sympodium, wenn sich die Seitenzweige alle in die Richtung der Abstammungsachse stellen.

Auch bei der dichotomen Verzweigung können ganz ähnliche Formen entstehen; doch ist die dichotome Verzweigung überhaupt weit seltener und kommt bei den im folgenden hauptsächlich ins Auge gefaßten Phanerogamen nicht in Betracht. Indessen ist eine scharfe Trennung der einzelnen Verzweigungsformen überhaupt nicht durchzuführen, es gibt mancherlei Übergänge.

3. Kapitel.

Die Wurzel.

Noch bei den Moosen gibt es keine eigentlichen Wurzeln; sie werden bei ihnen vertreten durch haarförmige feine Fäden, Rhizoiden, welchen physiologisch die gleichen Verrichtungen zukommen, wie den echten Wurzeln der Gefäßpflanzen. Diesen kommen die Wurzeln ganz allgemein zu, nur selten fehlen sie der ausgebildeten Pflanze vollständig, so dem Wasserfarn Salvinia natans, manchen Parasiten usw.

Charakteristisch für die Wurzel ist der Besitz einer Wurzelhaube, d. h. einer Hülle, welche den aus zartestem Gewebe bestehenden Vegetationspunkt an der Spitze der Wurzel einschließt und so bei dem Eindringen in die Erde vor Verletzung schützt. Eine weitere allgemeine Eigenschaft der Wurzeln ist die Tendenz im Gegensatz zum Sproß, abwärts zu wachsen.

An den jungen Teilen der Wurzel, soweit sie der Aufnahme von Wasser und Nährsalzen dienen, wachsen zahlreiche Epidermiszellen zu langen, dünnen, haarförmigen Zellen aus, welche als Wurzelhaare (Fig. 2a) die eigentliche Wurzel wie ein weißer Plüschmantel umgeben. Je näher nach der Wurzelspitze, desto kürzer werden die Haare, an der Spitze selbst sind sie noch

nicht entwickelt. Je weiter die Wurzelspitze in den Boden hineinwächst, desto weiter rückt auch die Entwicklung der Wurzel-

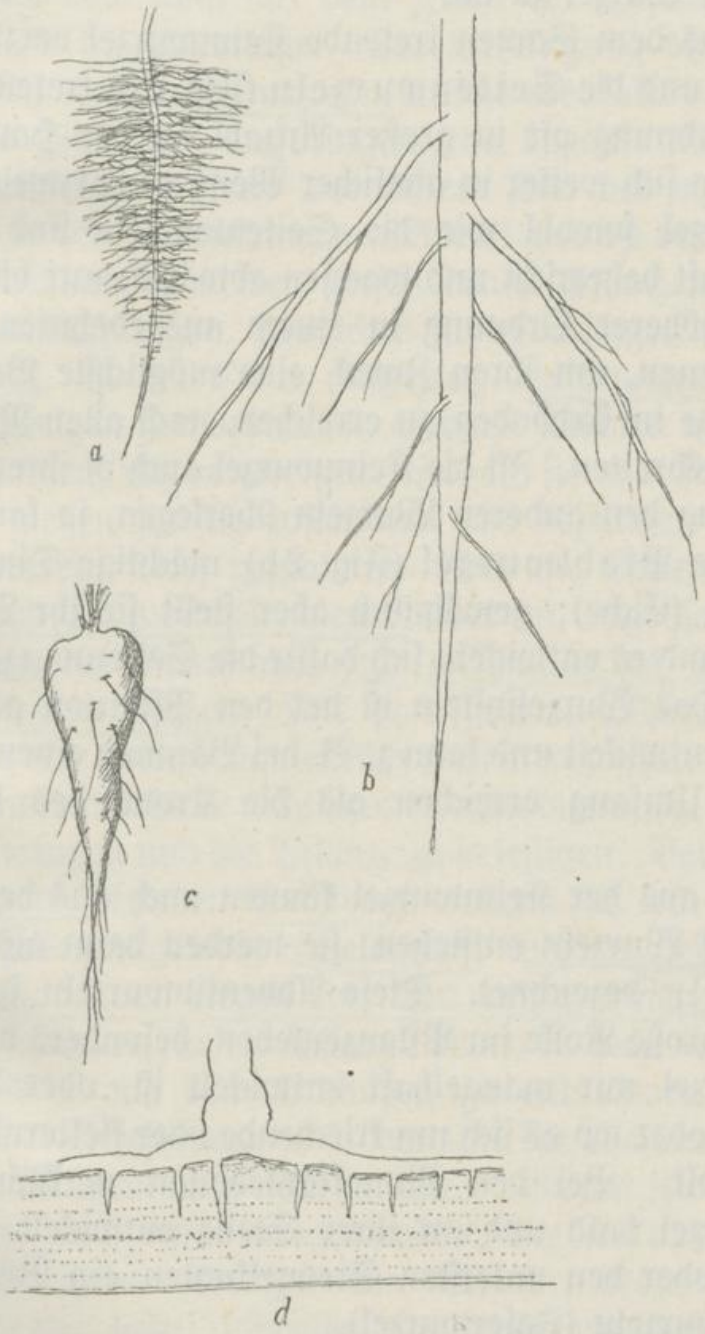

Fig. 2. a Wurzel mit Wurzelhaaren, b Haupt- (Pfahl)wurzel mit Seitenwurzeln, c Rübe, d Saugwurzeln von Viscum album in einen Zweig eindringend, Längsschnitt.

haare vor; gleichzeitig sterben aber die ältesten, kurzlebigen Wurzelhaare in dem gleichen Maße von der Basis nach der Spitze der Wurzel zu ab.

Die aus dem Samen tretende Keimwurzel verzweigt sich sehr bald, und die Seitenwurzeln (Fig. 2b) treten in regelloser Anordnung oft in großer Anzahl an der Hauptwurzel hervor, um sich weiter in ähnlicher Weise zu verzweigen. Die Hauptwurzel sowohl wie die Seitenwurzeln sind von der Schwerkraft beherrscht und wachsen abwärts; nur die Seitenwurzeln höherer Ordnung in einem ausgedehnten Wurzelsystem können, um ihren Zweck, eine möglichste Befestigung der Pflanze im Erdboden, zu erreichen, nach allen Richtungen hin sich ausbreiten. Ist die Keimwurzel auch in ihrer späteren Entwicklung den anderen Wurzeln überlegen, so kann sie als sogenannte Pfahlwurzel (Fig. 2b) mächtige Dimensionen annehmen (Eiche); gewöhnlich aber stellt sie ihr Wachstum bald ein, und es entwickeln sich dafür die Seitenwurzeln um so stärker. Das Wurzelsystem ist bei den Pflanzen gewöhnlich sehr stark entwickelt und kann z. B. bei Bäumen einen erheblich größeren Umfang erreichen als die Krone des belaubten Stammes.

Außer aus der Keimwurzel können auch aus der Sproßachse selbst Wurzeln entstehen; sie werden dann als Adventivwurzeln bezeichnet. Diese Adventivwurzeln spielen oft eine sehr große Rolle im Pflanzenleben, besonders da, wo die Hauptwurzel nur mangelhaft entwickelt ist, oder bald verkümmert, oder wo es sich um kriechende oder kletternde Pflanzen handelt. Bei den Monokotyledonen verkümmert die Hauptwurzel bald und an ihrer Stelle entwickelt sich meist aus dem oder den untersten Stengelknoten ein Büschel von Adventivwurzeln (Faserwurzel).

Indessen entwickeln sich die Adventivwurzeln nicht immer an den untersten Stengelteilen; beim Efeu, wo sie als Haft-

wurzeln dienen, können sie an jeder beliebigen Stelle der Unterseite des ganzen Stengels hervortreten. Diese Wurzeln dienen dann aber auch nur dem Zweck der Befestigung des Stammes an die Unterlage. Der Befestigung dienen auch hauptsächlich die Stelzwurzeln, welche ebenfalls den oberen Teilen des Stammes entspringen und bogenförmig in den Boden wachsen, während der untere Teil des eigentlichen Stammes in der Entwicklung zurückbleibt und oft verkümmert. Diese Wurzelbildung ist den verschiedenen Pflanzenarten der Mangrovedickichte eigen. Ähnlichen Zweck verfolgen die Stützwurzeln (z. B. bei Ficus religiosa), Luftwurzeln, welche aus den Zweigen hervorbrechen, abwärts wachsen und, in die Erde gekommen, sich verzweigen. Sobald sie aber fest gewurzelt sind, ziehen sie sich zusammen und befestigen dann die Zweige wie ein straff gespanntes Seil am Boden. Stelzwurzeln und Stützwurzeln dienen aber im Gegensatz zu den Haftwurzeln des Efeus auch sehr wesentlich der Aufnahme von Wasser und Salzen. Alle drei Formen gehören zu den Luftwurzeln, welche namentlich vielen tropischen Pflanzen eigen sind und durchaus nicht immer dazu dienen, in ein Substrat einzudringen und die Pflanze zu befestigen. Bei manchen auf Bäumen lebenden Orchideen besitzen sie ein weiches, schwammiges Hüllgewebe (Velamen), welches befähigt ist, Wasser in Form von Regen oder Tau aufzunehmen, und also als Wassersammler für die Pflanze dient, da diese ihren Wasserbedarf nicht aus dem Erdboden zu entnehmen vermag.

Außer der Befestigung im Boden und der Wasseraufnahme dienen die Wurzeln auch noch mitunter anderen Zwecken und sind entsprechend dafür umgewandelt, metamorphosiert. Sehr häufig haben Wurzeln die Aufgabe, Reservestoffe zu speichern; dabei schwellen sie meist erheblich an und bilden sich, wenn nur die Hauptwurzel zum Reservestoffbehälter wird, zur Rübe (Fig. 2c), wenn Nebenwurzeln dazu

werden, zu Knollen um. Solche aus Wurzeln entstandene Knollen, wie die der Georgine, haben im Gegensatz zu den aus Sprossen entstandenen (Kartoffel) keine Knospen, „Augen", und keine Blattbildungen irgendwelcher Art. Mitunter haben auch die Wurzeln die Funktion der Blätter übernommen; chlorophyllhaltige Luftwurzeln findet man bei den epiphytischen Orchideen fast immer, bei manchen sind sie aber auch vollständig blattartig verbreitert und dienen vollständig als Assimilationsorgane, bei Angraecum globulosum z. B. sind es sogar die einzigen Assimilationsorgane; die Blätter sind kleine, chlorophyllose Schuppen. Bei anderen Pflanzen (z. B. Jussiaea repens) werden neben normalen Wurzeln auch Schwimmwurzeln ausgebildet; dieselben sind sehr fleischig, unverzweigt und besitzen ein poröses, lufthaltiges Gewebe, durch welches die Pflanze an der Oberfläche des Wassers gehalten wird. Dieselben Wurzeln dienen auch im Sumpfboden oder in stagnierendem sauerstoffarmen Wasser als Atemwurzeln, indem sie bis an die atmosphärische Luft dringen und von hier aus der Pflanze Sauerstoff zuführen.

Von manchen Pflanzen werden einzelne Wurzeln zu Dornen umgebildet, Dornwurzeln oder Wurzeldornen, welche den Pflanzen Schutz gegen Tiere verleihen (z. B. bei den Palmen Acanthorrhiza und Iriartea und bei der Rubiacee Myrmecodia).

Auch als Ranken dienen bei manchen Pflanzen die Wurzeln, so bei Vanilla aromatica und Dissochaeta. Wenn sie auf dünne Stämme oder Zweige stoßen, so winden sie sich rankenartig um diese herum.

Eigentümlich ausgebildet sind die Saugwurzeln oder Haustorien (Fig. 2d) mancher Schmarotzer, besonders der Loranthaceen, unter denen die Mistel (Viscum album) bei uns weit verbreitet ist. Die Wurzeln dieser Pflanze verlaufen parallel mit dem Zweige des von ihr bewohnten Baumes

unter der Rinde und senden von hier aus senkrecht Saugwurzeln in den Zweig ein. Auch die Kleeseide (Cuscuta Epithymum), die Orobanche-Arten und andere Schmarotzer besitzen solche Saugwurzeln. Bei manchen Pflanzen (z. B. Thesium) kommt es neben einer regelmäßigen Wurzelbildung nur dann zur Entwicklung von Haustorien, wenn sie mit den Wurzeln anderer Pflanzen in Berührung kommen, sie sind also nicht notwendig bei ihnen entwickelt; andere, wie die erwähnte Mistel, bilden gar keine normalen Wurzeln und sind auf die Ernährung durch die Haustorien angewiesen.

4. Kapitel.

Der Stamm.

Die Sprosse bestehen, wie bereits erwähnt, aus Sproßachse, gewöhnlich Stamm, bei schwächeren, krautartigen Pflanzen Stengel genannt, und Blattorganen. Der Stamm wächst meist unter der Einwirkung der Schwerkraft senkrecht aufwärts und wird dann aufrecht genannt. Bei mehrjährigen Pflanzen kann er sehr dick werden und verholzen, wie bei den Bäumen und Sträuchern, bei den kurzlebigen, meist nur einjährigen Kräutern bleibt er unverholzt, krautartig, ebenso bei den oberirdischen, alljährlich absterbenden Teilen der Stauden, während bei diesen die unterirdischen, ausdauernden Teile oft stark verholzen und in die Dicke wachsen.

Die Stämme erreichen eine sehr verschiedene Länge; sind sie sehr lang, so müssen sie entweder auch entsprechend dick und stark verholzt sein, um aufrecht zu bleiben, oder sie benützen in irgend einer Weise andere Pflanzen oder geeignete Gegenstände als Stütze, oder endlich sie bleiben nicht aufrecht, sondern kriechen am Boden hin.

Unter den Pflanzen, welche sich durch Stützen auf andere Pflanzen oder geeignete Gegenstände aufrecht erhalten, haben