen werden für die Baumarten Fichte und Buche allometrische Zusammenhänge zwischen der Biomasse m und dem Baumdurchmesser d abgeleitet. Setzen wir diese Beziehungen in $\ln m = b - 3/2 \cdot \ln N$ ein, so resultieren für Fichte und Buche Allometrikoeffizienten die dem von REINEKE gefundenen sehr

nahe kommen. Die Regel von REINEKE (1933) wird damit zum Spezialfall von YODA's Regel. Beiden Regeln liegt dasselbe einfache und klare Allometriegesetz zugrunde, das zwischen dem Volumen v und der Projektionsfläche s einer Kugel besteht $v = c_1 \cdot s^{\frac{3}{2}}$. Wenn für die Standfläche s das Reziprok der Stammzahl $s = 1/N$ eingesetzt wird, ergibt sich aufgrund der Isometrie zwischen Volumen und Masse $v = c_2 \cdot m^{1.0}$ die Selbstdifferenzierungs-Regel von YODA $m = c_3 \cdot N^{-\frac{3}{2}}$ oder in logarithmierter Form $\ln m = c_3 - 3/2 \cdot \ln N$.

8. Summary

Title of the paper: *The rules by REINEKE, YODA and the law of spatial allometry.*

In his attempt to find an adequate expression for stand density independent of site quality and age REINEKE (1933) developed the following equation for even-aged and fully stocked stands in the Norwest of the USA: $\ln N = a - 1,605 \cdot \ln dg$, based on the relationship between the average diameter dg and the number of trees per acre N . With no knowledge of these results KIRA et al. (1953) and YODA et al. (1963) found the border line $\ln m = b - 3/2 \cdot \ln N$ in their study of herbaceous plants. This self-thinning rule – also called – $-3/2$ -power rule or YODA's rule – describes the relationship between the average weight of a plant m and the density N in even-aged plant populations growing under natural development conditions. It is possible to make a transition from YODA's rule to REINEKE's stand density rule if mass m in the former rule is substituted by the diameter dg . From biomass analyses for the tree species spruce and beech allometric relationships between biomass m and diameter d are derived. By using the latter in the equation $\ln m = b - 3/2 \cdot \ln N$ allometric coefficients are obtained for spruce and beech, that come very close to the REINEKE-coefficient. Thus REINEKE's rule (1933) proves to be a special case of YODA's rule. Both rules are based on the simple allometric law governing the volume of a sphere v and its surface of projection s : $v = c_1 \cdot s^{\frac{3}{2}}$. If the surface of projection s is substituted by the reciprocal value of the number of stems $s = 1/N$ and the isometric relationship between volume v and biomass m is considered $v = c_2 \cdot m^{1.0}$ we come to YODA's rule $m = c_3 \cdot N^{-\frac{3}{2}}$ or in the logarithmic version $\ln m = c_3 - 3/2 \cdot \ln N$.

9. Résumé

Titre de l'article: *La règle de REINEKE, YODA et la loi de l'allométrie spatiale.*

En recherchant un critère de la densité d'un peuplement qui ne dépende ni de l'âge ni de la classe de qualité, REINEKE (1933) a trouvé pour des peuplements équiennes et à l'ensouchement complet du nord-ouest des USA la relation $\ln N = a - 1,605 \cdot \ln dg$ entre le diamètre moyen dg et le nombre de tiges à l'hectare N . Sans connaître ce résultat, KIRA et al. (1953) et YODA et al. (1957) sont arrivés, dans le cadre d'une recherche sur les plantes herbacées, à une courbe limite définie par $\ln m = b - \frac{3}{2} \cdot \ln N$. Cette règle de l'autodifférenciation – dite aussi règle de la puissance $\frac{3}{2}$ ou règle de YODA – décrit la relation entre le poids moyen des plantes m et la densité N dans des populations végétales équiennes se développant sans être soumises à quelque influence que ce soit.

Passer de la règle de YODA à celle de REINEKE pour la densité des peuplements devient possible si, pour la règle nommée en premier, la masse m est remplacée par une fonction du diamètre dg . A partir d'analyses de la biomasse on a déduit, pour l'épicéa et le hêtre, des corrélations allométriques entre la biomasse m et le diamètre d de l'arbre. Si l'on introduit ces corrélations dans l'égalité $\ln m = b - \frac{3}{2} \cdot \ln N$, on obtient pour le hêtre et l'épicéa des coefficients d'allométrie très voisins de celui trouvé par REINEKE. De ce fait la règle de REINEKE (1933) devient un cas particulier de celle de YODA. Une même loi allométrique – simple et claire – est à la base

de ces deux règles: entre le volume v d'une sphère et la surface de sa projection ou à la relation $v = c_1 \cdot s^{\frac{3}{2}}$. Si l'on retient comme mesure de l'espace disponible s l'inverse du nombre de tiges à l'hectare, $s = 1/N$, la règle de l'autodifférenciation de YODA s'exprime, en raison de l'isométrie entre masses et volumes $v = c_2 \cdot m^{1.0}$, par l'égalité $m = c_3 \cdot N^{-\frac{3}{2}}$ ou sous forme logarithmique par l'égalité $\ln m = c_3 - \frac{3}{2} \cdot \ln N$. J. M.

10. Literatur

- BERTEL, D.: Douglasien-Ertragstafel für Nordwestdeutschland. Niedersächsische Forstliche Versuchsanstalt, Abt. Waldwachstum, 72 S., 1985
- BERTALANFFY, L. VON: Theoretische Biologie, II. Band. Stoffwechsel, Wachstum. A. FRANCKE AG Verlag, 418 S., 1951
- ELLENBERG, H., MAYER, R. und SCHAUERMANN, J.: Ökystemforschung – Ergebnisse des Sollingprojektes. Ulmer Verlag, Stuttgart, 1996
- FRANZ, F.: Durchmesserdifferenzprozent und Vornutzungsprozent: Ein neues Verfahren zur Herleitung der Gesamtwuchsleistung von Fichtenbeständen aus einmalig erhobenen Bestandeskennwerten. Allgemeine Forst- und Jagdzeitung **134**(7 u. 8), 181–197 u. 201–214, 1963
- FRANZ, F.: Ermittlung von Schätzwerten der natürlichen Grundfläche mit Hilfe ertragskundlicher Bestimmungsgrößen des verbleibenden Bestandes. Forstw. Cbl. **84** 357–386, 1965
- FRANZ, F.: Ertragsniveau-Schätzverfahren für die Fichte anhand einmalig erhobener Bestandesgrößen. Forstw. Cbl. **86**(2), 98–125, 1967
- FRANZ, F.: Das EDV-Programm STAOET – zur Herleitung mehrgliedriger Standort-Leistungstafeln. Manuskriptdruck, München, unveröff., 1968
- HARPER, J. L.: Population Biology of Plants. Academic Press, London, New-York, San-Francisco. 892 S., 1977
- KIRA, T., OGAWA, H., und SAKAZAKI, N.: Intraspecific competition among higher plants. I. Competition-yield-density interrelationship in regularly dispersed populations. Journal of the Institute of Polytechnics, Osaka City University, Vol. 4, No. 1, Series D, S. 1–16, 1953
- KRAMER, H. und HELMS, J. A.: Zur Verwendung und Aussagefähigkeit von Bestandesdichteindizes bei Douglasie. Forstw. Cbl. **104**, S. 36–49, 1985
- MESCHIEDERU, M.: Bilanzierung von Biomassen, Kohlenstoff- und Stickstoffgehalten mit dem Wuchsmodell SILVA 2.1. Bericht von der Jahrestagung der Sektion Ertragskunde im Deutschen Verband Forstlicher Forschungsanstalten 1997 in Grünberg, S. 35–44, 1997
- PELLINEN, P.: Biomasseuntersuchungen im Kalkbuchenwald. Dissertation, Forstwiss. Fak. der Universität Göttingen, Göttingen, 145 S., 1986
- PRETZSCH, H.: Waldwachstum im Wandel. Konsequenzen für Forstwissenschaft und Forstwirtschaft. Forstwiss. Cbl. **118**, 228–250, 1999a
- PRETZSCH, H.: Zur Evaluierung von Wuchsmodellen. Jahrestagung 1999 der Sektion Ertragskunde des DVFFA in Volpriehausen. Tagungsbericht, S. 1–20, 1999b
- REINEKE, L. H.: Perfecting A Stand-Density Index For Even-Aged Forests. Journal of Agricultural Research **46**(7), 627–638, 1933
- SACKVILLE HAMILTON, N. R., MATTHEW, C. und LEMAIRE, G.: In defence of the $-3/2$ boundary rule: a re-evaluation of self-thinning concepts and status. Annals of Botany **76**, 569–577, 1995
- SPENCER, H.: The principles of Biology. Vol. 1. London, Williams and Norgate, 1864
- STERBA, H.: ASSMANN'S Theorie der Grundflächenhaltung und die „Competition-Density-Rule“ der Japaner KIRA, ANDO und TADAKI. Centralblatt für das gesamte Forstwesen **92**(1), 46–62, 1975
- STERBA, H.: Natürlicher Bestockungsgrad und REINEKES SDI. Centralblatt für das gesamte Forstwesen **98**(2), 101–116, 1981
- STERBA, H.: Estimating potential density from thinning experiments and inventory data. Forest Science **33**(4), 1022–1034, 1987
- THOMPSON, D. W.: On growth and form. Cambridge, Cambridge University Press, 1917
- WELLER, D. E.: A Reevaluation Of The $-3/2$ Power Rule Of Plant Self-Thinning. Ecological Monographs. **57**(1), 23–43, 1987
- WELLER, D. E.: Will The Real Self-Thinning Rule Please Stand Up? A Reply To Osawa And Sugita. Ecology **71**(3), 1204–1207, 1990
- WHITE, J.: The allometric interpretation of the self-thinning rule. Journal of theoretical Biology **89**, 475–500, 1981
- WHITTINGTON, R.: Laying down the $-3/2$ power law. Nature **311**, 217, 1984
- YODA, K., KIRA, T., OGAWA, H. und HOZUMI, K.: Self-thinning in overcrowded pure stands under cultivated and natural conditions (Intraspecific competition among higher plants XI). Journal of the Institute of Polytechnics, Osaka City University, Series D, Vol. **14**, S. 107–129, 1963
- ZEIDE, B.: Analysis of the $3/2$ power law of self-thinning. Forest Science, Vol. **33**(2), 517–537, 1987

WALDBAU

Naturwaldreservate in Hessen No. 7/1 Hohestein – Waldkundliche Untersuchungen (Schwerpunkt Flora und Vegetation)

Von D. Schreiber, W. Keitel und Prof. Dr. W. Schmidt. 192 Seiten mit 73 Abb. und 23 Tab. Kart. DM 42,-.

Ökologische Untersuchungen zur Initialphase der Naturverjüngung in Eschen-Buchen-Mischbeständen

Von Dr. S. Wagner. 265 Seiten mit 122 Abb. und 47 Tab. Kart. DM 80,-.

Waldbauliche Fragen der Kiefernwirtschaft
Zusammengestellt von Prof. Dr. B. v. Lüpke. 184 Seiten mit 38 Abb. und 18 Tab. Kart. DM 34,-.

Eichenwälder im nordöstlichen Mexiko

Von Prof. Dr. B. Müller-Using. 263 Seiten mit 64 Abb. und 46 Tab. Kart. DM 49,-.

Die natürliche Verjüngung der Kiefer (*Pinus silvestris* L.) im nordwestdeutschen Pleistozän

Von Dr. A. Dohrenbusch. 269 Seiten mit 70 Abb. und 21 Tab. Kart. DM 45,-.

Die Verjüngungsentwicklung der Buche (*Fagus sylvatica* L.)

Von Dr. A. Dohrenbusch. 70 Seiten mit 14 Abb. und 11 Tab. Kart. DM 19,-.

Zum Anbau der Schwarznuß (*Juglans nigra* L.) in den Rheinauen

Von Dr. N. Bartsch. 90 Seiten mit 35 Abb. und 19 Tab. Kart. DM 16,-.

Kronenentwicklung und Vitalitätsbeurteilung ausgewählter Baumarten der gemäßigten Breiten

Von Dr. A. Roloff. 258 Seiten mit 120 Abb. und 14 Tab. Kart. DM 25,-.

Ausländeranbau in Niedersachsen und den angrenzenden Gebieten

Inventur und waldbaulich-ertragskundliche Untersuchungen

Von Dr. J. Stratmann. 131 Seiten mit 20 Abb. und 1 Tab. Kart. DM 19,-.

Die Waldstandorte in Hessen und ihre Bestockung

Von Dr. H. Zimmermann. 235 Seiten mit 52 Abb., 14 Fotos und 10 Tab. Kart. DM 26,80.

Sturmgefährdung von Beständen im Altersklassenwald

Von Dr. A. König. 194 Seiten mit 54 Abb. und 45 Tab. Kart. DM 20,80.

Wind- und Sturmschäden im Wald

Von Dr. M. Rottmann. 128 Seiten mit 62 Abb. und 49 Tab. Kart. DM 16,80.

Schnebruchschäden in Nadelholzbeständen

Von Dr. M. Rottmann. 159 Seiten mit 62 Abb. und 37 Tab. Kart. DM 16,80.

Ergebnisse des 4. Tannen-Symposiums

Von Forstdirektor W. Kramer. 289 Seiten mit 69 Abb. und 54 Tab. Kart. DM 27,80.

Stecklingsvermehrung von Stiel- und Traubeneiche (*Quercus robur* L. und *Quercus petraea* (Matt.) Liebl.)

Von Dr. W. Spethmann. 99 Seiten mit 9 Abb. und 39 Tab. Kart. DM 15,-.

Versuche zur Einbringung von Lärche und Fichte in Buchenbeständen

Von Prof. Dr. B. von Lüpke. 123 Seiten mit 14 Abb. und 41 Tab. Kart. DM 27,60.

Untersuchungen über die Wirkung von Brand, Mahd und Beweidung auf die Entwicklung von Heide-Gesellschaften

Von Dipl.-Forstwirt O. Muhle und Prof. Dr. E. Röhrig. 72 Seiten mit 14 Abb. und 20 Tab. Kart. DM 7,50.

Die natürliche Verjüngung der Buche

Von Doz. Dr. P. Bürschel, Doz. Dr. J. Huss, Doz. Dr. R. Kalbhenn. 188 Seiten mit 37 Abb. und 63 Tab. Kart. DM 24,80.

Züchterische Möglichkeiten zur Verbesserung quantitativer und qualitativer Eigenschaften bei europäischer Lärche

Von Dr. W. Dietze. 109 Seiten mit 37 Abb. und 14 Tab. DM 26,50.

Jungwuchspflege und Läuterung mit synthetischen Wuchsstoffen

Von Prof. Dr. H.-J. Fröhlich. 56 Seiten mit 11 Abb., 9 graph. Darst., 11 Tab. Kart. DM 6,80.

Züchtung, Anbau und Leistung der Pappeln

Von Prof. Dr. H.-J. Fröhlich und Dr. W. Grosscurth. 268 Seiten mit 96 Abb., 36 Tab. und 1 Ausschlagtafel. Kart. DM 49,60.

Fortschritte des forstlichen Saatgutwesens

Band 1: 117 Seiten mit 35 Abb. und 46 Tab. Kart. DM 12,20. Band 2: 166 Seiten mit 73 Abb. und 18 Tab. Leinen DM 32,-. Band 3: 108 Seiten mit 51 Abb. und 28 Tab. Kart. DM 26,80.

Wald, Wachstum und Umwelt

Eine Einführung in die ökologischen Grundlagen des Waldwachstums.

Von Prof. Dr. G. Mitscherlich. Band 1: (vergriffen). Band 2: Waldklima und Wasserhaushalt. 2. Auflage. 402 Seiten mit 118 Abb. und 147 Tab. Geb. DM 92,-.

Waldbauliche Untersuchungen über die Weißtanne im nördlichen und mittleren Westdeutschland

Von Prof. Dr. A. Olberg und Prof. Dr. E. Röhrig. 102 Seiten mit 22 Abb. und mehreren Tab. Kart. DM 10,40.

Beiträge zum Problem der Kiefernaturverjüngung

Von Prof. Dr. A. Olberg. 96 Seiten mit 7 Abb. und 13 Tab. Kart. DM 13,-.

Die Anzucht von Forstpflanzen in Nadelstreubeeten

Von Prof. Dr. E. Röhrig. 49 Seiten mit 2 Abb. und 36 Tab. Kart. DM 7,20.

Neuere Grundlagen für den Anbau von *Abies grandis*

Von Prof. Dr. E. Röhrig. 155 Seiten mit 26 Abb. und 30 Tab. Kart. DM 17,70.

Untersuchungen zur Bestandesbegründung der Douglasie

Von Dr. J. B. Larsen, O. Muhle und H. Lohbeck. 332 Seiten mit 28 Abb. und 137 Tab. Kart. DM 18,80.

Der Adlerfarn und seine Bekämpfung mit Aminotrizol

Von Doz. Dr. Chr. Volger. 104 Seiten mit 26 Abb. Kart. DM 26,20.

BODENKUNDE, STANDORTSLEHRE

Ergebnisse der bundesweiten Bodenzustandserhebung im Wald (BZE) in Niedersachsen 1990-1991

Von Dr. G. Büttner. 205 Seiten mit 78 Abb. und 92 Tab. Kart. DM 28,-.

Naturwaldreservate in Hessen – Schönbuche. Waldkundliche Untersuchungen

Von W. Keitel und R. Hoewe. 190 Seiten mit 71 Abb., 18 Karten und 23 Übers. Kart. DM 42,-.

Naturwaldreservate in Hessen 2 – Waldkundliche Untersuchungen

Von B. Althoff, R. Hoewe und J. Willig. 168 Seiten mit 78 Abb. und 15 Übers. Kart. DM 38,-.

Der Wasserumsatz eines Buchen- u. eines Fichtenwaldökosystems im Hochsolling

Von Dr. P. Benecke. 158 Seiten mit 46 Abb. und 38 Tab. Kart. DM 25,80.

Forstlich-hydrologische Untersuchungen im Kaufunger Wald

Von Dr. P. Benecke, Dr. H. J. Liebscher und Forstamtmann F. Meyer. 333 Seiten mit 144 Abb. und 80 Tab. Kart. DM 52,-.

Die Bewertung des Windwurftrisikos der Fichte auf verschiedenen Standortstypen

Von Dr. D. Germann. 104 Seiten mit 16 Abb., 64 Tab. im Text und 8seitigem Tab.-Anhang. Kart. DM 21,40.

Über forstliche Düngungsversuche mit spezieller Zielsetzung für den Waldbau des nordwestdeutschen Flachlandes

Von Doz. Dr. H. A. Gussone. 127 Seiten mit 23 Abb. und 31 Tab. Kart. DM 35,80.

Ergebnisse langfristiger Düngungsversuche im Gebiet des nordwestdeutschen Diluviums und ihre Folgerungen für die Praxis

Von Oberforstmeister Dr. G. Seibt und Prof. Dr. W. Wittich. 156 Seiten mit 16 Abb. und 45 Tab. Kart. DM 24,-.

Ertragskundliche und bodenkundliche Ergebnisse langfristiger Kalkdüngungsversuche

Von Dr. G. Seibt, Prof. Dr. W. Wittich und Dr. J. B. Recmtsma. 300 Seiten mit 43 Abb. und 105 Tab. Kart. DM 42,80.

Das Fruchten der Waldbäume als Grundlage der Forstsamengewinnung

I. Koniferen
Von Landforstmeister Dr. H. Messer. 108 Seiten mit 24 Abb. und 37 Tab. Kart. DM 12,80.

Der heutige Stand unseres Wissens vom Humus und neue Wege zur Lösung des Rohhumusproblems im Walde

Von Prof. Dr. W. Wittich. 2. Auflage. IV und 106 Seiten mit 4 Abb. und 23 Tab. Kart. DM 9,80.

Bedeutung einer leistungsfähigen Regenwurmfauuna unter Nadelwald für Streuzersetzung, Humusbildung und allgemeine Bodendynamik. Grundlagen der forstlichen Standortskartierung und Grundzüge ihrer Durchführung

Von Prof. Dr. W. Wittich. 96 Seiten mit 2 Abb. und 10 Tab. Kart. DM 15,40.

Die mineralische Eigenart der Böden des nordwestdeutschen Tieflandes mit ihren langzeitlichen Veränderungen und ihre Bedeutung für den Wald

Von Prof. Dr. W. Wittich. 94 Seiten mit 13 Tab. Kart. DM 32,-.

Die Buchen- und Fichtenbestände der Probenflächen des Sollingprojektes der Deutschen Forschungsgemeinschaft

Von Dr. G. Seibt. 109 Seiten mit 24 Abb. Kart. DM 18,90.

ERTRAGSKUNDE

Konzeptionelle Überlegungen zum schrittweisen Aufbau eines waldbaumkundlichen Simulationssystems für Nordwestdeutschland

Von Dr. J. Nagel. 124 Seiten mit 117 Abb. und 23 Tab. Kart. DM 28,-.

Untersuchungen über die Jugendentwicklung von Douglasienprovenienzen in Hessen

Von Dr. M. Jestaedt. 105 Seiten mit 31 Abb. und 35 Tab. Kart. DM 31,20.

Über Höhenwuchsleistung und Wachstumsoptimum der Schwarzerle auf vergleichbaren Standorten in Nord-, Mittel- und Südeuropa

Von Prof. Dr. U. Glavac. 64 Seiten mit 27 Abb. und 17 Tab. Kart. DM 15,-.

Beiträge zur Beurteilung der Jugendentwicklung von Fichtenprovenienzen

Von Dr. E. J. Gärtner. 114 Seiten mit 28 Abb. und 46 Tab. Kart. DM 36,60.

Beitrag zur Ästung und Naturverjüngung der Douglasie

Von Oberforstmeister E. Eckstein. 45 Seiten mit 6 Fotos, 12 graph. Darst. und 8 Tab. Kart. DM 14,20.

Nadelanalytische Untersuchungen an Fichte (*Picea abies*) nach Grünästung und Düngung

Von Dr. J. B. Recmtsma. 100 Seiten mit 29 Abb. und 6 Tab. Kart. DM 9,-.

Inventur und Wachstum in erkrankten Fichtenbeständen

Von Prof. Dr. H. Kramer, Dr. S. Athari, Prof. Dr. A. Akca und Dr. P. H. Dong. 114 Seiten mit 52 Abb. und 14 Tab. Kart. DM 19,80.

Individuelles Wachstum von Waldbäumen in Abhängigkeit von natürlichen und anthropogenen Einflüssen

Von Prof. Dr. H. Kramer und Prof. Dr. Chr. Kätsch. 152 Seiten mit 55 Abb. und 30 Tab. Kart. DM 32,-.

Wachstum und Behandlung der Douglasie im pazifischen Nordwesten von Amerika

Von Prof. Dr. H. Kramer. 114 Seiten mit 18 Abb., 22 Tab. und 4 Tafeln. Kart. DM 16,50.

Biologische, technische und wirtschaftliche Aspekte der Jungbestandspflege

Von Prof. Dr. H. Kramer. 347 Seiten mit 93 Abb. und 50 Tab. Kart. DM 34,20.

Beiträge zur Bestandesbegründung der Fichte

Von Prof. Dr. H. Kramer und Forststrat Dr. H. Spellmann. 103 Seiten mit 18 Abb. und 19 Tab. Kart. DM 10,80.

Biologische Aspekte zur Jungbestandspflege der Fichte

Von Prof. Dr. H. Kramer und N. Bjerg. 121 Seiten mit 16 Abb. und 27 Tab. Kart. DM 8,80.

Der Einfluß von Großklima und Standort auf die Entwicklung von Waldbeständen

Von Prof. Dr. H. Kramer. 140 Seiten mit 64 Abb. und 10 Tab. Kart. DM 20,20.

Ertragstafeln wichtiger Baumarten bei verschiedener Durchforstung

Neubearbeitet von Prof. Dr. R. Schober. 166 Seiten, hiervon 138 Seiten Tab. und 23 Abb. PVC-Einband. DM 36,50.

Ergebnisse des I. Internationalen Japanlärchen-Provenienzversuchs

Von Prof. Dr. R. Schober und H. M. Rau. 168 Seiten mit 59 Abb. und 30 Tab. Kart. DM 38,-.

Die Sitka-Fichte

Eine biologisch-ertragskundliche Untersuchung
Von Prof. Dr. R. Schober. 242 Seiten mit 80 Abb. und 47 Tab. Leinen DM 31,-; Kart. DM 27,30.

Neue Ergebnisse des II. Internationalen Lärchenprovenienzversuches von 1958/59 nach Aufnahmen von Teilversuchen in 11 europäischen Ländern und den USA

Von Prof. Dr. R. Schober. 164 Seiten mit 45 Abb. und 24 Tab. Kart. DM 27,.-

Vom II. Internationalen Lärchen-Provenienzversuch 1958/59

Von Prof. Dr. R. Schober. 358 Seiten mit 68 Abb. und 35 Tab. Kart. DM 49,.-

Der Gahrenberger Lärchen-Provenienzversuch

Von Prof. Dr. R. Schober und Landförstmeister Dr. H.-J. Fröhlich. 206 Seiten mit 77 Abb. und 38 Tab. Kart. DM 39,80.

Die Rotbuche 1971

Von Prof. Dr. R. Schober. 443 Seiten mit 110 Abb. und Fotos, 156 Tab. Kart. DM 85,60; Leinen DM 92,-.

FORSTGENETIK, FORSTPFLANZENZÜCHTUNG, FORSTLICHE BIOMETRIE UND INFORMATIK

Ein Beitrag zur Züchtung von Hybridlärchen (*Larix x eurolepis* Henry)

Das Langzeitprogramm der Firma F. von Lochow-Petkus
Von Prof. Dr. W. Langner und Dr. V. Schneek. 159 Seiten mit 84 Abb. und 77 Tab. Kart. DM 26,.-

Die Wildbirne, *Pyrus pyraeaster* (L.) Burgsd.

Zusammengestellt von Forstdirektor Dr. J. Kleinschmit, B. Soppa und U. Fellenberg. 128 Seiten mit 30 Abb. und 33 Tab. Kart. DM 18,-.

Auswirkungen von Umweltbelastungen auf genetische Strukturen von Waldbeständen am Beispiel der Buche (*Fagus sylvatica* L.)

Von Dr. G. Müller-Starck. 163 Seiten mit 19 Abb. und 39 Tab. Kart. DM 36,-.

Beiträge zur In-vitro-Vermehrung und Wurzelentwicklung von Stiel- und Traubeneiche sowie zur Erhaltung forstlicher Genressourcen

Von Dr. A. Meier-Dinkel, G. Schüte, K. Tae Su und Forstdirektor Dr. J. Kleinschmit. 212 Seiten mit 45 Abb. und 18 Tab. Kart. DM 26,-.

Einführung in die Genetik für Studierende der Forstwissenschaft

Von Prof. Dr. H. H. Hattemer, Dr. F. Bergmann und Dr. M. Ziehe. 492 Seiten mit 117 Abb. und 100 Tab. Kart. DM 49,80.

Genetic Variation in European Populations of Forest Trees

Von Dr. G. Müller-Starck und Dr. M. Ziehe. 286 Seiten mit 55 Abb. und 50 Tab. Kart. DM 48,80.

Erhaltung forstlicher Genressourcen

Von Prof. Dr. H. H. Hattemer (Hrsg.). 180 Seiten mit 33 Abb. und 47 Tab. Kart. DM 22,50.

Mathematical Modelling of Forest Ecosystems

Von Dr. J. Franke und Dr. A. Roeder. 174 Seiten mit 46 Abb. und 6 Tab. Kart. DM 28,-.

Modelle zu automatisierten Wachstum- und Auswertetechniken, klimaorientierte Wachstumsmodelle, Inventurmethode und ihre Anwendungen

Von Prof. Dr. B. Sloboda. 372 Seiten mit 158 Abb. und 32 Tab. Kart. DM 45,-.

Forstpflanzenzüchtung

Von Landförstmeister Dr. H. Weisgerber. 104 Seiten mit 52 Abb. und 10 Tab. Kart. DM 33,80.

Plusbäume und Samenplantagen

Von Prof. Dr. K. Stern. 116 Seiten mit 14 Abb. und 13 Tab. Kart. DM 15,-.

Schätzung von Varianzen und Konfidenzintervallen aus mehrstufigen Stichproben am Beispiel von Luftbildwaldschadensinventuren

Von Dr. J. Saborowski. 135 Seiten mit 9 Abb. und 16 Tab. Kart. DM 27,.-

FORSTSCHUTZ

Gefährdung der Wälder im Rhein-Main-Gebiet

Von L. Pries, N. Alstadt und K. Velbeck. 243 Seiten mit 79 Abb. und 35 Tab. Kart. DM 48,.-

Arthropoden an Jungbuchen (*Fagus sylvatica* L.) in Naturverjüngungen und Voranbauten des Erzgebirges und des Harzes

Von M. Biernath, M. Messing, V. Pohris und Prof. Dr. J. Lunderstädt. 135 Seiten mit 32 Abb. und 14 Tab. Kart. DM 31,.-

Pilzbedingte Blattkrankheiten an Ahorn unter besonderer Berücksichtigung des Bergahorns (*Acer pseudoplatanus* L.)

Von A. Wulf. 115 Seiten mit 91 Abb. und 5 Tab. Kart. DM 28,-.

Zur Kausalanalyse der Disposition von Nadelbäumen für den Befall durch nadelfressende Insekten am Beispiel *Picea abies* (L.) Karst. und *Gilpinia hercynica* Htg. (Hym., Diprionidae)

Von Dr. R. Schopf. 185 Seiten mit 47 Abb. und 12 Tab. Kart. DM 29,10.

Mechanisch-biologischer Schälschutz an Fichte. Auswirkungen auf Holz und Rinde

Von Dipl.-Forstwirt Ch. Koltzenburg. 120 Seiten mit 42 Abb. und 16 Tab. Kart. DM 18,-.

Eignung von Weiden und Pappeln zum Anbau als Verbißholz

Von Dr. H. Siebert. 100 Seiten mit 23 Abb. und 40 Tab. Kart. DM 20,80.

Untersuchungen über die Widerstandsfähigkeit der Fichte (*Picea abies* Karst.) gegenüber dem Wurzelschwamm *Fomes annosus* (Fr.) Cooke

Von Dr. L. Dimitri. 126 Seiten mit 31 Abb. und 14 Tab. Kart. DM 14,70.

Pathogenese der Borkenkäfer-Epidemie 1946-1950 in Nordwestdeutschland

Von Prof. Dr. E. Schwerdtfeger. 135 Seiten mit 49 Abb. und mehreren Tab. Kart. DM 12,-.

Grundzüge der Populationsdynamik des großen Fichtenborkenkäfers

Von Dr. W. Thalenhorst. 126 Seiten mit 13 Abb. und zahlreichen Tab. Kart. DM 14,30.

Untersuchungen über die Rotfäule der Fichte

Von Prof. Dr. H. Zycha und Dr. E. Kató. 120 Seiten mit 38 Abb. und 24 Tab. Kart. DM 28,40.

FORSTL. BETRIEBSWIRTSCHAFT UND FORSTEINRICHTUNG

Die Forstwirtschaft im Volkswirtschaftlichen Rechnungswesen

Von S. Gutow und H. Schröder. 381 Seiten mit 44 Abb. Kart. DM 39,80.

Bilanzierung des Waldvermögens im betrieblichen Rechnungswesen

Von D. M. Müller. 267 Seiten mit 14 Abb. Kart. DM 37,50.

Bürokratiekosten in privaten Forstbetrieben

Von Dr. Th. Scheeder. 112 Seiten mit 13 Abb. und 27 Tab. Kart. DM 29,80.

Waldumbau, Kalamitätsrisiken und finanzielle Erfolgskennzahlen

Von R. Bräunig und Dr. M. Dieter. 149 Seiten mit 33 Abb. und 31 Tab. Kart. DM 29,80.

Konzeption für ein forstliches Produktionsplanungs- und -steuerungssystem unter besonderer Berücksichtigung der Forsteinrichtung

Von Prof. Dr. Ch. Kätsch. 211 Seiten mit 48 Abb. und 7 Tab. Kart. DM 45,-.

Ein Controllingssystem 'Naturgemäße Waldwirtschaft'

Von Dr. K. Merker. 212 Seiten mit 51 Abb. und 5 Tab. Kart. DM 32,80.

Berücksichtigung von Risiko bei forstbetrieblichen Entscheidungen

Von Dr. M. Dieter. 211 Seiten mit 20 Abb. und 80 Tab. Kart. DM 32,80.

Nutzen-Kosten-Analyse des Wasserschutzes durch eine Aufforstung

Von Dr. R. Olschewski. 155 Seiten mit 29 Abb. und 18 Tab. Kart. DM 29,80.

Die Besteuerung privater Forstbetriebe

Von Dr. B. Graf Finkenstein. 155 Seiten mit 4 Abb. und 17 Tab. Z. Zt. vergriffen.

Privatisierung staatlicher Forstbetriebe

Von Dr. J. Borchers. 268 Seiten mit 14 Abb. und 2 Tab. Kart. DM 32,80.

Der Erholungswert des Waldes

Von Dr. P. Elsasser. 246 Seiten mit 30 Abb. und 47 Tab. Kart. DM 32,80.

Bestimmungsgründe des Außenhandels mit Stammholz: Ein Modell und dessen empirische Überprüfung am Beispiel des Nadelstammholzmarktes der Bundesrepublik Deutschland in den Jahren 1970-1989

Von Dr. D. A. Herberg. 120 Seiten mit 37 Abb. Kart. DM 25,80.

Monetäre Bewertung der Fernerholung im Naturschutzgebiet Lüneburger Heide

Von V. Luttmann und H. Schröder. 110 Seiten mit 11 Abb. und 12 Tab. Kart. DM 24,90.

Über ökonomische Kalküle für forstliche Nutzungsentscheidungen

Von Prof. Dr. B. Möhring. 217 Seiten mit 33 Abb. und 16 Tab. Karr. DM 29,80.

Die Reisekostenmethode und die Bedingte Bewertungsmethode als Instrumente zur monetären Bewertung der Erholungsfunktion des Waldes - Ein ökonomischer und ökonometrischer Vergleich

Von Dipl.-Volkswirt W. Löwenstein. 206 Seiten mit 10 Abb. und 10 Tab. Kart. DM 29,80.

Ein Modellansatz zur Erhaltung des Erfolgskapitals in Forstbetrieben

Von D.-G. Wohler. 147 Seiten mit 14 Abb. und 12 Tab. Kart. DM 26,80.

Entwicklung eines Expertensystems zur zielbezogenen Auswahl forstlicher Arbeitsverfahren

Von Dr. J. Erler. 142 Seiten mit 22 Abb. und 18 Tab. Kart. DM 33,-.

Der bundesdeutsche Industrieholzmarkt von 1965 bis 1987

Von Dr. U. P. M. Steinmeyer. 284 Seiten mit 66 Abb. und 48 Tab. Kart. DM 32,80.

Vertragsnaturschutz in der Forstwirtschaft

Von Prof. Dr. M. Moog und Prof. Dr. H. D. Brabänder. 212 Seiten mit 4 Abb. Kart. DM 29,80.

Studien zur monetären Bewertung von externen Effekten der Forst- und Holzwirtschaft

Von Prof. Dr. V. Bergen, Dipl.-Volkswirt W. Löwenstein und G. Pfister. 185 Seiten mit 32 Abb. und 20 Tab. Kart. DM 29,80.

Monetäre Bewertung landeskultureller Leistungen der Forstwirtschaft

Von Prof. Dr. V. Bergen, Prof. Dr. H. D. Brabänder, Dr. A. W. Bitter und Dipl.-Volkswirt W. Löwenstein. 304 Seiten mit 58 Abb. und 29 Tab. Kart. DM 32,80.

Die Bedeutung der Eigenarbeit im Privatwald Niedersachsens

Von Prof. Dr. H. D. Brabänder, Dr. J.-G. Küppers und Forstmeister Dr. R. Mascher. 127 Seiten mit 1 Abb. und 23 Tab. Kart. DM 15,90.

Ausgewählte Beiträge zur Forstlichen Betriebswirtschaftslehre

Von Prof. Dr. H. D. Brabänder. 466 Seiten mit 44 Abb. DM 39,80

Der Eigenverbrauch an Brennholz im Kleinprivatwald Niedersachsens

Von Forstmeister Dr. R. Mascher und Prof. Dr. H. D. Brabänder. 111 Seiten mit 32 Übersichten und 7 Tab. Kart. DM 12,90.

Untersuchungen über Randschäden

Von Prof. Dr. G. Baader. 82 Seiten mit 33 Übersichten, 7 graph. Darst. und 10 Abb. Kart. DM 8,80.

Forsteinrichtung als betriebswirtschaftliche Planung und Kontrolle

Von Oberlandforstmeister A. Henne. 80 Seiten mit 7 Abb., 17 Tab. und einem 12teiligen Beilagen-Anhang. Kart. DM 28,20.

Forstliche Bewertungen und Planungen

Von Prof. Dr. E. Kató. 87 Seiten mit 10 Abb. 5 Tab. und 20 Übers. Kart. DM 28,90.

Zieldurchmesserabhängige Bewertung der Hiabsunreife

Von Prof. Dr. E. Kató. 93 Seiten mit 22 Abb. Kart. DM 26,-.

Statische und klassische dynamische Verfahren der forstlichen Investitionsrechnung

- Inhalt, Probleme, Kritik und Folgerungen -
Von Prof. Dr. F. Kató. 99 Seiten mit 8 Abb. und 9 Tab. Kart. DM 15,-.

Struktur und Einkommensbeitrag des Bauernwaldes in Westfalen-Lippe

Von Prof. Dr. E. Kató und Dr. H. D. Brabänder. 160 Seiten mit 12 Abb. und 39 Tab. Kart. DM 12,80

Über die soziologische und qualitative Zusammensetzung gleichaltriger Buchenbestände

Von Dr. E. Kató und Prof. Dr. D. Müller. 122 Seiten mit 8 Abb. und 29 Tab. Kart. DM 9,80.

Nur Individuenauswahl oder auch Gruppenauswahl?

Von Prof. Dr. D. Müller. 53 Seiten mit 11 Abb. und 5 Tab. Kart. DM 16,-.

Begründung der qualitativen Gruppendurchforstung

Von Prof. Dr. E. Kató. 146 Seiten mit 20 Abb. und 15 Tab. Kart. DM 18,-; Stud.-Preis 15,-.

Forstliche Vermögens- und Erfolgsrechnung

Von Prof. Dr. H. Lemmel. 2. Auflage. 74 Seiten mit zahlreichen Tab. Kart. DM 8,60.