

NEUE LANDSCHAFT

FACHZEITSCHRIFT FÜR GARTEN-, LANDSCHAFTS-, SPIEL- UND SPORTPLATZBAU



Veitshöchheim

Weitere Forschungsergebnisse mit dezentralen Systemen zur Behandlung von Regenwasser.

LGS Bayern

In Kronach wurde aus ehemaligen Gewerbeflächen ein stadtnaher Park.

Frankreich

Auch im Jahr 2002: Internationale Gartenbauausstellung von Chaumont.

Wertermittlung

Wie genau ist die Mitchell-Formel zur Bestimmung des Baumalters?

Nachbarrecht

Wenn Äste überhängen und Wurzeln von Nachbarbäumen störend wirken.

Wie genau ist die Mitchell-Formel zur Baumaltersbestimmung aus dem Stammumfang?

**ROLAND KAPPEL UND
PROF. DR. C. MATTHECK**

Bei der Wertermittlung eines Baumes ist natürlich dessen Alter ein wichtiger Faktor. Aber auch für andere Fälle ist das Baumalter bedeutsam. Wie wird es ermittelt? Radikal (und teilweise ungenau) durch Auszählen der Jahresringe eines Bohrkerns? Roland Kappel vom Forschungszentrum Karlsruhe hat in einer Feldstudie untersucht, wie genau sich mit der (beschädigungslosen) Mitchell-Methode das Baumalter bestimmen lässt.

1. Einleitung

Die Altersbestimmung von Bäumen gestaltet sich oft schwierig, denn neben vielen verschiedenen Baumarten spielen auch Standort, Umwelteinflüsse und die Lage als Solitär- oder Bestandsbaum eine Rolle. Wofür wird eine möglichst genaue Altersprognose benötigt? Zum einen ist bei einer Baumwertermittlung der zu ermittelnde Wert eines Baumes natürlich von dessen Alter abhängig. Zum anderen lässt sich aus der Lebenserwartung und dem geschätzten Alter die Reststandzeit für einen Baum ermitteln. Anhand der Reststandzeit

können dann geeignete und sinnvolle baumpflegerische Maßnahmen, wie zum Beispiel ein aufwändiger Kronenrückschnitt, festgelegt und begründet werden.

2. Methoden zur Altersbestimmung

Schriftliche und mündliche Dokumentation

Stehen schriftliche Dokumente aus privater oder öffentlicher Hand oder mündliche Aussagen zur Verfügung, so lässt sich oft anhand dieser Unterlagen das Alter des Baumes bestimmen. Allerdings sind insbesondere mündliche Aussagen, aber auch schriftliche Unterlagen, auf ihre Herkunft und Glaubwürdigkeit zu prüfen. Beispielsweise fallen nicht alle so genannten 1000-jährigen Bäume auch nur annähernd in diese Altersklasse.

Auszählung der Jahresringe

Jahresringe entstehen durch die abwechselnde Bildung von Frühholz zu Beginn der Vegetationsperiode und der Bildung von Spätholz am Ende der Vegetationsperiode (1). Die Auszählung dieser Jahresringe an der Stammbasis ist die genaueste Altersbestimmung eines Baumes. Sie kann auf einer Baumscheibe, einem Bohrkern oder mittels einer Bohrwidstandsmessung durchgeführt werden.

Die beste Methode ist das Auszählen der Jahresringe auf einer Baumscheibe. Im Querschnitt des Stammholzes sind die Jahresringe gut erkennbar (Abbildung 1). Auszählungsfehler durch Störungen im Jahringverlauf wie zum Beispiel falsche Jahresringe, eingewachsene Äste, Einrollungen oder andere Artefakte können durch die umfassende visuelle Kontrolle vermieden werden. Allerdings muss der Baum für diese Genauigkeit gefällt werden.



Abbildung 1: Auf der Stammscheibe sind die Jahresringe im Querschnitt gut erkennbar.

Bei Bäumen, die nicht gefällt werden sollen, kann alternativ mit einem Zuwachsbohrer ein Bohrkern entnommen werden, auf dem die Jahresringe abgezählt werden können. Voraussetzung für ein korrektes

*Zeitgemäße
Freiraumgestaltung*

●

Absperrpoller · Bänke
Geländeranlagen
Fahrradstandanlagen
Fahrradüberdachungen
Buswartehallen
Info-Kästen · Schilderanlagen
Versorgungspoller · Abfallbehälter

Thieme 

Metallbau

Fuggerstraße 18 · 48165 Münster
Tel. 02501/6000 · Fax 02501/3193
E-Mail: info@thieme-gmbh.de
Internet: www.thieme-gmbh.de

Ergebnis ist aber, dass der Bohrkern von der Rinde bis zum Mark des Stammes reicht, um alle Jahresringe zu erfassen. Bei Stämmen, deren Mark nicht im Zentrum des Stammes liegt, gestaltet es sich oft schwierig, einen geeigneten Bohrkern zu entnehmen (Abbildung 2).

Auch die Altersbestimmung durch eine Bohrwiderstandsmessung beruht auf dem Prinzip der Jahresringzählung. Bohrwiderstandsmessungen werden mit speziellen Bohrmaschinen, die bei Untersuchungen von Holz eingesetzt werden, durchgeführt. Hierbei wird der Bohrwiderstand einer dünnen

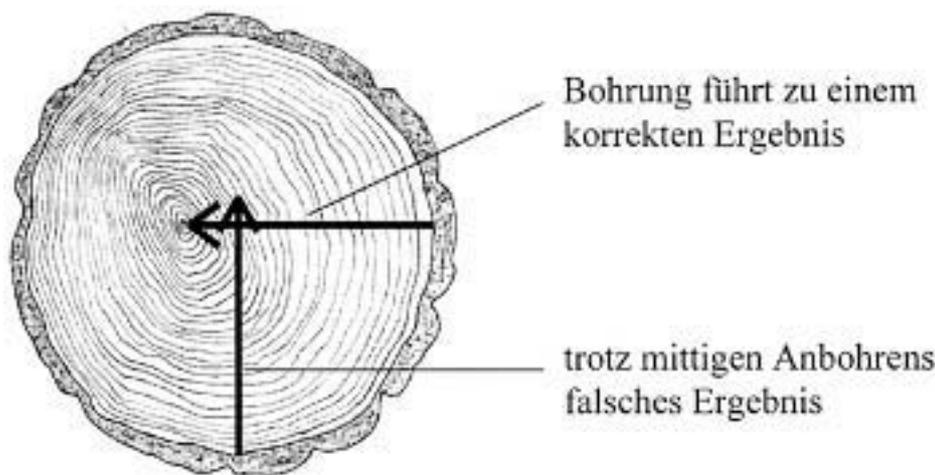


Abbildung 2: Möglicher Fehler bei Bohrung mit Zuwachsbohrer oder Bohrwiderstandsmessgerät.

nen Bohrnadel gemessen, die im Falle des IML-Resi mit konstanter Drehzahl und konstantem Vorschub in das Holz vordringt (2). Bei einer radialen Bohrung, das heißt senkrecht auf den Jahresringen, werden die Jahresringstrukturen aufgrund der unterschiedlichen Bohrwiderstände von Früh- und Spätholz auf dem Messschrieb aufgezeichnet. Sehr ausgeprägte Messschriebe erhält man bei Nadelbäumen. Bei Laubhölzern hängt die Ausprägung der Jahresringe auf dem Messschrieb sehr von der Holzdicke und davon ab, ob die Hölzer ringporig, zerstreutporig oder diffusporig sind. Ein gravierender Nachteil dieser Methode ist aber die fehlende visuelle Kontrolle, wie sie beim Auszählen an der Baumscheibe oder dem Bohrkern gegeben ist. Oft lässt es sich bei der Bohrwiderstandsmessung nicht eindeutig bestimmen, ob und wann das Mark erreicht wurde (vgl. Abbildung 2). Auch können Einwachsungen oder andere Defekte das Ergebnis verfälschen.

Bei allen Methoden, denen eine Auszählung der Jahresringe zugrunde liegt, ist es natürlich Voraussetzung, dass alle Jahresringe vom Mark bis zum Kambium noch

vorhanden sind. Dementsprechend sind diese Methoden für hohle Bäume und Bäume, deren Holzstruktur in größeren Bereichen durch Pilze zersetzt wurde, nicht anwendbar.

Radiocarbon-Methode

Die Radiocarbonmethode ist ein von der Jahresringzählung unabhängiges Verfahren. Hierbei wird das Vorhandensein des im Holz enthaltenen radioaktiven Kohlenstoffisotops C^{14} gemessen. Dessen Abnahme setzt durch Zerfall ein, sobald das Holz

nicht mehr mit Wasser und Nährstoffen versorgt wird. Im Lignin des Holzes ist wie in jeder kohlenstoffhaltigen Verbindung nicht nur das normale Kohlenstoffisotop C^{12} , sondern auch das relativ seltene Isotop C^{14} eingebaut. In der Atmosphäre beträgt das Verhältnis 1:1 000 000 von C^{14} zu C^{12} . Nach der Verkernung des Holzes sinkt durch Zerfall der C^{14} -Gehalt in der Probe, da im Verlauf der Zeit kein neuer Kohlenstoff aufgenommen wird. Das Kohlenstoffisotop C^{14} hat eine Halbwertszeit von 5770 Jahren. Das Verhältnis von C^{14} zu C^{12} verschiebt sich somit zugunsten des C^{12} . Anhand dieses Verhältnisses kann das Alter der Holzprobe bestimmt werden. Für die Datierung von Fachwerken und alten Hölzern hat sich diese Methode bewährt, während die Altersbestimmung bei lebenden Bäumen problematisch ist (3).

Altersbestimmung nach Größe und Habitus des Baumes

Eine häufig praktizierte, aber oft auch ungenaue Altersbestimmung ist die Abschätzung aufgrund des Erscheinungsbildes des Baumes. Dieses Vorgehen erfordert sehr viel Erfahrung, da neben der Baumart, Größe und Habitus, auch Standort, Wasser- und Nährstoffangebot und viele ande-

re Faktoren einen Einfluss auf das Wachstum des Baumes haben.

Am Wachstum des Baumes orientiert sich auch die Altersbestimmung anhand des Stammdurchmessers mit Hilfe der so genannten Mitchell-Formel (4). Dieser Methode liegt der Gedanke zugrunde, dass, im Gegensatz zur Baumhöhe, der Durchmesser und damit auch der Umfang des Stammes mit dem Alter des Baumes stets zunimmt.

Zuwachs 5 bis 7,5 cm pro Jahr

- Ahornblättrige Platane (*Platanus x acerifolia*)
- Kolorado-Tanne (*Abies concolor*)
- die meisten Eukalyptusarten (*Eucalyptus spp.*)
- Douglasie (*Pseudotsuga menziesii*)
- Flügelnuss (*Pterocarya*)
- Große-Küstentanne (*Abies grandis*)
- Libanonzeder (*Cedrus libani*)
- Riesenmammutbaum (*Sequoiadendron giganteum*)
- Küsten-Mammutbaum (*Sequoia sempervirens*)
- Monterey-Zypresse (*Cupressus macrocarpa*)
- Persische Eiche (*Quercus castaneifolia*)
- Pyramidenpappel (*Populus nigra italica*) und andere Hybridpappeln
- Riesenlebensbaum (*Thuja plicata*)
- Scheinbuchen (*Nothofagus spp.*)
- Westliche Hemlocktanne (*Tsuga heterophylla*)
- Silberweiden (*Salix alba*)
- Sitkafichte (*Picea sitchensis*)
- Tulpenbaum (*Liriodendron tulipifera*)
- Ungarische Eiche (*Quercus frainetto*)
- Zerreiche (*Quercus cerris*)

Zuwachs kleiner als 2,5 cm pro Jahr

- Eibe (*Taxus baccata*)
- Gemeine Fichte (*Picea abies*)
- Gemeine Kiefer (*Pinus sylvestris*)
- Holländische Linde (*Tilia vulgaris*)
- Rosskastanie (*Aesculus hippocastanum*)
- Die meisten kleinwüchsigen Baumarten

Tabelle 1: Baumarten mit anderen jährlichen Zuwachsraten als 2,5 cm (4).

Eine Altersbestimmung nach der Mitchell-Formel hat verschiedene Vorteile. Erstens ist die Messung sehr leicht mit einem Maßband und einem Taschenrechner durchzuführen. Zweitens kann auch bei hohlen und kernfaulen Bäumen der Stammumfang gemessen und somit das Alter bestimmt werden.

Alan Mitchell stellt in seinem Buch „A Field Guide to the Trees of Britain and Northern Europa“ (4) fest, dass der Umfang der meisten Bäume in voll bekröntem Zustand pro Jahr um 2,5 cm zunimmt. Hierbei wurde der Umfang des Stammes in einer Höhe von 1,50 m über dem Boden gemessen.

Baumumfang (cm)
= Baumalter (Jahre) x 2,5 (cm/Jahr)

Wird nun der Umfang eines Baumes in Zentimetern gemessen und durch diesen jährlichen Zuwachs von 2,5 cm dividiert, so erhält man dementsprechend das Alter des Baumes in Jahren.

Baumalter (Jahre) =

$$\frac{\text{Baumumfang (cm)}}{2,5 \text{ (cm/Jahr)}}$$

Obwohl die Zuwächse über das Lebensalter des Baumes nicht immer gleich sind, ist die Altersbestimmung mittels des Stammumfangs mit Ausnahme von ganz jungen oder sehr alten Bäumen recht genau. Die meisten Bäume wachsen in der Anfangszeit mehr als 2,5 cm pro Jahr am Umfang zu, gefolgt von einem Zeitraum mit ungefähr 2,5 cm pro Jahr. Im Alter sinkt dann dieser jährliche Zuwachs unter die Marke von 2,5 cm.

Ein jährlicher Zuwachs von 2,5 cm beschreibt Solitär bäume mit voller Krone. Für Bäume, die leicht eingengt stehen wie in einer Allee, wird das zuvor errechnete Alter mit dem Faktor 1,5 multipliziert, bei Bäumen, die im Bestand stehen wie zum Beispiel einem Waldbaum, mit dem Faktor 2 multipliziert. Weiterhin zählt Mitchell noch einige Baumarten auf, deren jährliche Zuwachsrate bei 5 bis 8 cm liegt, und Baumarten, bei denen der Zuwachs sehr schnell unter 2,5 cm pro Jahr sinkt (siehe Tabelle 1).

Als besondere Ausnahme mit einzigartigem Wuchs nennt Mitchell die Eibe (*taxus baccata*). Für sie empfiehlt er als groben Anhaltspunkt für die Altersbestimmung bei einem Umfang von 2,4 m 100 bis 150 Jahre, bei 4,8 m 300 bis 400 Jahre, bei 6 m 500 bis 600 Jahre und bei 9 m Umfang 850 bis 1000 Jahre (4).

3. Material und Methoden

Die Mitchell-Formel

Zur Altersbestimmung anhand der Mitchell-Formel wird der Umfang an der Stammbasis gemessen. Dividiert man den Gesamtumfang durch den mittleren jährlichen Zuwachs (= Altersfaktor), so erhält man das Alter des Baumes in Jahren.

Baumalter (Jahre) =

$$\frac{\text{Baumumfang (cm)}}{\text{mittlerer jährlicher Zuwachs (cm/Jahr)}}$$

Die Schwierigkeit bei dieser Methode ist es, den mittleren jährlichen Zuwachs zu be-

Baumart	Anzahl	Altersspanne	Umfangsspanne
Buche	24	48-128	70-216
Eiche	21	29-154	65-316
Edelkastanie	24	19-73	57-160
Pappel	20	21-47	121-243
Fichte	34	30-117	67-217
Kiefer	25	35-124	52-192

Tabelle 2: Anzahl, Alters- und Umfangsspanne der gemessenen Bäume.

stimmen. Es wurden für verschiedene Baumarten jeweils mindestens 20 Exemplare untersucht und deren mittlerer jährlicher Zuwachs, der in der Formel als Alterswert eingesetzt wurde, am Umfang bestimmt. Der Altersfaktor ergibt sich für jeden Baum analog zur Mitchell-Formel:

Altersfaktor (cm/Jahr) =

$$\frac{\text{Baumumfang (cm)}}{\text{Baumalter (Jahre)}}$$

Aus dem Altersfaktor, also dem Umfangszuwachs pro Jahr, kann bei kreisförmigem Querschnitt unter Verwendung der geometrischen Beziehung zwischen Umfang und Radius die mittlere Jahresringbreite berechnet werden.

mittlere Jahresringbreite (cm/Jahr) =

$$\frac{\text{Altersfaktor (cm/Jahr)}}{2 \pi}$$

Ein niedriger Wert für den Altersfaktor findet sich also bei langsam wachsenden Baumarten, ein hoher Wert bedeutet einen starken jährlichen Zuwachs im Umfang und damit breite Jahresringe, wie beispielsweise bei der Pappel.

Erfassen der Daten

Zum Auszählen der Jahresringe wurden Sägeschnitte der untersuchten Bäume in einer geeigneten Höhe verwendet. Ließen sich die Jahresringe gut erkennen, wurde von innen nach außen gezählt und dabei jeder 20. Ring mit einer Stecknadel markiert. Wenn der Zustand des Holzes für eine Auszählung im Wald zu schlecht war, wurde vom Stamm des Baumes eine Scheibe zur Auswertung im Labor abgeschnitten. Bei Pappeln war öfters der Einsatz eines Hobels nötig, um die einzelnen Jahresringe gut sichtbar zu machen. In anderen Fällen war der Zuwachs in den letzten Lebensjahren des Baumes so gering, dass die Jahresringe sich nur unter dem Mikroskop auszählen ließen. Hierfür wurde mit einer Rasierklinge eine dünne Scheibe aus dem Bereich der schmalen Jahresringe heraus-

Baumart	Altersfaktor
Buche	1,86
Eiche	1,95
Edelkastanie	2,44
Pappel	5,65
Fichte	2,46
Kiefer	1,56

Tabelle 2a: Altersfaktor für verschiedene Baumarten.

getrennt und mit den Chemikalien Astrablau und Safranin eingefärbt, um Früh- und Spätholzbereiche sichtbar zu machen (5). An dem ausgezählten Querschnitt wurde mit einem Maßband der Umfang bestimmt und mit der Baumart und dem Standort zusammen dokumentiert. Ebenso notiert wurden Besonderheiten zum Standort; ob der Baum zum Beispiel am Rand einer Straße oder in einer engen Anpflanzung stand. Abschließend wurde der Stamm oder Baumstumpf zusammen mit einem Zollstock als Vergleichsmaß fotografiert.

Bestimmen der Messhöhe

Der Umfang des Stammes wurde direkt über den Wurzelanläufen gemessen. Bei einer zu tiefen Messung gerät man in den Bereich der Wurzelanläufe. Der Fuß eines Baumes kann sehr verschieden ausgeprägt sein. Jeder Baum bildet in unterschiedlichem Ausmaß Wurzelanläufe aus, die helfen, große Belastungen in die Wurzeln und weiter in das umliegende Erdreich einzuleiten (6).

Waren direkt über den Wurzelanläufen Unregelmäßigkeiten, wie Defekte, die ein erhöhtes Dickenwachstum zur Folge haben, wurde oberhalb der verdickten Stelle gemessen. Direkt an einer solchen Stelle zu messen, führt zu einem falschen Ergebnis, da der Baum hier wesentlich breitere Jahresringe anlegt als normal. Für Verdickungen am Baumfuß gibt es verschiedene Ursachen. Ein kranker oder beschädigter Baum errichtet Reparaturanbauten. Ein Beispiel ist der so genannte Flaschenhalsbaum: Zwingt Stockfäule im unteren Stammbereich zu verstärktem Dickenwachstum, so erinnert der Baum an eine eingegrabene Flasche (7). Eine Vergleichbarkeit der Er-

Baumart	Altersfaktor			
	Im Versuch gemessen	nach Mitchell für Waldbaum	nach Mitchell für Alleebaum	nach Mitchell für Solitärbaum
Buche	1,86	1,3	1,7	2,5
Eiche	1,95	1,3	1,7	2,5
Edelkastanie	2,44	1,3	1,7	2,5
Pappel	5,65	2,5-3,8	3,4-5	5-7,5
Fichte	2,46	1,3	1,7	2,5
Kiefer	1,56	1,3	1,7	2,5

Tabelle 3: Altersfaktoren aus Feldversuch und nach Mitchell.

gebnisse ist aber nur gegeben, wenn man in einem Bereich des Stammes misst, der keine dieser Besonderheiten aufweist.

Auch eine zu hohe Messung sollte vermieden werden, da in diesem Fall das Dickenwachstum der ersten Lebensjahre des Baumes vernachlässigt wird. Um das Gesamalter zu erhalten, müssen dann je nach Messhöhe noch einige Jahre hinzuzugedaddiert werden. Ein guter Kompromiss waren in der Regel Messhöhen zwischen 0,3 m bis 1 m über dem Boden.

Auswahl der Bäume

Es wurde darauf geachtet, eine möglichst große Vielfalt von Bäumen an Größe, Alter und Standort zu erfassen. Die vermessenen Bäume stammen aus Karlsruhe und Umgebung, dem Auwald bei Leimersheim, dem Pfälzer Wald und dem Sauerland. Die untersuchten Bäume standen überwiegend in geschlossenen Beständen, aber auch an Waldwegen oder Straßen und als Parkbäume in der Stadt. Der älteste Baum ist eine Eiche mit 154 Jahren. Den größten Umfang wies ebenfalls eine Eiche mit 316 cm auf. Eine Edelkastanie ist mit 19 Jahren der jüngste Vertreter und eine Kiefer mit 52 cm Umfang der dünnste Vertreter.

4. Ergebnisse und Diskussion

Tabelle 2a zeigt die im Versuch ermittelten Altersfaktoren. Der Altersfaktor für jede Baumart ergibt sich aus dem arithmetischen Mittelwert der untersuchten Bäume. Die Ergebnisse zeigen einen deutlich unterschiedlichen Altersfaktor und damit auch große Variationen im Dickenwachstum der verschiedenen Baumarten.

Die Pappel ist mit einem mehr als dreimal so starken Dickenwachstum wie die Kiefer der schnellwüchsige Baum. Auf die Kiefer folgen Buche und Eiche, deren Dickenwachstum etwas höher ausfällt und recht eng beieinander liegt. In etwas größerem Abstand folgen dann Edelkastanie und Fichte.

Diese überwiegend an Waldbäumen ermittelten Altersfaktoren unterscheiden sich

von den von Mitchell empfohlenen Werten. Für einen geschlossenen Bestand lautet seine Rechnung für das Alter: Umfang geteilt durch den Faktor 2,5 multipliziert mit 2 als Korrekturfaktor. Daraus ergibt sich als korrigierter Faktor $2,5/2 = 1,25$. Für schnellwüchsige Baumarten wie die Pappel wird dieser Wert noch einmal mit einem Faktor

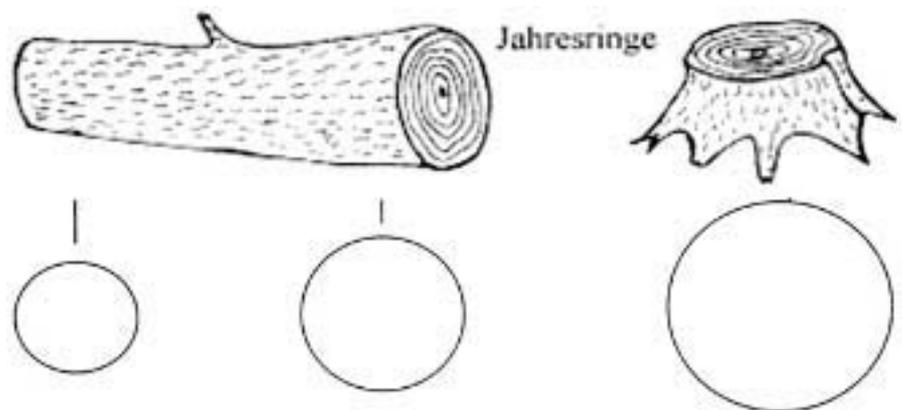


Abbildung 3: Abhängigkeit des Stammumfangs von der Messhöhe.

von 2 bis 3 nach oben korrigiert. Die überwiegend an Bestandsbäumen ermittelten Werte für den Altersfaktor von allen untersuchten Baumarten sind tendenziell etwas größer als die von Mitchell empfohlenen Werte. Tabelle 3 zeigt einen Vergleich zwischen den von Mitchell empfohlenen und den in diesem Feldversuch ermittelten Altersfaktoren.

Für die Bestimmung des Altersfaktors wurden pro Baumart mindestens 20 Bäume untersucht, um so genannte Ausreißer nicht übermäßig stark zu gewichten. Aufschluss über die Zuverlässigkeit und Aussagekräftigkeit der Werte geben die in Tabelle 4 aufgeführte Standardabweichung σ sowie die maximalen prozentualen Abweichungen vom Altersfaktor nach oben $+\mu$ und nach unten $-\mu$. Die maximalen prozentualen Abweichungen entsprechen den größten Ausreißern (8).

Tabelle 4 zeigt, dass die Fichte die größte relative Standardabweichung mit 32,1 % hat. Auch die größten Ausreißer traten bei Fichten auf mit einer maximalen Abwei-

chung nach oben von 91,9 % und nach unten von 54,9 %. Besonders niedrige Standardabweichungen, kleiner als 20 %, finden sich bei Buche, Eiche und Pappel. Im Mittelfeld liegen Edelkastanie und Fichte.

Streuung innerhalb eines Bestandes und zwischen unterschiedlichen Standorten

Zur Klärung der Frage, wie groß die Standortunterschiede innerhalb eines Gebietes oder von einer Region zur anderen sind, wurden mehrere Bäume eines Bestandes ebenso wie Bäume aus verschiedenen Regionen miteinander verglichen.

Streuung innerhalb eines Bestandes

Tabelle 5 zeigt am Beispiel von Buche und Edelkastanie unterschiedliche Stammumfänge an Bäumen am gleichen Standort,

trotz gleicher Baumart und gleichen Alters. Die Buchen 7 und 8 unterscheiden sich deutlich in ihrem Umfang, obwohl sie mit 53 Jahren das gleiche Alter haben. Ähnliches gilt für die Edelkastanien 10 und 11. Beide sind 41 Jahre, standen im gleichen

Baumart	f	σ (%)	$+\mu$ (%)	$-\mu$ (%)
Buche	1,86	19,9	53,8	40,3
Eiche	1,95	18,9	41,0	39,5
Edelkastanie	2,44	30,3	57,0	47,5
Pappel	5,65	15,9	32,3	24,2
Fichte	2,46	32,1	91,9	54,9
Kiefer	1,56	25,6	62,2	28,8

Tabelle 4: Standardabweichung und maximale Abweichung der Altersfaktoren in Prozent.

Bestand und unterscheiden sich trotzdem deutlich im Stammumfang.

Die Umweltbedingungen in einem Bestand wie etwa Konkurrenz beeinflussen das Dickenwachstum, so dass es auf kleinem Raum bei Bäumen gleichen Alters ei-

ne breite Palette an Umfängen geben kann. Hieraus ergibt sich als Konsequenz: Auch in einem einheitlich angelegten Bestand sollte ein gemittelter Altersfaktor aus mehreren Umfangsmessungen errechnet werden, der dann in der Formel verwendet werden kann.

Streuung unterschiedlicher Standorte

Tabelle 6 zeigt die Unterschiede bei den Altersfaktoren, wenn sie nach verschiedenen Gebieten aufgeschlüsselt werden. Im oberen Teil werden Bäume aus dem Naturpark Pfälzer Wald bei Landau mit Bäumen aus der Rheinebene, dem Hardtwald bei Karlsruhe, verglichen.

Hierfür wurden 15 Edelkastanien und zwölf Kiefern in der Pfalz und neun Edelkastanien und elf Kiefern im Hardtwald bei Karlsruhe vermessen. Aufgeschlüsselt nach Standort ergeben sich bei Edelkastanie und Kiefer eine geringere Abweichung der lokalen Altersfaktoren vom Gesamt-Altersfaktor, als die Standardabweichung in Tabelle 4. Dies zeigt, dass zwischen dem Naturpark Pfälzer Wald und der Rheinebene bei Karlsruhe bei den untersuchten Bäumen im Mittel geringere Abweichungen zwischen den zwei Standorten auftreten können, als innerhalb des gleichen Standortes. Der Standortunterschied hat hier also einen geringeren Einfluss auf das Wachstum als die verschiedenen Wachstumsbedingungen innerhalb eines Gebietes.

Im unteren Teil von Tabelle 5 wurden 20 Fichten aus dem Hardtwald bei Karlsruhe mit 14 Fichten aus dem Sauerland verglichen. Das Wachstum der sauerländischen Fichten fiel deutlich geringer aus als das der Karlsruher. Unterscheiden sich die klimatischen Verhältnisse in den Regionen, beeinflusst dies auch den Altersfaktor. Dies bedeutet zum Beispiel für eine Fichte mit einem Stammumfang von 3 m, dass sie nach Mitchell 120 Jahre alt ist, mit dem Gesamt-Altersfaktor dieser Untersuchung berechnet 121 Jahre, in Karlsruhe 110 Jahre und im Sauerland 145 Jahre alt wäre.

In welchem Bereich gilt die Altersformel?

Der jährliche Zuwachs am Stammumfang ist bei jungen Bäumen überdurchschnittlich. Mit zunehmendem Alter verlangsamt sich das Dickenwachstum. Bei sehr alten Bäumen liegt der jährliche Zuwachs am Stammumfang in der Regel unter dem Altersfaktor. Es stellt sich die Frage, welche Bäume ausreichend genau mit der Altersformel beschrieben werden können.

Allan Mitchell schreibt, dass junge Eichen auf gutem Boden in den ersten 60 bis 80 Jahren etwa 4 bis 5 cm am Stammumfang zuwachsen. Anschließend beträgt der Zu-

wachs etwa 2,5 cm bis der Gesamtumfang 6 bis 6,6 m erreicht. Nun verringert sich der jährliche Zuwachs abhängig vom Rückgang der Krone immer mehr. Nur wenige Bäume überleben eine geringere Zuwachsrate als 2,5 cm in fünf bis sechs Jahren.

Der Altersbereich der untersuchten Bäume umfasst etwa 20 bis 150 Jahre. Bis auf wenige Ausnahmen liegen die Werte für den Altersfaktor bei jungen Bäumen aller Arten über dem Mittelwert. Zum Beispiel liegt der Wert von Edelkastanie 23 mit 3,63 deutlich über dem Mittel von 2,44. Auch

	Alter	Umfang	Altersfaktor
Buche 7	53	112	2,11
Buche 8	53	70	1,32
Edelkastanie 10	41	157	3,83
Edelkastanie 11	41	110	2,68

Tabelle 5: Unterschiede zwischen Bäumen am gleichen Standort.

Baumart	Altersfaktor		
	gesamt	Karlsruhe	Pfälzer Wald
Edelkastanie	2,44	2,77	2,25
Kiefer	1,56	1,6	1,52

Baumart	Altersfaktor		
	gesamt	Karlsruhe	Sauerland
Fichte	2,46	2,73	2,07

Tabelle 6: Abhängigkeit des Altersfaktors vom Standort.

bei Kiefer 10 mit 35 Jahren ist der Faktor von 2,29 wesentlich höher als das Mittel mit 1,56. Allerdings weicht die gleich alte Kiefer 21 mit einem Wert von 1,57 kaum vom Mittel ab. Auch sind es nicht die jungen Bäume, welche die größten Abweichungen aufweisen. Bei den Kiefern weicht die Kiefer Nummer 22 mit 76 Jahren am stärksten nach oben ab. Ebenso ist die Abweichung der Edelkastanie 10 mit 41 Jahren größer als bei der Edelkastanie 23 mit 19 Jahren.

Die ältesten gemessenen Bäume weichen meist weniger stark vom mittleren Altersfaktor ab als jüngere Bäume. Anhand der vorhandenen Daten kann keine Grenze festgelegt werden, ab der eine Altersbestimmung zu ungenau wird, da auch die ältesten gemessenen Bäume keine wahren Veteranen waren, da aufgrund der Jahresringauszählung nur vollholzige Bäume ausgewertet werden konnten. Der älteste Baum war eine Eiche mit 154 Jahren und einem Umfang von 2,62 m. Die älteste Buche war 142 Jahre, die älteste nicht kernfaule Edelkastanie war 73 Jahre und der jüngste Baumarten-Älteste war eine Pappel mit 46 Jahren, aber stattlichen 2,42 m Umfang.

5. Zusammenfassung

Es besteht ein Zusammenhang zwischen dem Stammumfang eines Baumes und seinem Alter. Die Altersbestimmung mit der Mitchell-Formel liefert unter den genannten Bedingungen gute Ergebnisse. Das Alter kann aus dem an der Stammbasis gemessenen Stammumfang geteilt durch einen Altersfaktor berechnet werden. Anschaulich beschreibt der Altersfaktor den jährlichen Zuwachs am Stammumfang und ist abhängig von Baumart, Standort und anderen Umwelteinflüssen. Die untersuchten Bäume im Alter von 20 bis 150 Jahren konnten mit der Formel gut beschrieben werden.

Ein Vorteil dieser Methode ist, dass sie mit einfachen Mitteln, einem Maßband und einem Taschenrechner, durchgeführt werden kann. Insbesondere wenn das Baumalter absolut verletzungsfrei ermittelt werden soll oder der Holzkörper im Inneren schon teilweise zersetzt und abgebaut ist, ist diese Methode sehr gut geeignet. Bei Anwendung der Methode sollte beachtet werden, dass beim Messen des Stammumfangs die Messhöhe möglichst niedrig sein soll. Trotzdem dürfen aber keine Wurzelanläufe oder „unnormale“ Verdickungen wie Reparaturanbauten mitgemessen werden. In solchen Fällen ist oberhalb der Verdickung zu messen und das Alter des Baumes bis zum Erreichen der Messhöhe hinzu zu addieren.

Zusätzlich besteht die Möglichkeit, den verwendeten Altersfaktor individuell anzupassen und somit die Genauigkeit der Methode weiter zu verbessern. Hierfür wird der Altersfaktor von Bäumen der gleichen Baumart und mit vergleichbaren Bedingungen bestimmt, der Mittelwert gebildet und in der Formel als Altersfaktor verwendet.

6. LITERATUR:

- (1) Braun, H. J.: Bau und Leben der Bäume, Rombach Verlag, 3. Auflage, 1988, Freiburg im Breisgau.
- (2) Eckstein, D., U. Saß: Bohrwiderstandsmessungen an Bäumen und ihre holzanatomische Interpretation, Holz als Roh- und Werkstoff, 52, 1994, 279-286.
- (3) Fröhlich, H. J.: Alte liebenswerte Bäume in Deutschland, Cornelia Ahlering Verlag, 2. Auflage, 2000, Buchholz.
- (4) Mitchell, A.: A Field Guide to the Trees of Britain and Northern Europe, William Collins Sons & Co. Ltd., second edition, 1978, Glasgow.
- (5) Braune, W., A. Leman, H. Taubert: Pflanzenanatomisches Praktikum, Gustav Fischer Verlag, 7. Auflage, 1994, Stuttgart.
- (6) Mattheck, C.: Design in der Natur – Der Baum als Lehrmeister, Rombach Verlag, 3. Auflage, 1997, Freiburg im Breisgau.
- (7) Mattheck, C., H. Breloer: Handbuch der Schadenskunde von Bäumen – Der Baumbruch in Mechanik und Rechtssprechung, Rombach Verlag, 2. Auflage, 1994, Freiburg im Breisgau.
- (8) Buttler, G., R. Stroh: Einführung in die Statistik, Deutscher Fachverlag, 1976, Frankfurt/Main.