

Das anomale sekundäre Dickenwachstum der Amarantaceae.

Von *WERNER SCHMID* (Zürich).

Hiezu Tafeln XV und XVI.

Manuskript eingegangen am 28. April 1928.

Der Bau der Sprossachse der Amarantaceae weicht hauptsächlich darin von dem der meisten Dikotyledonen ab, dass ausserhalb des Zentralzylinders, also extrafaszikular, in kreis- oder kreisbogenförmiger, spiraliger, selten in mehr oder weniger unregelmässiger Anordnung akzessorische Leitbündel auftreten. Sie liegen in einem parenchymatischen oder prosenchymatischen Gewebe, dem sogenannten Zwischengewebe, eingebettet, das gleich diesen Leitbündeln sukzessiv auftretenden und wieder erlöschenden extrafaszikularen Kambien sein Entstehen verdankt. Das durch diese vermittelte, für Dikotyledonen durchaus atypische sekundäre Dickenwachstum wird in der Literatur als das anomale bezeichnet und war wiederholt Gegenstand wissenschaftlicher Untersuchung.

Im Zentralzylinder der jungen Sprossachse, der sich gegenüber der primären Rinde durch den einschichtigen Perizykel abgrenzt, legen sich die Prokambiumstränge nach normaler dikotyler Art an. Sie erscheinen entsprechend dem Querschnitt des Stengels im Kreis oder Viereck geordnet an der Peripherie des Markes und vergrössern sich in für Dikotyledonen bekannter Weise durch ein faszikulares, zwischen Leptom und Hadrom eingeschaltetes Kambium. Dieses tritt in keiner der untersuchten Arten auf das Gebiet der Markstrahlen über, so dass es also nicht zur Bildung eines Verdickungsringes kommt und demnach normales sekundäres Dickenwachstum den Amarantaceae fehlt. DE BABY (1) p. 608, der bei der Aufstellung seiner Typen des anomalen sekundären Dickenwachstums der Centrospermae die Verhältnisse des Zentralzylinders mitberücksichtigt, sowie

NEMNICH (7) p. 14-16 nehmen für einen Teil. der Amarantaceae normales sekundäres, allerdings zeitlich beschränktes Dickenwachstum an, während MOROT (6) p. 240, wie aus seinen Darstellungen zu schliessen ist, solches der ganzen Familie zuspricht. Die übrigen Autoren, die dieses Thema bearbeiteten, geben hierüber keine Notizen.

Im Laufe der Entwicklung kommt es bei einer Grosszahl der Spezies zu einer Verlagerung der Leitbündel des Zentralzylinders ins Mark, so dass der Stengel oft ein an Monokotyledonen erinnerndes Querschnittsbild zeigt. Dies ist z. B. bei *Amarantus retroflexus* L. und verwandten Arten der Fall, wo die neun bis elf Blattspuren sofort nach ihrem Eintritt in die Achse auf einer zickzackförmig gebrochenen Linie mehr oder weniger tief in das Mark vordringen, um da im Niedersteigen durch die fünf nächsten Internodien allmählich vereintläufig zu werden. Diese vereintläufigen, von GRAVIS (3) p. 7 als Anastomosensbündel bezeichneten Stränge stehen im Mark, ohne dessen Zentrum jedoch zu erreichen und halten in tieferen Partien, wo sie oft ihrer zwei bis vier auf einem Radius liegen, die Grenze der den Blättern zugehörigen Abschnitte der Achse besetzt. Das eben beschriebene Verhalten wurde bereits von DE BABY (1) p. 259 beobachtet und später von GRAVIS (3) p. 5-23, Fig. 1-42 Tafel I—XI eingehend studiert. Es findet sich auch bei *Celosia argentea* L. und *Digera alternifolia* (L.) Ascherson, nur in einfacherer Form, da hier die in geringerer Zahl vorkommenden Blattspurstämme bei ihrem Vordringen ins Mark ihre ursprünglich kreisförmige Anordnung mehr oder weniger beibehalten. Hierher wäre nach SCHENCE (18) p. 52 wohl auch *Hebanthe pulverulenta* Mart. zu rechnen. WILSON (16) p. 175, Fig. 1, 8-11 und 16-19 untersuchte hinsichtlich des Leitbündelverlaufes speziell *Celosia cristata* L. und *Amarantus hybridus* L. sowie weitere zu dieser Gattung gehörende Arten.

Bedeutend übersichtlicher gestaltet sich der Querschnitt durch Achsen dekussiert beblätterter Pflanzen, wo zunächst nur die im zweiten Internodium vereintläufig gewordenen Stränge sich ins Mark verlagern, während die anderen peripher bleiben. Doch gibt es auch unter ihnen Fälle, bei welchen gleich nach dem Eintritt in den Stengel, wie z. B. bei *Cyathula geniculata*

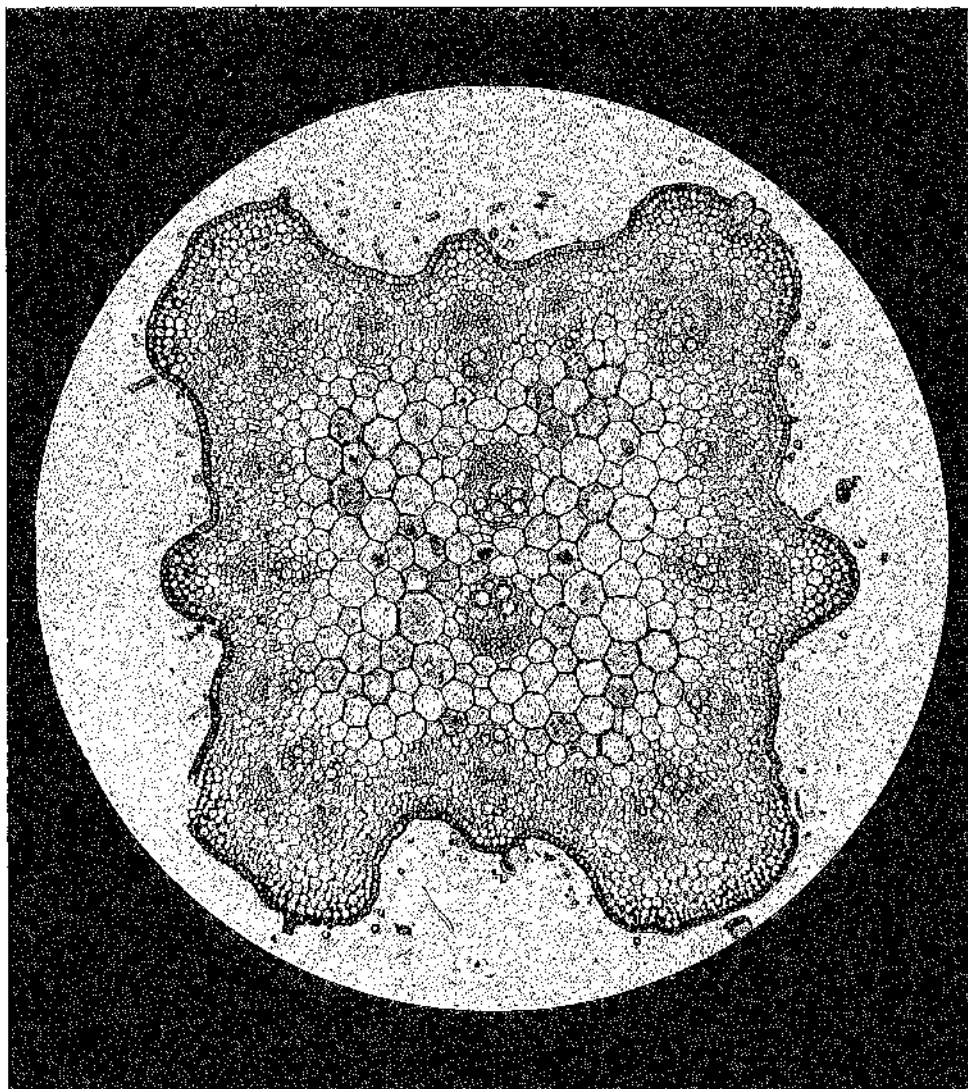
Lour., die mittlere der Blattspuren oder, wie bei *Pfaf fia decipiens* Hooker, ausser dieser noch seitliche markständig werden. Bei einer beträchtlichen Zahl von Arten bewahren jedoch sämtliche Leitbündel während ihres ganzen Verlaufes durch die Achse ihre ursprüngliche Lage am Rande des Zentralzylinders, so dass das Mark durchaus bündelfrei ist. So lassen sich denn bezüglich der Verteilung der Leitbündel des Zentralzylinders folgende Möglichkeiten auseinanderhalten.

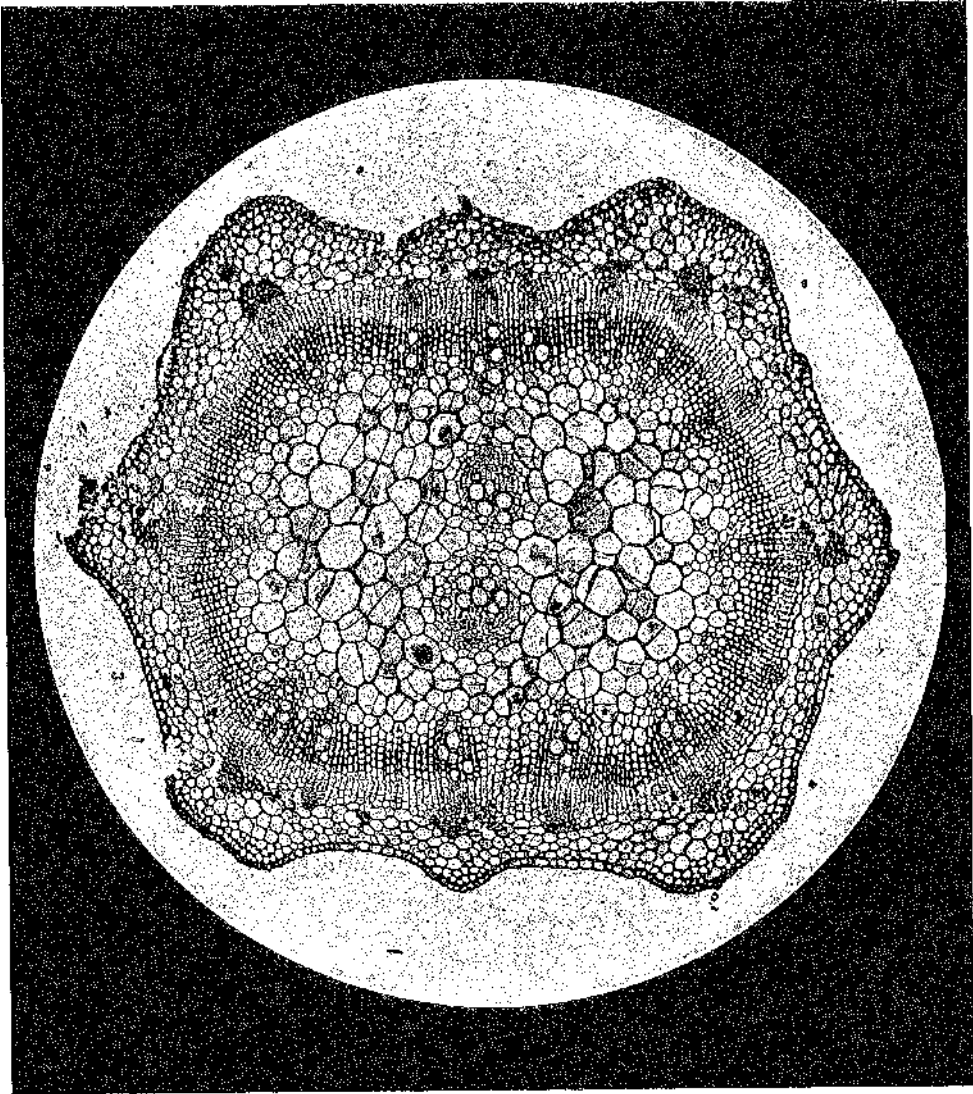
a) Das Mark ist durchaus frei von Leitbündeln. *Aerua sanguinolenta* Blume, *Alternanthera polygonoides* (L.) R. Br., *Bosea Yervamora* L., *Calicorema squarrosa* Schinz, *Centema cruciata* Schinz, *Centemopsis gracilentia* (Hiern) Schinz, *Cyphocarpa trichinioides* (Fenzl) Lopr., *Dasysphaera Robecchii* Lopr., *Deeringia baccata* (Retz.) Moq., *Dicraurus leptocladus* Hooker fil., *Froelichia floridana* (Nutt.) Moq., *Gomphrena decumbens* Jacq., *Hermbstaedtia caffra* (Meisner) Moq., *Iresine paniculata* (L.) O. Kuntze, *Leucosphaera Bainesii* (Hooker) Gilg, *Loprioria Ruspoli* (Lopr.) Schinz, *Marcellia denudata* (Hooker) Lopr., *Mechowia grandiflora* Schinz, *Nothosaerua brachiata* (L.) Wight, *Pfaf fia elegans* Moq., *Pleuropetalum costaricense* Wendl., *Psilotrichum africanum* Oliver, *Psilotus alopecuroides* F. v. Müller, *Ptilotus calostachyus* F. v. Müller, *Pupalia atropurpurea* (Lam.) Moq., *Saltia papposa* R. Bi., *Sericorema avolans* Fenzl und *Trichinium corymbosum* Gaudich.

b) Von den Leitbündeln sind nur die vereintläufig gewordenen Stränge, die sogenannten Anastomosenbündel, markständig. *Achyanthes argentea* L., *Alternanthera sessilis* (L.) R. Br., *Cyathulä globulifera* (Bojer) Moq., *Cyphocarpa orthacantha* (Hochst.) C. B. Clarke, *Nelsia quadrangula* (Engler) Schinz, *Nototrichium fulvum* Schinz, *Nyssanthes diffusa* R. Br. und *Sericocomopsis pallida* (S. Moore) Schinz.

c) Ausser den sogenannten Anastomosenbündeln verläuft ein Teil der isoliert dahinziehenden Blattspuren gleich nach ihrem Uebertritt in die Achse im Mark. *Cyathula geniculata* Lour., *Pfaf fia decipiens* Hooker und *Sericostachys scandens* Gilg et Lopr.

d) Die Anastomosenbündel sowie sämtliche Blattspuren verlaufen im Mark. Nur aus den Achselsprossen stammende Stränge





Phot. Ernst Wettstein.

halten sich peripher. *Acanthochiton Wrightii* Torrey, *Acnida australis* A. Gray, *Amarantus caudatus* L., *Celosia argentea* L., *Chamissoa altissima* Nees et Mart., *Charpentiera obovata* Gaudich., *Digera alternifolia* (L.) Ascherson und *Neocentema alternifolia* Schinz.

Die Verteilung der Leitbündel im Zentralzylinder ist im allmeinen, kleinere Variationen ausgenommen, innerhalb der Gattung gleich; doch begegnete ich bei meinen Untersuchungen einigen den Typen a), b) und c) angehörnden Genera, z. B. *Alternanthera* Forskål, *Cgathula* Lour., *Cyphocarpa* Lopr. und *Pfaffia* Mart., die hiervon eine Ausnahme machen. Ob diesen noch weitere sich anreihen, vermag ich nicht zu sagen.

Bei der überwiegenden Mehrzahl der Arten verschmelzen die Leitungsstränge der Achselsprosse direkt nach ihrer Einmündung in den *Stengel* mit den Anastomosenbündeln. Nur bei den Gattungen der unter d) aufgeführten Arten, deren Zahl vielleicht noch durch das Genus *Allmania* R. Br. zu vermehren wäre, verlaufen sie zum Teil getrennt durch mehrere Internodien, um auf ihrem Niedersteigen sukzessiv, in der Hauptsache aber erst im letzten Internodium, im nächst unteren Knoten gleicher Blattinsertion also, in die Anastomosenbündel überzugehen. Ihr Verhalten ist von GRAVIS (3) p. 11-13, Fig. 3-16 Tafel I—V speziell an *Amarantus caudatus* L. verfolgt worden. Bei allen zu diesem Typus d) gehörenden Arten nehmen sie die Randpartie des Markes ein, die hier auffallend lange, bis zur Anlage dieser Bündel und zum Beginn der extrafaszikularen Verdickung des Stengels, meristematisch bleibt und die Fähigkeit bewahrt, durch Zellteilung sich zu vergrössern. In dieser Hinsicht steht der Typus d) den Typen a), b) und c) gegenüber, bei denen, da die aus den in der Entwicklung später auftretenden Achselsprossen kommenden Leitungsstränge sofort mit den Anastomosenbündeln sich vereinigen, das Mark seine Ausbildung bedeutend früher beendet.

Der einschichtige Perizykel umscheidet in der Jugend ringförmig den Pleromzylinder; aber nur bei Arten weniger Gattungen, z. B. *Bosea Yervamora* L., *Deeringia baccata* (Retz.) Moq., *Iresine paniculata* (L.) O. Kuntze und *Pleuropetalum costaricense* Wendl., bei denen die Ausbildung der Blattspuren un-

gefähr gleichzeitig mit der des Markes abschliesst, besitzt er auch in späteren Stadien, bei Eintritt des anomalen sekundären Dickenwachstums, diese Gestalt. Bei *Alternanthera polygonoides* (L.) R. Br., *Cyathula globulifera* (Bojer) Moq., *Gomphrena globosa* L. und *Pupalia atropurpurea* (Lam.) Moq. hingegen beobachtete ich, wie die Teilungen an der Peripherie des Markes mit der Ausbildung der direkt unter dem Perizykel befindlichen Blattspuren nicht Schritt hält und dieser über den Leptompartien der sich entwickelnden Leitbündel gegen die primäre Rinde vorgebuchtet wird. Dadurch gewinnt der Perizykel, zwischen je zwei aufeinanderfolgenden Leitbündeln einspringend, mehr oder weniger gewellten Verlauf. Nach der Anatomie älterer Stengel zu urteilen, dürfte dies bei sämtlichen Gattungen der unter den Typen a), b) und c) vorausgegangenen Schemas verzeichneten Arten der Fall sein, die bereits erwähnten Genera *Bosea* L., *Deeringia* R. Br., *Iresine* L. und *Pleuropetalum* Hooker ausgenommen. Ähnlich wie hier der Perizykel durch die Blattspuren gegen die Rinde vorgedrängt wird, geschieht dies bei *Amarantus retroflexus* L., *Celosia argentea* L., *Digera alternifolia* (L.) Ascherson und wohl auch den weiteren Gattungen der unter dem Typus d) aufgezählten Arten durch die Stränge der Achsel sprosse. So lässt sich denn ein ringförmiger Perizykel von einem gewellt dahinziehenden unterscheiden, was für die Betrachtung des anomalen sekundären Dickenwachstums, das kurz vor Beendigung der Ausbildung des Zentralzylinders einsetzt, recht wichtig ist.

Das anomale sekundäre Dickenwachstum nimmt stets, wie MOROT (6) p. 240-250 als erster nachwies, im Perizykel seinen Ursprung. Auf seiner Grundlage baut sich im Falle kreisförmiger Gestaltung des Perizykels ein ringartig geschlossenes, nach seiner Lage extrafaszikulares Kambium auf. Durch dessen nach innen wie aussen gerichtete Tätigkeit entsteht ein sekundäres Grundgewebe, das nach DE BABY (1) p. 610 in der Literatur ganz allgemein als Zwischengewebe bezeichnet wird. Sobald nach innen zwei bis zehn, die Zahl ist individuell verschieden, und nach aussen etwa zwei Zellschichten solchen Zwischen gewebes erzeugt wurden, geht das Kambium nach Art normaler Kambien über, auf seinem Umfange verteilt, kollaterale Leit-

blinde' zu produzieren. Diese gliedern das Kambium in interfaszikulare und faszikulare Partien, welche erstere nach beiden Seiten hin Zwischengewebe liefern, während die Deszendenten der letzteren sich nach innen zu Elementen des Hadroms und nach aussen zu Elementen des Leptoms differenzieren. Die Tätigkeit dieses extrafaszikularen, anomalen sekundären Zuwachs vermittelnden Kambiums ist zeitlich beschränkt; doch ehe es erlöscht, taucht in dem von ihm zuerst nach aussen abgegebenen sekundären Perizykelgewebe, das parenchymatischen Charakter bewahrte und die interfaszikulare Zuwachszone gegen die Rinde abgrenzt, erneut ein Kambium auf, das genau wie das erste funktioniert und wieder von einem weiter abliegenden Kambium abgelöst wird, sofern der Stengel nicht seine endgültige Dicke erreicht hat. So erzeugen diese sukzessiv auftretenden und wieder erlöschenden extrafaszikularen Kambien um den Zentralzylinder herum ein System konzentrisch angeordneter stamm-eigener Leitbündel, die gewissermassen im Zwischengewebe eingebettet liegen. Dieses trennt sowohl die aufeinanderfolgenden Bündelzonen wie auch die Bündel ein und desselben Verdickungsringes und wird dementsprechend als tangenciales, beziehungsweise radiales Zwischengewebe bezeichnet. Seine Ausbildung kann dünnwandig parenchymatisch wie stereomatisch erfolgen. Im letzteren Falle besteht es aus verdickten, verholzten prosenchymatischen Fasern, doch kommen, namentlich in Grenzgebieten, auch intermediäre Zellformen vor, die zwischen derbem, mehr gestrecktem Parenchym und mechanischen Fasern eine vermittelnde Stellung einnehmen. Nicht in der ganzen Ausdehnung entwickelt sich das Zwischengewebe stets gleichartig. Oft zeigen sich Unterschiede zwischen radialem und tangentialem Zwischengewebe, so dass mit DE BARY (1) p. 611 nachstehende drei Modi auseinandergehalten werden können.

1. Das gesamte Zwischengewebe ist parenchymatisch. Doch begegnete mir dieser Fall unter den Pflanzen mit kreisförmigem Perizykel nicht, wohl aber bei solchen mit gewellt verlaufendem, wie z. B. bei *Amarantus retro flexus* L.

2. Das tangentielle Zwischengewebe bildet sich parenchymatisch, das radiale jedoch stereomatisch aus, so dass die Leitbündel, deren Hadromparenchym gleichfalls verdickte Mem-

branen aufweist, zu einheitlichen Holzringen zusammengefasst werden. Hierher gehört z. B. *Pleuropetalum costaricense* Wendl., welche Art gerade zeigt, wie in radialer Richtung innerhalb einer Spezies die Ausbildung des Zwischengewebes wechselt. Im ersten interfaszikularen Bündelkreis tiefgeführter Schnitte wird nämlich nur ein schmaler innerer Streifen des radialen Zwischengewebes stereomatisch, während in weiterabliegenden Verdickungszonen immer grössere Gebiete desselben verholzen, bis schliesslich das radiale Zwischengewebe in seiner ganzen Erstreckung diese Beschaffenheit annimmt.

3. Das gesamte Zwischengewebe entwickelt sich stereomatisch. Doch bleiben auch in diesem Falle, dem die meisten Vertreter der Familie angehören, zumeist schmale sichelförmige, die Siebteile kappenartig überdeckende Zonen, die seitlich hin und wieder sich berühren, zartwandig parenchymatisch. Nicht selten, wie z. B. bei *Deeringia baccata* (Retz.) Moq., ist der Typus nicht rein erhalten, indem nach aussen fortschreitend, ein allmählicher Uebergang zu Fall 2 und schliesslich Fall 1 beobachtet werden kann. Auch kommt es vor, was bereits DE BARY (1) p. 612 vermerkt, dass das vom ersten extrafaszikularen Kambium erzeugte tangentielle Zwischengewebe eine Ausnahme bildend, sich parenchymatisch entwickelt und gar markähnlichen Charakter gewinnt. Dadurch scheinen, wie bei *Iresine paniculata* (L.) O. Kuntze, die an der Peripherie des Markes kreisförmig angeordneten Blattspuren in das Mark verlagert zu sein. Solche scheinbar markständige Leitbündel kommen neben echt markständigen auch bei Arten der Gattung *Amarantus* L. vor, doch sind es hier nicht die Blattspuren, sondern die aus den Achselsprossen stammenden Stränge, die Markständigkeit vortäuschen.

Die durch gewellten Verlauf des Perizykels ausgezeichneten Arten unterscheiden sich von den eben besprochenen bezüglich des anomalen sekundären Dickenwachstums, das bei beiden sich prinzipiell gleich abspielt, nur in den Anfangsstadien der Entwicklung. Während bei kreisförmigem Perizykel dieser sich auf seinem ganzen Umfang oder wenigstens auf weit dahinziehenden Bogen zum extrafaszikularen Kambium umbildet, baut sich hier das erste extrafaszikulare Kambium gewissermassen in zwei Etappen auf. Zunächst organisiert sich nur in den zwi-

sehen den Leitbündeln des Zentralzylinders, ungefähr auf der Höhe ihrer faszikularen Kambien gelegenen Perizykelabschnitten ein Kambium, das mehr oder weniger lange gemeinsam mit diesen faszikularen Kambien funktioniert und sie zu einem scheinbar normalen Verdickungsringe zusammenfasst, in welchem die eingeschalteten Perizykelkambien den interfaszikularen Kambien entsprechen würden. Dadurch, dass diese Perizykelkambien oft über weite Strecken, bei *Hermbstaedtia caffra* (Meisner) Moq. sind es in radialer Richtung etwa zwanzig Zellschichten, bei *Centemopsis gracilentia* (Hiern) Schinz ungefähr deren dreissig, mit der Produktion der faszikularen Kambien Schritt halten, wird leicht normales sekundäres Dickenwachstum vorgetäuscht. Die heterogene Struktur des Verdickungsringes verrät sich aber sofort, wenn die faszikularen Kambien erlöschen und die interfaszikular gelegenen Fragmente des später ringförmig geschlossenen ersten extrafaszikularen Kambiums allein nach aussen ziehen. Dies tritt z. B. bei *Amarantus retroflexus* L. und *Pupalia atropurpurea* (Lam.) Moq. bereits nach der Abscheidung von zwei bis drei Zellen nach innen, bei anderen Arten wieder etwas später, auf. Zu diesem Zeitpunkte bilden sich die über den Siebteilen gelegenen, gegen die primäre Rinde vorgebuchteten Teile des Perizykels zu Kambien um, die, sobald die interfaszikularen Teilstücke des Perizykelkambiums die Höhe der Leptome erreicht haben, sich mit diesen zu einem einheitlichen extrafaszikularen Kambiumring zusammenfügen. Dieser ist in bereits besprochener Weise tätig, indem er nebst Zwischengewebe einen Ring akzessorischer Leitbündel erzeugt und später durch im sekundären Perizykelparenchym sukzessiv auftretende und wieder erlöschende Kambien ersetzt wird. Das Zwischengewebe entwickelt sich in den allermeisten Fällen stereomatisch. Durch die eigentümliche Art, nach der der erste anomale Zuwachs geschieht, gelangen in diesem Falle die peripher gelegenen Bündel des Zentralzylinders oft bis zu ihren primären Ladromteilen hinan in den einheitlichen Holzkörper des extrafaszikularen Zuwachses zu stehen, was die Topographie des Stengelquerschnittes wesentlich beeinflusst.

Die eigenartige Bildungsweise des ersten extrafaszikularen Kambiums scheint von SCHENCK (10) p. 49 bei *Hebanthe holo-*

sericea Mart. und von GRAVIS (3) p. 25, Fig. 43-46 Tafel X und XI bei *Amarantus caudatus* L. erkannt worden zu sein. Sie mochte auch das ihrige dazu beigetragen haben, dass DE BARY (1) p. 608, MOROT (6) p. 240 und NEMNICH (7) p. 14-16, die nicht bloss das anomale sekundäre Dickenwachstum untersuchten, sondern auch dem Zentralzylinder ihre Aufmerksamkeit zuwendeten, für sämtliche Amarantaceae oder wenigstens einen Teil derselben zeitlich begrenztes, anomales sekundäres Dickenwachstum annahmen.

Die weiter abliegenden Kambien bilden sich unabhängig von der Gestaltung des primären Perizykels und der Entstehung des ersten extrafaszikularen Kambiums in der ganzen Familie in derselben Weise aus. Entweder treten die ersten tangentialen Teilungen im sekundären Perizykelparenchym über den Siebteilen der Leitbündel des nächstinneren Verdickungsringes auf und breiten sich von hier nach beiden Flanken aus, um über dem radialen Zwischengewebe aufeinander zu stossen und sich zu weit dahinziehenden Kambiumzonen zusammenzuschliessen, oder aber die Kambien tauchen zunächst gerade in dem ausserhalb des radialen Zwischengewebes gelegenen sekundären Perizykelparenchym auf und kommen, seitlich auswachsend, über den Siebteilen zum Kontakt miteinander. **Im** ersteren Falle scheint es oft, namentlich wenn die interfaszikulare Partie des inneren extrafaszikularen Kambiumringes nur von wenigen, zwei oder drei Zellschichten überlagert ist, deren Elemente durch ihre Gestalt und Anordnung noch deutlich ihre kambiale Herkunft verraten, als ob die über den Leptompartien entstandenen Kambiumbogen, seitlich sich ausbreitend, mit dem interfaszikularen Abschnitt des nächstälteren extrafaszikularen Kambiums in Verbindung treten würden, so dass diese also ihre Aktivität bewahren würden und das neue Kambium, wie MOROT (6) p. 284 und HÉRAIL (4) p. 245 annehmen, aus alten, dauernd tätigen und eben entstandenen Kambiumfragmenten sich aufbaute. Eine solche Deutung der Verhältnisse ist jedoch irrig.

Nach den vorausgegangenen Erörterungen erfolgt bei den Amarantaceae das anomale sekundäre Dickenwachstum nach einem durchaus einheitlichen Typus und zwar entgegen CRÜGER (2) p. 164, ISANIO (9) p. 249, DE BARY (1) p. 607, SOLEREDER

(13) p. 211 und NEMNICH (7) p'. 14 durch sukzessiv auftretende, zeitlich beschränkt tätige extrafaszikulare Kambien. Nur in den Anfangsstadien variieren die Arten. Danach lassen sich folgende beiden Fälle anomalen sekundären Dickenwachstums unterscheiden.

I. Der primäre Perizykel zeigt gewellten Verlauf. Das erste extrafaszikulare Kambium baut sich in zwei Etappen aus interfaszikular und über den Siebteilen der Bündel des Zentralzylinders entstandenen Kambiumfragmenten auf. Die Sprossachse besitzt scheinbar normales sekundäres Dickenwachstum. *Acanthochiton Wrightii* Torrey, *Achyranthes argentea* L., *Acnida canabina* L., *Aerua sanguinolenta* Blume, *Allmania albida* R. Br., *Alternanthera polygonoides* (L.) R. Br., *Amarantus caudatus* L., *Arthraerua Leubnitziae* (O. Kuntze) Schinz, *Calicorema squarrosa* Schinz, *Celosia argentea* L., *Centema cruciata* Schinz, *Centemopsis gracilenta* (†

Mart., *Charpentiera obovata* Gaudich., *Chinothrix latifolia* Rendle, *Cyathula globulifera* (Bojer) Moq., *Cyphocarpa orthacantha* (Hochst.) C. B. Clarke, *Dasysphaera Robecchii* Lopr., *Dicraurus leptocladus* Hooker fil., *Digera alternifolia* (L.) Ascherson, *Froelichia floridana* (Nutt.) Moq., *Gomphrena globosa* L., *Gossypianthus rigidiflorus* Hooker, *Guilleminea australis* (Griseb.) Hooker, *Hebanthe holosericea* Mart., *Hermbsstaedtia caffra* (Meisner) Moq., *Leucosphaera Bainesii* (Hooker) Gilg, *Lopropioria Ruspoli* (Lopr.) Schinz, *Marcellia denudata* (Hooker) Lopr., *Mechowia grandiflora* Schinz, *Nelsia quadrangula* (Engler) Schinz, *Neocentema alternifolia* Schinz, *Nothosaerua brachiata* (L.) Wight, *Nototrichium fulvum* Schinz, *Nyssanthes diffusa* R. Br., *Pfaffia elegans* Moq., *Psilotrichum africanum* Oliver, *Ptilotus calostachyus* F. v. Müller, *Pupalia atropurpurea* (Lam.) Moq., *Saltia papposa* R. Br., *Sericocomopsis pallida* (S. Moore) Schinz, *Sericorema avolans* Fenzl, *Sericostachys scandens* Gilg et Lopr., *Stilbanthus scandens* Hooker und *Trichinium corymbosum* Gaudich.

II. Der primäre Perizykel ist kreisförmig. Das erste extrafaszikulare Kambium baut sich nicht in Etappen auf. Die Sprossachse zeigt kein scheinbar normales sekundäres Dickenwachstum. *Banalia thyrsoflora* (Wall.) Moq., *Bosea Yervamora* L., *Dee-*

ringia baccata (Retz.) Moq., *Iresine paniculata* (L.) O. Kuntze und *Pleuropetalurn costaricense* Wendl.

Das Vorkommen anomalen sekundären Dickenwachstums ist bei *Cladanthrix lanuginosa* Nutt. nicht sicher festgestellt. SOLEREDER (14) p. 738 gibt beispielsweise für diese Art normales dikotylen Verhalten an.

Die Zahl der extrafaszikularen Zuwachszonen wechselt und steht, wie bereits DE BARY (1) p. 610 erwähnt, mit derjenigen der jährlichen Wachstumsperioden in keiner konstanten Beziehung, vielmehr wird innerhalb einer Vegetationsperiode eine nicht scharf bestimmte Mehrzahl von sukzessiven Zonen gebildet. An einjährigen Stengeln von *Iresine paniculata* (L.) O. Kuntze und *Alternanthera polygonoides* (L.) R. Br. beobachtete ich deren vier; andere Arten wieder kommen kaum zur Anlage des zweiten anomalen Zuwachses. Ein älteres Zweigstück von *Bosea Yervamora* L. wies acht extrafaszikuläre Zonen auf, während an dem von SCHENCK (10) p. 49, Fig. 6 Tafel T untersuchten Stammstücke von *Hebanthe holasericea* Mart. über zwanzig zu zählen waren. Sofern die sukzessiven extrafaszikulären Kambien in sich kreisförmig geschlossen sind, besitzt der durch sie vermittelte anomale Zuwachs konzentrischen Bau. Dieser geht jedoch mehr oder weniger verloren, sobald die extrafaszikulären Kambien offen dahinziehende Zonen darstellen und verwandelt sich in einen spiraligen, wenn sich die über weite Partien des Umfanges erstreckenden Kambiumbögen mit einem ihrer Enden an nächstinnere legen. Sind die einzelnen Kambien klein, was allerdings seltener vorkommt, so drückt sich das in der Struktur des Stengels durch eine gewisse Unregelmässigkeit in der Anordnung der akzessorischen Leitbündel aus.

Das anomale sekundäre Dickenwachstum erfolgt in der Wurzel prinzipiell gleich wie im Stengel durch sukzessiv auftretende, zeitlich beschränkt tätige extrafaszikuläre Kambien, die im primären Perikambium, beziehungsweise in von diesem abzuleitendem Gewebe ihren Ursprung nehmen.

Erklärung der Tafeln.

Tafel XV. *Achyranthes argentea* L. Stengelquerschnitt. Im Marke, sich bis auf zwei Zellen genähert, stehen die aus dem nächstoberen Internodium

stammenden, vereintläufig gewordenen Blattspuren, die sogenannten Anastomosenbündel. Im Viereck um das Mark angeordnet liegen die Leitbündel des Zentralzylinders. Die interfaszikularen Perizykelabschnitte haben sich bereits in Kambien umgebildet. Vergrößerung 90 X.

TafelXVI. *Acliyrantlies argentea* L. Querschnitt durch eine ältere Stengelpartie. Die interfaszikularen Perizykelkambien halten mit der Tätigkeit der faszikularen Kambien Schritt, wodurch normales sekundäres Dickenwachstum vorgetäuscht wird. Es wurden von ihnen nach innen bereits etwa sieben Zellschichten abgeschieden. Vergrößerung 75 X.

Literaturverzeichnis.

1. BARM, A. DE, Vergleichende Anatomie der Vegetationsorgane der Phanerogamen und Farne (1877).
 2. CRÜGER, H. Einige Beiträge zur Kenntnis von sogenannten anomalen Holzbildungen des Dikotyledonenstammes. Bot. Ztg. Bd. VIII und IX. (1850 u. 1851).
 3. GRAVIS, A. et CONSTANTINESCO, A. Contribution à l'anatomie des Amarantacées. Arch. de l'Inst. bot. de l'Univ. de Liège (1907).
 4. HÉRAIL, J. Recherches sur l'anatomie comparée de la tige des Dicotylédones. Ann. cl. sc. nat. bot. 7^e sér. II. Paris (1885).
 5. LINK, D.H.F. Grundlehren der Anatomie und Physiologie der Pflanzen (1807).
 6. MOROT, L. Recherches sur le Péricycle. Ann. d. sc. nat. bot. 6^e sér. XX. Paris (1885).
 7. NEMNICH, H. Über den anatomischen Bau der Achse und die Entwicklungsgeschichte der Gefäßbündel bei den Amarantaceen. Diss. Erlangen (1894).
 8. PFEIFFER, H. Das abnorme Dickenwachstum; in LINSBAUER, K., Handbuch der Pflanzenanatomie. II. Abtlg., 2. Teil, Bd. IX. (1926).
 9. SANIO, C. Über endogene Gefäßbündelbildung. Bot. Ztg. Bd. XXII. (1864).
 10. SCHENCK, H. Beiträge zur Biologie und Anatomie der Lianen. 2. Teil (1893).
 11. SCHINZ, H. Amarantaceae; in ENGLER, A. und PRANTL, K., Die natürlichen Pflanzenfamilien. I. Abtlg., 3. Teil (1893).
 12. SCHMID, W. Untersuchungen über den Bau der Wurzel und der Sprossachse der Amarantaceae. Vierteljahrsschrift d. naturf. Ges. Zürich. 3. Heft, Bd. CXXIII. (1928).
 13. SOLEREDER, H. Über den systematischen Wert der Holzstruktur bei den Dikotyledonen (1895).
 14. SOLEREDER, H. Systematische Anatomie der Dikotyledonen (1899).
 15. UNGER, F. Über den Bau und das Wachstum des Dikotyledonenstammes (1840).
 16. WILSON, C. L. Medullary bundle in relation to primary vascular system in Chenopodiaceae and Amarantaceae. The Bot. Gazette. Vol. LXXVIII. (1924).
-