

Zeitschrift: Schweizerische Zeitschrift für Forstwesen = Swiss forestry journal = Journal forestier suisse

Herausgeber: Schweizerischer Forstverein

Band: 140 (1989)

Heft: 9

Artikel: Entwicklung und Flexibilität der Baumkrone und ihre Bedeutung als Vitalitätsweiser : I. Kronenentwicklung und Vitalitätsbeurteilung am Beispiel Buche

Autor: Roloff, Andreas

DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-764260>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. 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. [Siehe Rechtliche Hinweise.](#)

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. [Voir Informations légales.](#)

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. [See Legal notice.](#)

Download PDF: 30.03.2025

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

Entwicklung und Flexibilität der Baumkrone und ihre Bedeutung als Vitalitätsweiser¹

I. Kronenentwicklung und Vitalitätsbeurteilung am Beispiel Buche

Von *Andreas Roloff*

Oxf.: 181.62:181.45:176.1 *Fagus sylvatica*

(Institut für Waldbau, Abteilung II: Waldbau der Tropen und Naturwaldforschung, der Universität Göttingen, D-3400 Göttingen)

1. Einleitung

Nach wie vor bestehen bei der Beurteilung des Gesundheitszustandes von Laubbäumen und der Kiefer grosse Probleme, da man bis heute (mit Ausnahme der Buche) meist nur die Parameter «Laubverlust in Prozent» und Blattvergilbungen berücksichtigt – zum einen wegen mangelnden Wissens, zum anderen aber auch wegen des Festhaltens an einmal begonnenen Methoden.

Ziel der nachfolgenden Ausführungen ist es daher, mehr als bisher das Augenmerk bei einer Vitalitätsbeurteilung auf die Verzweigung und Kronenstrukturen zu lenken. Dies erfordert auch die zunehmende Bedeutung der Luftbildinterpretation.

Unter den Laubbaumarten verdient die Buche (*Fagus sylvatica* L.) besonderes Interesse, da sich ihr Verbreitungsgebiet über ganz Mitteleuropa erstreckt, sie in vielen Ländern die wichtigste Laubbaumart darstellt und sie zudem sehr unterschiedliche Standorte besiedelt.

Aufbauend auf den Ausführungen zur Buche soll in einer weiteren, nachfolgenden Veröffentlichung (II.) auch auf die Eichen und einige allgemeinere Aspekte eingegangen werden.

¹ Überarbeitete Fassung eines Vortrages gehalten am 19. Dezember 1988 anlässlich der Forst- und Holzwirtschaftlichen Kolloquien an der ETH Zürich.

2. Begriffsbestimmungen und methodische Erläuterungen

Es ist verwunderlich, wie selten sich bisher Untersuchungen mit der gesamten Krone auch älterer Bäume auseinandersetzen. Ein Grund mag darin liegen, dass eine Baumkrone auch auf einen Wissenschaftler zunächst sehr abschreckend wirkt. Ein weiterer ist aber sicher auch, dass sich eine Baumkrone in keinem Labor unterbringen lässt. Die Untersuchungen müssen überwiegend im Freiland, meist sogar an Ort und Stelle im Waldbestand erfolgen, zum Teil kommt man um ein Beklettern der Bäume nicht herum.

Grundlegend für die nachfolgend dargestellten Untersuchungen war der Gedanke, dass sich eine abnehmende Vitalität eines Baumes (ein sich verschlechternder Allgemeinzustand also) in abnehmenden Triebblängen widerspiegeln muss. Unter Vitalität wird allgemein Lebenskraft verstanden, für Bäume noch besser mit Wuchspotenz zu umschreiben. Da sich die Wuchspotenz eines Baumes in seinen Triebblängen niederschlägt, müssen diese einen sehr guten Vitalitätsweiser darstellen. So nehmen bekanntlich die Triebblängen aller Baumarten nach Überschreiten eines Kulminationspunktes im frühen Baumleben allmählich wieder ab (siehe *Schober 1979*). Dies muss als ein Nachlassen der Vitalität angesehen werden.

Weiter kann man davon ausgehen, dass über einen längeren Zeitraum abnehmende Triebblängen unterschiedliche Verzweigungen und damit veränderte Kronenstrukturen zur Folge haben, die sich gut auch aus grösserer Entfernung im unbelaubten Zustand unterscheiden lassen.

Wichtiger Bestandteil der Untersuchungen waren daher Triebblängenmessungen und die modellhafte Erfassung der Verzweigungsentwicklung einzelner Baumarten. Grundlage vieler Messungen waren dabei die Triebbasisnarben, die es bei fast allen untersuchten Baumarten ermöglichen, die Triebblängenentwicklung der zurückliegenden mindestens 10, oft sogar 20 und mehr Jahre zu rekonstruieren. Sie sind in *Abbildung 1* beispielhaft für Kiefer, Esche, Berg- und Spitzahorn, Eiche und Salweide dargestellt und stellen die Narben der Schuppen der ehemals an dieser Stelle vorhandenen Knospen dar.

Die Untersuchungen sind mittlerweile an 20 Laubbaumarten und der Kiefer abgeschlossen worden und haben für diese zur Entwicklung von Vitalitätsstufen-Schlüsseln, aufbauend auf der Verzweigung, geführt (*Roloff 1989*). Dabei wurde Wert darauf gelegt, dass nicht nur die bedeutsamsten Laubbaumarten ausgewählt wurden, sondern auch eine grössere Amplitude im ökologischen Verhalten berücksichtigt ist, also Pionierbaumarten und solche später Sukzessionsphasen, Arten mit hoher und geringer Schattentoleranz, hoher und geringer Konkurrenzkraft und hohem und geringem Höchstalter. So dürfen die im folgenden zunächst beispielhaft an der Buche dargestellten Erscheinungen inzwischen als für fast alle Laubbaumarten der gemässigten Breiten gültig angesehen werden.

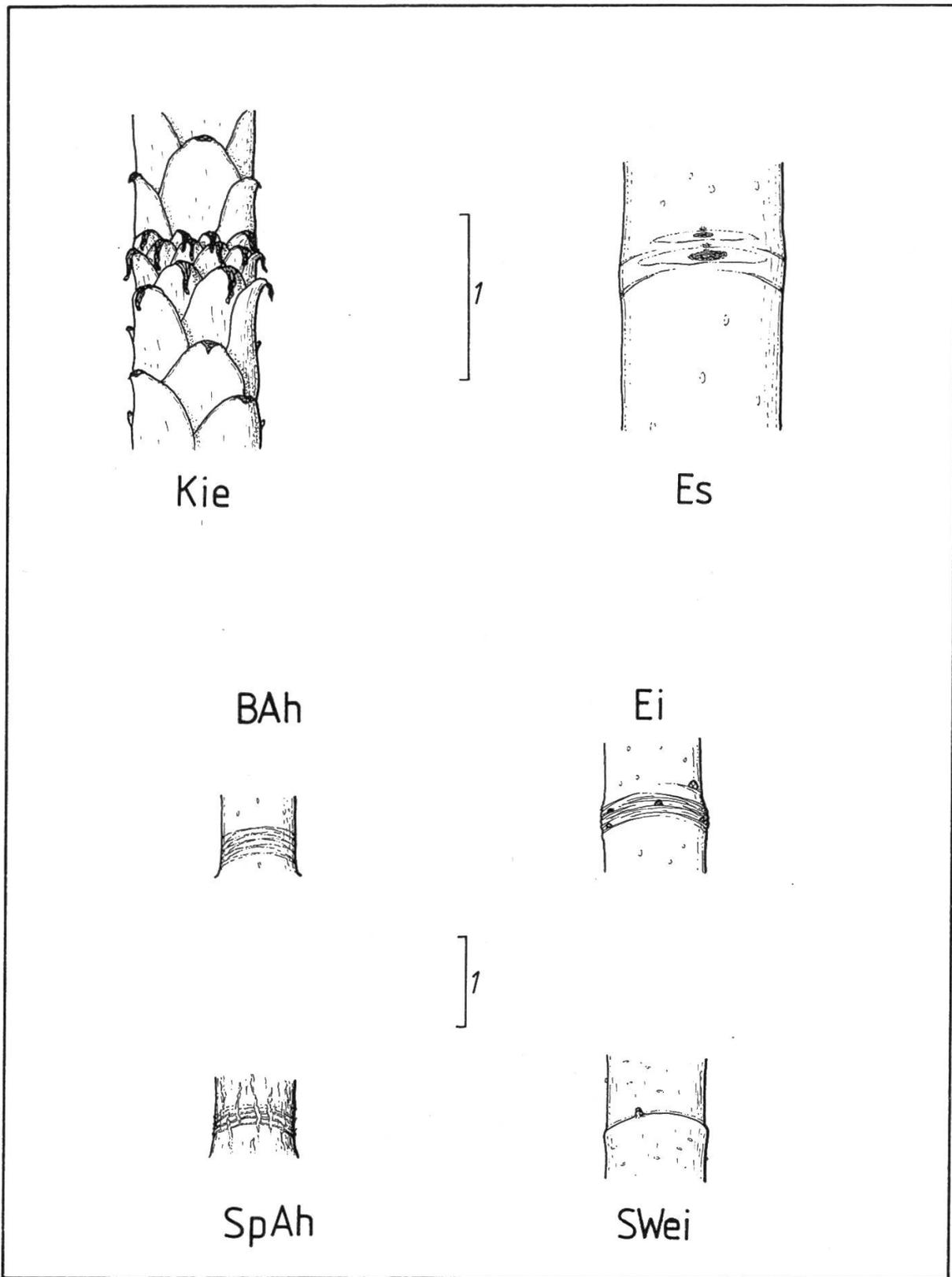


Abbildung 1. Triebbasisnarben von Gemeiner Kiefer (Kie), Gemeiner Esche (Es), Bergahorn (BAh), Spitzahorn (SpAh), Stiel- und Traubeneiche (Ei), Salweide (SWei) (Massstabsangaben in cm).

Die Untersuchungen wurden in den Bundesländern Niedersachsen, Hessen und Nordrhein-Westfalen sowie in Kanada durchgeführt.

Diese Angaben mögen zur Methodik genügen.

3. Vitalitätsbeurteilung anhand von Kronenstrukturen

3.1 Kriterium Kronenstruktur versus «Blattverlust»

Während noch vor etwa zehn Jahren ausserhalb der Botanik und Forstwirtschaft kaum ein Interesse an unseren Baumkronen bestand («eine Linde wuchs halt wie eine Linde, eine Stieleiche sah eben wie eine Stieleiche aus»), hat sich dies durch die Problematik der Waldschäden grundlegend geändert: Seit Beginn der 80er Jahre wurde man plötzlich unsicher, ob eine Linde wirklich noch wie eine Linde aussieht, ob eine Stieleiche wirklich noch wie eine Stieleiche wächst.

Eine Betrachtung der Kronenstrukturen gewinnt für eine Vitalitätsbeurteilung immer mehr an Bedeutung, da die Problematik des Kriteriums «Laubverlust» wohl inzwischen jedem bewusst geworden ist. Blattzahl und noch vielmehr Blattgrösse sind erheblichen jährlichen Schwankungen unterworfen, zum Beispiel infolge von Trockenheit und Insektenfrass (Eichenwickler!) oder auch durch Blüte bzw. Fruktifikation, und daher zur Vitalitätsbeurteilung eines Baumes teilweise ungeeignet, wenn man andererseits natürlich die Belaubung auch nicht völlig ausser Acht lassen sollte.

Deshalb ist es nicht verwunderlich, dass bei einem Vergleich einer Vitalitätsbeurteilung von Buchen einerseits über den sogenannten «Laubverlust», andererseits über die Kronenstrukturen, wie es gleich im Anschluss erläutert wird, zum Teil erhebliche Differenzen bei einzelnen Bäumen möglich sind (um bis zu zwei Schad- oder besser Vitalitätsstufen, siehe zum Beispiel *Hessische Forstliche Versuchsanstalt* 1988, S. 28/29).

Es wäre daher schon viel gewonnen, wenn man das Wort «Laubverlust» durch ein anderes ersetzen könnte, das einem Laien nicht glauben macht, dass es sich um abgefallene Blätter handelt – denn darüber sind sich heute wohl alle einig, die mit der Waldschadensinventur zu tun haben: Bei einem Laubbaum mit 30% «Blattverlust» sind nicht etwa 30% der Blätter vorzeitig abgefallen, sondern sie waren von Beginn der Vegetationsperiode an meist gar nicht erst da (siehe Roloff 1986).

Ein Aspekt erscheint an dieser Stelle noch bemerkenswert, da er vor allem bei den jüngsten Untersuchungen aufgefallen ist. Es gibt eine Vielzahl von Baumarten (vor allem die Birke und die Kiefer), bei denen die Krone mit zunehmenden Triebblängen lichter wird (siehe *Abbildung 2*) und eine Vitalitätsbeurteilung nach Kronentransparenz («Laubverlust») und Kronenstruktur genau gegenläufig ausfallen muss, ganz zu schweigen von den ja inzwischen allgemein

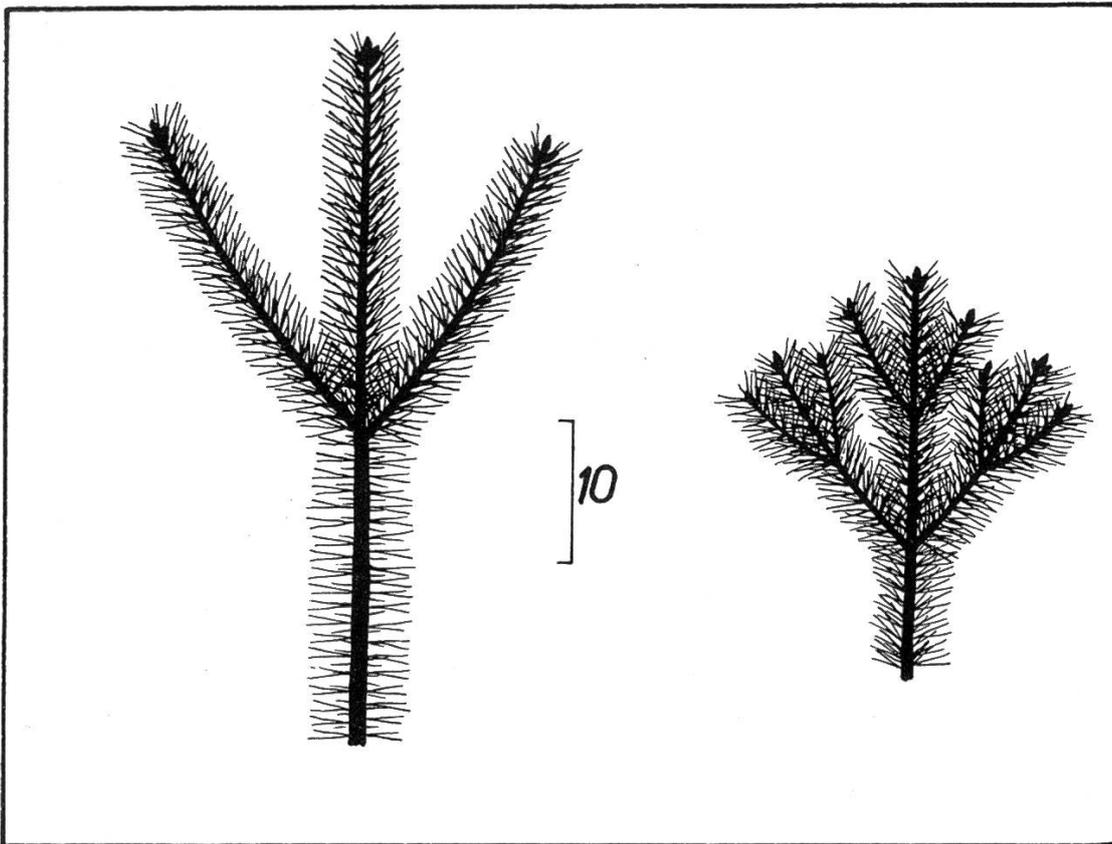


Abbildung 2. Unterschiedliche Transparenz der Kiefernkrone bei langen und kurzen Trieben und dem damit verbundenen unterschiedlichen Nadelabgangswinkel.

bekanntem Benadelungslücken infolge männlicher Blüten bei der Kiefer (siehe *Marcet und Sieber 1985*).

3.2 Entwicklung einer typischen Verzweigung

Zunächst soll am Beispiel der Buche gezeigt werden, wie eine typische Verzweigung entsteht (siehe *Abbildung 3*). Ausgangszustand im ersten Winter ist ein Langtrieb, die Seitenknospen sind deutlich zu erkennen. Diese und die Endknospe haben nach Ablauf eines Sommers ausgetrieben und im oberen Bereich Langtriebe, im unteren Abschnitt Kurztriebe hervorgebracht; die untersten Seitenknospen bleiben sogar ganz geschlossen und als Reserveknospen erhalten. Dieser Vorgang wiederholt sich nun Jahr für Jahr am Haupttrieb von neuem, aber auch die Seitentriebe verzweigen sich weiter.

Es entsteht ein Verzweigungssystem, das nach vier Jahren noch einmal genauer beschrieben werden soll. Alle Jahresgrenzen sind durch Unterbrechungen der schwarzen Linien markiert, also die Stellen, an denen man bei genauem Hinsehen die Triebbasisnarben finden kann. An jedem Jahresabschnitt nehmen die seitlichen Triebblängen von oben nach unten ab, unten sitzen immer die



Abbildung 3. Detaillierte Wiedergabe des vierjährigen Wachstums einer typischen Buchenverzweigung.

Kurztriebe und die schlafenden Knospen. So entstehen stockwerkartige Absätze in der Verzweigung, die schon von weitem verraten können, wieviel Höhenzuwachs ein Baum in den letzten Jahren hatte. Denn die Jahresgrenzen befinden sich immer an den Absätzen in den seitlichen Triebblängen, an dem abrupten Übergang von kurzen zu langen Trieben.

3.3 Wachstumsphasen-Modell

Die Explorationsphase (siehe *Abbildung 4*) ist der Normalfall für die Wipfeltriebe vitaler Bäume bis ins hohe Alter. Denn nur so kann der Gipfeltrieb seine Hauptaufgabe für den Baum erfüllen und ständig neuen Luftraum erobern, durch seitliche Verzweigung ausfüllen und sich gegen Konkurrenten durchsetzen.

In der Degenerationsphase hingegen bildet zwar die Terminalknospe noch alljährlich – wenn auch kürzere – Langtriebe, aber aus allen Seitenknospen, also auch aus den obersten, entstehen fast ausnahmslos Kurztriebe. Es findet dadurch eine deutliche Verarmung der Verzweigung statt, und es bilden sich «Spiesse», die man auch von weitem sehr gut erkennen kann. Bei sich weiter vermindender Vitalität geht auch die Endknospe zur Kurztriebbildung über. Es findet also gar keine Verzweigung mehr statt, denn Kurztriebe verzweigen

sich nicht. Aufgrund der geringen Kurztrieblängen stagniert der Längenzuwachs des Astes bzw. der Höhenzuwachs des Baumes, daher die Bezeichnung Stagnationsphase.

Hält diese Stagnationsphase längere Zeit an (hat sie also nicht nur vorübergehenden Charakter), so beginnt das Absterben des Zweiges oder – falls es sich um die Wipfeltriebe handelt – des ganzen Wipfels, die Resignationsphase ist erreicht. Schon durch ihre ungünstigen mechanisch-statischen Eigenschaften (dichte Blattbüschel am Ende sehr zarter Triebe) können die Kurztriebketten im oberen, dem Wind ausgesetzten Kronenbereich nicht beliebig lang bzw. alt werden. Über den genauen Zeitpunkt des Absterbens entscheiden nun sekundäre Faktoren. Da sich die immer länger werdenden Kurztriebketten zum Licht recken, kommt es zu charakteristischer Krallenbildung.

Es sollte aus den Ausführungen deutlich geworden sein, dass die verschiedenen Wachstumsphasen ausschliesslich auf abnehmende Triebblängen zurückgehen, also eine abnehmende Vitalität widerspiegeln.

3.4 Trockenschäden versus chronische Schäden

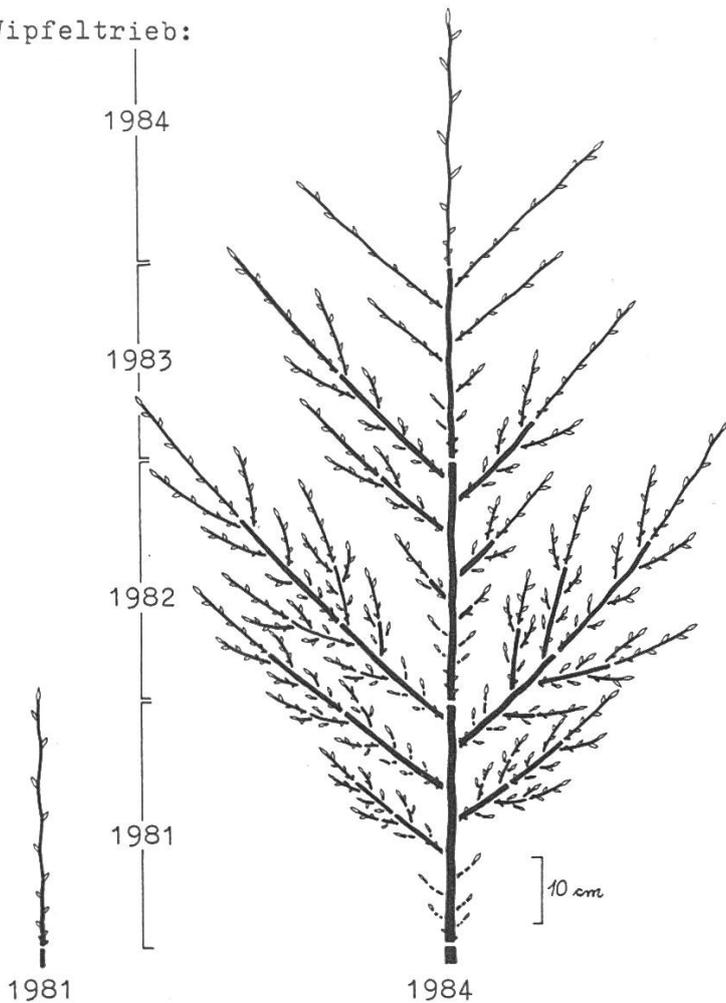
Ferner sollte nun verständlich sein, dass Trockenjahre keine grundlegenden Veränderungen der Verzweigung hervorrufen können, da sie nur vorübergehenden Einfluss ausüben (siehe *Abbildung 5*).

Verfolgt man die Wipfeltrieblängen in solchen trockengeschädigten Buchenbeständen mit Hilfe der Triebbasisnarben jahrzehntelang zurück, so findet man die Trockenjahre (immer mit einem Jahr Verzögerung) meist gut markiert durch abrupt sehr kurze Triebblängen im Jahr nach der Trockenheit und eine rasche anschliessende Erholung (siehe *Abbildung 6*).

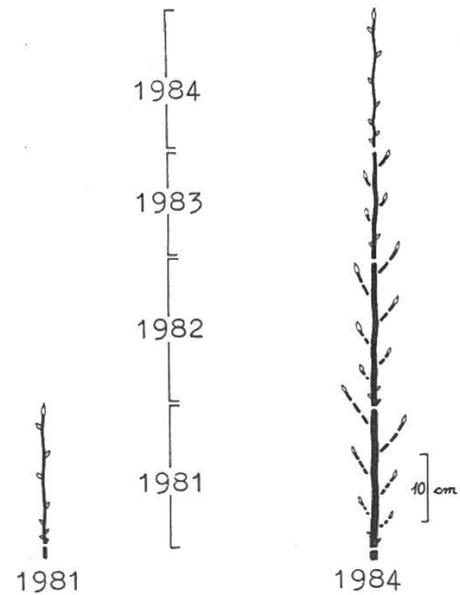
Ganz anders sieht dagegen das Bild bei den derzeit vermehrt absterbenden Buchen aus (siehe *Abbildung 7*): Bei diesen Bäumen besteht der Wipfel bereits seit Jahren aus sehr kurzen Langtrieben bzw. Kurztrieben. Eine langandauernde Erholung ist nicht festzustellen, und die Abnahme der Wipfeltrieblängen ist oft bis in die 50er und 60er Jahre zurückzuverfolgen und nicht durch den natürlichen Alterstrend zu erklären.

Legt man das zuvor erläuterte Phasenmodell zugrunde und wendet es auf den Wipfelbereich von Bäumen an, so ergeben sich für die verschiedenen Wachstumsphasen sehr unterschiedliche Kronenstrukturen, die sich auch mit blossen Auge vom Bestandesboden aus erkennen lassen und zu folgendem Vitalitätsstufen-Schlüssel führten (*Abbildung 8*).

Wipfeltrieb:



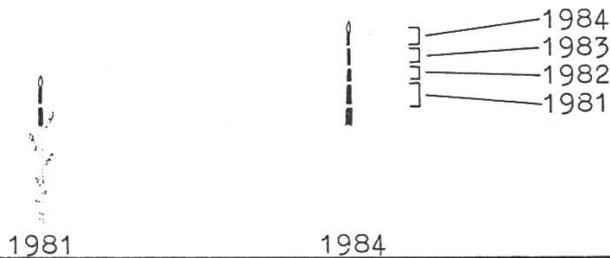
Wipfeltrieb:



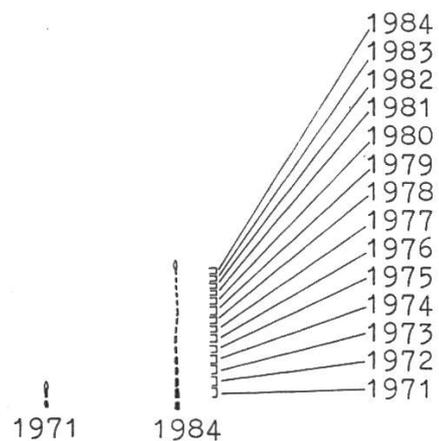
Explorationsphase
→Schadstufe 0

Degenerationsphase
→Schadstufe 1

Wipfeltrieb:



Wipfeltrieb:



Stagnationsphase
→Schadstufe 2

Resignationsphase
→Schadstufe 3

Abbildung 4. Wachstumsphasen der Buche (Modell) – links jeweils Zustand des Wipfeltriebes 1981, rechts daraus entstandene Verzweigung bis einschliesslich 1984 – dargestellt ist jeweils die typische Entwicklung nach dem Phasenmodell – Jahresgrenzen durch Unterbrechung der schwarzen Linien verdeutlicht – alle vier Abbildungen sind in demselben Massstab dargestellt.

Abbildung 5.
 Vergleich zweier
 Buchenverzweigungen,
 von denen die
 rechte einen «ein-
 geschobenen»
 Trockenschaden
 aufweist (vor drei
 Jahren, simuliert,
 siehe Pfeile). Beachte:
 Die Verzweigung
 ändert sich dadurch
 langfristig so gut wie
 gar nicht; sie bekommt
 durch den Trocken-
 schaden lediglich eine
 einjährige «Verspätung»
 gegenüber der linken
 Verzweigung.

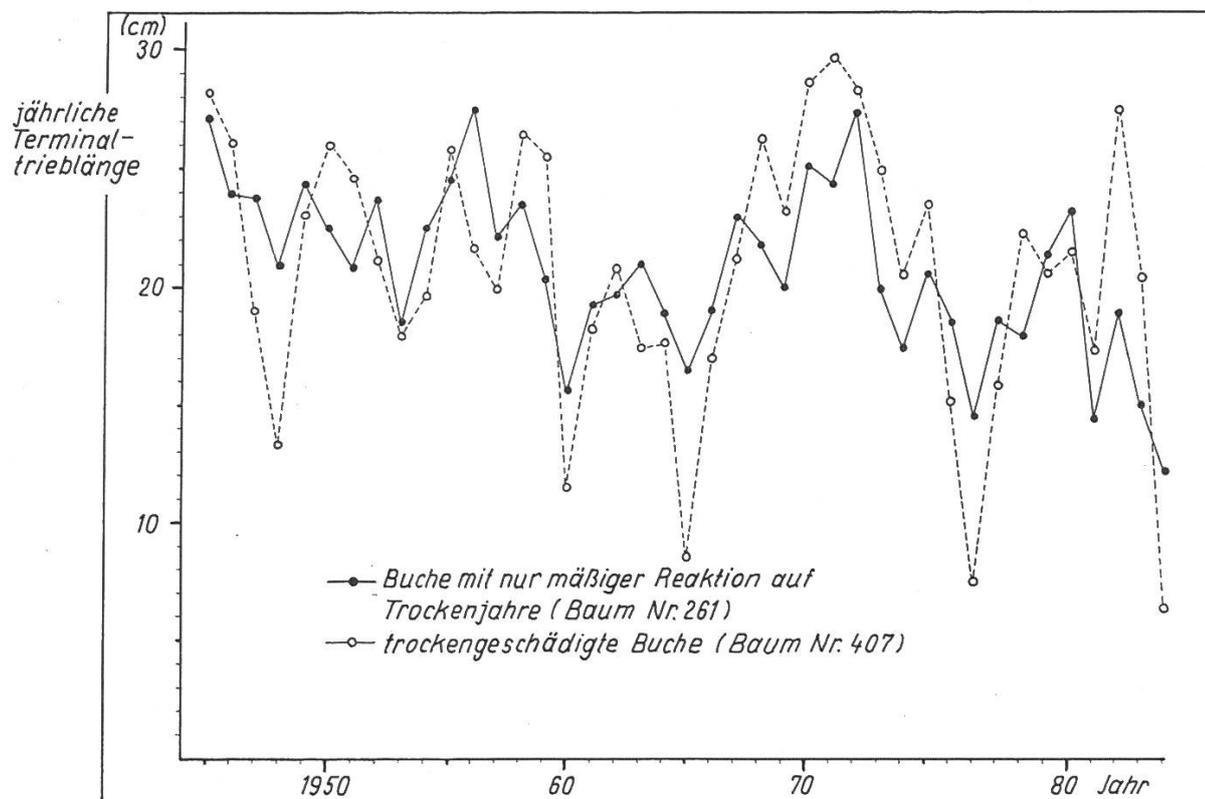
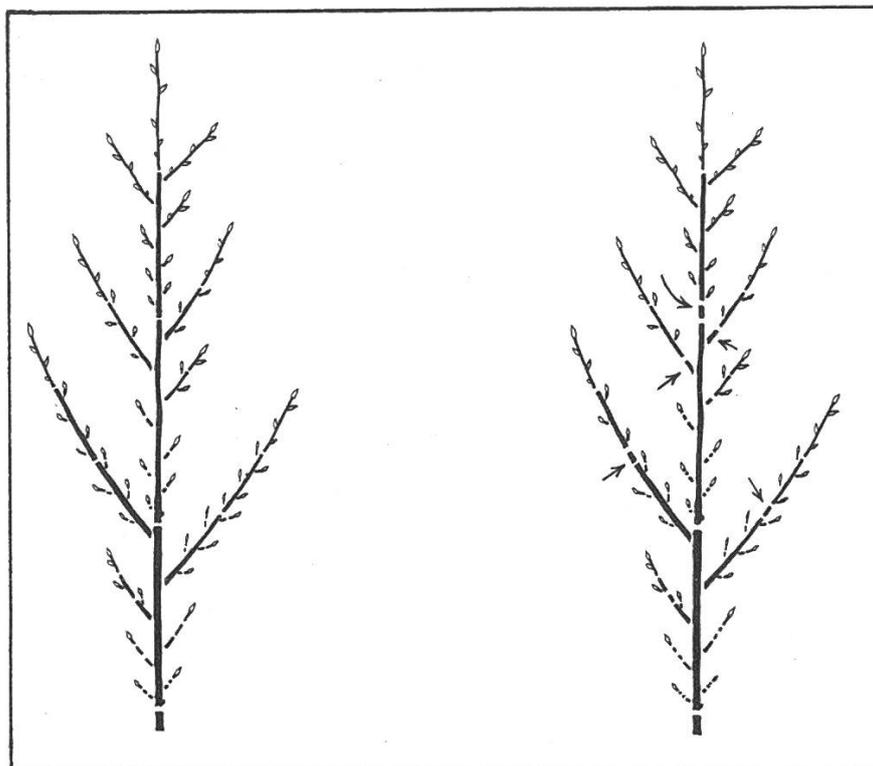


Abbildung 6. Jährlicher Terminaltrieblängenzuwachs zweier heute etwa 120jähriger Buchen, von denen die eine deutliche Trockenschäden zeigt (abrupt sehr kurze Trieb­längen im Folgejahr nach einem sehr trockenen Sommer und rasche nachfolgende Erholung), während die andere von Trockenjahren relativ unbeeinflusst geblieben ist.

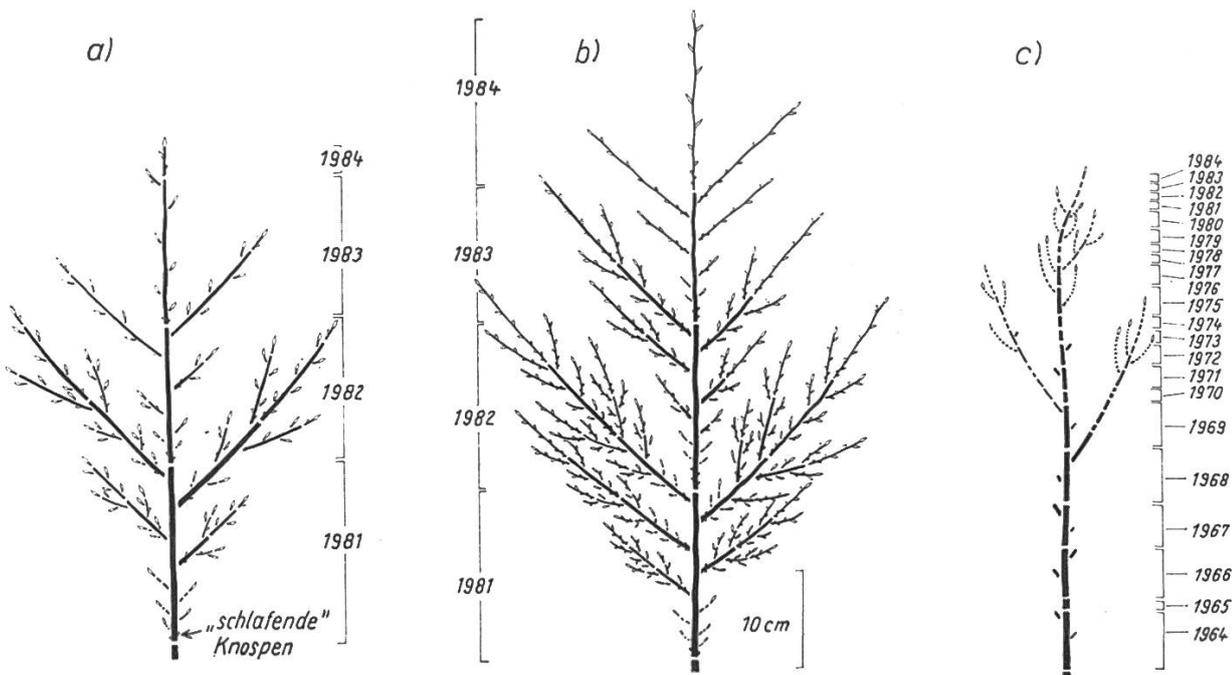


Abbildung 7. Gegenüberstellung von typischen Wipfeltrieben einer vitalen Buche (b), einer trockengeschädigten (a) und einer bereits langfristig devitalisierten Buche (c). (a) Wipfeltrieb einer trockengeschädigten Buche (123 Jahre): 1984 abrupt sehr kurzer Wipfeltrieb, es überwiegen in der Verzweigung des Jahres 1984 die Kurztriebe; dadurch nur «schütterere» Belaubung, geringere Verzweigung. (b) Wipfeltrieb einer vitalen Buche (135 Jahre): schnelle Ausfüllung des eroberten Luftraumes durch die nachfolgende Verzweigung; am Wipfeltrieb und an den stärkeren Seitenzweigen Langtriebe 1984; charakteristische alljährliche Abfolge von Lang-, Kurztrieben und «schlafenden» Knospen seitlich am Wipfeltrieb (zum Beispiel 1983). (c) Wipfeltrieb einer schwer (möglicherweise immissions)geschädigten Buche (139 Jahre): Höhenzuwachs in den letzten 21 Jahren insgesamt geringer als der einer vitalen Buche (b) in 4 Jahren; Wipfeltrieb besteht bereits aus Kurztriebketten; viele ältere Seitenäste bereits abgestorben und abgebrochen; Wipfeltrieb selbst ebenfalls am Absterben.

3.5 Vitalitätsstufen-Schlüssel aufgrund von Verzweigungsstrukturen

Vitale, ungeschädigte Buchen zeigen Wipfeltriebe in der Explorationsphase (Vitalitätsstufe 0): Sowohl die Hauptachsen der Wipfeltriebe als auch teilweise deren seitliche Verzweigung bestehen aus Langtrieben. Dadurch entwickelt sich eine recht gleichmässige, netzartige Verzweigung, die bis tief in das Kroneninnere reicht. Die Kronen sind harmonisch geschlossen und gewölbt und weisen keine grösseren Lücken auf, sofern nicht gerade ein stärkerer Eingriff im Bestand vorgenommen wurde, da solche Lücken durch die intensive Verzweigung innerhalb kürzester Zeit wieder geschlossen werden können. So wird auch der neueroberte Luftraum schnell durch die intensive Verzweigung ausgefüllt. Im Sommer entsteht eine dichte Belaubung ohne grössere Lücken.

Geschwächte Buchen der Vitalitätsstufe 1 zeigen Wipfeltriebe in der Degenerationsphase. Dadurch entstehen aus der Kronenperipherie herausragende Spiesse, an denen dicht und rundherum die Blätter angeordnet sind (am Ende der seitlichen Kurztriebe bzw. Kurztriebketten). Die Krone wirkt aussen zer-

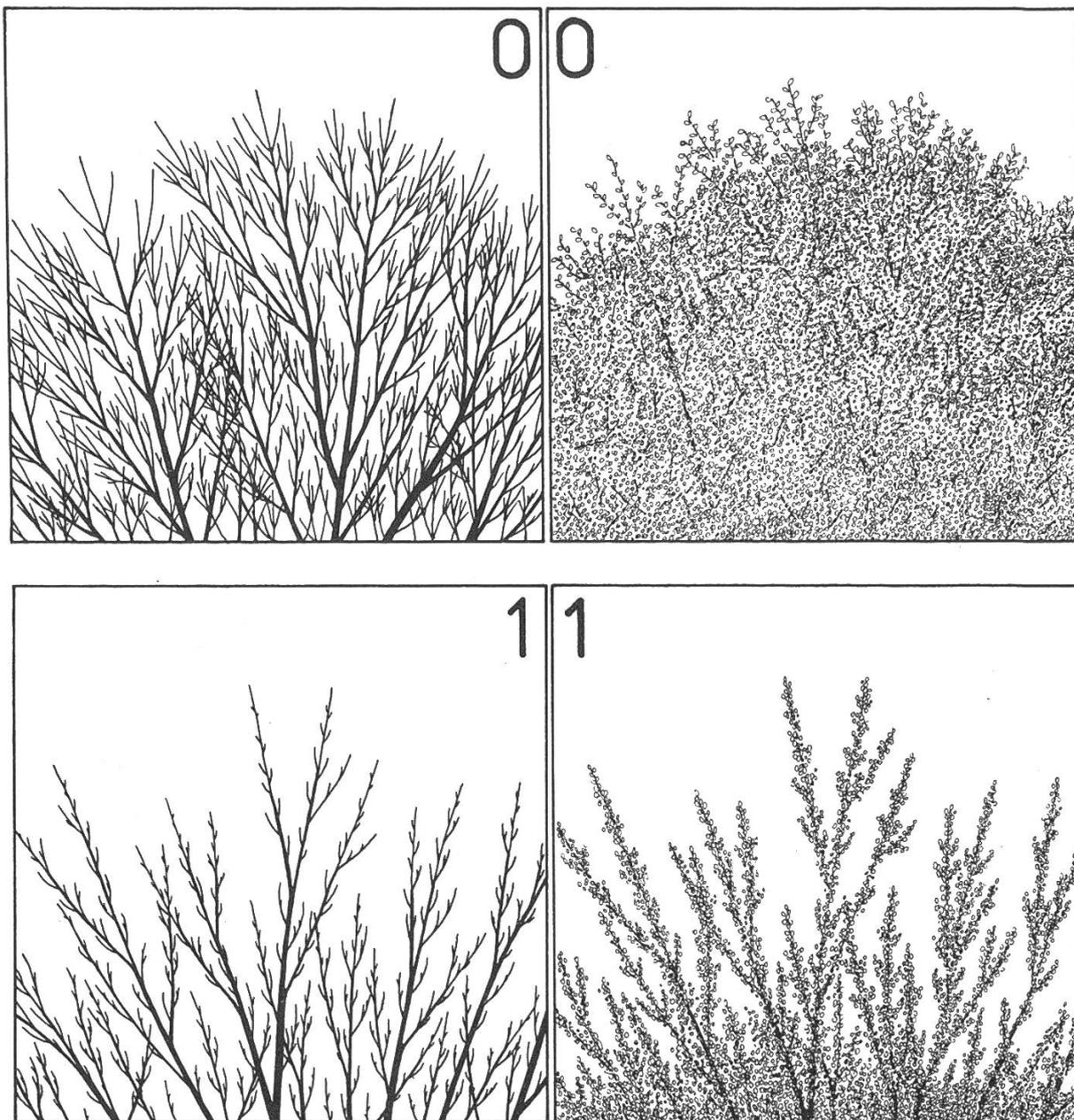
franst, da der zwischen den Spiessen befindliche Luftraum nicht oder nicht mehr vollständig durch Verzweigung und Blätter ausgefüllt wird. Im Kroneninneren ist die Verzweigung (und damit auch die Belaubung) noch einigermaßen dicht, da sie noch aus der sogenannten «besseren» Zeit stammt. Bis zu dieser Vitalitätsstufe überwiegen in der Kronenperipherie noch die geraden, durchlaufenden Hauptachsen der Wipfeltriebe, die Kronen wirken allerdings nicht mehr so harmonisch, da einzelne Äste aus der Oberkrone «herausschies-sen».

An merklich geschädigten und devitalisierten Buchen der Vitalitätsstufe 2 beginnen auch die Wipfeltriebe selbst zur Kurztrieb-bildung überzugehen: Die Stagnationsphase ist erreicht. Im unbelaubten Zustand ist dieses das «Krallenstadium», da die Kurztriebe in der Kronenperipherie länger werden und überwiegen und sich krallenartig zum Licht recken. Diese Kurztriebketten brechen, wenn sie zu lang werden, in der Vegetationszeit bei Gewitterböen und Starkregen ab und übersäen den Waldboden. Unter normalen Umständen entledigt sich die Buche durch diesen Mechanismus überflüssig gewordener Zweige im inneren und unteren Kronenbereich. Befinden sich nun aber die Wipfeltriebe selbst in der Stagnationsphase, so schreitet diese Astreinigung in die äusseren Kronenbereiche hinein fort, die Kronen verlichten von innen heraus. Die Ursache dafür ist aber nicht etwa vorzeitiger Laubfall, sondern abgebrochene Kurztriebketten, mangelnde Verzweigung und nicht mehr austreibende Knospen an abgestorbenen Ästen. Die noch bestehende Verzweigung ist busch- und klumpenartig in der Kronenperipherie angehäuft. Das führt sommers wie winters zu pinselartigen Kronenstrukturen und grösseren Kronenlücken.

In dieser Vitalitätsstufe finden sich kaum noch durchgehende, gerade Äste in der Kronenperipherie.

Bei stark geschädigten bzw. absterbenden Buchen zerfällt die Krone schliesslich in der Vitalitätsstufe 3 durch Ausbrechen grösserer Äste und Absterben ganzer Kronenbereiche sowie infolge weiter fortschreitender Astreinigung in Bruchstücke. Der Baum scheint nur noch aus einer mehr oder minder grossen Zahl von «Unterkronen» zu bestehen, die eher zufällig im Luftraum verteilt sind und peitschenartige Strukturen bilden. Durch die grossen Zwischenräume wirkt die Krone unharmonisch und skelettiert. Der Wipfel ist oft am Absterben oder bereits abgestorben, da die Wipfeltriebe die Resignationsphase erreicht haben.

Es sei noch einmal darauf hingewiesen, dass eine Vitalitätsbeurteilung mit diesem Schlüssel an Buchen beliebigen Alters vorgenommen werden kann. Dann sollte man aber auch von Vitalitätsstufen sprechen. Eine Schadansprache sollte man jedoch nicht an älteren als 150- bis 160jährigen Buchen vornehmen, da darüber der natürliche Alterstrend eine zu grosse Rolle spielt. Dann kann man auch von Schadstufen sprechen.



Die unterschiedlichen Kronenstrukturen können sich, das sollte deutlich geworden sein, erst nach langfristigen Einwirkungen und daraus resultierenden Trieb­längenabnahmen ergeben und sind daher von vorübergehenden Einflüssen wie Trockenjahren unabhängig. Das ist gerade der Vorteil eines solchen Schlüssels, man kann damit also vor allem chronische Schädigungen erkennen.

3.6 Luftbildinterpretation

Zusätzliche Bedeutung erhält ein solcher, auf Kronenstrukturen aufbauender Schlüssel aufgrund seiner Anwendbarkeit in der Luftbildinterpretation (siehe *Runkel* und *Roloff* 1985). Denn die sich verändernden, beschriebenen

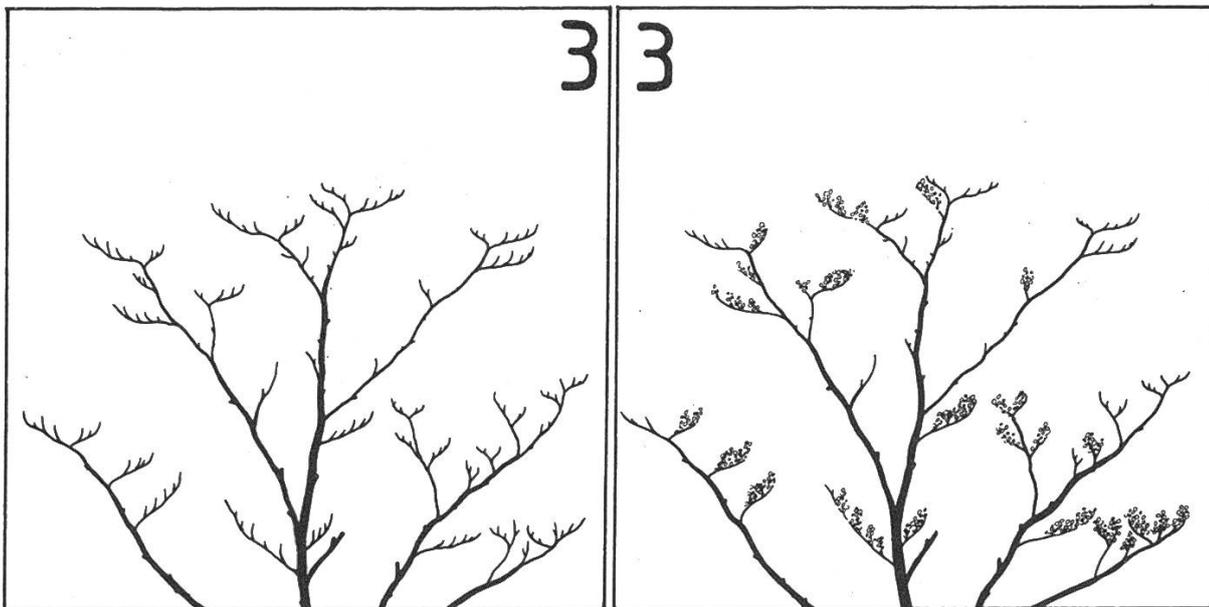
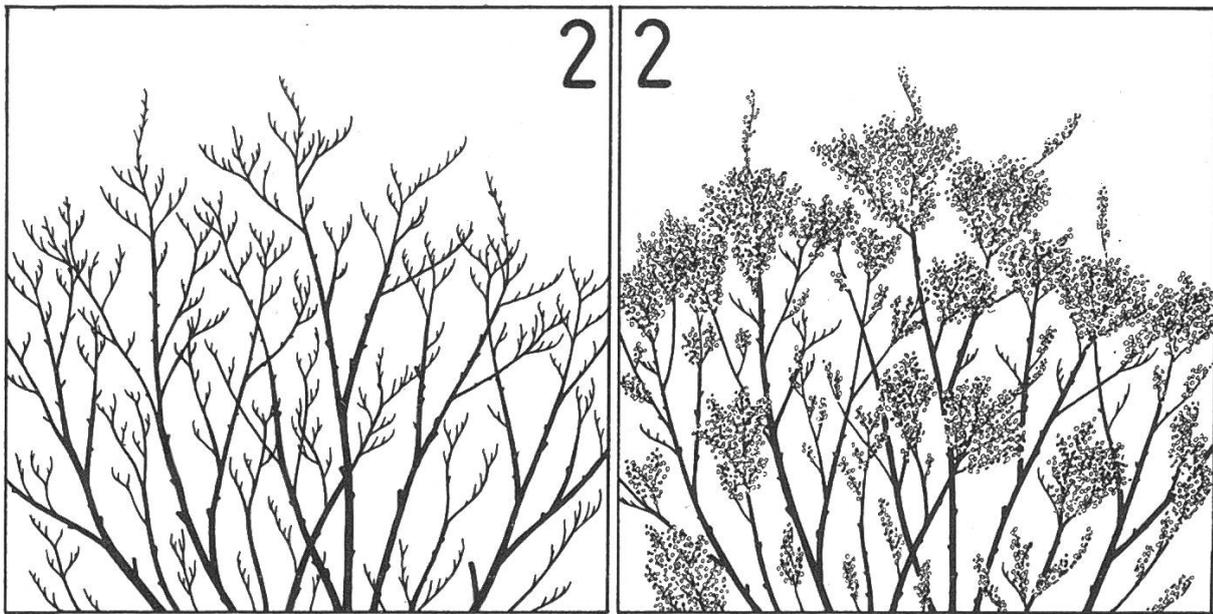


Abbildung 8. Vitalitätsstufen-Schlüssel für die Buche — Winter- und Sommeransichten der Oberkronen unterschiedlich vitaler Bäume. Vitalitätsstufe 0: vitale, ungeschädigte Buche. Vitalitätsstufe 1: geschwächte Buche. Vitalitätsstufe 2: deutlich geschädigte Buche. Vitalitätsstufe 3: absterbende Buche.

Strukturen der Oberkronen sind im belaubten Zustand durch die sich ebenfalls ändernde Anordnung der Blätter auch im Luftbild sehr gut zu erkennen (Abbildung 9), insbesondere bei stereoskopischer Betrachtung. Deutlich unterscheidet sich die gefächerte, geschlossene Oberkronen einer vitalen Buche von den Spiessen einer geschwächten. Man erkennt auch die merklich aufgelockerten Kronen mit pinsel- bzw. wolkenartigen Strukturen eines geschädigten Baumes und die aufgelösten, skelettierten Kronen absterbender Buchen mit peitschenartigen Strukturen.

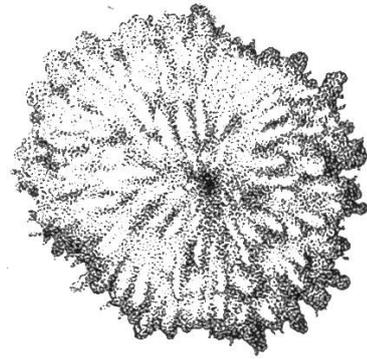
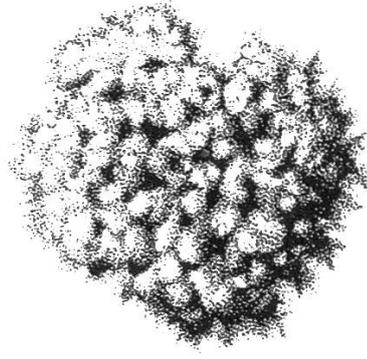
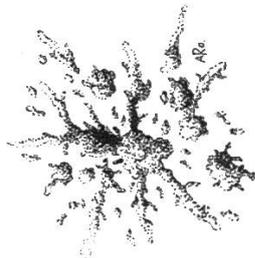
Merkmale im Luftbild	typische Kronenaufsicht	terrestrische Merkmale
<p>Schadstufe 0</p> <ul style="list-style-type: none"> ● Oberkrone gefächert, dicht, abgerundet ● Struktur an Korallenriff erinnernd 		<p>ohne Schadensmerkmale:</p> <ul style="list-style-type: none"> ● dichte, abgerundete Krone ● netzartige Verzweigung bis tief in das Kroneninnere
<p>Schadstufe 1</p> <ul style="list-style-type: none"> ● spießartig aus dem Kronendach herausragende Äste bei sonst dichter Krone 		<p>schwach geschädigt:</p> <ul style="list-style-type: none"> ● Spieße in der Kronenperipherie ● Krone außen „zerfranst“ bei innen dichter Verzweigung und Belaubung
<p>Schadstufe 2</p> <ul style="list-style-type: none"> ● Krone aufgelockert ● spieß- bis pinselförmig herausragende Äste ● durch Auflockerung ± wolkige Strukturen 		<p>mittelstark geschädigt:</p> <ul style="list-style-type: none"> ● buschartig in der Kronenperipherie angehäufte Verzweigung und Belaubung ● pinselartige Strukturen ● aufgelockerte, von innen verlichtende Krone
<p>Schadstufe 3</p> <ul style="list-style-type: none"> ● Krone aufgelöst, teilweise skelettiert ● peitschenartige Strukturen 		<p>stark geschädigt:</p> <ul style="list-style-type: none"> ● aufgelöstes, zerrissenes Kronenbild ● starke Verlichtung ● peitschenartige Strukturen

Abbildung 9. Grundschemata zur Luftbild-Vitalitätsansprache der Buche (aufbauend auf Kronenstruktur und -textur, Entwurf Runkel und Roloff 1985).

Mit Hilfe der Luftbildinterpretation werden schnelle grossräumige Vitalitätsuntersuchungen ganzer Wald- und Stadtgebiete möglich, die auch zur Ursachenfindung beitragen können (siehe auch *Arbeitskreis Forstliche Luftbildinterpretation* 1988).

Résumé

A propos du développement et de la flexibilité du houppier, et de leur importance en tant qu'indicateurs de vitalité

I. Développement du houppier et évaluation de la vitalité à l'exemple du hêtre

A l'exemple du hêtre, l'auteur présente la morphologie et le développement du houppier d'une essence feuillue. Il est possible de différencier quatre phases de croissance (phase d'exploration, de dégénération, de stagnation et de résignation), dues à des longueurs de pousses d'amplitude décroissante, qui conduisent à des structures de houppier très différenciées. De ce fait, il est possible de juger de la vitalité d'un arbre à partir de sa ramification. Une méthode de détermination des classes de vitalité, développée d'après ces observations, est présentée pour le cas du hêtre. Des années sèches peuvent, passagèrement, influencer très fortement le feuillage d'un arbre, elles n'influencent par contre pas ses structures de ramification.

Traduction: J. Rosset

Literatur

- Arbeitskreis forstliche Luftbildinterpretation* (1988): Auswertung von Color-Infrarot-Luftbildern. Selbstverlag Freiburg.
- Hessische Forstliche Versuchsanstalt* (1988): Waldschadenserhebung 1988. Selbstverlag Hann. Münden.
- Marcet, E., Sieber, M.* (1985): Anmerkungen und Richtigstellungen zum «Baumsterben»: Benadelungslücken bei Föhren. *Schweiz. Z. Forstwes.* 136: 217–223.
- Roloff, A.* (1986): Morphologie der Kronenentwicklung von *Fagus sylvatica* L. (Rotbuche) unter besonderer Berücksichtigung möglicherweise neuartiger Veränderungen. *Ber. Forschungszentrum Waldökosysteme/Waldsterben Univ. Göttingen* 18: 1–177.
- Roloff, A.* (1989): Kronenentwicklung und Vitalitätsbeurteilung ausgewählter Baumarten der gemässigten Breiten. *Schr. forstl. Fak. Univ. Göttingen u. Nieders. Vers.-Anst.* 93: 1–258.
- Runkel, M., Roloff, A.* (1985): Schadstufen bei der Buche im Infrarot-Farbluftbild. *Allg. Forstz.* 40: 789–792.
- Schober, R.* (1979): Ertragstabeln wichtiger Baumarten. 2. Aufl. Sauerländer Frankfurt a. M.