

Kronenzustand und Zuwachs

Abstract

Crown condition and increment

Due to well-known drawbacks, crown condition is only conditionally suited as an indicator of the condition of forests. Because of increasing doubts about its suitability it became necessary to search for another indicator. Various increment parameters seem to be more useful, mainly owing to their higher objectivity of measured data.

After dbh of all sample trees from the Forest Damage Monitoring System had been remeasured (1992/93), it was for the first time possible to analyse increment data and timely corresponding crown condition data.

Six increment parameters were selected. Increments were found to decrease considerably with increasing defoliation, notably in the case of needle losses of more than 25%. Especially the two parameters of basal area increment and basal area increment related to crown diameter have clearly shown increment losses. With all investigated increment parameters increments decrease by about 50% at a defoliation rate of about 40 to 50%.

The differences between basal area increment and a "reference"-increment derived from the increment model of MONSERUD & STERBA (1996) were stratified by crown condition. The development of the increment losses was found to correspond well with that of the above parameters.

standsparameter formuliert. Die Meßbarkeit der Zuwachsparemeter ist neben der größeren Reproduzierbarkeit (und Nachprüfbarkeit) und der höheren Objektivität zweifellos der wichtigste Vorteil gegenüber der Verwendung des Nadel-/Blattverlustes.

Um Zuwachsparemeter als Bewertungsmaßstäbe für den Waldzustand verwenden zu können, ist eine qualitative Bewertung von Zuwachseleistungen nötig. Das setzt Wissen um deren "Normalbereiche" voraus. Um diese festlegen zu können, sind wesentliche Informationen über die Variationen von Zuwachsparemetern durch verschiedene Einflußfaktoren notwendig.

Neben den jährlichen Kronenzustandserhebungen (Taxation des Nadel-/Blattverlustes in 5%igen Stufen) werden daher auch periodische Zuwachsermittlungen auf den Probeflächen des WBS durchgeführt. Auf 223 Flächen wurden bei der Einrichtung in den Jahren 1987 bis 1991 auch die Brusthöhdurchmesser (BHD) gemessen. Im Herbst 1992 und Frühjahr 1993 erfolgte auf diesen Flächen die erste BHD-Wiederholungsmessung. Zum ersten Mal stehen nun für 4099 Fichten Zuwachsdaten und zeitlich entsprechende Daten der Kronenverlichtung zur Verfügung.

Auswahl der Zuwachsparemeter

Bloß durch die Messung (plus Wiederholungsmessung) der Variablen Brusthöhdurchmesser und Kronendurchmesser können acht Zuwachsparemeter ermittelt werden:

	absolut	bezogen auf den Kronendurchmesser
Durchmesserzuwachs	I_D	I_D/KDM
Kreisflächenzuwachs	I_G	I_G/KDM
Durchmesserzuwachsprozent	$I_D\%$	$I_D\%/KDM$
Kreisflächenzuwachsprozent	$I_G\%$	$I_G\%/KDM$

Das Durchmesserzuwachsprozent (analog $I_D\%$ bzw. $I_D\%/KDM$) wird aber bei der folgenden Darstellung nicht weiter ausgeführt, weil es bei großen Durchmessern (im Vergleich zu den kleinen Durchmesserzuwachsen) in einem konstanten Verhältnis zum Kreisflächenzuwachsprozent steht.

"Zuwachs" als Waldzustandsindikator

Jährlich erfolgen in den Sommermonaten auf 534 Probeflächen die terrestrischen Kronenzustandserhebungen im Rahmen des Waldschaden-Beobachtungssystems (WBS). Der Zustand der Krone und deren Verlichtung wird auch für Inventuren als nur bedingt geeigneter Indikator für den (Gesundheits-)Zustand des Waldes angesehen (vgl. NEUMANN, 1991, 1996). Da die Taxierung der Kronenverlichtung mit verschiedenen Mängeln (Subjektivität, keine Nachprüfbarkeit, keine Meßgröße) behaftet ist, wird deren Eignung als Waldzustandsindikator zunehmend in Frage gestellt. Trotz intensiver Einschulung und Kontrolle der Taxatoren kann man nur eingeschränkte Genauigkeit erwarten (vgl. KRISTÖFEL, 1996).

Zusätzlich bzw. als Ersatz zu diesem Waldzustandsindikator wurde daher der "Zuwachs" als (Gesundheits-)Zu-



Abb 1: Darstellung von Zuwachsparemtern nach Nadelverluststufen, getrennt für beide Teilsamplc des WBS

Zunächst wurden diese Zuwachsparemtern verschiedene Standorts- und Bestandesfaktoren gegenübergestellt, um dadurch zu prüfen, inwieweit sich erwartete Zusammenhänge ableiten lassen bzw. um durch Stratifizierungen den Einfluß verschiedener Parameter zu verdeutlichen. Da bei der Stratifizierung nach nur wenigen Faktoren bereits geringe Gruppenbesetzungen auftreten, kann diese Methode nur einen Teilbereich der zahlreichen Wechselwirkungen beleuchten.

Die Reaktion auf die verwendeten Variablen ist je nach Zuwachsparemtern sowohl quantitativ als auch qualitativ verschieden. Daher wird eine Bewertung von Zuwachsparemtern anhand von verschiedenen Standorts- und Bestandesgrößen mit dem Ziel, deren Eig-

nung als Waldzustandsindikator zu prüfen, zu unterschiedlichen Ergebnissen führen. Es kann ein bestimmter Zuwachsparemtern zwar Zusammenhänge, z.B. mit der Seehöhe oder der Bonität gut beschreiben, trotzdem aber seine Aussagekraft in Hinblick auf den Waldzustand bescheiden sein.

Gegenüberstellung von Zuwachsparemtern und Nadelverlust

Die ermittelten Zuwachsparemtern über den Nadelverluststufen enthält Abbildung 1. Der Nadelverlust errechnet sich als Mittel aus den jährlichen Nadelverlusten des identen Meßzeitraumes, aus dem auch die BHD-Messungen stammen.

Im Gegensatz zu anderen Standorts- und Bestandesfaktoren reagieren hier alle Zuwachsparemeter nicht nur im Trend gleich, sondern auch in Ausmaß und Verlauf sehr ähnlich:

Alle Zuwachsgrößen nehmen mit steigender Kronenverlichtung sehr deutlich ab, besonders aber ab der Nadelverluststufe "20-25%". Bis zu diesem Bereich zeigen die Zuwachsparemeter einen etwas abweichenden Verlauf. Während der Kreisflächenzuwachs (I_G) und der Kreisflächenzuwachs bezogen auf den Kronendurchmesser (I_G/KDM) bis zur Stufe "20-25% Nadelverlust" fast konstant bleiben, sinken die übrigen Zuwachsparemeter eher gleichmäßig ab.

Gemeinsam ist allen Zuwachsparemetern auch, daß in der Stufe "40-50% Nadelverlust" nur mehr ungefähr die halbe Zuwachsleistung gegenüber "nicht verlichteten" Bäumen (bis 10% Nadelverlust gemäß den Richtlinien der United Nations Economic Commission for Europe (Un/Ece 1994)) vorliegt.

Zwar können nur wenige mittlere Zuwachswerte zwischen den Nadelverluststufen abgesichert werden (Scheffé-Test mit 5%iger Irrtumswahrscheinlichkeit), da aber die Tendenz in sehr guter Übereinstimmung bei allen Zuwachsparemetern vorliegt, kann man davon ausgehen, daß zwar zufällige Fehler in den vorliegenden Werten enthalten sind, daß sich diese aber bei größerer Stichprobenanzahl bzw. bei einem exakteren Meßverfahren (z.B. vorhandene BHD-Markierungen) verringern müßten.

Das heißt, daß auch im Rahmen einer Inventur ein deutlicher Zusammenhang zwischen Zuwachsparemetern und dem Nadelverlust dargestellt werden kann.

Kreisflächenzuwachs und "Referenz"-Zuwachs

Als weitere Möglichkeit der Standardisierung von Einflußfaktoren wurde der "Zuwachs" mit einem "Referenz"-Zuwachs verglichen. Standortsbedingte, einzelbaumweise Zuwachsunterschiede, die eine Verzerrung des oben dargestellten Zusammenhanges mit sich bringen könnten, werden so standardisiert. Für diesen Zweck wurde das Kreisflächenzuwachsmo­dell von MONSERUD & STERBA (1996) verwendet, ein Modell für Einzelbäume (auch) in ungleichaltrigen Mischbeständen. Der fünfjährige Kreisflächenzuwachs wird dabei als logarithmische Funktion errechnet, in welche die Variablen­gruppen Baumgröße, Konkurrenz und Standort eingehen, nicht aber das Alter und die Bonität.

Mit Hilfe dieses Modells wurde ein "Norm"-Zuwachs des österreichischen Waldes mit den mittleren Bedingungen der Periode 1981 bis 1990 erstellt und

dieser als Referenz herangezogen. Die damals gegebenen Kronenverlichtungen fanden bei der Parametrisierung des Modells keinen Eingang. Das bedingt, daß der Modellzuwachs nicht als "Sollzuwachs" für unverlichtete Bäume verstanden werden darf, sondern als Schätzwert bei den damals herrschenden Kronenzustandsverhältnissen. Weiters können generelle Änderungen der Umweltbedingungen zu Verzerrungen führen (vgl. SCHIELER & SCHADAUER, 1993).

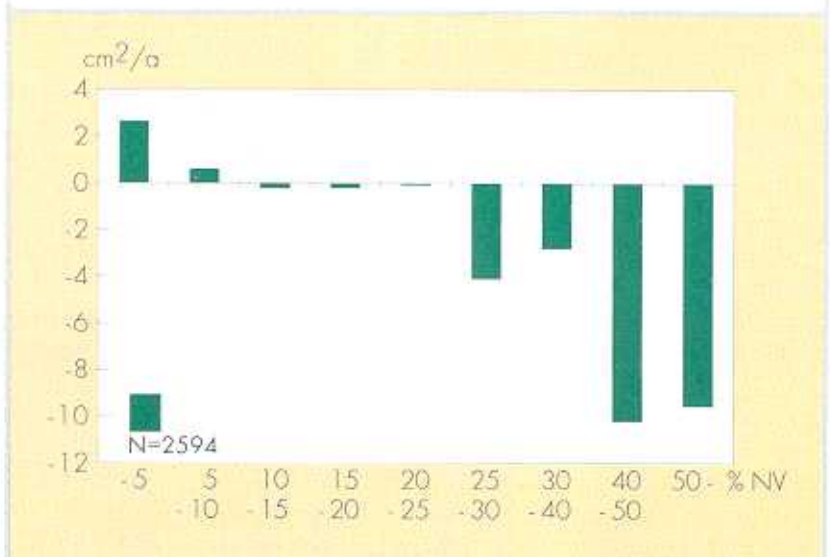
Die Differenzen der Kreisflächenzuwächse zu dieser Referenz sind in Abbildung 2 den Nadelverluststufen gegenübergestellt.

Der Verlauf des Diagrammes läßt Parallelen zu den weiter oben gezeigten Zusammenhängen zwischen den sechs Zuwachsparemetern und der Kronenverlichtung erkennen:

Anhand von Abbildung 1 konnte man feststellen, daß Bäume in höheren Nadelverluststufen einen starken Zuwachsrückgang aufweisen. Auch Abbildung 2 läßt zweifelsfrei erkennen, daß Bäume mit steigender Kronenverlichtung in ihrer Zuwachsleistung deutlich hinter der Referenz zurückbleiben. Die Zuwachsunterschiede sind im Bereich bis 25% Nadelverlust mit Ausnahme der Stufe "bis 5% Nadelverlust" nahezu konstant und schwanken eher zufällig um Null. Vor allem auch beim Kreisflächenzuwachs (I_G) und dem Kreisflächenzuwachs bezogen auf den Kronendurchmesser (I_G/KDM) kann man einen fast identen Verlauf erkennen (vgl. Abb. 1).

Auffällig sind die Zuwachsunterschiede der Nadelverlustklasse "bis 5%" gegenüber der Klasse "5 bis 10%". Ab 25% Nadelverlust kommt es zu deutlichen und rasch ansteigenden "Minderzuwachsen". Auch dieser Verlauf deckt sich sehr gut mit den vorgefundenen Zusammenhängen der Zuwachsparemeter mit dem Nadelverlust in Abbildung 1.

Abb.2: Darstellung der Zuwachsdifferenzen von Kreisflächenzuwachs minus Modellzuwachs (in cm^2/a) nach Nadelverluststufen



Die mittleren Zuwachsdifferenzen zwischen den Nadelverluststufen können jedoch - wie bei den übrigen Zuwachsparemtern - nicht abgesichert werden. Da aber eine sehr gute Übereinstimmung mit den gefundenen Verläufen bei den Zuwachsparemtern vorliegt, könnten eine exaktere Zuwachsermittlung (z.B. durch Markierungen in Brusthöhe), häufigere Wiederholungsmessungen, eine Erhöhung des Stichprobenumfangs oder auch eine genauere Kronentaxierung die Streuung verringern helfen, wodurch die Mittelwertunterschiede wahrscheinlich abzusichern wären.

Die Ähnlichkeiten in den Resultaten der beiden Arbeitsschritte "Modellvergleich" und "Gegenüberstellung von Zuwachsparemtern und Nadelverlust" beschränken sich nicht nur auf die Tendenz der Zuwachsabnahme. Besonders der Verlauf dieser Einbußen und insbesondere die Lage des "Grenzbereiches" bei 20 bis 25% Nadelverlust, ab dem die Zuwachsrückgänge einsetzen und rasch ansteigen, bestätigen die Ergebnisse der beiden Arbeitsschritte. Allgemein hat sich durchgesetzt, daß bis zu dieser Grenze mit "normaler" Zuwachsleistung zu rechnen ist. Dementsprechend wird bis zu 25% Nadel-/Blattverlust im Rahmen der europäischen Kronenzustandserhebung auch keine Schädigung diagnostiziert (NEUMANN, 1993; UN/ECE, 1994).

Die Übereinstimmung in den generellen Aussagen über den Zusammenhang zwischen Zuwachsparemtern und Nadelverlust läßt gravierende Unterschiede im Anspracheniveau der Kronentaxierung zwischen Österreich und anderen Ländern als unwahrscheinlich erscheinen.

Ausblick

Häufigere Wiederholungsmessungen in kürzeren Intervallen sind anzustreben, um rascher Erkenntnisse zu gewinnen und um hier aufgezeigte Ergebnisse statistisch besser absichern zu können. Das WBS hat bisher nur den Kronendurchmesser erfaßt. Künftig sollen zusätzliche Kronendimensionen gemessen werden. Durch die Ermittlung weiterer Zuwachsparemtern, in welche z.B. die Kronenmantelfläche oder das Kronenvolumen einfließen, könnten geeignete Waldzustandsindikatoren gefunden werden.

Um aufgrund der Nachteile der Kronentaxierung die Verwendung von Zuwachsparemtern als Waldzustandsindikatoren zu forcieren, sollen zumindest bei neuen Projekten (Intensivbeobachtung auf Level-II Flächen)

derartige zuwachskundliche Aspekte stärkere Beachtung finden.

Zum Teil sind widersprüchliche Ergebnisse aus bisher vorliegenden Untersuchungen, in der Literatur auf sehr unterschiedliche Versuchsanlagen zurückzuführen. Die Beachtung von detailliert verfaßten Methodenbeschreibungen kann manches Mißverständnis ausschließen. Eine Standardisierung der angewandten Methoden könnte zu einheitlicheren und besser interpretierbaren Ergebnissen führen.

G. Steyrer

Literatur

- KRISTOFEL F., 1996: *Terrestrische Kronenzustandserhebung und jährliche Änderungen*. In: Österreichisches Waldschaden-Beobachtungssystem - Beiträge zum 4. WBS-Seminar in Wien am 23. November 1995. FBVA Berichte, Schriftenreihe der Forstlichen Bundesversuchsanstalt Wien Nr. 93: 137-141.
- MONSERUD R. A. & STERBA H., 1996: *A Basal Area Increment Model for Individual Trees Growing in Even- and Uneven-Aged Forest Stands in Austria*. Forest Economy and Management Vol. 80, 1-3: 57-80.
- NEUMANN M., 1991: *Waldschaden-Beobachtungssystem - Einführender Überblick*. In: Österreichisches Waldschaden-Beobachtungssystem - Ziele, Methoden und erste Ergebnisse. FBVA Berichte, Schriftenreihe der Forstlichen Bundesversuchsanstalt Wien Nr. 49: 7-13.
- NEUMANN M., 1993: *Zuwachsuntersuchungen an Fichte in verschiedenen Seehöhenstufen im österreichischen Zentralalpenbereich*. Wien, Centralblatt für das gesamte Forstwesen 110(4): 221-274.
- NEUMANN M., 1996: *Waldschaden-Beobachtungssystem - Einführender Überblick*. In: Österreichisches Waldschaden-Beobachtungssystem - Beiträge zum 4. WBS-Seminar in Wien am 23. November 1995. FBVA Berichte, Schriftenreihe der Forstlichen Bundesversuchsanstalt Wien Nr. 93: 7-10.
- SCHIELER K. & SCHADAUER K., 1993: *Zuwachs und Nutzung nach der Österreichischen Forstinventur 1986/90*. Wien, Österreichische Forstzeitung 104(4): 22-23.
- UN/ECE, 1994: *Manual on methods and criteria for harmonized sampling, assessment, monitoring and analysis of the effect of air pollution on forests*. Hrsg.: Programme Coordinating Centres Hamburg and Prague, 177 pp.