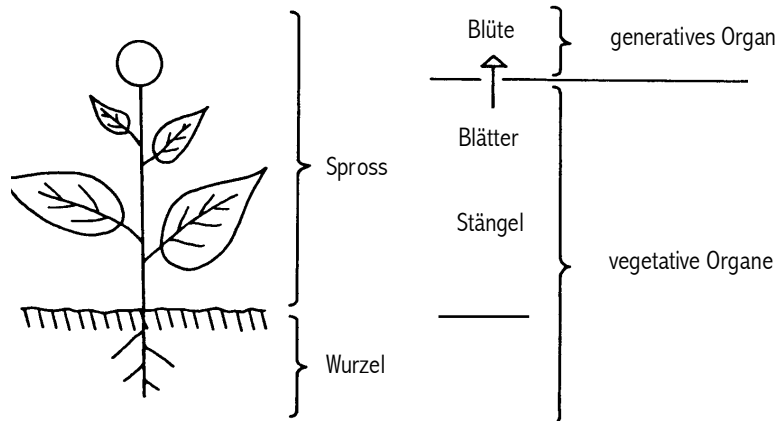


1. Samenbildung

1.1. Organe der höheren Pflanze

Organe sind deutlich abgegrenzte Teile des Pflanzenkörpers mit bestimmten Aufgaben. Organe setzen sich aus verschiedenen Geweben zusammen.

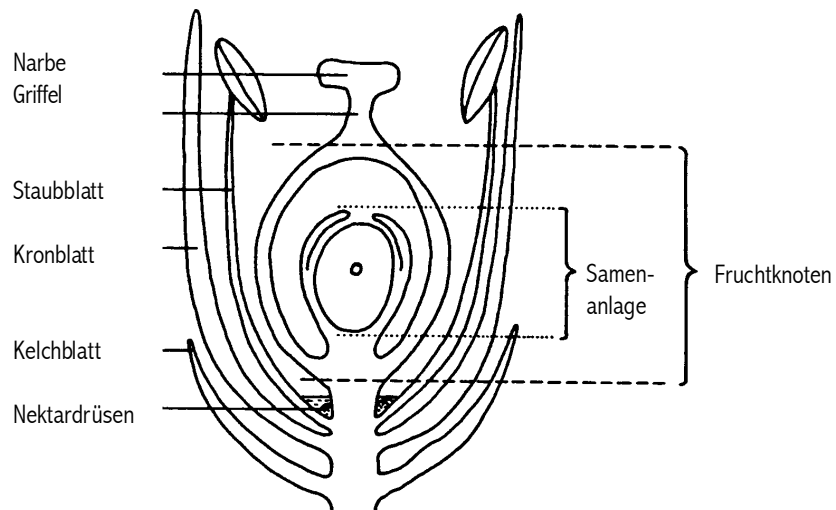


Das Schema zeigt eine Einteilung der Pflanzenorgane nach morphologischen Gesichtspunkten. Dieses Ordnungsprinzip wird überlagert durch eine Einteilung in generative und vegetative Organe hinsichtlich ihrer Aufgabe bei der Fortpflanzung und Vermehrung (Vergrößerung der Individuenzahl).

Das eigentliche Sexualorgan stellt die (meist) zwittrige Blüte dar.

1.2. Die Blüte

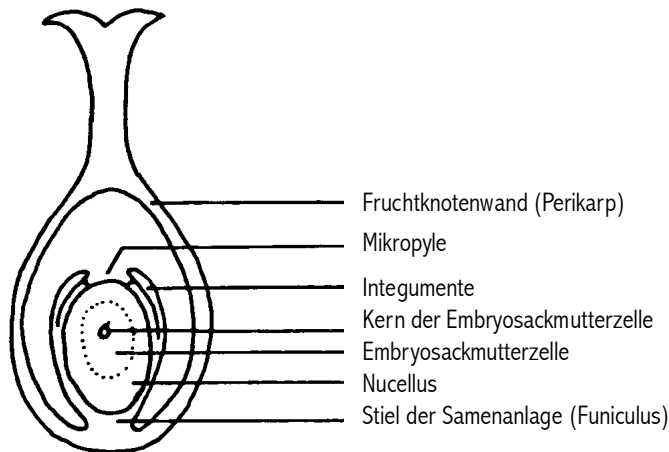
Die Blüten der Samenpflanzen dienen der geschlechtlichen Fortpflanzung. Sie übernehmen die Funktion der Vorbereitung des Geschlechtsvorganges und der Fürsorge für die Entwicklung der Zygote zum Embryo und seiner Verbreitung im Samen. Früher wurden die Blütenorgane als die eigentlichen Geschlechtsorgane angesehen.



BIOLOGIE

hen. Untersuchungen zeigten jedoch, dass es sich vielmehr um eine Verlagerung der eigentlichen Geschlechts- generation auf den Sporophyten handelt. Diese Vorgänge sollen an dieser Stelle nicht weiter verfolgt werden. Die Blüte ist ein gestauchter Spross mit umgewandelten Blättern, die der geschlechtlichen Fortpflanzung dienen.

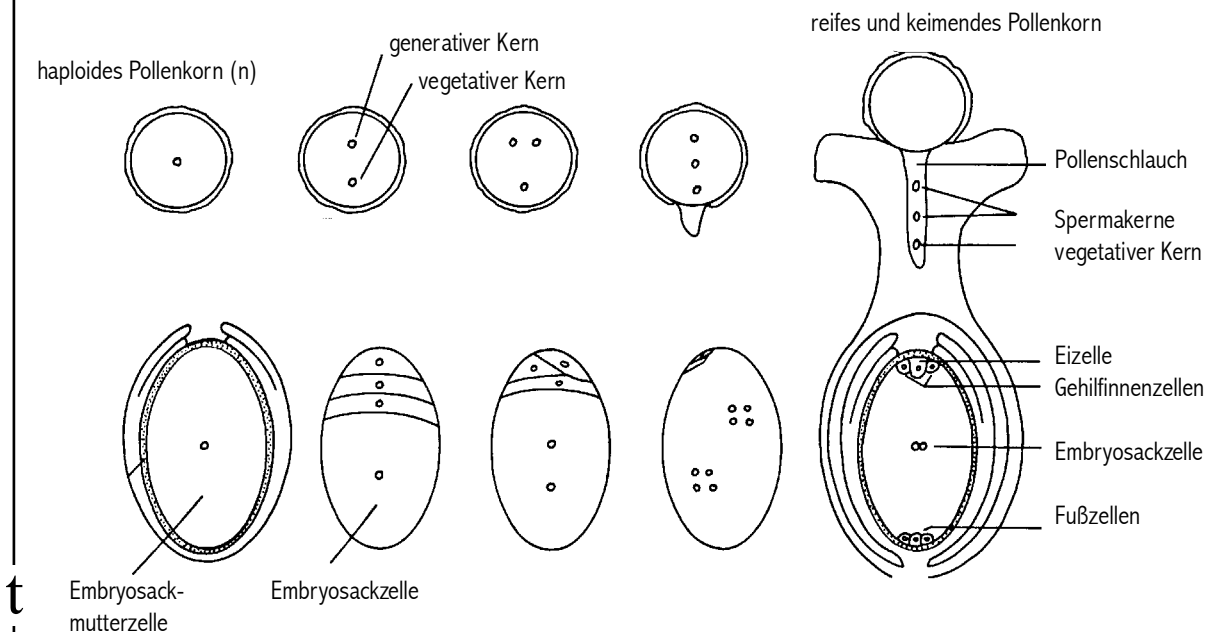
1.3. Die Samenanlage



In den weiblichen Blütenorganen entwickeln sich die Samenanlagen. Sie sind von Hüllblättern, den Integumenten, umgeben und liegen bei den Nacktsamern im Innern eines von den Fruchtblättern gebildeten Fruchtknotens. In der Samenanlage entsteht zuerst die Embryosackmutterzelle.

1.4. Bestäubung und Befruchtung

Bei der Pollenreife platzen die Staubbeutel an einer vorgebildeten Stelle auf. Je nach dem Transportmittel unterscheidet man z.B. die Wind- oder Tierblütigkeit. Sobald ein Pollenkorn auf die Narbe einer weiblichen Blüte gelangt und sich dort verankert, ist die Bestäubung erfolgt.



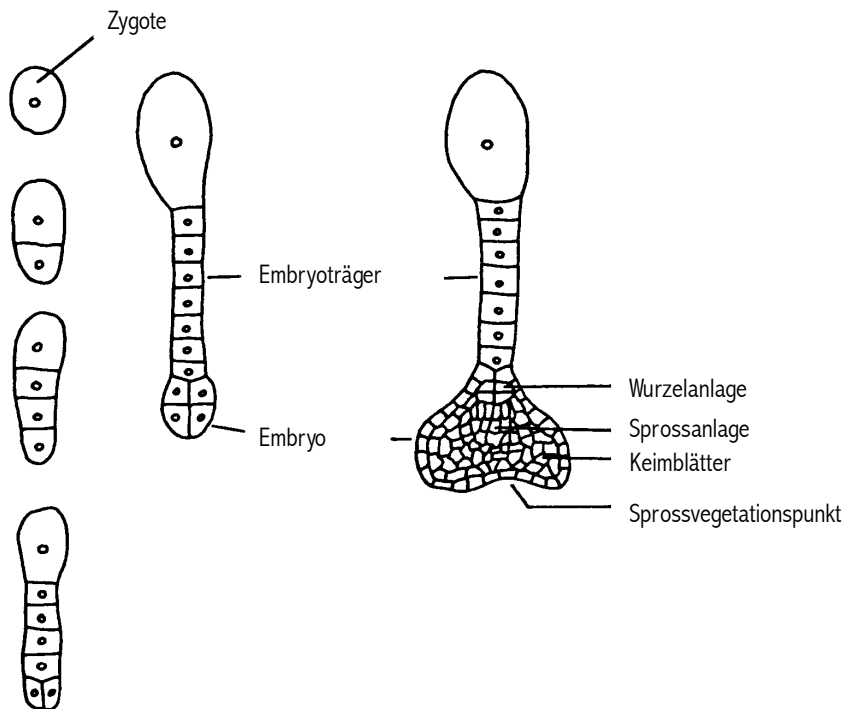
BIOLOGIE

Darauf nimmt das Pollenkorn in der Regel aus der Umgebung Wasser auf, keimt und wächst zu einem Pollenschlauch aus, der das lockere Narbengewebe durchdringt und in den Griffel vorstößt. Chemische Stoffe scheinen dabei das Wachstum des Pollenschlauches zur Samenanlage hin zu leiten.

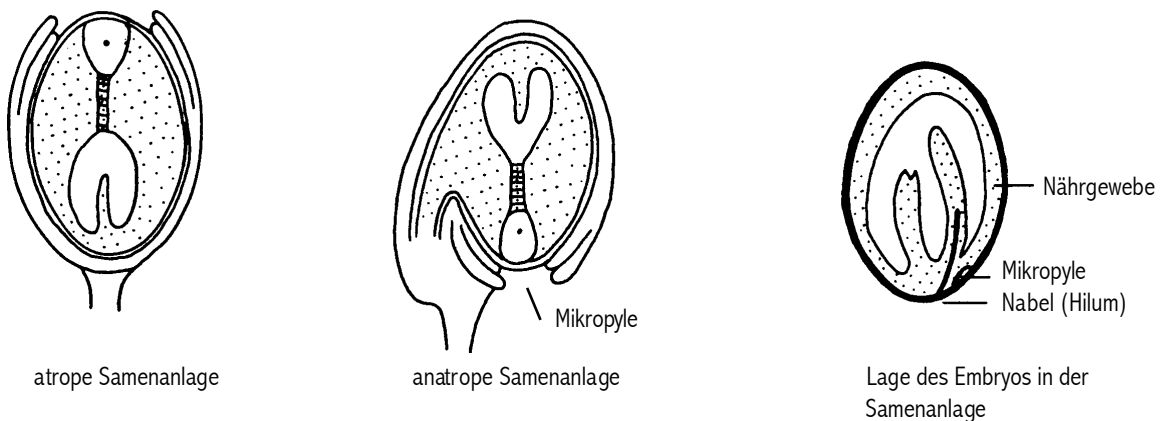
Die Verschmelzung der Spermakerne mit der Eizelle und den Kernen der Embryosackzelle wird als Befruchtung bezeichnet. Es erfolgt streng genommen eine doppelte Befruchtung!

Die Veränderungen im Pollenkorn (Spermakernbildung) und in der Samenanlage (Bildung der Eizelle etc.) wurde in der Übersicht dargestellt.

1.5. Keimesentwicklung einer dikotylen Pflanze



1.6. Lage des Embryos im Samen, Samenbildung



BIOLOGIE

Übergänge aus einem Entwicklungsstadium in ein anderes sind besonders kritische Phasen für den Organismus. Um Fehlentwicklungen zu vermeiden sind genaue Regulationsmechanismen erforderlich! (Übergänge: Ruhe-Aktivität, Same-Keimung)

Bei zunehmender Größe wird ein Transport- und Kommunikationssystem erforderlich zur Verbindung der einzelnen Teile des Organismus.

1.7. Der Pflanzensamen

Während der Keimesentwicklung wird eine Nährgewebe gebildet, das dem Keimling die nötigen Nährstoffe zum Wachstum liefert. Die Hüllen der Samenanlagen bilden sich zu einer festen Schale um (Samen).

Der Samen ist für die junge Pflanze ein Ruhezustand, in dem das aktive Leben durch Wasserentzug stillgelegt ist. Weitere Differenzierungsprozesse nehmen ihren Fortgang erst bei der Keimung.

Der Same ist eine Vermehrungs- und Verbreitungseinheit (ein System also, das von einer Pflanze gebildet durch besondere Eigenschaften befähigt ist, der Vermehrung und Verbreitung ihrer Art zu dienen (vgl. auch Knollen, Zwiebeln etc.).

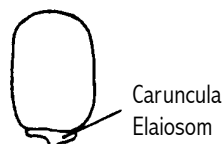
Der Samen enthält eine embryonale Pflanze, die von der Samenschale umhüllt und geschützt wird. Sie lebt von den gespeicherten Nährstoffen. Dieser Embryo bildet eine zweipolige Achse mit Wurzel- und Sprossvegetationspunkt.

Der Samen besteht aus Samenschale (Hülle), Embryo (Keimling) und einem Vorrat an Nährstoffen.

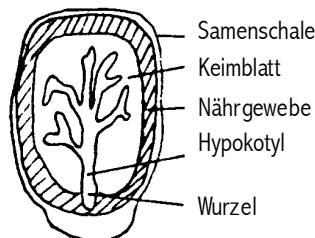
Die Nährstoffe werden im Nährgewebe (Endosperm) z.B. bei Rizinus, Triticum etc. gespeichert. Wird dieses Nährgewebe bei der Bildung des Embryos bereits verbraucht, so erfolgt eine weitere Nährstoffspeicherung in den Speicherkotyledonen (Bohne, Lupine) oder im Speicherhypokotyl (Paranuss). Das Endosperm kann in manchen Fällen (Kokosnuss, Kürbisgewächse) ganz oder teilweise flüssig vorliegen (Kokosmilch).

Beispiel: Rizinus-Samen

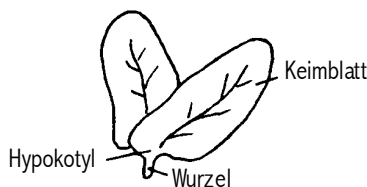
a. Außenansicht



b. Längsschnitt



c. Samen geöffnet



d. Embryo mit gespreizten Keimblättern

BIOLOGIE

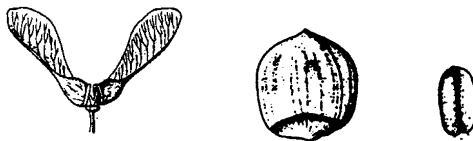
1.8. Definition: Frucht

Organe, die reifende Samen umschließen oder ihrer Verbreitung dienen, bezeichnet man als Früchte. Die Samen treten dabei oft mit anderen Organen der Mutterpflanze in Verbindung; dadurch entstehen zusammengesetzte Verbreitungseinheiten.

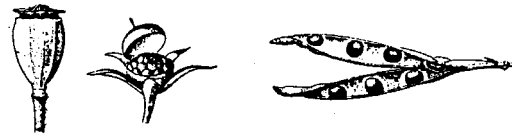
Früchte sind also Blütenteile oder Blüten im Zustand der Reifung, sie geben die Samen frei oder fallen mit ihnen ab.

Beispiele:

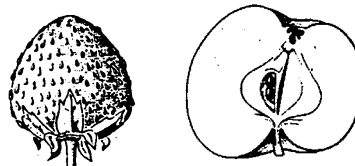
Einzelfrüchte (Schließfrüchte)



Einzelfrüchte (Spring- und Streufrüchte)



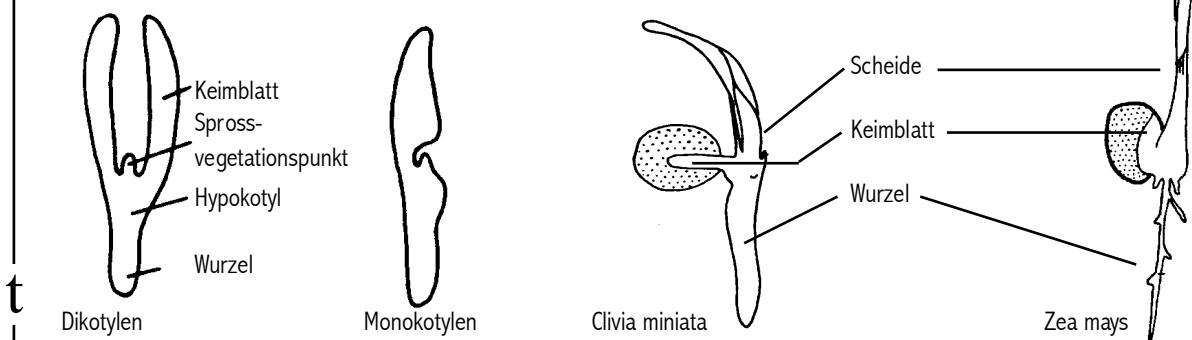
Sammelfrüchte



1.9. Bestandteile des pflanzlichen Embryos

Der pflanzliche Embryo ist eine (durch starken Wasserentzug) ruhende Pflanze. Er ist zunächst ein mehrzelliges, kugeliges Gebilde, das sich später so gliedert, dass aus der der Mikropyle zugewandten Seite die Wurzelanlage (Radicula) mit der Wurzelhaube (Calyptra) entsteht. Am anderen Pol bilden sich die Keimblätter (Kotyledonen) und das Apikalmeristem des Sprosses (Plumula). Bei den Dikotyledonen werden zwei seitliche Keimblätter gebildet, bei den Monokotyledonen entsteht nur ein endständiges Keimblatt, während das Apikalmeristem seitlich verschoben ist.

Der Grasembryo besitzt ein zu einem schildförmigen Saugorgan, dem Scutellum umgewandeltes Keimblatt, mit dem er dem stärkereichen Endosperm seitlich anliegt. Spross- und Wurzelvegetationspunkt sind von geschlossenen Scheiden umschlossen, die bei der Keimung durchbrochen werden.



2. Keimung

2.1. Mobilisierung der Reservestoffe

Der Mobilisierung der Reservestoffe geht ein rein physikalischer Vorgang voran: die Quellung. Dieser Vorgang kann in gleicher Weise auch an toten quellbaren Substanzen (Gelatine, Agar, Gummi arabicum) vollzogen werden und ist reversibel. Eine Volumenzunahme ist damit verbunden.

Begrenzt quellfähige Substanzen (Stärke, Zellulose) sind nach einiger Zeit wassergesättigt. Es tritt ein Stillstand ein, ohne dass der Aggregatzustand sich ändert. Bei unbegrenzt quellfähigen Stoffen (Gelatine, getrocknetes Hühnereiweiß) wird ständig Wasser aufgenommen, die Teilchen werden völlig (bis zur Lösung) auseinandergedrängt.

Quellung spielt in Organismen eine große Rolle. So ist z.B. das Protoplasma zur Quellung befähigt. Im Samen nimmt das eingetrocknete Plasma (und die quellungsfähigen Zellwände) Wasser auf, dadurch wird die Diffusionsgeschwindigkeit in der Zelle erhöht, Stoffwechselfvorgänge können ungehinderter ablaufen.

Bei der Keimung müssen die in den Speichergeweben lokalisierten Reservestoffe mobilisiert werden (Aufbereitung der Speicherstoffe zu Transportmolekülen. Sie sind für den Keimling die einzigen Quellen organischer Substanzen, bis er seinen eigenen Fotosyntheseapparat aufgebaut hat. Diese organischen Substanzen liefern die Aufbaustoffe und die Energie für das Wachstum der Keimwurzel und des Keims.

Kohlenhydrate: Stärke wird durch Amylase zu Mono- bzw. Oligosacchariden zerlegt.

Proteine werden durch Proteasen zu Aminosäuren gespalten.

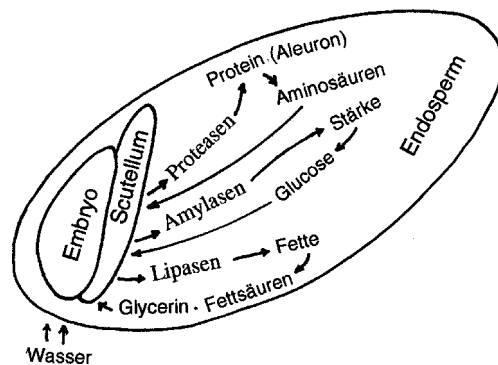
Fette werden durch Lipasen (in Samen ist ein besonders hoher Lipasegehalt!) zu Fettsäuren und Glycerin.

Die meisten Enzyme sind bereits vorhanden, sie werden bei der Quellung aktiviert. Andere Enzyme müssen bei der Keimung erst neu gebildet werden. Beim ungekeimten Gerstenkorn sind alle Enzyme für die Glykolyse vorhanden. In Weizenembryonen steigt die in-vitro-Proteinsynthese durch die Ribosomen bereits nach zehn Minuten Quellungsdauer steil an. Gleichzeitig werden die Ribosomen zu Polysomen zusammengeschlossen.

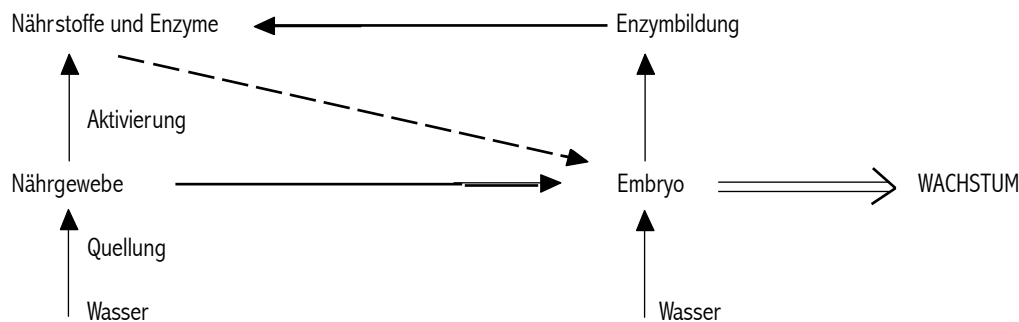
Betrachtet man die genphysiologischen Vorgänge bei der Keimung, so ist die erste Phase unabhängig vom Genom (bei der Samenreife sind RNA und Enzyme bereits gebildet worden). Für die weitere Entwicklung ist die de-novo-Synthese von RNA und Enzymen durch Aktivierung bestimmter Gene erforderlich.

Betrachtet man die genphysiologischen Vorgänge bei der Keimung, so ist die erste Phase unabhängig vom Genom (bei der Samenreife sind RNA und Enzyme bereits gebildet worden). Für die weitere Entwicklung ist die de-novo-Synthese von RNA und Enzymen durch Aktivierung bestimmter Gene erforderlich.

Eine Hypothese besagt, dass die Keimruhe durch eine Blockierung der chromosomalen DNA mit basischen Proteinen (Histone) erfolgt. Durch Ablösung dieser basischen Proteine von bestimmten Bereichen des Genoms soll die Keimung ausgelöst werden (Bonner).



BIOLOGIE



Im Samen gespeicherte Nährstoffe sind in ihren Mengenanteilen bei den Pflanzenarten recht unterschiedlich. So finden sich Kohlenhydrate (als Stärke) im Getreide, Fette und Öle in Nüssen, Rizinus, Sonnenblumenkernen, Bucheckern), Proteine (als äußere Schicht des Nährgewebes im Getreidekorn, Aleuron). Ein flüssiges Endosperm enthalten Kokosnüsse und Kerne von Kürbisgewächsen.

2 Die Keimung

2.1. Definition der Keimung

In der Regel gilt das Durchbrechen der Keimwurzel (Radicula) als Kriterium für den Keimprozess. Untersucht man die Keimung nach Entfernung der Samenschale, so kann eine Streckung des Embryos ebenfalls als Beginn der Keimung definiert werden. Vor diesem sichtbaren Effekt laufen weniger auffällige Vorgänge ab, die auch zur Keimung gehören. Abgeschlossen wird die Keimung mit der Entwicklung des Fotosyntheseapparates (Blattgrünbildung). Das Nährgewebe, das bis zu diesem Zeitpunkt die Bau- und Betriebsstoffe zur Verfügung stellte, ist nun aufgebraucht. Die Pflanze ist jetzt autotroph.

2.2. Beginn der Keimung

In vielen Fällen ist der Same sofort nach dem Freiwerden von der Mutterpflanze keimfähig. In anderen Fällen kann der Same erst nach einer unterschiedlich langen Ruheperiode auskeimen (Keimruhe). Diese Keimruhe kann auf verschiedene Ursachen zurückgehen: Der Embryo ist noch nicht voll ausgebildet, die Entwicklung wird während der Keimruhe nachgeholt (Esche).



Oder es ist ein Nachreifen durch Trocknung erforderlich. Volle Keimfähigkeit erhält z.B. der Mais erst nach Lagerung. Auch können Sperrschichten den Wassereintritt und den Gasaustausch verhindern. Diese Schichten (in der Samenschale oder im Endosperm) werden allmählich durch Mikroorganismen abgebaut. Dies wird durch Feuchtigkeit und Wärme beschleunigt. In einigen Früchten verhindern keimhemmende Substanzen ein zu frühes Auskeimen, vor allem wenn eine hohe Feuchtigkeit im Fruchtfleisch vorliegt (Tomate, Kürbis).

BIOLOGIE

2.3. Keimungsbedingungen

Der keimfähige Same keimt erst, wenn bestimmte äußere Bedingungen gegeben sind. Dazu gehören

- Wasser Wasseraufnahme in den trockenen Samen durch Quellung (rein physikalischer Prozess)
Hydrophile Gruppen ziehen die Wasserdipole an und bilden Hydrathüllen.
Quellung kann (meist) ohne Schaden für den Keimling rückgängig gemacht werden. Dies ist zu einem späteren Zeitpunkt nicht mehr möglich.
- Sauerstoff Zur Verbrennung der Nährstoffe (ATP-Bildung) ist Sauerstoff erforderlich (Ausnahme: Reis)
- Temperatur Für die verschiedenen Samen gibt es artspezifische Temperaturoptima.
- Licht Sowohl Förderung als auch Hemmung der Keimung ist durch Licht möglich. Das Licht wirkt dabei auf Pflanzenhormone ein.
Lichtkeimer sind z.B. *Lactuca sativa*, *Sinapis alba*, *Digitalis purpurea*.
Dunkelkeimer sind z.B. *Amaranthus caudatus*, *Cucurbita pepo*.

2.4. Oberirdische Keimung der Tomate

