

Der Wert der Zuwachszonen bei tropischen Tieren und Pflanzen als klimatisches Merkmal, jetzt und in älteren geologischen Perioden.

Von E. Mohr in Hamburg.

Als ich vor kurzem einen kleinen Aufsatz über Altersbestimmungen bei tropischen Fischen veröffentlichte (7), wurde ich von geologischer Seite, von Herrn Prof. Dr. Ew. Wüstr-Kiel darauf aufmerksam gemacht, daß die Ergebnisse weiteres Interesse hätten, da die Paläobotaniker aus dem Fehlen von Jahresringen an fossilen Hölzern auf tropisches bzw. nicht differenziertes Klima schließen, andererseits aus dem Vorhandensein von Zuwachszonen auf Klimadifferenzierung schließen zu können meinen.

Bei den Fischen benutzt man zur Altersbestimmung gewisse Hartgebilde des Fischkörpers. Sie sind dazu geeignet, weil man an ihnen Erscheinungen erkennen kann, die ähnlich wie die Anwachsstreifen am Holz der Bäume in jedem Jahre in bestimmter Weise vermehrt werden und dadurch das Alter ihres Trägers angeben. Zweifellos sind diese Ringe an allen Hartgebilden des Fischkörpers vorhanden, aber nicht an allen sind sie zu erkennen, und wo sie zu erkennen sind, zeigen sie sich nicht überall mit der gleichen Deutlichkeit.

Am häufigsten benutzt man bei der Altersbestimmung Schuppen, Otolithen, Wirbel- und Kiemendeckelknochen. Bei den verschiedenen Fischen sind es ganz verschiedene Hartteile, die für die Altersbestimmung die geeignetsten sind. Am bequemsten ist es immer, wenn die Schuppen schon sichere Bilder geben. Die Schuppen lassen sich leicht abheben, ohne daß der Fisch dabei beschädigt wird. Die Entnahme von Knochen und Otolithen ist natürlich nicht ohne Zerschneiden möglich und daher bei Sammlungsmaterial ausgeschlossen. Ich habe von tropischen Fischen nur Schuppen benutzt und bei allen Proben befriedigende Ergebnisse erzielt. Es sind Cycloid- und Ctenoidschuppen benutzt worden, Fische aus dem Meere und aus dem Süßwasser, solche aus Gegenden mit ausgeprägtem Wechsel von Regen- und Trockenzeit und aus Gegenden mit dauernd gleichen Temperatur- und Niederschlagsverhältnissen. Die Altersbestimmungen an tropischen Fischen hatten ergeben, daß stets Jahresringe bei jedem der untersuchten Fische vorhanden waren.

Die Beispiele zeigten zur Genüge, daß weder Jahreszeit- noch Temperaturwechsel — der im Wasser überdies noch viel geringer ist als in der Luft — für die Ausbildung der Jahresringe verantwortlich gemacht werden können. Andererseits lehrt die Beobachtung ohne weiteres, daß dort, wo starke Jahreszeitwechsel statthaben, die Lebensfunktionen sich danach richten.

Zahlreiche Aquarien- und Markierungsversuche haben längst erwiesen, daß es sich bei den Fischen tatsächlich um Jahresringe und dementsprechend um jährliche Zuwachszonen handelt. Bei den Fischen und vielen Mollusken können wir mit Recht von „Jahresringen“ reden. Bei den Pflanzen scheint das aber in weit geringerem Maße erwiesen und berechtigt zu sein. Zwar ist in einigen Fällen der Zusammenhang zwischen Lebensalter und Ring- bzw. Zonenzahl sicher erwiesen; zumeist jedoch weiß man darüber nichts Verbürgtes.

Wie der Fischereibiologe sich erst dann berechtigt fühlt, über das Alter größerer Fische etwas zu sagen, wenn er die ersten Jugendstadien bis zum Ende des ersten Lebensjahres kennt, so darf auch der Botaniker erst dann etwas über Jahresringbildung und Alter einer Baumart sagen, wenn er ein größeres Material verschiedenen, aber genau bekannten Alters untersucht hat, weil er sonst mit der Deutung seiner Befunde auf unsicherem Boden steht. An derartigen Untersuchungen scheint es aber noch überall zu fehlen. Sie müßten an sich nicht schwer anzustellen sein, zumal die Botaniker den großen Vorteil haben, daß ihnen das Versuchsmaterial nicht davonlaufen kann, während der Fischereibiologe sich das seine immer wieder greifen muß, sei es, daß er es aus dem Versuchsaquarium fischt, sei es, daß er warten muß, bis der Zufall ihm oder einem einsichtigen Fischer die markierten Fische ins Netz liefert.

Ich habe nur eine Arbeit in der Hand gehabt, die sich mit Altersringen und Alter bei Bäumen befaßt (2). CHEESEMAN hat aber auch nur aus dem Befund bei alten Bäumen auf das Alter geschlossen. Seine Ausführungen haben zwar ein gewisses Kuriositätsinteresse, aber keinen praktischen oder wissenschaftlichen Wert. Dasselbe vermute ich von den anderen in diesem Aufsätze zitierten Arbeiten.

Genauere Alters- und Wachstumsbestimmungen sind allerdings zweifellos für Gärtner und Forstbeamte viel weniger nötig als für Fischer und Teichwirt.

In der cambialen Tätigkeit vieler Holzgewächse macht sich eine Periodizität geltend, die bei uns mit den klimatischen Verhältnissen in Beziehung steht. Bei uns werden im Frühjahr, wenn das neue Wachstum einsetzt, Elemente mit weitem Lumen gebildet, die namentlich der nötigen stärkeren Wasserzufuhr förderlich sind. Im Herbst entsteht ein Holz mit engerem Lumen, das vor allem die Festigkeit des Stammes erhöht. In der zweiten Augushälfte hört in unseren Breiten die Holzbildung auf. Das Cambium fährt aber noch fort, Bast zu erzeugen, solange die Witterung es zuläßt. So zeichnet sich zwischen dem letztjährigen gefäßfreien oder -armen Engholz und dem nächstjährigen gefäßreichen Weitholz eine deutliche Grenze. Während des Winters machen dann die Assimilate des Baumes eine Ruhe- und Reifezeit durch, die wie bei den Samen individuell verschieden ist.

Es ist bisher nicht gelungen, eine jeder Kritik standhaltende Erklärung für die Jahresringbildung zu geben. Das meiste, was über dies Thema gearbeitet worden ist, bezieht sich auf Befunde im gemäßigten Klima. Aber wenn schon für die Verhältnisse im gemäßigten Klima kein Erklärungsversuch allgemeine Anerkennung gefunden hat, so wurde die Frage noch viel verwickelter, als ähnliche Untersuchungen und Erwägungen an tropischen Hölzern angestellt wurden. Die ersten für mich wichtigen Literaturangaben für dies Gebiet verdanke ich Herrn Prof. Dr. H. C. SCHELLENBERG-Kiel.

Es sei schon vorweg bemerkt, daß es kaum eine tropische Holzart ohne Zuwachszonen gibt. Wie weit man bei diesen Zuwachszonen von Jahresringen sprechen darf, müßte von Fall zu Fall entschieden werden. Von Rechts wegen dürfte man nicht eher von Jahresringen reden, bis das Experiment jeweils für die betreffende Holzart die Berechtigung dazu nachgewiesen hat. Ich ziehe darum vor, von Zuwachszonen und Zuwachsringen zu sprechen, da damit zwar zugegeben wird, daß die Ringe Wachstumsfolgeerscheinungen sind, während über den zeitlichen Abstand damit nichts behauptet wird.

Für die Lösung des Problems, ob die Jahresringbildung als klimatisches Merkmal in Betracht kommt, konzentriert sich das Interesse auf folgende Fragen:

1. Ist die Zonenbildung eine Folge von Temperaturschwankungen?
2. Kann die Zonenbildung auf Wechsel von Regen- und Trockenzeit zurückgeführt werden?
3. Sind für die Zonenbildung innere Gründe maßgebend?

Einer der ersten, der über tropische Hölzer gearbeitet hat, ist REICHE (8). Er sielt bei den von ihm untersuchten chilenischen Hölzern den wesentlichen Unterschied zwischen Spät- und Frühholz darin, daß das Spätholz weniger und kleinere Gefäße, dazu stärker entwickeltes Libriform besitzt. REICHE weist ausdrücklich darauf hin, daß in dem Teil Chiles, in dem er seine Untersuchungen und Beobachtungen anstellte, zwar eine deutliche Periodizität des Klimas herrscht, daß aber nie Verhältnisse einträten, die von sich aus ein Wachstum unmöglich machen würden. Die deutliche Periodizität der chilenischen Gewächse beruht seiner Ansicht nach auf dem Ruhebedürfnis der Assimilate des Baumes. Er sagt darüber (p. 111): „*Cryptocarya* und *Pitavia* bilden innerhalb derselben Wachstumsperiode mehrere konzentrische, aus Holzparenchym bestehende und dicht mit Stärke angefüllte Zonen, welche offenbar Ablagerungsstellen von Assimilaten sind: auch die tatsächlichen Jahresgrenzen werden hier durch eben solche Stärkezonen gebildet; also da, wo größere Mengen Nährstoffe aufgespeichert werden, tritt Ruhe in der Tätigkeit des Cambiums ein, und die betreffenden Speicherzellen sind demgemäß nur unwesentlich von der ursprünglichen Form der Cambiumzellen verschieden. Was bei den ge-

nannten beiden Bäumen an histologisch charakterisierten Orten vor sich geht, kann bei anderen durch den Holzkörper zerstreut stattfinden, also der sinnlichen Wahrnehmung sich entziehen. Da nach der zuletzt geäußerten Anschauung die periodische Sistierung des Dickenwachstums zum Teil auf innere Reifezustände der Assimilate zurückzuführen ist, so ist es verständlich, daß sie auch dann auftritt, wenn die äußeren Lebensbedingungen ein fortdauerndes Wachstum gestatten, also in den feuchtwarmen Tropen. Eben gerade die Tatsache, daß auch tropische Bäume eine Periodizität des Dickenwachstums erkennen lassen, legt es nahe, nicht bloß an die durch die Lebenslage bedingten ursächlichen Verhältnisse zu denken.“ Daß bei Vorhandensein von Jahreszeitenwechsel sich die jährliche Periodizität der Pflanzen diesem anpaßt, zeigt REICHE's Mitteilung über nach Chile verbrachte europäische Obstbäume, die zwar auch dort jährlich periodisch sind, sich aber den Saisonverhältnissen Chiles angepaßt haben.

Die Mehrzahl der Botaniker schreibt die jährliche Periodizität der Pflanzen dem Temperatur- und Feuchtigkeitswechsel und dem angeblich dadurch hervorgerufenen Laubfall zu. Aber wenn man sich nur genügende Mengen von Materialien vornimmt, kommt man sehr bald zu dem Ergebnis, daß zwar für alle Ansichten eine Anzahl schlagender Beispiele geliefert werden kann, aber ebensowohl für jede eine stattliche Zahl von Gegenbeispielen. Die Ausführungen von VOLKENS (14) geben wohl die besten neueren Materialien für diese Frage. URSPRUNG (12) veröffentlichte 1900 seine ersten Studien über Tropenhölzer. Das Material war von SCHIMPER auf den Seychellen gesammelt worden. Auf den Seychellen ist eine recht gleichmäßige Temperatur. Es werden als mittlere Jahresextreme von 7 Jahren 30,9 und 21,3⁰ angegeben. 1888 gestalteten sich Regen- und Temperaturverhältnisse folgendermaßen:

	Regenfall	Temperatur		Regenfall	Temperatur
Januar	369	27,2	Juli	65	26,4
Februar	325	27,4	August	58	26,8
März	309	27,7	September	125	27,2
April	235	28,2	Oktober	176	27,7
Mai	170	27,1	November	229	27,4
Juni	103	26,8	Dezember	286	27,5

Trotzdem die Trockenzeit relativ regenarm ist, kommen während derselben besonders auf den Höhen nicht unbedeutende Niederschläge vor. URSPRUNG gibt eine kleine Tabelle (p. 26) der von ihm untersuchten 8 Hölzer. Die Spalte über die Kronenbelaubung habe ich nach den Textangaben eingefügt.

Name	Standort	Krone	Laubfall	Zonenbildung
<i>Artocarpus integrifolia</i> L.	kultiviert, feucht	groß, sehr dicht belaubt	immergrün	verwaschen, ungleichmäßig
<i>Calophyllum inophyllum</i> L.	Strandbaum	groß, sehr dicht belaubt	immergrün	fehlt
<i>Wormia ferruginea</i> BAILL	Gebirgsbaum	klein, schwach belaubt	teilweise laubwerfend	regelmäßig, schwach
<i>Albizia Lebbek</i> BENTH.	Urwald, periodisch trocken	groß, dicht belaubt	teilw. od. ganz laubwerfend	fehlt
<i>Azelia bijuga</i> A. GRAY	Strandbaum	mäßig groß, dicht belaubt	immergrün	verwaschen, ungleichmäßig
<i>Psidium pomiferum</i> L.	Waldbaum, zieml. feucht	mäßig groß, dicht belaubt	immergrün	sehr deutlich
<i>Imbricaria maxima</i> POIR	Gebirgswald	?	immergrün	deutlich
<i>Craterispermum microdon</i> BAKER	Gebirgswald, feucht	?	immergrün	sehr deutlich

Ein Vergleich der auf die Zonenbildung bezüglichen Resultate mit den klimatischen Verhältnissen, dem Standort, der Kronenbildung und dem Laubfall läßt keine, für das gesamte Untersuchungsmaterial gleichmäßig geltende Abhängigkeit der cambialen Tätigkeit von diesen Faktoren erkennen. Wir finden in demselben Klima auf gleichem Boden, bei gleicher Kronenbeschaffenheit verschiedene Verhältnisse im Laubfall und der Zonenbildung, die aber auch wieder nicht in Beziehung zu stehen scheinen. Wir haben sowohl bei den laubwerfenden Bäumen fehlende und vorhandene Zonenbildung; und bei den immergrünen ist es dasselbe. Die Art der Ringbildung war bei den einzelnen Bäumen verschieden. Während z. B. von *Psidium* angegeben ist, daß die Gefäße im Spätholz etwas spärlicher sind, heißt es von *Imbricaria*, daß typische Unterschiede in der Gefäßausbildung und Anordnung im Früh- und Spätholz nicht vorhanden sind.

In einer späteren Arbeit vergleicht URSPRUNG (13) sechs tropische Holzarten, von denen er bei jeder Art jeweils ein Stück von Ost-Java und von Buitenzorg untersuchte. Es kam ihm darauf an, zu zeigen, daß bei schärferer Differenzierung des Klimas die Ringbildung schärfer und vollständiger ist. Nach seinen Angaben läßt sich folgende Übersicht zusammenstellen:

	B u i t e n z o r g			O s t - J a v a		
	Laubfall	Vollständigkeit der Ringbildung	Deutlichkeit der Zonen	Laubfall	Vollständigkeit der Ringbildung	Deutlichkeit der Zonen
<i>Tectona grandis</i> L.	ganz gering	teils vollst., teils unvollst.	gut	Laubfall	vollständig	scharf
<i>Odina gummi-fera</i> Bl.	Laubfall	nur einmal vollständig	schwach	Laubfall	vollständig	scharf
<i>Eriodendron anfractuosum</i> D.C.	Laubfall	nie vollständig	schwach	Laubfall	teils vollst., teils unvollst.	scharf
<i>Poinciana regia</i> Boj.	fast nie kahl	einmal vollständig	gut	Laubfall	vollständig	scharf
<i>Melochia indica</i> A. Gr.	?	nie vollständig	unscharf	?	nur einmal vollständig	gering
<i>Albizzia mollucana</i>	immergrün	wahrscheinl. vollständig	gut	immergrün	einige vollständig	scharf

Während in Buitenzorg das Klima gleichmäßig ist und eine deutliche Trockenperiode nicht vorkommt, so weist Ost-Java einen scharfen Unterschied auf zwischen einer trockenen und einer nassen Jahreszeit. Bei diesen Untersuchungen zeigt sich ein Einfluß des Klimas auf die Zonenbildung, und zwar durch Trockenheit hervorgerufen. In Ost-Java ist allgemein die Zonenbildung bei derselben Spezies schärfer und vollständiger als in Buitenzorg: also stärkerer klimatischer Periodizität entspricht stärkere Periodizität der Wachstumsqualität des Cambiums. Innigere Beziehung zwischen Blattbildung (Laubfall) und formativer Cambiumtätigkeit besteht nicht in allen Fällen: die Zonenbildung ist bei allen Bäumen in Ost-Java schärfer, der Laubfall aber nur bei einigen vollständig. Bei *Tectona* und *Odina* waren in Buitenzorg mehr Gefäße auf einem bestimmten Querschnitt als in Ost-Java, in andern Fällen ließ sich ein Unterschied nicht nachweisen. Eine Beziehung zum Laubfall ist hier nicht vorhanden.

URSPRUNG sagt p. 209: „In demselben Klima zeigt die Zonenbildung starke Differenzen sowohl in bezug auf die Schärfe und Vollständigkeit, als auch betreffs des anatomischen Baues der Grenze. In Buitenzorg fanden sich die schärfsten Zonen bei *Tectona*, dann folgen *Poinciana*, *Eriodendron*, *Odina*, *Melochia*, *Albizzia*. In Ost-Java war die Zonenbildung bei *Tectona* weitaus am schärfsten und vollständigsten. Das auf der äußeren Seite der Zuwachsgrenze befindliche, mit dem ersten Frühholz zu vergleichende Gewebe zeichnete sich bei *Tectona* und *Odina* deutlich

durch große Gefäße aus, die von reichlichem Parenchym begleitet waren; in den übrigen Fällen zeigten die Gefäße diese Unterschiede nicht. Das Fehlen von gefäßreichem Frühholz ist aber nicht, oder doch sicher nicht immer mit dem Fehlen von Laubfall verbunden, was uns die ostjavanischen Exemplare von *Poinciana* und *Eriodendron* deutlich zeigen, die vollständig kahl werden und dennoch keine gefäßreichen Zonen besitzen.

Wenn beim Übergang von Buitenzorg nach Ost-Java die Schärfe und Vollständigkeit der Zuwachszonen nicht bei allen Spezies gleich stark zunimmt, und wenn die Abgrenzung am gleichen Ort anatomisch bald auf die eine, bald auf die andere Art zustande kommt, so ist dies natürlich von äußeren Ursachen vollständig unabhängig und einzig in inneren, individuellen Fähigkeiten begründet. Ob und inwiefern ein Parallelismus mit den Kronenverhältnissen besteht, wurde in einzelnen Fällen so gut als möglich dargetan, doch machte sich hier der Mangel an genauen Beobachtungen über den Laubfall stark fühlbar.“

Daß aber der Laubfall oder auch nur das Vorhandensein von Blättern eine allgemeine Vorbedingung nicht sein kann, geht schon aus Beobachtungen von REICHE hervor, nach welchen auch die blattlose *Ephedra andina* und die ebenfalls blattlose *Retamilia ephedra* Zuwachszonen besitzen.

HOLTERMANN (6) widmet dem Einfluß des Klimas auf den Bau der Pflanzengewebe eine umfangreiche Schrift. Seine Arbeitshypothese über den Einfluß des Klimas auf die Ausbildung von Zuwachszonen formuliert er auf p. 187 folgendermaßen: „Das Ziel meiner Untersuchungen war der Nachweis, daß die Bildung der Zuwachszonen durch klimatische Faktoren angeregt wird, und daß diese durch direkte Anpassung erworbene Eigenschaft erblich fixiert werden kann.“

HOLTERMANN bemüht sich in erster Linie, nachzuweisen, daß die Notwendigkeit, im Frühholz größere Mengen von Leitungsbahnen zur Verfügung zu haben, von der raschen Blattbildung und der damit parallel gehenden stärkeren Transpiration eben der neuen Blätter abhängt. Wenn man auch gar nicht leugnet, daß größere Mengen junger Blätter mehr transpirieren als kleinere Mengen alten Laubes, und daß eine vermehrte Anzahl von Gefäßen der Wasserführung unbedingt zum Vorteil gereicht, so ist dabei doch übersehen,

1. daß nach der oben zitierten Beobachtung von REICHE auch blattlose Pflanzen wie *Ephedra andina* und *Retamilia ephedra* Zuwachszonen besitzen, und
2. daß nach den Untersuchungen von URSPRUNG nur in wenigen Fällen bei tropischen Hölzern eine vermehrte Zahl von Gefäßen im Frühholz gefunden wird, zumeist keine Vermehrung nachgewiesen werden kann.

HOLTERMANN hat übrigens selbst einige blattlose Pflanzen untersucht (p. 193) und kommt auch zu dem Resultat, daß die Transpiration

dieser Pflanzen (Euphorbien und Cacteen) überaus gering ist, vermerkt aber immerhin doch selbst Andeutungen von Zuwachszonen.

Es dürfte jedem selbst überlassen bleiben, welche Stellung er zu HOLTERMANN's p. 189 ausgesprochener These einnehmen will: „Nur wenn wir die Bildung der Zuwachszonen mit der Funktion der Leitungsbahnen und der Transpiration des Laubes in Zusammenhang bringen, ist es möglich, vom Standpunkt der anatomisch-physiologischen Betrachtungsweise aus die Kausalitätsverhältnisse klarzulegen.“ Auch in anderer Beziehung scheinen Fachgenossen ein recht bitteres Urteil über HOLTERMANN zu fällen (VOLKENS, p. 91—92).

Daß die Zuwachszonen auch in den Tropen Jahresringe sein können, zeigt HOLTERMANN an einigen bestimmten Beispielen. Bei anderen Beispielen ließ sich zeigen, daß die Ringe nichtjährlichen Vegetationsperioden entsprachen. So erwähnt er einen reichlich sieben Jahre alten Kakaobaum, der von 1893—1901 dreimal jährlich die Blätter verloren hatte und nun 22 Zonen zeigte.

HOLTERMANN stellt fest, daß durchgehends die schnellwachsenden laubwerfenden Bäume die deutlichsten Zuwachszonen bilden. Er fand verschiedene Bäume und Sträucher, die gar keine Zuwachszonen zeigten. Das waren in der Regel sehr langsam wachsende Pflanzen. Auch das Fehlen der Zuwachszonen wird mit Hilfe der Transpirations-Hypothese erörtert. (Schluß folgt.)

Beiträge zur Kenntnis der diluvialen Nashörner Europas.

Von **Ewald Wüst** in Kiel.

Mit 5 Textfiguren.

Für die Zwecke einer größeren faunengeschichtlichen Arbeit war ich genötigt, zu der Nomenklatur, Systematik und Stammesgeschichte unserer europäischen diluvialen Nashörner Stellung zu nehmen. Das erforderte auch vergleichende Untersuchungen an rezemtem Materiale, die mir in den Zoologischen Museen in Kiel und Hamburg durch das dankenswerte Entgegenkommen der Direktoren derselben, der Herren BRANDT und LOHMANN, ermöglicht wurden. Eine zureichende Begründung der erlangten Ergebnisse würde den Rahmen der erwähnten faunengeschichtlichen Arbeit überschreiten und erfolgt daher in der vorliegenden Arbeit (Abschnitt I). Ich schließe daran (Abschnitt II—IV) die Mitteilung der Ergebnisse einiger anderweitiger Nashornstudien, denen es sehr zustatten gekommen ist, daß ich dank dem freundlichen Entgegenkommen von Herrn JOH. WALTHER immer wieder das mir von früher her vertraute, so ungewöhnlich lehrreiche Material des Geologischen Institutes in Halle a. S. zum Vergleiche heranziehen konnte.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Centralblatt für Mineralogie, Geologie und Paläontologie](#)

Jahr/Year: 1922

Band/Volume: [1922](#)

Autor(en)/Author(s): Mohr Erna

Artikel/Article: [Der Wert der Zuwachszonen bei tropischen Tieren und Pflanzen als klimatisches Merkmal, jetzt und in älteren geologischen Perioden. 634-641](#)