Ueber die Stellung der Schuppen der Frucht

von

Ceratozamia mexicana Brongn.

Ein Beitrag zur Blattstellung

von

Dr. Al. Unterhuber.

(Vorgelegt in der Jahressitzung vom 6. April 1870.)

Der Zapfen, der mir hier vorliegt, hat eine Länge von $11\frac{1}{2}''$ und einen Durchmesser von $2''$; an Gestalt gleicht er so ziemlich den Zapfen unserer Coniferen. Die Länge einer Schuppe beträgt $14'''$, die Breite $9'''$. Die einzelnen Schuppen haben symmetrische Sechsecke von beigefügter Form zu Basen, und stellen zwei fast bis zu ihren Spitzen verwachsene, mit zwei dornartigen hakigen Fortsätzen versehene Pyramiden dar. Ein brauner kurzhaariger Streifen umgibt die Spitzen in Gestalt einer Lemniscate, deren Hauptpunkte dieselben zu sein scheinen. Nach den Rändern hin werden die Haare immer länger und lichter.

Ich will den Zapfen auf den Stengel stellen, von dem er abgeschnitten wurde, um ihm seine natürliche Stellung zu geben. Es ist ja das untere Ende dann das ältere, das obere das jüngere.

Da bemerkt man gleich 11 der Achse parallellaufende durchschnittlich 17gliederige Schuppenzeilen. Ferner laufen 6 steile 11gliederige Spiralen einander parallel den Zapfen hinan in der Richtung von West über Nord nach Ost.

Hier ist die 1. und 4. Reihe identisch, und steht das 12. Glied über dem 1. Dagegen laufen 5 parallele 11gliederige Spiralen von Ost über Nord nach West, so dass die 1. und 6. Spirale identisch sind, und das

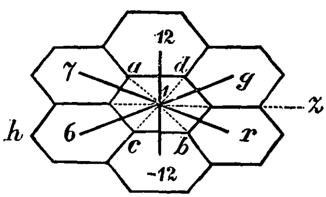
1. und 12. Element senkrecht über einander stehen. Jede der Spiralen macht nur einen einzigen Umgang. Eine 3. ebenfalls 11 gliederige Spirale windet sich in 2 Umgängen von West über Nord nach Ost um den Zapfen. Das 12. Glied steht wieder senkrecht über dem ersten. Diese Spirale ist sehr wenig steil. Ich habe dieselbe den ganzen Zapfen entlang verfolgt, und jedes Glied derselben mit einem Papierschnitzelchen belegt, dadurch wurden alle Schuppen der Ordnung nach belegt. Diese Spirale schliesst also alle Schuppen in natürlicher Reihenfolge in sich und stellt die wirklichen Blattstellungsverhältnisse der Schuppen am Zapfen dar, sie heisst daher Hauptspirale oder Grundwendel.

Die Anzahl der Cyklen hängt vom Entwicklungsgrade der Achse und der Frucht ab, ist also unwesentlich.

Erscheinen auch die Reihen ungleich steil, so kann doch der Steilheit, und der damit nothwendig zusammenhängenden absoluten Inclination aus dem Grunde kein besonderes Gewicht beigelegt werden, weil eine Verkümmerung des Zapfens eine Verkürzung der Achse, also auch eine Aenderung in der Steilheit bewirken müsste.

Was die Wendung der Spiralen betrifft, so erscheint mir dieselbe, obwohl das Gesetz einer rechtswendigen Spirale ebenso gut für eine linkswendige gilt, doch aus dem Grunde nicht ganz gleichgiltig, weil die Grundwendel nach der Richtung von West über Nord nach Ost aufsteigt und „nur so“ den Gipfel des Zapfens erreicht, weil also nur diese Wendungsrichtung der Hauptspirale die Entwickelungsgeschichte der Schuppen am Zapfen darstellt, (die oberen in dieser von West über Nord nach Ost aufsteigenden Spirale gelegenen Schuppen müssen die jüngeren sein) und eine auffallende Uebereinstimmung der Wendung in den später zu erwähnenden Reihen sich zeigt.

Da alle Schuppen eng aneinander stossen, sechseckige Basen haben und nur sechs Sechsecke sich berühren können, vom Mittelpunkte des Centralsechseckes aus nur 6 Strahlen zu den Nachbarsechsecken gehen können, so sind nur 6 Spiralen von Elementen möglich. In der Richtung des Strahles 1, 12 liegen die 11 parallelen 17gliederigen Zeilen, der Strahl 1, 6 bezeichnet die Richtung der steileren Wendeln $\alpha\alpha$, der Strahl 1, 7 die der noch steileren Wendeln $b\beta$.



Da nun die Elemente dieser Reihen und Zeilen sich vorzüglich allen Seiten des Centralelementes anzuschmiegen suchen, um ein geschlossenes Ganze zu bilden, ist es leicht erklärlich, warum sich die eine Spirale nach rechts, die andere nach links wendet, während die Zeile in der Mitte zwischen beiden bleibt.

Nicht weniger wichtig sind die Reihen, welche in der Richtung der Diagonalen gehen und den Zapfen auch mit 11 Elementen umschliessen; gehört ja die Grundwendel zu dieser Classe von Spiralen. Die eigenthümlichen Verhältnisse der Spiralen in der Richtung 1 *a* und 1 *d* werden später erwähnt.

Diese 4 Spiralen halten sich gleichsam das Gleichgewicht, während die Zeilen und die Grundwendel die Extremstellungen einnehmen. Die Zeilen sind der Achse parallel, die Grundwendel ist zu ihr fast senkrecht. Die Zeile hat die geringste, die Grundwendel die grösste seitliche Abweichung (Divergenz); bezüglich der vertikalen Abweichung (Distanz) der einzelnen Glieder von einander gilt das Gegentheil.

Die letzte Figur zeigt das augenscheinlich.

Warum nur eine ungerade Anzahl von Elementen vorkommt, hat theils in der Gestalt der Schuppen, theils in der Erhebung der Grundwendeln um nur Ein Glied während des zweimaligen Umganges seinen Grund. So scheint die Gestalt der Schuppen einen wesentlichen Einfluss auf die Blattstellungsverhältnisse zu üben.

Bezeichnet man alle Glieder der Hauptspirale der Reihe nach den ganzen Zapfen entlang, und betrachtet man die Glieder der steilen Wendel, so fallen an derselben die Zahlen 1, 6, 11, 16, 21, 26, 31, 36, 41, 46, 51, 56 . . . . . auf. Ebenso umfasst die steilere Wendel nur jene Glieder, welche den Zahlen 1, 7, 13, 19, 25, 31, 37, 43, 49, 55, 61, 67 . . . . . entsprechen. Es bilden also die Zahlen, welche die Glieder der Nebenreihen bezeichnen, arithmetische Reihen, deren Differenz 5 oder 6 ist. (Da sind nur die Spiralen in der Richtung 1, 6 und 1, 7 der letzten Figur gemeint.) Da dieser gesetzmässige Fortschritt nicht nur von dem Gliede 1 aus, sondern von allen anderen gilt, also die Zahlen 2, 3, 4, 5 und 6 von dieser Reihenbildung nicht ausgeschlossen werden können, so müssen sich auch Reihen von der Form ergeben: 2, 7, 12, 17 . . . ., 3, 8, 13, 18 . . . . ., 4, 9, 14, 19 . . . . ., 5, 10, 15, 20 . . . . ., 6, 11, 16, 21 . . . . . Eben so müssen Reihen von der Form vorkommen: 2, 8, 14, 20 . . . . ., 3, 9, 15, 21 . . . . ., 4, 10, 16, 22 . . . . ., 5, 11, 17, 23 . . . . ., 6, 12, 18, 24 . . . . ., 7, 13, 19, 25 . . . . .

Es müssen also ebenso viele parallele Schuppenreihen auftreten, als secundäre Zahlenreihen möglich sind; da aber die mit 6 und 7 gebildete Reihe der 1. und resp. der 2. congruent ist, so müssen 5 Reihen der 1. Art und 6 Reihen der 2. Art mit einander parallel laufen, d. h. die Anzahl der Parallelreihen (Coordinationszahl) muss im 1. Falle 5, im 2. aber 6 sein. Bei der steileren Wendel steht das 2. Glied um 6, bei der weniger steilen um 5 Divergenzen der Grundwendel vom 1. Gliede ab.

Derselbe Abstand tritt bei allen anderen Gliedern wieder auf, somit beträgt der Abstand des 2. 3. 4. . . . . 12. Gliedes vom 1. Gliede 1·6, 2·6, 3·6 . . . . . 11·6 Divergenzen der Grundwendel. Ist man aber bei 11·6 = 66 Divergrenzen vorübergegangen, d. h. hat man 6 Cyklen der Grundwendel passirt, so steht man beim 1. Gliede der 7. Wendel, man ist also senkrecht über dem 1. Gliede, und die steile Spirale hat einen Cyklus beendigt, das nächste Glied ist der Anfang eines neuen Cyklus. Ebenso zeigt die weniger steile Spirale, dass das 2. 3. 4 . . . . 12. Element um 1·5, 2·5, 3·5 . . . . 11·5 Divergenzen absteht, also ist Nr. 56 das 1. Glied, der 6. Grundwendel nach 5 vollendeten Cyklen, und mit diesem Gliede beginnt die Gegenwendel ihren neuen Cyklus. Es müssen also beide Reihen 11 Glieder haben.

Dass bei diesen schiefen Reihen 11 Glieder einen Cyklus bilden müssen, ergibt sich auch, wenn man den Abstand je zweier Blätter durch die Divergenz der Grundwendel ausdrückt. Dann ist die Divergenz der steileren Reihe $= \frac{2.360.6}{11}$ die der weniger steilen $= \frac{2.360.5}{11}$. Diese Brüche können nur dann die Divergenzen eines vollen Cyklus sein, wenn der Nenner wegfällt. Bei relativ primem Zähler und Nenner geschieht dies am einfachsten, wenn oben der Factor 11 dazu tritt, d. h. das 11. Blatt schliesst den Cyklus ab, das 12. beginnt den nächsten.

Dass die eine Reihe um 5, die andere um 6 Glieder der Grundwendel weiterschreitet, hat darin seinen Grund, dass man zu einem Element den kurzen, zum anderen den langen Weg von dem Grundelemente aus machen muss, um zu jenen Elementen, welche in beiden Reihen dem 1. direct folgen, auch in der Reihen-Richtung zu kommen. Dabei beträgt der kurze Weg um $^1/_2$ Divergenz der Grundwendel weniger, der lange aber um ebenso viel mehr als 4 Rechte. (Winkel.) Um von 1 aus zum Elemente 7 zu kommen, muss man auf dem langen Wege von 1 nach links um den Zapfen herum gehen, bis man (letzte Figur) zum Elemente g und von hier duch da nach 7 kommt. Macht man von 1 aus den directen Weg zum Elemente 6, so geht man nach rechts gegen z hin, hinter dem Zapfen herum und kommt so von h nach 6, welcher Weg um $^1/_2$ Divergenz kleiner als 4 Rechte ist.

Hier hat sich auch gezeigt, dass die Sprungweite der 2 steilen Reihen, bezogen auf die Grundwendel, 6 und 5 Divergenzgrössen beträgt, dass also die Sprungweite mit der Coordinationszahl übereinstimmt. Dasselbe gilt auch von den 11 Zeilen. Da nämlich nur jene Glieder der Grundwendel senkrecht über einander stehen können, welche um einen ganzen Cyklus, also um 11 Divergenzen von einander entfernt sind, so beträgt die Sprungweite der 11 Zeilen auch 11. Bei der Grundwendel ist die Sprungweite und die Divergenz = 1.

Man kennt also das Bildungsgesetz der Nebenreihen und Zeilen, es unterliegt also keinem Zweifel, dass durch eine Bezifferung aller Glieder jeder Nebenreihe oder Zeile auch die Grundwendel naturgemäss beziffert erscheint.

Bedenkt man, dass die Grundwendel nur zu sich selbst parallel ist, also die Coordinationszahl 1 hat, dass die Coordinationszahlen der zwei besprochenen Spiralen und der Zeilen 5, 6, 11 sind, dass jene, der in natürlicher Wendung dahin laufenden Diagonalspirale 17 ist, so sieht man, dass die Coordinationszahlen aufsteigen, und der Reihe 1, 5, 6, 11, 17 entsprechen, welche so gebildet ist, dass jedes nachfolgende Glied die Summe seiner direct vorhergehenden 2 Glieder ist.

Nun ist es Zeit der so lange im Rückstande gelassenen Diagonalreihen zu gedenken.

Die 2 Diagonalwendeln unterscheiden sich wie die zwei früher ausführlich besprochenen Wendeln (in der Richtung der zwei Strahlen 1, 6; 1, 7) durch ihre Steilheit und Wendung von einander. Dort hatte die steilere die natürliche Wendung, hier ist das auch der Fall, dort entsprachen die Schuppen der Zahlenreihe 1, 7, 13, 19 .... und 1, 6, 11, 16.. Hier lauten die Reihen 1, 18, 35, 52 .... und 1, 17, 33, 49 ...., dort waren die Coordinationszahlen 6 und 5, hier sind sie 17 und 16, es herrscht also zwischen diesen 4 Spiralen, d. h. zwischen je 2 derselben vollständige Analogie; aber das 16 passt nicht in die Coordinationsreihe wie das 5. Dem kann geholfen werden.

Lässt man die Reihe der Coordinationszahlen nur bis zu Gliedern aufsteigen, welche kleiner sind als die Anzahl der in einem Cyklus vorkommenden Glieder (was am Ende nicht unnatürlich ist) und beginnt man eine neue, welche durch Addition der Cyklus-Glieder zu den Coordinationszahlen entsteht, so erhält man folgende Reihen: 1, 5, 6, 11, 17.

$$\begin{array}{ccc} 1, & 5, & 6 \\ 11 & 11 & 11 \\ \hline 12, & 16, & 17. \end{array}$$

Die Coordinations- oder Sprungzahl 12 gibt die Reihe 1, 13, 25, 37, 49 ..., die in der Reihe 6 enthalten ist, und durch das Ueberspringen jedes anderen Gliedes entsteht. Die Reihen 16 und 17 sind die Diagonalreihen in der Richtung von *1d* und *1a*.

Es sind auch Reihen von der Gestalt 29, 33, 34 aufzuweisen, d. h. Reihen, deren Coordinationszahlen die erwähnten sind, die also die Sprungweiten 29, 33, 34 haben. Da ist die zweite Schuppe die 30., 34. oder 35.

$$\begin{array}{ccccc} 1 & 5 & 6 & 11 & 17 \\ 11 & 11 & 11 & & \\ 17 & 17 & 17 & & \\ \hline 29 & 33 & 34 & & \end{array}$$

Doch scheinen die höheren Reihen gekünstelt.

Was die Steilheit der Reihen betrifft, und es ist hier nur von einer relativen Erhebung die Rede, so ergibt sich dieselbe aus der Vergleichung der Grundwendel mit den Nebenwendeln.

Die Grundwendel geht von Stufe zu Stufe und beschreibt einen Cyklus, somit ist die Distanz eines Elementes $^1/_{11}$ der des ganzen Cyklus. Die Erhebung der einzelnen Glieder der Nebenwendel beträgt die Summe der Distanzen der Zwischenglieder, somit sind die Distanzen gegeben durch die Brüche $^1/_{11}$, $^5/_{11}$, $^6/_{11}$, $^{11}/_{11}$, $^{16}/_{11}$, $^{17}/_{11}$. Die Grundwendel ist also am wenigsten steil, steiler sind die Reihen mit den Coordinationszahlen 5, 6, 16, 17, gerade sind die Zeilen.

Die absolute Divergenz beträgt bei der Grundwendel $^2/_{11}$, bei den Spiralen $^1/_{11}$, bei den Zeilen 0. Die Vergleichung der Divergenzen und Distanzen ergibt:

Divergenzen	$^2/_{11}$,	$^1/_{11}$,	$^1/_{11}$,	$^0/_{11}$,	$^1/_{11}$,	$^1/_{11}$.
Distanzen	$^1/_{11}$,	$^5/_{11}$,	$^6/_{11}$,	$^{11}/_{11}$,	$^{16}/_{11}$,	$^{17}/_{11}$.

Die Grundwendel hat die geringste Distanz und die grösste Divergenz, von da wachsen die Distanzen beständig, während die Divergenzen abnehmen; doch ist bei diesem Zapfen das Gesetz des Zunehmens von dem des Abnehmens verschieden. In Folge dessen sind die Gesetze der Divergenz nicht wie bei Tannzapfen durch die der Distanz gegeben und umgekehrt.