

IN DIESEM KAPITEL

Von der Zelle zur Pflanze

Wie Pflanzen funktionieren

Pflanzen und Menschen

Kapitel 1

Botanik verstehen

Unter Botanik verstehen wir das Studium von Pflanzen, das heißt ihre Morphologie, Funktion, Reproduktion, Diversität, Abstammung und so weiter. Im täglichen Leben scheint es vielleicht so, dass Pflanzen ein Schattendasein führen – in Wahrheit stehen sie jedoch im Mittelpunkt unseres Lebens. Unsere Nahrung, unsere Kleidungsstücke, unsere Einrichtungsgegenstände – all das basiert letztlich auf der Vegetation. Grüne Pflanzen nehmen Kohlendioxid aus der Atmosphäre auf und wirken damit der Klimaerwärmung entgegen. Viele Pflanzen stellen den Lebensraum für Insekten und andere Tiere bereit, sie tragen zur Reinigung der Gewässer bei und helfen, unsere Küsten und Berge vor übermäßiger Erosion zu schützen.

Und neben all diesen nützlichen Eigenschaften sind Pflanzen auch einfach cool. Sie haben einzigartige Strategien entwickelt, mit deren Hilfe sie in den unterschiedlichsten Lebensräumen überleben können. Auf nährstoffarmen Böden fangen sie Insekten, sie wachsen in der Erde oder hoch in den Wipfeln von Regenwaldbäumen und kommen mit jedem Klima klar, sei es in der Wüste oder in kalten Polarregionen. Auf den ersten Blick sind Pflanzen so anders als Menschen, aber wenn man ihren Stoffwechsel genau anschaut, ist man überrascht, wie viele Ähnlichkeiten doch bestehen. Dieses Kapitel stellt die Botanik als Wissenschaftsdisziplin vor und bietet einen Einblick in die Geheimnisse der Pflanzenwelt.

Der pflanzliche Aufbau im Detail

Kaum zu glauben, aber Pflanzen und Menschen haben vieles miteinander gemeinsam. Ebenso wie bei uns bestehen ihre Körper aus Zellen (siehe Kapitel 2), die sich zu Geweben organisieren (siehe Kapitel 3), welche wiederum die drei bekannten Grundorgane Wurzel, Spross und Blatt bilden. In pflanzlichen Zellen laufen vielfach die gleichen biochemischen Reaktionen ab wie bei uns. So wird beispielsweise die Erbinformation auch als DNA gespeichert, Kohlenhydrate dienen als Energiequelle und Proteine übernehmen bestimmte Aufgaben im Organismus. Schließlich handelt es sich sowohl bei menschlichen als auch

bei pflanzlichen Zellen um *eukaryotische Zellen*, das heißt, es gibt einen Zellkern und verschiedene Zellorganellen.

Gut organisierter Aufbau – Wurzel, Spross und Blatt

Pflanzen streben nach Sonnenlicht, denn Grundlage ihres Wachstums ist die Photosynthese. Mit diesem Prozess, der meist in den Blättern stattfindet, verwandeln Pflanzen Lichtenergie in Zuckermoleküle. Damit möglichst viel Sonnenlicht absorbiert werden kann, sind die Blätter in der Regel flach ausgebreitet. Aber es gibt auch andere Blattformen für spezielle Aufgaben, wie etwa Blattranken bei der Platterbse zum Erklimmen von Zäunen, Blattdornen bei der Berberitze (siehe Abbildung 1.1) als Fraßschutz oder dickfleischige Blätter als Wasserspeicher bei Sukkulanten.



Abbildung 1.1: Die Dornen der Berberitze (*Berberis vulgaris*) stellen umgebildete Blätter und Nebenblätter dar (© Frank Erdnüß).

Blätter sitzen stets am Spross beziehungsweise der Sprossachse. Somit hilft der Spross den Blättern, optimal ausgerichtet zu sein und sich nicht gegenseitig zu beschatten. Neues

Pflanzenwachstum findet durch Zellteilung an den Sprossspitzen statt. Der Spross wächst und es bilden sich neue Blätter, Äste und manchmal auch Blüten. Manche Sprossachsen sind ebenfalls grün und können Photosynthese betreiben, zum Beispiel bei manchen Kakteen oder beim heimischen Pfaffenhütchen. Andere Sprosse wiederum kriechen horizontal am Boden entlang und bilden in gewissem Abstand immer wieder neue Pflanzen – wir kennen das zum Beispiel bei der Erdbeere.

Die Wurzeln sind für die Wasserversorgung von Spross und Blättern zuständig. Sie nehmen das Wasser mitsamt den darin gelösten Mineralien aus dem Boden auf und absorbieren damit auch gleichzeitig Nährstoffe, wie etwa Stickstoff und Phosphor, die für die Funktionen im Pflanzenkörper wichtig sind. Manche Pflanzen, wie beispielsweise der Löwenzahn, haben eine lange Pfahlwurzel, die tief in den Boden hineinreicht, während Gräser zum Beispiel ein feines Wurzelgeflecht ausbilden. Wiederum andere, wie etwa Maispflanzen, bilden sogenannte *sprossbürtige Wurzeln* aus, die kurz oberhalb der Erdoberfläche am Spross entspringen, in den Boden wachsen und die normalen Wurzeln unterstützen.

Wie Pflanzen sich vermehren

Im Laufe der Evolution haben sich im Pflanzenreich ganz unterschiedliche Arten der Vermehrung entwickelt. Für die generative (sexuelle) Vermehrung werden spezielle reproduktive Zellen gebildet, die sogenannten *Sporen* (siehe auch Kapitel 5). Viele der uns bekannten Pflanzen absolvieren den Generationswechsel jedoch in einer anderen Form, als *Same*. Samen eignen sich besser für die Reproduktion als Sporen, da sie den pflanzlichen Embryo schützend umhüllen und ihm mit einem speziellen Nährgewebe beim Auskeimen helfen.

Manche Pflanzen scheinen bei der generativen Vermehrung fast übermäßig geworden zu sein, denn sie produzieren aufwendige Blüten (siehe auch Kapitel 5), die als Lockmittel für potenzielle Bestäuber dienen sollen. Andere Pflanzenarten, zum Beispiel viele Gräser und Bäume, verzichten auf Tiere als Pollenüberträger und lassen ihre Blüten stattdessen durch den Wind bestäuben.

Die Blüten beherbergen sowohl männliche Staubblätter als auch weibliche Fruchtblätter. Die Staubblätter enthalten den Pollen, in dem sich wiederum die Spermien befinden. Die Fruchtblätter enthalten die Samenanlagen mit den Eizellen. Wenn nun der Pollen an der Eintrittspforte des Fruchtblattes gelandet ist, spricht man von *Bestäubung*. Der Pollen entlässt dann die Spermien, sodass sie mit der Eizelle verschmelzen können – die *Befruchtung* hat stattgefunden und die nächste Generation dieser Pflanze kann beginnen. Nach der Befruchtung entwickeln sich die Samenanlagen von Blütenpflanzen zu einer Frucht (siehe Kapitel 5). Einige Früchte sind süß und fleischig, sodass Tiere angelockt werden und die Samen verbreiten. Andere Früchte sind trocken und leicht, sodass sie vom Wind verweht werden oder auch im Fell eines Tieres auf »Wanderschaft« gehen können. Wieder andere Früchte platzen noch an der Pflanze hängend auf und verstreuen dabei ihre Samen. Egal welche Strategie die jeweilige Pflanze verfolgt, das Ziel ist stets dasselbe – eine Nische, einen Standort zu finden, an dem der Same keimen und zu einem neuen Individuum heranwachsen kann.

Wie Pflanzen funktionieren

Zellaufbau und Biochemie der Pflanzen sind also gar nicht so verschieden von uns, aber es gibt noch weitere Gemeinsamkeiten im Leben von Pflanzen und Menschen. Genau wie wir brauchen auch Pflanzen eine Quelle für *Nährstoffe* zum Aufbau ihres Körpers und ebenso eine *Energiequelle*, die Wachstum und Bewegung ermöglicht (siehe Kapitel 6). Und genau wie im menschlichen Körper müssen auch im pflanzlichen Organismus Nahrungsmoleküle und Flüssigkeiten transportiert werden. Schließlich muss erwähnt werden, dass Pflanzen sich in ganz ähnlicher Weise verändern und weiterentwickeln wie wir, denn auch sie sind gezwungen, auf veränderte Umweltbedingungen zu reagieren.

Nahrungsaufbau und -abbau

Jedes Lebewesen auf der Erde braucht Nahrung als Energiequelle – und darin unterscheiden sich Pflanzen und Menschen grundlegend. Während wir andere Organismen beziehungsweise Lebewesen als Nahrung nutzen und daraus Energie gewinnen, sind Pflanzen in der Lage, ihre Nahrung selbst zu produzieren.

Die eigene Nahrung selbst herstellen, das können nur Pflanzen, und zwar mithilfe der *Photosynthese* (siehe Kapitel 7). Obwohl die Photosynthese einen ziemlich komplexen Prozess darstellt, kann man sich das Geschehen auch in Form eines einfachen Rezeptes vorstellen. Man nehme Kohlendioxid aus der Atmosphäre und Wasser aus der Erde und verfahre dann folgendermaßen:

- 1. Kohlendioxid und Wasser mithilfe von Sonnenenergie zusammenfügen, sodass sich die Atome neu ordnen können: Es entstehen Kohlenhydrate (Zucker) und Sauerstoff.**
- 2. Dann den Zucker als Nahrungs- beziehungsweise Energiequelle in allen Bereichen des pflanzlichen Organismus bereitstellen und den Sauerstoff als Abfall entsorgen.**
- 3. Wenn Kohlenhydrate übrig sein sollten, können diese in Stärkemoleküle umgewandelt und gespeichert werden.**

Wenn eine Pflanze nun für irgendeinen Stoffwechselprozess Energie benötigt, macht sie dasselbe, was auch wir Menschen mit unserer Nahrung tun – ihre Zellen bauen die Stärke- beziehungsweise Zuckermoleküle ab. Dieser Vorgang wird als *Zellatmung* bezeichnet (siehe Kapitel 7). Die Zellatmung besteht aus einer speziellen Abfolge von chemischen Reaktionen (auch Atmungskette genannt), in deren Verlauf die Nahrungsmoleküle so zerlegt werden, dass Energie und Nährstoffe für die Zellen verfügbar werden. Am Ende der Atmungskette bleiben dann Kohlendioxid und Wasser als Abfallprodukte übrig; sie werden von den Pflanzenzellen wieder abgegeben.

Stofftransport

Zur Nährstoff- und Energieversorgung brauchen alle Pflanzenzellen Nahrung. Diese wird wie bereits erwähnt gewöhnlich in Form von Zucker selbst hergestellt, und zwar in den

Blättern. Von dort müssen die Zuckermoleküle nun in alle Bereiche des Pflanzenkörpers transportiert werden, wo sie gebraucht werden. Umgekehrt nehmen die Wurzeln aus dem Boden Wasser auf, das im gesamten Organismus benötigt wird. Besonders in den Blättern ist es wichtig für die Photosynthese. Entsprechend unseren Venen und Arterien, in denen Blut mitsamt den Nährstoffen zirkuliert, besitzen auch Pflanzen spezielle Leitungsgewebe, in denen der Wasser- und Nährstofftransport stattfindet (siehe Kapitel 9).

Wir unterscheiden dabei zwei Typen von Leitungsgeweben: das *Phloem* zum Transport von gelösten Zuckermolekülen und das *Xylem*, in dem Wasser und gelöste Mineralstoffe fließen.

Innerhalb des Phloems werden die Kohlenhydrate, die durch Photosynthese in den Blättern gebildet wurden, zu all den Stellen im pflanzlichen Organismus gebracht, wo sie gebraucht werden – entweder für weiteres Zellwachstum oder als Speicherstoffe in Form von Stärke. Mithilfe des Xylems wird das Wasser von den Wurzeln durch den gesamten Pflanzenkörper geleitet, sodass alle Zellen mit der erforderlichen Menge Wasser versorgt werden können.

Hormonregulation

Es gibt noch eine weitere Gemeinsamkeit zwischen uns und den Pflanzen: Wachstum und Entwicklung werden durch *Hormone* gesteuert (siehe Kapitel 10).

Im Laufe ihres Lebens bleiben Pflanzen zwar von der für uns so lästigen Pubertät verschont, aber es finden durchaus gravierende Veränderungen in der Entwicklung statt, die von Hormonen gesteuert werden: zum Beispiel wenn ein Same aus seiner Ruhephase erwacht und zu keimen beginnt oder wenn für eine Blütenpflanze der richtige Zeitpunkt im Jahr gekommen ist, ihre Blüten zu entfalten. Pflanzliche Hormone regulieren auch die Wachstumsrichtungen von Sprossen und Wurzeln: Erstere wachsen stets in Richtung Licht, Letztere streben hingegen nach unten in Richtung der Erdanziehungskraft.

Reproduktion und genetische Gesichtspunkte

Pflanzen schießen wie Unkraut in die Höhe. Klar, weil Unkräuter auch Pflanzen sind. Klingt albern, aber es ist etwas Wahres dran, denn pflanzliches Wachstum findet stets an den Sprosspitzen statt. Dort befindet sich das sogenannte *apikale Meristem*, ein spezielles Gewebe, in dem sich die Pflanzenzellen teilen. Dieser Zellteilungsprozess, der neues Größenwachstum generiert, wird als *Mitose* bezeichnet (siehe Kapitel 11). Die Mitose läuft bei Pflanzen ziemlich ähnlich ab wie bei uns Menschen und auch Holzpflanzen betreiben Mitose. Sie werden dadurch nicht nur größer, sondern auch dicker, das heißt, ihr Stammumfang nimmt zu.

Pflanzen können sich generativ (sexuell) vermehren, indem Spermium und Eizelle verschmelzen und die nächste Generation bilden. Spermien und Eizellen werden durch einen speziellen Zellteilungsprozess produziert, der *Meiose* genannt wird (siehe Kapitel 11). Sie tragen jeweils eine Kopie der DNA ihrer Mutterpflanze in sich und geben die darin enthaltene Erbinformation an ihre Nachkommen weiter.

Innerhalb der Wissenschaftsdisziplin *Genetik* (siehe Kapitel 12) studieren Forscher die Interaktionen und Zuständigkeiten von Genen, indem sie zum Beispiel aufeinanderfolgende Generationen einer Pflanzenart bezüglich der Ausprägung bestimmter Merkmale (Blütenfarbe, Behaarung und so weiter) beobachten.

Die unglaubliche Vielfalt im Pflanzenreich

Unsere Erde beherbergt eine enorme Anzahl verschiedener Pflanzen, die sich in Größe, Gestalt und Lebensform unterscheiden. Sie können so groß sein wie der mächtige Mammutbaum oder so winzig wie ein Stecknadelkopf. Sie können ihren Generationswechsel, das heißt die Zeit vom Samen bis zum Samen der nächsten Generation, in einem Monat durchlaufen oder sie können länger als tausend Jahre leben. Vor rund 450 Millionen Jahren waren es Moose, die erstmals das Festland besiedelten, und seitdem haben die Pflanzen jeden Lebensraum der Erde für sich erobert: Sie wachsen heute in Wüsten, im Regenwald und in den Bergen und manche Pflanzen haben auch den Ozean als Lebensraum für sich wiederentdeckt. Neben den klassischen bunten Blüten gibt es im Pflanzenreich auch Blüten in Form von Zapfen. Manche Pflanzen fangen Insekten zur Nahrungsergänzung, andere locken Tiere an und benutzen sie als Bestäuber. In Anbetracht dieser unterschiedlichen Strategien und Lebensräume kann man sich leicht vorstellen, dass es ganz erstaunliche Vertreter im Pflanzenreich gibt, zum Beispiel filigrane Algen und Moose (siehe Kapitel 15), robuste Nadelbäume (siehe Kapitel 16) oder farbenprächtige Blütenpflanzen (siehe Kapitel 17).

Botaniker untersuchen all diese unterschiedlichen Pflanzen, um deren Lebensweise und Reproduktionsstrategien zu verstehen. Mithilfe genetischer Analysen, das heißt durch Entschlüsselung der Erbinformation (DNA), schafft man sich zudem neue Einblicke in die Verwandtschaftsverhältnisse der verschiedenen Pflanzengruppen, sodass sich zukünftig ihre Evolution noch besser rekonstruieren lässt (siehe Kapitel 14).

Verbindungen zwischen Pflanzen und Menschen

Pflanzliches Leben ist ganz eng mit uns Menschen verknüpft:

- ✓ **Wir alle sind Teil eines Ökosystems, das letztlich von Pflanzen aufrechterhalten wird.** Was sollten wir essen, wenn es keine Pflanzen als Primärproduzenten gäbe? (Mehr zu diesem Thema lesen Sie in Kapitel 18).
- ✓ **Der Mensch kann Pflanzenarten manipulieren, etwa um ihre Produktivität zu steigern oder auch um Arzneimittel herzustellen.** Nahrungsmittel aus genetisch veränderten Pflanzen werden sehr kontrovers diskutiert – sie weisen sowohl Vor- als auch Nachteile auf (siehe Kapitel 21).
- ✓ **Der Anbau von Nahrungspflanzen.** Der Ursprung des menschlichen Ackerbaus reicht mehr als 10.000 Jahre in die Vergangenheit zurück. Dabei hat der Übergang

vom Jäger und Sammler zu Ackerbau und Viehzucht tiefgreifende Veränderungen für unsere Gesellschaftsstruktur mit sich gebracht (siehe Kapitel 20).

- ✓ **Aus Pflanzen können wir Kleidungsstücke herstellen.** Baumwolle und Leinen werden direkt aus den entsprechenden Pflanzenarten hergestellt. Darüber hinaus werden Teile verschiedener Pflanzen zum Färben von Stoffen benutzt (siehe Kapitel 22).
- ✓ **Der Mensch nutzt Pflanzen als Arzneimittel.** Zwei Beispiele sind hier die Herzglykoside des Fingerhuts und das aus Weidenrinde isolierte Salicin. Letzteres wird heute synthetisch hergestellt und ist Ihnen als Aspirin bekannt (siehe Kapitel 22).
- ✓ **Pflanzen sind Grundlage für wichtige Materialien.** Holz für Hausbau, Möbel und Werkzeuge ist aus unserem Alltag kaum wegzudenken, Kautschuk liefert der tropische Baum *Hevea brasiliensis* und Stroh wird heute teilweise immer noch als Dacheindeckung genutzt.
- ✓ **Ein Spaziergang im Park und Joggen im Wald haben positive Auswirkungen auf unser Gemüt und die körperliche Fitness.** Stress zu reduzieren ist äußerst wichtig, denn er hat negative Auswirkungen auf unsere Gesundheit. Wie beruhigend ein Aufenthalt in der Natur auf viele Menschen wirkt, kann man auch an den vielen Angeboten zum »Waldbaden« ablesen.
- ✓ **Pflanzen helfen bei der Gewässerreinhaltung.** Das Verschwinden von Feuchtgebieten hat alarmierende Ausmaße angenommen. Sie fallen immer noch neuen Entwicklungsprojekten zum Opfer, obwohl ihre Bedeutung klar ist. Der Lebensraum Feuchtgebiet zeichnet sich durch spezielle Pflanzen und Böden aus. Mit dem Regen werden verschiedene Schadstoffe aus unseren Siedlungsgebieten fortgetragen, darunter Dünngemittel, Öreste und Haustierkot. Wenn das Regenwasser mit seiner schädlichen Fracht durch ein Feuchtgebiet fließt, bevor es in einem Fluss oder See landet, wird es dort deutlich sauberer ankommen, denn Pflanzen und Bakterien filtern das Wasser und entfernen dabei viele der gefährlichen Substanzen. Außerdem stellen Feuchtgebiete wichtige Ausdehnungsflächen für Flüsse dar, was die Gefahr von Überflutungen verringert, und Wasservögel schätzen sie als Brut- und Nahrungsplätze.

Egal was man in den Vordergrund stellt, die Ähnlichkeiten zwischen Pflanzen und anderen Organismen, ihre Schönheit oder ihre Nützlichkeit für den Menschen – man wird sicher immer ein paar gute Gründe finden, um mehr über Pflanzen zu erfahren.

