

wachsen, so tun sie das nur eine Zeillang, dann hören sie auf zu wachsen und sind ausgewachsen. Dasselbe ist der Fall bei ganzen Geweben. Auch diese gehen allmählich in den ausgewachsenen Zustand über und werden zu Dauergeweben. Damit ist aber ihre Gestaltungsfähigkeit zu Ende. Auf diese Weise könnten wohl Organe allmählich durch Wachstum fertiggestellt werden, es wäre aber eine Erneuerung von Organen, die für die Pflanzen so charakteristisch ist, also das, was wir Entwicklung nennen, ausgeschlossen.

Nun ist es ziemlich bekannt, daß eine solche Beschränkung der Gestaltung gerade bei den Pflanzen nicht existiert. Im Gegenteil, die Mehrzahl von ihnen bildet und baut an ihrem Körper selbst unter ungünstigen Bedingungen immer von neuem in unerschöpflicher Kraft. Außer dem Wachstum der Gewebe müssen also noch andere Mittel der Gestaltung in der Pflanze verborgen sein. Solche Mittel haben die Pflanzen in der Fähigkeit, kleine Gewebemassen oder Gewebekörper (Bildungsgewebe oder Meristeme) vor dem Erlöschen des Wachstums zu bewahren. Mit Ausnahme der niedersten Pflanzen bestehen daher alle Gewächse immer aus älteren, fertigen Teilen und noch fortentwicklungsfähigen Teilen, welche aber eine ganz bestimmte Verteilung am Pflanzenkörper besitzen. Solche Pflanzen sind dann niemals ausgewachsen, sondern beginnen meist an ihrer Peripherie periodisch ein neues Wachstum und neue Gestaltbildung wie das jeder Baum bei uns im Frühjahr erläutern kann.

Scheitelzellen, Vegetationspunkte und Verzweigung.

Es sollen diese ewig jungen Teile der Pflanzen etwas näher betrachtet werden, denn sie gerade dienen dazu, die Pflanze in ihrer Eigenart zu charakterisieren.

Betrachten wir zunächst eine der braungefärbten Meeresalgen, deren zierliche Gestalten im blauen Mittelmeer wachsen. Sie heißt *Halopteris filicina* und zeigt einen zierlichen Aufbau von auseinander entspringenden feinen Ästchen, wodurch ein

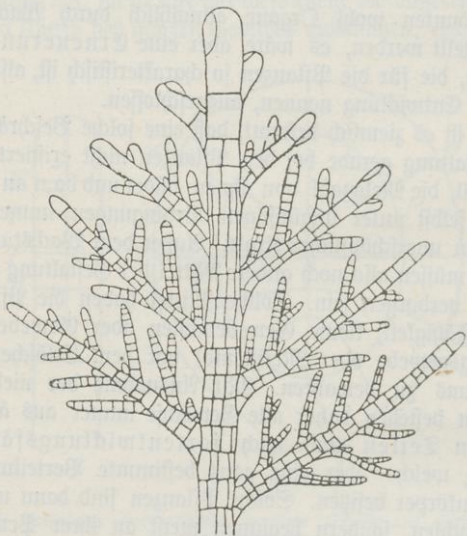


Fig. 16. *Halopteris filicina*. (Nach Goebel.) Von der großen Scheitelzelle des Langtriebes werden durch urglasförmige Wände "Segmente" herausgeschnitten, die zu Ästen auswachsen; diese verzweigen sich in gleicher Weise. Die jungen Seitendäste bleiben aber immer hinter den älteren in gleichem Verhältnis zurück, was den symmetrischen Aufbau bedingt.

sehr regelmäßiger und charakteristischer Umriss entsteht. An der Spitze des kleinen Hauptstammes erblickt man eine größere Endzelle, die als Scheitelzelle bezeichnet wird. Von dieser werden durch gebogene Zellwände urglasförmige Zellen herausgeschnitten, die zu Seitenzweigen auswachsen. Jeder

Seitenzweig erhält aber, während an seinem unteren Ende das Wachstum langsam erlischt, wieder seine eigene Scheitelzelle, und indem diese sich wie die der Hauptachse verhält, entsteht ein zierlicher geometrischer Aufbau, welcher schon an höhere Pflanzen, z. B. eine Konifere, erinnert.

Die Entstehung solcher Systeme, die, wie die hervorgehobene Ähnlichkeit ergibt, bei den Pflanzen ganz allgemein verbreitet sind, nennt man Verzweigung, und dadurch erst entsteht die charakteristische Pflanzengestalt, die einen so auffallenden Gegensatz zum Tier bildet, daß wir da, wo eine Verzweigung des Körpers ausnahmsweise in Tierreich (bei niederen Tieren) vorkommt, diese für Pflanzen halten oder die Ähnlichkeit durch die Namen „Pflanzentiere, Bryozoen“ usw. hervorheben. Verzweigung ist allgemein die Entstehung gleicher Organe aus einander. Die Verzweigung kommt zustande durch die Anlage von Vegetationspunkten an jenen Orten, wo Äste entspringen sollen, und durch die Richtungsverschiedenheit der

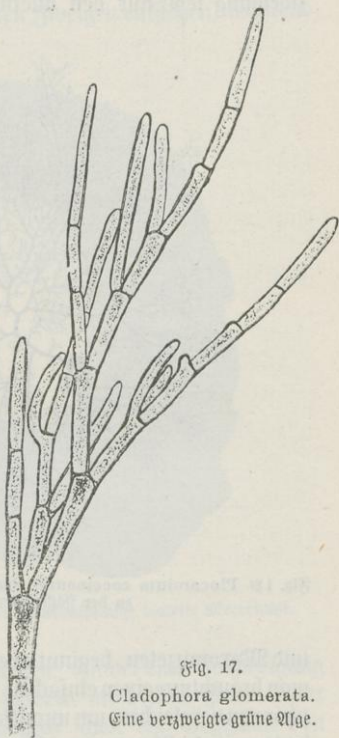


Fig. 17.

Cladophora glomerata.
Eine verzweigte grüne Alge.

auseinander entspringenden Äste. Man versteht, daß die Pflanze durch Verzweigung nicht nur ihren wahren Formencharakter, sondern auch die Möglichkeit erhält, die äußeren Bedingungen besser auszunützen, als ein einfacher Zellfaden. Verzweigung fehlt nur den allerniedersten Algen, den Bakterien

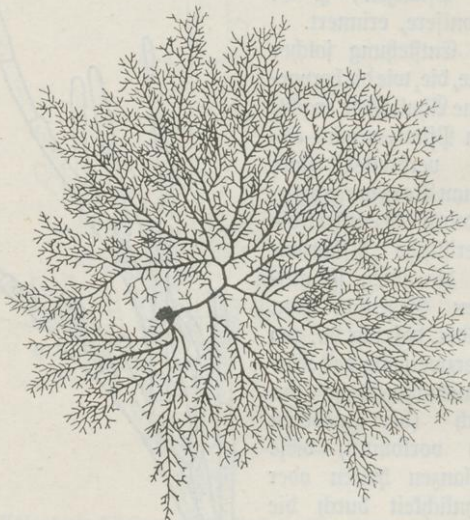


Fig. 18. *Plocamium coccineum*, eine ein verzweigte Floridee, als Gegensatz zu der flächensförmigen Porphyra.

und Myxomyceten, beginnt aber schon bei den Fadenalgen und man braucht nur einen einfachen Zygnemafaden mit einer Cladophora zu vergleichen, um unmittelbar den Eindruck zu haben, das letztere eine vollkommenere Algenform ist. Macht doch auch unter den Florideen ein *Plocamium* einen vollkommeneren Eindruck als eine Porphyra. Es ist einleuchtend, daß eine verzweigte Pflanze,

die sich nach mehreren oder allen Seiten ausbreiten kann, die im Raum gegebenen Lebensbedingungen besser ausnützen kann, als eine nicht verzweigte. Selbst bei einfachen Formen kann schon eine Arbeitsteilung eintreten, indem z. B. die Fortpflanzungsorgane an besonderen Zweigen entstehen, während



Fig. 19. *Iorphyra vulgaris*, eine flächenförmige violette Meeresalge.

andere die Ernährung übernehmen. Findet eine Verzweigung nicht bloß an einem Ende, sondern an beiden Polen einer Pflanze statt, so entsteht dadurch schon ein Gegensatz von Stengel und Wurzel. Mit dieser letzteren kann sich eine Alge an eine Unterlage festheften und damit einen festen und aufrechten Stand gewinnen.

Mit der Verzweigung beginnt demnach die Ausbildung der charakteristischen Pflanzengestalt besonders deshalb in die Erscheinung zu treten, weil die Verzweigungen in einer regelmäßigen Aufeinanderfolge entstehen. Die jüngsten Zweige entstehen der Spitze am nächsten und wenn alle Zweiggenerationen hinter dem sie erzeugenden Teil an Größe zurückbleiben, entsteht der Gegensatz von Hauptstamm und Seitenzweigen (Haupt- und Seitenachsen). (Fig. 16.)

Aber eine solche Pflanze stellt doch immer noch etwas einfaches dar. Sie ist zwar im Gegensatz zu einem Porphyralappen fein gegliedert, aber die Seitenzweige sind nur eine Wiederholung der Hauptachse und bilden zu ihr keinen wesentlichen Formengegensatz. Haupt- und Seitenzweige haben auch dieselbe Aufgabe, sie dienen der Ernährung.

Auf den niederen Stufen des Pflanzenlebens ist die Abhängigkeit von der umgebenden Natur und der Verkehr mit der äußeren Welt wenig ausgebildet. Ein Bakterium, ein Pilz, lebt gerade so gut am Tageslicht, wie in der Dämmerung einer Höhle oder in völliger Dunkelheit. Niedere Algen, obwohl des Wassers bedürftig, können auf Dächern und an Baumrinden völlig austrocknen und oft lange auf neue Feuchtigkeit ohne Schaden warten. Aber die allermeisten Pflanzengestalten, die sich allmählich, nicht unabhängig, sondern innerhalb der Naturbedingungen auf unserer Erde entwickelten, haben sich mit diesen Bedingungen immer mehr in Einklang zu setzen gewußt, um sie auszunutzen. Ihre Formen bilden daher nicht etwas an sich Verständliches, sondern sie passen mehr oder weniger zu den Bedingungen ihrer Umgebung. Sie stimmen in ihrer Form zu der größeren oder geringeren Luftfeuchtigkeit, zu dem helleren oder schwächeren Licht, zu gegebenen Unterlagen, zu der Umgebung mit anderen Pflanzen und Tieren. Man sagt, die Pflanzen sind der Umgebung angepaßt.

Die Anpassung hat dahin geführt, daß die Auszweigungen

der Pflanze die merkwürdigsten Umformungen zu bestimmten Zwecken erfahren haben. Es sind Pflanzenteile entstanden, die, obwohl auseinander hervorgegangen, doch untereinander ganz verschieden an Gestalt sind, deren Form sich jedoch aus ihrer besonderen Bestimmung für das Leben der Pflanze erklärt. Mit anderen Worten, die Formglieder, die bloßen Auszweigungen des Pflanzenkörpers sind zu Organen, zu Werkzeugen des Lebens, geworden. Zweifellos hat aber die von der Pflanze allmählich erworbene Fähigkeit der Gliederung durch Verzweigung erst die Möglichkeit zur Erlangung von Organen geschaffen.

Sehen wir einmal die kleine zierliche Alge an, welche den Namen *Draparnaldia* (nach dem Botaniker *Draparnaud*) führt. Sie bildet zierliche, verzweigte Stämmchen, von mikroskopischer Kleinheit und ist zum Schutz ihres zarten Körpers in eine Schleimmasse eingebettet, die sie ausscheidet. Die Zellen des Hauptstammes enthalten anfangs ebenso wie die Verzweigungen Chlorophyll. Später verschwindet dies aus dem dickeren Hauptstämmchen und nun übernehmen nur die Seitenzweige die Ernährung, später auch die Fortpflanzung der Alge. Der Hauptstamm hat nur noch die Bedeutung eines Trägers. Es nehmen sich die Seitenzweige wie besondere Organe, ähnlich den Blättern höherer Pflanzen aus, wo allgemein der Stengel oder Sproß vorwiegend Träger für die chlorophyllhaltigen Blätter ist (Fig. 20).

Nach unten setzt sich das *Draparnaldien*stämmchen in farblose Schläuche (Rhizoiden) fort, die im Gegensatz zum oberen Teil als Wurzel erscheinen (in der Abbildung nicht mitgezeichnet, vgl. aber Fig. 23).

Man könnte die Seitenzweige der *Draparnaldia* als Vorbilder für die Blattorgane höherer Pflanzen ansehen, obwohl sie gewöhnlich als Kurztriebe bezeichnet werden, und wir finden bei einer etwas höheren Pflanzenabteilung, den

Lebermoosen, daß solche Vorbilder schon in der äußeren Form Blättern ähnlicher werden.

Die Lebermoose gehören zu den formenreichsten und zum

Teil ¹zierlichsten Pflanzen. Auch bei vielen von ihnen tritt schon der Gegensatz zwischen einer mittelständigen Achse und seitlichen Anhängen deutlich hervor. Bei einer kleinen Abtheilung dieser Moose sind die Anhänge nur zu einfachen

oder zerstückten Fäden ausgebildet (Fig. 21, 1, 2). Bei

Psilidium werden sie in der Mitte schon flach und blattähnlich, bei den drei in der

untersten

Reihe abgebildeten Arten haben sie ganz das Aussehen zarter Blätter und man nennt sie auch so, obwohl sie anatomisch und ihrer

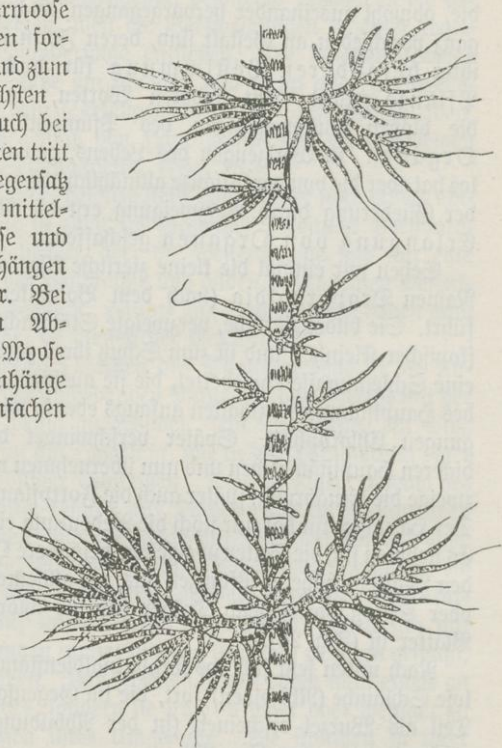


Fig. 20. Stiel einer Draparnalia. (Nach Ostmanns.)

Entstehung nach von den Blättern höherer Pflanzen noch recht verschieden sind.

Auch bei den Lebermoosen und gleichfalls bei den Laubmoosen, Farnen, Schachtelhalmen, Bärlappen und Selaginellen werden die Seitenorgane an der Spitze des Stämmchens von einer Scheitelzelle abgegliedert, die dabei sehr regelmäßige Teilungen erleidet.

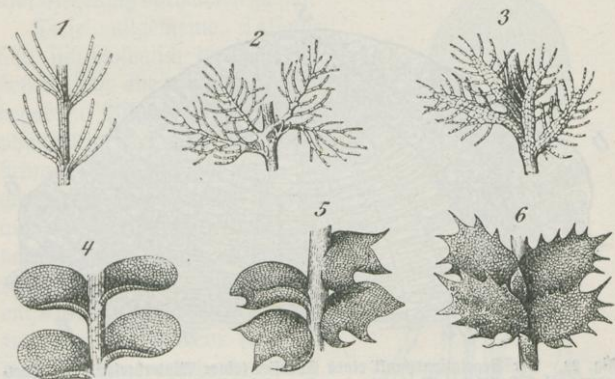


Fig. 21. Lebermoosblätter. 1. *Jungermannia trichophylla*. 2. *Trichocolea tomentella*. 3. *Ptilidium ciliare*. 4. *Jungermannia pumila*. 5. *Jungermannia quinquevittata*. 6. *Polyotus magellanicus*.

Untersucht man die Verzweigung und Organbildung bei den höheren Pflanzen, so findet man hier das gleiche Gesetz, daß die Neubildung der Seitenorgane nur an bestimmten Orten vor sich gehen kann, nämlich dort, wo bildungsfähige Zellen (embryonales Gewebe) erhalten geblieben sind. Bei einem einfachen Pflanzenstengel liegt ebenfalls der Bildungsort an der Spitze wie bei der früher beschriebenen *Halopteris*. Aber die höheren Pflanzen, von den Nadelhölzern angefangen, besitzen keine Scheitelzelle mehr, die die Verzweigung und Organ-

bildung besorgt, sondern an ihrer Stelle ist ein aus sehr vielen Zellen bestehender, abgerundeter Zellkegel getreten, den man nach Caspar Friedrich Wolff, der zuerst die Bildung der Pflanzenorgane mit dem Mikroskop verfolgte, „Vegetationspunkt“ nennt.

Ehe jedoch die Vegetationspunkte erläutert werden, muß eine allgemeine Tatsache der Pflanzengestaltung hervorge-

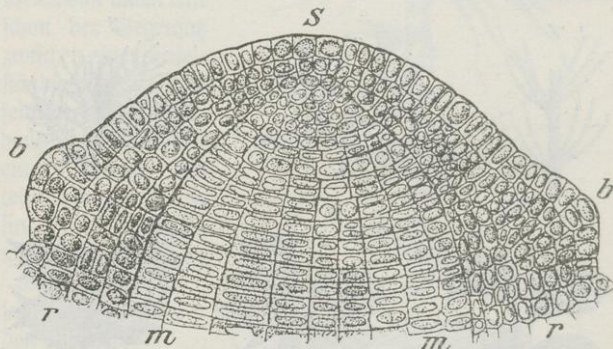


Fig. 22. Der Vegetationspunkt eines Sprosses (einer Winterknospe) der Edel-tanne. S Scheitel des Vegetationspunktes, b b die jüngsten Blattanlagen, r r junge Rinde, m m Mark der künftigen Sprossachse (stark vergr.). Das Ganze besteht aus embryonalem Gewebe von sehr kleinen Zellen mit relativ großen Zellkernen. (Nach Sachs.)

hoben werden. Betrachten wir die Pflanzen der verschiedensten Entwicklungsreihen, Algen, Pilze, Moose, Farne, Blütenpflanzen, so finden wir nur ganz wenige, die allseitig symmetrisch gebaut sind, wie kugelförmige Algen oder eine Volvoxkolonie. Die allermeisten Pflanzen zeigen eine ausgesprochene Verschiedenheit der Entwicklung nach zwei entgegengesetzten Richtungen.

Das kleine mikroskopische Algenwesen *Characium* besteht aus einer grünen Zelle, deren unterer Teil in ein farbloses Ende

ausgezogen ist, welches eine kleine Haftscheibe trägt, womit das Wasserpflänzchen sich auf anderen Pflanzen festsetzt. Auffallender ist dieser Gegensatz bei einer anderen Alge, *Botrydium granulatum*, wo ein grünes kugeliges oberes Ende und ein farbloses verzweigtes, wurzelähnliches Organ in entgegengesetzter Richtung wachsen (Fig. 23). Aber auch bei chlorophyllfreien Organismen pflegt ein solcher Gegensatz vorhanden zu sein.

Diese allgemeine Tatsache läßt sich biologisch dadurch verstehen, daß alle mit Chlorophyll begabten Pflanzen die chlorophyllhaltigen Teile ans Licht bringen müssen, während sie gleichzeitig eines festen Haltes auf einem Substrat bedürfen, dem meistens auch Nährstoffe entzogen werden. Andererseits entstehen auch die Fortpflanzungsorgane aus dem sich über dem Substrat erhebenden Teil, damit die Keimzellen verbreitet werden können. So ist die Allgemeinheit dieses organischen Gegensatzes schon aus den beiden wichtigsten Aufgaben, der Ernährung und Fortpflanzung, verständlich. Deutlicher tritt

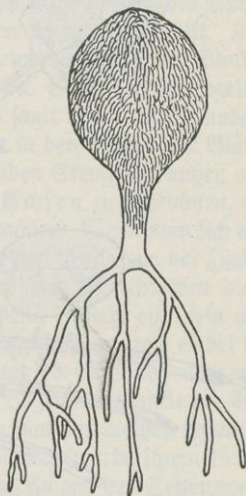


Fig. 23. *Botrydium granulatum*, eine Alge mit grünem oberem und farblosem, verzweigtem unterem Ende.

der selbe Gegensatz bei den höheren Pflanzen, z. B. einer dikotylen Keimpflanze, hervor. Der aufrecht wachsende Teil sieht anders aus, als der abwärts wachsende. Man nennt diesen die Wurzel, jenen den Stengel der Keimpflanze. Jeder dieser Teile trägt an der Spitze einen Vegetationspunkt,

welcher die Erzeugung von Seitenorganen ermöglicht. Diese sind aber an beiden Teilen verschieden. Die Wurzel er-

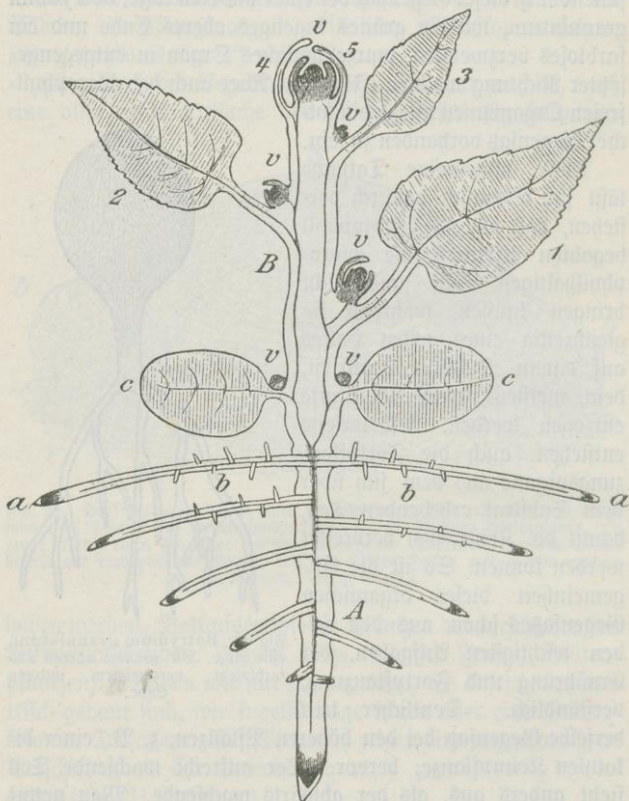


Fig. 24. Schema einer bifolien Keimpflanze. A Hauptwurzel (Keimwurzel) mit Seitenwurzeln b, deren Vegetationspunkte a mit Wurzelhäuten bedeckt, wie bei der Hauptwurzel, B Stengel mit c Kothledonen und 1-5 Laubblättern, in deren Achseln die Knospen v.

zeugt ausschließlich wieder Wurzeln (Seitenwurzeln), der Vegetationspunkt des Stengels oder Sprosses bildet dagegen zweierlei Seitenorgane, nämlich Blätter und Seitensprosse.

Dieser Aufbau wird durch das Schema einer dikotylen Pflanze erläutert. Am Stengelende und an der Wurzelspitze sind die Vegetationspunkte schraffiert angedeutet. Der Wurzelvegetationspunkt ist von der Wurzelhaube bedeckt, der Sprossvegetationspunkt von den jüngsten Blättern umhüllt. Kurz nach Entwicklung dieser Blätter werden in ihren Winkeln (Achseln) Vegetationspunkte für die Seitensprosse angelegt, die beim Wachstum des Stengels samt den Blättern auseinandergerückt und dann als Knospen in den Achseln der Blätter stehen. Man pflegt die blatttragenden Stengelbildungen auch im Gegensatz zu den Blättern als Achsen zu bezeichnen, und spricht also von Haupt- und Nebenachsen. Wenn man sich vorstellt, daß jeder Seitenzweig in gleicher Weise wie der Hauptsproß Blätter bildet und sich aus den Achselknospen dieser Blätter wieder verzweigen kann, dann entsteht ein mehr oder weniger verwickeltes Verzweigungssystem, wie es bei den höheren Pflanzen, seien es Kräuter oder Bäume, allgemein beobachtet wird. So sind also die Vegetationspunkte die Vorbedingung für den verzweigten Aufbau der meisten Pflanzen. Durch ein verschiedenes Verhalten der Knospen bei ihrem Wachstum kommen aber bei der gleichen Anlage der Seitenzweige doch zwei wesentlich verschiedene Verzweigungsformen zustande, auf die sich die meisten Sproßsysteme zurückführen lassen, mögen diese bei krautigen Pflanzen oder bei Bäumen, oder bei Teilen dieser Pflanzen, wie Blütenständen, auftreten. Entweder bleiben alle Seitenzweige hinter ihren Hauptachsen im Wachstum zurück. Dann entsteht ein Verzweigungssystem, wie es in Fig. 25 a abgebildet ist und einen pyramidalen Umriß hat. Wenn dagegen die Hauptachsen im Wachstum hinter ihren Seitenachsen regelmäßig zurückbleiben,

dann sieht das Verzweigungssystem ganz anders aus (Fig. 25 b). Nach dem Typus von Fig. 25 a sind, wie man leicht erkennen kann, viele Koniferen gebaut, oder mit anderen Worten, deren pyramidaler Wuchs beruht nur auf dem Wachstumsverhältnis ihres Hauptstammes und der Seitenzweige, die immer die gleiche Regel einhalten. Fig. 25 b würde dagegen die Krone eines Laubbaumes erläutern können, die nach oben sich nicht zuspitzt, sondern immer breiter ausladet. Lassen wir diese beiden Verzweigungssysteme bei

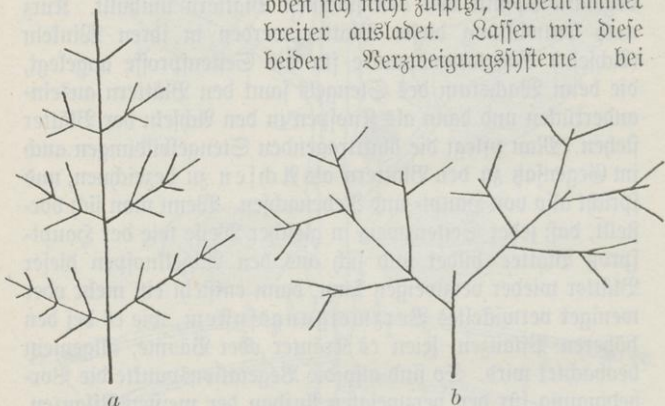


Fig. 25.

Blüten sprossen eintreten, so erhalten wir im ersten Falle eine pyramidale Blütentraube oder Rispe, im anderen Falle Blütenstände wie die Dolbe oder Trugdolbe (Fig. 26 a b).

Man nennt das durch die Fig. 25 a dargestellte Verzweigungssystem allgemein ein racemöses, die andere Form ein chmöses System. Bemerkenswerte Verzweigungen anderer Art kommen aber auch dadurch zustande, daß die Knospen nicht symmetrisch zu Zweigen auswachsen, sondern die an einer Achse stehenden Knospen in abwechselnder Richtung sprosse erzeugen.

Man stelle sich vor, daß in regelrechter Weise an einer Hauptachse in den Achseln ihrer Blätter Knospen entstehen, jedoch daß nicht alle Knospen nach allen Richtungen des Raumes zu Zweigen auswachsen, sondern nur eine von ihnen dies tut, während die andern verkümmern. Dann entsteht zunächst ein unsymmetrisches Gebilde (Fig. 27 a). Wenn weitere Verzweigung eintritt, so verhält sich der entstandene Zweig gerade so, aber der neue Seitenzweig entsteht in ent-

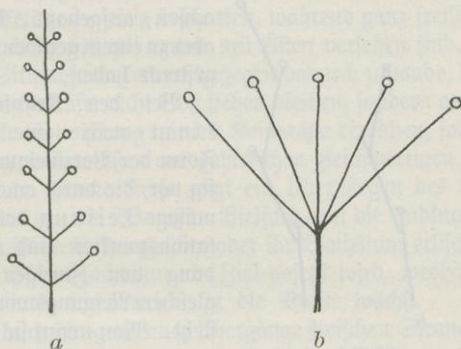


Fig. 26. a Blütentraube, b Dolde.

gegengesetzter Richtung wie der erste, und so findet jedesmal ein Wechsel der Sproßrichtungen statt. Da nur die zurückbleibenden kleinen Enden der Seitenzweige bald abfallen, entsteht eine mit Blättern besetzte, geknickte Achse, die sich aber aus verschiedenen Sproßgenerationen zusammensetzt. Man nennt sie daher Scheinachse (Sympodium) im Gegensatz zum Monopodium, unter welcher Begriff man die ährenförmigen und racemösen Systeme zusammenfaßt. Bei einem Sympodium werden die anfangs vorhandenen Knickungen durch spätere Streckung meist ausgeglichen, die Scheinachse wird gerade

und ist dann von einem Monopodium mit wirklicher Hauptachse schwer oder gar nicht zu unterscheiden. Sehr gut kann man die Entstehung eines Sympodiums bei den Lindenzweigen beobachten, wo die Endknospe jedes Triebes verkümmert, nicht weiterwächst und ein Seitentrieb jedesmal abwechselnd das weitere Wachstum und den Fortbau des Zweiges übernimmt. Demnach ist auch der spätere Stamm der Linde nicht die ursprüngliche Keimachse, wie bei einer Fichte, sondern aus lauter

Generationen von Seitenachsen aufgebaut, die sich aber zu einem geraden Stamm gestreckt haben.

Bei den Kryptogamen kommt noch eine andere Form der Verzweigung häufig vor, die durch eine gleichmäßige Teilung des Vegetationspunktes und Entsendung von Zweigen unter gleichem Neigungswinkel entsteht. Man nennt sie Gabelung oder Dichotomie.

Man darf damit nicht die an-

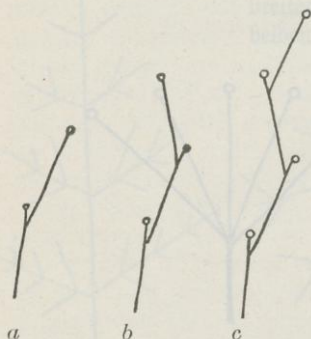


Fig. 27. a—c Entstehung einer Scheinachse.

dere Form der Gabelbildung, die bei cymösen Systemen vorkommt (siehe oben Fig. 25 b), verwechseln, denn diese entsteht niemals durch Teilung eines Vegetationspunktes, sondern durch Auswachsen zweier vollständiger, benachbarter Vegetationspunkte nach verschiedenen Richtungen, wie dies bei der Mistel, bei der Syringe und vielen Sträuchern vorkommt.

Es ist klar, daß auf die Form der Pflanzen auch der Winkel einen Einfluß hat, den Haupt- und Seitenachsen miteinander bilden. Eine Baumform wird wesentlich dadurch beeinflusst,

ob die Äste horizontal, schief, auf- oder abwärts gerichtet sind. Ferner ist bei Holzpflanzen das verschiedene Dickenwachstum von Haupt- und Seitenachsen für die Form bestimmend. Eine Keimpflanze wird zum Baum, wenn die aufrechtwachsende Achse ein stärkeres Längen- und Dickenwachstum besitzt als alle Seitenachsen. Die untersten, also ältesten von ihnen pflegen eine kürzere Lebensdauer zu haben und werden zum Teil abgeworfen. Dadurch erhält der Baum seinen astfreien Stamm. Das geschieht namentlich, wenn Bäume sich in ihrem unteren Teil gegenseitig beschatten, während ganz freistehende Bäume häufig bis tief unten mit Ästen versehen sind.

Die Strauchform kommt dagegen dadurch zustande, daß die unteren Seitenäste nicht bloß stehen bleiben, sondern auch eine gleichstarke Entwicklung wie die Keimachse erreichen, sodaß ein Strauch gewissermaßen aus zahlreichen gleichwertigen Stämmen besteht. Keine Achse zeigt ein Überwiegen des Höhentriebes, wie bei den Bäumen. Vielfach geht die Endknospe der Achsen in Blütenbildung über oder ihr Wachstum erlischt, womit dem Höhentwachstum ein Ziel gesetzt wird, weshalb der Strauch durch Seitentriebe in die Breite wächst.

Man kann übrigens auch Übergänge zwischen Strauch- und Baumform beobachten. Manche Holzpflanzen, die man ihrer Höhe wegen Bäume nennen muß, zeigen ähnlich den Sträuchern mehrere gleichdicke Hauptachsen. Man unterscheidet daher auch wohl monokormische und polykormische Bäume, letztere bilden aber Ausnahmen.

Die perennierenden Pflanzen erzeugen periodisch, bei uns jedes Jahr, neue Triebe und dieser Weiterbau geschieht in sehr regelmäßiger Weise. Jede fortwachsende Achse setzt sich jährlich ein Stück, einen Jahrestrieb zu. Der neue Trieb wird in unserm Klima im Sommer als Knospe abgelegt, wird zur Winterknospe und treibt im nächsten Frühjahr aus. Wir sehen dann, daß jeder Baum und jeder Strauch an allen seinen Zweigen

um eine Sproßgeneration zunimmt. Störungen treten ein durch Beschädigungen, Frost, Insektenfraß, Sommerdürre und Beschneiden, aber die Bildung neuer Triebe zeigt doch deutliche Verschiedenheiten, die zu verschiedenen Gestalten (Habitus) führt und die man als Sproßfolge bezeichnet.

Die Bäume, deren Endknospe dauernd erhalten und entwicklungsfähig bleibt, können die von der Keimpflanze herührende Endknospe bis in das späteste Alter behalten. Besonders deutlich ist das bei der Fichte oder Tanne, wo der bis zum Gipfel durchgehende Stamm aus der Keimachse hervorging. Die horizontal stehenden Äste sind Sprosse erster Ordnung, die sich an ihrer Spitze ebenfalls durch die Terminalknospe weiterbilden, wie auch alle weiteren Grade der Verzweigung in gleicher Weise wie die erste entstehen. Auch bei manchen Laubbäumen mit bleibender Endknospe ist die Hauptachse, wenigstens bei jüngeren Bäumen, deutlich zu verfolgen, z. B. bei *Aesculus*, *Fraxinus*, *Acer*. Häufiger aber nimmt später noch ein anderer kräftiger Seitenast die Richtung der Hauptachse auf, wodurch das ursprüngliche Bild undeutlicher wird.

Anderer Bäume und Sträucher entwickeln keine Winterknospen am Ende ihrer Triebe. Die Spitze verkümmert und die Achselknospe des letzten vollständig entwickelten Blattes setzt den Sproß im nächsten Jahre fort, z. B. bei *Tilia*, *Ulmus*, *Carpinus*, *Robinia* usw. Die Verzweigungssysteme sind also hier Sympodien. In diesen Fällen ist dann natürlich auch der Stamm nicht die ursprüngliche Keimachse, sondern selbst ein Sympodium.

Die Bildung von Blütenprossen hat meist auf die Form der Krone keinen Einfluß, wenn sie in den Achseln der Blätter der neuen Jahrestriebe entstehen, wie bei *Rhamnus*, *Fagus*, *Quercus*. Die Blütenprosse fallen nach dem Verblühen ab und da an ihren Tragblättern keine Winterknospen entstehen, so tragen sie zur Verzweigung nicht bei. Häufiger ist der Fall

(Obstbäume), wo die Blüten schon im Sommer vorher angelegt werden, also aus Winterknospen hervorkommen, die gewöhnlich seitlich stehen und oft schon durch ihre Größe von Laubknospen unterschieden sind. Häufig sind in solchen Knospen gar keine Laubblätter vorhanden, in anderen Fällen (gemischte Knospen) ist das zwar der Fall, aber die schwächlichen Laubsprosse gehen bald verloren. Noch anders ist der Fall, wo die eigentlichen Laubsprosse zuletzt in den Blütenstand übergehen. Da dieser nach der Frucht reife abstirbt, so haben solche Sprosse auch keine terminale Winterknospe, sondern nur seitliche (*Sambucus*, *Ligustrum*, *Philadelphus*, *Viscum*). Da hier die Blätter und daher auch die Seitenknospen seitenständig sind, so wird an solchen Zweigen, weil die terminale Fortsetzung unterbrochen wird, eine gabelförmige Verzweigung entstehen, die aber von der echten Dichotomie, wie schon gesagt, verschieden ist. Dagegen rührt bei anderen Pflanzen, z. B. *Syringa*, die gabelförmige Verzweigung daher, daß regelmäßig die anfangs vorhandene Terminalknospe über den letzten Seitenknospen fehlschlägt. Die Blüten gehen samt den Laubsprossen aus seitlichen Winterknospen hervor.

Auf die Form der Verzweigung der Holzpflanzen hat es Einfluß, ob alle Laubblätter oder nur einige von ihnen Winterknospen bilden. Bei den meisten Laubbäumen bilden alle Blätter Knospen, doch kommen meistens nur die obersten zum Austreiben. Bei der Eiche häufen sich die Blätter am Ende des neuen Jahrestriebes an und daher stehen auch nach dem Abfallen der Blätter mehrere Seitenknospen um die Terminalknospe herum. Die nächste Verzweigung erfolgt aber nur durch eine einzige Seitenknospe und zwar jedesmal in wechselnder Richtung, wodurch der knorrige Wuchs der Eichenkrone zustande kommt.

Noch schärfer tritt der Einfluß der Knospenzahl an den Trieben bei den Nadelbäumen hervor. Bei der Tanne und Fichte

haben nur wenige Nadeln Seitenknospen. An den aufrechten Trieben sind es immer einige der obersten Nadeln, die unterhalb der Endknospe mehrere fast quirllich stehende Seitenknospen bilden. Daher kann man das Alter an jungen Bäumen genau abzählen, da jeder Quirl mit seinem Sproßtheile unterhalb der Terminalknospe ein Jahreszuwachs ist. Ganz abweichend von den übrigen Bäumen hinsichtlich der Sproßfolge verhalten sich Kiefer, Lärche, Zeder. Hier tragen die terminalen Sprosse, welche jährlich die Krone weiterbauen, keine Nadeln, sondern kleine, schuppenförmige, dünne Blättchen, die gar nicht grün sind. In ihren Achseln entstehen dann Sprosse mit zwei Nadeln oder einem Büschel von Nadeln. Diese Sprosse strecken sich aber gar nicht, sondern bleiben ihr ganzes Leben lang kurz. (Kurztriebe.) In der Achsel des Tragblattes sitzt der kleine Sproß, der in der Jugend an der Basis von ein paar Niederblättern umhüllt ist, die später abfallen. Zwischen den Nadeln sitzt der Vegetationspunkt, aber der kleine Sproß verlängert sich nicht, und wird nach einigen Jahren mit den Nadeln abgeworfen. Ähnlich ist es bei der Lärche. Die Verzweigung der Kiefer usw. geht also nur von einzelnen Knospen unter der terminalen aus, alle anderen Zweige bleiben Kurztriebe.

Bei Laubbäumen bilden solche Kurztriebe eine Ausnahme (Buche), wo sie wie langgestielte Knospen aussehen. Sie wachsen ganz langsam und tragen also nichts zur Architektur des Baumes bei.

Metamorphose.

Die Pflanzen, welche durch ihre Begabung mit Vegetationspunkten befähigt sind, die Organe zu bilden, die vorläufig für ihre Existenz ausreichen, haben die bemerkenswerte Eigenschaft, diese Organe zu anderen Zwecken, wenn es notwendig wird, umzubilden, eine Erscheinung, welche Goethe Meta-