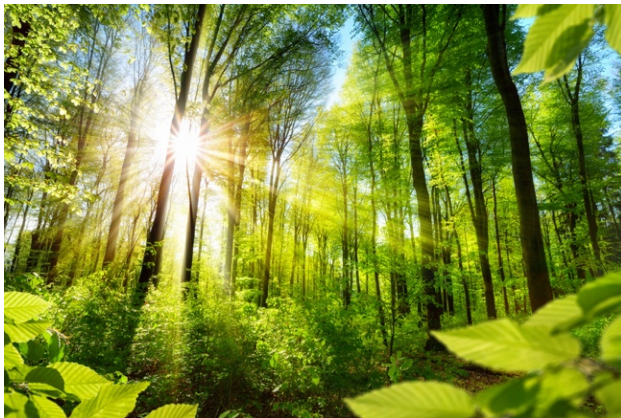


Lycée Ermesinde

Lycée public autonome à plein temps

Die Intelligenz der Pflanzen



1



2

Colbach Emma

2CC

Directrice de mémoire: Julie Schoos

Mersch

September 2019 - Mai 2020

¹ <https://www.aau.at/blog/wald-in-inventur-unbemannte-helikopter-zur-datenerhebung/>

² <https://www.immonet.de/service/giftigepflanzen.html>

„ Je déclare sur honneur avoir développé et rédigé ce mémoire sans
l'aide abusive d'autrui.“

Colbach Emma

Inhaltsverzeichnis

1. Einleitung.....	4
2. Begriffserklärungen.....	5
2.1 Intelligenz.....	5
2.2 Pflanzen.....	5
3. Geschichte	6
4. Intelligenz der Pflanzen	7
4.1 Sinne der Pflanzen.....	7
4.1.1 Sehen	7
4.1.2 Riechen	8
4.1.3 Schmecken.....	10
4.1.4 Fühlen	12
4.1.5 Hören	14
4.1.6 Weitere Sinne	16
4.2 Kommunikation unter Pflanzen.....	18
4.2.1 Was bedeutet eigentlich Kommunikation?	18
4.2.2 Kommunikation im Inneren der Pflanze	18
4.2.3 Kommunikation zwischen Pflanzen	20
4.3 Kommunikation zwischen Pflanzen und Tieren.....	25
4.3.1 Pflanzliches Verteidigungssystem durch Kommunikation	25
4.3.2 Das Geschlechtsleben der Pflanzen.....	27
5. Schlussfolgerung	34
6. Literaturverzeichnis	37
6.1 Internet	37
6.2 Bücher	39

1. Einleitung

In dieser Arbeit wird das Thema: „Die Intelligenz der Pflanzen“ behandelt. Ich habe mir die Frage gestellt, wie Pflanzen kommunizieren und ob sie Entscheidungen treffen können, um sich ihr Leben zu vereinfachen?

Wir Menschen leben schon seit Beginn der Menschheit mit den Pflanzen zusammen und dennoch können wir nicht behaupten, dass wir sie gut kennen. Das liegt hauptsächlich an der unterschiedlichen Evolutionsgeschichte vom Tier- und Pflanzenreich. Tiere, wie auch Menschen, besitzen spezifische Organe und sind als Lebewesen unteilbar, sonst würden sie sterben. Pflanzen sind sesshafte Organismen und haben sich deshalb anders entwickelt. Sie haben einen modular aufgebauten Körper ohne spezifische Organe, was bedeutet, dass die verschiedenen Körperfunktionen von Pflanzen im ganzen Körper verteilt sind und sich nicht in speziellen Organen befinden. Der Grund für diese Entwicklung: Würde ein Pflanzenfresser eins ihrer Organe fressen, würde die Pflanze sofort sterben. Pflanzen führen somit nicht nur ein anderes Leben als wir Menschen, sondern auch ein anderes Leben, als es bisher fast jeder angenommen hat. Sie sind in der Lage untereinander zu kommunizieren, wie auch mit anderen Lebensarten, wie zum Beispiel mit Tieren. Durch die Kommunikation können sie sich gegenseitig vor Feinden warnen, wie sich auch selber helfen. Außerdem besitzen Pflanzen die Fähigkeit, ihre Sinne einzusetzen, um sich ihr Leben zu vereinfachen. Die meisten Menschen wissen gar nicht, dass Pflanzen überhaupt Sinne besitzen, doch was noch viel erstaunlicher ist, ist, dass sie nicht nur die fünf Sinne der Menschen besitzen, sondern auch noch fünfzehn weitere. Somit übertreffen Pflanzen die Fähigkeit, die wir ihnen bisher zugemutet haben und erweisen sich als viel komplexere Wesen, die Entscheidungen treffen müssen, um überleben zu können.

2. Begriffserklärungen

2.1 Intelligenz

Seit langem beschäftigen sich Forscher bereits mit der Frage, wie man Intelligenz definieren kann. Bis heute sind sie sich jedoch noch nicht einig, was man als Intelligenz bezeichnen kann. Man weiß, dass der Begriff vom lateinischen Wort „intellegere“ abstammt, was so viel wie Verstehen, Begreifen und Einsehen bedeutet. Eine mögliche Erklärung was Intelligenz bedeutet, wäre eine Fähigkeit, sich in neuen Situationen zurechtzufinden und Aufgaben durch Denken zu lösen. Man kann also sagen, dass das Wort „Denkfähigkeit“ ein Synonym für die Intelligenz ist.

2.2 Pflanzen

Als Pflanzen, auf lateinisch Plantae, bezeichnet man alles, was sich nicht fortbewegen kann und Photosynthese betreibt. Es sind lebende Organismen, die zu der Gruppe der Eukaryoten³ zählen.



4

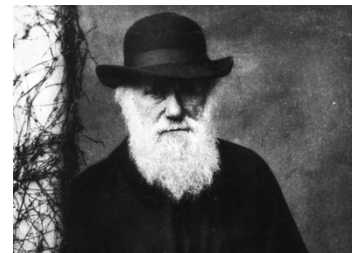
³ Lebewesen, deren Zellen einen Zellkern besitzen

⁴ <https://desfoli.de/panoramabild/7304/wiese-blumen-natur-landschaft-xxl-panorama-wandtattoo-poster-aufkleber-w0003>

3. Geschichte

Im Laufe der Geschichte haben sich einige Menschen immer wieder die Frage gestellt, ob Pflanzen empfindsame Organismen seien, die die Fähigkeit haben zu kommunizieren, ein Sozialleben zu führen und ob sie über Problemlösungsstrategien verfügen. Einige glaubten, Pflanzen besäßen eine Seele und ein Gehirn, andere glaubten, Pflanzen könnten äußere Reize wahrnehmen und auf sie reagieren. Andere glaubten wiederum, Pflanzen wären Menschen, die kopfüber in der Erde steckten: sie verfügen über alle menschlichen Fähigkeiten, außer, dass sie ihre Position nicht wechseln können. Wissenschaftler wie Darwin, Linné und Platon, sind alle zur Schlussfolgerung gekommen, dass Pflanzen raffiniertere Fähigkeiten besitzen, als viele denken.

Darwin untersuchte Jahrzehnte die Pflanzenwelt und suchte Beweise für seine Evolutionstheorie. Er war überzeugt, dass die Spitze der Wurzel dem Gehirn von einem kleinen Tier sehr ähnlich sei. Das „Gehirn“ der Pflanze erhält Eindrücke der Umgebung von den Sinnesorganen und leitet die verschiedenen Bewegungen einer Pflanze.



Charles Darwin

5

Linné erkannte die geschlechtliche Fortpflanzung der Pflanzen. Er kategorisierte Pflanzen nach ihren Sexualorganen und führte die Worte „männliche“ und „weibliche“ Blüte ein.

Platon war überzeugt, dass Pflanzen eine Seele besitzen und, dass sie die Fähigkeit haben, nach verschiedenen Sachen zu begehren. Wenn man etwas haben möchte, braucht man auch Empfindungen. Deswegen beschloss Platon, dass Pflanzen eine begehrende und eine empfindsame Seele besitzen, so wie die Tiere und Menschen. Das Empfindungsleben der inneren Seele einer Pflanze rückt der Seele der Menschen ziemlich nahe, nur, dass Pflanzen keine Vernunftseele haben, was sie von der Seele der Menschen unterscheidet.

Auch in den letzten fünfzig Jahren hat die Wissenschaft zahlreiche neue Erkenntnisse über die Intelligenz der Pflanzen gewonnen und erstaunliche Ergebnisse geliefert, auf die wir in den nächsten Kapiteln eingehen werden.

⁵ <https://britishheritage.com/charles-darwin>

4. Intelligenz der Pflanzen

4.1 Sinne der Pflanzen

Pflanzen haben keine Augen, keine Ohren und keine Nase. Deswegen nehmen viele Menschen an, dass Pflanzen nur vegetieren, was bedeutet, dass sie fast bewegungslos sind, manchmal blühen oder ihre Blätter verlieren und Photosynthese betreiben. Da Pflanzen sich nicht bewegen können, ist es für sie jedoch überlebenswichtig, Sinne für das Überleben zu haben. Deswegen besitzen Pflanzen nicht nur die fünf Sinne der Menschen, sondern sogar noch fünfzehn weitere Sinne.

4.1.1 Sehen

Das Sehen bezieht sich nicht nur auf die Augen, sondern ist auch nach dem *Myers Großem Lexikon*: „die Leistung des Lichtsinns“. Laut *Brockhaus* wird das Sehen auch als „das Wahrnehmen der in optischen Reizen enthaltenen Informationen über die Umgebung“ beschrieben und laut *Enzyklo* „die Sinneswahrnehmung optischer Reize“. Da Pflanzen keine Augen haben, können sie nicht im menschlichen Sinne sehen, aber mit der Fähigkeit vom „Lichtsinn“ oder „der Sinneswahrnehmung optischer Reize“, verfügen Pflanzen ein entwickeltes Sehvermögen.

Pflanzen können Licht absorbieren, es nutzen und die Lichtqualität- wie auch quantität beurteilen. Das Licht ist das Hauptnahrungsmittel der Pflanze für die Photosynthese, wodurch ihr Sehvermögen besonders weit entwickelt ist. Die Suche nach dem Licht spielt im Leben einer Pflanze eine sehr wichtige Rolle. In einer menschlichen Kategorie würde man sagen, dass eine Pflanze die viel Licht abbekommt reicher ist, als diejenige, die die meiste Zeit im Schatten steht. Jeder hat bestimmt schon einmal beobachtet, dass sich eine Zimmer- oder eine Wildpflanze zum Licht hinwächst und ihre Blätter optimal zum Licht ausrichtet.



Pflanze wächst zum Licht

6

Diese Bewegung nennt man Fototropismus. Hat die Pflanze einen Lichtmangel, muss sie ziemlich schnell reagieren. Beispielsweise stehen zwei Pflanzen im Wald, sind enge Nachbarn und müssen häufig ums Licht kämpfen. Möchte die Pflanze dem Schatten entkommen, wächst sie schneller, um ihre Konkurrenten zu überholen, was sie jedoch enorm viel Energie kostet.

⁶ <https://www.pinterest.com/pin/410038741054650834/>

Wird sie ihr Ziel nicht erreichen, kann das fatale Folgen mit sich bringen. Die Pflanze investiert Energie um Ziele in ihrer Zukunft zu erreichen. Dabei handelt es sich eindeutig um ein intelligentes Verhalten. Aber wie nehmen die Pflanzen das Licht überhaupt wahr?

Das machen sie mit verschiedenen chemischen Molekülen, die sich im Inneren der Pflanze befinden und die Information über den Lichteinfall und die Lichtqualität übermitteln. Durch diese Lichtrezeptoren können sie nicht nur Licht von Schatten unterscheiden, sondern auch die Lichtqualität erkennen, die sie durch unterschiedliche Wellenlängen unterscheiden. Die Lichtrezeptoren absorbieren die unterschiedlichen Wellen der blauen, roten, infraroten und UV-Strahlung, welche für die Entwicklung, die Keimung und für den Wachstum sehr wichtig sind. Die meisten Lichtrezeptoren befinden sich in den Blättern der Pflanze, wo auch die Fotosynthese stattfindet. Jedoch befinden sie sich nicht nur in den Blättern, sondern eigentlich überall in der Pflanze. Dies ist der Fall, wenn ein Tier die Blätter der Pflanzen fressen würde, hätte die Pflanze keine Überlebenschance mehr. Dadurch, dass sich die Lichtrezeptoren überall in der Pflanze befinden, kann sie weiterhin Informationen über das Licht bekommen. Sogar in den Wurzeln befinden sich Lichtrezeptoren. Während die Lichtrezeptoren in den Blättern positiv fototrop⁷ sind, sind diejenigen in den Wurzeln negativ fototrop und fliehen vor dem Licht, so schnell sie können.

4.1.2 Riechen

Pflanzen haben keine Nase, wie wir Menschen, besitzen trotzdem ein verteiltes Empfindungsvermögen. Sie riechen mit ihrem ganzen Körper: von den Wurzeln bis hin zu den Blättern besteht die Pflanz aus Milliarden von Zellen, die auf ihrer Oberfläche viele Geruchsrezeptoren besitzen. Man kann sich eine Pflanze mit Millionen von Näschen vorstellen, die eine Signalkette auslösen können, die eine Geruchsinformation im Organismus verbreitet. Die Rezeptoren der Pflanze muss man sich wie Schlösser vorstellen und die Düfte sind der Schlüssel. Nur der passende Schlüssel kann das Schloss öffnen und den Mechanismus auslösen, der die Geruchsinformation erzeugt. Pflanzen brauchen diese Düfte, um Informationen über ihre Umwelt zu gewinnen und untereinander oder mit Insekten zu kommunizieren (siehe Kapitel 4.2 Kommunikation unter Pflanzen und 4.3 Kommunikation zwischen Pflanzen und Tieren). Die Düfte von Pflanzen, wie zum Beispiel der von einer Zitrone, Basilikum oder Rosmarin, sind eigentlich Botschaften. Man kann den Duft als die „Sprache“ der Pflanzen bezeichnen. Es gibt Millionen von chemischen Verbindungen, die

⁷ zur Lichtquelle hinwachsen

verschiedene Zeichen von pflanzlicher Sprache bilden. Wir Menschen verstehen diese Sprache nicht, wissen jedoch, dass jede Verbindung eine präzise Information übermittelt. So warnen Pflanzen sich zum Beispiel gegenseitig vor drohender Gefahr oder locken Insekten als Bestäuber an. Sogar stark abweichende Arten benutzen für verschiedene Botschaften die gleiche Sprache. Es scheint, als würden die Sprachen der Pflanzen auf den gleichen Ursprung zurückkehren, denn manche Bedeutungen kommen in allen Sprachen vor, andere nur in den Idiomen⁸ bestimmter Arten. Heutzutage haben wir erst einen sehr kleinen Teil der Bedeutung der Duftbotschaften entschlüsselt. Bei Stress produziert eine Pflanze Methyljasmonat⁹, was bedeutet, dass es ihr nicht gut geht. Es ist ein Hilferuf, der nicht nur ausgesendet wird, wenn sie unter biotischem Stress¹⁰ leidet, sondern auch bei abiotischem Stress, was bedeutet, bei Kälte, Hitze, Sauerstoffmangel, Luft- oder Bodenverschmutzung. Die Moleküle, die für beide Fälle ausgesendet werden, informieren entfernte Pflanzenteile oder ihre Nachbarpflanzen über die drohende Gefahr.



Pflanzen unter abiotischem Stress

11

Pflanzen machen das, um sich zu verteidigen. Wird eine Pflanze zum Beispiel von einem Insekt angegriffen, sondert sie auf der Stelle ein Molekül ab, was Nachbarpflanzen vor dem Insekt warnt. So können sich die Nachbarpflanzen angemessen gegen dieses Insekt verteidigen. Sie können beispielsweise chemische Moleküle produzieren, die ihre Blätter ungenießbar für das Insekt machen (siehe S. 18. : Kommunikation unter Pflanzen). Jetzt kann man sich natürlich die Frage stellen, warum Pflanzen nicht jeden Angriff abwehren können, wenn sie so gute Verteidigungsstrategien besitzen? Das ist der Fall, weil sich das Leben in der Natur immer weiter entwickelt, damit das Gleichgewicht zwischen Jäger und Gejagtem bleibt. Hat eine Pflanze eine neue Verteidigungstaktik erfunden, erfinden seine Feinde wieder eine neue Taktik auf die die Pflanze wieder neu reagieren muss. Die Arten erhöhen sich mit ständigen Verbesserungen und treiben ihre Überlebenschancen und die Evolution voran.

⁸ Sprechweise einer regionalen oder abgegrenzten Gruppe

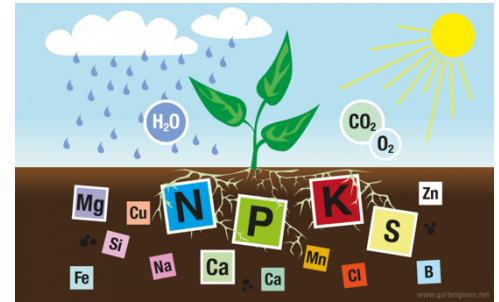
⁹ Ist wie ein Adrenalinrausch beim Menschen, der den Körper (hier die Pflanze) auf eine Abwehrreaktion vorbereitet

¹⁰ Wenn eine Pflanze von Pilzen, Bakterien, Insekten oder anderen Lebewesen bedroht ist

¹¹ <https://www.laendle.at/fag/argumente-fuer-und-gegen-gruene-gentechnik/>

4.1.3 Schmecken

In der Pflanzen- wie auch in der Tierwelt, ist der Geruchs- und der Geschmackssinn eng miteinander verbunden. Die Geschmacksorgane der Pflanzen bestehen aus chemischen Rezeptoren, mit deren Hilfe die Wurzeln im Boden nach Nährstoffen suchen können. Wurzeln sind richtige Feinschmecker und können winzige Mineralstoffmengen in vielen Kubikmetern Erde aufspüren. Wurzeln sind den Tieren bei der Wahrnehmung von den kleinsten Konzentrationsgefällen in Boden weit überlegen. Sie suchen im Boden ständig nach Nährstoffen, wie zum Beispiel Phosphat, Nitrat oder Kalisalz¹² und finden stets geringe Mengen davon. Je höher die Mineralstoffkonzentration im Boden ist, desto mehr Wurzeln wachsen in die Richtung und sie wachsen so lange, bis sie sämtliche Minerale absorbiert haben. Man kann also sagen, dass sich Pflanzen sehr klug verhalten, denn sie handeln vorausschauend. Bei höheren Mineralstoffkonzentrationen schlagen sie mehr Wurzeln und investieren Energie in ein Ereignis,



Pflanze auf der Suche nach überlebenswichtigen Nährstoffen

13

was noch in der Zukunft liegt. Es ist sehr logisch, dass sich der Geschmackssinn der Pflanze im unterirdischen Bereich der Pflanze befindet, weil sich die Pflanzennährstoffe hauptsächlich im Boden befinden. Allerdings gibt es auch Pflanzenarten, die andere Mahlzeiten bevorzugen, wie zum Beispiel fleischfressende Pflanzen.

Eine der fleischfressenden Pflanzen ist die Venusfliegenfalle. Durch ihre Evolutionsgeschichte ernähren sie sich nicht wie die meisten Pflanzen von Mineralstoffen in der Erde, sondern von Tieren. Pflanzen, die vor Millionen von Jahren in Sumpf- und Feuchtgebieten lebten, hatten einen stickstoffarmen oder sogar einen stickstofflosen Boden. Stickstoff ist aber ein lebenswichtiger Protein-Baustein¹⁴, wodurch sich Pflanzen etwas anderes einfallen mussten, um zu überleben. Sie veränderten im Laufe der Zeit die Form ihrer Blätter und verwandelten sie in Fallen, in denen sich Insekten verfangen. Diese Pflanzen fangen jedoch nicht nur ihre Beute, sie verdauen sie auch noch, wodurch deren Nährstoffe erst verwertbar werden. Dafür bildet sie Enzyme¹⁵, die die Beute auflösen damit die Pflanze die darin enthaltenen Nährstoffe absorbieren kann.

¹² Ist ein Salz, was ein wichtiger Nährstoff für Pflanzen ist

¹³ <https://www.gartengnom.net/naehrstoffe-fuer-pflanzen/>

¹⁴ Stickstoff ist wichtig, um den Wachstum der Pflanze zu gewährleisten, weil Proteine und DNA für den Wachstum die ganze Zeit Stickstoff brauchen

¹⁵ Ein Stoff, der chemische Reaktionen im Organismus beschleunigt

Um ihre Beute anzulocken, produziert die Venusfliegenfalle ein süß duftendes Sekret¹⁶. Werden die Blattrappen von einem Insekt berührt, schließen sie sich jedoch nicht sofort. Die Falle schnappt erst zu, wenn sie sich sicher ist, dass das Insekt nicht mehr entweichen kann und, dass es nichts Unverdauliches ist. So wartet die Venusfliegenfalle ab, bis sich das Insekt in der Mitte befindet und somit in der Falle sitzt. Drei winzige Fühlborsten befinden sich auf beiden Blattrhälften und sind sozusagen der rote Knopf, der die Falle auslöst. Die Falle wird erst ausgelöst, wenn das Insekt zwei der Borsten in weniger als zwanzig Sekunden streift. So ist sich die Venusfliegenfalle sicher, dass die Beute die richtige Größe hat. Wäre die Beute zu klein, ist der Energieaufwand zu hoch für das, was sie nachher wieder von Energie der Beute reinbekommt.

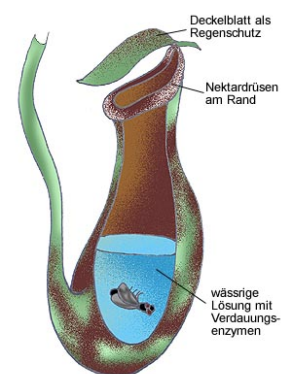


3 Borsten der Venusfliegenfalle auf jeder Blattrhälfte

17

Ist das Insekt zu groß, kann sie das Insekt wegen seiner Größe nicht fangen und hat unnötige Energie verschwendet. Die Pflanze schließt ihre beiden Blattrhälften also nur dann, wenn es sich um eine interessante Beute handelt. Falls das erbeutete Insekt versucht, aus der Falle zu entkommen, drückt die Venusfliegenfalle seine Blätter nur noch fester zusammen bis das Tier zerdrückt wird. Bewegt sich das Tier nicht mehr, sondert das Blatt Enzyme ab, um das Tier zu verdauen. Nach der Verdauung öffnen sich die Blätter wieder. Nach der Öffnung der Blätter kann man manchmal noch das Außenskelett vom verspeisten Insekt beobachten.

Die Kannenpflanze ist ebenfalls eine fleischfressende Pflanze, die sich in der Evolution jedoch anders entwickelt hat, als die Venusfliegenfalle. Im Laufe der Evolution haben sie kannenförmige Organe entwickelt, deren Ränder mit einer süß duftenden Substanz bedeckt sind. Insekten werden von diesem Duft angelockt und setzen sich auf den Rand. Sie versuchen immer der Nase nach, den Nektar zu lecken. Dabei rutschen sie ab und fallen in die Kanne hinein. Die Ränder sind so rutschig, dass es unmöglich ist, hoch zu kriechen. Wissenschaftler versuchen heutzutage die Eigenschaften zu erforschen, um es nachher für neue Technologien nutzbar zu machen.



Kannenpflanze

18

¹⁶ Flüssigkeit, die der Körper ausscheidet

¹⁷ <https://www.mencke.de/fleischfressende-pflanzen/>

¹⁸ <http://www.hungrige-pflanzen.de/img/kanne.jpg>

Erschöpft von den Fluchtversuchen landet das Tier schließlich im Verdauungssaft und ertrinkt. Um die Beute zu verdauen, verwandelt die Pflanze sie in eine Nährbrühe¹⁹, die sie nach und nach absorbiert. Kannenpflanzen ernähren sich nicht nur von Insekten, sondern auch von Eidechsen, Mäusearten oder anderen kleinen Reptilen. Die restlichen Skelette der Beute werden am Kannenboden abgelagert.

Die Venusfliegenfalle und die Kannenpflanze sind nicht die einzigen fleischfressenden Pflanzen. Auf der Erde gibt es rund 600 verschiedene Arten mit verschiedenen Falltricks, um ihre Beute anzulocken.

Auf den Blättern von Kartoffeln, Tabak oder anderen exotischen Pflanzen befinden sich oft tote Insekten drauf. Durch die klebrige oder giftige Substanz auf den Blättern werden die Insekten getötet, aber nicht verdaut. Die Pflanze wartet bis das Insekt auf den Boden fällt, sich dort zersetzt. Dabei wird Stickstoff frei, den die Pflanze als Nährstoff aufnimmt. Die toten Insekten, die am Blatt haften bleiben, dienen für Bakterien als Nahrung. Diese Bakterien scheiden wieder Stickstoff aus, den die Pflanze wiederum absorbieren kann. Viele Arten sind keine fleischfressenden Pflanzen, verwerten aber Tiere, um ihren Speiseplan zu gestalten.

4.1.4 Fühlen

Um etwas fühlen zu können, hat die Pflanze überall winzige Organe in sich verteilt, den „mechanosensiblen Kanälen“. Sie befinden sich hauptsächlich in den Epidermiszellen, also in den Zellen, welche im direkten Kontakt zur Außenwelt stehen. Berührt etwas die Pflanze, werden in den Epidermiszellen viele Rezeptoren, was die mechanosensiblen Kanäle sind, aktiviert. So können Pflanzen Schwingungen und Berührungen wahrnehmen.

Die *Mimosa pudica* ist eine Mimosenart und ist ein Beweis dafür, dass Pflanzen Berührungen von äußeren Objekten wahrnehmen. Bei Berührungen klappt sie ihre Blätter in nur wenigen Sekunden zusammen. Dies ist aber kein konditionierter Reflex, denn bei Wind oder bei Nässe schließen sich ihre Blätter nicht. Das bedeutet also, dass es sich um ein echtes pflanzliches Verhalten handelt. Bis heute weiß man noch nicht, warum sie ihre Blätter einklappt. Einige behaupten, das plötzliche Einklappen der Blätter verscheuche ungebetene Gäste, wie zum Beispiel Insekten. Andere behaupten, dass sie mit eingeklappten Blättern für potentielle

¹⁹ Flüssiger Nährboden

Angreifer weniger appetitlich aussehen würde. Die Lösung wissen wir noch nicht, aber was



Mimosa pudica, die ihre Blätter bei einer Berührung zusammenklappt

die Mimosen die Leistung eines Gedächtnis zeigen, obwohl sie kein Gehirn besitzen.

20

Die Mimosa pudica ist nicht die einzige Pflanzenart mit einem eindeutigen Tastsinn. Die fleischfressenden Pflanzen, auf die wir bereits eingegangen sind, sind weitere beeindruckende Beispiele für die Empfindungsfähigkeit von Blatt und Blüten. Sie arbeiten mit genialen Fallen, die sich nur schließen, wenn sich ein Insekt auf dem Blatt niedergelassen hat. Sie erkennen nicht nur, dass etwas das Blatt berührt, sondern können unter taktilen Empfindungen²¹ unterscheiden.

Es gibt noch zahlreiche andere Pflanzen, die Belege für den Tastsinn der Pflanzen liefern. Viele Blumen schließen zum Beispiel ihre Blüten, wenn sie von einem Insekt besucht werden und öffnen sie erst dann, wenn das Insekt mit Pollen beladen ist (siehe S.29: 4.3.2.1. Ehrliche und unehrliche Pflanzen).

Pflanzen besitzen also zweifellos ein passives Tastvermögen, aber haben sie auch die entsprechende aktive Fähigkeit und können Objekte aus der Außenwelt willentlich berühren? Um auf diese Frage zu antworten, muss man sich als erstes die Wurzeln einer Pflanze anschauen. Jede Pflanze besitzt über Millionen von Wurzeln, die in die Erde dringen um dort nach Wasser und Nährstoffen zu suchen. Aber was passiert, wenn eine Wurzel auf ein Hindernis stößt? In Laborversuchen wurde bewiesen, dass die Wurzel das Hindernis „ertastet“ und es versucht zu überwinden, indem sie weiterwächst. Die Wurzelspitze tastet und erkundet das Hindernis. Hat sie alle notwendigen Informationen ertastet, wächst sie in die entsprechende Richtung. Dieses Verhalten ist beinahe intuitiv²² und nur so können Pflanzen in felsigen Böden überleben.

²⁰ <http://kert.tv/ilyen-az-mikor-egy-szemermes-mimoza-tenyleg-besertodik/>

²¹ Wahrnehmung von Berührungen über die Rezeptoren der Haut

²² instinktiv

Kletter- und Rankpflanzen²³ sind andere erstaunliche Beispiele dafür, dass Pflanzen Objekte der Außenwelt willkürlich berühren. Eine der vielen Pflanzen ist die Klettererbse. Berührt man die Pflanze, kringeln sich ihre hochempfindlichen Ranken (stängel- und fadenförmiger Teil eine Kletterpflanze) in Sekundenschnelle zu Spiralen. Somit hat sich die Ranke eine ertastete Kletterhilfe besorgt. Es gibt zahlreiche solcher Pflanzenarten, die sich so verhalten und Objekte ertasten, sich das Geeignetste herausuchen und daran beim Wachsen Halt suchen. Dadurch können sie ohne viel Energie zu nutzen, schnell in die Höhe wachsen und brauchen in tropischen Regenwäldern nicht das Risiko zu laufen, nicht mehr ans Licht zu gelangen.



Klettererbse, die an einem Gitter
hochwächst

24

4.1.5 Hören

In der Pflanzenwelt ist das Gehör eng mit dem Tastsinn verbunden, der auf den mechanosensiblen Kanälen beruht. Menschen und Tiere hören mit den Ohren. Pflanzen besitzen keine Ohren, aber wie wir bisher gesehen haben, können Pflanzen auch ohne Augen sehen, ohne Geschmacksknospen schmecken, ohne Nase riechen und ohne Magen verdauen. Auch in diesem Fall haben sich Pflanzen im Laufe der Evolution anders entwickelt als wir und greifen auf einen anderen Schallträger zurück: den Boden. In alten Filmen sah man Indianer, die ihr Ohr an den Boden hielten, um die heranrückende Kavallerie von weitem zu hören. Nicht nur Pflanzen nutzen genau diese Technik, sondern auch Tiere, wie zum Beispiel Schlangen, Maulwürfe und Würmer. Im Boden breiten sich die Schwingungen so gut aus, dass die Pflanzen sie über die mechanosensiblen Kanälen in ihren Zellen auffangen können, die in allen Zellen angesiedelt sind. So kann die Pflanze unter- und oberirdisch hören, als hätte sie Millionen Ohrchen. Diesen Mechanismus machen sich die Pflanzen zu nutzen, gehen aber wesentlich raffinierter vor. Es wurden zahlreiche Versuche durchgeführt, um den Hörsinn der Pflanzen nachzuweisen. Ein Weinbauer aus Montalcino²⁵ hat seine Weinreben fünf Jahre lang mit Musik beschallt. Diese Weintrauben wuchsen nicht nur besser, sie reiften außerdem schneller, der Wein hatte eine intensivere Farbe, einen intensiveren Geschmack und die Musik

²³ Art von Kletterpflanzen mit Rankorganen, mit denen sie sich an dünnen Zweigen festhalten können, um nach oben zu wachsen

²⁴ <https://der-kleine-horror-garten.de/gemueseportrait-zuckererbsen/>

²⁵ Italienische Gemeinde in der Region Toskana

hielt die Insekten fern, wodurch man weniger Insektizide benutzen kann. Somit hat Musik einen Einfluss auf Pflanzen. Pflanzen haben jedoch keine Lieblingsmusik und können verschiedene Musikstile auch nicht auseinanderhalten. Es sind die Frequenzen, die den Pflanzenwachstum beeinflussen. Niedrige Frequenzen (zwischen 100-500 Hz) fördern den Pflanzenwachstum, die Keimung und die Länge der Wurzeln. Höhere Frequenzen wirken sich hingegen eher hemmend aus.



26

Mehrere Versuche haben gezeigt, dass Wurzeln einen Großteil der Schallschwingungen wahrnehmen und deren Richtungswachstum dadurch beeinflusst wird. Diese Wurzelbewegung wird „Phonotropismus“ genannt. Wurzeln können also Frequenzen hören und erkennen und entscheiden sich anschließend, ob sie sich nähern oder sich entfernen. Bislang weiß man noch nicht genau, warum sie sich manchmal entfernen oder nähern. Vor wenigen Jahren dachte man, Pflanzen könnten über den Boden Schwingungen wahrnehmen und die entsprechende Information für sich nutzen, seien jedoch nicht in der Lage Töne hervorzubringen. 2012 haben jedoch italienische Forscher gezeigt, dass Wurzeln auch Töne erzeugen können. Pflanzen können Klickgeräusche hervorbringen, die höchstwahrscheinlich beim Zellwachstum entstehen, wenn die Zellwände reißen. Auch wenn diese Klickgeräusche nicht willentlich erzeugt werden, werden dadurch neue unterirdische Kommunikationswege entstehen. So wurde 2012 bewiesen, dass sich Wurzeln wie Schwärme verhalten, was bedeutet, dass sie untereinander kommunizieren, um den Boden möglichst effizient zu nutzen und ihren Wuchs dementsprechend ausrichten. Da die Pflanzen ja nur einen bestimmten Raum zur Verfügung haben und sich nicht bewegen können, wäre das für sie einen großen Vorteil. Jedoch muss das noch weiter erforscht werden, um zu beweisen, dass Wurzeln Geräusche hervorbringen, um auf diese Art zu kommunizieren.

²⁶ <https://www.phonak.com/de/de/hoerverlust/die-wunderbare-welt-des-hoerens/was-hoeren-pflanzen1.html>

4.1.6 Weitere Sinne

Pflanzen haben nicht nur die fünf Sinne, die denen der Menschen ähneln, sondern besitzen ebenfalls noch fünfzehn weitere Sinne. Pflanzen ähneln den Menschen bei den Sinnen, jedoch sind sie wesentlich empfindsamer als wir.

Einige von ihren weiteren fünfzehn Sinne haben sich aus offensichtlichen Gründen entwickelt, wie zum Beispiel den präzisen Feuchtigkeitsgehalt im Boden zu messen oder entfernte Wasserquellen zu spüren. Dafür besitzen sie eine Art Hygrometer²⁷, was ihnen sagt, wo sie Wasser finden und wie wasserreich der Boden ist.

Einen weiteren Sinn, den Pflanzen besitzen, ist der Sinn für Schwerkraft und elektromagnetische Felder. Sie können den Gehalt chemischer Stoffe in Luft und Boden bestimmen, was für sie sehr wichtig ist, denn die Schwerkraft und die elektromagnetischen Felder ihren Wachstum beeinflusst.

Die Sinne der Pflanzen befinden sich manchmal im ganzen Organismus, manchmal nur in den Blättern und manchmal in den Wurzeln. Was besonders erstaunlich ist, ist die Schlaueit der Pflanzen. Chemische Stoffe, die wichtig für ihr Wachstum sind, können sie in unglaublich wenigen Mengen in einer meterweiten Entfernung aufspüren. Unsere Nase ist noch lange nicht so weit entwickelt, wie die der Pflanzen. Nehmen die Wurzeln bestimmte Stoffe wahr, entscheiden sie sich ob sie zu ihnen hin- oder wegwachsen. Bei Nährstoffen wenden sie sich zu ihnen hin und absorbieren sie. Bei Schadstoffen bewegen sie sich in die andere Richtung, um den größtmöglichen Abstand zu bilden.

Obwohl wir Menschen die pflanzlichen Fähigkeiten bereits erforscht haben, weigern wir uns, sie als empfindsame Wesen zu betrachten. Für uns sind Pflanzen unsensible und passive Organismen. Gäbe es die Pflanzen nicht mehr, würden wir Menschen auch nicht mehr leben: Sie produzieren Sauerstoff, halten das Holz als wichtiges Baumaterial für uns bereit. In der Vergangenheit haben sie außerdem Energievorräte, die fossilen Brennstoffe, angelegt, auf denen unserer heutiger technologischer Fortschritt beruht. Außerdem sind sie die einzige Ressource, die unseren Planeten von Schadstoffen befreien kann. Trichlorethylen (TCE) ist zum Beispiel eine Substanz, was in der Kunststoffbranche eingesetzt wird. Es verschmutzt jedoch zahlreiche Wasservorkommen und macht das Trinkwasser unbrauchbar. Es ist ein gefährliches Gift, was sich praktisch nicht zersetzt und Jahrtausende chemisch unverändert bleiben kann. Pflanzen können es jedoch problemlos absorbieren und verwandeln es in

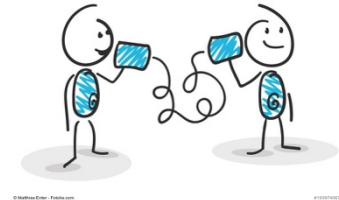
²⁷ Gerät zur Messung von Luftfeuchtigkeit

Chlorgas, Wasser und Kohlendioxid. Man kann also sagen, dass die Pflanze den gefährlichen Stoff auflöst und ihn unschädlich macht.

4.2 Kommunikation unter Pflanzen

4.2.1 Was bedeutet eigentlich Kommunikation?

Kommunikation bedeutet das Aussenden und das Empfangen von Informationen. Kommunikation setzt also eine Botschaft, einen Sender und einen Empfänger voraus. Die Definition sagt nicht, dass der Sender und der Empfänger zwei verschiedene Organismen sein müssen, man kann schließlich auch mit sich selbst kommunizieren. Der Mensch und auch andere Lebewesen sind ein gutes Beispiel dafür, dass verschiedene Teile



in ein und demselben Organismus miteinander kommunizieren können. Stoßen wir uns zum Beispiel einen Zeh, empfinden wir

Prinzip der Kommunikation

28

nur das Gefühl von Schmerz, weil zwischen dem Zeh und dem Gehirn eine Kommunikation stattfindet. Es ist das Nervensystem, was die Außenwelt mit unserem Körper verbindet. Somit ist das Kommunizieren für alle Lebewesen unerlässlich: Man hütet sich vor Gefahren, sammelt Erfahrungen und erkundigt den eigenen Körper, wie auch die Umwelt. Deshalb ist es für Pflanzen genauso wichtig zu kommunizieren, wie für Tiere. Informationen von den Blättern oder den Wurzeln sind sehr wichtig für den ganzen Organismus und können ihm nur dann das Überleben retten, wenn sie schnell übermittelt werden.

4.2.2 Kommunikation im Inneren der Pflanze

Bei der Informationsweiterleitung im Inneren der Pflanze arbeitet sie mit elektrischen, hydraulischen²⁹ und chemischen Signalen. So besitzen Pflanzen also drei verschiedene Systeme, die voneinander unabhängig und mitunter komplementär sind und für kleine (wenige Millimeter), wie auch große (mehrere Meter) Distanzen geeignet sind.

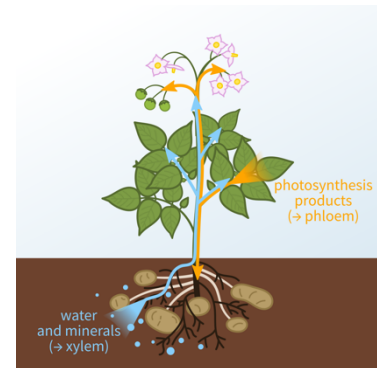
Das erste System beruht auf elektrische Signale und kommt häufig zum Einsatz. Es unterscheidet sich wesentlich von dem der Menschen und dem der Tiere, weil Pflanzen keine Nerven haben, wodurch sie keine speziellen Gewebe besitzen, was bei Tieren und Menschen zur Weiterleitung von Nervenimpulsen führt. Wie sollen Pflanzen die elektrischen Signale weiterleiten, wenn ihnen das Gewebe zur Übertragung fehlt? Auf kurzen Strecken nutzen sie Öffnungen in der Zellwand, sogenannte Plasmodesmen, und leiten Signale über diese Plasmabrücken von einer Zelle zur nächsten weiter. Über längere Strecken hingegen, beispielsweise von den Blättern bis zu den Wurzeln, nutzen sie ihr „Gefäßsystem“. Auch

²⁸ <https://coachingteam.de/ihre-kommunikation-verbessern-und-missverstaendnisse-vermeiden/>

²⁹ Mit dem Druck von Wasser

wenn Pflanzen kein Herz haben, besitzen sie ein hydraulisches System, was ähnlich wie das Gefäßsystem vom Menschen funktioniert, nur ohne eine zentrale Pumpe. Durch eine Art Kreislaufsystem (beim Mensch Arterien und Venen) transportieren sie Flüssigkeiten von unten nach oben und umgekehrt. Werden Stoffe aufwärts transportiert, nennt man das Gewebe „Xylem“ und „Phloem“, wenn Stoffe nach unten transportiert werden.

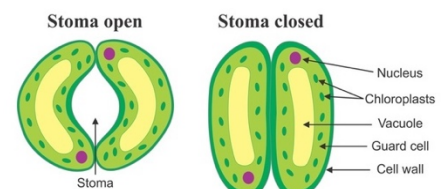
Über das Xylem wird hauptsächlich Wasser und Mineralsalze von den Wurzeln zur Baumkrone transportiert. Über das Phloem wird der Zucker, der durch die Fotosynthese gebildet wird, von den Blättern zu den Früchten und den Wurzeln weitergeleitet. Die Bedeutung des internen Kreislaufes der Pflanzen wird klar, wenn man weiß, dass die Pflanze kontinuierlich Wasser nachschieben muss, weil das aufgenommene Wasser der Wurzeln über die Blätter wieder verdunstet. Das ständige Aufsteigen von unten nach oben, bezeichnet man als Kapillarität bei Pflanzen. Außerdem muss



Xylem und Phloem bei Pflanzen
30

der Zucker, der durch die Fotosynthese und somit in der wichtigsten Energiequelle hergestellt wurde, vom Produktionsort (Blätter) zu den anderen Pflanzenteilen transportiert werden. Nicht nur der Zucker und das Wasser fließen über das Gefäßsystem, sondern auch die elektrischen Signale nutzen es, um wichtige Informationen, wie zum Beispiel der Wassergehalt im Boden weiterzuleiten.

Die sogenannten Stomata sind winzige Spaltöffnungen, die sich meistens an den Unterseiten der Blätter befinden. Sie dienen, wie die Hautporen bei uns, für die Kommunikation mit der Außenwelt. Die Stomata wird aus zwei „Schließzellen“ gebildet und öffnen oder schließen sich, je nach herrschendem Wasser- oder Lichtverhältnis. Die Aufgabe der Stomata ist hochkomplex, denn sie stehen vor einer großen Herausforderung. Zumindest während den Sonnenstunden, muss die Stomata möglichst lange geöffnet bleiben, damit sie viel Kohlendioxid (CO_2) aufnimmt, um Fotosynthese zu betreiben; andererseits verdunstet viel Wasser, wenn sie geöffnet bleibt. So muss die Pflanze entscheiden, ob sie ihre Stomata öffnen soll, um durch die Fotosynthese überlebenswichtigen Zucker



Unterschied zwischen einer geöffneten und geschlossenen Stomata
31

³⁰ <https://en.wikipedia.org/wiki/Xylem>

³¹ https://www.quora.com/What-are-stomata-1?redirected_qid=16931152#!n=12

herstellen kann, oder ob sie die Wasservorräte schonen soll, die Stomata schließen muss und somit auf die Fotosynthese verzichten muss. So müssen sie einen Kompromiss zwischen den beiden lebensnotwendigen Bedürfnissen finden: Zucker zu produzieren und die Wasservorräte zu schonen, und sich somit vor dem Austrocknen zu schützen. Bemerkten die Wurzeln eines Baumes, dass es im Boden nicht mehr genügend Wasser gibt, geben sie diese Information an die Blätter weiter. Würden die Blätter diese Information nicht bekommen, würden die Stomata geöffnet bleiben, wodurch nur noch mehr Wasser verdunsten würde. Für den Baum ist es also überlebenswichtig, dass die Information schnellstmöglich an die Blätter gelangt, damit das Problem beseitigt wird. Damit die Information schnellstmöglich weitergeleitet wird, nutzen sie die elektrischen Signale. Gleichzeitig schickt die Pflanze auch die langsameren, chemisch-hormonellen Signale über das Gefäßsystem los. Diese Signale können mehrere Tage bei einem hohen Baum unterwegs sein, geben den Blättern jedoch eine detailliertere Information.

Mit dem hydraulischen Signal können ebenfalls Nachrichten übertragen werden. Reißt man einer Pflanze ein Blatt oder eine Blüte aus, tritt an dieser verletzten Stelle Saft aus. Entreißt man einer Pflanze Gewebe, reagiert sie auf diese Verletzung durch die Störung des hydraulischen Systems und signalisiert der Pflanze damit, dass sie Wasser verliert. Dadurch spürt die Pflanze die Verletzung und heilt sie, indem sie Narben bildet.

Somit arbeiten die drei internen Signalsysteme komplementär und transportieren verschiedene Informationen über kurze und lange Distanzen, um den Organismus am Leben zu halten. Sie haben jedoch nicht nur die Intelligenz an einer Stelle, wie das Gehirn bei uns Menschen, sondern ihre Intelligenz ist im ganzen Organismus verteilt.

4.2.3 Kommunikation zwischen Pflanzen

Während der Mensch hauptsächlich über Laute kommuniziert, kommunizieren Pflanzen, wie wir bereits bei den Sinnen der Pflanze gesehen haben, hauptsächlich über chemische Moleküle. Der Mensch drückt sich allerdings nicht nur durch Laute aus, sondern auch noch durch Gesten, seine Mimik und durch seine Körpersprache. Auch Pflanzen haben die Fähigkeit durch Berührungen oder durch eine bestimmte Körperhaltung gegenüber ihren Nachbarn mitzuteilen, ihnen etwas mitzuteilen. Dies gilt hauptsächlich für die Wurzeln, aber auch für die oberirdischen Teile der Pflanze. Wachsen Pflanzen etwa um die Wette, um von dem Schatten zu entfliehen, nehmen sie gegenüber ihren Nachbarn verschiedene Haltungen ein.

Ein weiteres Beispiel für die sozusagen gestische Kommunikation ist die „Schüchternheit der Baumkronen“. Manche Baumarten, jedoch noch lange nicht alle, vermeiden es die Baumkronen ihrer Nachbarn zu berühren. Zu diesen Arten gehören zum Beispiel Buchengewächse oder Kieferngewächse. Spaziert man zum Beispiel durch einen Pinienwald und schaut nach oben, kann man sehen, dass die Kronen eng beieinanderstehen, sich jedoch nicht berühren. Warum und wie das den Bäumen gelingt, ist noch unklar, aber durch dieses Phänomen müssen die Bäume über die Anwesenheit anderer Bäume Bescheid wissen und müssen sich die Luft, wie auch das Licht so aufteilen, damit niemand gestört wird.



Pinienwald

32

4.2.3.1 Pflanze erkennen ihre Verwandte

Die Mehrheit von uns Menschen geht davon aus, dass Pflanzen keine familiäre Beziehung pflegen und führen, wie wir es bei Menschen oder Tieren sehen. Doch Pflanzen können nicht nur ihre Verwandte erkennen, sondern sind auch noch freundlicher zu ihnen. Pflanzen der gleichen Art lieben es zusammenzuleben, denn so profitieren sie in der Evolution, der Ökologie und dem Verhalten. Sie können ihr Revier besser organisieren und müssen nicht um Ressourcen kämpfen. Das Ziel jedes Lebewesens ist die Verteidigung des eigenen Erbguts, was bedeutet, die derselben Art und die der engen Blutsverwandten, wie den Eltern, den Geschwistern und den Kindern. Um das Erbgut an die nächste Generation weiterzugeben hält man also besser zusammen und verschwendet keine Energie in Kämpfen um Ressourcen. Sie halten zusammen und überwinden Probleme gemeinsam, wodurch sie dann zweifellos profitieren.

Damit Pflanzen ihre Verwandten erkennen, tauschen sie hauptsächlich chemische Signale aus, die von den Wurzeln ausgesendet werden (wahrscheinlich auch von den Blättern, wurde jedoch noch nicht endgültig erforscht). Pflanzen sind echte Kämpfernaturen, denn wie wir bereits wissen, sind sie sesshafte Wesen und müssen dort leben, wo sie als erstes das Licht der Welt erblickt haben. Sie müssen ihr Revier mit anderen teilen, die manchmal nur wenige Zentimeter von ihnen entfernt leben. Pflanzen müssen ununterbrochen die ganze Zeit um ihren Lebensraum kämpfen und verteidigen ihn gegenüber Eindringlingen. Um ihr Revier zu schützen, investieren Pflanzen viel Energie in ihre Wurzeln. Durch die zahlreichen Wurzeln,

³² https://es.123rf.com/photo_21172758_vista-inferior-de-las-copas-de-los-árboles-de-pino.html

die durch einen Energieaufwand hervortreten, besetzen sie den Boden, um sich gegenüber Nachbarpflanzen zu schützen. Gehören die Nachbarpflanzen jedoch zur Familie, kennen Pflanzen keine Konkurrenz und sie beschränken ihre Wurzeln auf das Notwendigste. So kann die Energie in die oberirdischen Teile gesteckt werden, was zu einer besseren Entwicklung führt.

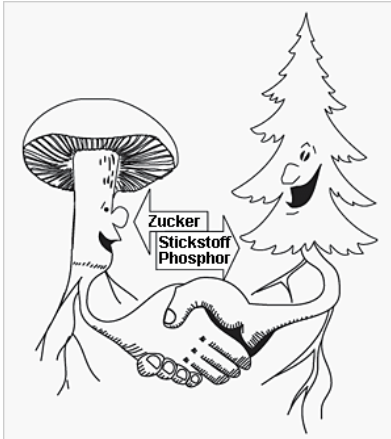
Das Verwandtschaftsverhalten von Pflanzen wurde im Jahr 2007 durch Versuche entdeckt. In einem Topf ließ man dreißig Samen einer Mutterpflanze keimen, in einem anderen Topf dreißig unverwandte Samen. Die dreißig Samen, die nicht verwandt waren, bildeten möglichst viele Wurzeln, um ihr Revier zu besetzen und um an möglichst viele Nährstoffe und an Wasser zu gelangen. Im Vergleich zu den unverwandten Pflanzen, bildeten die Geschwisterpflanzen deutlich weniger Wurzeln, dafür aber mehr oberirdische Pflanzenteile. Sie zeigten keinen Konkurrenzkampf, weil sie genetisch miteinander verwandt waren. Diese Entdeckung widerlegte die Überzeugung, dass Pflanzen nur repetitive und stereotype Verhaltensweisen besitzen. Pflanzen schauen sich ihre Gegend an, bevor sie entscheiden, ob sie zur Verteidigung oder auf Angriff übergehen und ob sie sich für ein kooperatives Verhalten, bei genetischen Ähnlichkeiten, entscheiden.

Bis heute weiß man noch nicht, ob ein egoistisches oder ein altruistisches³³ Verhalten besser ist. Eins steht jedoch fest, dass die pflanzliche Kommunikation über die Wurzeln der Pflanzen ein konkretes Ziel hat: sie möchte Pflanzen zwischen Freund und Feind, wie auch zwischen Familie und Fremden unterscheiden lassen können.

4.2.3.2 Kommunikation in der Rhizosphäre

Die Wurzeln der Pflanzen kommunizieren nicht nur mit anderen Pflanzen, sondern mit allen anderen Organismen, die sich ebenfalls in der Rhizosphäre befinden. Das Wort „Rhizosphäre“ stammt vom griechischen Wort *rhiza* für Wurzel und *spháira* für Sphäre zusammen. Mit der Rhizosphäre ist das umgebende Erdreich gemeint, indem sehr unterschiedliche Lebensformen vorkommen. Anders als viele glauben, ist die Rhizosphäre höchst lebendig und dicht bevölkert, wie zum Beispiel von Mikroorganismen, Pilzen, Bakterien oder Insekten, die durch die Kommunikation und Kooperation mit den Pflanzen ein Gleichgewicht gewährleisten. Ein Beispiel für solch eine Kooperation und Kommunikation mit einer Pflanze sind die Mykorrhizen (vom griechischen *mykes*, Pilz und *rhiza*, Wurzel). Im unterirdischen Teil entsteht

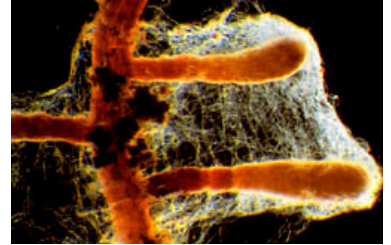
³³ Gegensatz von Egoismus



Symbiose zwischen den Wurzeln vom Baum und vom Pilz, von denen beide profitieren

35

eine Symbiose³⁴ zwischen den Wurzeln verschiedener Pflanzen und dem Waldpilz. Manche Pilze umhüllen die Wurzeln wie einen Mantel und dringen bis in ihre Zellen vor. Eine solche Symbiose wird „mutualistisch“ genannt, weil beide Partner davon profitieren. Der Pilz liefert den Wurzeln Mineralstoffe wie Phosphor, was im Boden eine Mangelware ist. Als Belohnung bekommt der Pilz hochenergetischen Zucker, den die Pflanzen durch



Mykorrhiza, der die Wurzel umhüllt

36

Jedoch gibt es manchmal auch Pilze, die keine friedlichen Absichten verfolgen und hochpathogen³⁷ sind. Sie wollen die Wurzeln der angreifen, ihre Nährstoffe aussaugen und die Pflanze anschließend vernichten. Die Aufgabe der Pflanze ist es zu erkennen, um welche Art Pilz es sich handelt. Sie muss wieder zwischen Freund und Feind unterscheiden können. Das bemerkt sie während einem „Dialog“, wo sich der Pilz und die Wurzeln der Pflanze mit Signalen austauschen und ihre Absichten deutlich machen. Daraus kann die Pflanze erkennen, ob es sich um einen feindlichen Pilz handelt, oder um einen Mykorrhizapilz, mit dem sie eine Symbiose führen wird, die für beide vorteilhaft ist.

Ein weiteres Beispiel für eine Symbiose, ist die zwischen einer Pflanze und einer Bakterie, genauer beschrieben zwischen Hülsfrüchten und stickstofffixierenden Bakterien. Die Mikroorganismen besitzen eine spezielle Fähigkeit: sie können Luftstickstoff fixieren, indem sie die starke Bindung zwischen den beiden Stickstoffmolekülen (N_2) spalten und ihn anschließend in Ammoniak oder Ammonium umwandeln. Stickstoff ist ein wichtiger Stoff, weil er bestimmt, wie fruchtbar der Boden ist. Obwohl die Luft, die wir einatmen aus 80% Stickstoff besteht,

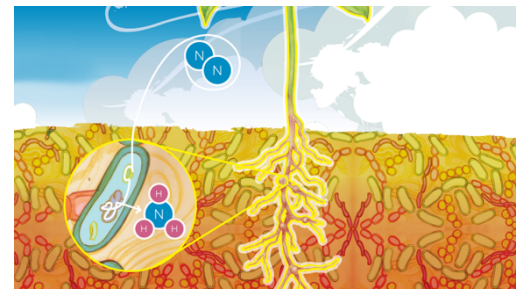
³⁴ Zusammenleben von Lebewesen verschiedener Arten, wo beide profitieren

³⁵ https://www.waldwissen.net/wald/baeume_waldpflanzen/oekologie/wsl_mykorrhiza_lebensgemeinschaft/index_DE

³⁶ <https://www.gartenpflege-gartenservice.de/biogarten/>

³⁷ Die eine Krankheit verursachen (Krankheitserreger)

können Pflanzen und Lebewesen ihn meistens nicht nutzen. Nur wenige Mikroorganismen, wie eben die stickstofffixierenden Bakterien, gelingt es, den Luftstickstoff in stickstoffhaltige Verbindungen, wie Ammoniak umzuwandeln und machen ihn somit für Pflanzen verwertbar. In der Wurzelumgebung der Pflanzen finden die Bakterien dafür ideale Wachstumsbedingungen und sehr viel Zucker. Hier findet man also wieder ein Beispiel, was für beide Seiten eine befriedigende Beziehung ist, die auf Kommunikation und gegenseitige Akzeptanz beruht.



Symbiose zwischen Hülsenfrüchten und stickstofffixierenden Bakterien, die Stickstoffmoleküle (N_2) in Ammoniak (NH_3) oder Ammonium umwandeln

38

Pflanzen heißen jedoch noch lange nicht jeden willkommen, denn es gibt unzählig viele pathogene Bakterien. Kommt den Pflanzen solch eine Bakterie zu nahe, errichten sie eine unüberwindbare Barriere. Damit die Bakterie von einer Pflanze akzeptiert wird, müssen sie in einen langen und komplexen Dialog eintreten, bei dem sie unweigerlich ein passwortähnliches Signal aussenden, den NOD-Faktor³⁹. Akzeptiert die Pflanze dieses Signal, wurde der erste Annäherungsschritt erledigt. Die Symbiose beruht auf einer Kommunikation zwischen dem Symbiont (zum Beispiel den Hülsenfrüchten) und dem Wirt (zum Beispiel den Bakterien) und sind nicht nur für Pflanzen wichtig, sondern für alle Lebensformen. Könnte man solche Symbiosen gezielt herstellen, wären erstaunliche Dinge auf einmal machbar. Würde man die Symbiose zwischen den Hülsenfrüchten und den stickstofffixierenden Bakterien auf alle Kulturpflanzen übertragen können, würde sich die Landwirtschaft extrem verändern. Man kann auf den Stickstoffdünger verzichten und man hätte keine Verschmutzung von Böden, Grundwasser, Flüssen und Meeren. Unsere Kulturpflanzen wären ertragreicher und wir könnten den Planeten ernähren, ohne ihn zu verschmutzen.

³⁸ <https://transkript.de/news/neue-mikroben-braucht-die-landwirtschaft.html>

³⁹ Nodulations- oder Knöllchenbildungsfaktor

4.3 Kommunikation zwischen Pflanzen und Tieren

Die interne Kommunikation in der Pflanzenwelt funktioniert hervorragend, doch wie sieht es mit der externen Kommunikation aus?

Da Pflanzen ihren Ort nicht verlassen können, brauchen sie manchmal Hilfe, wenn sie zum Beispiel Nachrichten und Kleinteile, wie Samen oder Pollen verschicken möchten. Dabei vertrauen sie ihre Post manchmal an Luft, an Wasser oder meistens an Tiere an, die dann sozusagen als „Briefträger“ dienen. Pflanzen fragen außerdem in Verteidigungsfällen um tierische Hilfe.

4.3.1 Pflanzliches Verteidigungssystem durch Kommunikation

Bemerkt eine Pflanze, dass sich ein Insekt auf ihre Blätter niederlässt und sie anknabbert, probiert sie sich zu verteidigen. Normalerweise verteidigen sie sich mit chemischen Waffen, was bedeutet, dass sie spezielle Substanzen produzieren, die für die Pflanzenschädlinge unappetitlich, unverdaulich oder sogar giftig sind. Damit sie nicht zu viel Energie verschwenden, produzieren sie auch nur in diesem einen Blatt und in seiner Umgebung diese Substanz, in der Hoffnung, den Feind von seinem Vorhaben abzuschrecken. Knabbert das Insekt an nur ein oder zwei Blättern und sucht nachher sein Glück woanders, heißt es für die Pflanze Erfolg auf ganzer Linie, denn sie kann den Schaden mühelos beheben. Der Verlust wird der Pflanze nicht schaden, weil wie wir bereits wissen, sind die Funktionen der Pflanze im ganzen Organismus verteilt.

Würde das Insekt jedoch weiterknabbern, oder es würden noch mehrere Insekten hinzukommen, kann sich die Pflanze auch anders wehren: Sie produziert in all ihren Blättern die abschreckenden Substanzen und sendet zusätzlich noch chemische Substanzen über die Luft aus, um ihre Nachbarpflanzen zu alarmieren, damit diese sich bereits vorbereiten können.



Pflanze warnt ihre Nachbarpflanze vor der Gefahr

Außerdem kann sich die befallene Pflanze noch weitere Verstärkung herbeirufen. Im Laufe der Zeit haben Pflanzen immer wieder weitere und komplexere Verteidigungsstrategien entwickelt, um sich von den Pflanzenschädlingen, was hauptsächlich Insekten sind, zu schützen. Jedoch bilden die Insekten auch immer wieder neue schlagkräftige Angriffspläne, was das logische Ergebnis einer natürlichen Feindschaft ist, der einen Rüstungswettlauf zwischen Pflanzen und Insekten darstellt. Pflanzen arbeiten nach dem Motto: „Der Feind

⁴⁰ <https://www.pressetext.com/news/pflanzen-nanosensor-schlaegt-bei-stress-alarm.html>

meines Feindes ist mein Freund“. Sie können flüchtige Substanzen produzieren, mit denen sie den Feind ihres Feindes rufen, damit der ihnen hilft. Kommt er zur Hilfe, belohnen die Pflanzen



ihn und erzielen somit optimale Ergebnisse mit einem minimalen Energieaufwand. Die Limabohne ist eine Bohne aus dem Peru und hat als Feind eine überaus gefräßige Milbe mit dem Namen *Tetranychus urticae*. Wird die Pflanze von der Milbe angegriffen, sondert sie eine Mischung aus verschiedenen flüchtigen chemischen Substanzen ab und lockt somit eine andere fleischfressende Milbe an, die *Phytoseiulus persimilis*. Die fleischfressende Milbe frisst

Limabohne ⁴¹die „vegetarische“ Milben und vernichtet sie in kürzester Zeit. Die Limabohne hat also die Fähigkeit ihren Angreifer zu erkennen und daraufhin dessen biologischen Feind als Hilfe zu rufen, damit er sie befreit. Es ist noch nicht klar, wie viele Pflanzen diese komplexen Strategien einsetzen, aber es ist bekannt, dass zahlreiche Pflanzen, wie Mais, Tabak oder Tomaten diese Kunst beherrschen.

Pflanzen haben nicht nur die Fähigkeit, sich vor Schädlingen zu schützen, wenn ihre Blätter angegriffen werden, sondern auch, wenn ihre Wurzeln bedroht sind. Der Mais wurde zum Beispiel jahrelang durch den Käfer mit dem Namen „Maiswurzelbohler“ begrenzt, was zu Schäden im Millionenbereich führte. Der Käfer legte seine Eier in die Nähe der Wurzeln vom Mais ab, damit seine Larven die Jungpflanze vernichten. Es ist jedoch nicht die Schuld vom Mais, dass er sich nicht gegen solche Angreifer wehren kann, sondern an uns Menschen. Die alten europäischen Maissorten und der Wildmais können sich nämlich gegen den Maiswurzelbohler wehren. Es sind die neuen Sorten von Mais, die durch Zuchtwahl entstanden sind und sich grundlegend vom natürlichen Mais unterscheiden, die sich nicht wehren können. Der alte Mais produziert „Caryophyllen“⁴², wenn der Maiswurzelbohler seine Eier in Wurzelnähe ablegt. Diese Substanz hat eigentlich nur eine einzige Aufgabe: Sie soll Fadenwürmer (Nematoden) zu Hilfe rufen, die die Maiswurzelbohler sehr gerne essen und somit die Pflanze von ihren Schädlingen befreit. Durch die Technik, den Feind vom Feind zu



Maiswurzelbohler

43

⁴¹ <https://store.underwoodgardens.com/Hendersons-Baby-Bush-Lima-Bean-Phaseolus-lunatus/productinfo/V1010/>

⁴² Duftstoff, der in ätherischen Ölen enthalten ist

⁴³ <https://www.e-nema.de/service/lexikon/maiswurzelbohler/>

rufen, haben beide etwas davon. Die Pflanze ist befreit von den Schädlingen, und der Feind vom Feind hat Nahrung gefunden.

4.3.2 Das Geschlechtsleben der Pflanzen

Die Zeit der Bestäubung, ist eine Zeit, wo die Pflanzen besonders auf die Kommunikation, besonders mit Tieren, angewiesen sind. Während dieser Phase entscheidet sich, ob eine Pflanze sich erfolgreich vermehrt, oder eben nicht. Jede Pflanze vermehrt sich anders, jedoch sind die Grundprinzipien fast immer die gleichen: Die Pflanzen müssen ihren Pollen (= männliche Samen/Spermienzellen) von einer Blume zur anderen befördern. Eine Pflanze kann sich durch Autogamie⁴⁴ oder durch Allogamie⁴⁵ vermehren. Bei der Autogamie, auch Selbstbefruchtung genannt, bestäubt sich die Pflanze selbst indem sie den Pollen vom Staubblatt (dem männlichen Geschlechtsorgan) zum Stempel (dem weiblichen Geschlechtsorgan) derselben Pflanze übertragen. Bei der Allogamie hingegen, auch Fremdbefruchtung genannt, muss der Pollen aus dem Staubbeutel des männlichen Geschlechtsorgans zur weiblichen Blütennarbe einer anderen Pflanze, aber derselben Art, geführt werden. Bei Pflanzen unterscheidet man ebenfalls, wo sich ihre Geschlechtsorgane befinden. Dabei gibt es drei Arten: hermaphroditische, diözische und monözische Pflanzen.

1) Die Hermaphroditen sind bei Weitem die größte Gruppe. Deren Blüte ist mit männlichen und mit weiblichen Geschlechtsorganen ausgestattet, sodass sie sich eigentlich durch Autogamie selbst bestäuben kann. Die Selbstbefruchtung ist vorteilhaft und wird von vielen Pflanzen praktiziert, wie zum Beispiel von Weizen, Cannabis, Reis, Orchideen, Veilchen, oder fleischfressenden Pflanzen. Theoretisch wäre die Selbstbestäubung bei allen



Cannabispflanze mit männlichem, so wie auch weiblichem Geschlechtsorgan

hermaphroditischen Pflanzen möglich, jedoch wird sie in der Praxis durch verschiedene physische und chemische Schranken verhindert. Gäbe es diese Schranken nicht, würden keine neuen genetischen Kombinationen entstehen. Deswegen verhindern Pflanzen es selbst durch verschiedene Mechanismen, wie zum Beispiel das männliche und das weibliche Geschlechtsorgan zu unterschiedlichen Zeitpunkten heranreifen zu lassen, um dem Problem aus dem Weg zu gehen.

⁴⁴ Von griechisch *autós*, selbst und *gámos*, sexuelle Vereinigung

⁴⁵ Von griechisch *álios*, fremd und *gámos*, sexuelle Vereinigung

⁴⁶ <https://www.zativo.de/blog/71-was-ist-eine-zwittrige-cannabis-pflanze>

2) Die diözischen, auch zweihäusigen Pflanzen genannt, bilden eine weitere Gruppe. Die männliche und weibliche Blüte wachsen an jeweils zwei unterschiedlichen Individuen, sodass es „männliche“ und „weibliche“ Pflanzen gibt. Pflanzen, die unter diese Kategorie fallen, sind zum Beispiel Brennnessel, Hanf, oder Stechpalmen.

3) Die dritte Gruppe sind die monözischen Pflanzen, die auch einhäusige Pflanzen genannt werden. Bei ihnen hat jedes Individuum nicht nur dieselben Blüten, sondern sie sind in männliche und weibliche Blüten getrennt. Zu dieser Art zählen zum Beispiel Pflanzen wie eine Eiche oder Kastanien.

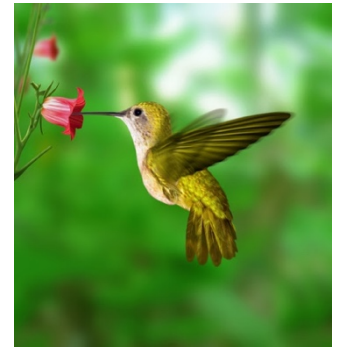
Unabhängig zu welcher Gruppe die Pflanze gehört, vertraut jede Pflanze auf ihre eigene Methode, dass der Pollen von einer Blüte zum Stempel einer anderen gebracht wird. Manche vertrauen auf den Wind, andere auf Tiere. Die sogenannten anemophilen⁴⁷ Pflanzen müssen keine Tiere für sich gewinnen, haben aber ein anderes Problem. Ihr Kurier⁴⁸, der Wind, hat die Wahl, wo er die Pollen hinschickt und die Pflanze weiß nicht, ob er auf einer anderen Pflanze, einem Auto, dem Boden oder sonst irgendwo landet. Damit der Pollen mit hoher Wahrscheinlichkeit dort landet, wo es sich die Pflanze wünscht, produzieren anemophile Pflanzen zahllose Blüten und entlassen dementsprechend zahllose Pollen in die Luft, die im Frühling Allergien auslösen können. Energetisch betrachtet, ist diese Methode nur wenig effektiv und wird auch hauptsächlich von alten Pflanzenarten, wie den Nacktsamern⁴⁹ eingesetzt. Unter den neuen Arten gibt es auch immer noch Pflanzen, die auf den Wind als Kurier setzen, wie zum Beispiel die Olive, jedoch wählen die meisten modernen Pflanzen Tiere als ihre Kuriere, da diese den Pollen wesentlich zielgerichteter entgegennehmen und abliefern. Zählen Pflanzen bei ihrer Bestäubung auf Tiere als ihre Kuriere, machen das hauptsächlich Insekten, wie zum Beispiel Bienen oder Schmetterlinge. Pflanzen die von Insekten bestäubt werden nennt man entomophile Pflanzen. Pflanzen locken die Insekten unter anderem mit farbigen Blütenblättern an, oder mit Düften und verschiedenen Blütenformen. Es herrscht eine Symbiose zwischen Pflanze und Insekt. Die Tiere verbreiten den Samen der Pflanze, wodurch sie als Belohnung Nektar der Pflanze bekommen. Jedoch sind Insekten nicht die

⁴⁷ Von griechisch *ánemos*, Wind und *phílos*, Freund

⁴⁸ Bote

⁴⁹ Pflanzen deren Samenanlage nicht von einem Fruchtknoten umschlossen ist (Beispiele sind Lärchen oder Kiefern)

einzigsten Tiere, die den Transportauftrag übernehmen. Es gibt zum Beispiel ornithophile Pflanzen, bei denen die Bestäubung durch Vögel wie zum Beispiel durch Kolibri oder Papageie erfolgt und chiropterophile Arten, bei denen Fledermäuse den Boten spielen. Andere zoophile Pflanzen setzen auch auf Reptilien, wie zum Beispiel Beuteltiere, Geckos oder Primaten. Somit hat die Pflanzenwelt die verschiedensten Tiere dazu verpflichtet, ihren Pollen entgegenzunehmen und ihn abzuliefern.



Kolibri als Kurier
50

Man kann sich die Bestäubung der Pflanzen als einen riesigen Markt vorstellen. Die Käufer sind die Insekten, die Waren sind der Pollen und den Nektar, den Verkäufer sind sie Pflanzen und die Werbebotschaften sind die Farben und Düfte der Blüten. Niemand tut etwas umsonst und man handelt Ware gegen Leistung. Wer eine Ware oder eine Leistung fragt, muss zahlen. Insekten zahlen zum Beispiel mit ihrer Arbeitskraft, währenddem Pflanzen als Belohnung Nektar produzieren, was eine zuckerhaltige und hochenergetische Substanz ist. Pflanzen produzieren den Nektar eigentlich nur als Zahlungsmittel für die Pollenkuriere. Man kann also sagen, wenn sich ein Tier einer Blüte nähert und den Nektar frisst oder sammelt, nimmt es automatisch den Pollen auf und transportiert ihn später zur nächsten Blüte. Diese Blüte ist nicht irgendeine Blüte, sondern eine Blüte dergleichen Art, mit deren Pollen das Tier geladen ist. Es wurde herausgefunden, dass sie der Pflanze die sie am Morgen als erstes besucht haben, einen ganzen Tag lang treu bleiben, bis alle Blüten der gleichen Art bestäubt sind. Bis heute ist noch nicht klar, warum Insekten, wie zum Beispiel Bienen, dieser einen Art treu bleiben und nicht von einer Art zur anderen fliegen.

4.3.2.1 Ehrliche und unehrliche Pflanzen

Auf den ersten Blick scheint die Bestäubung von Pflanzen ein ehrliches Geschäft zu sein. Wer den Pollen der Pflanzen weiterträgt, bekommt als Belohnung Nektar. Jedoch gibt es auch hier ehrliche und unehrliche Marktteilnehmer. Manche Pflanzen sind loyal, andere tarnen sich und betrügen ihre tierischen Helfer.

⁵⁰ <http://www.tauben-gefluegelwelt.de/die-kleinsten-vogel-der-welt/>

Ein Beispiel für eine ehrliche Pflanze ist die Lupine. Sie produziert viele Blüten, hat aber als Problem, dass Bienen immer wieder dieselben Blüten besuchen. Um dies zu vermeiden, hat sie eine Lösung gefunden. Hat eine Biene die Blüte zum ersten Mal besucht, bekommt sie den Nektar und belädt sich währendem mit Pollen. Würde jetzt nochmals eine Biene auf die gleiche Blüte kommen, wäre es reine Verschwendung. Deswegen gibt sie der Biene beim zweiten Versuch weder Pollen noch Nektar. Die Lupine vermeidet diese Energieverschwendung durch eine ehrliche und effektive Methode:



Lupinen in verschiedenen Farben

51

sie verändert die Farbe ihrer Blüte nach einem Bienenversuch blau. Dadurch teilt sie den Insekten mit, dass der Nektar alle ist und sie sich besser an andere Blüten halten. Mit dieser Strategie verhält sich die Lupine korrekt und sorgt auch noch für eine optimale Bestäubung.

Die Orchideen sind eine der Pflanzen, die sich nicht so korrekt verhalten, im Vergleich zu den Lupinen. Sie sind bei der Verfolgung ihrer Ziele wenig zimperlich und ungefähr ein Drittel der Orchideen wählen Bestäubungsstrategien, die in unseren Augen als Betrug gesehen werden. Sie täuschen ihre Insektenpartner auf eine hinterhältige Art und Weise. Es gelingt den Orchideen die Insekten an der Nase herumzuführen, denn sie nötigen die Insekten nicht nur, sondern enthalten ihnen nur eine Belohnung vor. Die Blüten der Bienen-Ragwurz⁵² sehen zum Beispiel der Form von Solitärbiene⁵³ fast perfekt ähnlich. Sie ähneln jedoch nicht nur der Form einer Solitärbiene, sondern haben auch die flaumigen Körperoberfläche der Biene und ihren Lockduft. Somit zeigt sie dieselben Phänomene nach, die eine Biene bei der Paarungszeit hat.



Orchideen locken Drohnen an

54

Somit verführt die Orchidee Drohnen⁵⁵, was sie mit einer dreifachen Mimikry⁵⁶ hinbekommt: Sie täuscht die Drohne mit dem Sehsinn durch die Form und Farbe, zweitens ihren Tastsinn durch die flaumige Oberfläche und drittens den Geruchssinn durch die Lockdüfte. Bei dieser

⁵¹ <http://www.bee-careful.com/de/initiative/lupine/>

⁵² Pflanzenart aus der Familie der Orchideen

⁵³ Wildbienen, die alleine leben

⁵⁴ <https://www.derstandard.at/story/1256255978295/raffiniertes-taeuschungsmanoever>

⁵⁵ Männliche Bienen

⁵⁶ Fähigkeit bestimmter Tiere um andere zu täuschen, was vorteilhaft für den Täuscher ist

Täuschung verfällt die Drohne der Verführung der Blüte und paart sich sogar mit ihr. Manche Drohnen paaren sich sogar lieber mit den Blüten, als mit echten Bienen. Bei der Paarung mit der Blüte verklebt jedoch der Kopf der Drohne mit Pollen, von dem sie sich kaum befreien kann. Somit bestäubt sie automatisch die Blüten, die sie als nächste besucht.

Die Orchideen haben ihr Täuschungsmanöver so gut wie perfektioniert, dass man sie als Betrüger nennen darf. Sie sind jedoch nicht die einzige Pflanzenart, die sich nicht vor Mogeleyen zurückschrecken. Der Aronstab (*Arum palestinum*) ist einer davon und lockt auf eine interessante Weise Fruchtfliegen, die *Drosophila*, an. Er produziert einen Duft der nach gefaultem Obst riecht, dem die Fliege nicht widerstehen kann. Fliegt die Fliege in den Blütenstand, schließen sich die Blüten über ihr und die Pflanze hält sie meistens für eine Nacht gefangen. Bei den Befreiungsversuchen der Fliege, kommt sie mit den Pollen in Kontakt und ihr Körper ist überall mit ihm bedeckt. Öffnet sich die Blüte wieder, flüchtet die Fliege schnell, kann dem Duft von einem anderen Aronstab jedoch nicht widerstehen und wird wieder für eine Zeit lang eingesperrt. Somit hat der Aronstab erreicht was er wollte, und zwar, dass er bestäubt wurde.



Aronstab mit geschlossenen Blüten

57

4.3.3 Die Frucht der Pflanzen als Geschenk

Alle Früchte der Pflanzen haben als Aufgabe, den Samen zu schützen, wie auch Tiere anzulocken. Wer eine Frucht verschlingt, isst automatisch auch den Samen mit. Das Tier verdaut die Frucht und scheidet den Samen in einer bestimmten Entfernung wieder aus. Durch diese Methode werden die Samen äußerst effektiv verbreitet.

In Regionen mit einem milden Klima, sind Vögel die häufigsten Samenkuriere der Pflanzen. Der Kirchbaum ist einer von diesen Beispielen. Er bringt strahlend weiße Blüten hervor, von denen Bienen angelockt werden und sie bestäuben, wodurch im nachhinein eine rote Kirche entsteht. Bienen können die Farbe Rot jedoch nicht sehen. Deswegen werden Vögel von der roten Farbe angelockt, die sie selbst im Vorbeifliegen erkennen. Wird der Vogel von der Kirche angelockt, frisst er sie mit dem Kern, wird weiterfliegen und anschließend den Kern mit dem Kot ausscheiden. Durch dieses hocheffiziente Vertreibungssystem profitiert nicht

⁵⁷ <https://www.scinexx.de/news/biowissen/aronstab-betruegt-fliegen/>

nur die Pflanze, dass ihr Samen kilometerweit verbreitet wird, sondern auch das Tier, weil es Nahrung bekommt. Es gibt außerdem einen Grund dafür, warum die Kirche erst rot wird, wenn der Samen reif ist. Davor ist sie grün, was für Vögel viel schwieriger zu sehen ist, weil die Blätter vom Baum ebenfalls grün sind. Unreife Früchte haben außerdem bittere, toxische oder andere unangenehme Substanzen, wodurch sie verhindern, dass sich gefräßige Tiere über ihre unreifen Samen hermachen. So gibt es zum Beispiel die Akee, eine Pflanze aus Afrika, die man heute ebenfalls in der Karibik findet, bei der ihre Früchte nur dann genießbar sind, wenn der Samen reif ist. Davor enthalten die Früchte Hypoglycin, was zu schweren Vergiftungen führt, so wie auch zu Erbrechen, Krämpfe, Koma, oder sogar den Tod. Pro Jahr sterben rund zwanzig Menschen daran, weil sie eine unreife Frucht der Akee essen. ⁵⁸



Frucht der Akee

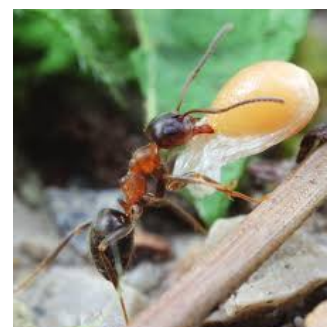
Nicht nur Vögel dienen den Pflanzen als Kurier, sondern auch Affen sind eine wichtige



Schwarzer Pacu

Gruppe. Im Amazonas gibt es außerdem der Schwarze Pacu. Er ist ein großer Süßwasserfisch und eignet sich als ausgezeichnete Samenkurier. In der Regenzeit überfluten die Flüsse 250.000 Quadratkilometer. Während dieser Zeit, isst ⁵⁹ er die verschiedensten Früchte und kann ihre Samen bis über hunderte Kilometer weit tragen.

Die Ameisen sind eine weitere Gruppe von Tieren, die den Pflanzen helfen, ihre Samen zu verbreiten. Sie ernähren sich unter anderem von kleinen Früchten, die sie jedoch nicht auf der Stelle essen, sondern alle Vorräte in ihren Bau bringen. Damit erreichen Pflanzen nicht nur das Ziel, dass ihre Samen eine gewisse Entfernung hingelegt haben, sondern außerdem, dass sie im Erdreich abgelegt werden was einem idealen Ort zum Keimen entspricht. Um sich die wertvolle Ameisenhilfe zu sichern, produzieren verschiedene Pflanzen den energie- und ölhaltigen *Elaiosom*⁶⁰ (griechisch, *élaion*, Fett und *sóma*, Körper), von dem Ameisen nicht widerstehen können. Die Ameise nimmt den Samen, bringt ihn in ihren Bau, ⁶¹



Ameise die Samen transportiert

⁵⁸ <https://plantogram.com/product/akee/>

⁵⁹ https://de.wikipedia.org/wiki/Schwarzer_Pacu

⁶⁰ Besonders fett- und eiweißreiches Gewebe, die sich an pflanzlichen Samen befinden.

⁶¹ Fleissige_Staatenbildner_-_Ameisen_Land_OÃ_Naturschutzabteilung.pdf

frisst das *Elaiosom* und lässt den übrigen Samen liegen. Der liegt nun an einem feuchten, geschützten und nährstoffreichem Ort und hat ideale Keimbedingungen.

Ameisen gelten jedoch nicht nur als Samenkuriere, sondern Forscher haben kürzlich entdeckt, dass die *Camponotus*-Ameisen noch weitere faszinierende Aufgaben erledigen. Sie verteidigen nicht nur die Pflanzenarten mit denen sie sich besonders verbunden fühlen, sondern erledigen auch Spezialdienste für fleischfressende Pflanzen, wie zum Beispiel für Kannenpflanzen. Kannenpflanzen locken ihre Beute mit dem Nektar ins Innere der Falle (siehe S. 10, 4.1.3. Schmecken). Sobald sich Staubpartikel oder Rückstände an den Wänden absetzen, können die Opfer Halt finden und entfliehen. Damit ihre Wände immer schön glatt bleiben, helfen die *Camponotus*-Ameisen der Kannenpflanze. Sie halten sie Wände rein und bekommen deswegen Nektar zur Belohnung. Somit sind auch die Kannenpflanzen, eine der furchtbarsten Tötungsmaschinen von Pflanzen, auf Freunde angewiesen.

5. Schlussfolgerung

Während dieser Arbeit habe ich festgestellt, dass es sich um ein noch relativ neues und unerforschtes Thema handelt, mit dem sich die Forschung erst seit einigen Jahren intensiv beschäftigt. Nichtsdestotrotz wurden bereits erstaunliche Ergebnisse herausgefunden, die das Bild von Pflanzen komplett geändert haben. Pflanzen wurden immer als passive Organismen wahrgenommen. Durch Forschung wurde jedoch herausgefunden, dass Pflanzen mehr als nur Lebewesen sind, die sich nicht von der Stelle bewegen können. Es ist klar, dass Pflanzen kein Gehirn besitzen, doch das hat noch lange nichts zu bedeuten, denn schließlich ist ein Gehirn alleine auch nicht intelligent. Die pflanzlichen Funktionen befinden sich nicht nur an einer Stelle, wie bei dem Menschen in einem Organ, sondern sind im gesamten Organismus verteilt. Auch wenn eine Pflanze Stellen ihres Körpers verliert, ist ihr Leben dennoch nicht bedroht.

Intelligenz gehört ungetrennt zum Leben dazu, denn jedes Lebewesen muss ständig Entscheidungen treffen und Probleme lösen. Die Probleme einer Pflanze sind im Grundprinzip sehr ähnlich, wie die der Menschen. Wir Menschen suchen auch nach Nahrung, Wasser, einer Unterkunft, Gesellschaft, Fortpflanzung und Verteidigung. Pflanzen müssen ebenfalls diese Entscheidungen treffen, die beweisen, dass sie eine Intelligenz besitzen. Sie müssen ständig Sachen aus ihrem Umfeld registrieren und dementsprechend handeln. Durch neue Forschungen wurde herausgefunden, dass Pflanzen ein Empfindungs- und Sinnesvermögen besitzen. Die Wurzelspitzen der Pflanzen spielen dabei eine wichtige Rolle und gelten als kollektives Gehirn. Sie steuern die Pflanze und registrieren lebenswichtige Informationen, wie zum Beispiel die Nahrungsaufnahme. Pflanzen sind in der Lage Informationen aus ihrem Umfeld zu erfassen, sie zu verarbeiten und sich anschließend für ihr dementsprechendes Verhalten entscheiden.

Pflanzen können jedoch nicht nur Informationen aus ihrem Umfeld wahrnehmen und auf sie reagieren, sie haben außerdem ein Kommunikations-, wie auch ein Sozialsystem. Sie sind in der Lage ihre Verwandten zu erkennen und sich gegenseitig zu helfen. Um besser zusammenzuleben, haben Pflanzen die Fähigkeit miteinander zu kommunizieren. Durch chemische Signale, die von den Wurzeln ausgesendet werden, erkennen Pflanzen ob ihre Nachbarn zu ihrer Familie gehören. Ist dies der Fall, müssen sie nicht so viel Energie in den Wachstum der Wurzeln stecken, weil sie wissen, dass ihr Nachbarn sie nicht ausraubt und somit nicht um die Nährstoffe in der Erde kämpfen muss. Dadurch können Pflanzen mehr Energie in den oberen Teil der Pflanze stecken, was zu einer besseren Entwicklung der

Pflanze führt. Pflanzen können jedoch nicht nur untereinander kommunizieren, sondern auch mit anderen Organismen, wie zum Beispiel den Mykorrhizen. Die Wurzeln der Mykorrhizen umhüllen die Wurzeln der Pflanzen und dringen in ihre Zellen ein. Dieses Zusammenleben ist für beide vorteilhaft, denn der Pilz liefert den Pflanzen Phosphor und bekommt als Belohnung Zucker. Pflanzen haben jedoch nicht nur die Möglichkeit mit ihren Wurzeln zu kommunizieren, sondern auch mit chemischen Molekülen, die sie durch ihre Blätter an die Luft weitergeben. Werden sie von einem Insekt angeknabbert und können sich nicht selbst mit Substanzen in ihren Blättern verteidigen, dann sind sie immer noch in der Lage chemische Substanzen in der Luft auszusenden, die andere Tiere anlocken. Somit rufen die Pflanzen den Feind vom Insekt was sie angeknabbert hat und werden von ihm befreit.



Kommunikationssystem der Pflanzen
62

Während dieser Arbeit habe ich festgesellt, dass Pflanzen ein viel komplexeres System haben, als viele es bisher angenommen haben. Die Frage ist nur, ob Pflanzen in unserer Zukunft noch eine größere Rolle spielen werden?

⁶² <https://www.danielaleitner.de/cover-infografik-die-intelligenz-der-pflanzen/>

Im Jahr 2000 wurde zum Beispiel das erste Mal das komplette Genom einer Pflanze entschlüsselt. Dabei handelte es sich um die Ackerschmalwand (*Arabidopsis thaliana*), die ungefähr 25.000 Gene besitzt. Es wurde festgestellt, dass fast alle Gene der Ackerschmalwand auch bei Pflanzen vorkommen, die für die Ökonomie wichtig sind, wie zum Beispiel bei den Kartoffeln. Das bedeutet, dass man jedes Gen, was bei der Ackerschmalwand identifiziert wird, auch in eine Kartoffel einbauen kann. Das kann bestimmte Vorteile mit sich bringen, denn hat die Ackerschmalwand zum Beispiel ein Gen für Resistenz gegen eine bestimmte Bakterie, die Pflanzen befällt, so kann man dieses Gen in die Kartoffel einbauen, die dann ebenfalls diese Fähigkeit besitzen wird.



Ackerschmalwand

63

Da wir Menschen außerdem nur ungefähr 10% aller Pflanzenarten kennen, könnte es sein, dass wir noch einige Heilpflanzen finden, die verschiedenen Menschen das Leben retten könnten. So könnte es also gut möglich sein, dass Pflanzen in Zukunft noch eine größere Rolle in unserem Leben spielen werden und wir noch viel von ihnen lernen können.

⁶³ <https://de.wikipedia.org/wiki/Acker-Schmalwand>

6. Literaturverzeichnis

6.1 Internet

- Andreas Weber; Die Sinne der Pflanzen, in: National Geographic
<https://www.nationalgeographic.de/umwelt/die-sinne-der-pflanzen>
- Aureliana Sorrento; Schlaues Grünzeug, in: Deutschlandfunk
https://www.deutschlandfunk.de/die-intelligenz-der-pflanzen-schlaues-gruenzeug.700.de.html?dram:article_id=343317
- Felicitas Hubert; Die Entdeckung der Sexualität der Pflanzen nach Carl von Linné – Serie Botanik 2: „Das Liebesleben der Pflanzen“ von Edvard Koinberg im Verlag Taschen, in: Weltexpress
<https://weltexpress.info/die-entdeckung-der-sexualitaet-der-pflanzen-nach-carl-von-linne-serie-botanik-2-das-liebesleben-der-pflanzen-von-edvard-koinberg-im-verlag-taschen/>
- Frank; Biologie, in: SEED
<https://seed-net.lu/biologie/>
- Frank Ufen; Sind Pflanzen intelligent?, in: Der Tagesspiegel
<https://www.tagesspiegel.de/wissen/botanik-sind-pflanzen-intelligent/14569572.html>
- Julius Heinrichs; Schlaues Grünzeug: So intelligent sind Pflanzen, in: Hannoversche Allgemeine
<https://www.haz.de/Nachrichten/Wissen/Uebersicht/Schlaues-Gruenzeug-So-intelligent-sind-Pflanzen>
- Leonard Hillmann; Intelligentes Leben, in: der Tagesspiegel
<https://www.tagesspiegel.de/themen/gehirn-und-nerven/gesund-leben-intelligentes-leben/13410564.html>
- Magdalena Hamm; Sind Pflanzen intelligent?, in: Süddeutsche Zeitung
<https://www.sueddeutsche.de/wissen/botanik-bluetenzauber-1.2479997> -
- Michelle Bucher; Die Kommunikation, Sinne und Intelligenz der Pflanzen, in: umweltnetz-schweiz.ch
<https://www.umweltnetz-schweiz.ch/themen/bildung/2513-die-kommunikation,-sinne-und-intelligenz-der-pflanzen.html>
- Oliver Wittkowski; Sind Pflanzen intelligent?, in: SWR odysso
<https://www.swr.de/odysso/sind-pflanzen-intelligent/-/id=1046894/did=24055628/nid=1046894/6abpxo/index.html>
- Paul Hafner; Die Intelligenz der Pflanzen – Lebewesen wie wir?, in: Wissenschaftsbuch des Jahres

<http://www.wissenschaftsbuch.at/sieger/die-intelligenz-der-pflanzen/>

- Rita Gudermann/ Phoebe Rosenkranz; Sinne der Pflanzen, in: planet wissen
https://www.planet-wissen.de/natur/pflanzen/sinne_der_pflanzen/index.html
 - Stephanie Hanel; Die Intelligenz der Pflanzen – Unsere 5 Sinne + 15 mehr, in: Lindau Nobel Laureate Meetings
<https://www.lindau-nobel.org/de/die-intelligenz-der-pflanzen-unsere-5-sinne-15-mehr/>
-

- Carl von Linné – Der Vater und Pionier der Botanik, in; Medienwerkstatt
https://medienwerkstatt-online.de/lws_wissen/vorlagen/showcard.php?id=15454&edit=0
- Definition der Intelligenz-was ist das eigentlich?, in: NeuroNation
<https://www.neuronation.de/intelligenz/definition-der-intelligenz-was-ist-das-eigentlich>
- Gehirnforschung: Was ist Intelligenz, in: NDR
<https://www.ndr.de/ratgeber/gesundheit/Was-ist-Intelligenz,intelligenz114.html>
- Intelligenz, in: Wikipedia
<https://de.wikipedia.org/wiki/Intelligenz>
- Nacktsamer, Samenpflanzen, in: Lernhelfer
<https://www.lernhelfer.de/schuelerlexikon/biologie/artikel/nacktsamer-samenpflanzen#>
- Pflanze, in: DocCheckFlexikon
<https://flexikon.doccheck.com/de/Pflanze>
- Pflanzen im Abwehrtausch, in: scienticker.info
<http://www.scienceticker.info/2007/03/19/pflanzen-im-abwehrtausch/>
- Pflanzenintelligenz, in: Wikipedia
<https://de.wikipedia.org/wiki/Pflanzenintelligenz>
- PflanzenPalaver: Belauschte Geheimnisse der botanischen Welt, in: books.google
https://books.google.lu/books?id=yZp4DwAAQBAJ&pg=PT92&lpg=PT92&dq=was+forschte+platon+an+pflanzen&source=bl&ots=Meznm4ogp3&sig=ACfU3U0dwaUBOe0SHRckExccS3E5v5lVnw&hl=de&sa=X&ved=2ahUKEwjV1Y6k_eToAhVR2qQKHSF2DtMQ6AEwA3oECA0QMA#v=onepage&q=was%20forschte%20platon%20an%20pflanzen&f=false
- Wie intelligent sind Pflanzen?, in: steemit
<https://steemit.com/deutsch/@stayoutoftherz/wie-intelligent-sind-pflanzen>
- Sind die von Sinnen?, in: detektor.fm
<https://detektor.fm/wissen/gartenradio-die-sinne-der-pflanzen>

6.2 Bücher

- Das geheime Bewusstsein der Pflanzen; Botschaften aus einer unbekannten Welt von Joseph Scheppach, in: KNAUR
- Die Intelligenz der Pflanzen von Stefano Mancuso & Alessandra Viola, im Kunstmann Verlag
- Das geheime Leben der Pflanzen von Peter Tompkins und Christopher Bird, im: Fischer Taschenbuch
- Was Pflanzen wissen; wie sie hören, schmecken und sich erinnern von Daniel Chamovitz, in: Goldmann