

ZUR FRAGE DER
VOLUMENGERADEN DES
WALDBESTANDES

ERIK LÖNNROTH

METSIKÖN KUUTIOMÄÄRÄSUORASTA

Seitdem KOPEZKY vor fünfunddreissig Jahren die Idee der sog. Volumengeraden (Massenlinie) des Waldbestandes zum Ausdruck brachte und darauf ein Verfahren für die Bestandesvolumenermittlung baute¹, hat sich die Volumengeradenfrage unter den Forstmännern beinahe jederzeit wie auch noch heute eines recht lebhaften Interesses erfreut. In letzter Zeit haben so besonders GEHRHARDT sowie z. B. SCHOBER, NEUBAUER und TISCHENDORF die Volumengerade und deren Anwendung erörtert², und neue Beiträge scheinen in Aussicht zu stehen. Da auch der Verfasser dieser Zeilen Ursache gehabt hat,

¹ RICHARD KOPEZKY 1899, Neue Verfahren der Bestandesmassen-Ermittlung. Cbl. f. d. ges. Forstwes., S. 471—. Später:

De r s. 1900, Neue Verfahren der Bestandesmassen-Ermittlung. II. Ibid., S. 415—.

De r s. 1902, Die Flächestufen und ihre Anwendung in der Holzmesskunde. Österr. Vierteljahresschr. f. Forstwes., S. 3—, 136—, 294—, 339—.

Nach SCHÜPFER 1904 (S. 32, Note) soll BEHRINGER schon in den Jahren 1888—1891 von einem auf demselben Gedanken fussenden Verfahren Gebrauch gemacht haben.

VINCENZ SCHÜPFER 1904, Die Entwicklung der Methoden der Holzmassenermittlung für wissenschaftliche Untersuchungen. Forstwiss. Cbl., S. 22—.

² E. GEHRHARDT, z. B. 1933, Ein Vergleich des Kopezky-Gehrhardtschen Verfahrens der Bestandsmassenermittlung mit denjenigen von Neubauer und Tischendorf in bezug auf Einfachheit und Genauigkeit. Thar. Forstl. Jahrb., S. 328—.

SCHOBER 1933, Untersuchungen über die Ertragsleistung und die Frage des Massenermittlungsverfahrens bei einer Buche-Kiefer-Mischbestandsversuchsfläche. Forstwiss. Cbl., S. 199—.

W. NEUBAUER, z. B. 1933, Massenlinienverfahren und Verfahren nach Stammklassen gleicher Masse. Thar. Forstl. Jahrb., S. 749—.

WILHELM TISCHENDORF, z. B. 1933, Studie zur Kopezky-Gehrhardtschen m-, gh- und gf-Linie. Forstwiss. Cbl., S. 866—.

sich schon längst mit der fraglichen Volumengeraden zu befassen, möchten einige Bemerkungen zu dieser, wie es scheint, fortgesetzt aktuellen Frage auch hier angebracht zu sein.

Vor zwei Jahrzehnten in der Zeit zurück machte der Verf. eine Ergänzung zu dem KOPEZKY'schen Verfahren der Volumengeraden zwecks einer elastischeren Anwendung der geradlinigen Ausgleichung der in Frage stehenden Probestammvolumina als die der KOPEZKY'schen, die sich fest auf die zweiten Potenzwerte der Brusthöhendurchmesser- (bzw. Grundflächen) basiert¹. Es war ihm nämlich klar, dass wenigstens für die normalwüchsigen, im Naturzustand befindlichen, gleichaltrigen finnischen Waldbestände, wo die Stammverteilung sowohl betreffs des Brusthöhendurchmessers wie der Stammhöhe und auch der Formzahl verhältnismässig umfangreich war, das steife Verfahren KOPEZKY's unzureichend sein dürfte.

Eine geradlinige Ausgleichung der verschiedenen in Betracht kommenden Varianten (Probestammvolumina) einer recht stark variierenden Population (Baumbestand) auf Basis eines Grundcharakteristikums (hier Stammdurchmesserquadrat), das dazu in der fraglichen Hinsicht »unecht« ist (in der Brusthöhe gemessen), bedeutet selbstverständlich eine Massnahme, bei der auf die biologischen Gesetzmässigkeiten, die im Bestande herrschen, mehr oder weniger Gewalt ausgeübt werden muss². Es gilt dementsprechend, wenn nämlich von dem bekanntlich in mancher Hinsicht vorteilhaften und

¹ Die erste schriftliche Mitteilung über das neue Verfahren machte der Verf. im Jahre 1917 (S. 38—).

ERIK LÖNNROTH 1917, Ohjeita ja määräyksiä yliopistollisia metsänarvioimisen harjoitustöitä varten. (Mit Schreibmaschine vervielfältigt.)

Später hat der Verf. seine Methode z. B. in folgendem Werk (S. 138, Note) erwähnt:

ERIK LÖNNROTH 1925, Untersuchungen über die innere Struktur und Entwicklung gleichaltriger naturnormaler Kiefernbestände, basiert auf Material aus der Südhälfte Finnlands. Acta Forestalia Fennica, 30.

² Vgl. z. B. LÖNNROTH 1925, l. c. (S. 203—) und TISCHENDORF 1933, l. c.

sogar auch schönen geradlinigen Ausgleichsverfahren nicht abgegangen wird, diese Gewalt dem Material so anzutun, dass sie sich auf ein in Frage kommendes Minimum, mit kleinstmöglichem Schaden beschränkt.

Die Lösung dieser speziellen Frage mit Rücksicht also auf die feste zweite Potenz des Brusthöhendurchmessers, bzw. der entsprechend verriegelten Abszissenteilung des in Frage stehenden Koordinatenrechtecks und der angenommenen arithmetischen Ordinatenteilung für die Probestammvolumina war in einfachster Weise durch die Freistellung der Abszissenteilung zu finden^{1, 2}.

Statt der im voraus festgelegten zweiten Potenz des Brusthöhendurchmessers soll man also das Probestammmaterial von Fall zu Fall selber zeigen lassen, welche Durchmesserpotenz es in bezug auf die geradlinige Ausgleichung am besten befolgt. Durch diese Freistellung der graphischen Punktdarstellung konnten auch die betreffenden Spezial-eigenschaften der verschiedenen geographischen Gebiete, Bodenbonitäten, Holzarten, Altersklassen, Bestandesformen und Bestandesbonitäten zum Ausdruck kommen. Dabei wurde also ein neues, obwohl mechanisches Charakteristikum — die Durchmesserpotenz — geschaffen, womit man bestimmte Verschiedenheiten bzw. Konformitäten verschiedener Wuchsplätze bzw. Baumpopulationen angeben konnte.

* * *

¹ Eine alternative, bzw. kombinierte Umgestaltung der Ordinatenverhältnisse, eine Änderung der Messhöhe des Stammdurchmessers zur Erzielung einer »echten« Messhöhe, bzw. eine Anwendung anderer möglicher in Betracht kommender Auswege zwecks einer erfolgreichen Elastizierung namentlich der geradlinigen Ausgleichung der Probestammvolumina im Verhältnis zu dem oft allzu gewaltsamen KOPEZKY'schen Verfahren schienen sich bei dem Abwägen der Vor- und Nachteile verhältnismässig weniger günstig zu stellen als die genannte vom Verf. in Vorschlag gebrachte Methode.

² Vgl. auch LÖNNROTH 1925, l. c. (S. 137—).

Da der Verf. seit einem Jahrzehnt ein mit grösster Sorgfalt gewähltes und charakterisiertes Bestandesmaterial zur Verfügung hatte, welches auch in einer Untersuchung der jetzt berührten Frage beweiskräftig sein dürfte, werden die Resultate dieses Materials in betreff der fraglichen, auf freier Potenzbildung fussenden Volumengeraden hier vorgelegt.

Dieses vom Verf. gesammelte Bestandesmaterial ist in zwei früher veröffentlichten Arbeiten näher beschrieben und behandelt¹. Es besteht aus 30 gleichaltrigen naturnormalen Kiefernbeständen von 14 bis 159 Altersjahren, je 10 Beständen von den folgenden drei CAJANDER'schen Waldtypen: Myrtillus-Typ (MT), Vaccinium-Typ (VT) und Calluna-Typ (CT), in der Südhälfte Finnlands zusammengebracht.

Ein jeder Bestand wurde in vier biologische Höhenschichten oder Etagen — herrschende, mitherrschende, beherrschte und unterdrückte Stämme — gesondert, und weiter wurden in jeder Etage drei sog. echte Baumkronenklassen — regelmässige, einseitig geklemmte und zwei- oder mehrseitig geklemmte Kronen — unterschieden, wobei die sog. unechten Baumklassen, wie »Wölfe« und schwerer defekte und kranke Bäume, separat beobachtet wurden.

Für eine jede echte Kronenklasse wurde die mittlere Stammgrundfläche ausgerechnet und ein dieser entsprechender Probestamm, der zugleich die mittlere Höhe der jeweils in Frage kommenden Höhenschicht erfüllte, gefällt und genau kubierte, — insgesamt also zwölf Probestämme für einen jeden Bestand, wenn nämlich keine Kronenklassen fehlten.

Hiernach begann die ausführliche und umfangreiche Behandlung des Materials zwecks Konstatierung des Charakters der normalgültigen Wuchsgesetze sowohl in betreff der Kronenklassen und Höhenschichten wie des ganzen Kiefernbestandes an sich, der drei genannten Waldtypen, von der natürlichen Bestandesentstehung an beginnend bis zu einem Bestandesalter von anderthalb Jahrhunderten. Diese

¹ ERIK LÖNNROTH 1925, l. c.

Der s. 1926, Der stereometrische Bestandesmittelstamm. Acta Forestalia Fennica, 30.

weitläufige Arbeit ist nebst den dabei zur Anwendung gelangenden Vorgängen in den genannten Arbeiten eingehend geschildert worden.

Von den überaus zahlreichen Endresultaten, die aus dieser mannigfaltigen Materialbehandlung gewonnen wurden, sind die normalgefundenen mittleren Stammvolumina (das mit der Stammzahl gewogene arithmetische Mittel) nebst den entsprechenden Brusthöhendurchmesserwerten (das mit der Stammzahl gewogene quadratische Potenzmittel) der vier Höhenschichten für die verschiedenen Waldtypen und Altersklassen hier von Belang¹.

Diese Volumen- und Durchmesserwerte sind also durch eine weitgehende, zwischen den Baumklassen, Höhenschichten und dem Ganzbestand sowie zwischen den verschiedenen Altersstufen vollkoordinierte Ausgleichung gefunden, durch eine Ausgleichung, die jedoch bis auf weiteres nichts mit der hier besprochenen KOPEZKY'schen Volumengeradenausgleichung zu tun gehabt hat². Diese Zahlen sind mithin als vollgültige Probewerte für ihren fraglichen Zweck anzusehen und natürlicherweise auch noch viel besser für ihre Rolle geeignet als ein unausgeglichenes Material, bei dem die noch nicht beseitigten zufälligen Abweichungen in prinzipieller Hinsicht sogar beträchtlich auf die Gültigkeit der Untersuchung einwirken können. — Es sei noch der Vollständigkeit halber erwähnt, dass die fraglichen Werte sich auf entrindeten Stamm beziehen.

In der vorliegenden Untersuchung ist selbstverständlich auf diejenigen jungen Beständen, in denen es noch »Stämme« gibt, die die Brusthöhe noch nicht erreicht haben, verzichtet worden. Da in dem Kiefernbestand des Myrtillus-Typs erst im zwanzigsten, des Vaccinium-Typs erst im dreissigsten und des Calluna-Typs erst im fünfzigsten Altersjahre alle Stämme die genannte Höhe erreicht haben³,

¹ Vgl. LÖNNROTH 1926, l. c. (S. 11—).

² Vgl. LÖNNROTH 1925, l. c. (S. 99).

³ Vgl. LÖNNROTH 1925, l. c. (S. 179—, 204—).

musste die untere Altersgrenze der Untersuchung entsprechend auf die 20. (MT), 30. (VT) und 50. (CT) Altersjahresstufe verlegt werden. Da hier der Einfachheit halber nur die ungeraden Jahrzehnte vorgeführt werden, beginnen also die erhaltenen Werte für MT und VT bei der 30. und für CT bei der 50. Altersstufe. Für VT und CT kommt somit auch die erste, also die Einzentimeterklasse (das Durchmesserintervall wurde wegen einiger engen Baumklassen auf 1 Zentimeter verlegt) in Betracht¹. —

Es wurden also verschiedene Koordinatensysteme fertiggestellt, einige mit einer Abszissentheilung z. B. der 2.0:sten, andere der 2.1:sten, ferner der 2.2:sten usw. Potenz des Brusthöhendurchmessers, einige in grösserem, andere in engerem Massstab, immer in bezug auf die Grösse der Zahlenwerte wie ihrer Streuung in den verschiedenen Altersstufen. Durch fortlaufende Versuche konnte dann leicht konstatiert werden, welche Abszissentheilung am besten für einen jeden Waldtyp und eine jede Altersstufe geeignet war.

Es war vorauszusehen, dass die sorgfältig ausgeglichenen Probestwerte sich zu schönen, harmonischen Serien ordnen würden. Diese Vermutung hat sich auch in vollendeter Weise bestätigt. Alle drei Serien sind dabei übereinstimmend und zeigen desgleichen konform eine langsame Erhöhung der fraglichen Potenz mit dem Alter. Wie zu erwarten war, stieg die Potenz in sämtlichen Fällen über die KOPEZKY'sche zweite Potenz, wodurch auch gezeigt ist, dass, wie gesagt, wenigstens für unsere undurchforsteten vollbestockten Naturbestände der Kiefer das steife KOPEZKY'sche Ausgleichsverfahren nicht geeignet ist.

Auch der z. B. vom Verf. früher gefundene Sachverhalt, dass die M- und V-Typen bezüglich ihrer Kiefernbestände manche Ähnlichkeiten zeigen, dass aber der C-Typus im Vergleich hiermit einen ganz verschiedenartigen Vorgang der Wachstumsverhältnisse aufweist, ist auch hier mit voller Evidenz zu sehen. Die zwei erstgenannten Typen beginnen mit 2.1 bzw. 2.2 und endigen beide mit 2.3, — der Calluna-

¹ Vgl. z. B. GEHRHARDT 1933, l. c., wo die in Frage kommende untere Stammstärke auf etwa 10—12 cm verlegt ist.

Typ dagegen beginnt gleich mit 2.5 und schliesst seine Serie mit 2.6 ab. Die biologischen Ursachen hierzu hat der Verf. schon in seiner hiergenannten Arbeit vom J. 1925 besprochen¹.

Die aus der Untersuchung gewonnenen Potenzwerte sind in der folgenden Tabelle vorgelegt.

| Altersstufe | Brusthöhendurchmesserpotenz für den | | |
|----------------|-------------------------------------|-----|-----|
| | MT | VT | CT |
| 30 Jahre | 2.1 | 2.2 | — |
| 50 » | 2.2 | 2.2 | 2.5 |
| 70 » | 2.2 | 2.2 | 2.5 |
| 90 » | 2.2 | 2.2 | 2.5 |
| 110 » | 2.3 | 2.3 | 2.5 |
| 130 » | 2.3 | 2.3 | 2.5 |
| 150 » | 2.3 | 2.3 | 2.6 |

Um zu zeigen, wie wirklich gut die Volumengerade sich bewährt, wenn sie so elastisch, wie die hier besprochene Methode zugibt, in Anwendung gebracht wird, ist eine von den hier vorgelegten Serien in ihrer Ganzheit weiter unten graphisch dargestellt. Es ist die Reihe des Calluna-Typs als Vorbild gewählt, die interessanteste Reihe, weil sie die höchsten Potenzwerte zeigt.

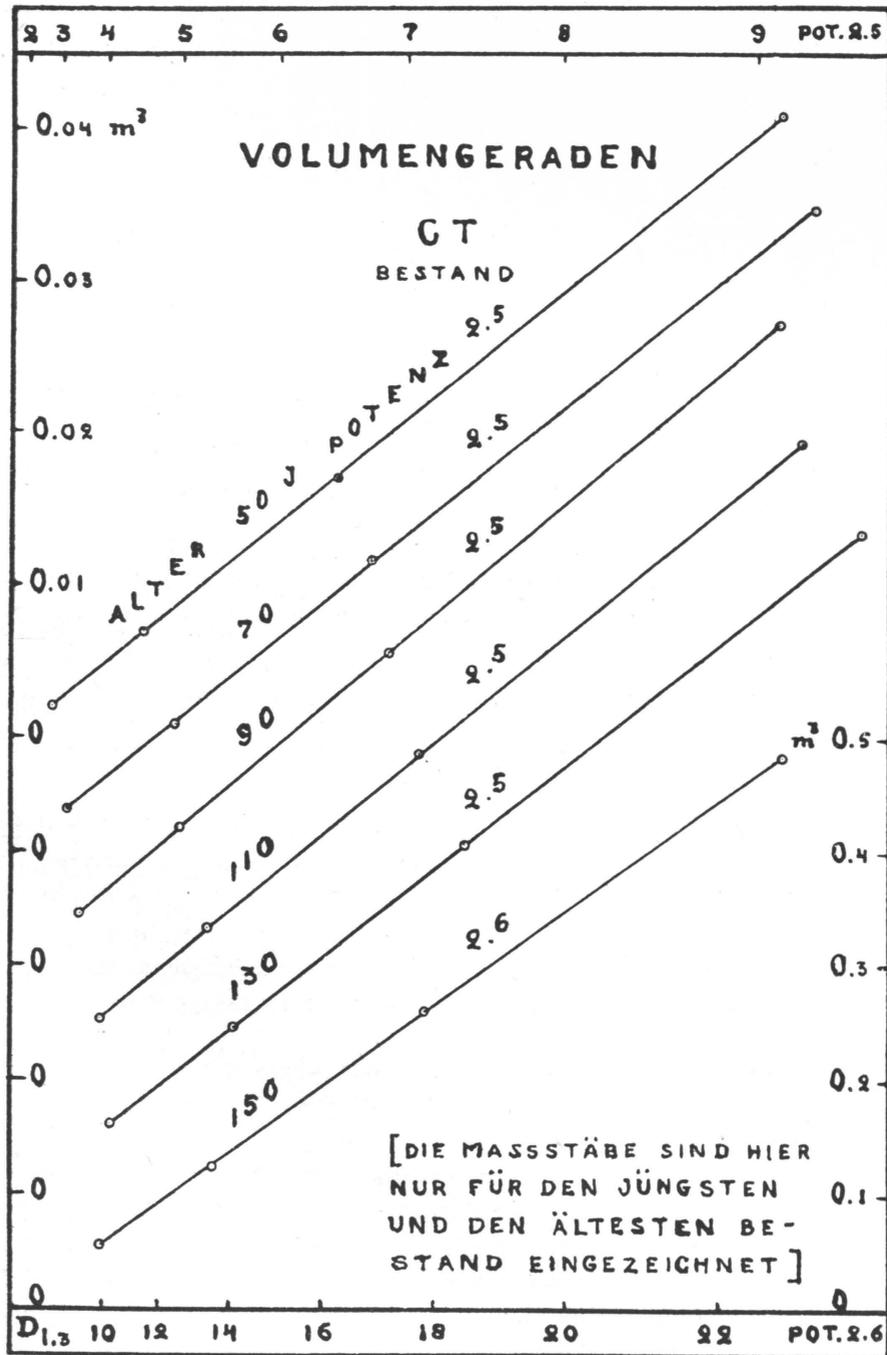
Wie das Bild zu erkennen gibt, schmiegt sich die Gerade in jedem einzelnen Fall tatsächlich in vorzüglicher Weise den vier Höhengschichtenpunkten an.

¹ Zu demselben Ergebnis über die genannten Verhältnisse zwischen den drei hier untersuchten Waldtypen ist schon früher ILVESSALO gelangt (1920, S. 47).

YRJÖ ILVESSALO 1920, Tutkimuksia metsätyyppien taksatorisesta merkityksestä. (Untersuchungen über die taxatorische Bedeutung der Waldtypen.) Acta Forestalia Fennica, 15.

Es sei auch erwähnt, dass ILVESSALO mit Erfolg das hier behandelte Verfahren mit den freibildenden Potenzen noch in anderen Untersuchungen angewendet hat. Zuletzt führt er diese Methode in der folgenden Schrift vor:

YRJÖ ILVESSALO 1932, The establishment and measurement of permanent sample plots in Suomi (Finland). (Pysyvien koalojen perustaminen ja mitaus Suomessa.) Communicationes Instituti Forestalis Fenniae, 17.



) 734 (

METSIKÖN KUUTIOMÄÄRÄSUORASTA.

SELOSTUS.

Kaksikymmentä vuotta sitten ehdotti tämän kirjoittaja, että KOPEZKY'n, puunrunon rinnankorkeusläpimitan toiseen potenssiin perustuvan metsikön koepuukuutiomäärien tasoitusuoraa parannettaisiin siten, että annettaisiin mainittujen kuutiomäärälukujen itse osoittaa, mikä kysymyksessä olevan läpimitan potenssiarvo kulloinkin parhaiten johtaisi suoraviivaiseen tasoi-
tukseen.

Esilläolevassa tutkielmassa havainnollistuttaa kirjoittaja menetelmäänsä suomalaisella männikköaineistolla.

) 735 (