

- MAYER, G., 1978: Kosten und Maßnahmen zur Erfüllung der Erholungs- und Schutzfunktion der Waldungen in Baden-Württemberg. Mitt. FVA Freiburg, Abt. Betriebsw., 12.
- NIESSEIN, E., 1979: Waldbewertung im nicht-produktionswirtschaftlichen Bereich. Forst- u. Holzw. 34, 25-31.
- RICHTER, A., 1963: Einführung in die Forsteinrichtung. Neumann, Radebeul.
- SCHEIFELE, M., 1966: Neue Aufgaben der Forsteinrichtung. HZBl, 2025 u. 2026.
- SCHMID-HAAS, P., 1978: Kontrollstichproben: Aufnahmeinstruktion. 2. Aufl. EAFV Ch-8903 Birmensdorf.
- SEITSCHEK, O. J., 1977: Entwicklung und Zukunftsaspekte der Forsteinrichtung in Bayern. Forstw. Cbl. 96, 123-129.
- SPEIDEL, G., 1957: Die rechnerischen Grundlagen der Leistungskontrolle und ihre praktische Durchführung in der Forsteinrichtung. Schr. Forstl. Fak. Göttingen, 19.
- 1972: Planung im Forstbetrieb. Hamburg u. Berlin: Paul Parey.
- WEIMANN, H. J., 1968: Verfahren zur Bestimmung von Wertänderungen im Rahmen einer forstlichen Erfolgsermittlung. Diss. Freiburg.
- WENK, G., 1963: Zur Problematik der Leistungsprüfung. Arch. f. Forstw. 12, 455-482.

Anschrift des Verfassers: Dr. W. TZSCHUPKE, Staatl. Forstamt Freudenstadt Hartranftstr. 27,
D-7290 Freudenstadt

Fehler bei Stammscheiben- und Bohrspananalysen

Von TH. SMALTSCHINSKI

1 Einleitung

Wachstumsmodelle und -prognosen für die Holzvorratsentwicklung von Waldbeständen stützen sich im wesentlichen auf die Analyse von Stammscheiben und auf die Messung stehender Bäume, teils durch Bohrspanentnahmen, teils durch periodische Aufnahmen. Angesichts der Walderkrankung und des resultierenden veränderten Wuchsverhaltens ist die Präzision der Basisdaten bei Erhebung und Auswertung für die Modellbildung von zentraler Bedeutung. So erzeugen Berechnungsfehler Unschärfen, die den Vergleich mit vorhandenen Wachstumsfunktionen, mit Ertragstafeln und mit anderen Aufnahmen erschweren. Im folgenden sollen die möglichen Fehlerquellen bei der Stammscheibenauswertung, insbesondere die Auswirkungen der üblichen Berechnungen auf den jährlichen Flächenzuwachs, untersucht werden. Gleichzeitig wird ein Verfahren entwickelt, welches die möglichen Berechnungsfehler auf ein Minimum reduziert. Weiterhin wird die Bohrspanentnahme an den untersuchten Stammscheiben simuliert. Der Einfluß von Markfehlbohrungen und die Bestimmung des richtigen Bezugsdurchmessers stehen hier im Mittelpunkt.

2 Stammscheibenauswertung

Die Messung von Stammscheiben wird üblicherweise an einem optischen Gerät mit einer Präzision von $\frac{1}{100}$ mm durchgeführt. Dabei werden die Jahrringbreiten von 4, 6, 8 oder mehr Radien gemessen. Die Fehler bei der Messung selbst sind von ABETZ (1960) eingehend untersucht worden.

Die Grundfläche eines bestimmten Jahres, nachfolgend der Grundflächenzuwachs, wird aus unterschiedlichen Mittelwerten (geometrisch, arithmetisch, quadratisch) der Radien durch Einsetzen in die Kreisformel berechnet. Der Schätzfehler für die Grundfläche der einzelnen Stammscheibe ist durch den geringen Stichprobenumfang eine unbestimmte Größe. Insbeson-

U.S. Copyright Clearance Center Code Statement: 0015-8003/86/10503-00163 \$ 0.2.50/0
Forstw. Cbl. 105 (1986), 163-171

© 1986 Verlag Parey, Hamburg und Berlin
ISSN 0015-8003

dere bei exzentrischen, ovalen oder unregelmäßigen Formen muß vermutet werden, daß es trotz der hohen Meßgenauigkeit der Einzelwerte zu größeren Fehlern kommen kann. Von den verschiedenen Mittelwerten ist nur die Relation untereinander bekannt (SOSTRZONEK 1958):

$$\text{geom. Mittel} < = \text{arithm. Mittel} < = \text{quadr. Mittel.}$$

Um den Fehler zu verringern, wird gemeinhin angenommen, daß mit der Erhöhung der Messungen eine zunehmende Präzision einhergeht. Da die Erfassung der einzelnen Jahrringbreiten zeitraubend ist, ist es nicht sehr ökonomisch, mehr als 12 Radian auszuwerten, ohne die Sicherheit zu besitzen, daß die Ergebnisse dann genauer sind.

Als Alternative zu dieser Auswertung ist es ab 8 Radian wesentlich günstiger, den Verlauf der einzelnen Jahrringe durch kubische Spline Funktionen (SMALTSCHINSKI 1984) nachzuzeichnen.

Rechnet man die Meßwerte mit dem Mark als Ursprung in (x, y) Koordinaten um, dann sind diese Funktionen zusammengesetzte Polynome dritten Grades, die zwischen den Koordinaten eines Jahrringes eingesetzt werden. Damit der Verlauf der Kurve an den Koordinaten „glatt“ und ohne Knicke verläuft, werden zwei zusammentreffende Polynome derart zusammengefügt, daß sie in ihrem Schnittpunkt stetig bis zur zweiten Ableitung sind. Im speziellen Fall der Stammscheiben muß eine Transformation für die x- und y-Koordinaten auf eine dritte Achse erfolgen. Für jede Dimension wird dann ein eigener kubischer Spline berechnet (siehe DE BOOR 1978; SPÄTH 1978). An den Endpunkten werden periodische Randbedingungen gesetzt; d. h. das erste und das letzte Polynom haben an diesen Punkten gleiche Funktionswerte und gleiche erste und zweite Ableitungen. Das Integral der Funktion ergibt die erreichte Grundfläche für das einzelne Jahr.

In der Literatur wird vielfach darauf hingewiesen (TISCHENDORF 1927; SOSTRZONEK 1956; MÜLLER 1957; PRODAN 1965 u. a. m.), daß der Stammquerschnitt aus zusammengesetzten Abschnitten von Kreisen, Ellipsen und Parabeln besteht. Gerade für diese Formen ist der vorgeschlagene Ausgleich ideal. Tests ergaben bei zusammengesetzten Kegelschnitten mit 8 Radian Flächendifferenzen $< 0,15\%$ gegenüber der wahren Fläche.

Die Qualität der Funktion wurde an 5 Stammscheiben untersucht, die charakteristische Typen ihrer Art sind und die Spannweite der Formenmannigfaltigkeit ungefähr abdecken. Es handelt sich um Kiefern- und Fichtenstammscheiben mit einer Altersspreite von 75 bis 114 Jahren. Auskeilende Jahrringe wurden nicht festgestellt. Die einzelnen Stammscheiben weisen folgende Charakteristika auf:

- Nr. 1: kreisförmig mit leicht verschobenem Mark,
- Nr. 2: elliptisch mit leichter Verzerrung ohne Markverschiebung,
- Nr. 3: oval mit zum größten Durchmesser schräg verschobenem Mark,
- Nr. 4: unregelmäßiger Querschnitt ohne starke Markverschiebung,
- Nr. 5: stark unregelmäßige Form mit Markverschiebung.

Die Stammscheiben wurden in 4 Radian (N-S- und O-W-Richtung) ausgemessen. Zwischen die Himmelsrichtungen wurden dann weitere 4 Radian gelegt. Stammscheibe 5 wurde in insgesamt 11 Radian ausgewertet, wobei die maximalen und minimalen Entfernungen bezüglich des Marks erfaßt wurden.

Ein Vergleich zwischen der ausplanimetrierten Fläche und dem Integral ergab Abweichungen $< 1\%$. Mit diesen „wahren“ Flächen wurden jetzt die verschiedenen Mittelbildungen für je 4 und 8 bzw. 11 Radian verglichen.

Baum 1: Entsprechend seiner angenäherten Kreisform schwankte die Abweichung bei ca. 1% für die erste Hälfte der Beobachtungszeit. Das arithmetische Mittel stabilisierte sich bei einem Endwert von ca. -3% , das quadratische lag bei -2% . Das geometrische Mittel erreichte einen Endwert von $-4,5\%$. Durch Hinzunahme weiterer 4 Radian wurde der Fehler annähernd halbiert.

Baum 2: Die Werte für das geometrische, arithmetische und quadratische Mittel bei 4 Radian führten zu Endwert von $-2,6\%$ -2% und $-1,3\%$. 8 Radian ergaben dagegen positive Werte von

1,5 %, 2 % und 2,5 %. Der Fehler drehte sich gerade ins Positive um. Ein Vergleich zweier Stammscheiben, die in 4 oder 8 Radien ausgewertet werden, kann also schon zu rechnerischen Zuwachsdifferenzen von 4 % führen.

Baum 3: Es zeigten sich ungewöhnliche Verschiebungen bei der Auswertung in 4 und 8 Radien (Abb. 1). Die größeren Radien ließen das quadratische Mittel überproportional steigen, insbesondere bei 8 Radien, wo man sich eher eine Steigerung der Genauigkeit durch den erhöhten Meßaufwand erhofft. Rechnerische Unterschiede von bis zu 10 % sind möglich je nach Mittelbildung und Wahl der Anzahl der Radien. Ein Vergleich unterschiedlicher Messungen und Berechnungsmethoden ist in solchen Fällen sicher dem Vorhaben abträglich, exakte Zuwachsunterschiede an einer kleinen Zahl von Beobachtungen festzustellen.

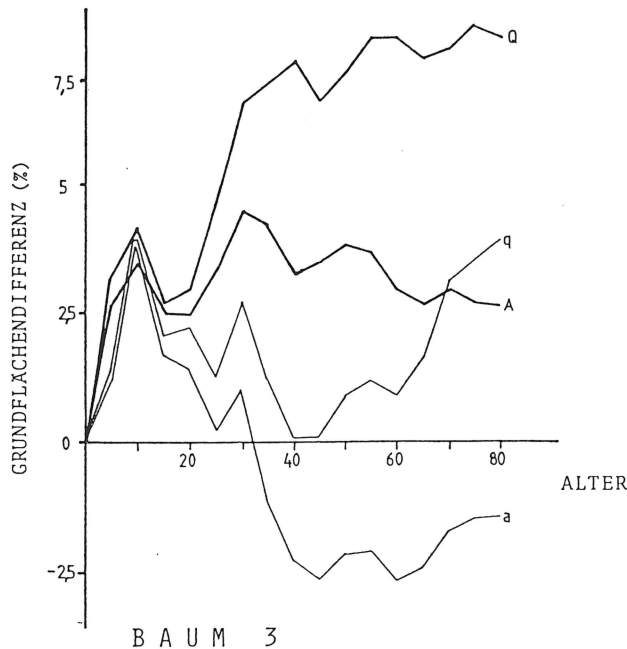


Abb. 1. Abweichungen (%) von der wahren Grundflächenentwicklung durch Mittelbildung bei 4 (q, a) und 8 (Q, A) Radien (q quadratisches Mittel, a arithmetisches Mittel)

Fig. 1. Deviations (%) from the true basal area development when using means from 4 (q, a) and 8 (Q, A) radii (q quadratic mean, a arithmetic mean)

Baum 4: Hier liegen die Ergebnisse gerade umgekehrt wie bei Baum 3 (Abb. 2). 8 Radien erbrachten den erstrebten Genauigkeitserfolg, wohingegen 4 Radien zu untragbaren Endwerten von ca. -10 % führten.

Baum 5: Die Auswertung von 11 Radien ließ den Fehler auf über 10 % steigen (Abb. 3), was in krassem Widerspruch zu der eingangs erwähnten Meßgenauigkeit steht. 4 Radien erbrachten genauere Ergebnisse.

Wachstumsanalysen, Prognosemodelle und Wachstumsvergleiche mit Ertragstafeln werden durch solche Fehler sehr erschwert. Die Konsistenz der Schätzung der wahren Grundflächenentwicklung kann mit Sicherheit weder durch eine Erhöhung der Meßstellen noch durch unterschiedliche Mittelbildung erreicht werden. Eine Auswertungsmethodik, die zu derartig verzerrten Einzelstammergebnissen führen kann, ist damit sicherlich nicht die ultima ratio der Zuwachsforschung, da Wachstumsunterschiede erst dann als gesichert anzunehmen sind, wenn die Differenz mehr als 10 % beträgt. Die Frage nach der notwendigen Anzahl von aufzunehmenden Radien hängt von der Form der Stammscheibe ab. Es erscheint günstig, eine Scheibe vorher grob auszuplanimetrieren, danach 4 und 8 Radien zum äußersten Jahrring einzumessen und die Flächendifferenz abzuschätzen. Liegen die Werte in tolerablen Bereichen, sind 4 Ra-

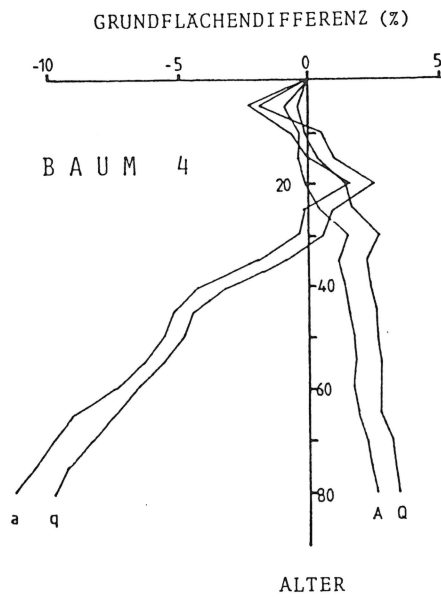


Abb. 2. Abweichungen (%) von der wahren Grundflächenentwicklung durch Mittelbildung bei 4 (q, a) und 8 (Q, A) Radien (q quadratisches Mittel, a arithmetisches Mittel)

Fig. 2. Deviations (%) from the true basal area development when using means from 4 (q, a) and 8 (Q, A) radii (q quadratic mean, a arithmetic mean)

dien ausreichend. Ansonsten ist eine Messung von 8 Radien vorzunehmen. Bei 8 Radien bietet sich dann der vorgeschlagene Weg über die Bildung stetiger Funktionen für die einzelnen Jahre als günstigster Ausgleich an.

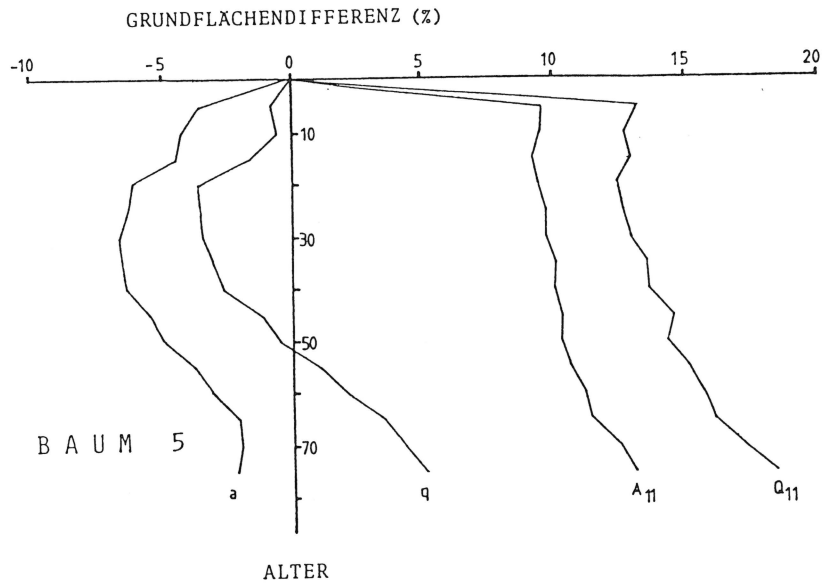


Abb. 3. Abweichungen (%) von der wahren Grundflächenentwicklung durch Mittelbildung bei 4 (q, a) und 11 (Q, A) Radien (q quadratisches Mittel, a arithmetisches Mittel)

Fig. 3. Deviations (%) from the true basal area development when using means from 4 (q, a) and 11 (Q, A) radii (q quadratic mean, a arithmetic mean)

3 Zuwachsermittlung durch Bohrspäne

Zur schnellen Berechnung des Zuwachses der letzten 10 bis 30 Jahre ist es üblich, zwei gegenüberliegende Bohrspäne zu entnehmen. Die Bohrrichtung liegt dabei in 45 Grad zur Hauptwindrichtung. Um den Durchmesserzuwachs zu bestimmen, wird das arithmetische Mittel beider Bohrspäne von einem Bezugsdurchmesser abgezogen. Einsetzen in die Kreisformel ergibt die zugehörigen Grundflächenwerte. Da über die Spline-Funktionen der Jahringverlauf jedes Jahres aus den Radialmessungen, wie vorher ausgeführt, zur Verfügung stand, konnte die Bohrung unter Laborbedingungen simuliert werden. Die Berechnungen beziehen sich auf Messungen, die den Rindenfehler und die mögliche Stauchung der Bohrspäne ausschließen. Weiterhin sind keine Synchronisationsprobleme durch auskeilende Jahrringe vorhanden.

3.1 Fehlerquellen

Bei der Zuwachsermittlung über Bohrspäne sind zwei Arbeitsschritte notwendig:

- Bohrspanentnahme
- Messung des Bezugsdurchmessers.

Bei beiden Arbeitsabschnitten können Fehler auftauchen. Zum einen ist ein Repräsentationsfehler durch die Wahl der Bohrrichtung bezüglich der mittleren Jahringbreite anzunehmen. Lösungsvorschläge hierzu finden sich bei SOSTRZIOEK (1956), MATERN (1961) und HILDEBRANDT (1967). Zudem wird der Zuwachs überschätzt, wenn bei der Bohrung das Mark verfehlt wird und bei schräg (horizontal und vertikal) angeschnittenen Jahrringen die Jahringbreite in Richtung des Bohrspanes gemessen wird.

Die Messung des richtigen Bezugsdurchmessers ist die andere wichtige Fehlerquelle (TISCHENDORF 1927; MATERN 1958). Dabei sind nicht die Meßfehler durch schiefes Anlegen eines Maßbandes oder fehlerhafte Kluppen gemeint, sondern vielmehr systematische Fehler. Diese werden durch die Insuffizienz des Meßgerätes (Kluppe, Maßband) erzeugt, die geometrische Form des Stammquerschnittes zu erfassen.

Dabei lassen sich wiederum zwei Fehler unterscheiden: das konvexe und das interperimetrische Defizit (MATERN 1958).

Das konvexe Defizit tritt bei welligem Stammquerschnitt dadurch auf, daß das Umfangmeßband nur die konvexe Hülle des Stammquerschnittes umschließt (Abb. 4). Die Flächen zwischen Maßband (gestrichelte Linie) und Stammquerschnitt werden zur Grundfläche hinzugefügt und führen zwangsläufig zu einer Überschätzung des wahren mittleren Durchmessers.

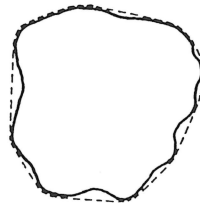


Abb. 4. Konvexe Hülle (gestrichelte Linie) einer Region (durchgezogene Linie)

Fig. 4. Convex circumference (dashed line) of a cross section (solid line)

Zum interperimetrischen Defizit: CAUCHY bewies bereits 1841, daß der Umfang jeder konvexen Hülle durch π dividiert den mittleren Durchmesser der konvexen Region ergibt. Da bei einer großen Zahl von Kluppungen aus zufälligen Richtungen gerade die konvexe Hülle erfaßt wird, besteht theoretisch kein Unterschied zwischen Kluppung und Umfangmessung. Der Umkehrschluß, daß mit dem mittleren Durchmesser nach Einsetzen in die Kreisformel auch die richtige Fläche des Stammquerschnittes getroffen worden wäre, ist kühn und gewagt. Generell wird mit Ausnahme des Kreises die Querfläche durch die Umrechnung überschätzt.

Als einfaches Beispiel kann man sich einen elastischen Ring vorstellen, der in eine beliebige konvexe Form verbogen wird. Die umschlossene Fläche wird bei gleichem Umfang systematisch kleiner.

EULER fand 1778 Beispiele für geometrische Formen, die die Eigenschaft haben, in jeder Klupprichtung den gleichen Durchmesser zu besitzen und trotzdem keine Kreise zu sein. Er nannte sie Orbiformen (Abb. 5). Das interperimetrische Defizit beträgt 11 % bei der Triangel (Abb. 5 a), 4,2 % bei Abb. 5 b und 1,6 % bei Abb. 5 c.

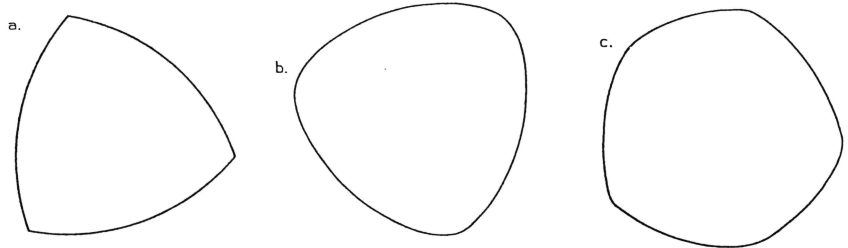


Abb. 5. Drei Beispiele für Orbiformen (nach MATERN 1958)
Fig. 5. Three examples of orbi forms (acc. to MATERN 1958)

Die gemessenen Jahrringbreiten der Bohrspäne werden also fast immer auf zu große Grundflächen bezogen.

Als Neben aspekt dieser Betrachtung folgt, daß die Winkelzählprobe mit einem systematischen positiven Fehler behaftet sein muß, da durch die optische Kluppung ebenfalls nur die konvexe Hülle der Bäume erfaßt werden kann.

3.2 Ergebnisse der Bohrsimulation

Als Bezugsdurchmesser für die Hochrechnung der Bohrspäne wurden sowohl der Durchmesser der Umfangmessung als auch das arithmetische Mittel einer kreuzweisen Kluppung eingesetzt. Da am Münchener Lehrstuhl für Waldwachstumskunde die Bohrung aus NO und SW praktiziert wird, war es interessant, gerade diese Vorgabe zu untersuchen.

Dabei wurden Fehlbohrungen von 20–30 % Markabweichung bezüglich der mittleren Radien errechnet und mit der tatsächlichen Grundfläche verglichen.

Dank der fast kreisförmigen Fläche von Baum 1 (Abb. 6 a) lagen die Zuwachswerte gegenüber der wahren Grundflächenentwicklung für die Markbohrung (dicke Linie) für Abweichungen um -3 cm (gepunktete Linie) vom Mark nach S und um +3 cm (dünne Linie) nach N recht günstig. Das schräge Anschneiden der Jahrringe verzerrte die Grundflächenwerte auch bei zunehmender Bohrtiefe nur schwach. Da die Kluppung den fast gleichen Durchmesser ergab wie die Umfangmessung, wurden die Ergebnisse hier nicht aufgeführt.

Bei Baum 2 (Abb. 6 b) ist eine ähnliche Tendenz wie bei Baum 1 zu sehen. Die Markbohrung und die Abweichung nach Süden führte zu recht soliden Werten innerhalb der Beobachtungsperiode. Nur die Fehlbohrung nach Norden induzierte Fehler bis zu 10 %. Der Einfluß eines fehlerhaften Bezugsdurchmessers ist in Abb. 7 zu sehen. Ein Fehler von 1,2 % verdoppelt sich ungefähr (PRODAN 1965) bei der Berechnung der Grundfläche.

Bei Baum 3 traten bezüglich des Repräsentationsfehlers der Bohrspanentnahme positive Effekte bei der Grundflächenberechnung ein (Abb. 6 c). Auf zu große Durchmesser wurden zu kleine Jahrringe bezogen. Der Fehler durch die Kluppung ist für die Markbohrung Abbildung 7 zu entnehmen.

Baum 4 fügt sich bei der Abweichung von der wahren Grundflächenentwicklung in die bisher gezeigte Reihe ein (Abb. 6 d). Die Durchmesserkluppung erbrachte eine Fehleinschätzung

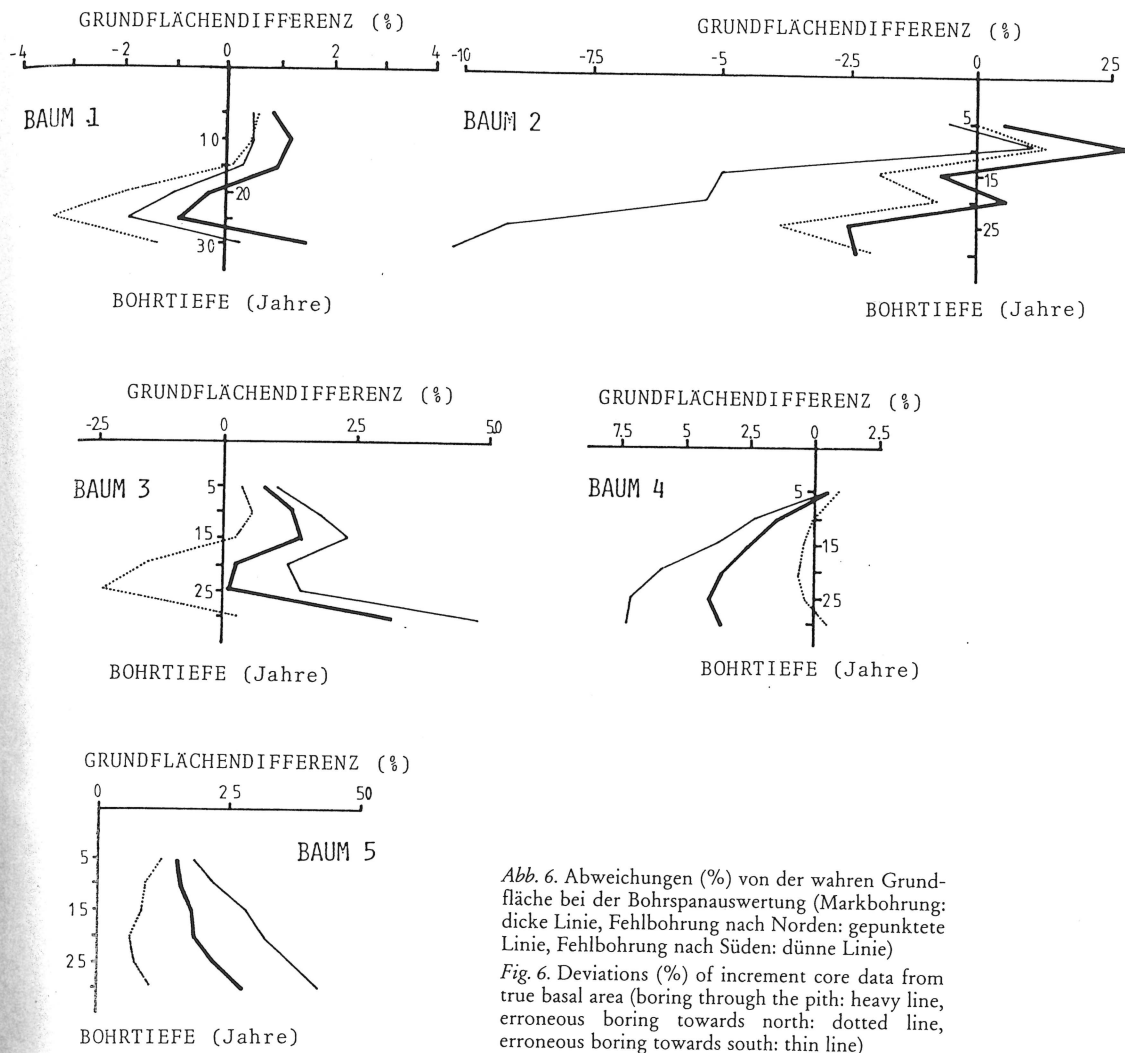


Abb. 6. Abweichungen (%) von der wahren Grundfläche bei der Bohrspanauswertung (Markbohrung: dicke Linie, Fehlbohrung nach Norden: gepunktete Linie, Fehlbohrung nach Süden: dünne Linie)

Fig. 6. Deviations (%) of increment core data from true basal area (boring through the pith: heavy line, erroneous boring towards north: dotted line, erroneous boring towards south: thin line)

der wahren Grundfläche um ca. -3 %. Das Endergebnis näherte sich damit den aus der Literatur bekannten Fehlern mit ca. -10 % an.

Alle vier Bäume zeigen, daß sich bei der NO- und SW-Bohrung die Fehler in tolerablen Grenzen bewegen; d. h. der Repräsentationsfehler ist relativ klein. Der Gesamtfehler ist kleiner als vermutet, wenn der richtige Bezugsdurchmesser gewählt wird. Dieser verfälscht das Ergebnis erheblich (Abb. 7).

Bei Baum 5 erhöhte die Umfangmessung durch das starke konvexe Defizit den Bezugsdurchmesser erheblich. Die Fehler bei der Grundflächenberechnung erreichten mehr als 20 % (Abb. 6 e). Abbildung 8 zeigt den Einfluß unterschiedlicher Bezugsdurchmesser auf das Rechenergebnis. Von rechts nach links sind die Berechnungen der Kluppung (C), der Umfangmessung (B) und des flächenrichtigen Radius (A) dargestellt. Erst durch Einsetzen des wahren Bezugsdurchmessers konnte der Fehler auf Werte <10 % gesenkt werden. Der Repräsentationsfehler durch die Wahl der Bohrrichtung wirkte sich insgesamt relativ gering aus.

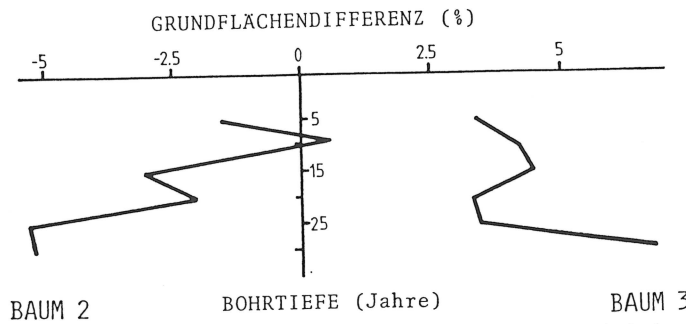


Abb. 7. Einfluß der ungenauen Bestimmung des Bezugsdurchmessers auf das Ergebnis der Grundflächenberechnung bei Markbohrungen

Fig. 7. Effect of incorrect determination of the reference diameter on basal area computation; boring was made through the pith

Das Beispiel von Baum 5 zeigt als Repräsentant von älteren Buchen oder Fichten mit welliger Außenform, daß eine günstige Zuwachsberechnung nur dann durchgeführt werden kann, wenn die wahre Querschnittfläche annähernd richtig erfaßt wird. Die Umfangmessung liefert dabei günstigere Ergebnisse als die Klappung.

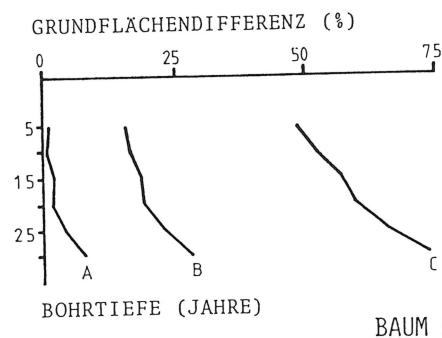


Abb. 8. Grundflächenentwicklung für unterschiedlichen Bezugsdurchmesser bei Markbohrungen (A flächenrichtiger Durchmesser, B Durchmesser nach Umfangmessung, C Durchmesser nach Klappung)

Fig. 8. Basal area development for different reference diameters when boring is made through the pith (A Diameter corresponds with area, B Diameter from circumference measurement, C Diameter obtained using calipers)

Zusammenfassung

Die übliche rechnerische Auswertung von Stammscheiben über 4 oder 8 Radien kann erhebliche Abweichungen vom wahren Wachstumsgang erzeugen. Bei der Messung von 8 Radien ist es günstiger, den Verlauf der einzelnen Jahrringe durch kubische Spline-Funktionen nachzuzeichnen und die jährlichen Grundflächen durch Integration zu ermitteln. An den untersuchten Stammscheiben wurde die Bohrspanentnahme aus NW und SO (45 Grad zur Hauptwindrichtung) für eine Periode von 30 Jahren simuliert. Läßt man auskeilende Jahrringe unberücksichtigt, so ist der Repräsentationsfehler der gemessenen Jahrringbreiten und eine Markfehlbohrung von weitaus geringerem Einfluß auf das Endergebnis als der Fehler bei der Ermittlung des richtigen Bezugsdurchmessers. Ist dieser annähernd richtig bestimmt, wird auch über Bohrungen der Zuwachs in brauchbaren Fehlergrenzen bestimmt.

Summary

Errors occurring in the analysis of cross-sectional disks and increment cores

The usual numerical evaluation of cross-sectional disks using measurements made on 4 or 8 radii may show considerable deviations from the true increment pattern. If measurements on 8 radii

are made, it is more favorable to use cubic spline functions to retrace the individual annual rings, and to obtain annual basal area increment through integration. Taking increment cores from the northwest and southeast (45 degrees off the main wind direction) for a 30-year-period was simulated on the cross-sectional disks. Discarding runaway annual rings, the representative error of the measured annual-ring widths together with missing the pith in boring influence the final result far less than incorrect determination of the reference diameter. With close approximation of the latter, increment may be also obtained within acceptable error limits from increment cores.

Literatur

- ABETZ, P., 1960: Die Genauigkeit der Radialzuwachs- und Jahrringbreitenmessung mit der Eklundschen Jahrringmeßmaschine an Stammscheiben und Bohrspänen. AFJZ, 131, H. 4, S. 74–80.
- DE BOOR, C., 1978: A practical Guide to Splines, New York: Springer Verlag.
- HILDEBRANDT, G., 1967: Der laufende Zuwachs in der Forsteinrichtung. Schriftenreihe der forstl. Abt. der Albert-Ludwigs-Universität Freiburg, Bd. 6.
- MATERN, B., 1958: On the geometry of the cross section. In: Medd. fr. Statens Skogsforskningsinstitut, 46, Nr. 11, S. 1–28.
- 1961: On the precision of estimates of diameter growth from increment borings. IUFRO Wien, Bd. 2 (25/8–S/2).
- MÜLLER, G., 1957: Untersuchungen über die Querschnittsformen der Baumschäfte. Forstw. Cbl., 76, S. 35–53.
- PRODAN, M., 1965: Holzmeßlehre. Frankfurt a. M.: J. D. Sauerländer Verlag.
- SMALTSCHINSKI, TH., 1984: Individuelle Baumschaftform und kubische Spline Interpolation. AFJZ, Heft 7/8, S. 193–197.
- SOSTRZONEK, E., 1958: Radialzuwachs und Flächenzuwachs. Forstw. Cbl., 77, S. 238–254.
- SPÄTH, H. 1978: Spline-Algorithmen zur Konstruktion glatter Kurven und Flächen. München-Wien: Oldenburg Verlag.
- TISCHENDORF, W. 1927: Lehrbuch der Holzmassenermittlung. Berlin.
- Anschrift des Verfassers:* DR. THOMAS SMALTSCHINSKI, Lehrstuhl für Waldwachstumskunde, Amalienstraße 52, D-8000 München 40

Praktische Naturschutzpolitik am Beispiel der Erstaufforstungsregelung und Pflegepflicht in Baden-Württemberg¹

Von MAX KROTT

1 Die unbekannte Rolle der Verwaltung im Umweltschutz

Umweltschutz gehört zu den wesentlichen Themen der Politik in den achtziger Jahren. Nicht selten wird darin eine Überlebensfrage für die Menschheit gesehen. Die Urproduzenten Landwirtschaft und Forstwirtschaft sind von Umweltproblemen sowohl als Opfer, z. B. durch Immissionsschäden an Wald und Feld betroffen, als auch als Verursacher, z. B. von Monokulturen, für Umweltschäden verantwortlich. Forderungen nach einer besseren Umweltpolitik werden von allen Seiten: Regierung und Opposition, Medien, Wirtschafts- und Naturschutz-

¹ Der Autor bedankt sich sehr herzlich für die große Unterstützung seiner Untersuchung durch Vertreter der Forstwirtschaft, der Landwirtschaft und des Naturschutzes in Baden-Württemberg. Mein Dank gilt auch den Professoren NIESSLEIN (Freiburg) und GLÜCK (Wien), die mir auf unbürokratische Weise das wissenschaftliche Arbeiten im Ausland ermöglicht haben.