**Zeitschrift:** Schweizerische Zeitschrift für Forstwesen = Swiss foresty journal = Journal forestier suisse

**Herausgeber:** Schweizerischer Forstverein

**Band:** 142 (1991)

**Heft:** 2

**Artikel:** Jugendwachstum und erreichbare Endgrösse : die zweite Backmansche Vermutung

**Autor:** Ebert, Hans-Peter

**DOI:** https://doi.org/10.5169/seals-766453

**Nutzungsbedingungen**

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Mehr erfahren

**Conditions d'utilisation**

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. En savoir plus

**Terms of use**

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. Find out more

**Download PDF:** 09.07.2025

**ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, https://www.e-periodica.ch**

# Jugendwachstum und erreichbare Endgrösse – die zweite Backmansche Vermutung

Von *Hans-Peter Ebert*

Oxf.: 561.4

In den letzten Jahren begegneten mir immer wieder «Backmansche Gesetze» genannte Behauptungen, die allgemeingültige Regeln für das Baumwachstum beschreiben sollen. Teilweise wurden diese «Gesetze» gegliedert in:

1. Backmansche Regel:

Je rascher das Jugendwachstum (unter ansonsten gleichen Bedingungen in bezug auf Genetik und Standort) verläuft, umso früher

- kulminiert der laufende Zuwachs,
- kulminiert der durchschnittliche Zuwachs,
- tritt die Geschlechtsreife ein,
- tritt der Alterstod ein.

Je mehr die Jugendentwicklung gedämpft wird, um so später treten diese Ereignisse ein.

2. Backmansche Regel:

Bei raschem Jugendwachstum sind die bis zum natürlichen Ableben erreichbaren Endwerte für

- die Baumhöhe,
- den Baumdurchmesser,
- das Baumvolumen

geringer als bei langsamer Jugendentwicklung.

Die 1. Regel trifft zumindest in den ersten drei Aussagen zu. In der forstlichen Praxis wird sie im Begriff des «wirtschaftlichen Alters» gefasst: Bäume im (Halb-)Schatten wachsen langsamer und altern deshalb langsamer als jene unter «optimalen» Licht-(Wuchs)verhältnissen. Wir können die Lebensvorgänge bei den Waldbäumen durch Umweltgestaltung (zum Beispiel ein geringeres Lichtangebot) verlangsamen und damit den Eintritt bestimmter Entwicklungsstadien (zum Beispiel die Phase des maximalen Längen- oder Volumenwachstums, die Phase der Geschlechtsreife) verzögern. Mit dem wirtschaft-

lichen Alter beschreiben wir das gelegentlich auch als «organische Zeit» bzw. «physiologisches Alter» bezeichnete Datum im Verhältnis zum Normstadium eines Baumes (im Altersklassenhochwald).

Die 4. Annahme der 1. Regel, nach welcher ein rascherer Wachstumsablauf früher zum Alterstod führe, trifft zu, wenn der Tod beispielsweise auch von der erreichten Baumgrösse beeinflusst wird. *Backman* (4) weist auf das (von dem amerikanischen Biologen formulierte) Pearlsche Gesetz: «Vita celer, vita brevis» (rasches Leben, kurzes Leben) hin, welches auch für Bäume ausnahmslos gelte.

Trifft die 2. Regel zu, dann muss jedes früh in der Baumentwicklung auf Wachstum setzende Pflegekonzept fragwürdig erscheinen. Dies müsste dann bei den gegenwärtigen waldbaulichen Pflegeüberlegungen zu Änderungen führen. Dem Wahrheitsgrad dieser 2. Regel soll deshalb nachgespürt werden.

## Beschreibung von Lebensabläufen in mathematischen Formeln

Dr. Gaston Backman war Professor und Direktor des Anatomisch-histologischen Instituts der Universität Lund (Schweden). Er versuchte die in der Natur unterschiedlichsten Entwicklungsvorgänge mit mathematischen Funktionen zu beschreiben. Er betrachtete dazu eine Fülle an Informationen über die verschiedensten Lebewesen, vom Einzeller über vielzellige Pflanzen und Tiere bis zum Menschen. Er veränderte die von ihm erarbeiteten Formeln so lange, bis sie die ihm bekannten Beobachtungen näherungsweise beschreiben. Dabei begegnete er immer wieder klaren Widersprüchen in seinem Datenmaterial – Widersprüchen, die er mit wissenschaftlicher Genauigkeit schilderte, ohne sie erklären zu können. Er wusste deshalb von der Fragwürdigkeit seiner Aussagen.

Am 18. Oktober 1941 reicht er eine Arbeit über «Das Wachstum der Bäume» (3) ein, die 1942 veröffentlicht wird. In ihr stellt er fest: «Je grösser die Lebensdauer ist, desto grösser ist auch durchschnittlich die totale Endgrösse der Baumart, individuell liegen aber auch hier selbstverständlich beträchtliche Variationen zwischen verschiedenen Familien vor.» Dieser Aussage, dass länger lebende Bäume wahrscheinlich grösser werden, dürfte kaum zu widersprechen sein. Allerdings meint er dann, dass «grosse maximale [Entwicklungs- oder Wachstums-] Geschwindigkeit mit kürzerer Lebensdauer und kurze Lebensdauer mit geringerer Endgrösse kombiniert sind.» Im Schlusssatz liest sich dies so: «Die Endgrösse ist um so grösser: je grösser der Anteil der ersten Wachstumszyklen ist (vielleicht); je grösser die Lebensdauer ist; je später die maximale Geschwindigkeit einsetzt; je später das Reifealter einsetzt; je geringer die maximale Geschwindigkeit ist.»

Backman selbst hat seine Resultate 1943 nochmals folgendermassen zusammengefasst: (4) «Je grösser die maximale [Entwicklungs- oder Wachs-

tums-] Geschwindigkeit ist, desto kürzer ist im allgemeinen die Lebensdauer; je später die maximale Geschwindigkeit eintritt, um so grösser wird die Lebensdauer sein; je früher das Reifealter eintritt, desto kürzer ist die Lebensdauer. Wahrscheinlich ist es auch im allgemeinen so, dass die Lebensdauer um so kürzer ist, je grösser der Anteil vom Gesamtwachstum ist, der von den beiden ersten Wachstumszyklen bestritten wird, was auch so ausgedrückt werden kann, dass die Lebensdauer um so kürzer ist, je mehr vom Gesamtwachstum die ersten beiden Wachstumszyklen geben. Je grösser die Lebensdauer ist, desto grösser ist auch durchschnittlich die totale Endgrösse der Baumart. Je geringer die maximale Geschwindigkeit ist, desto später tritt die Reife ein und je grösser die maximale Geschwindigkeit ist, desto früher wird der Baum geschlechtsreif. Eine grosse maximale Geschwindigkeit scheint auch mit geringerer Endgrösse verbunden zu sein, und je später sie eintritt, um so später tritt auch die Reife ein und desto grösser wird die totale Endgrösse sein.»

Aussagen, die mit «scheint», «wahrscheinlich» oder «vielleicht» abgeschwächt werden, dürfen niemals als «Gesetze», sondern bestenfalls als «Regeln» bezeichnet werden. Zudem schreibt Backman (4) sechs Zeilen vor dieser Zusammenfassung: «Ohne aus dieser kleinen Übersicht irgendwelche Schlüsse ziehen zu wollen, lässt sich jedenfalls so viel behaupten, dass die kleine Zusammenstellung meiner theoretischen Auffassung über die mögliche Bedeutung der organischen Zeiten . . . auch hier bei den Bäumen nicht widerspricht.» Dieser Hinweis rechtfertigt sogar bestenfalls den Begriff «Vermutung» für diese Meinung. Dies um so mehr als Backman nur über ein sehr kleines Datenmaterial von wenigen Bäumen verfügte und über seine Arbeit insgesamt schreibt (4): «Die zufälligen Schwankungen der Beobachtungen sind ausserdem so gross, dass viele dieser theoretischen Funktionen nicht streng geprüft werden können. Nur die Prüfung an einem grossen, sehr wechselnden Material kann die Allgemeingültigkeit einer Formel wahrscheinlich machen.» Insgesamt lassen sich aus den von Backman zusammengetragenen Beispielen verschiedener biologischer Arten eine Fülle an kontroversen Aussagen aufstellen.

## Forstleute und die Backmanschen Annahmen

*Weck* (18) zeigt an einzelnen (!) Bäumen Tendenzen, welche die 2. Backmansche Regel erhärten sollen. Allerdings fehlen genaue Standorts- und Standraumvergleiche. Er weist auch auf die Fähigkeit eng erzogener gleichaltriger Fichten aus Naturverjüngung auf der Kahlfläche (!) hin, noch im Alter von rund 70 Jahren auf eine kräftige Standraumerweiterung durch eine starke Zunahme des Durchmesserzuwachses zu reagieren (19). (Das Beispiel stammt aus Lappland.) An einzelnen Kiefern von unterschiedlichen Standorten versucht

Weck die Backmansche Regel zu belegen. Er berechnet die ertragskundlichen Folgen dieser Annahme.

*Assmann* (1) schreibt: «Weck behauptet auf Grund des Backmanschen Gesetzes, dass in der Jugend überschirmt aufgewachsene Bäume später ein länger anhaltendes Wachstum haben und grössere Endhöhen erreichen als unbeschirmt erwachsene mit rascher Jugendentwicklung. Das mag für sehr hohe Alter und die dabei erreichbaren Endhöhen zutreffen, hat aber für die im Regelfalle wirtschaftlich in Frage kommenden Nutzungsalter kaum Bedeutung.» Eine Übersicht zeigt, dass die Mittelwerte von drei oberschwäbischen Plenterwaldfichten mit 192 bis 311 Jahren eine gepflanzte 143jährige Fichte weder in der Höhe noch im Durchmesser eingeholt haben. Eine rund 60 Jahre im Wuchs gehemmte Fichte erreichte mit 311 Jahren eine 4 m (=9%) geringere Baumhöhe, allerdings einen um 5 cm (=4%) grösseren $d_{1,3}$. Offen bleibt für beide Fälle das mögliche Endalter und die mögliche Endhöhe. Nicht dargestellt ist die Kronenlänge (als Quelle des Dickenzuwachses) der verglichenen Fichten.

*Weihe* (20) stellt fest, dass «selbst unter sehr vielen Wachstumsabläufen» es keine zwei gibt, «die sich vollkommen gleichen». Er meint, dass die zu erwartende Lebensdauer einer Baumart «in einem Wuchsgebiet keinen grösseren Schwankungen unterliegt» und stellt fest, dass «Fichten um so älter werden können, je günstiger die klimatischen Bedingungen für sie sind».

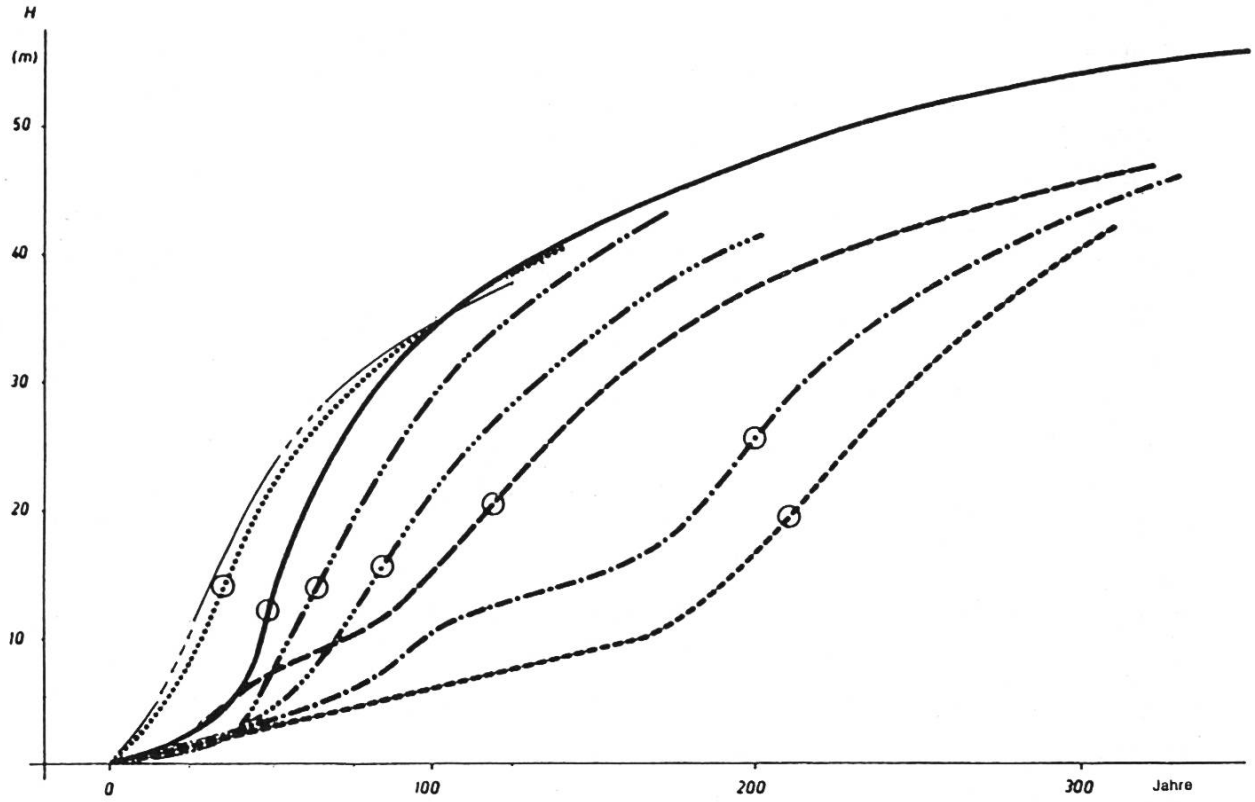


*Abbildung 1.* Höhenwachstumsverlauf von sieben Fichten mit verschieden langen Unterdrückungsperioden aus dem jugoslawischen Urwald Janj (aus *Schütz* 1969).
Die äusserste linke Kurve gibt den Mittelhöhenverlauf der 100 stärksten Bäume je ha wieder ($h_{100}$) nach der Ertragstafel Wiedemann 1936/42, mässige Durchforstung I. EKl. nach R. Schober 1987: Ertragstafeln wichtiger Baumarten.

*Liebold* (12) erwähnt, dass Weck seine Meinung anhand von 48 Bäumen des Forstbezirks Eberswalde zu belegen versuchte, die auf 14 verschiedenen «Standortsformen» wuchsen. Weck habe zudem die Standortsveränderungen (Einstellung der Streuenutzung) nicht beachtet. Ausserdem verdankten die Plenterwaldkiefern ihr hohes Alter vor allem der Tatsache, «dass sie die wüchsigsten, lebenskräftigsten und unter optimalen Lichtverhältnissen wachsenden Glieder der ehemaligen Plenterbestände verkörpern.» Diese müssen im Vergleich «mit Mittelstämmen geschlossener gleichaltriger Kiefernbestände im absoluten Altersdurchschnittzuwachs besser abschneiden». Weck gab dies zwar selbst zu bedenken, traf aber trotzdem die ungesicherte Schlussfolgerung. Dabei hatte er nur acht Stämme, die eine wuchsgehemmte Jugendphase aufwiesen!

Liebold prüft an 848 Probestämmen (5 Baumarten) Wecks Aussagen nach. Er kommt zu gänzlich anderen Ergebnissen und entzieht dadurch der Weckschen Waldgefügetypenlehre das erklärende Fundament:

«Die Waldgefügetypenlehre von J. Weck ist weder durch das ihr zugrunde liegende Untersuchungsmaterial noch durch die zu ihrer theoretischen Begründung herangezogene Wachstumsfunktion von G. Backman ausreichend fundiert.»

«Die dem gedämpften Jugendwachstum unterstellten positiven Auswirkungen auf den gesamten Lebenszyklus eines Baumes treten im allgemeinen nicht auf. Die Waldgefügetypenlehre kann das von bisherigen Vorstellungen abweichende Wuchsverhalten der Einzelbäume in Beständen unterschiedlicher Waldgefügetypen nicht erklären.»

*Schütz* (15) untersucht 239 Bäume aus Plenterwäldern und einem Urwald. Er stellt die Verschiebung der Hauptwachstumsphase durch (Schatten-)Druck in der Baumjugend fest, dabei ist die erreichte Endhöhe in einem gegebenen Bestand die gleiche, wie lange die Unterdrückungszeit immer auch gewesen sein mag. Allerdings wird die nach einer langen Unterdrückungszeit noch zu durchwachsende Höhe rascher überwunden als bei kurzer Unterdrückungszeit. Schütz stellt die Bedeutung der aktuellen Kronengrösse (Assimilationsmasse) fest: Die Grösse der lebenden Krone als Träger der Assimilationsorgane dürfte einen wichtigen Einfluss auf den Zeitpunkt des Eintretens der Alterungserscheinungen ausüben. Tatsächlich ist der Höhengewinn während der Senilitätsphase grösser bei Bäumen, die lange Kronen aufweisen. Ferner war im Urwaldbestand festzustellen, dass jene Bäume, welche die besten Aussichten haben, grössere Höhen zu erreichen, absolut und bezogen auf die gerade erreichte Baumhöhe die längsten Kronen aufweisen. Eine Höhenwachstumsdarstellung von Urwaldfichten zeigt, dass die in der Jugend im Höhenwachstum unterdrückten Bäume diesen Rückstand wieder weitgehend aufholen, aber ein Überholen ist daraus nicht zu ersehen *(Abbildung 1)*.

*Burschel/Huss* schreiben, dass die lange Zeit zum theoretischen Rüstzeug der naturgemässen Waldwirtschaft gehörende Annahmen über die leistungsstei-

gernde Wirkung der Schattenerziehung in eingehenden Studien widerlegt wurden. «Das Konzept der Waldgefügetypenlehre sollte daher nicht weiter als Argumentationshilfe verwendet werden.»

## Die 2. Backmansche Vermutung stimmt nicht

*Reininger* (14) zeigt die Entwicklungskurven einer «Plenterwald»-Kiefer und einer «Kahlschlags»-Kiefer im Durchmesser- und Höhenwachstum. Bei der «Plenterwald»-Kiefer handelt es sich offenbar um Wecks Stamm Nr. A (17). Diese Kiefer ist auf einer «Kies-Staumoräne» in einem «Kiefer-, Buche-, Eiche-, Hainbuche-Bestand aus 'Plenterwald' zusammengewachsen». Im Alter um 70 J. wurde die Kiefer freigestellt, worauf der Grundflächenzuwachs rasant anstieg, bevor er ab dem 120. bis 130. Jahr wieder langsam zurückging. Der Bestand wurde in einen «lichten Samenschlag» gestellt, als die Kiefer 115 Jahre alt war. Die Streu- und Weiderechte wurden im Alter um 170 J. abgelöst, worauf sich die Buche hineinverjüngte. Im Hiebsalter von rund 270 Jahren hatte der Baum 64,3 cm BHD und 24,5 m Höhe erreicht. Weck (17) ordnet der «Plenterwald»-Kiefer die Höhenbonität (Standortsbonität) 3,3 zu. Die ebenfalls auf «Kies-Staumoräne» erwachsenen, nicht oder wenig beschirmten vier Kiefern werden von ihm jedoch der Bonität (Schwappach 08) von 1,7-2,9 i. D. 2,2 zugerechnet. Diese der Logik entbehrende Zuordnung erscheint nur dann verständlich, wenn die «Plenterwald-Kiefer» die Höhenwuchsleistung der «Altersklassenwald-Kiefern» nicht mehr ganz aufholt.

Werden die Kurven mit der Ertragstafel für die III. Bonität verglichen, dann zeigt sich:

1. Beim Durchmesserwachstum könnte die 2. Regel tatsächlich zutreffen, zumal die verwendeten Ertragstafel-Bestandeswerte aufgrund der Verschiebung durch die Stammzahlabsenkung rechnerisch angehoben werden. Da jedoch das Durchmesserwachstum der Kiefer von der Nadelmasse des Einzelbaumes (= vom Standraum) abhängt, sagen alle Angaben nichts Zuverlässiges aus, weil von keinem Baum dieser Wert (über die ganze Wachstumszeit) angegeben ist. Allerdings steht zu vermuten, dass die «Plenterwald»-Kiefer ab dem 70. Lebensjahr einen Standraum zugebilligt erhielt, wie ihn eine im gleichaltrigen Bestand unter konventioneller Erziehung aufwachsende Kiefer nicht erhält *(Abbildung 2a)*.

2. Das von der Standortsgüte abhängige Höhenwachstum weist auf einen Verlauf hin, wie er von Liebold und Schütz festgestellt wurde. Die in der Jugend (60 bis 70 Jahre) im Schatten erwachsene Kiefer dürfte den anfangs eingebüssten Höhenzuwachs wieder (nahezu) aufholen, aber nicht übertreffen. *(Abbildung 2b)*.

# Durchmesserentwicklung

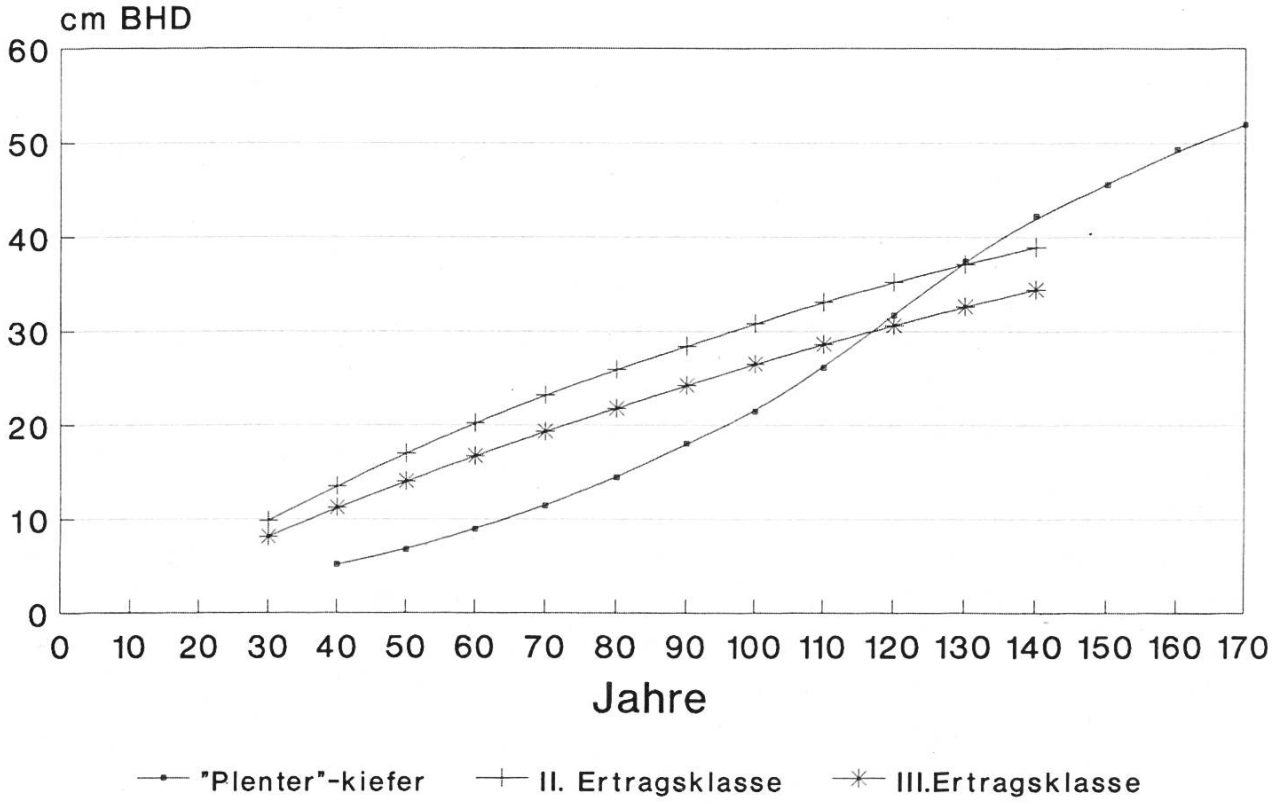


*Abbildung 2a.* Die Ertragstafelwerte geben den mittleren $d_{1,3}$ des verbleibenden Bestandes an. Ertragstafelwerte Wiedmann 1943, mässige Durchforstung nach R. Schober 1987: Ertragstafeln wichtiger Baumarten.

Auch hier stellt sich die Frage nach dem grossen Kollektiv von Bäumen, die sich in den übrigen Merkmalen (zum Beispiel Standort, Kronengrösse, Genetik) gleichen und die sich nur durch die jugendliche Licht- bzw. Schattenerziehung unterscheiden.

Die Umwelt stellt für die Baumpflanzen ein vielfältiges Reizfeld dar. Solche Reizkomplexe sind zum Beispiel die Strahlung (Temperatur, Licht), die Feuchtigkeit, das Nährelementangebot, die Substanzangriffe (Beschädigungen, Krankheiten). Jeder dieser Komplexe enthält verschiedene Teilkomponenten mit unterschiedlicher Wirkung der Reize. Letztere hängt von der jeweiligen Reizstärke und der zeitlichen Einwirkungsdauer ab. Die Reizkomplexe beeinflussen sich in ihrer Wirkung gegenseitig, wodurch sich ein unübersichtliches Wirkungsmuster bildet.

Die Baumpflanzen reagieren je nach ihrem Entwicklungszustand auf denselben Reiz unterschiedlich. Auf einen warmen Juni/Juli kann eine 100jährige Buche mit Blühansatz reagieren, eine 10jährige noch nicht. Ein Baum in der Hauptwachstumsphase überwallt eine Stammwunde rascher als ein sehr alter Baum. Je nach dem individuellen genetischen Programm der Pflanze und dem Entwicklungszustand wird ein spezieller Reiz somit verschieden verarbeitet.

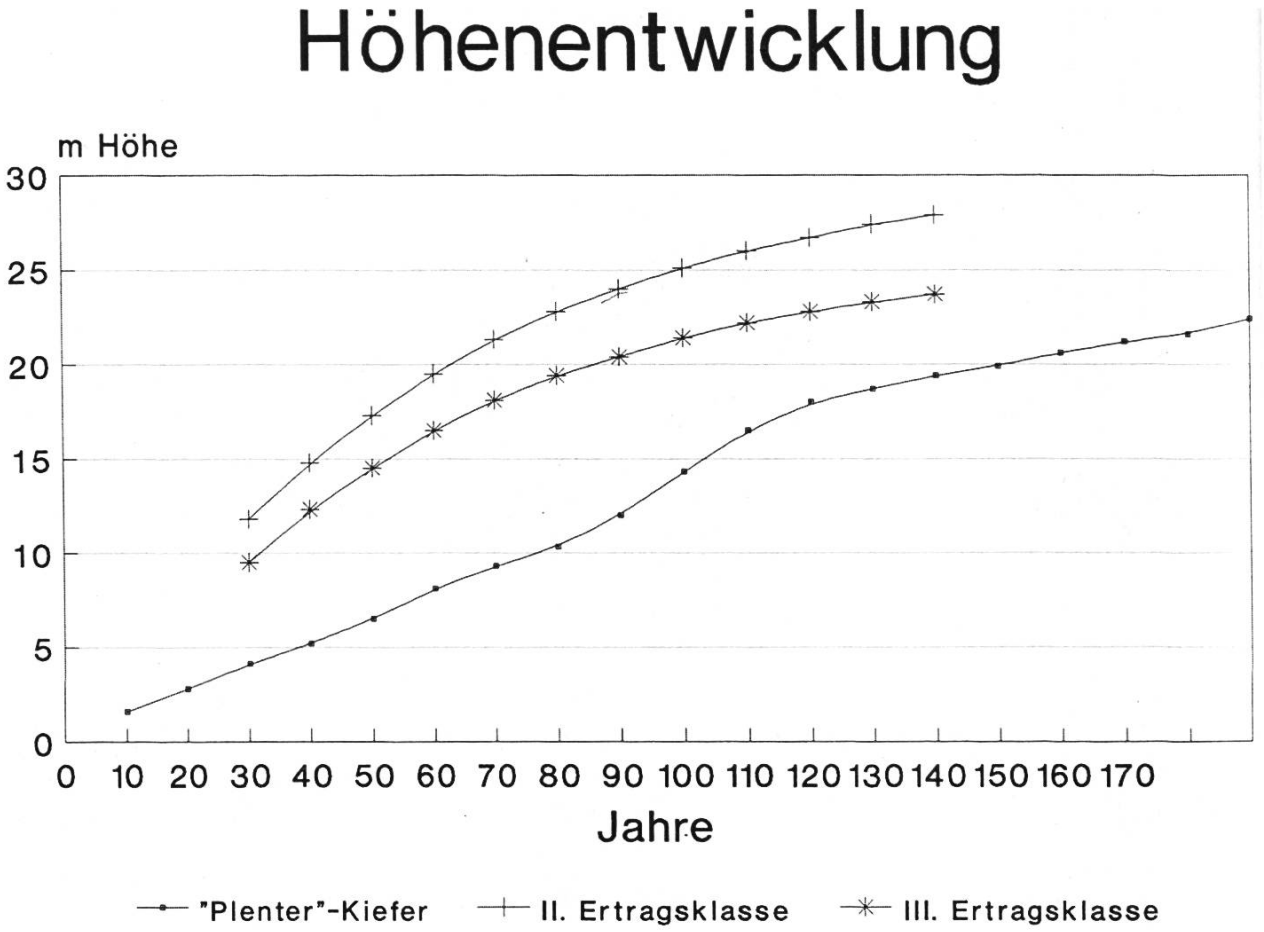


*Abbildung 2b.* Die Ertragstafelwerte geben die Mittelhöhe der 100 stärksten Bäume an ($h_{100}$). Ertragstafel Wiedmann 1943, mässige Durchforstung nach R. Schober 1987: Ertragstafeln wichtiger Baumarten.

Wenn die Zielsetzung in einem langsamen jugendlichen Baumwachstum besteht, dann kann man die Pflanze unter einem Schirm aufwachsen lassen. Sie mag – wenn sie diesen Stress überlebt – kalendarisch älter werden als eine stets in vollem Licht erwachsene Pflanze. Unser forstliches Ziel ist aber (meist) kein alter Baum, sondern ein stammholz-volumenreicher Baum.

Forstkollegen, welche sich für einen konsequenten «naturgemässen» Forstbetrieb einsetzen, benötigen die als 2. Backmansches Gesetz bezeichnete, in keinem Punkt überzeugende Vermutung keinesfalls als Rechtfertigung für eine natürliche Verjüngung und Erziehung der Bäume unter Schirm. Die Erziehung von Baumpflanzen unter Schirm hat neben dem Vorteil der relativen Feinästigkeit (im Verhältnis zur Stammzahldichte), neben ausgeglicheneren klimatischen Lebensbedingungen und neben dem Ertragsvorteil des mehrstufigen Waldes (14,9) vor allem den Vorteil, dass die Baumindividuen nach ihrer physiologischen Toleranz zum Stress der Schirmhaltung selektiert werden. Diese auch an der Stoffwechsel-Leistung orientierte Auswahl beginnt schon beim Keimling und ist, wenn die Selektion unter zahlreichen Verjüngungspflanzen wählen kann, biologisch auf Dauer zweckmässiger als die Auswahl aus baumzahlarmen Kulturen. Erst recht wird die 2. Backmansche Vermutung nicht für

die Wertpflege gebraucht, dem Ausreifenlassen von gesunden Bäumen zum teuer verkäuflichen dicken Stamm. (9b)

## Vom Altern der Bäume

Die Schlüsselfrage für Backman war: Was ist die Ursache für das Altern der Lebewesen. Über das Altern der Bäume stellt er (4) fest, dass «so gut wie nichts über Altwerden, 'Altersschwäche' oder 'Senilität' bei Bäumen» berichtet wird. Auch im Jahre 1990 ist unser Wissen über diese Frage kaum grösser.

Pflanzenarten, deren Individuen nur einmal blühen, fruchten und dann absterben (hapaxanthe Pflanzen) können am Leben gehalten werden, wenn man durch Entfernen der Blühknospen das Ausbilden der Blüten verhindert. Diese Pflanzen wachsen dann ohne deutliche Alterserscheinungen weiter. (8)

Die Abnützungstheorie glaubt, dass die durch die Erbinformation kontrollierte Substanz eines Organismus nach einem gewissen Grad der Abnützung nicht mehr funktionstüchtig ist. Damit korrespondiert die Auffassung, dass jedes Lebewesen nur über eine bestimmte Lebensrate verfügt. Es kann dieses Lebenskapital schnellebig, mit hohem Energieeinsatz verbrauchen oder über einen beschaulicheren und dafür längeren Zeitraum verteilen. Bei fortgesetzten Stressbelastungen scheint dieses Lebenskapital rascher verzehrt zu werden.

Die Abfallprodukt-Theorie sieht in der zunehmenden Ansammlung unnötiger Stoffwechselprodukte die Ursache für den Tod des Organismus. Ihr ähnelt die Mutationshypothese. Sie geht davon aus, dass sich in den Körperzellen (im somatischen Gewebe) unzweckmässige Mutationen mit der Lebensdauer anhäufen. Dadurch wird schliesslich der Stoffwechsel tödlich belastet. (Man kann durch Röntgenbestrahlung das Altern beschleunigen). (8)

Insgesamt scheint die maximale Lebenserwartung eine relativ feststehende genetisch verankerte Grösse zu sein. Diese Grösse ist in der individuellen Genetik begründet, wobei die einzelnen Individuen derselben Art gewisse Ähnlichkeiten aufweisen. (8)

*Braun* meint: (6) «Der normale Tod der Holzpflanzen beruht wohl auf einer zwangsläufigen, programmierten Alterung ihrer Meristeme (Apikalmeristeme, Cambium) und auf deren immer schwieriger werdenden Versorgung mit Nährstoffen, Wasser, Salzen und Wirkstoffen.»

Auch wenn für den Xylem-Safttransport nur ein Bruchteil von der dem Baum verfügbaren Primärenergie notwendig ist (10), so nimmt dieser Anteil doch mit der Baumhöhe, Astlänge und Oberflächengrösse (Dicke) zu. Dies gilt auch für den Phloem-Safttransport.

Nach *Ziegler* (in 16) kommt das Altern vermutlich von einer allmählichen Umprogrammierung des Musters aktiver Gene in den Apikalmeristemen. Solche Apikalmeristeme können durch fortgesetzte Stecklingsvermehrung

praktisch unbegrenzt am Leben gehalten werden. Bei den langlebigen Bäumen findet im Apikalmeristem und im Cambium eine dauernde Zellerneuerung statt. «Die Lebensdauer der einzelnen Pflanzenzelle, etwa der Markstrahlen in den Bäumen . . . dürfte selten mehr als 100 Jahre erreichen, wenn nicht durch Zellteilung und erneutes Wachstum eine Art 'Verjüngung' erfolgt.» Selbst Zellen im Zustand der Ruhe (bei Samen) erleben «eine zwar langsame, aber unaufhaltsame Alterung».

Es scheint zutreffend, dass Bäume auch an ihrer Grösse sterben. Alte Bäume bestehen aus einem aus weit überwiegend toten Formelementen aufgebauten Skelett, über welchem ein lebender Gewebemantel gedeckt ist. Das Alter der toten Teile kann bis zu 4000 Jahre *(Sequoiadendron, Pinus aristata)* betragen, während der lebende Teil kaum über 100 Jahre lang funktioniert. Die Transportstrecke für Wasser, Nährelemente, Assimilate und Enzyme wird mit zunehmender Grösse länger und damit anfälliger. Die Versorgung der wenigen noch lebenden Zellen im Kernholz wird schwieriger. Die physikalische Stabilität des Baumgerüsts wird mit zunehmender Ausladung und Höhe schliesslich bis an die Grenze ihrer Haltekraft gefordert. Wenn dies so ist, dann stimmt auch die 4. Annahme der 1. Backmanschen Regel.


## Résumé

### Croissance juvénile et grandeur finale pouvant être atteinte — la seconde supposition de Backman

Les deux règles de Backman sont formulées, et la genèse en est exposée en se référant aux dires mêmes de leur auteur. Des résultats de recherches forestières sont présentés en rapport avec la seconde règle, dont la teneur est sujette à controverse. Soumis à un examen critique, ces derniers montrent qu'elle ne peut être prouvée. L'interrogation de Backman, essentielle, sur la cause du vieillissement des êtres vivants est brièvement débattue à propos des arbres. Traduction: *O. Schneider*

*Literatur*


1) *Assmann, E.* 1961: Waldertragskunde. München, Bonn, Wien; BLV.
2) *Baatz, K.-W.* 1988: Die Möglichkeiten des naturgemässen Waldbaus im Stadtwald Düsseldorf, Allg. Forstz. Nr. 11 S. 246.
3) *Backman, G.* 1942: Das Wachstum der Bäume. Roux. Arch. Bd. 141 S. 455–499.
4) *Backman, G.* 1943: Wachstum und Organische Zeit. Bios Bd. 15, Leipzig; Verlag J.A. Barth.
5) *Backman, G.* 1945: Altern und Lebensdauer der Organismen. Dt. Wiss. Inst. Stockholm, Reihe III, Nr. 3.
6) *Braun, H.J.* 1982: Lehrbuch der Forstbotanik. Stuttgart, New York; G. Fischer.
7) *Burschel, P., J. Huss* 1987: Grundriss des Waldbaus. Hamburg, Berlin; P. Parey.
8) *Czihak, G. et al.* 1990: Biologie, ein Lehrbuch. Berlin, Heidelberg; Springer.
9) *Ebert, H.-P.* 1989: Das stammzahlorientierte Betriebsklassenmodell eines vielstufigen Waldes. Allg. Forstz. Nr. 9–10, S. 229–231.
9b) *Ebert, H.-P.* 1991: Zur waldbaulichen Ernte-Entscheidung. Forst + Holz Nr. 1.
10) *Eisenhut, G.* 1990: Energiebedarf für den Wassertransport in Bäumen. Allg. Forstz. Nr. 16, S. 389–390.
11) *Kramer, H.* 1988: Waldwachstumslehre. Hamburg, Berlin; P. Parey.
12) *Liebold, E.* 1967: Kritische Betrachtung zur Waldgefügetypenlehre von J. Weck. Arch. Forstwesen Bd. 16, H.3, 265–310.
13) *Mayer, H.* 1984: Waldbau: auf soziolog.-ökolog. Grundlage. Stuttgart, New York; G. Fischer.
14) *Reininger, H.* 1987: Zielstärken-Nutzung. Wien; Österr. Agrarverlag.
15) *Schütz, J.-Ph.* 1969: Etude des phénomènes de la croissance en hauteur et en diamètre du sapin *(Abies alba)* et de l'épicéa *(Picea abies)* dans deux peuplements jardinés et une forét vierge. Dissert. Zürich.
16) *Strassburger, E.* 1983: Lehrbuch der Botanik für Hochschulen. Stuttgart, New York; G. Fischer.
17) *Weck* 1940: Dauerwaldwirtschaft im Kiefernrevier. Mitt. aus Forstwirtsch. u. Forstwissenschaft II, S. 345–365.
18) *Weck, H.* 1950: Zur Weiterentwicklung der Waldwachstumskunde. Forstwiss. Centralbl. S. 12–22.
19) *Weck, H.* 1950: Über die Brauchbarkeit von Wachstumsgesetzen ... Forstwiss. Centralbl. S. 584–605.
20) *Weihe, J.* 1961: Die Beschreibung und Analyse des Höhenwachstumsablaufes von Fichten mit dem Wachstumsgesetz von Backman. Allg. Forst- u. J. Ztg., 132. Jg, S. 1–6.



*Verfasser:* Prof. Dr. Hans-Peter Ebert, Zieglerweg 14, D-7407 Rottenburg 1.