

# Baummorphologie

(Überblick über bestehende Konzepte und Beschreibungen)

<b>1. Einleitung</b>	<b>S. 1</b>
<b>2. Der Baum als offener Organismus</b>	<b>S. 6</b>
<b>3. Die Baumverzweigung als hierarchisches System</b>	<b>S. 9</b>
3.1. Die Wirkungsweisen des Hormons Auxin	
3.2. Apikaldominanz	
3.3. Die Versuche von Münch 1938	
<b>4. Die Architekturmodelle der Halle'schen Schule</b>	<b>S. 14</b>
4.1. Die deterministische Architektur, das Initialmodell	
4.2. Die opportunistische Architektur und die adaptive Reiteration	
4.3. Die Erweiterung des Modellkonzeptes durch Edelin	
<b>5. Die Metamorphose der Zuwachseinheit</b>	<b>S. 23</b>
5.1. Roloff, das Phasenmodell des Triebwachstums	
5.2. Gleissner, der Formenwandel der Zuwachseinheit	
5.2.1. Die Fixierung der Zuwachseinheit	
5.2.2. Die Metamorphose der Zuwachseinheit	
5.2.3. Die drei Formkategorien in Hinblick auf die Bedeutung der Sprossverkettung für den Baumhabitus	
5.2.4. Kritik an der adaptiven Reiterationen	
5.2.5. Die seneszente Reiterationen	
5.2.6. Die verschiedenen Stressmuster	
<b>6. Kritik an Pfisterer</b>	<b>S. 36</b>
6.1. Kritik an Pfisterer bezüglich der Definitionen und Einordnungen	
6.2. Die Frage nach der Stammaufgabelung	
6.3. Pfisteres Submodelle	
6.4. Die Rolle der Reiteration	
6.5. Schluss	

## 1. Einleitung

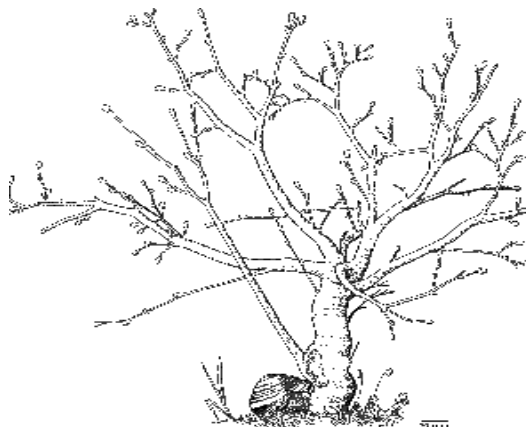
Für das Beschneiden eines Baumes ist es unabdingbar, Kenntnisse über die biologischen Prozesse zu haben, die bei einer gesetzten Verwundung ablaufen. Der Eingriff in die Gestalt eines Baumes erfordert darüber hinaus aber auch ein Wissen über die Struktur, Funktion und Dynamik der Verzweigung.

Die Gestalten der Pflanzen werden von den Morphologen beschrieben. Es gibt zwar schon länger ein hoch differenziertes Begriffssystem zur Beschreibung von Blütenständen und den Verzweigungen von Kräutern, für die Holzpflanzen sind in der Vergangenheit jedoch nur Teilaspekte exakt beschrieben worden.

Der Baum als Ganzes setzt weiterhin den Ansprüchen der Beschreibbarkeit Schranken. Nicht zuletzt wohl wegen seiner zeitlichen und räumlichen Dimensionen und der Plastizität im Wachstum.

So zitiert Troll in der Einleitung des Werkes zur vergleichenden Morphologie der Pflanzen aus dem Jahre 1937 Wiegand:

„Für den Pflanzenorganismus hat man sich bisher fast ausschließlich auf die einfach blühende Pflanze beschränkt, (...) für die Holzgewächse liegen dagegen nur sehr vereinzelte Beobachtungen vor; den Baum als Ganzes aus seinen Gliedern nach dem Gesetz der Metamorphose zu konstruieren, ist meines Wissens noch nirgends versucht worden“ (Troll, S.636). Das Erscheinungsbild eines Baumes ist letzten Endes auch Ausdruck der komplexen biochemischen Abläufe und Korrelationen der Zellen und Gewebe, der Physiologie, der Expression der Gene und der Umwelteinflüsse. Die physiologisch, kausalen Sachverhalte sind weitaus besser erforscht als die morphologischen Gegebenheiten. Eine ausschließlich auf die Naturformen gehende, rein beschreibende Betrachtungsweise ist mit dem Aufkommen der exakten, erklärenden Wissenschaften etwas in Ungunst gefallen. Allgemein ist jedoch der gewaltige Formenreichtum in der Natur allein mit kausalen oder funktional-adaptiven Denkmustern nicht erschöpfend erklärbar.



Grafik: *Corylus avellana* mit Schnecke. Aus Bell, S. 281

Bezüglich des neueren Waldsterbens liest man bei Gleissner 1994 in einem Werk morphologischer Untersuchung zu Bäumen:

„Die Forscher sind hauptsächlich auf physiologischer Ebene intensiv beschäftigt die Ursachen der Baumschädigung zu klären. Auf der Ebene der Strukturanalyse und Genese der pflanzlichen Gestalt (Pflanzenmorphologie) zeigt sich ein großer Nachholbedarf, da es bisher erst wenige breit angelegte Untersuchungen darüber gibt.“ (Gleisser / Fröebe, AMA 29, S.181).

Weder die Belange der Baumpflegepraxis, die es mit der ästhetischen Funktion des Stadtbaumes zu tun hat, noch die Intentionen der Waldschadenserhebung können sich mit der „klassischen“ Beschreibung der Baumgestalt als ein mehr oder weniger hierarchisches Gefüge zufrieden geben. Hier fehlt es immer noch an differenzierenden morphologischen Beschreibungen.

Wo befindet sich also derzeit das Wissen zum Thema Morphologie der Bäume?

Ich werde zwei grundverschiedene Ansätze einer komplexeren morphologischen Betrachtung miteinander vergleichen und deren praktische Anwendungen kritisch darstellen.

Zum Einen haben die Botaniker um Halle und Oldeman Ende der siebziger Jahre die Gestaltenvielfalt der Tropenbäume in ein Klassifikationschema einordnen wollen. Sie entwickelten die Architekturmodelle des elementaren Baumwachstumes. Hier wurde ein kennzeichnendes Ordnungsschema entwickelt. Durch eine relationale Zusammenstellung verschiedener ausgewählter morphologischer Einzeltatsachen wurde ein zusammenhängendes System von 23 Klassen erschaffen.

Zum Ende der neunziger Jahre hat Pfisterer unglücklich versucht, diesen Ansatz für die Baumpflegepraxis nutzbar zu machen.

Davon unabhängig und aus dem Blickwinkel der Waldschadensdiagnose, entwickelte Roloff an Buchen ein morphologisches System zur Beurteilung des Schädigungsgrades von Waldbäumen. Gleissner führte diesen Ansatz fort. Hier wird jeweils die exakte Wuchseigenschaft der Jahrestriebe untersucht, aus denen sich die Baumkrone zusammensetzt. Die von Roloff 1985 bis 1989 definierten Muster zur Bestimmung von Vitalitätsschädigungen gehören mittlerweile in der Baumpflegepraxis zum Stand der Technik bei Baumkontrollen.

Diese morphologischen Methoden und Sichtweisen zur Waldschadenserhebung sind von Anfang an hinsichtlich ihrer praktischen Verwendungsfähigkeit entwickelt worden. Ihre praktische Anwendung ist unproblematisch.

Anders liegt es meiner Ansicht nach mit der Anwendung der durch Halle und Oldeman geschaffenen Architekturmodelle durch Pfisterer. Hier wird der Praxisbezug über eine „Fachgrenze“ hinweg erzwungen. In dieser praktischen Nutzbarmachung von botanischem Wissen

durch fachfremden Theoretiker innerhalb der Baumpflegebranche fällt auf, dass die ursprünglichen Zwecke der wissenschaftlichen Beschreibungen sträflich unberücksichtigt bleiben. So kommt es, meiner Erfahrung nach, zu großen Irritationen.

Bei den Architekturmodellen handelt es sich nicht um strukturelle „Baumessenzen“ aus denen die Gestalten adulter Bäume erklärt und abgeleitet werden könnten. Eine Beherrschung der Form bleibt bei der Anwendung der Architekturmodelle auf Altbäume bloßer Wunsch. Der Sinn der Architekturmodelle erschließt sich erst in einer Gesamtsicht auf alle miteinander in Relation stehenden 23 Modelle. Hier kann ihr konstruierter, rein ordnender, kennzeichnender „Charakter“ bemerkt werden. Die Auswahl der morphologischen Einzelmerkmale für die Definition eines Modells funktioniert innerhalb des Modellsystemes. Sie richtet sich nach der Maßgabe einer eindeutigen Kennzeichnung. Manchmal ist sie recht willkürlich. Es besteht in dem Übersehen dieser relationalen, kennzeichnenden Ausrichtung des Systemes dann die Gefahr, aus der isolierten Betrachtung eines einzelnen Architekturmodell die gesamte Verzweigungsstruktur eines adulten Baumes ableiten zu wollen. Zum Einen kann dabei übersehen werden, dass die einzelne Modelldefinition tatsächlich vorhandene morphologischen Merkmale unerwähnt lässt, da sie zur eindeutigen systematischen Kennzeichnung einfach überflüssig sind. Hierbei handelt es sich jedoch nicht um etwas Unwesentliches, Akzidentielles, was bei einer üblichen Verallgemeinerung abfallen könnte. Und zum Anderen besitzen die definierenden Merkmale nur auf einer mittleren Größenebene der Betrachtung Relevanz. Beobachtungen auf der Ebene des verketteten Sproßverbandes sind nicht ohne Weiteres auf die nodale Ebene übertragbar, genau so wenig lassen sich dadurch adulte Stamm- und Kronenformen angemessen beschreiben. Es werden mit den Modellen die ersten genetisch festgelegten Wachstumsmuster von Sproßsysteme eines juvenilen Baumes differenziell beschrieben. Es wird in der praktischen Anwendung der Modelle innerhalb der Baumpflegebranche also übersehen, dass diese Modelle nur die Wuchseigenschaften eines jungen Baumes im Initialstadium beschreiben. Die Architekturmodelle von Halle und Oldeman geben wenig Auskunft über die Gestalt, bzw. über den arttypischen Habitus eines erwachsenen Baumes. Sie kennzeichnen durch ausgewählte Kombination von morphologischen Merkmalen einen bestimmten zeitlichen Prozess im jugendlichen Baumwachstum innerhalb eines Systems von Kennzeichnungen. Sie erklären keine räumliche Struktur eines ausgewachsenen Baumes.

Viel exakter wird die Baumkrone mittels des Vergleiches der verketteten und sich wandelnden Zuwachseinheit durch Peter Gleissner beschrieben. Die morphologischen Untersuchungen Gleissners, begonnen im Jahr 1995, erweitern den Ansatz Roloffs. Der Vergleich der Sproßsysteme verschieden alter und geschädigter Bäumen einer Art findet im Begriff der Metamorphose (in der Reihe der Abwandlungen eines imaginären Typus) seine Zusammenfassung. Diese Versuche und morphologischen Beschreibungen könnten in Zukunft neben der Ermittlung von Vitalitätsschäden

eventuell auch im Zusammenhang mit einer präzisen Beschreibung von Reaktionen auf Schnittmaßnahmen sinnvoll weitergeführt werden.

Das morphologische Klassifikationsschema der Architekturmodelle von Halle und Oldeman wird in der besagten Anwendung hingegen überstrapaziert. Das Baumwachstum ist ein zu offener Wachstumsprozess, als das man für die exakte Beschreibung standardisierende Architekturmodelle in der Hand halten könnte. Die Mannigfaltigkeit von Baumkronen lässt sich aus solchen Abstraktionen weder präzise rekonstruieren noch beherrschen. Die Merkmalskomplexe sind verglichen mit den exakten Beschreibungen Gleissners recht arm. Die Erkenntnisbewegung läuft bei den exakten „Zweig-Beschreibungen“ Gleissners auch anders herum. Sie geht induktiv von der beobachteten Mannigfaltigkeit auf eine zusammenfassende Verallgemeinerung und leitet die Wirklichkeit nicht aus einem abstrakten Muster ab. Der abstrahierte „Typus“ verbleibt dabei nur ordnend im Hintergrund, als theoretische Überbrückung fehlender Zwischenglieder. Hier geht nichts verloren, der beobachteten Wirklichkeit wird nichts Abstraktes übergestülpt.

Im Folgenden werde ich zuerst die Grundlagen des Baumwachstums kurz beschreiben. Dieses kann nur mit dem Wissen über die Andersartigkeit von geschlossenen-tierischen und offenen-pflanzlichen Organismen verstanden werden. Danach folgt weiter einleitend eine Darstellung der Hauptwachstumsstrategie von Bäumen an Hand von drei ausgewählten Wuchsweisen. Dieses Hauptmerkmal des Baumwachstums betrifft die Stammbildung und Spitzenförderung. Des Weiteren folgt die Darstellung der oben kurz erwähnten unterschiedlichen Sichtweisen zu den Baumformen. Als Erstes die Architekturmodelle der „Halle`schen Schule“, dann folgen die Untersuchungen über die Metamorphosen der Zuwachseinheiten von Roloff und Gleissner. Zum Schluss werde ich an konkreten Beispielen die Architekturmodell-Anwendung von Pfisterer für die Baumpflegepraxis kritisieren.

**Literatur:**

Troll, W. (1937) :

Vergleichende Morphologie der höheren Pflanzen. Bd. 1, 1: Vegetationsorgane. Berlin.

Bell, A. (1994):

Illustrierte Morphologie der Blütenpflanzen. - Stuttgart

Pfisterer, J. (1999):

Gehölzschnitt nach den Gesetzen der Natur. - Stuttgart

Roloff, A. (1988):

1. Morphologie der Kronenentwicklung von *Fagus sylvatica* L. (Rotbuche) unter besonderer

Berücksichtigung neuartiger Veränderungen.

Gleissner, P. & Froebe, H.A. (1994):

Wie entwickeln Bäume ihre charakteristische Kronenform? AMA 29: Alma Mater Aquensis 29 (1992 / 1993):

181-197.

## 2. Der Baum als offener Organismus

Die Biologen unterscheiden offene von geschlossenen Organismen und unterteilen so das Lebendige in Pflanzen- und Tierreich.

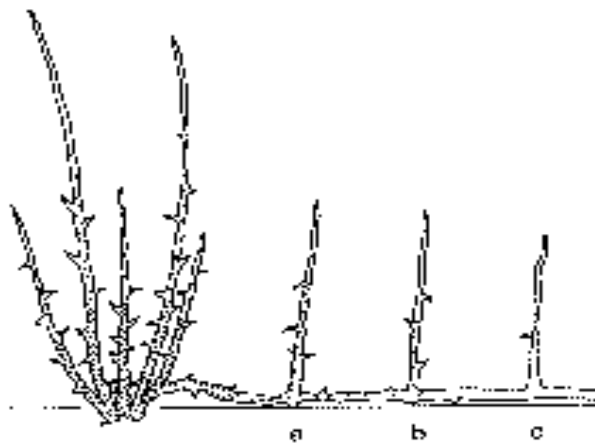
Bei einem tierischen Organismus ist alles zentral und raumsparend um Steuerzentren, den Organen, herum organisiert. Die Form eines Gewebes oder eines Organs ist streng funktional durch die Aufgabe und den Ort innerhalb des Ganzen des Organismus bestimmt. Die tierischen Zellen sind frühzeitig ausdifferenziert und erneuern sich fortlaufend. Es gibt wenig embryonale Zellen. Während der Ontogenese, der Entstehung des einzelnen Organismus, bestimmen die Gene stark die Gestaltbildung. Die spezifischen Umweltbedingungen haben im Vergleich zu den langlebigen pflanzlichen Organismen weniger Einfluss auf den Körperbau.

Dieses wird verständlich, wenn die folgenden beiden Tatsachen bedacht werden:

Tierische Organismen müssen sich bewegen und sind daher vom Urmilieu, dem Boden und dem Wasser, getrennt. Sie sind gezwungen dieses mitzunehmen und selber zu produzieren. Das schränkt die Möglichkeiten zur individuellen Raumbreitung erheblich ein. Andererseits ist die Bewegungsfähigkeit auch von Vorteil. Die Individuen einer Tierart sind den konkreten Umwelteinflüssen an einem ortsfesten Lebensraum nicht unterworfen, sie können fliehen.

Der pflanzliche, offene Organismus ist sehr viel freier und flexibler in der Gestaltbildung. Der genetische Einfluss ist während der Ontogenese sehr viel kleiner als bei den Tieren. Die langlebigen Pflanzen bauen sich unter permanenten Umwelteinfluss modular und mittels Aneinanderfügung von Grundelementen auf. Es besteht keine zentrale Steuerung der biologischen Prozesse. Das überlebensfähige Gesamtgefüge wird über die Interdependenz, das Aufeinanderwirken der Grundbausteine geregelt. Die Grundbausteine bleiben in gewisser Hinsicht eigenständig, während die Bildungsgewebe, die Meristeme, ihre embryonale Potenz nicht verlieren. Nur wenige differenzierte Zellen teilen sich erneut. Bäume haben die „Freiheit“, ihren Körper individuell an die konkreten Einflüsse und Gegebenheiten ihrer spezifischen, ortsfesten Umwelt anzupassen. Sie sind noch verbunden mit dem Urmilieu, dem Boden und dem Wasser, müssen es nicht mitnehmen; den Wuchsort müssen sie jedoch „aushalten“.

Pflanzen sind daher zeitlich wie räumlich prinzipiell in erster Hinsicht unendlich und unbegrenzt! Man vergegenwärtige sich die vegetative Vermehrung von Ausläuferpflanzen, oder denke an das Problem des Klonalters. So ist das Problem des Alterns und das der organischen Grenze eines Individuums ganz allgemein weitaus vielschichtiger bei den pflanzlichen Organismen als bei den Tierischen. Man ist bis heute im Unklaren darüber, ob es neben den Alterungsprozessen, welche durch die physiologischen Verhältnisse des Gesamtorganismus bedingt werden, noch ein Alter der Meristeme gibt, allein aufgrund der mitotischen Teilungen (nach Lyr, S.488 f./ nach Pfisterer, S.41).



Grafik oben: Lyr, Fiedler, Tranquillini, S. 491.

Schematische Darstellung der Jugend- und Altersphasen bei *Rosa canina*:

Am niedergelegten Muttertrieb entwickelt sich zunächst ein stark bestachelter (a), danach ein schwach bestachelter (b) und dann ein fast völlig stachelloser Jungtrieb (c).

Das jeweilige Alter der Orte an der Mutterachse setzt sich in den Neuaustrieben fort. Das Jugendmerkmal der Stacheligkeit (Fraßschutz) ist unabhängig des realen Alters determiniert (Cyclophysis).

Troll schreibt in der Einleitung zur vergleichenden Morphologie der Pflanzen:

„Die Pflanzen sind offene Systeme, ausgestattet mit Vegetationspunkten, an denen die Entwicklung theoretisch wenigstens niemals zum Abschluß gelangt. Ein Pflanzenembryo ist in die Embryonalorgane differenziert, Keimachse (Hypokotyl), Wurzelanlage und Keimblätter (Kotylodonen). Alles weitere wird sich erst nachträglich aus den weiterhin embryonal bleibenden Vegetationspunkten (Meristemen) entwickeln.“ (Troll S.26) Im Gegensatz dazu ist der tierische Embryo nahezu komplett differenziert.



**Literatur:**

Lyr, H., Schachler, G., Matschke, J. (1992):

Alterung und Lebensdauer- In Lyr, H., Fiedler, H.-J., Tranquilli, W. (eds.): Physiologie und Ökologie der Gehölze, Kap. 16 : 471-496. - Stuttgart.

Pfisterer, J. (1999):

Gehölzschnitt nach den Gesetzen der Natur. - Stuttgart

### 3. Die Baumverzweigung als hierarchisches System.

#### *Die Wirkungsweisen des Hormons Auxin:*

Der pflanzliche Baumorganismus ist also nicht so sehr ein abgeschlossenes Individuum, als vielmehr eine offene Gesellschaft von Zellen und Geweben, die alle, trotz gegenseitiger Konkurrenz um Licht oder Nährstoffe, miteinander auf ein Ganzes bezogen und vermittelt bleiben. Die Förderung der Spitze im Wachstum, vor allen anderen Achsen, ist die wesentlichste Baumeigenschaft. Sie wird hormonell gesteuert.

Unter den fünf Gruppen von Phytohormonen wurde zuerst, in der ersten Hälfte des zwanzigsten Jahrhunderts, das Auxin entdeckt und für die Spitzenförderung verantwortlich gemacht. Auxin wird in den wachsenden Knospen und Blättern produziert und ausschließlich basalwärts (basipetal) transportiert.

Das Hormon fördert die Zellteilung sowie die Zellstreckung, es kann aber auch hemmend wirken. Da es nur polar nach unten transportiert werden kann und währenddessen abgebaut wird, nimmt der Gehalt weiter unten ab. Allerdings sind die Wirkungsweisen der Hormone auch bei den Pflanzen in einer komplexen Weise miteinander vermittelt; insofern sind die älteren, relativ einfachen Darstellungen nur eingeschränkt von Gültigkeit. So interagieren meistens nicht nur die verschiedenen Hormone miteinander, sondern auch die Rezeptoren für die Weiterleitung der Wirkungen können auf unterschiedliche Empfindlichkeitsbereiche eingestellt sein.

#### *Apikaldominanz:*

Der an Kräutern entwickelten Begriff der Apikaldominanz beschreibt die Hemmung der Seitenverzweigung durch die Auxin produzierende Sproßspitze.

Die hemmende Wirkung des Auxins, direkt unterhalb der Spitze, könnte in der Konkurrenz um die Nährstoffe liegen, die durch den hohen Auxingehalt fast ausschließlich zur Spitze geleitet werden. Auxinreiches Gewebe bewirkt eine Anziehung der Närelemente.

Nach einer anderen Theorie bewirkt ein anderes Hormon, das Cytokinin aus den Wurzeln, erst das Streckungswachstum der Seitenachsen, wobei, wegen des antagonistischen Zusammenwirkens der beiden Hormone, dieses durch den hohen Auxingehalt unterhalb der Sproßspitze für die Seitentriebe verhindert wird. Das Auxin blockiert hier die Rezeption von Cytokinin. Bricht man die Auxin erzeugende Spitze ab, so treiben die Seitentriebe aus. Ist erst einmal Auxin produzierendes und wachsendes Gewebe der Seitenachsen vorhanden und das Gen für die Bildung des Rezeptors von Cytokinin aktiviert, so kann das Streckungswachstum in Gang gehalten werden. Nun wirkt das von den Seitensprossen gebildete Auxin für sie selber wachstumsfördernd (nach Brown / Zimmermann, S.21). Ein positiver Regelkreis.

Es für das Höhenwachstum eines Sproßes unerlässlich, das seine überzählig angelegten Seitenachsen die erste Zeit gehemmt bleiben. Würden sie ungehemmt austreiben, so wäre ein

weiteres Höhenwachstum verhindert, da die Achsen in Konkurrenz um die Nahrungsmittel stehen. Man denke an die Missbildung eines Hexenbesens.

Apikalkontrolle:

Der Begriff der Apikaldominanz beschränkt sich nur auf diese Hemmung der Seitentriebe an einem Jahrestrieb, im zweiten Jahr ist dieser Effekt teilweise nicht mehr vorhanden, es bleiben nur die schlafenden Knospen weiterhin gehemmt.

Der Begriff der Apikalkontrolle bezeichnet hingegen die Förderung der Baumspitze über die Jahrestriebe hinweg. Beide Begriffe beschreiben ähnliche Eigenschaften, beziehen sich aber auf Merkmale ganz unterschiedlicher Betrachtungsebenen. Sie können sich deswegen einander ausschließen! Deswegen schränkt Brown den Begriff der apikalen Dominanz für die Anwendung auf Bäume in seiner Gültigkeit ein und stellt ihn der Apikalkontrolle gegenüber:

Apikaldominanz auf der Ebene des Jahrestriebes versus Apikalkontrolle auf der Ebene des ganzen Baumes (nach Brown, Zimmermann, S.130 f.f. / Shigo, S.31).

Denn durch das rhythmische, gebundene Wachstum der Triebe, z.B. bei den ringporigen Gehölzen, kann gerade der, in der Seitenverzweigung stark gehemmte Jahrestrieb (starke Apikaldominanz) im nächsten Jahr durch die oben liegenden Seitenknospen im Austrieb übergipfelt werden. Der Stamm kann sich aufgabeln, es entsteht eine offene, kolonialisierte Krone ohne dominierende Terminale (schwache Apikalkontrolle). So werden von Brown die Kronenformen mit durchlaufendem Stamm (excurrent), von den aufgegabelten, offenen unterschieden (decurent).

Wenn also des Weiteren von der Spitzenförderung gesprochen wird, so bezieht es sich auf die allgemeinen Eigenschaften der Apikalkontrolle und meint nicht die speziellen Wirkungsweisen der apikalen Dominanz.

*Die Versuche von Münch 1938:*

Folgendes sind nun die Wirkungsweisen der apikalen Kontrolle

Die für einen Baum so wichtige Entwicklung eines Stammes aus der ökologischen Notwendigkeit in der Waldkonkurrenz stellt eine beachtliche Anpassung an ein Wachstum entgegen den Begrenzungen der Schwerkraft dar!

Die Auxin vermittelten Wachstumseigenschaft von Bäumen wurden von Münch in Versuchen bewiesen. Durch Entknospung, Entlaubung oder durch Ringelung wurden die Abweichungen im Wuchs sichtbar, insofern ja die Bildungsorte von Auxin an der Spitze entfernt oder seine Transportwege unterbrochen wurden.

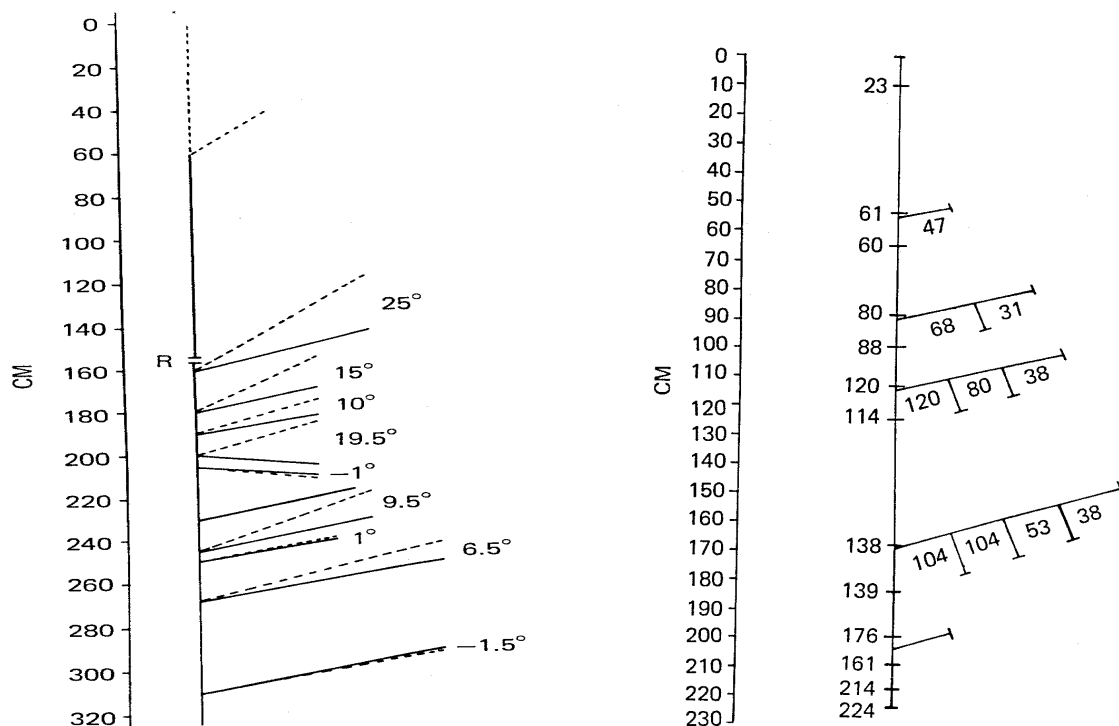
Münch beschrieb 1938 den Baumwuchs mit dem Terminus der Harmonie der Baumgestalt (nach Brown, Zimmermann, S.145 f.f. und Bartels, S.270).

Die genetisch, nach Baumarten unterschiedlich stark ausgeprägte Hierarchie in der Gestalt betrifft

auch das Verhältnis von Achsen und den Winkeln der Seitenverzweigung. Die Äste eines Baumes werden in einer genetisch festgelegten Weise von zwei gegensätzlichen Tendenzen in eine schräge Position gehalten (Plagiotropie).

Neben der im Sproß grundsätzlichen Tendenz des Aufrichtens durch den negativen Geotropismus, wird die niederdrückende, epinastische Tendenz, für die Seitenzweige durch die Auxin produzierende Terminale gesteuert.

Wahrscheinlich kommt es auf der Astoberseite zu einem Auxinstau, da dort beide polare Ströme von Ast und Stamm gegeneinander gerichtet sind, während auf der Astunterseite beide polaren Ströme dieselbe Richtung haben. Über diese Differenzen kann das Wachstum dann gesteuert werden (nach Brown / Zimmermann, S.152).



Grafik rechts: Korrelation von Längen und Dickenwachstum bei einer Entknospung. Die Zahlen geben die Prozentzahlen des veränderten Dickenwachstumes verglichen zum ungestörten Wachstum an. Baum: junge *Pinus Strobus*. Zimmermann, Brown, S.146.

Grafik links: Veränderte aufrecht wachsende Astwinkeln nach einer Ringelung. R ist die Ringelung. Baum: junge *Picea abies*. Aus Zimmermann, Brown, S.151.

Münch hat weiterhin festgestellt, daß es eine Korrelation zwischen Längen und Dickenwachstum gibt. Auch hier wird eine Begünstigung der Spitzenbereiche bewirkt. Wird der Auxinstrom oben durch Entknospung verringert, verdickt sich der Stamm eher unten als oben, der Baum wächst abholziger. Das Wachstum des Cambiums richtet sich dann nach den kürzesten Wegen. Die verbleibenden Blätter beliefern es un gelenkt, dem Zwang des Auxin produzierenden Knospen an der Spitze nicht ausgesetzt.

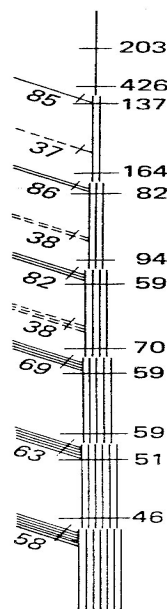
*Die hydraulische Architektur:*

Die Spitzenförderung innerhalb des hierarchisch verzweigten Systems der Sproßgesellschaft Baum, drückt sich auch in den anatomischen und physiologischen Verhältnissen des Gefäßsystemes aus. Auf dieser Ebene beschreibt es die hydraulische Architektur:

Um die notwendigen erhöhten Saugspannungen in der Höhe zu kompensieren, ist der Leitungsquerschnitt für die Wasserversorgung in der Spitze pro Blattmasse um das zehnfache höher als am Stammfuß.

Dieses ergibt sich aus den sogenannten Huberwerten (nach Zimmermann S.182, nach Pfisterer, S.67)

Der Begriff der hydraulischen Architektur beschreibt weiterhin die Strukturen der Förderung und Hemmung von Seitenästen gegenüber dem Stamm, anhand der verengten Leitungsquerschnitte für die Wasserversorgung an den Astansatzstellen.



*Grafik: aus Zimmermann, Brown, S. 182:*

*Die Querschnitte des wasserleitenden Holzes von Stamm und Ästen einer jungen Tanne. Die Zahlen geben die Quadratmillimeter pro Gramm zu versorgender Nadeln an (nach Huber 1928).*

Der geringste Leitungsquerschnitt liegen auch hier an den Astansatzstellen, so dass die jeweilige Astspitze im Vorteil ist. Zudem kommt das die gebogenen und verwobenen Gewebe von Ast und Stamm, nach den jeweiligen Wuchsleistungen für den Ast jährlich neu ins Verhältnis gesetzt werden. So wird der Schwache weiter geschwächt, der Starke gefördert; ein positiver Regelkreis.

**Literatur:**

Strasburger, E. (Begr.), (1983) :

Lehrbuch der Botanik für Hochschulen, 32. Aufl., neubearbeitet von Denffer, D., Ziegler, H., Ehrendorfer, F., Bresinsky, A. - Stuttgart, New York.

Zimmermann, M.H. and Brown C.L. (1974) :

Trees structure and function. 2. Aufl. - New York / Heidelberg / Berlin.

Shigo, A. (1994) :

Moderne Baumpflege. - Braunschweig.

Bartels, H., (1993) :

Gehölkunde : Einführung in die Dendrologie .- Stuttgart

Troll, W. (1937) :

Vergleichende Morphologie der höheren Pflanzen. Bd. 1,1: Vegetationsorgane. Berlin.

#### **4. Die Architekturmodelle der Halle'schen Schule**

Es sollen im folgenden die Grundlagen der von Halle und Oldeman aufgestellten Architekturmodelle skizziert werden.

Die Autoren schufen 24 Modelle des elementaren Baumwachstums, um die Fülle der verschiedenen Bäume in den tropischen Regenwäldern nicht nur taxonomisch nach ihren Verwandtschaftsverhältnissen zu ordnen, sondern sie auch nach der jeweiligen Gestalt in ein Klassifikationssystem bringen zu können.

Die tropischen Bäume werden dabei nicht mehr als Sonderfall der, an der europäischen Flora erwachsenen, morphologischen Grundvorstellungen betrachtet, sondern bieten, umgekehrt, den Ausgangspunkt für ein universelles, weltweit gültiges, morphologisches System für das Baumwachstum. Der in den winterkalten Klimazonen herrschende Selektionsdruck setzt die heimische Flora als Ausgangspunkt für ein universelles morphologisches System zurück. Denn, verglichen mit der Vielfalt der Wuchsformen der Bäume im Tropenwald, haben sich hier nur aus relativ wenigen Pflanzenfamilien Gehölze anpassen können.

Auch hier mußte ein Eurozentrismus in den Kategorien des Wissens überwunden werden.

Nichtsdestotrotz, oder vielmehr weil sie diesen Ausgangspunkt haben:

*Diese Architekturmodelle beziehen sich zuallererst auf die Gestalten und Wachstumsvorgänge von tropischen Bäumen!*

Als Grundlage für eine Strukturanalyse der temperaten Bäume büßen sie deswegen an Gehalt ein. Die Arbeiten von Halle und Oldeman lenken allerdings verstärkt den Blick der Morphologen über die Einzelphänomene der Baumkrone hinaus zu den strukturellen Gegebenheiten des ganzen Baumes

##### **4.1 Die deterministische Architektur, das Initialmodell**

Unter einem Architekturmodell verstehen die Autoren den genetisch festgelegten Bauplan der Pflanze, gewissermaßen ihre Blaupause für ihre anfängliche Gestalt

*Dabei ist nicht eine fertige Struktur gemeint, sondern der ganze Prozeß des anfänglichen Wachstums!*

Insofern ist der Begriff dynamisch!

Die Architekturmodelle beschreiben also sozusagen die Mittel und Verfahren des pflanzlichen Organismus, um eine bestimmte initiale Struktur zu erzeugen.

Definition:

Für die Definition eines Modells ziehen sie verschiedene Organisations- und Konstruktionsmerkmale heran:

1. Es sind dieses die Sproßverkettung: Sympodium versus Monopodium,
2. die Raumlage der Seitenachsen: Ortotropie versus Plagiotropie,
3. sowie die Entwicklungsdynamik: rhythmische oder kontinuierliche Entfaltung (nach Gleissner, S.76)
4. die Chronologie der Sproßentstehung (nach H.O.T.,S.81).

*Die Modelle sind also durch Zusammenstellung ganz verschiedener morphologischer und physiologischer Faktoren definiert.*

Dabei wurde auf manche Unterscheidungen verzichtet, wie z.B. auf die Reversibilität oder Irreversibilität der Plagiotropie eines Seitenastes (es wird nur die determinierte Variante des horizontalen Astwuchses gewertet, Topophysis).

Keine Berücksichtigung finden auch die Unterscheidungen von Langtrieb zu Kurztrieb oder Syllepsis versus Prolepsis, sowie das sekundäre Dickenwachstum (nach Bell, S.288/ nach H.O.T., S.81).

Die Auswahl der Kriterien für die Abgrenzung der Modelle zueinander ist dabei relativ willkürlich, sie könnte auch anders sein (nach Bell, S.288). Die 23 Modelle werden nach den Namen von Botanikern benannt:

So definiert sich das bei uns häufig vorzufindende *Modell Rauh* (z.B. bei der Eiche) durch monopodiale Sproßverkettung, rhythmisch wachsend, Seitenachsen ortotrop ausgerichtet (d.h. die Seitenäste sind nicht zur Plagiotropie determiniert, ihre Stellung wird nur durch die hormonellen Mechanismen innerhalb des Gesamtorganismus waagrecht gehalten).

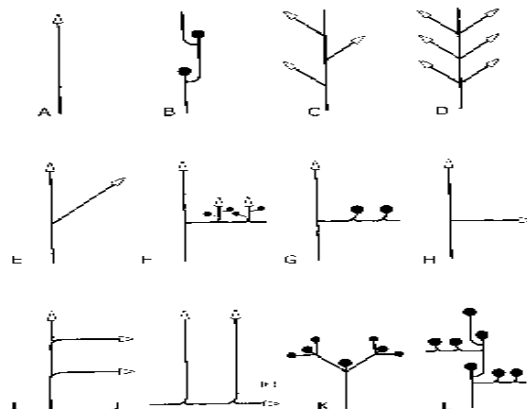
Ununterschieden bleibt hier das vornehmlich proleptische Austreiben der Seitenachsen bei den temperaten Bäumen, von dem häufigen sylleptischen Austreiben bei den Tropenbäumen des Modells Rauh.

Das bei uns ebenfalls oft anzutreffende *Modell Troll* (z.B. bei der Buche) definiert sich hauptsächlich über die Chronologie der Sproßbildung. Die Hauptachse und die Äste sind zunächst plagiotrop, wobei die Hauptachse sich dann nachträglich aufrichtet um den Stamm zu bilden. Ununterschieden bleibt hier die Art der Sproßverkettung: Sympodium - Monopodium!



Somit wird das Verhältnis der Modelle zueinander ebenso durch ganz verschiedene Kriterien ihrer Definition geregelt :

1. Nur bezüglich der Raumlage der Seitenachsen, aufrecht oder waagrecht, unterscheiden sich z.B. die Modelle Rauh und Massart, die übrigen Merkmale sind identisch.
2. Nur hinsichtlich der Chronologie der Sproßentfaltung, sich nachträglich aufrichtend oder nicht, sind die Modelle Troll und Champagnat zu unterscheiden.
3. In der Entwicklungsdynamik, kontinuierlich oder rhythmisch wachsend, unterscheiden sich: Attims zu Rauh, Roux zu Massart, Stone zu Scarrone, die übrigen Merkmale sind jeweils wieder identisch.
4. Über die Sproßverkettung der Seitenachsen, monopodial oder sympodial verkettet, unterscheiden sich: Rauh und Scarrone und
5. Ausschließlich über die Determination der Meristeme, endständig blühend oder weiter wachsend, sind die Modelle Fagerlind und Aubervill voneinander zu unterscheiden, alle übrigen Merkmale sind identisch.



Grafik.: Bell S. 289

Die Modelle unterscheiden sich voneinander durch das Vorhandensein eines oder mehrerer der folgenden Merkmale:

Mit schwarzer Kugel: determiniertes Wachstum, mit Pfeil: indeterminiertes Wachstum

- A. Stamm monopodial
- B. Stamm sympodial
- C. Stamm ununterbrochen wachsend
- D. Stamm rhythmisch wachsend
- E. Zweige orthotrop
- F. Zweige sympodial, plagiotrop und sympodiale Einheiten indeterminiert
- G. Zweige sympodial, plagiotrop und sympodiale Einheiten determiniert
- H. Zweige monopodial, plagiotrop, aber nicht durch Hinzufügung
- I. Krümmung der Achsen
- J. Aufrichtung der Achsen
- K. Bildung sympodiale Einheiten eines Typs
- L. Bildung sympodiale Einheiten verschiedener Typen

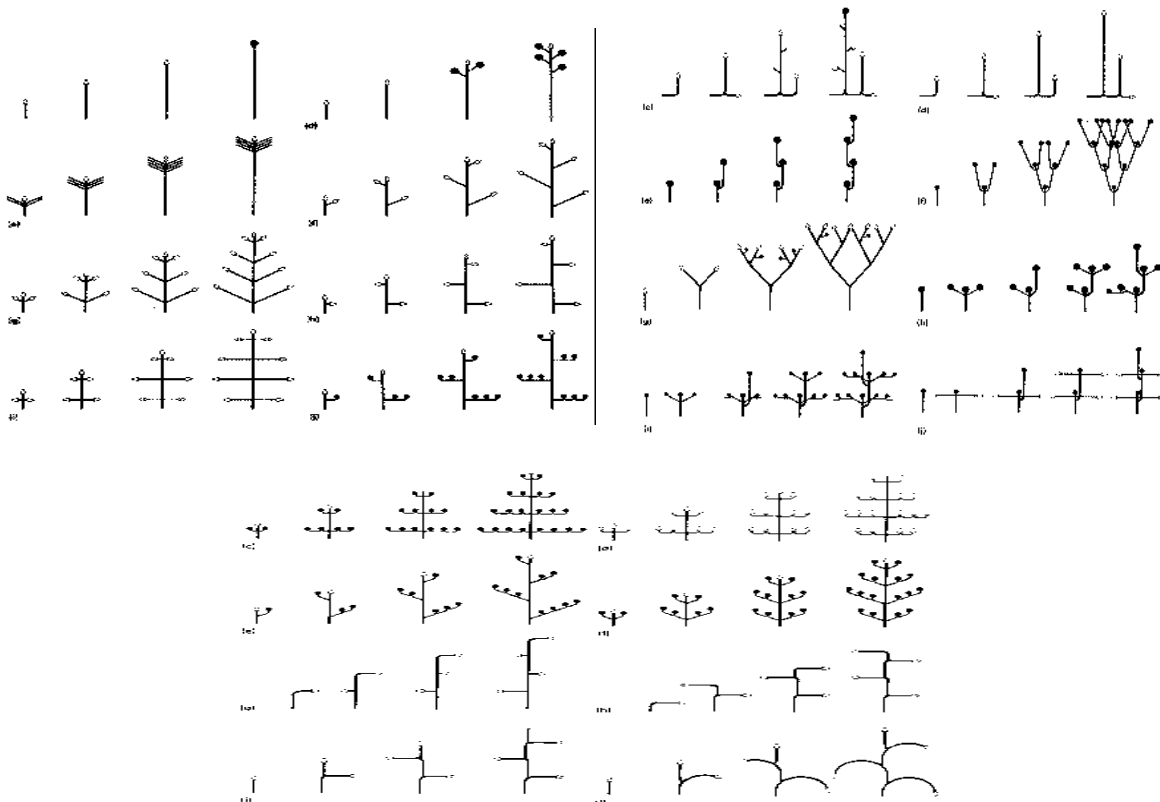
Bedingungen der Gültigkeit:

Wenn hier von genetisch festgelegtem Bauplan gesprochen wird, so fällt der Widerspruch zur oben gegebenen Charakterisierung der Pflanze als ein offener Organismus auf. Dieser wird beseitigt, wenn man berücksichtigt in welchem Sinne und zu welchem Zweck die Autoren die Modelle entwickelten:

Die Modelle beschreiben die idealen Entwicklungen der Initialstruktur eines juvenilen Baumes. Es wird davon die opportunistische Architektur unterschieden, die den eigentlichen, an die Umwelt angepaßten adulten Baum beschreibt. Es sind also die ersten Äußerungen von Strukturen die unter idealen Wachstumsbedingungen entstanden sind, unbeeinflusst von Temperaturschwankung, Jahreszeit, Verletzung, Nährstoffmangel etc.:

*Die Physiognomie sowie die Größe der Pflanze werden durch die Modelle nicht beschrieben (nach H.O.T., S.75)*

Die 24 theoretischen Architekturmodelle:



*Grafiken: Bell, S. 291-295: 24 Architekturmodellen als theoretisches dynamisches Schema.*

Die Autoren unterscheiden also das Architekturmodell ausdrücklich vom Habitus!

Diesen von exogenen Einflüssen möglichst unberührten Lebensraum findet man nur in den tropischen Regenwäldern, wo die endogenen Wachstumsrhythmen durch die Jahreszeiten nicht überlagert werden.

Des Weiteren sind in den Tropen weitaus mehr Arten einer Pflanzenfamilie baumförmig. Die Vegetation ist dort sozusagen arboreszen, während der Anpassungsdruck des Jahreszeitenklimas dafür sorgt, dass die meisten der dikotyloiden Gewächse bei uns krautartig sind (nach H.O.T., S.6).

Die Architekturmodelle haben also, wie oben schon angedeutet, die Funktion in diese unüberschaubare Mannigfaltigkeit der tropischen Baumgewächse eine Klassifizierung nach morphologischen Gesichtspunkten zu bringen.

*Die Autoren beschreiben die Modelle also unter den Voraussetzungen:*

1. der Artenvielfalt,
2. des unbeeinflussten Wachstums und meinen
3. das strukturelle Initialstadium der Pflanze.
4. Nicht zuletzt sind die Modelle als Verallgemeinerungen oder Häufungen (semantic plegs) innerhalb eines Kontinuums von Strukturen gedacht, der einzelne Tropenbaumkeimling kann mehr oder weniger einem Modell entsprechen (H.O.T., S.76/ Bell, S.296).

#### **4.2. Die opportunistische Architektur und die adaptive Reiteration**

*Ein ausgewachsener Tropenbaum entspricht nur in den aller seltensten Fällen seinem Initialmodell (nach H.O.T., S.278)!*

Der Begriff der opportunistischen Architektur beschreibt die Anpassung des Baumes nach seiner Keimung und Initialphase an die veränderlichen Umweltbedingungen, die sich schon zwangsläufig durch das Erreichen einer bestimmten Höhe und Kronenschicht im dichten tropischen Waldbestand ergeben wird. Neben diesen Veränderungen der Lichtverhältnisse allein durch das Emporheben des Blattwerkes, sind die plötzlichen Prozesse des natürlichen Umtriebes für eine Veränderung des Energieniveaus zu nennen. So kann die kleine Baumpflanze am dunklen Waldboden durch herabstürzende Bäume und Kronenstücke Teile ihrer Struktur verlieren. Sie kann sich aber auch über den erhöhten Lichtgenuß freuen, der nun durch die Lücke im Kronendach ermöglicht wird.

Diese Geschehnisse haben nun zur Folge, daß sich neue Triebe entfalten können, die vom Architekturmodell nicht zu erwarten wären. Neben den Meristemen, die sich mit ihren Organen als Initialmodell zeigen, können sich die, von Anfang an angelegten, schlafenden Knospen zu Proventivtrieben entfalten.

Des Weiteren können sich neue Bildungsgewebe differenzieren, es entfalten sich daraus die Adventivtriebe.

Diese Prozesse beschreibt der Begriff der Reiteration.

*Der Begriff der Reiteration beschreibt jedoch neben der Fähigkeit die ursprüngliche, beschädigte Struktur wiederherzustellen, einen morphogenetischen Prozeß der zusätzlichen Entstehung von Verzweigungsstrukturen!*

Damit ist der Begriff weiter gefasst als der der Regeneration (nach H.O.T., S.272)

Die Autoren unterscheiden deswegen die traumatische Reiteration, die den Prozeß der Regeneration bei Verwundung beschreibt, von der adaptiven Reiteration, die die adulte, ausgewachsene Tropenbaumkrone aufbaut.

So wird für den Aufbau eines tropischen Baumes bei der Verzweigung unterschieden zwischen:

1. einem initialen Komplex, der sich fortlaufend (sequentiell) entwickelt und
2. einem reiterativen Komplex, der sich hinzukommend, nachträglich von der Entstehungsachse, verzweigt.

Der initial Komplex entspricht dem Architekturmodell, wobei die fortlaufende Seitenverzweigung gleichzeitig oder erst in der nächsten Wachstumsperiode entstehen kann (Syllepsis / Prolepsis).

Dagegen sind die vom Architekturmodell räumlich wie zeitlich nicht zu erwartenden reiterativen Verzweigungen mit diesen initialen Vorgängen nicht synchronisiert.

Innerhalb eines reiterativen Komplexes findet wiederum die sequentielle Verzweigung statt (nach H.O.T., S.272,275).

Der ausgewachsene Regenwaldbaum besteht also im Idealfall aus dem einachsigen, monocormischen Stamm, auf dem die vielachsige, polycormische Krone sitzt. Die Krone baut sich gänzlich aus den immer kleiner werdenden Subsystemen; segmentiert in die fortlaufend minimalisierten Wiederholungen des Initialmodelles, durch die adaptive Reiteration (nach H.O.T. S.277).

Bei einigen Tropenbäumen zeigt sich deutlich diese Asynchronizität in den Wachstumsrythmen der verschiedenen Subsystemen. Der eine Komplex kann blühen, während der andere gerade das Laub abwirft, wieder ein anderer Teil der Krone bekommt dabei gerade seine Blätter.

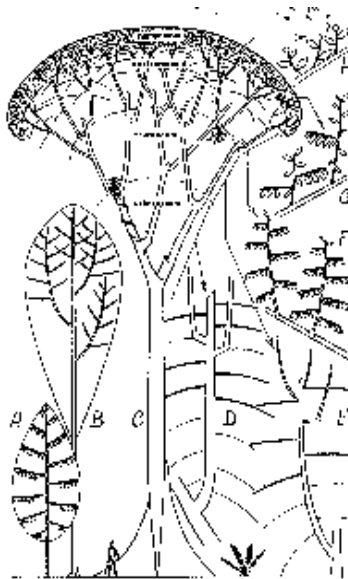


Abbildung rechts: Die Tropenbaumkrone, aufgebaut aus den immer kleiner werdenden Wiederholungen des Initialmodelles durch die adaptive Reiteration.

A. Das Initialmodell

B. Die ersten reiterativen Komplexe an einem jungen Baum

C. Der alte Baum

G Verschiedene Größenebenen der Reiteration

(Aus HTO)

#### **4.3. Die Erweiterung des Modellkonzeptes durch Edelin**

In den nachfolgenden Kapiteln soll noch kritisch auf die Anwendungsmöglichkeiten der Architekturmodelle für unsere temperaten Bäume eingegangen werden. Doch zunächst seien die Veränderungen innerhalb der Halle'schen Schule durch Edelin kurz angerissen.

Diese Konzeption des Initialmodells und der adaptiven Reiteration wurde angesichts der großen Plastizität im Wuchs vieler Tropenbäume als zu statisch angesehen. Edelin wollte die ökologischen Komponenten in der Anpassung der Verzweigungsstruktur an die veränderlichen Umweltbedingungen stärker berücksichtigen.

*Die Bäume können weitaus flexibler zwischen verschiedenen Modellen wechseln.*

So zeigt z.B. ein frei stehender Arbutus das Modell. Leeuwenberg, wären der im Bestand groß gewordene sich im Modell Scarrone zeigt (nach Bell, S.296).

Außerdem reicht das Konzept der Reiteration als bloße verkleinerte Wiederholung des einen Initialmodells nicht aus, um die Flexibilität in der Kronenbildung darzustellen.

Die Autoren um Halle führen nur wenige Beispiele für einen Modellwechsel an (nach H.O.T., S.272).

Gesetz den Fall, man wende die Modelle auf unsere adulten Bäume an und beobachtet z.B. die Entwicklung eines Bergahornes, so kann man, durch das endständige Blühen, einen Modellwechsel von Rauh zu Scarrone zu Leeuwenberg feststellen.

Außerdem, wenn nun an einem solchen blühenden Zweig eine traumatische Reiteration auftaucht, so zeigt sie sich in der juvenilen Form.

*Durch diesen Formenwandel kann dann sogar das Bestehen einer Reiteration angezeigt werden:* "Reversion to the juvenil condition can be one of the best indications of reiteration" (nach H.O.T., S.275).

Es stellt also durchaus keine Ausnahme da, daß ein Modellwechsel während der verschiedenen Lebensphasen eines Baumes stattfinden kann (nach Bell, S.296 / nach Gleissner, PHP 6, S.76)! Durch diese Veränderungen lassen sich sogar die verschiedenen Lebensphasen der Bäume gegeneinander abgrenzen.

Um diese zeitlichen, teils diskontinuierlichen Umgestaltungen beschreiben zu können, erweitert Edelin das Konzept der Architekturmodelle

Die Modelle, sowie der Begriff der Reiteration, haben sich auch im Vokabular der Baumpfleger eingebürgert. Es soll nun kritisch auf diese Adaption aus der "Tropenbotanik" eingegangen werden.

Auf zwei Autoren soll dabei insbesondere zurückgegriffen werden.

Peter Gleissner hat sich in seinen Untersuchungen über die Verzweigungsmuster unserer Laubbäume kritisch mit der Hallischen Schule auseinander gesetzt und Jochen A. Pfisterer versucht in seinem Buch, "Gehölzschnitt nach den Gesetzen der Natur" die Modelle für die Baumpflegepraxis nutzbar zu machen. Zunächst aber Roloff und vor allendingen Gleissner, dessen Untersuchungen in der Tradition der vergleichenden Morphologie Trolls zeigen, wie man ohne die Verwendung der Architekturmodelle die Baumverzweigung äußerst exakt beschreiben kann.

**Literatur:**

Das Verzweigungsmuster ausgewählter Laubbaumarten und seine Veränderung durch nicht-pathogene Schädigungen. Frankfurt. (PHF 6: Palmarum Hortus Francofurtensis 6, 1998)

Halle, F., Oldeman, R., A., A., Tomlinson, P., B., (1978) :

Tropical trees and forests. An architectural analysis. Berlin.

Bell, A. (1994):

Illustrierte Morphologie der Blütenpflanzen. - Stuttgart

## 5. Die Metamorphose der Zuwachseinheit

Die Untersuchungen Roloffs und Gleissners haben eine ganz andere Ausrichtung.

Es gilt nicht ein Klassifikationsschema für die arboreszente Tropenfauna zu entwerfen, sondern, ausgehend von den Problemen der Waldschädigung in den Industrieländern, eine morphologische Methode zur Schadensbeurteilung zu erarbeiten.

Roloff wie Gleissner untersuchen die Baumgestalt über die Metamorphose der Zuwachseinheit. Während, wie oben dargestellt, Edelin auf der Ebene der Verzweigungskomplexe die altersbedingten Umbildungen in der Baumkrone zu fassen versucht, bleiben Roloff wie Gleissner auf der Ebene der Zuwachseinheit.

Die Zuwachseinheit wird als der sich wiederholende Baustein verstanden, aus dem sich auch schon die Architekturmodelle zusammensetzen ("unit of extension", "module").

### 5.1. Roloff, das Phasenmodell des Triebwachstums

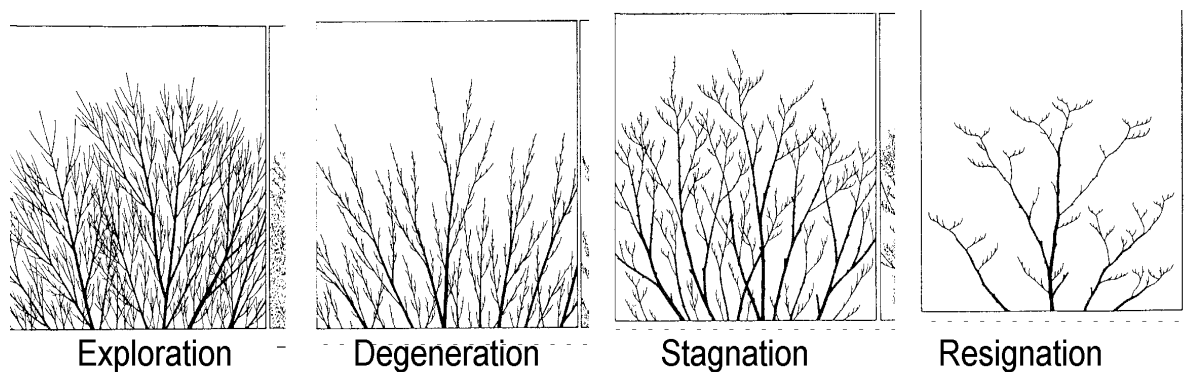
Die Arbeiten Roloffs nehmen ihren Ausgang in den Untersuchungen über die Buche, den im heimischen Nutzwald wohl am häufigsten angebauten Laubbaum. Insofern sind die Aussagen Roloffs ziemlich "buchenspezifisch".

Bei Roloff wird die Zuwachseinheit über die Triebbasisnarbe begrenzt. Es ist bei der Buche der Bereich gestauchter Internodien mit den Narben der Knospenschuppen, also identisch mit dem Jahrestrieb, die Johannistriebe mit eingeschlossen (nach Roloff S.299).

Roloff misst nun bei Buchen zunehmenden Alters und abnehmender Vitalität, die Verringerung der Triebblängen und untersucht darüber, die sich bildenden, unterschiedlichen Verzweigungsstrukturen.

So unterscheidet er vier Lebensphasen der Luftraumeroberung an Buchen, wobei eine Schädigung sich dann als vorgezogenes Altern ausdrücken soll (nach Roloff, S. 301)

Dieses Modell überträgt Roloff dann auf andere Bäume.



Grafik: Roloff, *Jahrbuch der Baumpflege* 1998 S. 149



*Das Phasenmodell des Triebwachstums, untergliedert in:*

- *Exploration: (Luftraumeroberung, offensive Ausbreitung)*  
Die gesunde, noch in die Höhe wachsende Buche verzweigt sich im Wipfel allseitig durch Langtriebe.  
Die akroton geförderten Seitenzweige füllen den Raum zwischen den Leittrieben noch aus.  
Die Kronenrandfläche ist noch harmonisch geschlossen.
- *Degeneration: (Die erobernde Wuchsleistung der füllenden Feinverzweigung degeneriert)*  
Bei mittlerer Vitalität oder zunehmenden Alter ergeben sich spießartige Strukturen, die aus der Kronenmantelfläche herausragen.  
Diese kommen durch die zunehmende Minimalisierung der Seitenverzweigung zu Kurztrieben zustande.
- *Stagnation: (Die Kronen-Ausbreitung der Vergangenheit stagniert insgesamt)*  
Werden bei weiterer Schädigung oder Vergreisung auch die Leittriebe zu Kurztrieben, ergeben sich pinselartige Strukturen.
- *Resignation: (Die Krone wird kleiner, stirbt zurück)*  
Die Kurztriebketten (Krallentriebe) brechen zusehends ab.  
Sogar die Leittriebe stellen in dieser Phase das Wachstum ein, so dass sich die Krone gänzlich auflöst; der Baum stirbt ab.

## **5.2. Gleissner, der Formenwandel der Zuwachseinheit**

Gleissner führt diesen Ansatz fort. Er erweitert und präzisiert die Untersuchung über den Formenwandel der Zuwachseinheit enorm, insofern er alle morphologischen Verhältnisse, mitsamt des Blühens, daran exakt beschreibt und eben nicht nur die Längen misst.

Dadurch können die ganz unterschiedlichen Altersverzweigungen und Strategien der verschiedenen Bäume sichtbar werden, auf eine Schädigung zu reagieren.

Die Schädigung ist auch strukturell nicht unbedingt mit einer vorgezogenen Seneszenz identisch.

### 5.2.1 Fixierung der Zuwachseinheit

Gleissner fixiert die Zuwachseinheit nicht nur über die Triebbasisnarben, sondern durch sieben sich wiederholende Merkmale:

1. Internodienkurve
2. serielle Förderung,
3. Heterophyllie,
4. Aktivität der Achselmeristeme
5. Blütenverteilung,
6. sowie Lebenserwartung und
7. Austriebszeitpunkt der Seitenachsenbezogen auf den Förderungsgradienten

(Gleissner, PHF 6, S.11).

*Alle diese Merkmale zeigen durch ihre Wiederholung die Zuwachseinheit an.*

Diese ist aber nicht mit dem Jahrestrieb identisch, denn an den Johannistrieben können sich, je nach Zeitpunkt ihrer Anlegung, diese Merkmale ebenso wiederholen, so das sie als eigene Zuwachseinheiten gelten können.

### 5.2.2. Die Metamorphose der Zuwachseinheit

Die Zuwachseinheit bildet nun für einen artübergreifenden, aber vor allen dingen zeitübergreifenden Vergleich der Baumstrukturen den *Typus im* Sinne der vergleichenden Morphologie.

*Dazu Gleissner:*

"Um die Kronenform zu verstehen (...) kann man entweder die Entwicklung abwarten- was zu lange Zeit in Anspruch nehmen würde- oder Momentaufnahmen einzelner Sproßkomplexe zu verschiedenen Zeitpunkten innerhalb des Lebenskontinuums miteinander vergleichen.

Die Beweisführung beruht auf dem Kriterium der Reihenhomologie oder Homonomie, worunter die Ähnlichkeit der aufeinander folgenden Teile oder Organe des gleichen Systems zu verstehen ist"

(Gleissner/ Froebe, AMA 29, S.185).

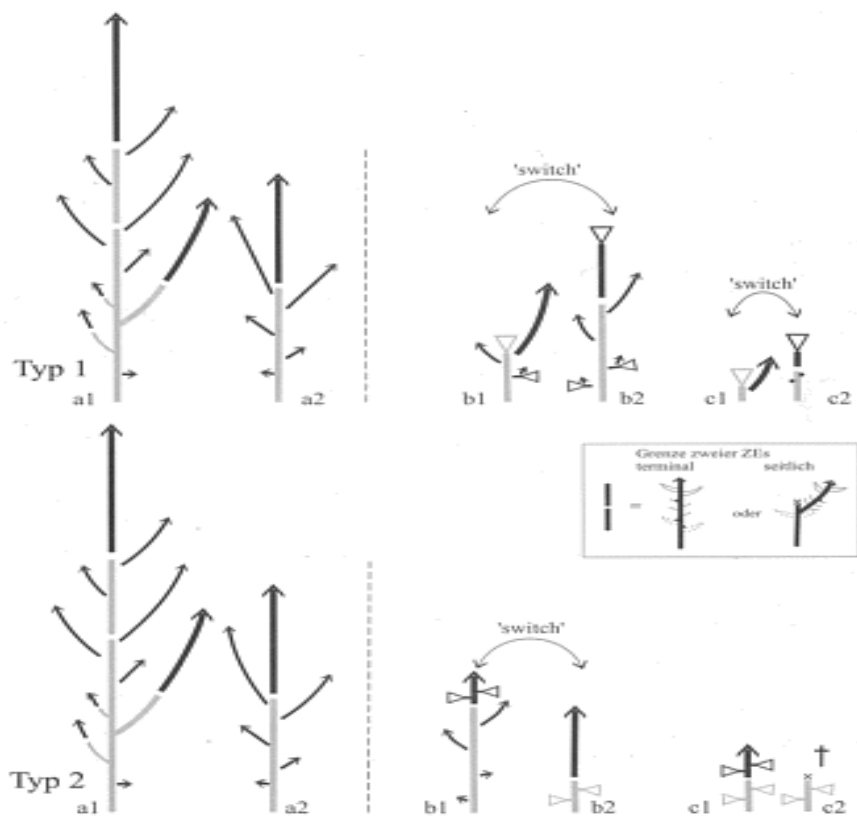
Die Metamorphose der Zuwachseiheit unterliegt nun folgenden fünf elementaren Formbildungsprozessen:

1. Mehrfachbildung (z.B. Johannistriebe),
2. Interferenz von Mustern (z.B. Mesotonie bei Syllepsis gegenüber dem üblichen akrotonen Förderungsmuster bei verzögert, proleptischer Seitenverzweigung, oder wenn die seitliche Fortsetzung bei endständiger Blüte die übliche Förderung der Seitenachsen überlagert)
3. Längenreduktion,
4. Reduktion der seriellen Förderung
5. Verdrängung der vegetativen durch reproduktive Knospen

Die Beobachtung einer fortschreitenden Minimalisierung über die Abwandlung in den fünf Merkmalskomplexen, ersetzt und verfeinert die Zuwachslängenmessung Roloffs.

So Gleissner: "Diese fünf Prozesse zusammen ergeben mit fortschreitendem Alter eine starke Reduktion der Zuwachseinheit, reproduktive Programmelemente vergrößern ihren relativen Anteil. Dieser Umbau wird bis in die Kronenstruktur hinein sichtbar". (Gleissner, PHF 6, S.73)

Berücksichtigt man die sekundären Prozesse der Zweigablösung, und ihm entgegengesetzt, den der seneszenten Reiteration, so kann man, über die homonomen Reihen der abgewandelten Triebabschnitte, tatsächlich den Baum im ganzen nachträglich rekonstruieren; (man denke wie Troll Wiegand zitiert s.o.).



Grafik letzte Seite: Gleissner, PHF 6, S.73

Die Abbildung rechts zeigt ein generalisiertes Metamorphosemodell der Zuwachseinheit durch veränderliche Abstimmung von fünf Formbildungsprozessen.

Typ 1 mit terminaler Infloreszenz

Typ 2 mit proximalen Infloreszenztrieben

A. Juvenilität- Jugendphase

B. Maturität- Blühalter

C. Senilität- Altersphase

### **5.2.3. Die drei Formkategorien im Hinblick auf die Bedeutung der Sproßverkettung für den Baumhabitus**

Gleissner unterscheidet für die morphologische Erfassung des ganzen Baumes drei Gestaltungsprogramme:

Er stellt das strukturbildende Organisationsprogramm dem funktionalen Raumbildungsprogramm gegenüber.

Das dritte Programm umfaßt die Prozesse des fortlaufenden Formenwandels.

Als sekundär fast er die Ablösevorgänge sowie die seneszente Reiteration. (Gleissner / Feoebé, AMA 29, S.185). Diese Prozesse korrelieren nun wieder mit den Merkmalen in den drei Kategorien.

D.h.: Der Blick auf die sich wandelnde Zuwachseinheit wird geleitet durch die Anwendung dreier Formkategorien, der selbe morphologische Sachverhalt kann betrachtet werden:

1. hinsichtlich der *Organisation* der Organe
  2. ihrer *Konstruktion* im Raum, sowie
  3. bezüglich ihrer *Variation*
- Innerhalb der ersten Kategorie wird die genetisch festgelegte, strukturelle Abfolge der Organe beschrieben,
  - durch die zweite ihre funktionelle Anordnung im Raum,
  - über die dritte wird die fortlaufende Veränderung (Metamorphose) in der Struktur dargestellt (nach Gleissner, PHF 6, S.10).

In die Definition der Architekturmodelle fließen, wie gesagt, un-unterschiedene Kriterien des *Bauplanes* sowie der *Raumlage* mit ein!

Die Verknüpfung der vorgefundenen Merkmale geschieht bei Gleissner nicht zum Zwecke einer morphologischen Klassifizierung, sondern zum Zwecke des exakten Vergleiches von Wachstumsstrategien über verschiedene Altersstadien und Arten hinweg!

Insofern ist auch die Vollständigkeit der Merkmale und ihre Verknüpfung innerhalb der drei Formkategorien von *Wichtigkeit*. Denn bei den verschiedenen Merkmalen greifen das Organisationsprogramm und das Raumlageprogramm unterschiedlich ineinander:

1. So korreliert z.B. der Raumlage abhängige, serielle Ablaufwinkel mit der Bauplan bedingten, akrotonen Förderung (nach Gleissner / Froebe, AMA 29, S.185 f.)
2. Auch die sekundären Prozesse des Zweigabsprunges oder der Reiteration sind mit der serialen Förderung verknüpft. So springen am häufigsten die kleinen basitonen Seitentriebe ab, wobei vornehmlich dort sich dann die Reiterationen bilden.

Andererseits werden bestimmte Betrachtungen ausschließlich von nur einer Formkategorie geleitet:

1. So ist z.B. die Raumlage für die Erfassung der Gestaltenwandlung der Zuwachseinheit nicht so relevant und
2. umgekehrt ist für die Betrachtung der Gerüstbildung und Segmentierung in der Krone das Organisationsmerkmal der Sprossverkettung unbedeutend.

Auf die Gerüstbildung bezogen bedeutet die Anwendung dieser Formkategorien aber:

*„Es ist ganz unwesentlich, ob ein Sproßabschnitt seitlich, sympodial oder monopodial an der Spitze fortgesetzt wird. Innerhalb des genetisch festgesetzten Spielraumes, des für die Art typischen Habitus entscheidet allein die letztendliche Raumorientierung der konkurrierenden Sprosse über die Gestalt.“*

(Gleissner, PHF 6, S.14 / 1)

Für die Fixierung des Baumhabitus ist die Sproßverkettung also irrelevant (nach Gleissner, PHF 6, S.17), die anfänglichen Spuren werden durch das sekundäre Dickenwachstum schnell verwischt (Troll S.643).

So gibt es z.B. *polykormische*, kolonialisierte Baumkronen, die aus *monopodialer Sproßverkettung* entstanden sind und *monokormische*, durch eine durchgehende Stammachse charakterisierte, die durch *sympodiale Sproßverkettung* hervorgegangen sind.

Man denke im ersten Fall an eine freistehende alte Eiche und im zweiten an eine Robinie im Bestand oder eine junge oder mittelalte Linde.

Die Forstbotaniker werten, unabhängig von der Sproßverkettung und des realen Alters, dass Aufzweigen des Stammes als ein Zeichen physiologischen Alters (s.o. bei apikaler Dominanz versus apikaler Kontrolle nach (nach Brown, S. 134 f.f./ Shigo, S.31).

*Die Sproßverkettung ist ein reines Organisationsprogramm und ist mit einem Raumlageprogramm nicht verknüpft!*

Während die unterschiedliche Sproßverkettung sich wohl herleitet aus den verschiedenen Wegen, die die Pflanzen in ihrer Abstammungsgeschichte gegangen sind, so sind, ganz unabhängig davon, die ähnlichen Kronenformen analoge Anpassungen an die jeweils ähnlichen räumlichen und ökologischen Bedingungen.

(Hier greifen die allgemeinen Unterscheidungen der Biologie: Phylogenie / Ontogenie, homologe / analoge Ähnlichkeit).

So sind ähnliche Laubbaumformen aus verschiedenen dikotyloiden Pflanzenfamilien hervorgegangen, die jeweils unterschiedliche Arten der Sproßverkettung aufwiesen.

*Diese Arten der Sproßverkettung sind also wahrscheinlich wesentlich älter als die Entstehung der Baumarten selber und beeinflussen den Baumhabitus kaum!*

Zwei ineinandergreifende Prozesse sind nun für die Gerüstbildung verantwortlich:

1. Die Raumlage abhängige Konstruktion der Krone ist Ausdruck der seriellen Symmetrieverhältnisse (Akrotonie), sowie des Abgangswinkels (nach Gleissner, PHF 6, S.80.) D.h., der serielle Ablaufwinkel oder die nachträgliche Krümmung einer starken Seitenachse bewirkt ein Aufgabeln des Stammes (nach Gleissner, PHF 6, S. 15 & Beispiel an Buche Gleissner PHF 6, S.41). *Dazu Gleissner: "Das funktionale Programm gibt die räumliche Ausrichtung von Achsenstücken unter den vorgefundenen Raumverhältnissen (Raumlage, Ablaufwinkel, Achsentorsion, Krümmung, laterale Förderung) und die Lebenserwartung (Innovationskraft) an"* (Gleissner/ Froebe, AMA 29, S.186).
2. Für die Erklärung der Aufzweigung kann also neben den Symmetrieverhältnissen der Zweigabsprung verantwortlich gemacht werden. *So Gleissner: "Je weiter sich die Peripherie nach außen schiebt desto weniger Licht erhalten weiter innen liegenden Blätter, die an gehemmten Sprossen stehen. Deren Lebensalter ist dadurch begrenzt aber artspezifisch verschieden (Robinie 2 bis 4, Buche 20 Jahre): Alle Beispiele zeigen, dass die Entscheidung, welche Achsen temporär bleiben und welche das künftige Gerüst aufbauen, frühzeitig durch die Art der seriellen Förderung, manchmal durch die Art der lateralen*

Förderungen (...) festgelegt ist." (Gleissner/ Froebe, AMA 29, S.186) Die Lebenserwartung ist positiv mit der seriellen Förderung gekoppelt, die Reiterationsfähigkeit negativ. (nach Gleissner, PHF 6, S.12).

#### **5.2.4. Kritik an der adaptiven Reiteration**

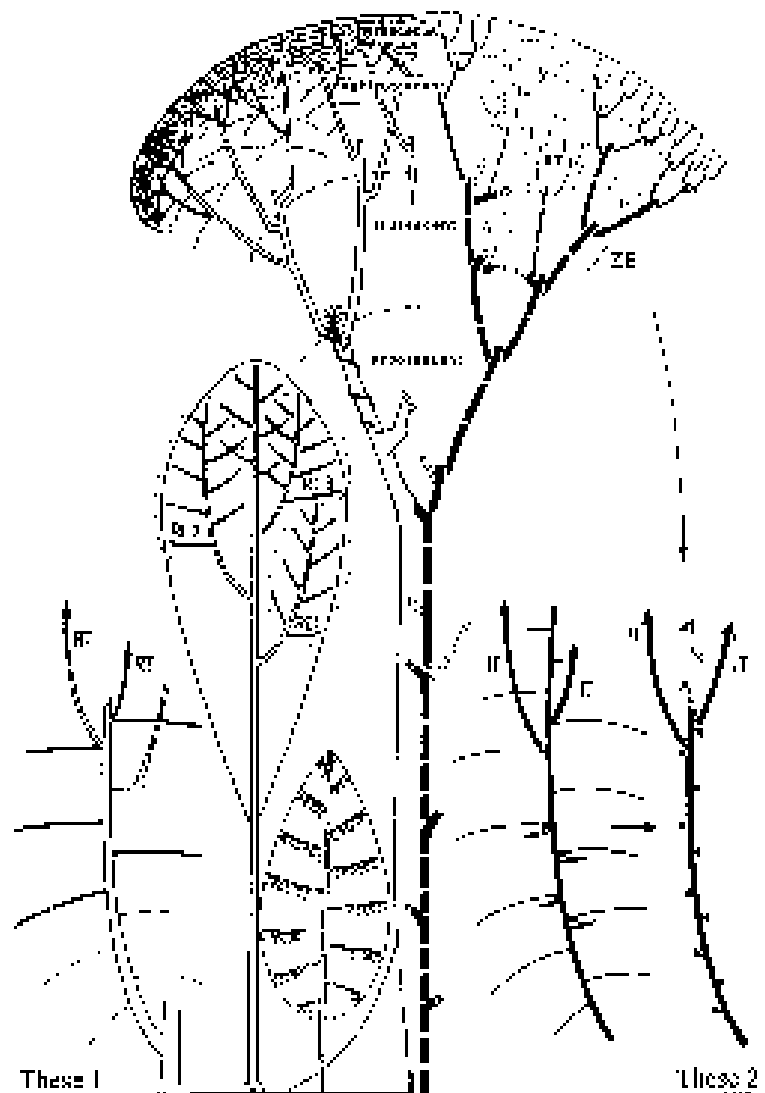
Wie oben beschrieben, entwickeln sich nach Halle / Oldeman die Tropenbäume aus lauter reiterativen Verzweigungskomplexen.

Die Entstehung der Segmentierung eine Baumkrone in lauter Subsysteme beschreibt der Prozeß der adaptiven Reiteration.

Diese Verzweigungsart findet im Kontrast zur sequentiellen nicht sylleptisch sondern verzögert, proleptisch statt.

Da sich die Segmentierung einer hiesigen Baumkrone allein aus der fortlaufenden Verzweigung und dem Schicksal ihrer Produkte herleiten kann, stellt Gleissner das Konzept der adaptiven Reiteration für temperate Laubbäume in Frage; zumal kaum einer der unsrigen Bäume sich in dem Maße sylleptisch verzweigen kann.

So Gleissner: "Auf die Annahme der adaptiven Reiteration als Bindeglied von Subsystemen der Krone kann verzichtet werden" und: "Man kann es eigentlich nur viel später postulieren, wenn man an der Krone sieht: Hier dieser Ast ergibt eine neue Teilkrone, d.h. einen reiterativen Komplex" (nach Gleissner, PHF 6 S.78).



Grafik: Gleissner S. PHF 6, S 77

Alternative Interpretation des Kronenaufbaues:

These 1: (linke Hälfte) Kronenkonfiguration aus Initialmodell und reiterativen Komplexen mit zwei Ausdrucksformen der Verzweigung:

Sequentiell und durch adaptive Reiteration zum Aufbau eines neuen Subsystems.

(Siehe Kapitel: Architekturmodelle).

These 2: (rechte Hälfte)

Metamorphosemodell:

Verzweigung durch Überlagerung zweier Förderungsmodi:

plagiotrope Seitenachsen (sylleptisch, nur temporär als Assimilationsflächen) und Inovationstriebe (IT) (...)

Reiterationstriebe entstehen aus schlafenden Knospen.



### 5.2.5. Die seneszente Reiteration

Und zwar bezeichnet der Begriff die Regeneration bei Verletzung und beim natürlichen Altern.

*Es bleiben also:*

1. die traumatische Reiteration, sowie
2. die seneszente Reiteration.

Die seneszente Reiteration wäre also der regenerative Prozeß aufgrund einer Art endogenen Traumas des Alterns (nach Gleissner, PHF 6, S.79).

Die seneszente Reiteration kompensiert die, durch den Zweigabsprung bewirkten, Prozesse der Knospenveringerung, welche ja ihrerseits die Knospenvermehrung ausgleicht, die durch die Verzweigung schon stattgefunden hat.

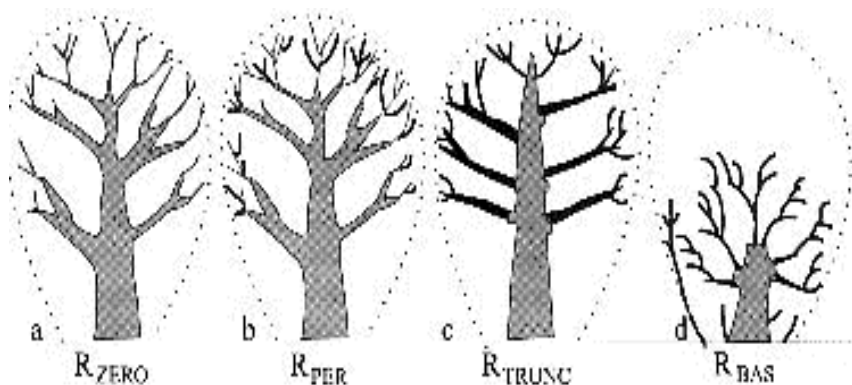
So kann sich die Baumkrone, hinsichtlich der Anzahl der Knospen, über mehrere ineinander greifende Prozesse den physiologischen und statischen Bedingungen optimal anpassen.

Die Bäume neigen in unterschiedlichem Maße zur seneszenten Reiteration.

Während des Erstarkungswachstums verläuft die Innovation synchron nach Außen, d.h. die Baumkrone breitet sich zusehends mit ihrer primären Verzweigung aus.

Je nach Baumart wird ab einem gewissen Alter die Randzone der kräftigsten Triebe aufgelöst und weiter innen asynchron durch die seneszente Reiteration wieder aufgebaut.

Die Buche z.B. wird mit ihrer Primärverzweigung alt, während Linde und Eiche sich sogar mehrmals komplett von innen wieder aufbauen können; man denke an die Begriffe der zweiten Jugend und der Unterkrone (Gleissner, PHF 6, S.13/ 78).



Grafik: Aus Gleissner, PHF 6 S.79:

Typen der seneszenzbedingten Reiteration (schwarz) nach Ausbildungsstärke und Position innerhalb der primären Krone (grau), die Reiterationsfreudigkeit nimmt von links nach rechts zu; Typ d hat zunächst die Typen b-c durchlaufen.

Beispiele in der Abfolge von links nach rechts: Buche, Ahorn, Eiche, Linde

### 5.2.6. Die verschiedenen Streßmuster

Eine nicht - pathogene Schädigung, z.B. ausgelöst durch Überfüllung im Wurzelbereich, zeigt sich auf unterschiedliche Weise in der Verzweigung der Baumkrone.

Gleissner beobachtet vier verschiedene Streßsymptome, die an den verschiedenen Baumarten mehr oder weniger einzeln oder in Kombination auftreten.

Nach den Baumarten, bei denen sich eine solche nicht-pathogene Schädigung hauptsächlich in einem Schadenssymptom zeigt, werden folgende Kategorien bezeichnet (wobei die geschädigten Bäume aber häufig noch Symptome aus anderen Kategorien zeigen):

- *Der Fagus-Schadestyp:*

Das von Roloff an der Buche entwickelte Schadensbild der Längenreduktion behält auch bei Gleissner für die Buche weitgehend seine Gültigkeit. Die Wipfeltriebe einer gestreßten Buche können außerdem die Schattenarchitektur eines unteren Astes nachahmen.

Das nachträgliche Aufrichten durch Verholzung bleibt geschwächt, die Seitentriebe drehen sich nicht mehr so aus der zweizeiligen, flächigen Verzweigung, um ein dreidimensionales Muster aufzubauen, wie es bei einem vitalen Wipfeltrieb der Fall ist.

Der gestreßte Wipfel neigt sich seitwärts und bleibt flach.

Obwohl die Buche bei Freistellung sehr plastisch reagieren kann ("Chablis-Effekt"/ Langtrieb Bildung), ist ihre Reiterationsneigung eher gering.

Neben diesem "Fagus-Schadenstyp" der Längenreduktion, erkennt Gleissner jedoch drei weitere, welche durch andere Schadensmerkmale charakterisiert werden können.

Durch diese Merkmale setzen sich nun auch die geschädigten Baumkronen von den Seneszenten ab:

- *Der Tilia-Schadenstyp:*

Bei diesem Schadenstyp sind die Verlichtungen durch Zweigabsprünge bei einer Schädigung verstärkt.

Die darauf folgenden traumatischen Reiterationen unterscheiden sich in ihrer kürzeren Länge von den Seneszenten, die an einem gesunden und alten Baum entstehen.

Bei reiterationsfreudigen, alten Bäumen können diese in ihrer Länge die immer kürzer werdende Primärverzweigung bei weitem übertreffen (Wiederholung der Jugendlichkeit).

Die traumatischen Reiterationen an geschädigten Linden sind erheblich kleiner und spärlicher, der Baum ist verlichtet, die Wipfeltriebe stellen sich auch hier seitwärts.

- *Der Betula-Schadenstyp:*

Dieser Typ bezeichnet im besonderen das oben schon aufgeführte Phänomen der

Raumlage, die waagerechten oder hängenden Leittriebe.

Bäume mit nachträglich sich aufrichtenden Sproßspitzen, wozu auch die Linde und Buche gehören, sind wegen der verminderten Vitalität zur Reaktionsholzbildung nicht mehr in der Lage. So ist eine geschwächte Hainbuche durch ihre sich abflachenden Wipfel von einer seneszenten zu unterscheiden.

Die gesunde alte Birke unterscheidet sich von der gestreßten durch die kräftigeren und häufigeren Reiterationen.

Die Spitze einer geschädigten Birke wiederholt auch das plagiotrophe, hängende Muster eines geschwächten Seitenastes einer gesunden Birke, jedoch hier mit den streßbedingten Reiterationen.

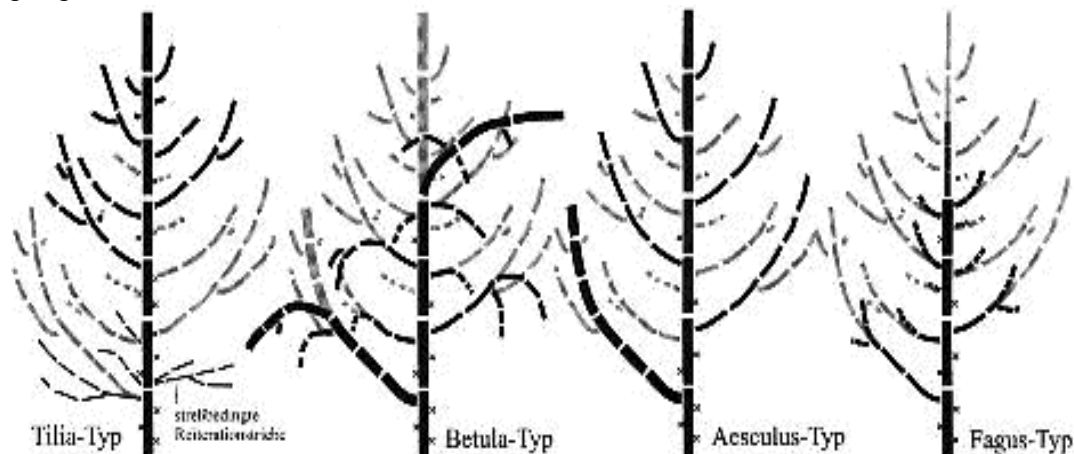
- *Der Aesculus-Schadenstyp:*

Durch diesen Typus wird die Neigung bezeichnet, bei Streß die Knospen für die Seitenverzweigung zu hemmen.

Hier unterscheidet sich der gestreßte Baum von dem seneszenten durch die geringere Knospenzahl.

Im Gegensatz zur allgemeinen Wuchshemmung bei der Buche ist es hier eine partielle, die Leittriebe bleiben weiter in ihrer Länge gefördert.

*Schadentypen im Frühstadium der Schädigung, die grauen Linien symbolisieren die potentielle Verzweigung.*



Grafik: Gleissner, PHF 6, S.123

Die Blühneigung, die ja ein Merkmal des adulten oder seneszenten Baumes ist, ist allgemein bei Vitalitätsverlust eingeschränkt (nach Gleissner, PHF 6, S.122).

Auch darin unterscheidet sich der gesunde vom gestreßten Baum.

Über die Buche schreibt Gleissner:

"Die Verzweigungsmuster einer Altbuche und einer jüngeren geschädigten Buche sind im Habitus

ähnlich, in der Blütenverteilung zeigen sich jedoch Unterschiede zwischen beiden"  
(Gleissner, PHF 6, S.117).

Die Veränderungen in der Verzweigung eines geschädigten Baumes verläuft nach seiner Ursache auch plötzlicher, diskontinuierlicher, als bei der Seneszenz eines gesunden Baumes.

So treten die streßbedingten Reiterationen vornehmlich an den Sproßabschnitten auf, die vor der Schädigung vorhanden waren.

Auch die Zuwachslängen verkürzen sich abrupter! (nach Gleissner PHF 6, S.121).

**Literatur:**

Roloff, A. (1988):

1. Morphologie der Kronenentwicklung von *Fagus sylvatica* L. (Rotbuche) unter besonderer Berücksichtigung neuartiger Veränderungen.
2. Strategien der Luftraumeroberung und Veränderungen durch Umwelteinflüsse. In *Flora* Bd. 180 : 297-338.

Gleissner P. (1998):

Das Verzweigungsmuster ausgewählter Laubbaumarten und seine Veränderung durch nicht-pathogene Schädigungen. Frankfurt. (PHF 6: Palmarum Hortus Francofurtensis 6, 1998)

Gleissner, P. & Froebe, H.A. (1994):

Wie entwickeln Bäume ihre charakteristische Kronenform? *AMA* 29: *Alma Mater Aquensis* 29 (1992 / 1993): 181-197.

Shigo, A. (1994):

Moderne Baumpflege. - Braunschweig

## 6. Kritik an Pfisterer

Unbestritten ist die Leistung der Architekturmodelle die atemberaubende Vielfalt der baumförmigen Gewächse im tropischen Regenwald in nur 23 (24) morphologische Kategorien einordnen zu können.

Bei der Anwendung auf die temperate Flora bleibt aber ihre *Ordnungsfunktion* zu hinterfragen, insbesondere ihre Aussagekraft für die Baumpflege sollte überprüft werden:

- Denn erstens, stellt sich ihr Nutzen einer Klassifizierung schon in Frage, wenn die Gesamtzahl der Modelle die Anzahl unserer wichtigsten Bäume übersteigt oder wenn die Anzahl der auf die temperate Flora anzuwendenden Modelle in etwa der Anzahl der Definitionskriterien entspricht.
- Und zweitens, inwiefern wird durch sie die adulte Baumgestalt beschrieben, wenn der Habitus am wenigsten durch das Initialmodell bestimmt wird, als vielmehr durch sein plastisches, der Umwelt angepaßtes Wachstum, mittels der Reiteration (nach H.T.O., S.269) oder durch Exposition und Adjustierung (nach Gleissner, PHF 6, S.14/ 80).

*Die gerüstbildenden Prozesse finden modellübergreifend statt!*

### 6.1. Kritik an Pfisterer bezüglich der Definitionen und Einordnungen

Jochen Pfisterer beschreibt in seinem Buch, Gehölzschnitt nach den Gesetzen der Natur, die Baumgestalt sowohl mit den bewährten Begriffen der Hierarchie und Korrelation (nach Pfisterer, S.66 f.), als auch mit Hilfe der Architekturmodelle.

Man bemerkt wie bei seinem Versuch, aus den Modellen Schnittanleitungen abzuleiten, die morphologischen Tatsachen vernebelt werden und er selbst ins Schlingern gerät!

So ordnet er Bäume ungeschickt ein, wie z.B. den Ahorn in das Modell Rauh.

In die Definition dieses Modelles Rauh fließt ein seitlicher Blütenstand mit ein, der die Verzweigung unberührt lässt. Für den Blütenstand der Ahorne ist eine solche Kategorisierung unzutreffend, da er bekanntermaßen endständig blüht. Der selbst verliehene Subname eines Untermodelles des Modells Rauh, wird dann noch unglücklicher mit „Acer-Pinus-Typ“ angegeben:

"Modell Rauh 1 (...) : Die Blüten entspringen aus Seitenknospen und haben (...) keinen Einfluß auf die Art der Verzweigung. Typische Vertreter: Ahorn (...)" (Pfisterer S.147).

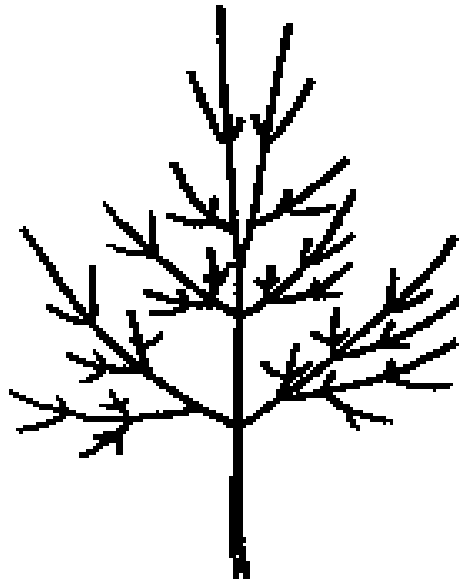
Das manche Bäume beim Einsetzen der Blüten, bei dem Übergang in die Maturitätsphase, in ein anderes Modell einzuordnen sind, ist dem Autor des Buches wohl bewusst. Dennoch wird dieser Sachverhalt nicht gleichermaßen für alle betreffenden Baumarten berücksichtigt.

Die Roßkastanie, die denselben Modellwechsel beim Einsetzen der Blüte von Rauh zu Scarrone vollzieht, ist unter dem Modell Scarrone eingeordnet. Trotz des identischen Modellwechsels wird der Ahorn recht willkürlich nach seiner Jugendform eingeordnet und die Roßkastanie nach ihrer

adulten Form. In den Beschreibungen des Modells Scarrone wird nur beiläufig auf einen Modellwechsel hingewiesen. (nach Pfisterer S. 155). Diese verschleierte Identität von Acer und Aesculus hippocastanum wird später selbst faszinierend bewundert:

Über die Roßkastanie liest man nämlich im Jahrbuch der Baumpflege `98:

„(...) Architekturskizze eines jungen Aesculus hippocastanum. Der Habitus entspricht in verblüffender Weise dem eines jungen Acer". (Pfisterer, *Jahrbuch der Baumpflege* 98, S 246)  
*Inwiefern verblüffend?*



Grafik: Pfisterer, *Jahrbuch der Baumpflege* 98. S. 246

Anhand des von Pfisterer selbst verwendeten Vokabulars, wie verblüffend, erstaunlich, scheinbar, sind die Ungereimtheiten auffindbar.

## 5.2. Die Frage nach der Stammaufgabelung

Pfisterer unterscheidet meiner Ansicht nach nicht genügend zwischen den Begriffen der Sproßverkettung und denen der Achsenstrukturen: sympodial / polyaxial, monopodial / monoaxial. Eine solche Ungenauigkeit in der Begriffsverwendung lässt sich auch bei anderen Autoren der Branche bemerken. Die Art der Sprossverkettung definiert oftmals mit das Architekturmodell. Insofern können exemplarisch mit der Beobachtung dieser ungenauen Übertragung von den Sprossverkettungen auf die Stammachsverhältnisse auch die Schwierigkeiten zum Vorschein kommen, in die man gerät, wenn man mit den Modellen die adulten Baumformen beschreiben möchte.

Dadurch kommt es zu der falschen Ableitung des adulten Baumhabitus aus dem Architekturmodell. So z.B. Pfisterer: "Kiefern zeigen (...) einen Aufbau mit geradem, durchgehendem (monopodialen)

Stamm. (Pfisterer S.185) und z.B. bezüglich der Bäume des Modells Troll liest man in seinem Werk zum Gehölzschnitt:

"Aufgrund des sympodialen Verzweigungsmusters bilden sie bereits in einem frühen Stadium koloniale Kronen aus" (Pfisterer S.152).

Nun ist darüber hinaus die sympodiale Sprossverkettung noch nicht einmal Definitionskriterium des Modells Troll! Das Modell Troll wird stillschweigend mit der sympodialen Sproßverkettung in eins gesetzt: "Der Kronenaufbau entwickelt sich *scheinbar (?)* sympodial durch kontinuierliche Überlagerung neuer Achsen" (Hervorhebung durch mich), (Pfisterer S.152).

Unter die typischen Vertreter, die Buche!

Bedenkt man aber, dass die Buche sich monopodial verkettet (nach Bartels, S.83 / nach Gleissner, S.47), was ja durch das Model Troll unbestimmt bleibt (nach H.T.O., S.97 / nach Bell, S.292) so löst sich dieser Informationsgehalt einer Zuordnung der Baumart Buche zum Modell Troll auf, wenn man auf diese Weise eine Erklärung von kolonialisierten Kronenstrukturen durch die Art der Sprossverkettung erhalten möchte. Selbst wenn es durch das in unseren Breiten häufig vorkommende Modell Troll definiert wäre; die Erklärung bliebe aus, da sie sich lediglich aus unzulässigen Analogieschlüssen herleitet, indem die Sachverhalte einer mittleren Größenebene auf die Großebene übertragen werden. Die Ableitungen und Erklärungen werden zusehends konfus, die Modelldefinitionen bleiben ungenau und werden von Pfisterer nachträglich hinsichtlich ihrer erzwungenen Erklärungsfunktion zugerichtet.

Pfisterer verwendet die Modelle also teilweise unvollständig oder falsch, nur um seine eindimensionale Denkfigur von Grund und Folge bestätigt zu wissen. So gehen die morphologischen Einzeltatsachen für den Leser seines Buches in einem aufgenötigten Hantieren von Modellbezeichnungen und Zuordnungen unter.

Die in der Baumpflegebranche sehr verbreiteten Ungenauigkeit in der Begriffswahl zur Unterscheidung von durchlaufenden und aufgabelnden Stämme mit den Begriffen der Sprossverkettungen kann über den Bezug auf die folgenden drei Aspekte erläutert werden.

Teilweise wurden sie schon weiter oben angegeben; hier zusammenfassend:

- Die schon oben ausgeführten Grundaussagen der Autoren der Modelle um Halle und Oldeman, zur Baumphysiognomie und den Aussagen der Modelle. (So. Kap.4)
- Die Größenebene der Betrachtung, unterschieden werden dabei die nodale Ebene, der Sprossverband und die „Großgestalt Baum“.
- Die ebenfalls oben schon aufgeführten Unterscheidungen, die Gleissner mit dem „Trialektischen Typuskonzept“ nach Froebe & Classen Bockhoff abgibt. (Gleissner PHF 6, S. 10, f.) (So. Kap.5 )

Dazu aber noch einmal die Autoren der Architekturmodelle selbst:

*"Architectur is therfor not to be confused with schape or physiognomy (...)"(H.T.O., S.75).*



Diese Aussage nimmt die Unterscheidung von Organisation und Konstruktion der drei Formkategorien des trialektischen Typuskonzeptes, sowie die Unterscheidungen der Größenebenen der Betrachtung in eins.

Dazu Halle, Thomlison, Oldemann:

"Again we cannot exclude the possibility of trees reaching large proportions while still conforming to their model, but examples seem to be few,"

und: "From this point on (nach der Entwicklung der Initialstruktur) the development of the tree can only be understood in terms of reiteration and its architecture must be described in terms of reiterated complexes" (H.T.O.,S.278).

Wie wir oben gesehen haben, beschreiben die Modelle ausdrücklich nicht die Physiognomie oder den Habitus des Baumes (nach H.T.O.,S.75).

Jenseits der oben beschriebenen Probleme von ungenauen Modelldefinitionen und unglücklichen Einordnungen von Baumarten durch Pfisterer, soll hier wiederholt noch einmal auf den Kern der Kritik eingegangen werden:

Die morphologischen Merkmale, wie die z.B. die Sprossverkettung, sind nicht ohne weiteres auf eine andere Betrachtungsebene übertragbar;- von der nodalen Ebene zur Ebene der Sprossysteme zum Baumhabitus. Die verschiedenen Größenebenen der Betrachtung und Formanalyse sind auseinanderzuhalten. Zu unterscheiden gilt nunmehr nicht nur die Größenebene der Betrachtung (Sprossverband und Großgestalt) sondern auch der Zeitfaktor in der Betrachtung. Es können nämlich die Bauprozesse zur Herstellung einer lebendigen Struktur unterschieden werden von der räumlichen Struktur selber, deren Sinn sich erst im organischen Funktionieren ihrer Teile erhellt.

Neben der Missachtung der zu unterscheidenden Größenebenen, wird auch das „Zeitliche“ und „Räumliche“ in der Betrachtung zu wenig von Pfisterer unterschieden. Die oben in dem Abschnitt über Gleissner erwähnte Unterscheidung von *Organisation* und *Konstruktion* des Gefüges wird durch Pfisterers Ableitungen ignoriert. Nach den drei Formkategorien des „*trialektischen Typuskonzeptes*“ wird mit dem Begriff der *Organisation* das zeitlich zu sehende Herstellen des Gefüges begriffen, während der Begriff der *Konstruktion* das Gefüge im Raum begreiflich macht, hinsichtlich des Sinnes der jeweils zu erfüllenden Funktionen der Organe. Mit der dritten Kategorie wird der fortschreitende Formenwandel einer Struktur, die Variation, beschrieben. So ist die sympodiale Sprossverkettung als eine Herstellungseigenschaft zu werten, während die Aufzweigung der Leittriebe nach den konkreten Geschichten der Achsen zu begreifen ist. Erst die umwelt- ausgesetzte, konkrete lebendige Struktur in ihrer Individualität, das konkrete Lebewesen Baum nach seiner Exposition und Adjustierung, gibt Aufschluss auf die Vergabelungen der Stammachsen. Dabei sind genetische Tendenzen durchaus wirksam und kommen zum Ausdruck, jedoch ist dies unabhängig der Art der Sprossverkettungen zu sehen. Gleisner gibt dazu vier

„Expositionsgrundmodelle“ an. Neben der Vergabelung des Stammes ist es das Kriterium der Wuchsrichtung der Seitenäste. Bezüglich der Sprossverkettung liest man: „Bei der Typenfixierung ist es unwesentlich, ob im einzelnen eine sympodiale oder eine monopodiale Sprossverkettung vorliegt.“ (PHF, S. 17). Die Einflussfaktoren für die Vergabelung von Stämmen sind nach Gleissner manigfaltig. So sind es der seriale Ablaufwinkel von Seitenachsen, die Wuchsweise der Seitenäste, aufrecht oder waagrecht, die Zweigablösung, die Blütenbildung, der konkrete Lichteinfluss, die nachträglich Krümmung einer Seitenachse, die Konkurrenzverhältnisse zwischen Haupt- und Seitenachsen.

Die Frage nach den Stammachsverhältnissen lässt sich aus einer einzelnen Wuchseigenschaft wie der Sprossverkettung monokausal nicht beantworten. Auch ohne die konkreten Umwelteinflüsse betrachten zu wollen, ist die Frage nach der vergabelten Stammachse ableitbar aus einem Modell nicht zu beantworten.

Die „Selbsterstellung“ einer alten Baumstruktur ist jedoch ein viel zu offener, individueller Lebensprozess, der durch die konkreten Umwelteinflüsse stark geregelt wird, als das man die Großgestalt ausschließlich aus genetisch bestimmten, inneren Schemata ableiten könne. Diese Offenheit, bzw. Indeterminiertheit in der Gestaltbildung bei Bäumen kann aus den Wachstumseigenschaften und Strukturen, die auf den kleineren Ebenen der Betrachtung zu bemerken sind, schwerer heraus gelesen werden. Die Abstraktion vom Besonderen und damit die Mustererkennung durch Verallgemeinerung und Wiederholung fällt auf den kleineren Ebenen eben leichter. Jedoch: In der Übertragung vom Einen zum Anderen der Erfahrung, hier vom Kleinen zum Großen, steckt, wie bei so vielem Anderem im Leben, die Schwierigkeit, der Verlust und ein möglicher verspielbarer Gewinn an Beherrschung und Erkenntnis.

Dazu Gleissner: "Auf verschiedene Organisationsstufen werden artspezifisch andere Innovationsstrategien verfolgt, die durchaus nicht einheitlich sind" (Gleissner PHF 6 S.11).

Ein weiteres Beispiel für die Mentalität Pfisterers, aus Einzeltatsachen einer kleineren Betrachtungsebene das Große (wie aus einem Ei) ableiten zu wollen sei noch aufgeführt:

Pfisterer versucht des Weiteren aus Internodienabständen die Baumkrone abzuleiten. Auch hier wird aus Merkmalen, die auf einer kleineren Betrachtungsebene wahrzunehmen sind, das große Ganze der Baumgestalt deduziert.

Um den kandelaberförmigen Wuchs von der unregelmäßigen Verzweigung bei Bäumen des Modells Rauh zu unterscheiden, wählt Pfisterer willkürlich lediglich ein Kriterium aus, und zwar das der Internodienlänge zwischen den geförderten Seitenachsen, (Pfisterer, Jahrbuch der Baumpflege 98 S.242).

Es muss hinterfragt werden, ob das eine Kriterium, die Internodien, die verschiedenen Baumformen überhaupt erklären kann und ob eine derartige Unterteilung der Architekturmodelle sinnvoll sein kann!

Denn die Internodienabstände geben z.B. keine Information über das Knospentpotential oder über die Abgangswinkel und späteren Schicksale ihrer Produkte.

Die Aufzweigung wird dadurch nicht erklärt (S.o.)!

Auch die folgende Unterscheidung wird von Pfisterer ignoriert:

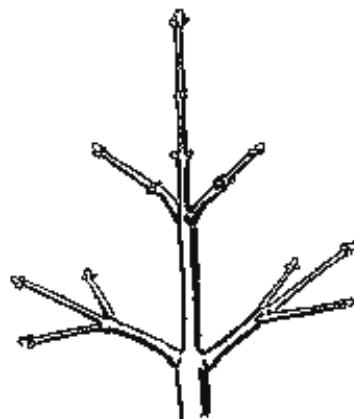
Die Astquirle des Ahorns reelle, bewirkt durch die dekussierte Blattstellung, es sind tatsächlich zwei Tragblätter an einem Knoten (nach Bell, S. 218).

Die sogenannten Scheinquirle der Kiefer dagegen sind Ausdruck der übersteigerten Akrotonie und des Zweigabwurfs (nach Troll S.603).

D.h., beim Ahorn existieren keine Internodien zwischen den obersten beiden Seitensprossen, während bei der Kiefer tatsächlich ein minimales die obersten Knospen trennt (nach Bartels, S.41). Aufgrund einer oberflächlichen Betrachtung werden so verschiedene Bäume, wie Ahorn und Kiefer, in eine Kategorie: "Kandelaberform, Rauh 1, Acer-Pinus" subsumiert.

*Was wird dadurch für die Baumpflege gewonnen?*

Was meint dann folgende Darstellung, die die minimalen Internodienabstände illustrieren soll:



Grafik: Pfisterer, Jahrbuch der Baumpflege 98, S.242: "Abbildung 1 von Ahorn: *scheinbar* (Von mir hervorgehoben) gegenständige Verzweigung eines Acer, Modell Rauh1, Kandelaberform"

Die Ahorne haben eine gegenständige Blattstellung.

D.h. es befinden sich zwei Tragblätter an einem Knoten.

Sie sind nicht durch ein Internodium getrennt!

Wohl wahr, es ist ein Baum mit kandelaberförmigen Wuchs in der Jugend.

### **6.3. Pfisterers Submodelle**

Pfisterer unterteilt die von Halle und Oldeman entwickelten Modelle in weitere Untermodelle auf. Es lässt sich vermuten, dass er seinen Wunsch nach Differenziertheit in der Darstellung von Baumformen mit seinem Konzept der Modellanwendung nicht realisieren kann.

Wenn die Modelle ihren Sinn in einer Abgrenzung haben sollen, inwiefern erklärt sich dann eine Schnittempfehlung zur Kroneneinkürzung, nach den Merkmalen des Modells Rauh 1 unterschieden von Modell Rauh 2, gleich Troll, gleich Scarrone, wobei innerhalb des Modells Rauh 1 archaischer von flexibler Habitus unterschieden wird? Als um Strukturkenntnis und deren praktische Anwendung bemühter Baumpfleger kann man sich auf S. 185 seines Buches mit einer Schnittanleitung beschäftigen, die für die Modelle Rauh 2 (Obstbaumform), Troll und Scarrone“ Gültigkeit besitzt (nach Pfisterer S. 185). Hier macht die Zuordnung zu Modellen keinen Sinn mehr. Welcher Baumpfleger soll das verstehen?

Durch die von Pfisterer empfundene Notwendigkeit, ein zu weit gefaßtes Modell Rauh zu untergliedern, wird sein Missverständnis offenbar, die Architekturmodelle für die Erklärung der Wuchsformen unserer heimischen Bäume heranziehen zu wollen!

Bedenkt man die Definition und Funktion der Modelle, die sie durch die Autoren der Hallischen Schule haben, bemerkt man ihren bloß nominativen Charakter ("semantic plegs", H.T.O., S.76 / Bell S.296). Die Modelle haben eine ordnende Kraft für uns.

Es ist eben nicht so, das sie an sich seiende Tatsachen der Natur beschreiben; diese sind die Elemente ihrer Definition, nämlich die einzelnen morphologischen Eigenschaften aus denen sie zusammengestellt sind.

So lassen sich aus den Modellen keine Erklärungen für adulte Baumformen herleiten.

Sie grenzen lediglich, durch ausgewählte Merkmale, die initialen Wachsumsvorgänge und Strukturen von Tropenbäumen, in einem differentialen, universellen System von 23 Kategorien gegeneinander ab!

Insofern beruht ja Pfisterers Erweiterung des Modells Rauh schon auf einen Irrtum; denn wenn das Modell Rauh eben keinen bestimmten adulten Baumhabitus erklären kann, ist es ganz zwangsläufig, dass man sich über die Vielfalt der Kronenformen ausgewachsener, heimischer Bäume wundert, bei denen alleine die Initialstruktur nach einigen gleichen Merkmalen wachsen. Aufgrund des Selektionsdruck des temperaten Klimas, verglichen mit dem Tropenklima, ist nicht

nur die baumförmige Flora recht artenarm, es sind auch relativ wenige Architekturmodelle aufzufinden. Wobei die Modelle Rauh und Troll mit Abstand am häufigsten vorkommen.

Vergleicht man den obersten Jahrestrieb einer Roteiche mit dem einer Stieleiche, so fällt die unterschiedliche Zuordnung zu Rauh 1 und Rauh 2 sichtlich schwer.

Pfisterer verknüpft mit den Verhältnissen auf nodaler Ebene die Kronenform.

Es ist zu bezweifeln das die Achsenverhältnisse, durchlaufender Stamm und offen auseinander laufende Krone, oder die Astanbindung, V-Zwiesel und Zugholz ermöglichende U-Anbindung, durch die Internodienabstände allein bestimmt werden!

Nach meiner Beobachtung gibt es die Druckzwieselneigung z.B. bei der Buche ebenso wie an Ahorn, an Kiefern und Eichen habe ich sie weit aus seltener gesehen.

Mitnichten stimmen diese Verhältnisse mit Pfisterers Klassifizierung überein!

Weitaus einfacher wäre es hier, die Bäume exakt nach den morphologischen Sachverhalten zu beschreiben, ohne ihnen über die Verknüpfung dieser Aspekte Modelle überzustülpen, die weder für diese Tatsachen eine ausreichende Erklärung liefern können, noch eine sinnvolle Klassifizierung leisten!

#### **6.4. Die Rolle der Reiteration**

Wenn man an die vollkommen unterschiedliche Reiterationsneigung und Altersverzweigung von Linde und Buche denkt, beide lassen sich unter unter das Modell Troll subsumieren, inwiefern ist es gerechtfertigt, sie zum Zwecke einer Aussage für Schnittmaßnahmen in eine einzige Kategorie, eben in das Modell Troll, einzuordnen?

An anderer Stelle liest man bei Pfisterer, daß die bauplanmäßige Übereinstimmung von Stamm und Astwerk beim Modell Rauh die Reiteration begünstige.

So schreibt Pfisterer:

"(...) besitzen die Seitenzweige bei Modell Rauh exakt dieselbe Architektur. Deshalb ist die Neigung, spontane Reiterate auszubilden, bei Bäumen nach diesem Modell besonders hoch" (Pfisterer, S.147). Also weil der Stamm sich reiterationsfreudig zeigt und die Seitenäste dem gleichen Modell angehören, kann diese Eigenschaft der Reiterationsneigung ohne weiteres auf die Äste übertragen werden? Das verstehe ich nicht.

Hier wird ohne konkret hinzusehen von einer gleichen Modellzugehörigkeit auf eine andere Identität leichtfertig geschlossen. Wenn man das betreffende Modell in die morphologischen Definitionskriterien zerlegt, dann macht der gezogene Schluss keinen Sinn.

Bäume, bei denen Hauptstamm und Äste anders verzweigt sind (wie z.b beim Modell Fagerlind) sind ebenso jeweils nach ihrer Art in der Lage Reiterationen auszubilden.

Ob also die reine Reiterationsneigung mit den Modellen verknüpft gedacht werden kann, bleibt fraglich!

Die Reiterationen werden ja lediglich als strukturelle Wiederholungen des Initialmodells mit eben diesen verknüpft!

Die Neigung zur Reiteration ist sicher genetisch fixiert und hat seine Gründe in den physiologischen und physikalischen Prozessen des Alterns oder der Regeneration bei Beschädigung, letztendlich ist sie mit den ökologischen Strategien der Bäume verbunden.

## **6.5. Schluss**

Abschließend sei zu den Arbeiten Pfisterers festgestellt, wie schwer man es sich doch machen kann, wenn man die eigentlich so klaren und grundsätzlichen Vorstellungen der Gärtner und Förster über die Hierarchie in der Baumgestalt in vermeintlich noch klarere Konzepte zu pressen versucht, um dann durch die Wirrungen hindurch zu den tatsächlichen komplexen Verzweigungsstrukturen durchdringen zu müssen.

*Der Wunsch nach Begreifbarkeit spielt ihm hier einen Streich, mitnichten lässt sich eine besondere Baumkrone aus einem zentral gesteuerten Bauplan deduzieren!*

*Es wirken an ihrer Entstehung vielmehr die mannigfaltigsten Prozesse mit.*

*Diese können auf unterschiedlichen Größenebenen und unter den vielfältigsten morphologischen Aspekten betrachtet werden.*

Würde er den Sinn der Architekturmodelle beherrzigen, wie er sich aus den Arbeiten von Halle und Oldeman erschließen lässt, käme er nicht auf das Konzept, aus ihnen Schnittanleitungen ableiten zu wollen!

Die Unterscheidung dieser initialen, sich wiederholenden *Wachstumsmuster*, von den mehr oder weniger hierarchisch ausgeprägten, typischen *Kronenformen* der Bäume, ist vielleicht auch wegen des Terminus des Architekturmodelles schwer zu treffen! Erinnert er uns doch eher an das Modell eines fertigen Bauwerkes und nicht an die speziellen Verfahren z.B. der Maurer oder der Betonbauer, um dieses oder jenes Gebäude damit zu erzeugen.

Mutmaßlich lässt sich behaupten, dass Pfisterer erst sein Wissen über den Baumschnitt hatte und dann erst nachträglich ein theoretisches Gebäude dafür zimmerte! Nur leider ist ihm das ganz und gar nicht gelungen!

**Literatur:**

Pfisterer J.,A. (1999):

Gehölzschnitt nach den Gesetzen der Natur. - Stuttgart.

Pfisterer J.,A. (1998):

Ein neues Konzept für das Architekturmodell Rauh: für die Baumpflege notwendige Dreiteilung. In Jahrbuch der Baumpflege 98 S. 241 244, Kap. 4.8. Dujesiefken D., Kockerbeck P. (Hrsg.) - Braunschweig.

Pfisterer J.,A. (1998):

Metamorphose der Kronenarchitektur im Verlauf der Ontogenese und ihre Konsequenz für die habitusgerechte Kronenpflege. In, Jahrbuch der Baumpflege 98, S. 244 247, Kap. 4.9, Dujesiefken D., Kockerbeck P. (Hrsg.) - Braunschweig.

Gleissner P. (1998):

Das Verzweigungsmuster ausgewählter Laubbaumarten und seine Veränderung durch nicht-pathogene Schädigungen. Frankfurt. (PHF 6: Palmarum Hortus Francofurtensis 6, 1998)