

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 Sproßteile 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-

morphose genannt hat. Es ist das eine für die Pflanze ganz besonders charakteristische Fähigkeit, die man von den Aëryptogamen bis zu den Blütenpflanzen beobachten kann. Es liegt darin offenbar eine Ökonomie, eine Ersparnis von Energie. Denn ihr Aufwand wird geringer sein, wenn ein Organ nur zu anderen Zwecken umgebildet wird, als wenn es ganz neu gebildet werden müßte. Eine solche Neubildung würde aber eintreten müssen, da die Pflanze, wie oben erörtert, nicht für alle späteren Organe, sondern nur für ihre wenigen Grundorgane von vornherein Anlagen besitzt.

Alle Pflanzen erzeugen im Laufe ihres Lebens, mit ganz wenigen Ausnahmen, Fortpflanzungsorgane, die bei den höheren Pflanzen Blüten heißen. Von ihnen findet man aber in den Anfangsstadien der Pflanzen noch keinerlei Andeutung und keinerlei Anlage. Beobachtungen, welche Goethe über das Verhältnis der Blüte zur Pflanze anstellte, lenkten seine Aufmerksamkeit auf gewisse abweichende, oft zufällig entstehende Blütenformen, bei denen Ähnlichkeiten mit Laubspitzen deutlicher hervortreten als bei normalen Blüten. Bei solchen abweichenden Blütenformen erscheinen entweder alle, oder einzelne Teile der Blüte in grüne Blätter umgewandelt. Umgekehrt sind sogar auch normalerweise bei manchen Pflanzen die grünen Blätter in gefärbte, blumenähnliche Organe umgewandelt (Bougainvillea, Poinsettia). Aus diesen Vorwissen schloß Goethe auf eine genetische Beziehung der Blütenteile zu den vegetativen Organen und bezeichnete die Blüte als Metamorphose einer Laubknospe. Die Richtigkeit dieser Ansicht erschien zwar auch durch die vorliegenden mikroskopischen Untersuchungen C. F. Wolffs sehr wahrscheinlich, doch erst mit Vervollkommen der Mikroskope und der mikroskopischen Beobachtungsmethode wurde diese Auffassung vollaus bestätigt. Jede Blüte ist ein Sproß, dessen Blätteranlagen sich zu Sporophyllen, d. h. zu Blättern

umbilden, die die Keimzellen erzeugen. Aber auch bei den blütenlosen Pflanzen (Kryptogamen) ist vielfach eine Entstehung der Fortpflanzungsorgane durch Metamorphose von Vegetationsorganen ebenso deutlich. Bei den Pilzen und Algen entstehen die Sporangien als Metamorphosen vegetativer Zweige. Bei den Marchantien sind die eigenthümlichen gestielten Anteridien- und Archegonienträger umgebildete Thalluslappen, bei vielen Farne werden die als Laubblätter angelegten Blätter zu Sporophyllen umgewandelt (*Blechnum*, *Osmunda*, *Struthiopteris*) und man findet bei diesen, ebenso wie bei *Botrychium* und *Lunaria* oft sehr hübsche Übergänge zwischen Laubblättern und Sporophyllen. Man kann auch nur durch den Begriff der Metamorphose die historische Entstehung der Fortpflanzungsorgane verstehen. Weder hatten anfangs die Kryptogamen Sexualorgane, noch die höheren Pflanzen gleich bei ihrem Erscheinen auf der Erde Blüten. Auch heute entstehen sie immer erst nach den Vegetationsorganen und an diesen. Es bleibt also gar keine andere Vorstellung übrig, als daß die Blüten sowohl, wie alle einfacheren Fortpflanzungsorgane einmal durch Umbildung von Vegetationsorganen entstanden sind. Das wird dadurch verbürgt, daß im Entwicklungsgang einer beliebigen Pflanze auch heute noch diese Umwandlung ontogenetisch, wie man sagt, sich beobachten läßt.

Schon G o e t h e wies darauf hin, daß Metamorphose nicht nur bei der Blütenbildung eintrete, sondern daß auch Vegetationsorgane, Sprosse, Blätter und Wurzeln sich zu anderen Zwecken umgestalten können. So sind Zwiebeln, Knollen und Rhizome unterirdisch wachsende Sproßmetamorphosen, die erst langsam aus gewöhnlichen Sproßanlagen entstehen. Die Ranken des Weins, der Kürbisarten sind zu Kletterorganen umgebildete Sprosse, die Ranken der Wicken, Erbsen und anderer Kletterpflanzen umgebildete Blätter oder Blatteile. Pflanzen, die wie die Insektivoren auf den Insektenfang an-

gewiesen sind, haben zu diesem Zweck nicht neue Organe erzeugt, sondern ihre Blätter dazu umgewandelt (metamorphosiert). Ebenso werden gewöhnliche Wurzeln bei Orchideen und anderen Epiphyten zu Klammerorganen, bei anderen Pflanzen zu fleischigen Reservestoffbehältern (Rüben usw.); seltener können Wurzeln auch zu Assimilations- und Atmungsorganen umgebildet werden.

So bildet die Metamorphose das ganz allgemeine Mittel der Pflanze, sich zu neuen Funktionen passende Organe aus vorhandenen zu schaffen.

Experimentelle Morphologie.

Solange man annahm, daß die lebenden Wesen durch innere, unerforschliche Gesetze gebildet seien, mußten die vorhandenen Formen als das gelten, was die Natur überhaupt hervorbringen könne, und man nahm an, daß mit den bestehenden Formen ihre Fähigkeit der Formbildung erschöpft sei. Dieser Standpunkt, der besonders dadurch gestützt zu sein schien, daß jede Pflanzenart wieder nur ihresgleichen erzeugte, wurde aber doch durch mancherlei Beobachtungen erschüttert. Man sah, daß infolge von äußeren Einflüssen zuweilen ganz neue Formen gebildet werden können, die unter gewöhnlichen Lebensbedingungen nicht auftreten. Zu solchen Formbildungen besonderer Art gehören z. B. die zahlreichen Gallenbildungen. Infolge von Verwundungen durch gewisse Insekten bilden die angegriffenen Pflanzen an Knospen, Blüten oder Blättern Gehäuse für die Larven der Insekten von auffallender und vielfach regelmäßiger Form, die sonst nicht entstehen würde. Solche Gallen zeigen aber Formen, die von denen der normalen Organe der betreffenden Pflanze ganz abweichen, und vielfach auch eine ganz andere Anatomie besitzen. Auch sonst beobachtet man im Pflanzenreich häufig Abweichungen von der normalen Form,