

Folgende Sonderdrucke über „Relaskoptechnik“ können, solange vorrätig, kostenlos von FOB Salzburg bezogen werden. Lieferung erfolgt in Sammelmappe.

Bitterlich W.:

- 1 Das neue Relaskop — Preßlers Richthöhe in neuem Licht
- 2 Relaskop mit Breitskala
- 3 Das Relaskop in seiner einfachsten nützlichen Funktion bei Waldschätzungen
- 4 Ueber die Anwendung der „fh/d-Messung“ mit dem Relaskop
- 5 Fortschritte der Relaskopmessung
- 6 Theoretische Grundgedanken um die Winkelzählprobe
- 7 Fortschritt der Relaskopie: Die Volumsstichprobe
- 8 Volumsstichprobe aus indirekt bestimmten Deckpunkthöhen
- 9 Das Tele-Relaskop
- 10 Stammkubierung mit dem Tele-Relaskop
- 11 Ursprung, Wesenszüge und neuerer Stand der Relaskoptechnik
- 12 Relaskopische Probeflächen nach Strand
- 13 Baumschaffformen und Sortenanteile — schnell, einfach und genau durch das Tele-Relaskop
- 14 Würfel, die nicht fallen — Extrembeispiel zur Genauigkeitsfrage in der forstlichen Stichprobeninventur
- 15 Trigonometrische Funktionen für Baumschaffformen
- 16 Beispielprogramm für Telerelaskop und „HP-97“
- 17 Kennziffern für Baumschaffformen

Matérn B.:

- 18 Wie groß ist die „Relaskopfläche“?

Sterba H.:

- 19 Methoden zur Bestandesmassenermittlung mit dem Spiegel-Relaskop
- 20 Fehlerstudie zur „Stammkubierung mit dem Tele-Relaskop“

Sutter H.:

- 21 Ueber die Genauigkeit der Durchmesserbestimmung mit dem Spiegel-Relaskop

Zöhler F.:

- 22 Zur Theorie der Winkelzählprobe für die Forstinventur
- 23 Methodische Details und Effektivität der Winkelzählprobe für die Forstinventur
- 24 Der Prüfbereich bei Winkelzählproben

Ausführliche Gerätebeschreibungen für Relaskop und Tele-Relaskop sind in folgenden Sprachen verfügbar: Englisch, Französisch, Spanisch, Portugiesisch, Russisch.

FOB

Postadresse
FOB
A 5035 Salzburg
Postfach 12

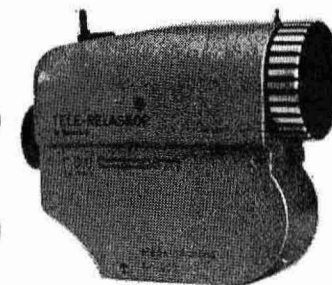
ALLEINERZEUGER DER RELASKOPE:

Feinmechanische Optische
Betriebsgesellschaft m. b. H.
Karolingerstraße 45
A-5035 Salzburg
Telefon (06222) 45 9 47
Telegrammadresse: „Optimar“

RELASKOP-TECHNIK



**SPIEGEL-
+ RELASKOP
TELE-RELASKOP**



FOB-SCHRIFTENREIHE

HEFT 5

Wissenschaftlicher Rat und Professor Dr. Fritz Zöhler, München
Der Prüfbereich bei Winkelzählproben

Einführung: Der Verfasser war langjähriger Mitarbeiter des international sehr bekannten Fachmannes für Waldinventuren Prof. Dr. Fritz Loetsch und Koautor des Standardwerkes Loetsch F., Zöhler F., Haller K. E., 1973: Forest Inventory, Vol. 2, München, Bern, Wien, BLV-Verlag. Seine gegenständlichen Untersuchungen sind daher für jede Art der Relaskopstichproben von ganz besonderer Bedeutung.

Dr. W. Bitterlich

Herausgeber: Forsttechnischer Informationsdienst der Firma FOB,
Postfach 12, A-5020 Salzburg

Wissenschaftlicher Rat und
Professor Dr. Fritz Z ö h r e r, München

Der Prüfbereich bei Winkelzählproben

Aus dem Institut für Waldwachstumskunde der
Forstlichen Forschungsanstalt München

Die Winkelzählprobe (WZP) von Bitterlich (1948) ist ein Stichprobenverfahren, das erwartungstreue Schätzungen von Grundfläche, Stammzahl, Volumen usw. liefert. Die Effektivität der WZP ist nach theoretischen Entwicklungen (Matérn, 1969 und 1972) und empirischen Studien (Sukwong, Frayer und Mogren, 1971) bezüglich der Grundflächen- und Volumenerfassung größer als beim Probeflächenverfahren, was vorher schon durch zahlreiche Großversuche (z. B. Grosenbaugh und Stover, 1957) bekannt war.

Die Ueberlegenheit der WZP ist jedoch nur dann gewährleistet, wenn die Probestammauswahl als echtes Meßverfahren objektiv durchgeführt wird (keine Schnellschätzungen!) und einseitige Fehlerquellen bekämpft und eliminiert werden (Zöhler, 1973). Die wichtigste Maßnahme ist in diesem Zusammenhang die Grenzstammkontrolle, also die Ueberprüfung zweifelhafter Stämme auf ihre Zugehörigkeit zur WZP-Stichprobe mittels Durchmesser- und Distanzmessung.

Der Prüfbereich für die Grenzstammkontrolle kann in relativen Anteilen des jeweiligen Brusthöhendurchmessers oder der Rela-

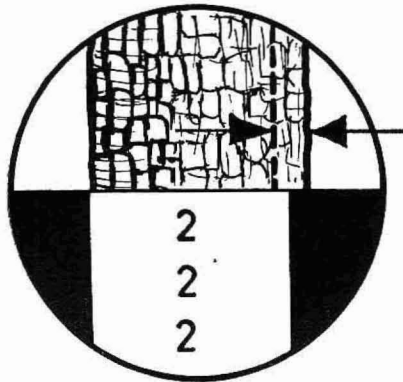


Bild 1: Prüfbereich für die Grenzstammkontrolle bei der Forstinventur im Aurès-Gebirge, Algerien (Zöhler, 1975). Zählfaktor $k = 2$, Prüfbereich $\pm 10\%$ des Zweierstreifens des Spiegelrelaskops

Tabelle 1: Relativer Anteil der nachzumessenden Grenzstämme in Abhängigkeit von der Breite des Prüfbereiches in Prozent des scheinbaren Durchmessers

| Prüfbereich | Anteil % | Prüfbereich | Anteil % |
|-------------|-------------|-------------|-------------|
| $\pm 0,2$ | 0,40 | $\pm 15,0$ | 26,09 |
| $\pm 0,3$ | 0,60 | $\pm 17,5$ | 29,79 |
| $\pm 0,5$ | 1,00 | $\pm 20,0$ | 33,33 |
| $\pm 1,0$ | 1,98 | $\pm 22,5$ | 36,73 |
| $\pm 2,5$ | 4,88 | $\pm 25,0$ | 40,00 |
| $\pm 5,0$ | 9,53 | $\pm 27,5$ | 43,14 |
| $\pm 7,5$ | 13,95 | $\pm 30,0$ | 46,15 |
| $\pm 10,0$ | 18,18 | $\pm 35,0$ | 51,85 |
| $\pm 12,5$ | 22,22 | $\pm 40,0$ | 57,14 |

skop-Bandbreite für den verwendeten Zählfaktor (k) angegeben werden. So werden bei der Oesterreichischen Forstinventur (1971) alle jene Stämme kontrolliert, deren scheinbare Brusthöhendurchmesser die Zählbreite ($k = 4$) um maximal einen Viertelstreifen ($\pm 12,5\%$) über- bzw. unterschreiten. Bei einer großräumigen Forstinventur im Aurès-Gebirge/Algerien (Zöhler, 1975) wurde ein Prüfbereich von $\pm 10\%$ der Zählbreite ($k = 2$) als ausreichend erachtet (Bild 1).

Ein zu großer Prüfbereich vermindert die Effektivität der WZP, da zu viele Stämme kontrolliert werden müssen, wie aus der Tabelle 1 hervorgeht. Auf der anderen Seite darf der Prüfbereich auch nicht zu eng gewählt werden, weil sonst leicht subjektive Verzerrungen auftreten können. Der Prüfbereich sollte auf die Genauigkeitsanforderungen der Forstinventur abgestimmt werden, einseitige Fehler infolge mangelnder Grenzstammkontrolle sollten tunlichst vermieden werden.

Geht man davon aus, daß das menschliche Auge zwei vertikale Linien dann als seitlich versetzt wahrnehmen kann, wenn sie mindestens $10''$ voneinander entfernt sind (Ackert, 1950) und nehmen wir bei der WZP den vierfachen Wert (linke und rechte Stammbegrenzung, ungünstige Lichtverhältnisse), so kommen wir bei $k = 1$ zu einem Prüfbereich von zirka $\pm 1\%$, bei $k = 4$ von $\pm 0,5\%$, bei $k = 10$ von $\pm 0,3\%$ und bei $k = 20$ von $\pm 0,2\%$ des Durchmessers. Der Anteil der dabei zu überprüfenden Stämme beträgt dann nach einfachen wahrscheinlichkeitstheoretischen Ableitungen $1,98 - 1,00 - 0,60$ und $0,40\%$ der gesamten WZP-Population.

Nach praktischen Erfahrungen genügen diese geringen Prüfbereiche jedoch nicht. So wäre z. B. bei $k = 1$ nur etwa jeder fünfzigste Stamm zu kontrollieren. Die relativ ungünstigen Meßbedingungen (unscharf begrenzte Schaftlinie infolge Rinde, unregelmäßige Schaft- und Querschnittsform) machen einen wesentlich größeren Prüfbereich erforderlich.

Da durch von der Kreisform abweichende Baumquerschnitte systematische Fehler erwartet werden müssen, ist die Grenzstammkontrolle die einzige Möglichkeit, diese Verzerrung zu verhindern. Nach Matérn (1956) liefert die WZP bei nichtkreisförmigen Querschnittsformen denselben positiven Bias wie er bei Klüppungen in Zufallsrichtungen auftreten würde.

Methodik

Um die Frage nach dem erforderlichen Prüfbereich beantworten zu können, wurde das EDV-Programm WZPDIA entwickelt, das für beliebige Zählfaktoren und verschiedene elliptische Querschnittsformen alle möglichen Grenzstamm-Situationen simuliert und scheinbare Durchmesser und Grenzwinkel herleitet.

Aus dem Bild 2 ergeben sich die geometrischen Zusammenhänge. Als „wahre“ Grenzstamm-Situation wurde jene Konstellation definiert, bei der sich der Baum im Abstand $s = d/2 \sin(\alpha/2)$ befindet, wobei α der Grenzwinkel für den jeweiligen Zählfaktor ist und der „wahre“ Durchmesser d als Durchmesser eines flächengleichen Kreises angenommen wurde.

Da alle Standpunkte entlang des baumindividuellen Grenzkreises gleich wahrscheinlich sind, wurden Positionen in bestimmten Horizontalwinkeln β gewählt (Schrittweite 2°). Die Größe des scheinbaren Brusthöhendurchmessers d_s ist aus Bild 2 ersichtlich. Dieser Durchmesser entspricht bei den relativ kleinen Grenzwinkeln der WZP, die zwischen $k=1$ und $k=20$ etwa zwischen 1° und 6° liegen, zirka dem Durchmesser, wie er sich bei Kluppungen in Zufallsrichtungen ergibt. Da dieser Durchmesser im Durchschnitt größer erscheint als der Durchmesser d des flächengleichen Kreises, spricht Matérn (1956) vom „isoperi-

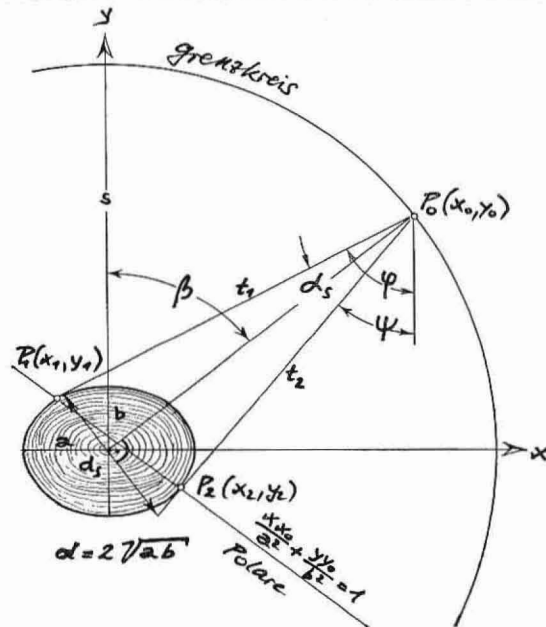


Bild 2: Geometrie der Grenzstammssituation bei elliptischen Brusthöhenquerschnitten. Der scheinbare Durchmesser d_s und der scheinbare Grenzwinkel α_s sind in Abhängigkeit vom Horizontalwinkel β größer oder kleiner als die wahren Werte von d und α .

metrischen Defizit“, dessen Auswirkung auf die WZP in dieser Arbeit untersucht werden soll.

Das „Konvexdefizit“ nach Matérn, eine Folge von konkaven Querschnittseinbuchtungen, eventuelle Einflüsse der Hangneigung und subjektive Grenzstammauffassungen sowie sonstige Quellen einseitiger Fehler bei der WZP (siehe Loetsch, Zöhrer und Haller, 1973) werden dabei nicht berücksichtigt. Auch die Diskrepanz in der Definition des durch das Stammzentrum verlaufenden Durchmessers d_s und des Durchmessers d wie er bei der WZP definiert wird (Sinusfunktion) kann vernachlässigt werden, da diese Faktoren bei den kleinen Grenzwinkeln bis $k=20$ ähnlich wie beim Kreisquerschnitt keine Rolle spielen. Siehe dazu Bitterlich (1962).

Zur Bestimmung von d_s werden die Tangenten t_1 und t_2 hergeleitet, die den Stammquerschnitt in den Punkten P_1 und P_2 berühren. Die Polare $xx_0/a^2 + yy_0/b^2 = 1$ schneidet die Querschnittsellipse in diesen beiden Punkten.

Auf dieser geometrischen Basis liefert WZPDIA für bestimmte d_{\max}/d_{\min} -Verhältnisse ($d_{\max} = 2a$, $d_{\min} = 2b$) die in Abhängigkeit von β variierenden Werte von d_s , d/d_s und die scheinbaren Grenzwinkel α_s .

Um auch sehr extreme Verhältnisse zu repräsentieren, wurden d_{\max}/d_{\min} -Werte von 1,0 bis 2,0 angenommen, wobei Zählfaktoren von $k=1$ bis $k=20$ zugrunde gelegt wurden.

Ergebnisse

Der Einfluß des Zählfaktors ist so gering, daß er bei den weiteren Betrachtungen vernachlässigt werden kann. Bild 3 und 4 und Tabelle 2 wurden für den Zählfaktor $k=4$ hergeleitet, sie gelten jedoch praktisch für den gesamten Bereich von $k=1$ bis $k=20$.

Tabelle 2: Mittlerer systematischer Grundflächenfehler in Prozent des Gesamtergebnisses von Winkelzählproben bei elliptischen Brusthöhen-Querschnitten.

- A: ohne Grenzstammkontrolle,
 B: mit Grenzstammkontrolle, Prüfbereich $\pm 10\%$ des scheinbaren Brusthöhendurchmessers,
 C: mit Grenzstammkontrolle, Prüfbereich $\pm 20\%$ des scheinbaren Brusthöhendurchmessers

| $\frac{d_{\max}}{d_{\min}}$ | A | B | C |
|-----------------------------|--------|--------|--------|
| 2,0 | + 2,38 | + 2,40 | + 0,58 |
| 1,8 | + 2,11 | + 1,29 | - 0,09 |
| 1,6 | + 1,42 | - 0,92 | - 0,22 |
| 1,4 | + 1,18 | + 0,32 | 0 |
| 1,2 | + 0,27 | 0 | 0 |

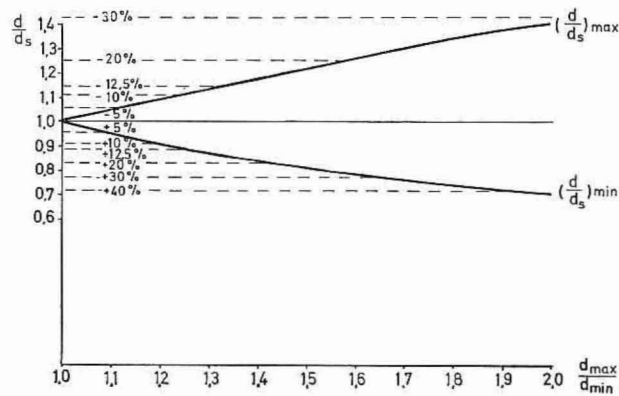


Bild 3: Maximale und minimale d/d_s -Verhältnisse zwischen dem wahren und scheinbaren Brusthöhendurchmesser für elliptische Querschnittsformen mit Durchmesserhältnissen von $d_{\max}/d_{\min} = 1$ bis 2

Bild 3 zeigt als erstes Ergebnis aus diesen Simulationen den Verlauf der maximalen Durchmesser verzerrungen als Folge der elliptischen Querschnittsform in Abhängigkeit vom Verhältnis zwischen dem größten und kleinsten Durchmesser. Dargestellt sind die Werte von $(d/d_s)_{\max}$ und $(d/d_s)_{\min}$ für die jeweilige Querschnittsform. Auffällig ist, daß die $(d/d_s)_{\max}$ -Kurve stärker von der 1,0-Solllinie nach oben abweicht als die $(d/d_s)_{\min}$ -Kurve nach unten. So beträgt $(d/d_s)_{\max}$ bei $d_{\max}/d_{\min} = 2,0$ zirka 1,4, während $(d/d_s)_{\min}$ einen Wert von zirka 0,7 aufweist. Daraus darf allerdings nicht auf einen negativen Bias der WZP bei elliptischen Querschnitten geschlossen werden. Der Horizontalwinkel β für $d/d_s = 1$ — der Stamm erscheint genau so breit wie sein „wahrer“ Durchmesser d — ist nämlich deutlich von 45° verschieden und liegt zwischen 50° und 55° (Bild 4). Durch beide Effekte tritt eine beträchtliche Fehlerkompensation auf.

Weiter ist aus Bild 4 zu erkennen, daß die Verlagerung um so stärker ist, je größer die Abweichungen von der Kreisform sind. Die den einzelnen Kurven entsprechenden Querschnittsformen und deren Grenzstammpositionen sind im unteren Teil von Bild 4 schematisch dargestellt.

Da die Grenzstammkontrolle Fehlentscheidungen infolge der Durchmesser verzerrung verhindern soll, ist der Prüfbereich so zu wählen, daß die maximal möglichen d/d_s -Verhältnisse gerade über- bzw. unterschritten werden. Dabei ist es zweckmäßig, den Prüfbereich in Prozent des verzerrten, scheinbaren Durchmessers anzugeben. Es kann natürlich auch die Zählbreite des Relaskops als Bezugsgröße verwendet werden, was allerdings bei der Berechnung in Prozent berücksichtigt werden muß.

Ein Prüfbereich von $d_s \pm 5\%$ bedeutet also Grenzstammkontrolle jedes Stammes, bei dem sich der Grenzwinkel α

bzw. die Zählbreite im Bereich zwischen $0,95 d_s$ und $1,05 d_s$ befindet. Aus Bild 4 kann man erkennen, daß durch diesen Prüfbereich alle Durchmesser verzerrungen eliminiert werden, die bei einem maximalen d_{\max}/d_{\min} -Verhältnis von 1,1 auftreten können. Der Prüfbereich $d_s \pm 10\%$ ist bis zu einem Durchmesser Verhältnis von $d_{\max}/d_{\min} = 1,2$ und der Prüfbereich $d_s \pm 12,5\%$ bis zu $d_{\max}/d_{\min} = 1,3$ wirksam.

Da Durchmesser verhältnisse von $d_{\max}/d_{\min} = 1,2$ für europäische Verhältnisse schon relativ extrem sind, scheint ein Prüfbereich von $\pm 10\%$ allgemein ausreichend zu sein. Die durch

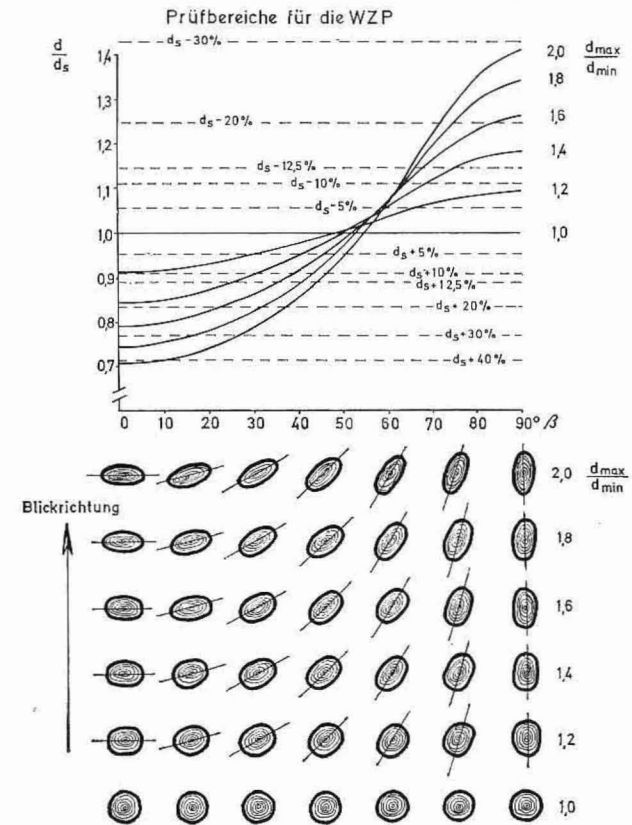


Bild 4: d/d_s -Verhältnisse zwischen dem wahren und scheinbaren Durchmesser bei Horizontalwinkeln β von 0 bis 90° und d_{\max}/d_{\min} -Verhältnissen von 1 bis 2. Die unterbrochenen Linien markieren die Prüfbereiche für die Grenzstammkontrolle, ausgedrückt in Prozent des scheinbaren Durchmessers. Ein Prüfbereich bewirkt dann eine völlige Eliminierung einseitiger Fehler bei der WZP, wenn er die entsprechende d/d_s -Kurve „eingabelt“

stärkere Abweichungen von der Kreisform bewirkten Restfehler dürften relativ gering sein.

Bei noch extremeren Abweichungen der Brusthöhenquerschnitte von der Kreisform, wie sie z. B. bei manchen Kiefernarten oder Bäumen des tropischen Regenwaldes auftreten können, müssen wesentlich breitere Prüfbereiche gewählt werden. So weisen z. B. nach einer von der FAO in Sarawak/Malaysia durchgeführten Forstinventur nach Panzer (1975) 14 % aller Nicht-Dipterocarpaceen d_{\max}/d_{\min} -Verhältnisse zwischen 1,25 und 1,35 auf; 7 % liegen sogar über 1,35, so daß mit maximalen Werten von vielleicht 1,6 zu rechnen ist. Will man erreichen, daß bei WZP-Stichproben unter derartig extremen Bedingungen keine Fehlentscheidung infolge der Durchmesserverzerrung auftreten kann, muß nach Bild 4 ein Prüfbereich von nahezu $d_s \pm 30\%$ vorgesehen werden. Aus der Tabelle 1 folgt, daß bei diesem breiten Prüfbereich bereits 46,15 % aller Stämme nachzuprüfen wären. In einem solchen Fall dürften Probekreis-Stichproben unter Umständen günstiger sein.

Bei Forstinventuren mit geringeren Genauigkeitsanforderungen, wie z. B. bei Erkundungsinventuren oder Exploitationsinventuren kann auf Grenzstammkontrollen verzichtet werden. Tabelle 2 bringt eine Zusammenstellung der einseitigen systematischen Grundflächenfehler, die trotz der Kompensation zwischen über- und unterschätzten Querschnittsbreiten bei der WZP noch verbleiben. Dabei zeigt sich, daß erst ab $d_{\max}/d_{\min} = 1,4$ der Fehler mit $+1,18\%$ der Grundfläche eine solche Größe erreicht, daß er nicht mehr vernachlässigt werden sollte. Geht man z. B. davon aus, daß eine Senkung des Standardfehlerprozentes für das Grundflächen-Gesamtergebnis von z. B. 2 auf 1 % eine Vervielfachung der Inventurkosten bedeuten kann (da die vierfache Probenanzahl erforderlich ist), scheint die Eliminierung dieses Bias, der ebenfalls in der Größenordnung von 1 % liegt, durch die Grenzstammkontrolle wesentlich billiger zu sein.

Ferner ist zu beachten, daß bei einzelnen WZP-Stichproben einseitige Fehler von bedeutenderer Größenordnung auftreten, die 100 % und mehr betragen können. Als Beispiel sei eine Wald- oder Stratengrenze erwähnt, wo infolge von verstärktem Windeinfluß die maximalen Stammdurchmesser eine bevorzugte Richtung aufweisen. Eine ganze Reihe von WZP-Punkten könnte hier zu völligen Fehlschätzungen der Grundfläche führen, wenn Koinzidenz zwischen dem systematischen Stichprobenplan und der Richtung des Maximaldurchmessers vorliegt.

Obwohl die WZP als ein relativ robustes Stichprobenverfahren bezeichnet werden kann (Tabelle 2), ist die Grenzstammkontrolle auch zur Sicherung einer hohen Effektivität notwendig, weil dadurch die zufällige Fehlervarianz erheblich verringert werden kann.

Die Grenzstammkontrolle sollte die gesamte mögliche Durchmesserverzerrung abdecken, um unbekannte Restfehler zu vermeiden und um eine gewisse Sicherheitsreserve und Kontrolle für die Aufnahmemannschaften darzustellen. Bei $d_{\max}/d_{\min} = 1,4$ verbleibt bei einem Prüfbereich von $\pm 10\%$ ein Restfehler von $+0,32\%$, der erst bei Erweiterung des Prüfbereiches auf $\pm 20\%$ eliminiert werden kann. Bei $d_{\max}/d_{\min} = 2,0$ wird der einseitige

Fehler durch die Grenzstammkontrolle im Prüfbereich $\pm 10\%$ sogar geringfügig erhöht ($+2,40$ gegenüber $2,38$), weil durch den unzureichenden Prüfbereich die Fehlerkompensation zwischen positiven und negativen Fehlern teilweise verringert wird. Siehe dazu Tabelle 2. Während bei $\pm 10\%$ jeder 5,5te Stamm nachzuprüfen ist, ist es bei $\pm 20\%$ bereits jeder dritte (Tabelle 1).

Aus diesem bewußt sehr extrem gewählten Beispiel folgt, daß es eine absolute Forderung nach Genauigkeit auch bei einseitigen Fehlern nicht geben kann und daß Aufwand und Ergebnis auch hier sorgfältig abgewogen werden müssen.

Schlußfolgerungen

- Ein Prüfbereich für die Grenzstammkontrolle, der sich aus dem Auflösungsvermögen des menschlichen Auges ergibt, ist mit $\pm 1\%$ für $k=1$ viel zu gering. Für größere Zählerfaktoren wäre dieser Prüfbereich noch geringer.
- Die Unregelmäßigkeit des Brusthöhenquerschnittes wirkt sich auf die Entscheidung der Zugehörigkeit zur WZP so stark aus, daß es zweckmäßig erscheint, den Prüfbereich darauf abzustimmen.
- Für die vermutlich extreme Verzerrungen verursachenden elliptischen Querschnittsformen sind die Untersuchungsergebnisse in Bild 4 zusammengestellt. Danach ist ein Prüfbereich — bezogen auf den scheinbaren Durchmesser d_s aus der jeweiligen Position — dann ausreichend, wenn er die d/d_s -Kurve einschließt.
- Beträgt das Verhältnis zwischen größtem und kleinstem Durchmesser z. B. maximal 1,2 — was für mitteleuropäische Verhältnisse zutreffen dürfte — ist ein Prüfbereich von $\pm 10\%$ des scheinbaren Durchmessers d_s ausreichend.
- Für extreme d_{\max}/d_{\min} -Verhältnisse, wie sie z. B. bei manchen Kiefernarten und in tropischen Waldgebieten auftreten können, müssen größere Prüfbereiche vorgesehen werden.
- Werden an die Forstinventur nicht sehr hohe Genauigkeitsanforderungen gestellt, kann die Grenzstammkontrolle unterbleiben. Die WZP ist ein relativ robustes Stichprobenverfahren, bei dem beträchtliche Fehlerkompensationen — zumindest für das Gesamtergebnis — auftreten. Bei $d_{\max}/d_{\min} = 1,6$ beträgt der Bias in der Grundflächenschätzung erst $+1,42\%$, bei $d_{\max}/d_{\min} = 1,2$, was für unsere Verhältnisse schon als extrem gelten kann, ist der Bias $+0,27\%$ (Tabelle 2).
- Bei der Wahl des Prüfbereiches ist jedoch zu berücksichtigen, daß nicht nur das Gesamtergebnis (der Grundfläche) durch die Abweichung der Querschnitte von der Kreisform verfälscht wird, sondern auch die Effektivität der WZP beeinträchtigt wird, wenn der Prüfbereich nicht auch die maximal möglichen Verzerrungen ausgedrückt durch d/d_s „eingabelt“.
- Der Zählerfaktor hat bei der einseitigen Verzerrung der Durchmesser bei elliptischen Baumquerschnitten keinen nennenswerten Einfluß. Tabelle 2 und Bild 3 und 4 in dieser Arbeit gelten zwar nur für $k=4$ streng, sie repräsentieren aber mit sehr großer Näherung den Bereich von $k=1$ bis $k=20$.

Zusammenfassung

Mit Hilfe des für diese Zwecke entwickelten EDV-Programms WZPDIA wurden die Verzerrung der Durchmesser und Grenzwinkel und ihre Auswirkungen auf die Zugehörigkeit der Einzelstämme zur WZP-Stichprobe und hiermit auf die Grundflächenschätzung untersucht.

Dabei wurden vermutlich extreme Verzerrungen bewirkende elliptische Stammquerschnitte angenommen, deren Achsenverhältnisse d_{\max}/d_{\min} bis zu 2,0 betragen. Die Untersuchungen erstreckten sich auf Zählfaktoren von $k = 1$ bis $k = 20$. Es zeigte sich, daß der Zählfaktor in diesem Bereich jedoch vernachlässigt werden kann.

Wird keine Grenzstammkontrolle durchgeführt, resultiert trotz beträchtlicher Robustheit der WZP infolge der Kompensation positiver und negativer Fehler ein positiver Bias, der bei $d_{\max}/d_{\min} = 1,4$ z. B. $+ 1,18\%$ beträgt. Da der positive oder negative Bias der G/ha-Schätzung pro WZP bis zu 100% und mehr betragen kann, sollte der Prüfbereich für die Grenzstammkontrolle bei Inventuren mit erhöhten Genauigkeitsanforderungen so gewählt werden, daß jede Fehlentscheidung beim Einzelstamm verhindert wird.

Literatur

- Ackerl F., 1950: Geodäsie und Photogrammetrie, 1. Teil: Instrumente und Verfahren der Vermessung und graphisch-mechanischen Auswertung. Wien, 472 S.
- Bitterlich W., 1948: Die Winkelzählprobe. Allg. Forst- u. Holzw. Ztg., 59, 1/2: 4—5.
- 1962: Relaskop mit Breitskala. Allg. Forstztg., 73, 5/6: 62—65.
- Grosenbaugh L. R., Stover W. S., 1957: Point sampling compared with plot sampling in Southeast Texas. For. Science, 3: 2—14.
- Loetsch F., Zöhner F., Haller K. E., 1973: Forest Inventory. Vol. 2, München, Bern, Wien, BLV-Verlag, 469 S.
- Matérn B., 1956: On the geometry of the cross-section of a stem. Medd. Stat. Skogsf., 46, 11: 1—28.
- 1969: Wie groß ist die „Relaskop-Fläche“? Allg. Forstztg., 79, 2: 21—22.
- 1972: The precision of basal area estimates. For. Science, 18, 2: 123—125.
- Oesterreichische Forstinventur, 1971: Instruktion für die Feldarbeit der Oesterreichischen Forstinventur, 1971—80. Forstl. Bundesversuchsanstalt Wien, 184 S.
- Panzer K. F., 1975: Quantifizierung von Stammfäule in hohlen Bäumen des Dipterocarpaceen-Mischwaldes von Sarawak (Borneo). Mitt. Bundesforsch.-Anstalt Forst u. Holzw., Reinbek bei Hamburg, Nr. 111, 177 S.
- Sukwong S., Frayer W. E., Mogren E. W., 1971: Generalized comparisons of the precision of fixed-radius and variable-radius plots for basal-area estimates. For. Science, 17: 263—271.
- Williamson R. L., 1975: Out-of-roundness in Douglas-fir stems. For. Science, 21, 4: 365—370.
- Zöhner F., 1973: Methodische Details und Effektivität der Winkelzählprobe für die Forstinventur. Forstwiss. Cbl., 92, 4: 169—182.
- 1975: Instruction d'inventaire, IFG — Inventaire forestier général 1975/76. Projet de Mise en Valeur Agro-Sylvo industriel des Aurès, Batna, Algérie.
- Anschrift des Verfassers:** Professor Dr. Fritz Zöhner, Forstliche Forschungsanstalt München, D-8000 München, Amalienstraße 52

Printed in Austria

Herausgeber, Eigentümer und Verleger: Oesterreichischer Agrarverlag, Postfach 136, 1014 Wien, Bankgasse 1—3. — Hauptschriftleiter und verantwortlich für den Inhalt: Prof. Dipl.-Ing. Dr. Franz Hafner (Anschrift der Schriftleitung: Postfach 7, 1033 Wien, Marxergasse 2). — Druck: „Ring“ Druck- und Verlagsgesellschaft m. b. H., 1120 Wien, Ruckergasse 12