

# DAS NORMIERTE KREISFLÄCHENZUWACHSPROZENT EIN HILFSMITTEL ZUR BEWEISSICHERUNG UND QUANTIFIZIERUNG ÄUSSERER EINFLÜSSE AUF DAS WACHSTUM VON BÄUMEN UND BESTÄNDEN

Von

GRIESS O.

Landeskammer für Land- und Forstwirtschaft in Steiermark  
Graz

## Einleitung

Jede Veränderung im Lebensraum eines Baumes oder Bestandes (z.B. durch Klimaeinflüsse, Durchforstung, Düngung oder Immission) bewirkt eine Veränderung seines Zuwachses. Dieser ist im wesentlichen ein Zusammenspiel von 3 Faktoren, nämlich Stärken- und Höhenwachstum sowie Formzahlveränderungen. Wer sich längere Zeit messend durch den Wald bewegt hat, kennt die Problematik der exakten Baumhöhenbestimmung und erst recht die Problematik der Anschätzung der Formzahländerung. Die einzige Möglichkeit diese beiden Faktoren halbwegs genau zu erfassen, ist das Fällen einer entsprechenden Zahl von Probestämmen, d.h. die Vernichtung des zu untersuchenden Materials. Die Auswertung selbst und das Umlegen dieser Erkenntnisse auf Befundeinheiten kann nur statistisch erfolgen und ergibt, speziell für die Formzahlen, größere Streuungen.

Ohne das Objekt zu zerstören bleibt praktisch nur die Ermittlung der Grundfläche und das Ausmessen von Bohrkernen zur Erfassung des Radialzuwachses. Die Jahrringe sind dokumentierte Information über bekannte und unbekannte Einflußgrößen auf den Radialzuwachs und bleiben bis zur völligen Zerstörung (Brand, Fäulnis) erhalten.

Da sich die umweltbedingten Veränderungen der Radialzuwächse nur in sehr geringen Dimensionen bewegen, ist zum Nachweis von Einflüssen gewöhnlich eine Meßgenauigkeit von 0,01 mm erforderlich. Meßgeräte solcher Art stehen aber dem Sachverständigen nur selten zur Verfügung, sind sie doch meist nur an wissenschaftlich orientierten Instituten und Anstalten vorhanden und dort oft für längere Zeit ausgelastet. Mit einem Untersuchungsergebnis in kurzer Zeit, wie es im allgemeinen zur Klärung der Frage, ob überhaupt eine Beeinflussung vorliegt, notwendig wäre, ist daher äußerst selten zu rechnen.

Die Forderung, rasch und kostengünstig zu befriedigenden Ergebnissen zu kommen, leitete die Überlegungen ein, die letzten Endes zum "normierten Kreisflächenzuwachsprozent" (NKZ) führten.

Da sowohl Höhenkurven als auch Rindenfaktoren und Formzahlen Verhältnisschätzungen sind, die Mittelwerte aus einer Vielzahl von Messungen darstellen, erscheint es logisch auch die Kreisfläche vorerst nicht in absoluten Werten einzusetzen, sondern ein dimensionsloses Verhältnismaß anzuwenden

und dieses für die Zeit der Entwicklung des Baumes zu verfolgen, um Unterschiede vor und nach einem bestimmten Zeitpunkt erfassen zu können.

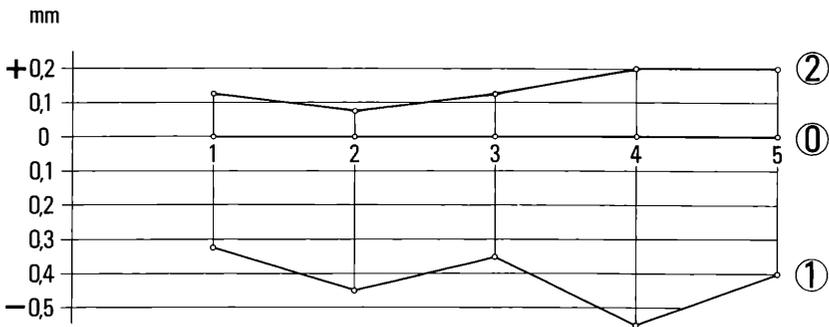
Für ein solches Vorgehen spricht auch die Eigenheit des Holzes, nicht nur als lebendes sondern auch als totes Untersuchungsmaterial abhängig vom jeweiligen Feuchtigkeitsgehalt seine Dimensionen zu verändern. In welchen Bereichen dies liegen kann zeigt Abb. 1.

Die Unterschiede im errechneten Trendverlauf - verursacht durch die 3 verschiedenen Quellungszustände in den einzelnen Zonen des Bohrkernes - wirken sich im vorliegenden Beispiel (Messung auf 0,01 cm) bei der Einzelbaummasse in Bereichen von E -4 m<sup>3</sup>, beim jährlichen laufenden Zuwachs in Bereichen von E -5 m<sup>3</sup> aus. Eine Genauigkeit von E -3 m<sup>3</sup> für die Einzelbaummasse ist jedoch - bedingt durch die Eingangsdimensionen von Höhe und Brusthöhen-durchmesser in E -1 m für Formzahl und Rindenfaktorenrechnung - die angestrebte Genauigkeit für wissenschaftliche Untersuchungen und Großrauminventuren. Die relativen Abweichungen beim laufenden Jahreszuwachs um den Mittelwert liegen dabei im Promille-Bereich.

Abb. 1

Absolute Abweichungen (Meßgenauigkeit 0,1mm) in 3 verschiedenen Quellungszuständen. Mittel aus 4 Bohrkernen in 10-Jahresperioden.

- ② 20 Stunden bei 11° C und 100% relativer Luftfeuchtigkeit
- ① 5 Monate bei 20° C und 50% relativer Luftfeuchtigkeit
- ② 2 Stunden im Wasserbad



#### Die Methode

Zum Kreisflächenzuwachsprozent kommt man auf folgendem Weg:

1. Entnahme eines Bohrkernes in Brusthöhe bis zum Kern des Stammes, wobei ein geringes Abweichen vom Kern tolerabel ist (bis etwa 10% vom Radius); bei größeren Abweichungen ist ein neuer Bohrkern zu entnehmen.
2. Umfang- bzw. Durchmesserermessung an der Entnahmestelle.
3. Ausmessen des Bohrkernes entweder vom Kern zum Splint oder umgekehrt, wobei akkumulativ gemessen wird (d.h. der jeweilige Abstand des Jahrringes vom Ausgangspunkt der Messung); die einzelnen Jahrringbreiten werden

später durch Differenzbildung ermittelt. Wurde der Kern nicht getroffen, wird die Exzentrizität mit Hilfe einer Schablone geschätzt und ebenso die Anzahl der fehlenden Jahrringe. Die Länge des Bohrkernes entspricht bei getroffenem Kern dem gemessenen Abstand vom Kern bis zum letzten Jahrring; bei Abweichung vom Kern dem Abstand vom letzten Jahrring bis zu jenem Punkt, an dem die Markstrahlen die Bohrkernachse senkrecht schneiden.

4. Die rechnerische Normierung: Aus der Bohrkernlänge ohne Rinde und der eventuellen Exzentrizität wird durch entsprechende Verhältnissrechnungen unter Einbeziehung der Rindenfaktoren nach Pollanschütz und deren Umkehrfunktion auf einen Idealkreis normiert, dessen Durchmesser mit Rinde dem gemessenen Umfang bzw. Durchmesser entspricht; dies wiederholt sich praktisch mit allen Meßwerten. Aus den so jahresweise ermittelten Durchmessern wird der normierte Radialzuwachs mit Rinde errechnet.

5. Zur Überprüfung der Messungen ist nun eine Referenzprüfung unbedingt notwendig.

6. Nach der Korrektur von Scheinjahrringen bzw. Jahrringausfällen werden die Kreisfläche und Kreisflächenzuwachsprozent bestimmt.

7. Ausgleichsrechnung: Das Kreisflächenzuwachsprozent (NKZ) wird nun über dem Alter des Baumes in Bohrhöhe (t) für alle Stämme einer Probefläche bzw. Auswertungseinheit zusammengefaßt und ausgeglichen. Dabei hat sich die Formel  $NKZ = at^D$  am besten bewährt.

Um diese Methode auf ihre Tauglichkeit zu prüfen, wurden von 1965 bis 1977 Bohrkern von Probeflächen ohne Immissionsbelastung in den verschiedensten Wachstumsgebieten und auf unterschiedlichsten Standorten genommen und entsprechend der oben angeführten Methode ausgewertet. Die Ergebnisse in Abb. 2 A und 2 B dargestellt zeigen kaum Unterschiede im Verlauf der Ausgleichskurven; es wurde lediglich festgestellt, daß sich Unterschiede bei verschiedener Stammzahlhaltung ergeben.

#### Das Kreisflächenzuwachsprozent

an einem praktischen Beispiel demonstriert

Zur Demonstration der verschiedenen Möglichkeiten wurde ein Stammscheibenausschnitt herangezogen (Abb.3) und 3 verschiedene Methoden der Kreisflächenenermittlung angewendet.

Methode 1:

Ermittlung der Grundflächen durch P l a n i m e t r i e r u n g.

Es ist dies der einzige Weg die Grundflächenentwicklung entweder jährlich oder in Perioden zu ermitteln, ohne diese auf eine Kreisfläche zu normieren. Wird daraus ein Radialzuwachs abgeleitet, ist dies schon eine Normierung. Zur Ermittlung der Werte ist eine Zerstörung des Untersuchungsobjektes notwendig. Für die Ermittlung der Werte mit Rinde sind die Rindenstärken zu errechnen und dazuzuschlagen.

Methode 2:

Durchmesserbestimmung durch A u s m e s s e n von Stammscheiben bzw. von 4 Bohrkernen

a) nach dem größten und kleinsten Durchmesser

b) zufällig im rechten Winkel

(Hiebei ist das Treffen des Kernes in allen 4 Fällen notwendig, die Bohrhöhe am Stamm muß allerdings variiert werden).

Abb. 2

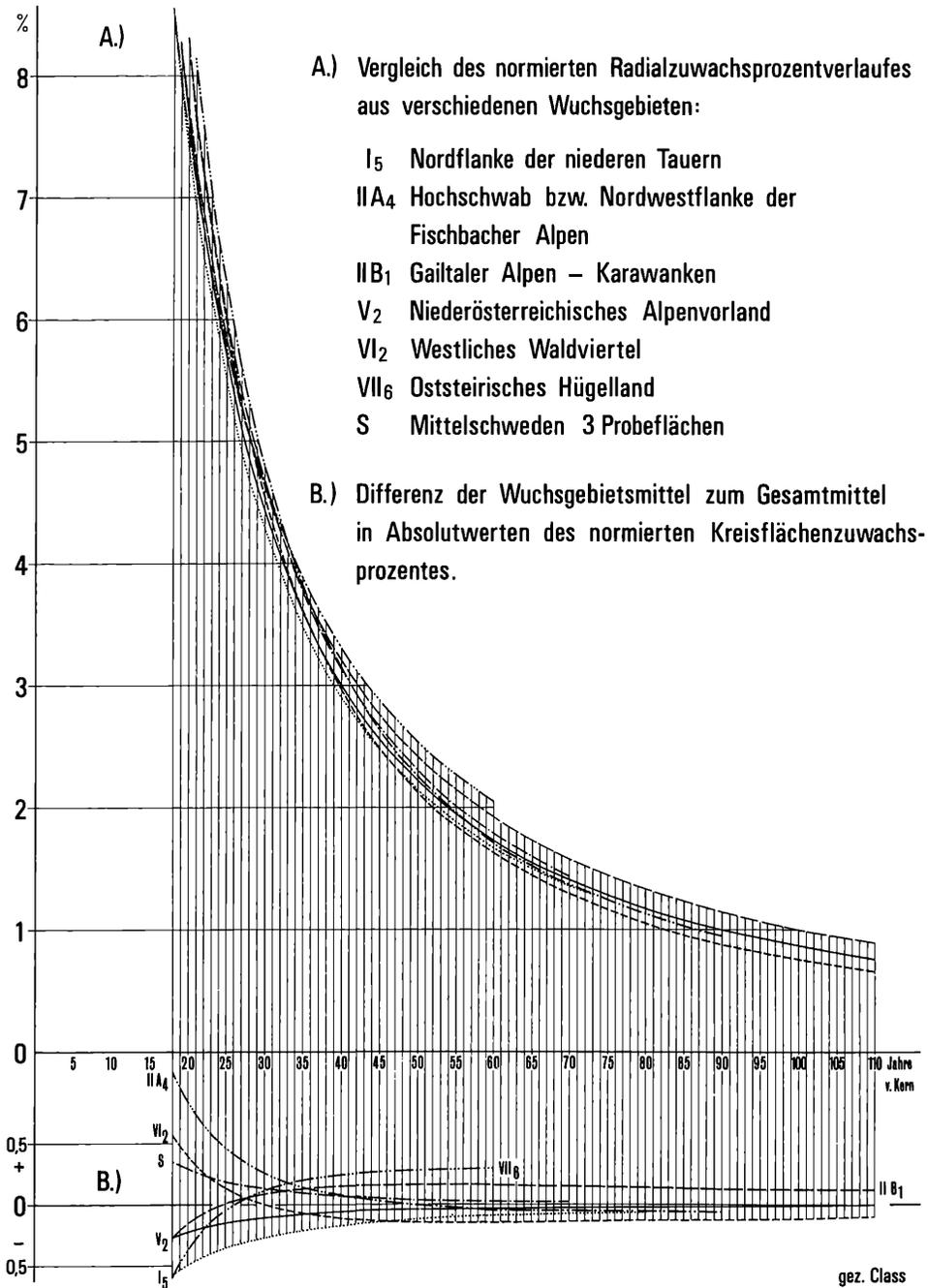
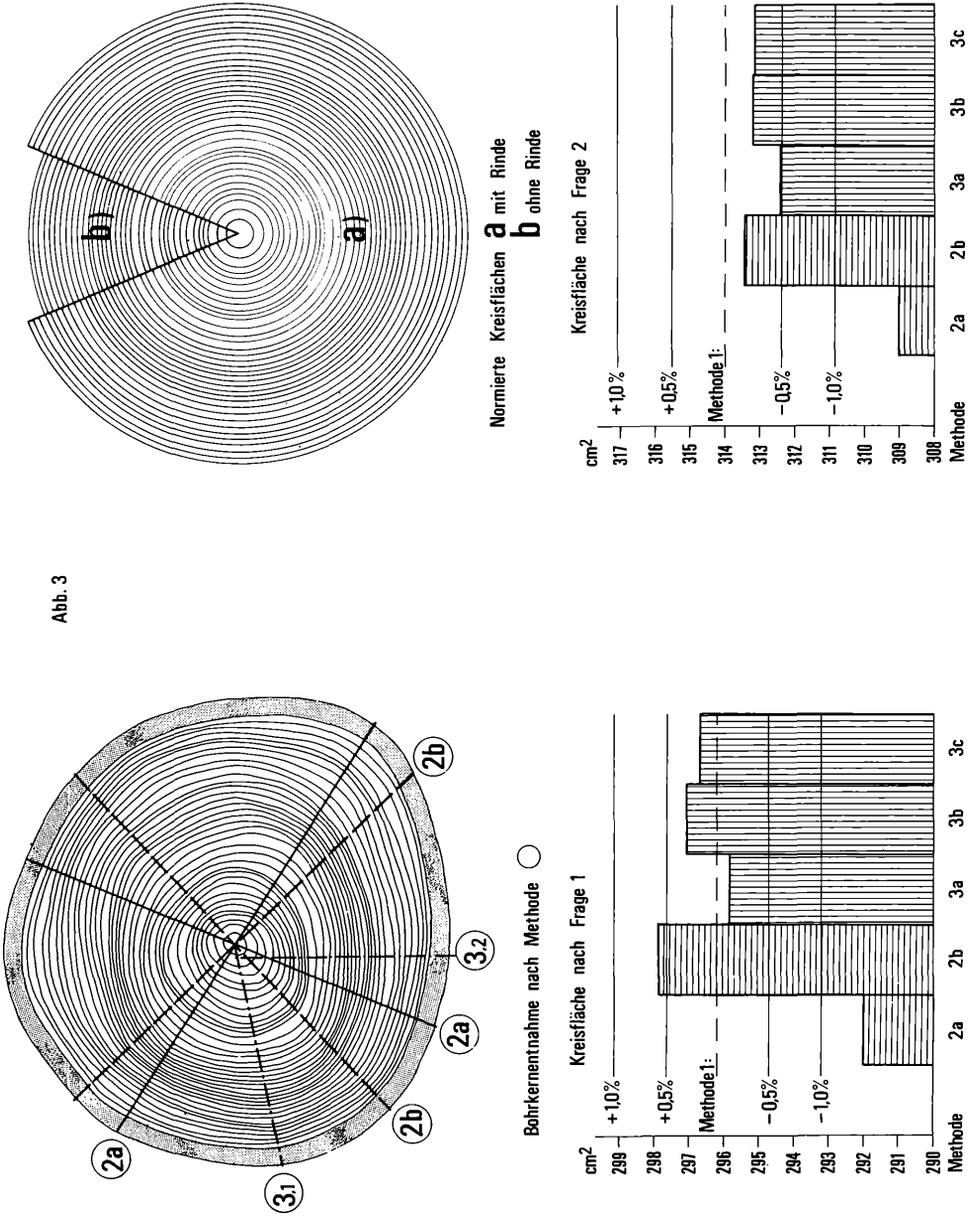


Abb. 3



Für die Ermittlung der Durchmesser mit Rinde gelten die Grundsätze von Methode 1. Eine Zerstörung bzw. größere Beschädigung des Untersuchungsobjektes wird dabei allerdings meist nicht zu umgehen sein.

Methode 3:

Bohrkernentnahme (im Beispiel 2 Bohrkerne, wobei eine Kernbohrung (3,1) und eine exzentrische Bohrung (3,2) unterstellt wurden. Die Durchmesserbestimmung erfolgt vorteilhaft über den Umfang.

Für dieses Beispiel wurden 3 verschiedene Meßinstrumente verwendet:

- a) Bohrkernmeßlupe II nach Pollanschütz, Meßgenauigkeit 0,1 mm
- b) eine normale Linealteilung (Längenfehler von 0,5%), mit Schätzung von 0,1 mm
- c) eine Präzisionsteilung (Dreikantmaßstab) mit Schätzung von 0,1 mm.

Ergebnisse:

Kreisfläche nach dem 36. Jahr: (G)	Kreisfl.	Diff. BHD
1	100,00%	0
2a	100,28%	+ 0,03 cm
2b	101,26%	+ 0,12 cm
3	100,25%	+ 0,03 cm

Nach Auswertung des NKZ in Fünfjahresperioden und entsprechender Rückrechnung ergibt sich folgender Vergleich zwischen den Ausmessungsversionen 1 und 2, also den Methoden mit Objektzerstörung:

	1	BHD cm	2a	BHD cm	2b	BHD cm
G nach dem 36. Jahr	100,00%	0	100,00%	0	100,00%	0
31. "	100,60%	+0,05	100,15%	+0,01	100,54%	+0,05
26.	100,96%	+0,07	101,22%	+0,07	101,15%	+0,08

Diese Differenzen liegen in jenen Bereichen, wie sie bereits bei der Kreisflächenbestimmung auftreten.

Nach diesen Überlegungen noch 2 Fragen mit ihren Antworten:

1.) Wie groß wären Kreisfläche und BHD, wenn sich die Entwicklung dem Trend der ersten 31 Jahre entsprechend fortgesetzt hätte:

Meßversion	1	2a	2b	3a	3b	3c
Kreisfläche	296,16	291,93	297,84	295,84	297,05	296,68
Diff. %	0	-1,43	+0,57	-0,11	+0,30	+0,18
BHD cm	19,42	19,28	19,47	19,41	19,45	19,44
Diff. cm	0	-0,14	+0,05	-0,01	+0,03	+0,02

2.) Wie groß wären Kreisfläche und BHD, wenn sich der Trend der Jahre 26 - 31 fortsetzte:

Meßversion	1	2a	2b	3a	3b	3c
Kreisfläche	313,96	309,03	313,43	312,41	313,22	313,16
Diff. %	0	-1,57	-0,17	-0,49	-0,24	-0,25
BHD cm	19,99	19,84	19,98	19,94	19,97	19,97
Diff. cm	0	-0,15	-0,01	-0,05	-0,02	-0,02

Die Variationen der Methode des NKZ liegen bei beiden Fragestellungen hinsichtlich des Ergebnisses für die Kreisfläche innerhalb eines halben Prozentes um die Ergebnisse der Planimetrierung.

Aus diesem Beispiel und den Ergebnissen beim Ausmessen von Bohrkernen unterschiedlicher Quellungsgrade zeigt sich deutlich, daß für das NKZ eine Meßgenauigkeit von max. 0,01 cm bei der additiven Bohrkernmessung ohne Berücksichtigung eines bestimmten Quellungszustandes genügt, um den Anforderungen forstlicher Volumsbestimmung gerecht zu werden.

Verfahren zur Beweissicherung von Immissionseinflüssen

1. Beginn der Einflüsse zu einem bestimmten Zeitpunkt:

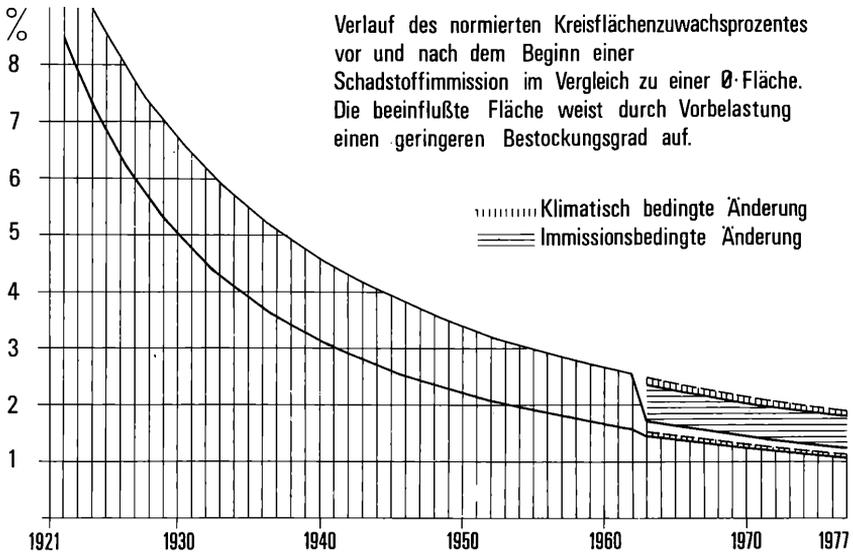
Bohrkernentnahme aus dem vermutlich beeinflussten Gebiet und auf Nullflächen von jenen Stämmen, die länger als 2 Untersuchungsperioden nicht durch Freistellung zu einem Lichtungszuwachs angeregt wurden. Dann erfolgt die Auswertung der Meßergebnisse in 2 bzw. 3 Etappen, wobei von einem Durchschnittsalter der Probefläche bei Erreichen der Brusthöhe auszugehen ist.

- a) Vom Kern bis einschließlich des letzten unbeeinflussten Jahres
- aa) Auswertung einer gleich großen Periode vor Schadensbeginn, eingehängt in eine Periode in Kernnähe
- b) Auswertung der vermutlich beeinflussten Jahre, ebenfalls eingehängt in eine Periode in Kernnähe.

Ausgewertet werden a, aa und b sowohl für die beeinflussten Flächen wie auch für die Nullflächen in derselben Art.

Niveaunterschiede zwischen dem Trendverlauf vor und nach Schadensbeginn auf der Nullfläche zeigen klimatisch bedingte Wachstumsveränderungen an. Wird auf der beeinflussten Fläche der Trend vor Schadensbeginn im selben Ausmaß wie auf der Nullfläche reduziert und ergibt sich dann noch eine deutliche Verschiedenheit in der Höhe des NKZ, so ist der Nachweis der Beeinflussung erbracht (Abb.4).

Abb.4



Für Flächen, die so stark geschädigt worden sind, daß ein übernormaler Dürllingsanfall die Bestockung arg reduziert hat, bietet diese Methode die Beweissicherung nur unter bestimmten Voraussetzungen an.

## 2. Bestände, die unter dauerndem Immissionseinfluß aufgewachsen sind:

Die Auswertung erfolgt über den gesamten Bohrkernbereich, wobei jeder Baum für sich mit seinem Alter in die Rechnung eingeht; dabei hat sich gezeigt, daß der Verlauf des NKZ bei beeinflussten Flächen unter den Werten der Nullflächen liegt.

Bei sehr stark geschädigten Flächen mit bedeutendem Dürllingsanfall wurde dieser Effekt auch trotz des eingetretenen Lichtungszuwachses festgestellt.

## Quantifizierung von Immissionseinflüssen

### 1. Beginn der Einflüsse zu einem bestimmten Zeitpunkt:

#### a) Bestände ohne Dürllingsanfall:

Ausgehend von der Kreisfläche des geschädigten Bestandes zum Zeitpunkt der Bohrkernentnahme und seinem NKZ nach Eintritt des Schadens errechnet man sich die Kreisfläche für den Schadensbeginn. Dann wird entsprechend dem Trendverlauf vor Eintritt des Immissionseinflusses und unter Verwendung eines eventuellen Niveauunterschiedes im Wachstumsgang auf der Nullfläche - vor und nach Eintritt des Einflusses auf der geschädigten Fläche - als Korrekturfaktor die Soll-Kreisfläche zum Zeitpunkt der Probeentnahme ermittelt. Die Differenz zwischen dieser errechneten Soll-Kreisfläche und der Ist-Kreisfläche des geschädigten Bestandes ergibt den Verlust an Kreisfläche durch die Immission.

Nun stehen zur weiteren Schadensberechnung sämtliche Möglichkeiten der Volums- und Sortimentsbestimmung offen, z.B. über Stärkeklassenverteilung, Mittelstamm, Modellentwicklung, Ertragstafeln, Sortenertragstafeln usw.

#### b) Bestände mit Dürllingen:

Bei solchen Beständen funktioniert diese Methode nur bedingt, denn es ist notwendig, die Kreisfläche vor Schadenseintritt zu kennen, da aufgrund der stark verminderten Stammzahl eine Rückrechnung nicht möglich ist. Ansonsten wird ebenso wie unter a) verfahren.

### 2. Bestände, die unter dauerndem Immissionseinfluß aufgewachsen sind:

Hier können nur Modellrechnungen angestellt werden, die eine bestimmte Bestandesbehandlung unterstellen. Die unterschiedliche Entwicklung spiegelt das Ausmaß des Schadens wider.

## Die Praxis

Diese hier behandelten Theorien wurden durch praktische Aufgaben in der Schadensermittlung seit 1963 entwickelt. Am Anfang standen Präzisionsmaßstäbe 1:1 bzw. 1:5000 zur Verfügung, bei letzteren war eine Meßgenauigkeit von 0,2 mm möglich. Später wurden sie durch die Bohrkernmeßlupe II nach Pollanschütz ersetzt; sie gestattet eine Meßgenauigkeit von 0,1 mm. Diese Genauigkeit reicht - wie bereits erwähnt - für diese Methode vollkommen aus. Die Praxis hat gezeigt, daß bedingt durch die Art der Messung das Ergebnis von gröberen und feineren Messungen als ident zu bezeichnen ist.

Trotz dieser augenscheinlichen Trägheit der Ausgleichskurve reagiert sie jedoch sehr empfindlich bei partieller Auswertung auf dort vorkommende Niveauunterschiede im Kreisflächenzuwachsprozent (NKZ).

Die Berechnungen wurden in dem Moment einfach und jederzeit und überall durchführbar als es programmierbare Taschenrechner gab.

### Zusammenfassung

Das normierte Kreisflächenzuwachsprozent (NKZ) ermöglicht es, rasch und einfach den Nachweis von Immissionseinflüssen zu erbringen, ohne Meßgeräte höchster Genauigkeit verwenden zu müssen. Diese Methode gilt sowohl für Kurzzeit- als auch für Langzeiteinwirkungen, sowie für den Nachweis von Folgebelastrungen unter Ausschaltung der Vorbelastung. Daraus kann dann die Quantifizierung des Einflusses nach verschiedenen Methoden erfolgen. Bei diesem Verfahren ist es nicht notwendig, die Untersuchungsobjekte zu zerstören.

### Summary

With the "Percent of Normed Basal Area Increment" it is possible to prove and quantify long- and short-time-influences of air pollution in trees or stands. In opposition to other methods it is not necessary to have an instrument for measuring the tree-ring-width of the increment cores with a resolution of 0,01 mm, this method needs only a resolution of max. 0,1 mm. Also it is not necessary to destroy the trees.

### Literatur

(Die Grundlagenliteratur stammt aus der Zeit als mit der Entwicklung des NKZ begonnen wurde).

- Johann, K., 1977: Eine neue Jahrringmeßanlage für Bohrkerne und Stammscheiben. Forstarchiv, 48.Jhg., Hf.10.
- Kurth, H., 1959: Der gegenwärtige Stand der Zuwachsmessungen in der Forsteinrichtung der DDR. Forst- und Jagd, Berlin, Jhg.9, Hf.7.
- Moser, W. und Mark, E., 1963: Untersuchungen über Zusammenhänge zwischen Jahrringbreite und Witterungsfaktoren mit Hilfe mathematisch-statistischer Methoden. Centralblatt für das gesamte Forstwesen, Wien, 80.Jhg., Hf.2.
- Pollanschütz, J., 1962: Rauchschadensfeststellung unter besonderer Berücksichtigung von Bohrkernanalysen. Informationsdienst - Forstliche Bundesversuchsanstalt Mariabrunn in Schönbrunn, Wien, 55.Folge.
- Pollanschütz, J., 1963: Zuwachsmessungen und Bohrkernanalysen - Meßmethoden und Genauigkeit (1. und 2. Teil), Informationsdienst Forstliche Bundesversuchsanstalt Mariabrunn in Schönbrunn, Wien, 71. und 72. Folge.
- Pollanschütz, J.; "Rindenfaktoren" unveröffentlicht.
- Pollanschütz, J., 1965: Eine neue Methode der Formzahl- und Massenbestimmung stehender Stämme. Mitteilungen der Forstlichen Bundesversuchsanstalt Mariabrunn, Wien, Jhg.1965, 68.Hf.

# ZOBODAT - [www.zobodat.at](http://www.zobodat.at)

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Mitteilungen der forstlichen Bundes-Versuchsanstalt Wien](#)

Jahr/Year: 1981

Band/Volume: [137\\_1\\_1981](#)

Autor(en)/Author(s): Griess O.

Artikel/Article: [Das normierte Kreisflächenzuwachsprozent ein Hilfsmittel zur Beweissicherung und Quantifizierung äußerer Einflüsse auf das Wachstum von Bäumen und Beständen 77-85](#)