

7.10

Samenvielfalt

- Version für 2011-

Auf der letzten Seite dieser Arbeitshilfe befindet sich die alphabetische Auflistung der gelieferten Arten nach den Beschriftungs-Kürzeln.

Titel: **Samenvielfalt**
Arbeitshilfe Nr. 7.10
1. Auflage 1976,
2. Auflage 1992

Neufassung Februar 2007,
Aktualisierung Februar 2011 – Version für 2011

Verfasser: Jörg Ledderbogen
mit Beiträgen von Winfried Noack
und Jonas Mätzig

Titelzeichnung: Annika Sperling

Redaktion/Layout: Jörg Ledderbogen

Herausgeber: Landeshauptstadt Hannover
Fachbereich Bibliothek und Schule
Schulbiologiezentrum
Vinnhorster Weg 2
30419 Hannover
Tel: 0511/ 168- 47665
Fax: 0511/ 168- 47352

E-Mail: schulbiologiezentrum@hannover-stadt.de
Internet: www.schulbiologiezentrum.info

Inhaltsverzeichnis:

SAMEN	5
Nutzungsmöglichkeiten der Lieferung	6
Botanische Grundlagen	7
Samenpflanzen.....	7
Die Samenanlagen.....	8
Die doppelte Befruchtung bei Bedecktsamern (in Kurzfassung).....	9
Der Keimling (Embryo).....	11
Hüllen (Integumente), Samenschale (Testa u. Tegmen) und Anhängsel (Arillus). ..	12
Stielchen (Funiculus) und Nabel (Hilum).....	14
Speicherstoffe und Speicherorte.....	14
Samenreifung.....	16
Die Keimung.....	17
Es quillt.....	17
Je mehr Wasser, um so besser?.....	17
Einmal gequollen gibt es kein Zurück... ..	17
Die sichtbare Keimung.....	18
Übersichtstabelle: Lieferungs- und Ergänzungsarten und ihre Nutzung	20
Angaben zu den gelieferten 27 Arten und den Ergänzungsarten	22
Ungewohnte Schreibweisen der deutschen Namen und „Autoren“- Abkürzungen ...	23
Fam. Lorbeergewächse (Lauraceae).....	24
Avocado	24
Fam. Hahnenfußgewächse (Ranunculaceae)	25
Ha 1: Jungfer im Grünen.....	26
Ha 2: Garten-Rittersporn.....	26
Ha 3: Wilde Waldrebe	27
Fam. Mohngewächse (Papaveraceae).....	27
Mo 1: Schlaf-Mohn.....	27
Fam. Fuchsschwanzgewächse (Amaranthaceae).....	30
Fu 1. Spinat.....	30
Fam. Leingewächse (Linaceae).....	31
Lei 1: Lein	31
Fam. Weidengewächse (Salicaceae)	32
Wei 1: Schwarz-Pappel.....	32
Fam. Kürbisgewächse (Cucurbitaceae).....	33
Kü 1: Speise-Gurke.....	33
Kü 2: Garten-Kürbis oder Riesen-Kürbis.....	34
Kü 3: Explodiergurke.....	35
Kü 3: Explodiergurke.....	35
Fam. Schmetterlingsblüter - Fabaceae.....	36
Sch 1 :Feuer-Bohne	36
Garten-Bohne.....	37
Sch 2: Ackerbohne.....	37
Sch 3: Speise-Erbse	38
Sch 4: Rot-Klee	38

Fam. Kapuzinerkressengewächse (Tropaeolaceae).....	39
Ka 1: Große Kapuzinerkresse	39
Fam. Kreuzblüter (Brassicaceae)	40
Kr 1: Radieschen.....	40
Kr 2: Raps	41
Fam. Bignoniengewächse (Bignoniaceae)	41
Bi 1: Trompetenbaum.....	41
Fam. Sommerwurzgewächse (Orobanchaceae)	42
Som 1: Kleine Sommerwurz (Orobanche minor).....	42
Fam. Korbblüter (Asteraceae)	43
Ko 1: Einjährige Sonnenblume.....	43
Ko 2: Garten-Ringelblume.....	44
Ko 3: Fiederblättrige Dahlie.....	45
Ko 4: Schmalblättrige Studentenblume	46
Fam. Doldenblüter (Apiaceae).....	46
Do 1: Speise-Möhre	46
Fam. Orchideengewächse (Orchidaceae)	47
Echte Vanille	47
Fam. Lauchgewächse (Alliaceae).....	48
La 1: Küchen-Zwiebel	49
Fam. Palmengewächse (Arecaceae).....	49
Dattel.....	51
Kokosnuß	49
Fam. Süßgräser - Poaceae	54
Sü 1: Saat- Hafer	54
Sü 2: Kultur-Mais.....	55
Kultur-Weizen.....	56
Roggen.....	56
Saat-Gerste	56
Vorschläge für die unterrichtliche Nutzung.....	58
A. Samenuntersuchung	58
Untersuchungen nur mit den eigenen Sinnen	58
Untersuchen des Samenaufbaus mit Lupe, Binokular, Skalpell.....	59
Untersuchungen mit Hilfe von Experimenten	59
B. Was ist im Samen enthalten?.....	61
C. Vom Samen zur Frucht und Pflanze	61
D. Samen und Produkte daraus.....	62
E. Geographisches/ Historisches.....	62
F. Kunst, Präsentation und Darstellung	62
Nützliche Leihmaterialien.....	63
Literatur	63
Überblick über die Samenarten – systematisch sortiert	66
Überblick über die Samenarten – alphabetisch sortiert	68

SAMEN...

... diese kleinen Brösel in bunten Papiertüten für Gärtner...?

Sie sind viel mehr:

Samen machen unser Leben lecker oder bunt, glatt oder schleimig, gesund oder EINFACH SCHÖN.

Samen begleiten und bestimmen seit jeher in großen Bereichen unser Leben,

- direkt als Hauptbestandteil unserer Nahrung- oder als Gewürz darin,
- als Futtermittel für Nutztiere,
- als Rohstoffe für Medikamente, Kosmetika, chemische und technische Produkte,
- als Bestandteil von Schmuck oder Musikinstrumenten,

und indirekt, da jede Blütenpflanze ihren Ursprung in einem Samen hat.

Diese letzte Erkenntnis war die Voraussetzung für die Entwicklung des Ackerbaus und unserer heutigen Kultur - dadurch wird eigentlich schon unsere Abhängigkeit von Samen deutlich. Heute sehen sich viele Menschen allerdings eher von Computer, Auto oder Handy abhängig.

Im Samen ist - meist - alles für das Entstehen einer Pflanze Notwendige vorhanden, dazu in idealer „Reiseverpackung“. Dies ermöglicht ebenso die natürliche Verbreitung durch Wind und Tiere wie auch das unbeabsichtigte Verschleppen und die absichtliche Verbreitung von Nutzpflanzen in alle geeigneten Klimazonen durch den Menschen.

„Samen“ oder „Saat“ werden auch heute noch metaphorisch für den Ursprung und das Weitertragen einer Entwicklung benutzt und verstanden, obwohl nur noch ein geringer Teil der Bevölkerung in der Landwirtschaft tätig ist und auf modernen Äckern der Kreislauf von Saat, Ernte und neuer Aussaat mit Hybridsaatgut sowieso nicht mehr besteht. Dafür ist das Aussäen selbst geernteter Samen bei Freizeit-GärtnerInnen noch relativ häufig. Auch bei jüngeren Menschen wird die übertragene Bedeutung offensichtlich noch verstanden, die Zeile „Wir ernten, was wir säen“ taucht in den letzten Jahren in verschiedenen Musiktexten von den „Fantastischen Vier“ bis hin zu den „Ärzten“ immer wieder auf.

„Hardcore-Botanik“ um ihrer selbst interessiert - leider – fast niemanden mehr, es müssen interessante Verbindungen der botanischen Inhalte zum täglichen Leben gezeigt und die Faszination des aufkeimenden Lebens im Samen genutzt werden.

Mit unserer Samen-Lieferung, den dazugehörigen Unterrichtsvorschlägen und Informationen der Arbeitshilfe können die SchülerInnen erkennen, wie viel sie in ihrem Leben mit Samen zu tun haben, wie unterschiedlich Samen aussehen und wie ähnlich sie trotzdem aufgebaut sind - und was die „Brösel“ lebendig werden lässt. Das für einige Untersuchungen nötige Quellenlassen und Ankeimen der Samen bedarf einer längeren Beobachtungszeit und damit auch einer gewissen Ausdauer.

Die eigentliche „Keimung“ der Samen ist hier jedoch nur ein Rand-Thema, sie ist dafür Schwerpunkt in der 5. Pflanzenlieferung (7.2.).

Nutzungsmöglichkeiten der Lieferung

Die Sämereien der Lieferung sind unter vielen fächerübergreifenden Aspekten im Unterricht einsetzbar:

1. Die Samen eignen sich gut für **wahrnehmungsorientierte Aktivitäten**.
2. Die Samen bieten viele **praktische Untersuchungsmöglichkeiten**: Messen, Wiegen, Berechnen, Beobachten und Experimentieren, Untersuchen des Samenaufbaus und der Inhaltsstoffe.
3. Durch **Sortieren** der 27 (oder mehr) Sämereien unter unterschiedlichsten Gesichtspunkten können viele Aspekte verknüpft und visualisiert werden.
4. Samen bleiben Jahrtausende erhalten und sind **archäologische Belege** für den Beginn ihrer Nutzung. **Die Nutzpflanzen-Samen** der Lieferung **sind auch das Ergebnis eines** seit der Steinzeit dauernden **Auslese- und Zuchtvorganges durch Menschen fast aller Erdteile** – wir profitieren heute davon.
5. **Viele SchülerInnen kommen aus** vor kürzerer oder längerer Zeit **zugewanderten Familien**. Sie können traditionelle Verwendungsmöglichkeiten von Samen oder Produkten daraus aus den Herkunftsländern ihrer Großeltern oder Eltern beitragen – Bulgur, Halva, Buchweizengrütze, Sonnenblumenkerne, Pide, Gewürze...
6. **Typische Merkmale der botanischen Familien und Gattungen sind an den Samen** durch Form und Farbe, Größe, Struktur und Inhaltsstoffe **ebenso zu sehen wie** an den aus ihnen entstehenden Pflanzen. Diese Gemeinsamkeiten zeigen sich auch **in ihrer Nutzung durch den Menschen**, z.B. Getreide – Gräser, Hülsenfrüchte – Schmetterlingsblüter, usw.. **Aus der Nutzung entstehen biologische Fragen** – Warum werden Eiweiß oder Stärke gespeichert, warum sind einige Samen sehr klein und andere sehr groß...
7. Der Zusammenhang zwischen **Bau und Funktion** läßt sich gut an den Samen zeigen. Schon aus äußeren Samenmerkmalen können Rückschlüsse auf seine Lage in der Frucht und auf seinen inneren Bau gezogen werden. Samenaufbau und Keimverhalten bedingen sich ebenso gegenseitig wie die Größe und Anzahl der Samen oder die Verbreitungsart der Samen und die Struktur ihrer Schale. Durch Vergleich der gelieferten Samen untereinander lassen sich Gemeinsamkeiten oder Unterschiede finden und Grundprinzipien ableiten.
8. Das **Quellen** eines Samens unterscheidet sich anfangs nicht von dem eines trockenen alten Brötchens – das erwachende Leben im Samen zeigt jedoch den entscheidenden Unterschied deutlich und weckt das Interesse an den Vorgängen im Samen.
9. Die **Keimung** ist ein biologischer Grundvorgang. Viele endogene und exogene Faktoren spielen dabei eine entscheidende Rolle, z.B. die Keimfähigkeit und die jeweils nötigen Keimbedingungen. Bei den Quellungs- und Keimungsversuchen zum Verständnis des Samenaufbaus entstehen aus den frischen Samen der Lieferung sehr schnell kleine Pflanzen. Falls diese ausgepflanzt werden sollen, sollte mit den Versuchen bis Anfang April gewartet werden.

Wie war das noch....

Botanische Grundlagen

(Möglichst viele Antworten auf bohrende Fragen nach wieso, weshalb, warum)

Der Samen ist die häufigste und ursprüngliche Ausbreitungseinheit (Diaspore, gr. diaspora: ‚Zerstreuung‘) der Samenpflanzen. Er enthält alles, um ungünstige Zeiten zu überleben und unter günstigen Bedingungen zu einer neuen Pflanze heranzuwachsen: Es gibt einen wachstumsfähigen Keimling im Ruhezustand, meist genügend „Proviant“ im Nährgewebe, auch noch für die ersten Tage nach der Keimung, und alles ist von einer schützenden, mehr oder weniger harten Samenschale umgeben.

Dabei unterscheiden sich die Samenanlagen in Bau und Entwicklung bei den fünf Klassen der Samenpflanzen etwas voneinander, in dieser Arbeitshilfe ist - falls nicht anders vermerkt - immer von den Samen der Bedecktsamer (Angiospermen) die Rede. Ebenso beziehen sich die Angaben prinzipiell auf den in unserer Klimazone üblichen Samentypus, der völliges Austrocknen und Kälte verträgt.

Samenpflanzen

Die heute etwa 250 000 lebenden Arten von Samenpflanzen sind der größte Teil aller Pflanzenarten und ca. 98 % der Landpflanzen. Sie werden augenblicklich in fünf bis vier gleichberechtigte Gruppen unterteilt. Die Entwicklung in der molekularen Verwandtschaftsforschung seit Mitte der 1990er und v.a. den 2000ern läßt die Hierarchieebenen der Benennung immer wieder umstürzen, daher gibt es hier eine sehr „neutrale“ Form.

Samenpflanzen (Spermatophyta):

Palmfarne (Cycadales)	z.B. der als Zimmerpflanze beliebte Palmfarn <i>Cycas</i> , 289 Arten
Ginkgo (Ginkgoales)	heute nur noch 1 Art – der Ginkgo
Nadelbäume (Pinales)	601 Art, ev. zu vereinen mit den
Meerträubel-Verwandten (Gnetales)	nur 65 Arten
Bedecktsamer (Magnoliophyta)	Angiospermen – der übrige „Rest“

Die Samenpflanzen entstanden im frühesten Karbon vor etwa 360 Millionen Jahren, aus dieser Zeit gibt es Fossilien von frühen Vertretern der nacktsamigen Palmfarne, Ginkgos, Meerträubel und Koniferen. Die Bedecktsamer sind dagegen erst seit der frühen Kreidezeit vor ca. 140 Millionen Jahre nachweisbar.

Samenpflanzen haben zwar genau wie Algen, Moose oder Farne einen Generationswechsel, nur erfolgt er in Blüte, Pollenkorn und Samenanlagen versteckt viel weniger auf- und anfällig als z.B. bei den Farnen mit ihren zarten, feuchtigkeitsabhängigen Prothallien, die wie zu einer anderen Art gehörig aussehen. Auf diese Zusammenhänge wird in dieser Arbeitshilfe nicht weiter eingegangen.

Auf den reifen Samen gibt es deutliche Spuren ihrer Entstehung aus den meist eiförmigen Samenanlagen und auch ihrer Stellung im Fruchtblatt; um diese Spuren deuten zu können, geht es jetzt weiter ins „Eingemachte“.

Unbeweglich, meist etwas verdreht, aber gut versorgt – der weibliche Part:

Die Samenanlagen

In der Blüte differenziert sich aus dem **Placenta**-Bereich (lat. ‹Kuchen›) der Fruchtblätter ein zunächst immer aufrechter Gewebehöcker, der zur 0,1 – 10 mm großen Samenanlage auswächst. Der feste Gewebekern des **Nucellus** (lat. ‹Nüsschen›) wird von seiner Basis aus von ein bis zwei Hüllen (**Integumente**, lat. ‹Bedeckungen›) in Richtung des gegenüber liegenden Poles umwachsen (siehe Abbildung).

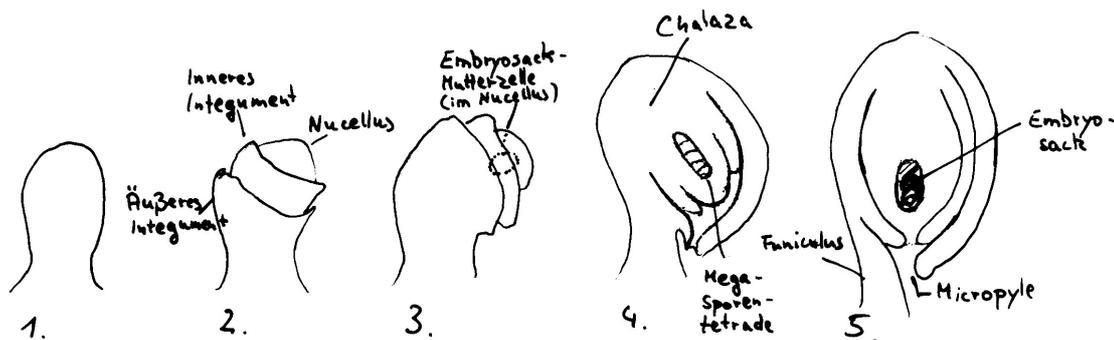


Abb 1. Die Entstehung der Samenanlage, schematisch

Sie lassen dort eine kleine Öffnung frei (**Mikropyle**, gr. ‹Kleines Tor›), durch die später bei der Befruchtung Pollen (bei Nacktsamern) oder Pollenschläuche (bei Bedecktsamern) zum Nucellus oder Embryosack gelangen können (s.u.).

Die Verbindung zwischen der Placenta am Fruchtblatt und der Basalregion unterhalb des Nucellus, die **Chalaza** (gr. ‹Hagel›, ‹Gerstenkorn am Auge› (?!)), wird in der Entwicklung stieldünn, durch diesen **Funiculus** (lat. ‹Kleines Seil›) verläuft ein Gefäßbündel in die Samenanlage.

In der einfach gebauten Blüte der Nacktsamer (Nadelgehölze, Ginkgo, Palmfarne: die Samen sind nicht in einen Fruchtknoten eingeschlossen, daher „nackt“) ist die ursprüngliche, aufrechte (**atrophe**, gr. ‹unwandelbare›) Position der Samenanlage beibehalten (Abb. 2). Die Micropyle liegt dabei auf einer geraden Achse gegenüber dem Funiculus, die Pollenkörner können leicht zum Bestäubungstropfen auf der Micropyle gelangen.

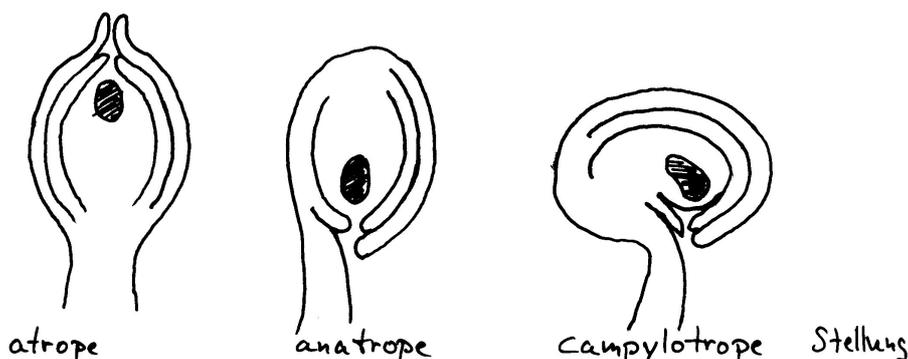


Abb. 2: Position der Micropyle zum Funiculus in der Samenanlage, schematisch

Bei den komplizierteren Blütentypen der Bedecktsamer hat jedoch eine Positionsänderung der Samenanlagen an den Fruchtblättern Vorteile. Die aus den Pollenkörnern auswachsenden Pollenschläuche müssen von der Narbe durch den Griffel meist bis zur Mikropyle kommen - eine 90°- oder 180°-Drehung der Samenanlage in Richtung Narbe machen diese Strecke kürzer (90° = **campylotrope**, gr. ‚krumme Wendung‘, 180° = **anatrop** Stellung, gr. ‚Umsturz‘). Sichtbares Zeichen für die 180°-Drehung der anatropen Samenanlage ist die Lage der Mikropyle direkt neben dem Funiculus bzw. Nabel, alle inneren Organe machen die Kurve aber genauso mit und sind eingeknickt. Bei Bedecktsamern ist die anatrop Position die entwicklungsgeschichtlich ursprüngliche Position, aus der die Samenanlagen teilweise „zurückdrehen“.

Im oberen Teil des Nucellus entsteht die **Eizelle**: Eine Zelle wird zur noch diploiden Embryosackmutterzelle – nach einer Reduktionsteilung wird sie zur **Embryosackzelle** mit nun einfachem Chromosomensatz, nach weiteren Teilungen reift dieser zum acht-kernigen Embryosack. Drei Kerne grenzen sich an seinem oberen Ende als Zellen ab und bilden den Eiapparat mit zwei Hilfszellen (Synergiden, gr. synergia: ‚Mitarbeit‘) und der deutlich vergrößerten mittleren Eizelle. Am unteren Ende bilden drei Kerne ebenfalls Zellwände aus – die Antipoden-Zellen (gr.: ‚Gegenfüßler‘), die mittleren beiden 'Polkerne' verschmelzen zum sekundären Embryosack-Kern und sind damit diploid wie eine normale Gewebezelle.

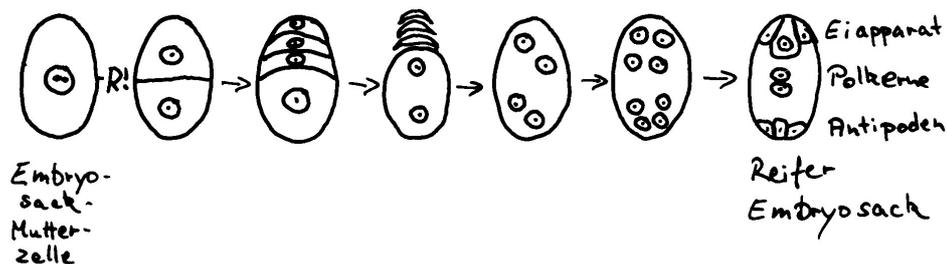


Abb.3: Bildung des Embryosacks aus der Embryosackmutterzelle (schematisch)

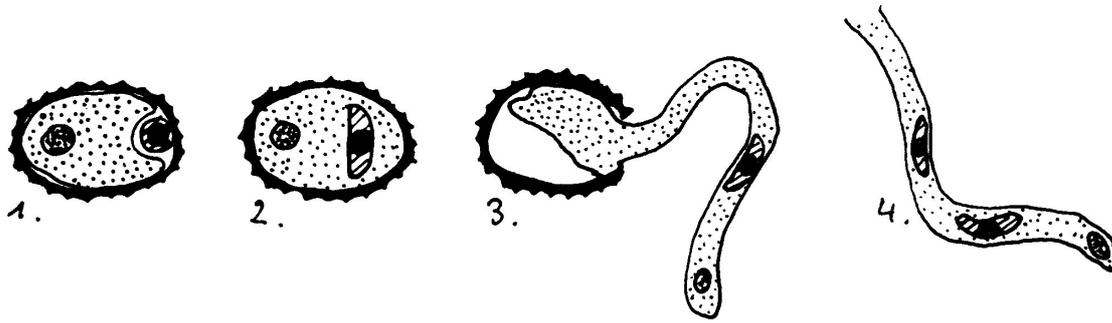
Klein, immer beweglich, nicht viel dran, etwas hilfsbedürftig– der männliche Part kommt dazu:

Die doppelte Befruchtung bei Bedecktsamern (in Kurzfassung)

(Die Entstehung des Pollen, „Blümchen und Bienchen“ und vieles anderes werden hier ausgelassen. „Ausführlich zusammengefasst“ und mit zahlreichen guten Abbildungen versehen ist die Darstellung der gesamte pflanzlichen Reproduktion bei http://www2.hu-berlin.de/biologie/arboretum/uebung_bluete.html)

Das **Pollenkorn** der Angiospermen besteht aus nur zwei Zellen, der vegetativen oder Pollenschlauch-Zelle und der generativen Zelle. Nach der Bestäubung wächst die vegetative Zelle mit bis zu 3 mm pro Stunde als Pollenschlauch aus dem Pollenkorn durch die Narbe in den Griffel, durch von der Nucellusspitze und den Synergiden abgegebene chemische Lockstoffe in Richtung Samenanlagen angezogen. Um das Durchwachsen zu erleichtern, gibt es den...Pollenschlauchtransmissionskanal, in dem die Pollenschläuche wie mit Leitplanken geleitet werden. Seine Zellen ernähren auch die

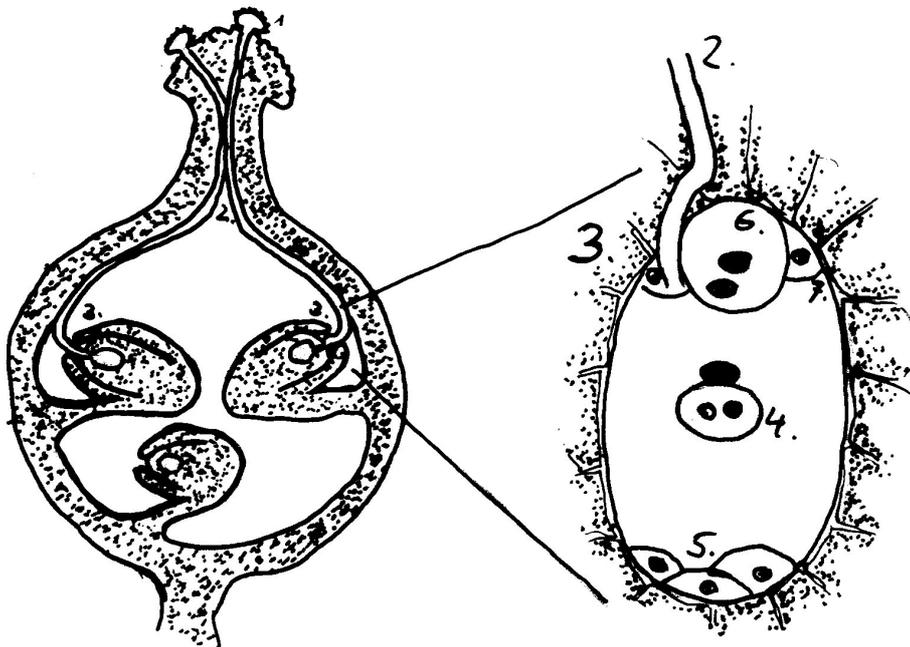
(vegetative) Pollenschlauchzelle, die dazu ständig ihr Plasma zur Spitze verlagert, um die im Verhältnis zur Pollenkorngröße relativ lange Strecke zu bewältigen.



1. Pollenkorn mit kleiner generativer (gestreift) und großer vegetativer (gepunktet) Zelle, unreif
2. Dasselbe im ausgereiften Zustand – die generative Zelle liegt in der vegetativen Zelle
3. Die vegetative Zelle wächst zum Pollenschlauch aus, der Zellkern bleibt stets im vorderen Bereich
4. Die generative Zelle teilt sich in zwei Spermakerne

Abb.4 : Pollenkorn und Pollenschlauch, schematisch

Die generative Zelle teilt sich - je nach Gattung – schon im Pollenkorn oder nach dem Auswachsen im Pollenschlauch in zwei **Spermazellen**, die sich stets an der Spitze des Pollenschlauches befinden und beim Erreichen des Embryosackes in eine Hilfszelle des Eiapparates entleert werden. Von dort vereint sich eine Spermazelle mit der Eizelle und die Kerne verschmelzen, woraus die **Zygote** entsteht (**erste Befruchtung**).



- | | |
|--|--------------------------------------|
| 1. ausgekeimtes Pollenkorn | 4. Polkerne und Spermakern (schwarz) |
| 2. Pollenschläuche im Transmissionskanal | 5. Antipoden |
| 3. und beim Erreichen des Embryosacks | 6. Eizelle und Spermakern (schwarz) |

Abb. 5: Doppelte Befruchtung bei Bedecktsamern, schematisch

Die zweite Spermazelle wandert tiefer in den Embryosack und ihr Kern verschmilzt bei der **zweiten Befruchtung** mit dem sekundären Embryosack-Kern (oder den noch nicht verschmolzenen Polkernen) zum triploiden **Endosperm-Kern** (gr. ‹Innen-Samen›).

Aus diesem und dem restlichen Embryosack-Plasma entsteht das sekundäre **Endosperm**. (*Primäres* Endosperm gibt es bei den Nadelbäumen, bei diesen Nacktsamern gibt es einige größere Abweichungen zur oben beschriebenen Samenbildung der Bedecktsamer. Es wird ohne eine zweite Befruchtung aus dem bei ihnen viel umfangreicheren Gewebe der Embryosackzelle gebildet und hat nur einen einfachen Chromosomensatz). Während der Samenbildung dient es zuerst der Ernährung des Embryos und wird dann mit Speicherstoffen gefüllt, die dann vor und während der Keimung vom Embryo aufgebraucht werden.

Soweit die doppelte Befruchtung – Der Vollständigkeit halber seien hier gleich kurz die weiteren Speichergewebe ergänzt, mehr folgt weiter unten:

Die Samen einiger Pflanzengruppen haben neben Endosperm ein **Perisperm** (gr. peri-: ‹ringsum›). Dieses diploide Speichergewebe ist aus dem Nucellus gebildet (also dem Gewebe um die Embryosackzelle), z.B. bei den Seerosen- und Pfeffergewächsen und in der Ordnung der Ingwerartigen Pflanzen (Ingwer, Bananen, Canna, Maranten). Ein bekanntes Beispiel dafür liegt in fast jeder Küche, Muskatsamen (-„Nüsse“) zeigen beim Reiben ihre interessante, hirnartige Struktur. Diese entsteht, da das äußere Perisperm dunkler gefärbt ist als das innere Endosperm und beide in eng ineinander gefaltet sind: ein „ruminiertes Endosperm“ (lat., bei Pflanzen ‹gefaltet, zernagt›, sonst ‹wiederkäuend›. Wiederkäuer heißen zoologisch Ruminantia. Eventuell ist die innere Struktur des Wiederkäuermagens mit seinen vielen Falten die Verbindung).

In der Ordnung der Nelkenartigen Pflanzen haben die Samen nur Perisperm und kein Endosperm, aus der Lieferung gehören dazu die Spinatsamen.

Weiß man nicht, ob es Endo- oder Perisperm ist - mit einfachen Untersuchungen ist die Anzahl der Chromosomensätze jedenfalls nicht festzustellen-, so ist die Bezeichnung „Nährgewebe“ in jedem Fall richtig.

Korbblüter, Schmetterlingsblüter u.a. haben nährgewebefreie Samen, bei ihnen werden die Nährstoffe nachträglich direkt in den Embryo umgelagert, meist in die Keimblätter. Bei Paranüssen ist als seltene Besonderheit der Hypocotyl Speicherorgan.

Die Hauptrolle:

Der Keimling (Embryo)

Nach der Befruchtung erfolgt die erste, ungleiche Teilung der Zygote. Die dabei zur Mikropyle zeigende Zelle bildet den Suspensor (lat. ‹Aufhänger›), der durch Teilung und Verlängerung den aus dem größeren Teil entstehenden eigentlichen **Keimling** (Embryo, gr. ‹Leibesfrucht›) weiter in das Nährgewebe schiebt und ihn dort verankert. In dieser Weise gut versorgt, teilt sich dieser weiter und formt **Keimwurzel** (Radicula, lat. ‹Würzelchen›), **Hypocotyl** (gr. ‹unter den Keimblättern›), **Keimblätter** (Kotyledonen, gr. ‹Vertiefung, Näpfchen›) und das Apikal- oder **Spitzenmeristem** (lat. apex ‹Spitze›,

gr. merizein ‹teilen›) oder die Plumula (lat.: ‹Flaumfederchen› – wg der Zartheit). Die Keimwurzel zeigt immer zur Micropyle, die Keimblätter zeigen Richtung Chalaza. Bei campylotroper und anatroper Stellung der Samenanlage kann der Embryo die Biegung mitmachen und dann fast doppelt so lang wie der Samen werden.

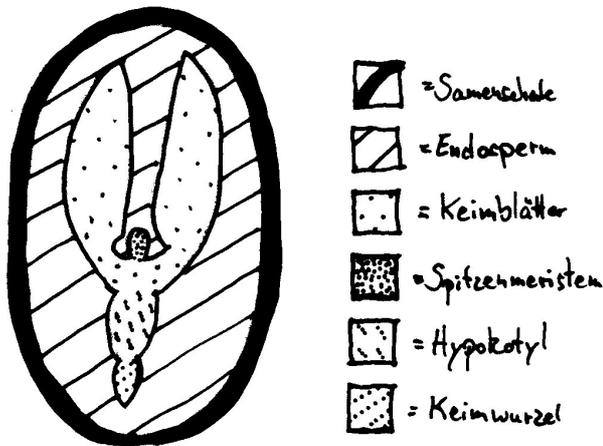


Abb 6: Schematisierter Aufbau des Samens einer zweikeimblättrigen Pflanze

Von der Mutter gut verpackt - praktisch, schön und der erste Eindruck:

Hüllen (Integumente), Samenschale (Testa und Tegmen) und Anhängsel (Arillus)

Nach der Befruchtung überwachsen die Integumente die Mikropyle, die entstehende **Samenschale** bleibt aber an dieser Stelle weiterhin dünn: Die Keimwurzel wächst deshalb hier bei der Keimung aus dem Samen.

Die Struktur der Samenschale hat entscheidenden Einfluß auf das Überleben, die Verbreitung und das Keimen des Samens. Die Samenschalen bekommen ihre Festigkeit hauptsächlich von Kohlenhydraten wie Cellulosen, Hemicellulosen und Pektinen, die die Zellwände verdicken. Die Schale ist oft als einziger Teil des Samens vollständig von diploidem Gewebe der Mutterpflanze gebildet, Endosperm und Keimling entstanden aus der doppelten Befruchtung. Nur Perisperm besteht noch ganz aus mütterlichem Gewebe, ist aber nicht immer vorhanden.

Da die Samenschale das Aussehen der Samen bestimmt, wird sie hier etwas ausführlicher beschrieben. Dieses Aussehen kann zwischen den innerhalb derselben Blüte entstandenen Samen sogar unterschiedlich sein. Diese **Heterokarpie** ist im Döschen Ko 2 der Lieferung gut zu sehen.

Traditionell wurde die Samenschale insgesamt als Testa (lat.: ‹Irdenes Gefäß, Schale›) bezeichnet, heute wird genauer zwischen **Testa** - aus dem äußeren Integument - und **Tegmen** (lat. ‹Bedeckung›) aus dem inneren Integument unterschieden.

Bei den Samen der Angiospermen sind ursprünglich immer zwei Integumente angelegt, bei einigen Arten umwächst aber nur eines den Samen vollständig, eines kann wieder abgebaut werden oder beide verschmelzen teilweise oder ganz.

Die äußerste Epidermisschicht - also das, was am ganzen Samen zuerst zu sehen ist - wird als Exotesta bezeichnet, die innerste als Endotesta. Dies ist unabhängig davon, was alles zwischen ihnen liegt, falls es mehrere Integumente gibt und auch eventuell weitere Schichten zwischen diesen, so wird die Gesamtheit Mesotesta genannt. Die neuere Unterscheidung der Samenschale in Testa und Tegmen ist in dieser Begrifflichkeit nicht mit weitergeführt.

Die Exotesta eines Samens kann farbig sein wie bei Feuer-Bohnen, reich strukturiert als Windfänger (wie bei Schlaf-Mohn, Kleiner Sommerwurz, Jungfer im Grünen und Rittersporn in der Lieferung) oder haarig. Die Flughaare der Pappelsamen in der Lieferung sind allerdings nicht von der Exotesta, sondern dem Arillus (s.u.) gebildet.

Die Samenschale kann auch als **Myxotesta** (gr.: <Schleim>) ausgebildet sein, die darin enthaltenen Zucker quellen beim Keimen zu einer Schleim-Masse auf. Ein bekanntes Beispiel sind die gelieferten Leinsamen oder auch die Kreuzblüter wie Kresse und Radieschen, außerdem Tomaten und Wegeriche.

Einige Samenschalen sind insgesamt sehr hart und bilden eine **Sklerotesta** (gr. sklero: <trocken, hart>). Diese gibt es z.B. bei Schmetterlingsblütern, zu denen die Bohnen-, Ackerbohnen- und Erbsensamen der Lieferung gehören; die schwierige Verdaubarkeit der Sklerotesta führt zum Blähbauch nach Bohnen- oder Erbsensuppe. Weiter haben Liliengewächse wie die gelieferten Küchen-Zwiebelsamen oder Samen von Winden, Canna und Fuchsschwanz-Gewächsen (z.B. Spinat) eine Sklerotesta.

Oft aber wird die harte Hülle nicht nur von der Samenschale, sondern von den miteinander verwachsenen Samen- und Fruchtschalen gebildet - die Samen bleiben also in der Frucht. Daher muß es z.B. bei den gelieferten Getreiden botanisch richtig eigentlich „**Karyopse**“ und bei den Korbblütern (in der Lieferung Sonnenblume, Dahlie und Ringelblumen) „**Achäne**“ statt „Samen“ heißen, sie laufen in dieser Arbeitshilfe aus Gründen der Handhabung oft mit unter „Samen“. Auch bei Steinfrüchten (Pfirsich, Kirsche und Kokos) ist die äußere harte Schale durch einen Teil der Fruchtwand gebildet, die eigentliche Samenschale ist bei ihnen aber noch gut erkennbar.

Die Samenschale kann sich auch während ihrer Bildung - unabhängig von der Zahl der beteiligten Schichten - über alle Schichtengrenzen hin in die harte, innere Sklerotesta und die äußere, fleischige und oft bunte **Sarkotesta** (von gr. sarx: <Fleisch>) teilen.

Diese Zweiteilung gibt es bei den bei uns weniger bekannten, großen Samen der Palmfarne mit orangeroter Sarkotesta, den roten Magnoliensamen oder den Gingko-Samen mit beeindruckend übel nach Buttersäure riechender Sarkotesta.

Wird nur das kleine Stück zwischen Funiculus und Integument fleischig und wächst stark, so wird dieses der **Arillus** (it.: <Samenmantel>), der die Samen der nacktsamigen Eiben auffällig rot umhüllt, beim Europäischen Pfaffenhütchen die rosa Hülle um die orangen Samen legt, bei der Muskatnuß die rote „Muskatblüte“ (Macis) bildet. Bei Granatapfel und Passionsblumen-Frucht (Maracuja) ist gut zu sehen, daß die Samen nicht in einer Fruchtfleisch-Masse liegen, sondern einzeln fleischig sind. Bei Seerosen-Samen bildet er einen Schwimmsack, bei Pappelsamen die trockenen Flughaare.

Bei einigen Arten wurde dieser Arillus wiederum zum Samenanhängsel reduziert und durch Fett-, Eiweiß- oder Kohlenhydrat-Einlagerung zum Tiere anlockenden **Elaiosom** (gr. ‹Fettkörper›). Nach ihrem Ansatzort werden Elaiosomen in Caruncula (lat.: ‹fleischiger Auswuchs›, an der Keimöffnung) und Strophiole (gr. u. lat.: stroph- ‹gedreht›: ‹Kränzchen›, am Funiculus bzw an der Samennaht) unterschieden. Die Samen von Veilchen und Lerchensporn z. B. werden von Ameisen weggetragen und damit verbreitet, denn wenn diese die Elaiosomen abgefressen haben, lassen sie die Samen liegen.

Stielchen (Funiculus) und Nabel (Hilum)

Die Abbruchstelle des Samens vom Funiculus hinterläßt eine gut sichtbare Narbe, den **Nabel** (Hilum, lat. ‹Kleines Ding, Fleck›).

Im Funiculus verlaufen alle Leitbündel, durch die der wachsende Samen ernährt wird. Bei anatropen (180° gedrehten) Samenanlagen liegt der Funiculus ein Stück weit dem äußeren Integument auf, die Leitbündel verwachsen damit und sind dann auf der reifen Samenschale gut als **Samennaht** (Raphe, gr.: ‹Naht›) sichtbar. Bei campylotropen (90° gedrehten) Samenanlagen ist sie wegen der kürzeren Strecke weniger auffällig.

In einigen Fällen sitzen die Samenanlagen ohne Funiculus direkt auf der Plazenta, wenn sie sich davon lösen, ist der Nabel entsprechend groß. Sehr gut sichtbar ist das bei Roßkastanien.

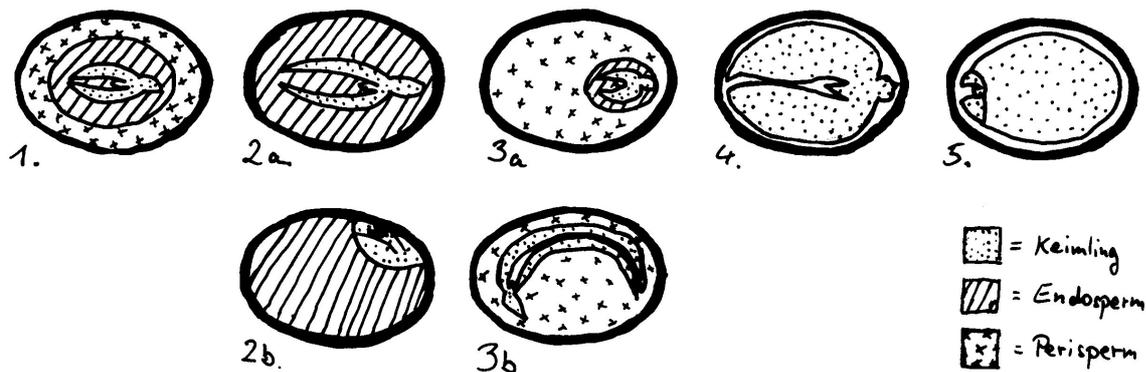
Mitgift und Proviant in allen möglichen Speisekammern:

Speicherstoffe und Speicherorte

Während die Samenschale den zukünftigen Schutz ausbildet, werden Nähr- und Reservestoffe für die Samenreife und die spätere Keimung in die Speicherorgane geleitet. Welche Nährstoffe in welchem Samenbestandteil eingelagert werden, ist Unterscheidungsmerkmal für Pflanzenfamilien - außer der Samenschale kann alles Speicherorgan sein.

Bei ursprünglicheren Bedecktsamern sind die Speicherstoffe vollständig im Endosperm oder Perisperm eingelagert, die den Keimling vollständig umschließen, z.B. bei Ricinus. Beim Getreide wird der Keimling an den Rand gedrängt, das Endosperm nimmt fast den gesamten Samen ein. Bei der Keimung müssen die Speicherstoffe aus dem Nährgewebe gelöst und in den Embryo transportiert werden.

Ein Entwicklungsfortschritt ist die Speicherung direkt in den verschiedenen Teilen des Embryos, so in den Keimblättern bei den Schmetterlingsblütlern, Eichen, Walnüssen und Roßkastanien oder bei der Paranuss im Hypokotyl. Dadurch sind die Speicherstoffe bei der Keimung sofort verfügbar.



1. Speicherung in Endo- und Perisperm: z.B. Muskatnuß
 2. Speicherung im Endosperm: a.) z.B. Ricinus, b.) z.B. Gerste
 3. Speicherung im Perisperm: a.) z.B. Pfeffer, b.) z.B. Spinat
 4. Speicherung in den Keimblättern: z.B. Gartenbohne, Sonnenblume
 5. Speicherung im Hypocotyl: z.B. Paranuß
- Nur in der Samenschale werden nie Nährstoffe gespeichert.

Abb. 7: Mögliche Samenbestandteile als Speicherorgane für Nährstoffe

Die hauptsächlichsten **Speicherstoffe** werden bei den verschiedenen Pflanzenfamilien in unterschiedlichen Anteilen eingelagert (siehe Tabellen bei den Art-Beschreibungen). Es sind **Stärke** (Hauptreservestoff bei Gräsern, damit allen Brotgetreidearten), **Fette und Öle** (z.B. bei Raps, Lein, Kokosnuss oder Sonnenblumenkernen) oder horn- bis steinartige **Reservecellulose** in der Ordnung der Lilienartigen (Liliales) und bei manchen Palmenarten (z.B. Dattelkerne oder die als Elfenbeinersatz genutzten „Tagua-Nüsse“ der Phytelphas-Palme). „Hornartig“ bezieht sich dabei nur auf den Eindruck beim Anfassen, nicht auf die Zusammensetzung: Horn ist aus Eiweißen aufgebaut. **Eiweiß** ist Hauptspeicherstoff bei allen Schmetterlingsblütern.

Allgemein werden Stärke, Eiweiß und Öle im Zellinneren gespeichert, Reservecellulose hingegen in den Zellwänden. Bei den Samen von Schmetterlingsblütern wird der hohe Eiweißanteil in den Vakuolen der Keimblätter als Aleuron-Körner (gr. ‚Mehl‘) gelagert.

Die Art des Speicherstoffes beeinflusst stark das Quellungsverhalten der Samen (s.u.).

Um die zur Samenfüllung benötigte große Menge an Speicherstoffen zu bekommen, treiben bei vielen Arten saugorganartige Zellen vom Embryosack und Endosperm aus in den Funiculus und die Fruchtknotenwand, sie verhalten sich dann fast wie ein Parasit in der Mutterpflanze. Leider ist das dem reifen Samen nicht mehr anzusehen.

Eine Besonderheit gibt es bei der Kokosnuß: Wie bei vielen Bedecktsamern erfolgt die Endosperm-Bildung nukleär, d.h., die Zellkerne im Endosperm teilen sich schnell, die Aufteilung in einzelne Zellen durch Zellwandbildung erfolgt erst danach. Die jungen Samen enthalten fast nur süße Flüssigkeit, die während der Reife in öliges, festes Endosperm umgewandelt wird. Im Zentrum des Samens unterbleibt die nachträgliche Wandbildung und das Endosperm bleibt dort flüssig. In der „Kokosmilch“ schwimmen daher zahlreiche freie Endospermkerne. Die Flüssigkeit verschwindet erst bei der Samenkeimung völlig.

Kokosnuß-Samen sind schon relativ schwer, aber eine andere Palme hat den weltweit größten Samen: Die Seychellen-Nuß (*Lodoicea maldivica*) wiegt 20 kg und hat 50 cm Länge, braucht dafür allerdings auch sechs Jahre Entwicklungszeit.

Der Unterschied zum anderen Ende der im Gewichts-Skala ist recht groß: Ein Samen einer Orchidee wie Vanille (ohne jede Nährstoffeinlagerung und ganz auf die Hilfe durch symbiontische Pilze angewiesen) oder der parasitischen Sommerwurz-Arten (Orobanche) mit einigen wenigen Endospermzellen wiegt etwa 0,000001g, also 1 µg, Pappel-Samen nur wenig mehr. Komplette Pflanzen wachsen jedoch aus allen.

Alles vorbereiten zur Ruhe:

Samenreifung

So wie viele andere Stoffwechselfvorgänge ist die Samenbildung durch Phytohormone gesteuert. Das Zusammenspiel der allgemein eher fördernd wirkenden Gibberelline, Indolyl-Essigsäure (IAA) und Auxine und der allgemein eher hemmend wirkenden Abscisinsäure (abgekürzt ABA) steuern auch die Samenreifung.

Wenn die Zellteilungen des Keimlings während der Samenentwicklung abgeschlossen ist, bewirkt er über den Hormonanstieg von ABA die Einlagerung der Speicher-Proteine für die spätere Keimung aus. Außerdem werden Schutz-Proteine für die Zellstrukturen des Samens gebildet. Diese sind während der bald folgende Austrocknungsphase nötig, damit der Samen die Reifung überstehen kann – sein Wassergehalt sinkt dabei immerhin auf 10 % und weniger.

Sind dann alle Nährstoffspeicher gefüllt, wird der Samen bei der Reifung entquollen und entwässert, die Enzyme des Stoffwechsels verlieren ihre Wasserhüllen (Hydratationen) und damit Struktur und Aktivität: es gibt nur noch einen minimalen Stoffumsatz. Durch das fehlende Wasser werden sie auch Hitze- und vor allem Kälte-stabil und sind bereit, auf günstige Bedingungen zum Auskeimen zu warten.

Viele ruhende Samen sind sehr tolerant gegen extreme Temperaturen, einerseits entstehen durch ihren niedrigen Wassergehalt bei Frost keine zerstörerischen Eiskristalle, andererseits macht ihnen auch kurzzeitige Hitze wenig aus, einige Samen brauchen sogar Hitze als Feuer oder kochendes Wasser, um zu Keimen (s. 7. 2.).

Für eine lange künstliche Lagerung von Samen, wie z.B. in Samenbanken, ist bei den meisten Arten die völlige Trocknung der entscheidende Punkt: Bei 5-8% Samenfeuchtigkeit und luftdichter Lagerung mit Silica-Gel sind Samen sehr lange haltbar, die Temperatur ist dann nur zweitrangig. (Silica-Gel ist auch als Beipacktüchchen von manchen Lebensmittel-Packungen bekannt). Allgemein gilt aber für trockene Samen, dass eine Senkung der Temperatur um 5 °C zu einer Verdoppelung der Überlebenszeit führt, sie können sogar tiefgefrorene Lagerung sehr lange überleben.

Samen aus tropischen, immerfeuchten Gebieten wie z.B. Kakao können so allerdings nicht gelagert werden: Sie „erkälten“ sich, einige erst ab 5 °C, andere schon unterhalb von 15-20 °C. Außerdem dürfen sie gerade *nicht* austrocknen, sie brauchen 98% Luftfeuchtigkeit – unter diesen Bedingungen fühlen sich allerdings auch viele Mikroorganismen wohl, was die kurze Keimfähigkeit vieler feucht-tropischer Samen erklärt.

Aber auch ca. 5 % der Samen aus unseren Breiten, wie die großen Samen von Eiche, Esskastanien oder selbst Berg-Ahorn dürfen weder natürlich noch künstlich völlig trocken lagern. Sie brauchen dann auch Sauerstoff, damit durch geringen Stoffwechsel etwas Energie z. B. für Reparatur-Enzyme bereitgestellt werden kann.

Und endlich geht es los:

Die Keimung

Es quillt...

Der Keimvorgang selbst wird immer durch die **Quellung** eingeleitet, bei der Keimling und Nährgewebe Wasser aufnehmen – wenn die Samenschale dieses hindurchläßt (s. 7.2). Ganz unabhängig davon, ob Samen keimfähig sind oder nicht, verläuft die Quellung anfangs gleich, alle Makromoleküle im Protoplasma bekommen ihre Hydrathüllen zurück, ebenso die Zellwand-Bestandteile (Protopektine und Hemicellulosen). Zusätzlich wird Wasser kapillar gebunden.

Die Art der Speicherstoffe beeinflussen die Quellungsintensität der Samen, Eiweiße quellen am stärksten, Stärke weniger, am wenigsten Cellulose: Gut ist das am Vergleich von Bohnen, Weizen- und Dattelsamen zu sehen. Alle drei Stoffe sind in jedem Fall nur begrenzt quellfähig, das Zellplasma hingegen prinzipiell unbegrenzt – nur die Zellwände setzen dem ein Ende. Die Quellung kann dabei Kräfte von einigen 100 bar entwickeln. Dieses bewirkt, dass die Samenschale platzt, weil das gequollene Gewebe mehr Platz braucht und gleichzeitig die Samenschale durch das Aufquellen ihrer Kohlenhydrat-Bestandteile weich wird.

Je mehr Wasser, um so besser?

Das Wasser hat nicht nur für das Aufquellen Bedeutung, manchmal ist ein Übermaß an Wasser notwendig, um Hemmstoffen aus der Samenschale auszuwaschen.

Andererseits kann ein Zuviel an Wasser bei der Keimung jedoch auch abträglich sein. Vor allem große, sehr trockene Samen von Leguminosen können durch Einweichen Schaden nehmen, da ihre Moleküle und Strukturen dann beim schnellen Quellen zerreißen können. Wenn sie zuerst für zwei Tage in wasserdampfgesättigter Luft erstes Wasser aufnehmen können, besteht diese Gefahr nicht mehr.

Ebenso bekommen die Samen bei langem Liegen unter Wasser eventuell nicht genügend Sauerstoff für die Veratmung der Speicherstoffe, dann stellen die gelösten Speicherstoffe einen guten Nährboden für Pilze und Bakterien dar, sowie der Keimvorgang gestört wird.

Einmal gequollen gibt es kein Zurück...

Die Veränderungen im Protoplasma des Embryos bei der Quellung können nicht wieder rückgängig gemacht werden. Wenn aufgequollene Samen wieder eintrocknen, sterben sie ab, auch wenn sie nach dem Trocknen wieder genügend Wasser zur Verfügung haben.

Es kommt...

Die sichtbare Keimung

Nach der Quellung haben die Enzyme ihre funktionierende Struktur zurück, das Leben könnte losgehen.

Um die Keimung geht es in der Lieferung und Arbeitshilfe 7.2 . Bei den Versuchen zur Samenuntersuchung mit quellenden Samen entstehen jedoch auch schnell Keimlinge, darum gibt es hier schon einige Informationen zur Keimung.

Die **Keimfähigkeit** der Samen hängt von vielen endogenen Faktoren ab:

- Die Samen müssen bei der Ernte physiologisch ausgereift sein und
- eventuell notwendige Nachreifeprozesse müssen abgeschlossen sein,
- genügend Nährstoffe müssen gespeichert worden sein,
- die Stoffwechsel-Vorgänge der Samen müssen durch passende Umweltbedingungen (z.B. Trockenheit) soweit reduziert gewesen sein, dass noch genügend Energie- und Baustoff-Reserven für den Keimvorgang vorhanden sind,
- keimungshemmende Stoffe und physiologische Barrieren (z.B. wasserundurchlässige Samenschalen) müssen abgebaut sein.

Der Keimvorgang ist außerdem von exogenen Faktoren abhängig, wie

- Temperatur,
- Feuchtigkeit,
- Sauerstoff und
- teilweise auch vom Licht.

Das Alter der Samen hat natürlich einen Einfluß auf die Keimfähigkeit. Wie lange diese erhalten bleibt, hängt, wie oben schon angesprochen, sowohl von endo- wie exogenen Faktoren ab. Bei Weizen sind dies meist ca. 10 Jahre, aber auch 100-200 Jahre sind unter optimalen Bedingungen bei hartschaligen Samen häufig, z. B. bei Leguminosen oder Malvaceen. Bei Ausgrabungen gefundene Lotosblumen (*Nelumbo*) keimten auch nach 1000 Jahren noch, Weiden und Pappelsamen leben hingegen nur Tage, Kakao und viele andere Arten aus den feuchtwarmen Tropen nur für einige Wochen.

Die **Keimdauer** hängt ebenso von endo- wie exogenen Faktoren ab. Sie schwankt zwischen wenigen Stunden wie bei Weiden und Pappeln und mehreren Jahren wie bei Pfingstrosen. Die meisten Arten der Lieferung haben, je nach Temperatur, Keimdauern von wenigen Tagen bis zu zwei Wochen. Am schnellsten keimen allgemein Samen, bei denen die Reservestoffe in den Keimblättern gespeichert sind.

Die Steuerung erfolgt wieder durch die antagonistischen Phytohormone Abscisinsäure (allgemein hemmend) und Gibberellinsäure (allgemein fördernd). Sie bewirken im Zusammenspiel das Mobilisieren der im Samen vorhandenen Nährstoff(rest)e und als deutliches Zeichen wächst die Keimwurzel durch die Mikropyle aus dem Samen:

Er keimt.

Bei der **epigäischen Keimung** (gr.: <über der Erde>) der zweikeimblättrigen Pflanzen verankert die Keimwurzel den Samen mit zahlreichen Wurzelhals-Haaren im Boden, dann werden Hypokotyl und Keimblätter aus dem Samen gezogen, letztere im Licht entfaltet und Chlorophyll gebildet. Dies ist der ursprüngliche Weg, bei nährgeweereicheren Arten verbreitet.

Bei der daraus weiterentwickelten **hypogäischen Keimung** (gr. <unter der Erde>), bleiben die mit Speicherstoffen gefüllten Keimblätter im Samen. Eine besonders stabile Verankerung ist daher nicht nötig, denn es müssen nur Epicotyl (gr. <über den Keimblättern>) und Plumula durch die Mikropyle, die ersten Blätter sind im Licht neu gebildete Laubblätter.

Sehr schwere oder normalerweise unter der Erde keimende Samen brauchen ebenfalls keine zusätzliche Verankerung durch Wurzelhals-Haare.

Dabei geht die Trennung zwischen epi- und hypogäischer Keimung auch zwischen nahen Verwandten hindurch, Buche (Fagaceae) und Gartenbohne (*Phaseolus vulgaris*) keimen epigäisch, Eichen (Fagaceae) und Feuerbohnen (*Phaseolus coccineus*) ebenso wie Ackerbohnen und Erbsen hingegen hypogäisch.

Die Begriffe epi- und hypogäisch sind dabei mißverständlich, denn es kommt nicht entscheidend darauf an, ob der Samen über oder unter der Erde keimt, sondern, ob die Keimblätter im Samen bleiben oder sich außerhalb entfalten. Gerade große oder sehr große Samen wie Eicheln oder Kokosnüsse bleiben auf dem Substrat liegen, keimen aber hypogäisch. Die Art des Keimens ist nicht mit einem bestimmten Speichergewebe verbunden, epigäisch auf dem Substrat keimende Pflanzen können sowohl Endosperm als auch Speichercotyledonen haben

Das Keimungsverhalten der Einkeimblättrigen wurde besonders intensiv an Gerstenkaryopsen untersucht (Samen- und Fruchtschale sind bei den Gräsern verwachsen, diese typische Sonderform heißt Karyopse). Das Endosperm besteht dabei im reifen Samen hauptsächlich aus mit Eiweiß und Stärke gefüllten toten Speicherzellen. Der gequollene Keimling bringt die lebenden Zellen der besonders eiweißhaltigen Aleuronschicht unter der Schale durch Gibberelline (Pflanzenhormone) dazu, Proteasen und Amylasen in das Endosperm abzugeben. Die gelösten Produkte der Speicherstoffe können vom Keimling dann durch ein schildförmiges Saugorgan (Scutellum, lat. <Schildchen>) leicht aufgenommen werden. Dieses hat sich aus dem echten einzigen Keimblatt entwickelt, das bei der Keimung also im Samen bleibt. Das erste sichtbare Blatt ist daher schon das erste Laubblatt. Anders als bei hypogäisch keimenden Samen der zweikeimblättrigen Pflanzen ist das Scutellum aber nicht selbst Speicherort.

Bei Küchen-Zwiebeln zum Beispiel ist dagegen das erste erscheinende Blatt wirklich das Keimblatt.

**Die Fortsetzung in Arbeitshilfe 7. 2 folgt 2011 nun wirklich...
fast undurchdringbar in Schale geworfen, etwas verschlafen, aber auch
aufgeweckt, etwas frostig und mit Feuer und Qualm ...- eine spannende
Geschichte.**

Das Saatgut der Lieferung und die Ergänzungsarten mit ihren Nutzungsmöglichkeiten:

Lief.-Kürzel	Art	Nutzpflanzen							Zierpflanzen
		Nahrung				Tierfutter	Medizinische Nutzung (verschiedene Pflanzenteile)	Faserpflanzen und Holz	
		als erkennbarer Samen	als Frucht	als Pflanze	Unkenntlich verarbeitet (Mehl, Öl...)				
	Avocado		X		X		X		
Ha 1	Jungfer im Grünen								X
Ha 2	Garten-Rittersporn						(X)Schmuckdroge		X
Ha 3	Wilde Waldrebe								
Mo 1	Schlaf-Mohn	X			X		X	X	X
Fu 1	Spinat			X	X				
Lei 1	Saat-Lein	X			X		X	X	X
Wei 1	Schwarz-Pappel							X	
Kü 1	Speise-Gurke		X						
Kü 2	Kürbisse	X	X		X		X		(X)
Kü 3	Explodiergurke		X						X
Sch 1	Feuer-Bohne	X	X						X
	Garten-Bohne	X	X		X		X		
Sch 2	Ackerbohne	X							
Sch 3	Speise-Erbse	X	X		X	X			
Sch 4	Rot-Klee			X		X	(X)		
Ka 1	Kapuzinerkresse	X	X	X					X
Kr 1	Radieschen			X					
Kr 2	Raps				X		X	X	
Bi 1	Trompetenbaum								X
Som 1	Kl. Sommerwurz	Hier passt keine der Kategorien – Orobanche läßt sich hingegen von Nahrungs- und Tierfutterpflanzen ernähren							X

Lief.-Kürzel	Art	Nutzpflanzen							Zierpflanzen	
		Nahrung			Unkenntlich verarbeitet (Mehl, Öl...)	Tierfutter	Medizinische Nutzung (verschiedene Pflanzenteile)	Faserpflanzen und Holz		Technische Nutzung
		als erkennbarer Samen	als Frucht	als Pflanze						
Ko 1	Einj. Sonnenblume	X			X	X	X		X	X
Ko 2	Garten-Ringelblume				X		X, Schmuckdroge			X
Ko 3	Fiederbl.-Dahlie						(X)Schmuckdroge			X
Ko 4	Schm. Tagetes			(X)						X
Do 1	Speise-Möhre			X		X				
	Vanille	X	X		X					
La 1	Speise-Zwiebel			X	X		X			
	Kokosnuß	X	X		X			X	X	X
	Dattel	X	X		X	X	X	X	X	X
Sü 1	Saat-Hafer	X			X	X	X			
Sü 2	Kultur- Mais	X			X	X	X	X	X	
	Saat-Weizen	X			X	X			X	
	Roggen	X			X	X			X	
	Saat-Gerste	X			X	X			X	

Angaben zu den gelieferten 27 Arten und den Ergänzungsarten

Im Folgenden gibt es - soweit verfügbar - Informationen über

Samenaufbau,
Samengröße (Länge x Breite),
Tausendkorngewicht (bei Nutzpflanzen sehr sortenabhängig),
Inhaltsstoffe,
Herkunft der Wildarten,
geschichtlichen Nutzungsbeginn durch den Menschen,
medizinische Nutzung,
Besonderheiten der Samen und der dazugehörigen Pflanzen.

Die Angaben für Inhaltsstoffe, Tausendkorngewicht und Samengrößen müssen teilweise etwas vage bleiben, da es starke Sorten-Unterschiede gibt. Aus diesem Grund ergeben auch die manchmal aus unterschiedlichen Quellen zusammengetragenen Angaben für die Bestandteile nicht immer 100 %. Sie reichen aber zur Einordnung aus, ob es z. B fett-, stärke- oder eiweißreiche Samen sind.

Seit 2007 verändern wir die Arten-Zusammenstellung – 2011 können wir nun erstmals auch die Kleine Sommerwurz (*Orobancha minor*) ausgeben (☺☺☺) – bitte beim Ausschütten der Samen die Luft anhalten.

In der Arbeitshilfe sind auch Samen beschrieben, die wir nicht selbst ernten oder zukaufen können (z.B. Kokosnüsse), die aber sehr auffällig und lohnend als Ergänzung für den Lieferung sind. Bitte kaufen Sie diese selbst im Lebensmittelhandel, sie sind im Text mit „SB“ gekennzeichnet.

Einige „altvertraute“ Arten haben wir aus verschiedenen Gründen in den letzten Jahren aus der Lieferung gestrichen, die jetzt z.B. fehlenden Getreidearten können bei Bedarf aber weiterhin im Botanischen Schulgarten Linden bestellt werden.

Die Reihenfolge der folgenden Beschreibungen zu den gelieferten Arten richtet sich nach der neuen botanischen Systematik, das ist zwar erst etwas unübersichtlicher als eine alphabetische Ordnung, aber sinnvoll. Viele Merkmale der Samen sind familientypisch und gelten für alle Gattungen einer Familie; sie müssen dann nicht mehrmals aufgeführt werden.

Die Samen-Döschen sind mit den ersten Buchstaben der botanischen Familie (in Deutsch) und Zahlen beschriftet. Die Zahlen beginnen in jeder Familie wieder bei „1“. Dieses erscheint uns als beste Lösung, um Veränderungen an der Lieferung relativ problemlos durchführen zu können

Auf der letzten Seite dieser Arbeitshilfe befindet sich die alphabetische Auflistung der Arten nach den Kürzeln!

Und noch etwas vorweg:

Ungewohnte Schreibweisen der deutschen Namen und „Autoren“- Abkürzungen

Bei den deutschen Pflanzennamen wirken die Bindestriche manchmal etwas befremdlich bzw. wirken wie falsch gesetzt, sind aber für die richtige Artbenennung ebenso wichtig wie beide Bestandteile der botanischen Namen (z. B. der Saat-Hafer *Avena sativa* L.). Es gibt 25 Arten in der Gattung Hafer, z.B. auch Flug-Hafer, Bart-Hafer oder Sand-Hafer – dazu gehört allerdings nicht der bekannte Gewöhnliche Strandhafer (*Ammophila arenaria*) der Nord- und Ostsee-Dünen. Der Bindestrich macht den Unterschied zwischen Saat-Hafer und Strandhafer deutlich, zwischen Garten-Kresse (die aus dem Pappkarton) und Kapuzinerkresse, zwischen Speise-Erbse und Platterbse, Klatsch-Mohn und Federmohn oder zwischen Bogen-Flieder und Strandflieder.

Die botanischen Namen sind für Nicht-Botaniker eventuell *etwas* verwirrend, v. a. die etwas kleiner geschriebenen, etwas umständlich erscheinenden Abkürzungen hinter den botanischen Namen (z.B. *Pisum sativum* L. ssp. *elatius* (Steven) Schmalh.).

Es gab und gibt immer wieder sowohl das Problem von mehreren botanischen Namen für dieselbe Pflanze als auch das des selben Namens für verschiedene Pflanzen. Daher ist das „Kleingedruckte“ bei jeder weitergehenden Beschäftigung mit den Pflanzen und der Informationssuche über sie sinnvoll, denn die „Autoren“ (Benenner)-Abkürzungen geben an, wer der Pflanze diesen Namen gegeben hat.

Umbenennungen durch neue Forschungsergebnisse gab es zum Leidwesen vieler schon immer (manchmal füllen die Namen für eine Pflanze ganze Seiten). Durch die neuen technischen Untersuchungsmöglichkeiten seit Mitte der 1990iger gibt es zahlreiche neue Erkenntnisse in der Verwandtschaftsforschung, gerade auch im Wildarten- und Kultursorten- Bereich. Oft erwiesen sich die vermeintliche wilde Stammart und die Kulturart einer Nutzpflanze als zwei Unterarten (=subspecies = ssp.) derselben Art.

So gibt es in der Literatur nun mehrere synonyme Namen für dieselbe Pflanze, teilweise wurden sie auch noch unterschiedlichen Familien zugerechnet. Diese Unklarheit ließ sich bis vor Kurzem mit Hilfe der Angabe der Autoren und mit dem „Zander“ sicher aufheben. In diesem „Handwörterbuch der Pflanzennamen“ sind die synonymen Namen zahlreicher Arten und der aktuell offiziell gültige Name aufgeführt, so daß sich im Zweifel überprüfen läßt, ob von gleichen oder verschiedenen Pflanzen die Rede ist. Leider ist die Auflagenfolge des „Zander“ nicht so dicht, daß alle neuen Erkenntnisse in der Verwandtschaftsforschung jeweils eingearbeitet werden können – in absehbarer Zeit sollte dieses aber wieder möglich sein.

Jede/r möge entsprechend der Schülerinnen und Schüler selbst entscheiden, inwiefern die richtige, aber ungewohnte Schreibweise der Pflanzennamen für den Unterricht übernommen wird.

Bedecktsamer (Angiospermen)

'Magnoliids'

Ord.: Lorbeerartige (Lurales)

Fam. Lorbeergewächse (Lauraceae)

Allgemein: Die Lorbeergewächse haben anatrophe Samenanlagen ohne Endosperm mit geradem Keimling, die Nährstoffe sind in den großen Keimblättern gespeichert.

Avocado (*Persea americana* Mill)

(SB)

Der große Samen eignet sich sehr gut zur Untersuchung, denn alles ist ohne jede Vergrößerung zu sehen. Die graubraune Samenschale ist aus zwei Integumenten gebildet, diese sind allerdings schwierig zu trennen. Der im Vergleich zu den Keimblättern relativ kleine Keimling sitzt zwischen den riesigen Speicherkeimblättern, die Keimwurzel und die Anlagen der ersten Laubblätter sind sehr gut sichtbar. Der Keimling war am Beginn der Samenbildung völlig von Endosperm umhüllt, dieses wird jedoch bis zur Reife ganz aufgebraucht.

Das Ursprungsgebiet der Avocados erstreckt sich in den Anden zwischen Zentralamerika und Süd-Mexiko über ca. 1000 km. Es gibt Samenfunde als Nachweise für die Nutzung von 7 000 v. Chr. aus Mexiko und für die Kultur von 6 000 v. Chr. aus Oaxaca, von da an kontinuierlich in allen bekannten archäologischen Ausgrabungsstätten in Mexiko. Die Samengröße war immer proportional zur Fruchtgröße und betrug bei den ältesten Funden in Tehuacan nur 3,4 cm³, bei den jüngsten aus der Palo Blanco –Periode (200 v Chr. – 700 n. Chr.) waren die Früchte schon zu einer Samengröße von 10, 5 cm³ selektiert worden. Dies ist nicht verwunderlich, da die grüne Beere ein sehr fettes, wohlschmeckendes Fruchtfleisch hat. Gegen die modernen Sorten mit Kerngrößen bis 35 cm³ waren diese Früchte natürlich noch klein. Heute wird züchterisch versucht, den Kernanteil an der Frucht zu verkleinern.

Avocados waren ursprünglich in verschiedenen Klimabereichen der Anden verbreitet, daher gibt es heute Typen für den Anbau in feuchtwarmen wie auch eher kühl-trockenen Gebieten. Mexiko ist mit ca. 125 000 ha größter Anbauer, der zweitgrößte sind die USA, hauptsächlich in Kalifornien mit etwa 29 000ha – es wird offensichtlich viel Grundstoff für Guacamole gebraucht. 2004 wurden weltweit ca. 3,2 mio t Avocado geerntet – ein Drittel mehr als zehn Jahre zuvor. Mexiko hat allein 32 % der Welternte produziert. Israel, Spanien, Südafrika und Kenia haben mittlerweile ebenfalls einen bedeutenden Avocado-Anbau (Spanien hat die Erntemengen seit 1980 versiebenfacht) und versorgen auch den deutschen Markt.

Avocado ist ein Beispiel für die Verbreitung einer neuen Nutzpflanze; in Deutschland 1975 noch fast unbekannt, ist sie heute selbstverständlicher Teil der Ernährung. Die Frucht reift günstigerweise am Baum nicht aus, bleibt daher hart und ist so gut transportabel. Als neues Produkt baut Neuseeland gerade einen Markt für Speiseöl aus Avocado auf, im Fruchtfleisch sind bis 30% Öl enthalten. Aber auch als Grund-

stoff für Kosmetika wird das Öl schon jetzt gern genutzt. Neu sind Forschungen über die medizinische Nutzung des Avocado-Öls gegen Prostata-Krebs.

Nur der große Samen ist bisher ohne wirtschaftliche Nutzung. Er macht meist etwa 20 % des Fruchtgewichts aus, das oben genannte Zuchtziel der Samenverkleinerung könnte allerdings auch Schwierigkeiten bereiten: Die Samenschale und der Embryo produzieren entscheidende Mengen an Cytokinen (Phytohormone), die das Wachstum der Frucht steuern – eventuell würde eine samenlose Frucht nur klein.

Da es steigende Menge an produzierten Avocados gibt, werden also dabei auch immer mehr Samen anfallen – eventuell ein wertvoller Rohstoff, dessen Qualitäten gerade erforscht werden. Es gibt medizinische Versuche mit Extrakten aus Avocado-samen, so laufen Projekte über Leberfunktions-schützende Wirkungen und die Aktivität gegen den Protozoen *Trypanosoma cruzi*, den Erreger der Chagas-Krankheit.

In Mittel- und Südamerika werden der Samen traditionell wie ein Wäschestift genutzt: Er wird unter Stoff gelegt und der Name mit einer Nadel durch den Stoff in den Samen gestochen. Der austretende Saft trocknet zuerst unsichtbar im Stoff, wird aber später braun und ist waschfest.

Etwas hat aber wahrscheinlich schon jeder versucht: Den Samen auf Wasser keimen zu lassen und dann einzupflanzen; allerdings bekommen Avocados im Topf leider sehr schnell braune Blattspitzen.

Samengröße 2,5-3,5 cm x 3-5 cm, zugespitzt eiförmig,
Tausendkorngewicht 15 – 40 kg, hypogäische Keimung.

'Eudicots'

Ord.: Hahnenfußgewächse (Ranunculales)

Fam. Hahnenfußgewächse (Ranunculaceae)

- ▶ **Jungfer im Grünen** (*Nigella damascena* L.); Ha 1
- ▶ **Garten-Rittersporn** (*Consolida ajacis* (L.) Schur); Ha 2
- ▶ **Wilde Waldrebe** (*Clematis vitalba* L.), Ha 3

Allgemeines: Die entwicklungsgeschichtlich noch sehr ursprünglichen Hahnenfußgewächse haben sehr unterschiedliche Fruchtformen (trockene, aufspringende Balgfrüchte bis zu saftigen Beeren). Viele Arten haben Nussfrüchte mit Haken, verlängerte und behaarte Griffel oder häutige Flügel für die Ausbreitung; entsprechend unterschiedlich sind auch die Samen. Die in der Lieferung enthaltenen *Nigella damascena* und *Consolida ajacis* haben jeweils typisch geformte Oberflächenstrukturen auf den schwarzen Samen und sind daher bei genauem Hinsehen gut unterscheidbar. Völlig anders sehen die behaarten Samen – bzw Nussfrüchte - der *Clematis* aus

Die Samenanlagen können anatrop oder campylotrop sein, die Samen enthalten viel ölhaltiges Nährgewebe, der Embryo ist gerade und klein, oft sind die Keimblätter bei der Samenreife noch nicht angelegt.

Ha 1: Jungfer im Grünen (*Nigella damascena* L.)

Sie stammt aus Südeuropa und Nordafrika und wächst dort als Winterannuelle auch oft auf Äckern. Ähnlich wie Rittersporn und Ringelblumen keimen die Samen auch bei uns häufig schon im Herbst oder im frühen Frühjahr unter kühlen Temperaturen und blühen dann im Juni besonders üppig mit hellblauer, filigran von den Kelchblättern umgebener Blüte.

Die Frucht ist eine aufgeblähte Kapsel auf einem drahtigen Stängel, aus der die Samen durch den Wind herausgeschleudert werden. Durch das Wellenmuster auf den Samen (s. u.) hat der Wind eine größere Angriffsfläche und trägt sie weiter weg.

Die Samen haben einen sehr starken Geschmack nach Cumarin (Waldmeister), werden aber trotzdem kaum als Aromatikum genutzt. Anders ein naher Verwandter, *Nigella sativa* – seine Samen aromatisieren unter den Namen „Schwarzkümmel“ oder „Zwiebelsamen“ Pide-Brote und sind aufgrund des hohen Gehalts an ungesättigten Fettsäuren als „Schwarzkümmelöl“ ein beliebtes Nahrungsergänzungsmittel. Die Namensleihe ist unverständlich, da weder Verwandtschaft besteht noch große Ähnlichkeiten vorhanden sind - außer der Farbe.

Samengröße 2,5 x 1,8 mm, 1 mm dick, dreikantig mit gewölbten Seiten, die Enden sind abgerundet und lassen den Umriß eiförmig erscheinen. Die drei Kanten sind gerippt, quer verlaufen unregelmäßig Rippen. Die Oberfläche ist mattschwarz
Tausendkorngewicht 5 g, epigäische Keimung.

Ha 2: Garten-Rittersporn (*Consolida ajacis* (L.) Schur) **giftig!**

Dieser Rittersporn wächst wild von Spanien durch das nördliche Mittelmeergebiet bis nach Zentralasien, oft als Ackerunkraut. In Deutschland tritt er wild nur zerstreut auf, an Wegrändern oder auf ortsnahem Ödland auf kalkhaltigem, mäßig stickstoffhaltigen und humosen Lehmböden, meist mit Getreide-Saatgut aus Südeuropa eingeschleppt oder aus den Gärten verwildert.

Aufgrund ihrer Herkunft brauchen sie kühle Temperaturen zur Keimung.

Die **giftigen** schwarzen Samen schmecken glücklicherweise sehr schlecht (scharf-bitter), so daß niemand freiwillig oder irrtümlich einen Samen isst. Der schlechte Geschmack ist ein Schutz gegen das Gefressenwerden durch Tiere.

Die ungiftigen Blüten werden als Schmuckdroge in Teemischungen verwendet.

Samengröße 2 – 3 mm x 1,2 - 1,5 mm, ei- bis kegelförmig, im Umriß dreieckig bis fast kegelförmig, tw. mit scharfen Kanten und Spitze. Sie haben sehr typische wellenförmige Leisten, die sich bei genauem Hinsehen als dachziegelartige, runde Schuppen erweisen (Lupe!)
Tausendkorngewicht 5 g, epigäische Keimung.

Ha 3: Wilde Waldrebe (*Clematis vitalba* L.)

Die wilde Waldrebe wächst in Auwäldern, Gebüsch und an Waldrändern und Mauern von Mitteleuropa durch die Türkei bis in den Libanon, durch den Kaukasus und N-Iran bis Afghanistan sowie in Algerien. Sie ist eine der wenigen einheimischen Lianen; an ihren alten Trieben lässt es sich sogar tarzangleich schwingen.

Die Fruchtstände sind durch die lang behaarten Griffel puschelrig und sehr auffällig,

Die Nußfrucht ist (ohne Flugorgan) 2,8 - 4 mm lang, 1,2 – 1,8 mm breit, 0,6 - 0,8 mm dick, flach, lanzettlich bis breit lanzettlich, auch schief-lanzettlich, beide Enden sind etwa gleich spitz, mit schmalem, flachem Randwulst.

Die Oberfläche ist dunkelbraun, runzelig, gelblich behaart, matt.

Das Flugorgan aus dem Griffel ist bis zu 15 mm lang, und mit bis zu 5 mm langen, seidigen Haaren besetzt.

Tausendkorngewicht (ohne Flughaare) ca 1,9 g.

Fam. Mohngewächse (*Papaveraceae*)

► Schlaf-Mohn (*Papaver somniferum* L. ssp. *somniferum*), Mo 1

Allgemeines: Die Samen der Mohngewächse sind fast immer klein und haben viel ölhaltiges Endosperm. Die Oberflächen können glatt, höckerig oder genetzt sein.

Mo 1: Schlaf-Mohn (*Papaver somniferum* L. ssp. *somniferum*)

Für Schlaf-Mohn gibt es viele Nutzungen: Er ist sowohl ein fett- und eiweißreiches Nahrungsmittel, eine Pflanze für die Ölgewinnung als auch eine Heil- und Drogenpflanze. Daher ist er eine der ältesten Nutzpflanzen in Europa. In der Lieferung geht es natürlich hauptsächlich um die Samen, da diese aber auch einen geringen Anteil an Morphin enthalten, gehört nicht nur Mohnkuchen, sondern auch das Thema Opiate hierher – und das interessiert sowieso viele ältere SchülerInnen.

Der Borsten-Mohn *Papaver somniferum* L. ssp. *setigerum* (DC) Corb. ist die wilde Stammart des Kultur-Schlafmohns, er hat relativ kleine, längliche Kapseln (ca. 1,7 x 1 cm) und unterscheiden sich dadurch deutlich vom kultivierten Schlaf-Mohn mit runden, ca. 2,4 x 2 cm großen Kapseln und auch größeren Samen. Während der Züchtung wurde aus den ersten Schütt-Mohnen mit sich normal bei der Reife öffnenden Kapseln der Schließ-Mohn selektiert, bei dem die Kapselporen geschlossen bleiben und der deshalb gut zu ernten ist. Die zahlreichen Ziersorten mit gefüllten Blüten oder geschlitzten Blütenblättern gehören meist zum Schütt-Mohn.

Älteste Funde von wilden Schlaf-Mohnsamen gab es in Siedlungsschichten aus der frühen Jungsteinzeit (4 600–3 800 v. Chr.) zusammen mit Getreide, Lein und Hülsenfrüchten linksrheinisch im westlichen Mitteleuropa, zahlreiche Funde gibt es in den westlichen und mittleren Alpen aus der mittleren und späten Jungsteinzeit (3 000 – 2 000 v. Chr.). Eindeutig runde Schlaf-Mohn-Kapseln lagen als Beigabe in einem

Grab von ca. 2 500 v. Chr. bei Granada, wahrscheinlich erfolgte die Kultivierung des Schlaf-Mohns im westlichen Mittelmeergebiet. Aus der Bronzezeit (1800 -800 v. Chr.) gibt es dann sehr viele Funde von Mohnresten, seit dem 11./12. Jrh. v. Chr. aus dem gesamten Mittelmeergebiet, sogar ganze mohngefüllte Gefäße. Seit dieser Zeit gibt es auch häufig Darstellungen von Mohnkapseln in den verschiedensten Zusammenhängen. Darunter sind Figuren und Reliefs von Göttinnen, dann mit deutlichen Ritzspuren auf den Kapseln und oft geschlossenen Augen, oder auch zusammen mit Getreideähren als Zeichen für Fruchtbarkeit und Schmerzlinderung. Seit dem Beginn schriftlicher Aufzeichnungen in Griechenland über Pflanzen - um 800 v. Chr. - bis zum Mittelalter werden über Mohn immer die Nutzung als Nahrung und als Schlaf-, Schmerz- und Hustenmittel gemeinsam genannt. Von dann an wird Schlaf-Mohn-Saft als sehr gefährlich angesehen, er wurde nur noch zusammen mit anderen alkaloidhaltigen Pflanzensäften in "Schlafschwämmen" aufgesogen und den Patienten vor Operationen zur Betäubung vor Mund und Nase gehalten. Während der Renaissance werden Auskochungen der Blätter und Kapseln wieder als Schlaf- und Schmerzmittel empfohlen, und auch der Kapselsaft ist bekannt.

Die pharmazeutische Wirkung kommt von den Alkaloiden, die im weißen, kautschukartigen Milchsaft der unreifen Kapseln enthalten sind. Er tritt nach dem Anritzen der Kapseln aus, erstarrt, wird braun und wird danach abgekratzt. Pro Kapsel können 20–50 mg Rohopium (gr. opos: <Pflanzensaft>) geerntet werden, das zu 20-25 % vierzig verschiedene Alkaloide enthält. Der Gehalt an schmerzstillendem Morphin schwankt im Opium zwischen 3 und 23%, Noscapin (2-10%) und Codein (0,2-3%) sind Hustenreiz stillende Mittel. Papaverin (1%) wirkt krampflösend, v. a. im Magen-Darm-Trakt. Aus dem Rohopium werden für den medizinischen Einsatz standardisierte Präparate hergestellt, auch als Rauschgift muß das Rohopium fermentiert und aufbereitet werden.

Der Schlaf-Mohn - Anbau ist gesetzlich streng reglementiert, auch für Speise-Mohn. Außerdem braucht die Pflanze neben nährstoffreichem Boden ein mildes, halbkontinentales Klima; zur Keimung reichen zwar 3°C und die Keimlinge vertragen leichte Nachtfröste, zur Blüte und Samenreife bedarf es aber hoher Temperaturen.

Der Weiß-Mohn-Anbau (mit hohem Ölanteil für die Ölpressung) und der von Blau-Mohn (als Speisemohn z.B. für Kuchen und Brötchen) erfolgt daher hauptsächlich in Polen, Tschechien, Österreich und Ungarn. Im atlantisch- feuchten Westeuropa wird kaum Mohn angebaut, einerseits wegen der eventuellen „Nebennutzung“, andererseits, weil die Qualität sowieso nicht gut wird. In Deutschland war der Anbau nach 1945 verboten, seit 1992 sind zwei morphinarme Sorten wieder zugelassen. Der Morphingehalt bleibt in Mitteleuropa aber sowieso aus klimatischen Gründen niedrig. Die heutigen Anbauggebiete sind auch die stärksten Verbraucher, die europäische Mohnkuchengrenze zieht sich durch Deutschland. Das ehemals bedeutende und physiologisch wertvolle Samenöl hat heute nur noch wenig Bedeutung (Linolsäure 60 – 75%, Ölsäure 10-20 %, Palmitinsäure 10-12%, Linolensäure 3%).

Der legale Anbau der Sorten mit hohem Opiat-Gehalt für die Medikamenten-Herstellung erfolgt in nur acht Ländern, der größte Teil davon in Indien, Rußland und der Türkei. Für die pharmazeutische Industrie werden ca. 2000 t/ Jahr gebraucht.

Illegal werden große Flächen mit Schlaf-Mohn für die Drogenherstellung angebaut, vor allem im „Goldenen Dreieck“ zwischen Thailand, Laos und Myanmar sowie in Afghanistan, die beiden letzten sind die weltgrößten Produzenten.

Die Nutzung als Rauschdroge entstand im Orient ab dem 7. Jahrhundert. Alkohol ist im Islam verboten, so wurde nach anderen Möglichkeiten gesucht. Die weitere Geschichte des Morphins im eingedickten Mohnsaft von den chinesischen Opiumkriegen bis zur erst jungen Bedeutung als Rauschgift bei uns ist spannend, gehört aber nicht hierher. Etwas anderes hingegen schon:

2005 wurden der Morphin- und Codeingehalt von handelsüblichem Backmohn vom Bundesinstitut für Risikobewertung und dem Bayerischen Landesamt für Gesundheit und Lebensmittelsicherheit getestet. Der Morphingehalt schwankte in 55 Proben zwischen 3 und 320 mg/kg Mohn, also um den Faktor 100, der Codeingehalt zwischen nicht nachweisbar und 27,6 mg/kg. Beim Verzehr großer Mengen von (gutem!) Mohnkuchen können damit schon später im Urin nachweisbare Mengen Morphin aufgenommen werden.

Diese Untersuchung wurde auch gemacht, weil es bei einem sechs Wochen alten Säugling zu Atem- und Bewusstseins-Störungen bis fast zum Atemstillstand kam, nachdem er eine Milchabkochung von Backmohn zu trinken bekommen hatte. Seine Mutter hatte das Rezept für dieses alte Hausmittel, um Kinder zum Durchschlafen zu bringen, in einem neuen Kochbuch gefunden. Ähnliche Folgen können Nuckel aus aufgekochtem und in ein Tuch gedrehtem Mohn haben, die in den Mohnanbau-gebieten noch üblich sind.

Hypnos: Der griechische Gott des Schlafs
Morpheus: Der griechische Gott der Träume
Somnus: Der römische Gott des Schlafs...

Die Samen sind dick nierenförmig, Oberfläche meist matt blaugrau, grobnetzig mit ± quadratischen Feldern,
Samengröße 1-1,4mm x 0,8-1mm breit, Tausendkorngewicht 0,3-0,6 g.

	Wasser	Eiweiß	Fett	Kohlenhydrate	Rohfaser
Schlaf-Mohn	7	14	40 - 55	16	2

Inhaltsstoffe lufttrockener Schlaf-Mohn-Samen in %, sehr sortenabhängig

'Kern-Eudicots'

Ord.: Nelkenartige (Caryophyllales)

Fam. Fuchsschwanzgewächse (Amaranthaceae)

einschließlich der eingegliederten, früher eigenständigen Gänsefußgewächse (Chenopodiaceae)

► Spinat (*Spinacea oleracea*); Fu 1

Allgemeines: Die Samenanlagen der Fuchsschwanzgewächse sind meist zahlreich, um 90° gedreht (campylotrop), ebenso sind die Embryonen gebogen. Als Nährgewebe gibt es neben etwas Endosperm vor allem Perisperm. Die Samen sitzen in einer achänenartigen Frucht.

Die ehemals in den Gänsefußgewächsen zusammengefassten Gattungen wachsen häufig auf Salzböden und sind fast alle Lichtkeimer, so auch *Spinacia*. Sie haben harte und dicke Samenschalen.

Fu 1: Spinat (*Spinacia oleracea* L.)

Die direkte Wildpflanze des Gemüse-Spinats (*Spinacia oleracea* L.) ist noch immer nicht bekannt, die beiden anderen Arten der Gattung *Spinacia* (es gibt nur drei Arten) wachsen jedenfalls hauptsächlich in Mittel- und Südwest-Asien bis hin nach Nordafrika und in den Himalaya.

Der Kultur-Spinat hat sein primäres Verbreitungsgebiet in Afghanistan und Mittelasien. Im 7. Jhrh. n. Chr. kam er nach China, im 11. Jhrh. wurde er von Arabern in das zu dieser Zeit maurische Spanien gebracht und kam von dort auch in das restliche Europa. Doch erst im 16. Jhrh. wurde er in Deutschland verbreitet kultiviert, hatte dann aber auch schnell die verwandte Gartenmelde als Blattgemüse verdrängt. Er wächst gut in kühl-feuchtem Wetter, in warmen Ländern also im Winterhalbjahr.

Die älteren Sorten haben stachelige Nußfrüchte, die wie Kletten verbreitet werden können (ähnlich den Zucker-Rüben-Samen in der Lieferung). Die Pflanzen dieser Sorten sind widerstandsfähig gegen Hitze und Kälte. Neuere glattsamige und maschinengängige Sorten wie die gelieferte sind meist Pflanzen mit viel größeren Blättern, die jedoch schnell im Langtag schossen (Blütentriebe bilden). Die moderne Züchtung geht daher auf schossfeste, ertragreiche Sorten.

Ein Längsschnitt durch den Samen sieht wegen des gebogenen Keimlings im Nährgewebe sehr interessant aus.

Und: Seit Ende des zwanzigsten Jahrhunderts ist verbreitet bekannt, daß der lange gerühmte, angeblich extrem hohe Eisengehalt ein Irrtum, noch kurz zuvor gab es Spinatkämpfe am Küchentisch. Der vom Schweizer Physiologen Gustav von Bunge gemessene Wert von ca. 30 mg Eisen pro 100 Gramm Spinat war schnell verbreitet, nicht jedoch der Zusatz „in der Trockenmasse“, was bei einem Wassergehalt von 90% bei frischem Spinat also den Fehler-Faktor 10 ausmacht. Bunes Messung erfolgte 1890, die falsche Information hielt sich also etwa 100 Jahre hartnäckig.

Samengröße 3 x 4 mm, Tausendkorngewicht ca. 10 g, epigäische Keimung.

Die technische Nutzung des Öls ist verbreitet, da Leinöl eines der wenigen Öle ist, die trocknen. Es dient daher als Firnis und ist ein Grundstoff für Farben. Auch in Kosmetika ist Leinöl enthalten.

Samengröße 5 x 2 mm, Tausendkorngewicht 10 g

	Wasser	Eiweiß	Fett (Öl)	Kohlenhydrate, davon Rohfaser,	Schleimstoffe	
Lein	6-14	17-31	22-44	18-29 (insges.)	bis zu 25	3-19%

Inhaltsstoffe lufttrockener Lein-Samen in %, stark sortenabhängig

Fam. Weidengewächse (Salicaceae)

► Schwarz-Pappel (Populus nigra L.); Wei 1

Allgemein: Die zahlreichen Samen sitzen an den Innenwänden der zweiklappigen, meist einfächerigen Kapsel-Früchte. Die anatropen Samen sind sehr klein und vollständig von den schon chlorophyllhaltigen Keimblättern ausgefüllt, das Nährgewebe wird während der Keimlingsentwicklung vollständig aufgebraucht. Der Keimling liegt gestreckt im Samen.

Die Samen haben einen Arillus, der als Haarschopf ausgebildet ist. Durch diese Haare können sie gut fliegen, oft verhaken mehrere Samen mit ihren Flughaaaren und fliegen zusammen als Flocke. Die Flocken machen sie auch gut schwimmfähig und sie bleiben damit auch gut an Flussufern hängen.

Ihre Samenschalen sind sehr dünn, so daß sie leicht austrocknen können. Unter Freilandbedingungen behalten sie ihre Keimfähigkeit nur wenige Tage, bei 6 -10% Luftfeuchtigkeit und 4 °C sind sie jedoch bis zu 12 Jahren lebensfähig. Bei günstigen Bedingungen können sie in einem Tag auskeimen und nach wenigen Tagen Laubblätter entwickeln.

Wei 1: Schwarz-Pappel (Populus nigra L.)

Schwarzpappeln sind Bäume der Weichholzaunen entlang der mittel- und südeuropäischen Flüsse. Sie brauchen feuchten, aber nicht dauernassen Boden und wachsen daher nicht direkt an den Gewässern. Da die Auegebiete der Flüsse heute sehr stark eingeschränkt sind, ist der natürliche Lebensraum der Schwarzpappeln nur noch klein, forstlich werden sie von den schnellwüchsigeren Hybridpappeln verdrängt.

Normale Schwarzpappeln werden ca. 30 m hoch und haben eine nach oben breiter werdende Krone, die als Zierbaum sehr häufig gepflanzte, männliche Pyramidenpappel *P. nigra 'Italica'* ist eine Mutation, die straff aufrecht wächst.

Das nicht sehr harte und langlebige Holz wird für Obstkisten, Holzwolle, Streichhölzer oder auch Holzschuhe verwendet, der Zellstoff ist für hochwertiges Papier beliebt.

Die sehr feinen weißen, bis 15 mm langen Haare fallen bei Windstille auf den Boden und liegen dann als dicke weiße Teppiche unter den Bäumen, seit wenigen Jahren wird vom Baum geernteter „Pappelflaum“ in Mischung mit anderen pflanzlichen oder tierischen Fasern als Füllmaterial für Bettdecken genutzt. Er speichert sehr viel Luft und wärmt ebenso gut wie Daunen. Haltbare Fäden lassen sich aus ihnen nicht herstellen. Von einer ausgewachsenen vergleichbaren Zitterpappel sind mit ihren ca. 50 Mio. Samen etwa 2-2,5 kg reiner Flaum zu ernten, der nach Hersteller-Angaben in Mischung für sechs Bettdecken reichen soll.

Schwarzpappelsamen behalten ihre Keimfähigkeit relativ lang, bei 20°C keimen nach 20 Tagen immerhin noch die Hälfte der Samen.

Die Oberfläche der Samen ist bräunlich grau, längst gerieft und matt. Samengröße 2-2,5 mm x 1-1,2 mm, Tausendkorngewicht 0,8 g.

Ord.: Kürbisartige (Cucurbitales)

Fam. Kürbisgewächse (Cucurbitaceae)

- ▶ **Speise-Gurke** (*Cucumis sativus* L.); Kü 1
- ▶ **Garten-Kürbis** (*Cucurbita pepo* L. ssp. *pepo*) oder
- ▶ **Riesen-Kürbis** (*Cucurbita maxima* Duchesne); Kü 2
- ▶ **Kurzährige Explodiergurke** (*Cyclanthera brachystachya* (Ser.) Cogn.); Kü 3

Allgemeines: Die Samenanlagen der Kürbisgewächse sind um 180° gedreht (anotrop), die Öffnung an der Spitze (Mikropyle) befindet sich gut sichtbar neben dem Nabel. Die Samen haben meist sehr feste Schalen, kein Endosperm, stattdessen füllen die Speicherstoffe (viel fettes Öl) die beiden Keimblätter, die auch die ersten Assimilationsorgane sind. Die Keimblätter sind deutlich länger als die Keimwurzel. Die Keimung ist immer epigäisch.

Die meisten Kürbisgewächse haben saftige Beeren als Früchte (nur wenige haben trockene Früchte), die nach der Reife verrotten und dabei die 1 – 200 Samen freigeben. Es gibt aber auch einige ungewöhnliche Samenverbreitungen: die Spritzgurken (*Ecballium elaterium* L. (A. Rich.)) vom Mittelmeer spritzen ihre Samen bis zu 12 m weit aus den überreifen Früchten, auch die der Explodiergurken werden weit weg geschleudert (s.u.), bei dem tropischen Kürbisgewächs *Alsomithra* fliegen die Samen auf großen Gleitflügeln hunderte von Metern, bei der ebenfalls tropischen *Sechium edule* keimen die Samen dagegen immer bereits in der Frucht.

Kü 1: Speise-Gurke (*Cucumis sativus* L.)

Speisegurken stammen von der stacheligen und unglaublich bitteren Wildgurke *Cucumis hardwickii* Royle aus den subtropischen Tälern des Himalaya ab. In Indien wurden daraus zahlreiche Kultivare entwickelt. Es gibt jedoch keine prähistorischen Samenfunde von den dortigen alten Induskulturen. In der assyrischen Stadt Nimrud

fand sich der älteste archäologische Gurkensamenfund aus dem 7. Jhrh. v. Chr. Aus dem pharaonischen Ägypten gibt es dagegen keine Funde. Eine Nennung von „Cucumeres“ für Deutschland im „Capitulare“ Karls des Großen könnte sich auch auf Flaschenkürbisse oder Melonen beziehen, erst 1586 belegen zwei Holzschnitte, daß die „Cucumeres“ wirklich Gurken sind. Schon von etwa 650 n. Chr. gibt es hingegen aus Osteuropa Gurkensamenfunde, auch heute noch sind Krakauer oder Moskauer Gurken bekannt – und Spreewaldgurken.

Die *Samen* enthalten viel Öl und Eiweiß, sie sind ähnlich wie Kürbissamen zusammengesetzt (s.u.) und haben wie diese ca. 500 kcal pro 100 g. Reife Samen wirken diuretisch und auch gegen Bandwürmer, wenn ihr Konsum von einem starken Abführmittel gefolgt werden.

Gurken*früchte* hingegen bestehen zu ca. 96% aus Wasser und enthalten ansonsten pro 100g Frucht 1-2 g Kohlenhydrate (Fructose und Glucose), 0,5-0,8 g Eiweiß, 0,05-0,3 g Fett, ca. 0,6 g Mineralstoffe und ca. 0,4 g Rohfaser, zusammen etwa 14 kcal.

Samengröße 10 x 5 mm, Tausendkorngewicht ca. 30 g.

Kü 2: Garten-Kürbis oder Riesen-Kürbis

Der **Garten-Kürbis** (*Cucurbita pepo* L. ssp. *pepo*) stammt aus Mexico, von dort gibt es auch die ältesten archäologischen Funde, sie wurden mittels C¹⁴-Methode auf ca 10 700-9 200 v. Chr. datiert. Erste Funde aus dem Mittleren Osten der USA gibt es von 2 000 v. Chr. Nach Europa kamen sie wie die Riesen Kürbisse erst nach 1492.

Die Stammart wurde lange als eigene Art *Cucurbita texana* (Scheele) A. Gray angesehen, seit kurzem ist sie als wilde Unterart *Cucurbita pepo* ssp. *ovifera* var. *texana* L. (Scheele) D.Decker (NoR) erkannt. Die Früchte sind klein und durch das Triterpen Cucurbitacin sehr bitter und giftig, gegessen wurden daher die eiweiß- und fettreichen Samen. Aber auch beim Wilden Kürbis traten und treten immer wieder bitterfreie Früchte auf, und mit diesen ist sicherlich früh selektiert worden.

Bei den zahlreichen Zuchtformen heute, z.B. auch den Zucchini, wird natürlich meist auf die Früchte Wert gelegt. Sie sind vielfältig nutzbar und mit ca. 25 kcal/ 100 g sehr kalorienarm. Kürbissamen vieler Sorten werden ebenfalls geröstet gern gegessen, haben allerdings 500 kcal/ 100g.

An den Samen des 'Steirischen Ölkürbis' (*Cucurbita pepo* L. convar. *citrullina* I. Greb. var. *styriaca* I. Greb.) ist das Interesse besonders groß: Die Integumente seiner Samen sind unverdickt und zart („schalenlos“), deswegen werden sie gern in Brot und Brötchen, direkt oder als Sprossen gegessen, als regionale Spezialität wird Öl aus ihnen gepresst. Für ein Liter Öl werden dabei ca 2,3 kg trockene Samen aus ca. 20 Kürbissen gebraucht – das erklärt den hohen Preis. Dafür ist es aber auch ernährungsphysiologisch besonders wertvoll, es besteht größtenteils aus mehrfach ungesättigten Fettsäuren.

Der Steroidgehalt der Kürbissamen ist Grund für die Wirkung bei Prostatabeschwerden, allerdings lindern sie nur die Symptome und ändern nichts an der Ursache (das betrifft die Schüler aber eh noch nicht).

Ihre Wirkung gegen Spul- und Bandwürmer wurde früher viel genutzt, sie liegt am Vorkommen der seltenen Aminosäure Cucurbitin (die es in Proteinen nicht gibt).

Nach dem Deutschen Arzneibuch sind nur die Samen von Cucurbita pepo als Medizinalkürbis zugelassen, heute fast nur noch vom Ölkürbis.

Die beliebten bunten Zierkürbisse haben ihre hart werdende Schale von der Wildart – und auch den Cucurbitacin-Gehalt. Wachsen sie zusammen mit Speisekürbissen, kann von diesen kein Samen abgenommen werden, da der Bitterstoff eingekreuzt werden kann.

Der **Riesen-Kürbis** (*Cucurbita maxima* Duchesne) stammt von der Wildart *Cucurbita maxima* Duchesne ssp. *andreaana* (Naudin) Filov ab, die in der Pampa und den Andentälern Argentiniens, Chiles und Perus sowie an den großen Flüssen Boliviens und Uruguays wächst. Sie bildet viele Samen in mandarinengroßen Früchten, diese sind wie die des wilden *Cucurbita pepo* sehr bitter.

Auch hier ist durch Züchtung der Bitterstoff verschwunden und es entstand eine breite Sortenpalette, darunter auch eine mit der weltweit größten Frucht überhaupt: Die Rekordfrucht von ‚Atlantic Giant‘ liegt bisher bei 402 kg, ist aber wie jeder Kürbis eine Beere – eine Panzerbeere.

Samengröße 22 x 12 mm, Tausendkorngewicht ca. 350 g

	Wasser	Eiweiß	Fett	Kohlenhydrate	Steroide	Mineralstoffe
Kürbis		25-40	35-50	10	1	1,8

Anteile verschiedener Bestandteile an Kürbissamen in % (Werte sind stark sortenabhängig)

Kü 3: Kurzzährige Explodiergurke (*Cyclanthera brachystachya* (Ser.) Cogn.)

Sie stammen aus den Anden Mittel- und Südamerikas (Mexico bis Ecuador) und werden in den kühlen tropischen Bergregionen auch angebaut. Bei uns gedeihen sie daher in kühlen Sommern und in den Herbsttagen am besten.

Die weich bestachelten, grünen Früchte können unreif geerntet und gegessen werden; da sie hohl sind, werden sie häufig mit Füllung zubereitet.

Wenn sie jedoch weiter reifen können, steigt partiell der Druck in der Fruchtwand, während sich gleichzeitig die Mittellamellen der Verwachsungsnähte der Fruchtblätter auflösen. Bei überreifen Explodiergurken reißen dann die Früchte an den Rändern auseinander, rollen auf und schleudern dabei die Samen in alle Richtungen.

Die Oberfläche ist gelblich bis schwarzbraun, runzelig-rauh und matt. Die Samen sind flach, im Umriß eiförmig, mit gelapptem Flügelrand.

8-12 mm lang, 5-8 mm breit, 1,2-1,8 mm dick.

Tausendkorngewicht: 29 g

Ord.: Schmetterlingsblüterartige (Fabales)

Fam. Schmetterlingsblüter –(Fabaceae)

- ▶ **Feuer-Bohne** (*Phaseolus coccineus*); Sch 1
- ▶ **Dicke Bohne** (*Vicia faba*); Sch 2
- ▶ **Speise-Erbse** (*Pisum sativum*); Sch 3
- ▶ **Rot-Klee** (*Trifolium pratense.*); Sch 4

Allgemeines: Die Samenanlagen sind anatrop bis campylotrop. Der zwischen den Keimblättern gebettete Keimling ist so gekrümmt, dass die Keimwurzelanlage den Keimblättern seitlich anliegt. Am nur einige Millimeter langen Keimling zeichnen sich schon die ersten Laubblätter (Primärblätter) ab, er ist meistens grün. Äußerlich ist deutlich der Nabel zu erkennen, an einem Ende die Micropyle und ein Höcker mit dem Ende der Keimwurzel, am anderen Ende des Nabels oft die Caruncula (Samenanhang) Die Samennaht tritt hier nur als kleine Warze über dem Nabel auf.

Die Hartschaligkeit entsteht durch Pektineinlagerungen; die auch mit für die blähende Wirkung der Hülsenfrüchte verantwortlich sind. Die schwer verdaulichen Kohlenhydrate kommen bis in den Dickdarm, wo sie von Bakterien weiter zerlegt werden – unter anderem zu verschiedenen Gasen. Die Samen enthalten kein gesondertes Nährgewebe (Endosperm), das Eiweiß, Fett und die Stärke sind direkt in den Keimblättern gespeichert. Das Eiweiß liegt dabei wie im Getreide in Proteinspeichervakuolen vor, den Aleuronkörnern (gr. aleuron ‚Mehl‘ von aleîn ‚mahlen‘).

Sch 1: Feuer-Bohne (*Phaseolus coccineus* L.)

Die Feuer-Bohnen stammen aus den kühl-feuchten Gebirgslagen von Mexiko bis Guatemala in der Eichen-Kiefern-Region um ca 1800 m Höhe, sie wachsen zwischen *Salvia*-Arten, wilden Dahlien und Begonien. Angebaut werden sie auch in Kolumbien, Venezuela und Peru, nicht aber weiter südlich. Wild- und Kulturformen sind dort auch zwei- und mehrjährig und treiben immer wieder aus einer Wurzelknolle aus. Ihr Anbau ist im Vergleich zu den in Amerika weit verbreiteten Garten-Bohnen (*Phaseolus vulgaris* L.) nur gering, da sie sehr viel mehr Wasser brauchen. Auch in archäologischen Funden sind sie weniger weit verbreitet als Garten-Bohnen, was aber auch an dem für eine Überdauerung ungünstigeren Klima in den feuchten Gebirgshöhen liegt. Älteste Funde von getrockneten Samen und Hülsen stammen aus Mexiko und Neu-Mexico von 7000-5500 v.Chr., dies waren noch Wildbohnen. Funde von Kulturformen gibt es aus dem Hochtal von Techuacan (bei Mexico-Stadt) von 900 -200 v.Chr. aus Ackerbaukulturen mit künstlicher Bewässerung, zusammen mit Mais, Kürbis und anderen Nutzpflanzen

In Europa wurden sie 1635 erstmals als Neuigkeit aus Amerika erwähnt und in Paris meist als Blumenschmuck genutzt. 1654 gab es in Königsberg drei Varietäten, 1860 wurden sie in England beschrieben – von da an verbreiteten sie sich in Mitteleuropa vor allem wegen der schönen roten Blüten schnell; in Südeuropa war und ist es für sie zu trocken und warm. In Hongkong blühen sie üppig, setzen aber keine Früchte an. England hat dagegen das passende Klima, dort sind sie die üblichen Stangen-

Bohnen, und auch im südlichen Norwegen und in kalten Alpentälern reifen sie noch. Heute werden sie in Deutschland nicht als Erwerbsfrucht angebaut, sondern nur in Privatgärten, denn wenn sie als grüne Bohne etwas zu spät geerntet werden, sind die Hülsen innen pergamentartig zäh.

Die Samengröße ist sehr sortenabhängig, 13 -25 mm lang, 8 – 16 mm breit, 6-11 mm dick; Nabel ca. 4 mm (meist $\frac{1}{4}$ der Samenlänge) lang, schwach umrandet. Die Oberfläche ist auf violetterem Grundton schwarz gefleckt, zum Nabel hin manchmal ganz schwarz. Es gibt allerdings auch weißblütige und -samige Sorten, die dann nicht als Feuerbohnen zu erkennen sind.

Tausendkorngewicht ca 1200 g, epigäische Keimung

Bis 2007 war anstelle der attraktiveren Feuer-Bohne die Garten-Bohne (*Phaseolus vulgaris* L., mit den Varietäten Busch-Bohne (var. *nanus*) und Stangen-Bohne (var. *vulgaris*)) in der Lieferung, hier folgen noch einmal die Angaben dazu im Vergleich:

Die wilde Stammart *Phaseolus aborigineus* Burk wächst noch heute in den Anden, die ältesten Funde gesammelter Wildbohnen in Peru stammen von etwa 6 000 v. Chr., in Mittelamerika wurden sie seit etwa 300 v. Chr. vermehrt kultiviert und sind heute in weiten Teilen Amerikas Grundnahrungsmittel („Reis und Bohnen“). In Europa wurden sie Mitte des 16. Jahrhunderts eingeführt. Sie verdrängten dort im 17. und 18. Jhrh. die Dicken Bohnen (s.u.). Sie werden sowohl als Gemüse aus den unreifen Früchten („Grüne Bohne“) als auch als Eintopf aus reifen Trockenbohnen gegessen.

Volksmedizinisch wird Bohnenhülsen-Tee als mildes Diuretikum genutzt.

Samengröße 16 x 8 mm, Tausendkorngewicht ca. 300 g, epigäische Keimung

Sch 2: Ackerbohne (*Vicia faba* L.)

Diese auch Dicke Bohne, Saubohne, Pferdebohne, Feldbohne oder Puffbohne genannte Hülsenfrucht wird seit der Steinzeit im Mittelmeergebiet und in Südwestasien angebaut, bereits seit der Bronzezeit in ganz Europa. Es war *die* Bohne, da sie auch in kühleren Regionen und in Salzmarschen gut wächst. Um Christi Geburt war sie in Nordwestdeutschland eine wichtige Nahrungspflanze und blieb es bis zur Ankunft der amerikanischen Bohnen. Heute kommt sie durch die Mittelmeerküche und die Rückbesinnung auf alte Gemüsearten wieder häufiger auf den Tisch.

Die wilde Stammart ist noch unbekannt, nahe stehend sind *Vicia narbonensis* L. und *V. galilea* Plitm et Zoh.

Samengröße 15 x 12 mm,

Tausendkorngewicht sehr sortenabhängig 650 bis 2500 g, hypogäische Keimung.

Sch 3: Speise-Erbse (*Pisum sativum* L. ssp. *sativum*)

Erbsen gehören ebenfalls zu den ältesten Nutzpflanzen, die ältesten Wilderbsen-Funde im Mittelmeer-Raum stammen von ca. 7 800 v. Chr., sie werden schon seit der Steinzeit in Mitteleuropa genutzt. Aus der Wildart *Pisum sativum* L. ssp. *elatus* (Steven) Schmalh., die im Mittelmeergebiet und westlichen Asien beheimatet ist, wurde die größere und glattere Speise-Erbse (ssp. *sativum*) ausgelesen.

Getrocknete Markerbsen zerfallen beim Kochen zu Erbsbrei, Palerbsen weichen auf, behalten aber ihre Form (zusammen mit Karotten sind sie die Grundlage für „Leipziger Allerley“), Zuckererbsen sind ein immer beliebteres feines Gemüse aus den jungen Hülsen. Nach maschineller Ernte wird das Erbsstroh noch als Viehfutter oder als Grundlage für Pilzkulturen genutzt.

Bei der Keimung verbleiben die Keimblätter der Erbse im Samen (hypogäische Keimung). Am Sproß bilden sich dann zunächst nur schuppenförmige Blätter (Niederblätter), dann in Stiel und Blattspreite gegliederte Laubblätter.

Samengröße 7 x 7 mm, Tausendkorngewicht ca. 200-500g, hypogäische Keimung

	Wasser	Eiweiß	Fett	Kohlenhydrate	Rohfaser	Mineralstoffe
Garten-Bohne	11,6	21,3	1,6	57,6	4,0	3,9
Dicke Bohne	14,0	23,0	2,0	55,0	6,2	3,1
Erbse	10,9	22,9	1,4	60,7	1,4	2,7

Anteile der verschiedenen Bestandteile an trockenen Hülsenfrüchten in %

Sch 4: Rot-Klee (*Trifolium pratense* ssp. *pratense* L.)

Rot-Klee wächst von Nordafrika bis Grönland, von der Türkei und dem Himalaya bis Sibirien und von Alaska bis Florida. In Europa wächst er wild in mehreren Unterarten mehrjährig auf kalkhaltigen, nährstoffreichen Lehm- und Tonböden.

In Oberitalien, Spanien und Flandern ist die Nutzung des Klees seit dem 15. Jhrh. nachweisbar, der Feldanbau wurde in Mitteleuropa erst in der Mitte des 18. Jhrh. eingeführt, zuerst in Sachsen. Der gesamte Ackerbau wurde dadurch in der Vor-Kunstdünger-Zeit entscheidend beeinflusst. Durch eine Klee-Einsaat boten die Brachflächen in der Dreifelderwirtschaft eine bessere Futtergrundlage für das Vieh als ohne ihn, denn die Kleepflanzen haben einen hohen Eiweißgehalt und reichern zudem den Boden durch die Knöllchenbakterien in ihren Wurzeln mit Stickstoff an. Die Erträge der im nächsten Jahr folgenden Ackerkulturen stiegen dadurch ebenfalls.

Seit etwa 2000 wird die medizinische Nutzung der in der Rot-Kleepflanze in relativ hohem Maß enthaltenen steroiden Phytohormone diskutiert, und die Sprossen werden zur Nahrungsergänzung empfohlen.

Samengröße 2 x 1 mm, Tausendkorngewicht ca. 6 g.

'Rosiden II'
Ord.: Kreuzblüterartige (Brassicales)

Alle Angehörigen der Ordnung haben eine unüberschmeckbare Gemeinsamkeit: In getrennten Zellen sind Senfölglycoside und das Enzym Myrosinase enthalten, die bei Verletzung des Gewebes von Blättern oder Samen zusammen reagieren und Senföl freisetzen – dies ist der scharfe Geschmack von Kohl, Senf, Rettich, Kapern und Kapuzinerkresse.

Fam. Kapuzinerkressengewächse (Tropaeolaceae)

► **Große Kapuzinerkresse** (*Tropaeolum majus*); Ka 1

Die Kapuzinerkressengewächse stammen alle aus Südamerika, dort werden die Wurzelknollen von mit der von uns gelieferten Großen Kapuzinerkresse verwandte Arten genutzt, besonders aus *T. tuberosum* und *T. tricolor* wurden auch großknollige Sorten gezüchtet.

Die Früchte zerfallen in drei einsamige, ziemlich große Schließfrüchte mit schwammigem, geripptem oder fleischigem Perikarp. Reife Samen sind von einem gelbbraunen Korkgewebe umhüllt, die Samenschale ist eingeschrumpft oder resorbiert. Die Samen haben kein Endosperm, Eiweiß und Fett sind direkt in den großen und dicken, geöhrtten Keimblättern eingelagert. Die inneren Keimblatt-Zellwände sind durch Xyloglucane (Hemicellulose aus einem Glucose-Grundgerüst mit anderen Zuckern als Seitenketten, „Amyloid“) verdickt und sind damit gleichzeitig Speicherort für die Kohlenhydrate. Während der Keimung werden diese vollständig aufgebraucht, sie stellen ca. 30% der gesamten Speicherstoffe der Kapuzinerkresse-Samen dar.

Ka 1: Große Kapuzinerkresse (*Tropaeolum majus* L.)

Das Ursprungsgebiet umfasst Kolumbien, Ecuador und Peru, wegen ihrer schnellen und schönen Blüte und der leichten Kultivierbarkeit wird sie weltweit angepflanzt. Die spanischen Eroberer des Inkareiches verbreiteten sie in Südamerika und brachten sie mit nach Europa.

Die einjährige Pflanze ist sehr frostempfindlich, die ausgefallenen Samen überstehen dagegen einige Minusgrade und keimen nach den immer mildereren Wintern oft im Frühjahr.

Die unreifen, noch weichen Früchte können wie Kapern eingelegt werden, auch die Blätter und Blüten verleihen einem Blattsalat oder anderen kalten Gerichten die scharfe Würze ihres Benzylsenföls.

Das Benzylsenföl bedingt aber nicht nur den scharfen Geschmack, sondern hat eine gewisse antibiotische Wirkung, die im Inkareich äußerlich bei Hautkrankheiten, Entzündungen und Verletzungen genutzt wurde.

Die Teilfrucht ist 6 – 8 mm lang, 5-7 mm breit und dick, schief-eiförmig bis dick-kugelsektorförmig. Der Rücken ist gewölbt, die Seiten sind flach, die Kante ist ±

scharf mit dem Nabel in der Mitte. Die Oberfläche ist durch die korkige Masse matt gelbgrau, grobwulstig und mit quergefurchten Längstrippen überzogen. Der Embryo ist gerade, gut entwickelt und chlorophyllhaltig, die Keimblätter werden bei der Keimung aber nicht entfaltet. Tausendkorngewicht ca 105 g.

Fam. Kreuzblüter (Brassicaceae)

- ▶ **Radieschen** (*Raphanus sativus* L. var. *sativus*); Kr 1
- ▶ **Raps** (*Brassica napus* L. var. *napus*); Kr 2

Allgemein: Die Samen gehen aus campylotropen Anlagen hervor und keimen epigäisch. Sie haben kein Endosperm, dafür große Keimlinge, die viel Öl enthalten. Die Form der Keimblätter ist ein Unterscheidungsmerkmal innerhalb der Familie. Typisch für die Samen und die ganzen Pflanzen der Kreuzblüter sowie ihrer weiteren Verwandtschaft (Ordnung Brassicales), wie die Kapern- und Kapuzinerkressengewächse ist der scharfe Senfölgeschmack. Er entsteht, wenn die in Vakuolen gespeicherten Senfölglycoside bei einer Gewebe-Verletzung mit dem in speziellen Zellen enthaltenen Enzym Myrosinase zusammen kommen. Dann wird enzymatisch giftiges Senföl freigesetzt, das viele tierische Pflanzenfresser vom weiteren Zubeißen abhält (wenn sie nicht wie Kohlmotten ein Entgiftungssystem haben), vom Menschen allerdings wurden viele Arten der Kreuzblüter gerade wegen dieses Geschmacks als Gemüse in Kultur genommen.

Kr 1: Radieschen (*Raphanus sativus* L. var. *sativus*)

Radieschen stammen (wie alle anderen Rettiche) vom in Europa und Nordafrika bis zum Kaukasus und nach Zentralasien in mehreren Unterarten auftretenden Hederich (*Raphanus raphanistrum* L. ssp. *raphanistrum*) ab. Die Radieschen sind höchstwahrscheinlich im Mittelmeergebiet aus der Unterart *Raphanus raphanistrum* L. ssp. *landra* (Moretti ex DC) Bonnier gezüchtet worden – unabhängig vom Rettich. Für Mittel- und Westeuropa sind sie erst seit dem 16. Jahrhundert nachgewiesen, die Araber lernten sie auch erst in der maurischen Zeit Spaniens kennen.

Radieschensamen quellen und keimen sehr schnell und sind daher für Beobachtungen auch mit Ungeduldigen gut geeignet. In Erde gesät, bildet das Hypokotyl (zwischen Wurzel und den Keimblättern) schnell die Radieschenknolle. Aber auch die Keimlinge schmecken durch das Senföl sehr würzig (ohne Erde...).

Samengröße 3 x 2 mm, Tausendkorngewicht ca. 10 g

Kr 2: Raps (*Brassica napus* L. ssp. *napus*)

Raps ist aus einer Kreuzung von Kohl (*Brassica oleracea* L., wahrscheinlich Grünkohl) und Rübsen (*Brassica rapa* ssp. *rapa* L.) entstanden, eventuell mehrmals, eventuell am Mittelmeer... Die ersten Belege für Rapsanbau in den Niederlanden stammen aus dem 17. Jhrh.. Kohlrüben haben die gleichen Elternarten, allerdings wahrscheinlich in den Varitäten Kohlrabi und Weiße (Teltower) Rübe.

Raps ist die wichtigste Ölpflanze in Deutschland, sowohl für Speisezwecke als auch als technischen Rohstoff. Die Samenöl-Zusammensetzung kann züchterisch je nach Verwendungszweck verändert wird. Für Speisezwecke wurden Sorten fast ohne Erucasäure gezüchtet (eine einfach ungesättigte, langkettige Fettsäure), die physiologisch problematisch ist. Stattdessen wurde der Anteil mehrfach ungesättigter Fettsäuren erhöht. Für technische Zwecke ist das Zuchtziel genau umgekehrt, denn Erucasäure ist ein gesuchter Industrie-Rohstoff für Emulgatoren und Schmiermittel.

Da es einjährigen Sommer-Raps und zweijährigen Winterraps (mit höheren Samen- Erträgen) gibt, gibt es auch zweimal im Jahr die üppig blühenden gelben Felder.

Samengröße ca 1,8 x 1,8 mm, Tausendkorngewicht ca. 3 g

	Wasser	Eiweiß	Fett	Kohlenhydrate	Schalenteile	Mineralstoffe
Radieschen	?	33	41	>33	?	1
Raps	7	16-27	32-50	ca. 23	14-20	

Anteile der verschiedenen Bestandteile an lufttrockenen Samen in %.

'Asteriden'

'Asteriden I'

Ord. Taubnesselähnliche (Lamiales)

Fam. Bignoniengewächse (Bignoniaceae);

Bi 1: Gewöhnlicher Trompetenbaum (*Catalpa bignonioides* Walter)

Der bis 15 m hohe Baum wächst wild in den südöstlichen Staaten der USA, vor allem in Florida; wegen der schönen weißen Sommerblüte wird er in passenden Klimaten gern als Parkbaum angepflanzt.

Die auffälligen, 15-40 cm langen, bleistiftstarken Früchte sind zweiklappige Kapseln mit einer Scheidewand in der Mitte, aus denen die zahlreichen Samen erst im folgenden Frühjahr entlassen werden.

Die Samen sind flach zusammengedrückt, ± elliptisch, mit einer leichten Einschnürung in der Mitte, silbrig braungrau, mit Flughaaren an den Enden. Es gibt kein Nährgewebe, der gerade Keimling liegt auf der Höhe der Einschnürung mittig im Samen, die relativ dünnen, breiten Keimblätter liegen flach ausgebreitet nach beiden Seiten in Richtung Haarschöpfe, das Würzelchen ist klein.

Samengröße ca. 15-20 mm lang, 4 -7mm breit, 1 mm dick, an beiden Enden mit ca 10 mm langen Haarschöpfen. Epigäische Keimung, die Keimblätter sind photosynthetisch aktiv. Tausendkorngewicht ca. 4,5 g.

Fam. Sommerwurzgewächse (Orobanchaceae)

► Kleine Sommerwurz (Orobanche minor): Som 1 NEU 2011

Allgemein: Orobanche-Samen sind neben Orchideen-Samen die kleinsten überhaupt vorkommenden Samen- durchschnittlich etwa 0,3 x 0,2 mm bei 10-20 µg.

Die Samen bestehen aus nur etwa 200 Zellen. Sie enthalten ein großzelliges, öl- und eiweißhaltiges Endosperm, in das der Embryo eingebettet ist; er ist wenigzellig, undifferenziert und kugelig, die Keimblätter fehlen.

Die Samenschale sind braun bis schwarz und besteht aus nur einer einzigen Zellschicht, die durch verdickte Leisten eine unregelmäßige wabenähnliche Struktur mit Alveolen (lat. alveolus «kleine Wanne, kleine Mulde») hat. Durch die Oberflächenstruktur lassen sich die ca. 200 Arten nur in zwei große Gruppen teilen – Artbestimmungen sind nicht möglich.

Der sparsame Materialeinsatz pro Samen ermöglicht eine riesige Samenmenge pro Pflanze, 100 000 -150 000 Samen sind möglich. Die Verbreitung der Samen erfolgt durch Wind (daher ist die Oberflächenstruktur sinnvoll), durch Regenwasser oder durch Weidetiere. Die Samen sind 10-20 Jahre, nachgewiesen sogar bis zu 60 Jahren keimfähig.

Die große Zahl und Kleinheit ihrer Samen ermöglicht den Sommerwurz das Überleben - sie sind vollständig parasitische Pflanzen, deren Samen erst einmal dicht an die Wurzeln ihrer artspezifischen Wirte gelangen müssen. Durch die typischen Bestandteile derer Wurzelausscheidungen werden sie zum Auskeimen gebracht (das gehört eigentlich nicht in diese Arbeitshilfe, ist aber zu spannend zum Auslassen); ein Keimschlauch wächst in Richtung Wurzel, bildet ein Saugorgan (Haustorium) und koppelt sich mit diesem an die Leitbündel (Xylem wie Phloem) des Wirtes, um Wasser, Nährsalze wie auch Zucker zu entnehmen. Auf der Wurzel wird ein Knöllchen gebildet, aus dem weitere Haustorien in den Wirt wachsen und das Nährstoffe speichert. Sind davon genügend vorhanden, entsteht ein chlorophyllfreier Blütenproß, der aus der Erde wächst und dessen auffällige Blüten nach - meist - Selbstbestäubung wieder große Mengen Samen produzieren. Die dafür nötigen Nährstoffe entzieht der Wurzelparasit vollständig der Wirtspflanze.

Bei uns in Norddeutschland sind Orobanchen eine eher seltene botanische Rarität, mehr gibt es im wärmeren Süddeutschland. So wächst auch die von uns gelieferte **Som 1: Kleine Sommerwurz (Orobanche minor)**

dort häufiger auf warmen Wiesen und Kleeäckern meist nährstoffreicher kalkiger Böden, ein- oder mehrjährig meist auf Trifolium-Arten (z.B. Rot-Klee Sch 4), manchmal auch auf anderen Schmetterlingsblütlern oder Korbbblütlern, auch auf Edeldisteln (Eryngium).

Die Arten der Gattung haben ihren Verbreitungsschwerpunkt rings ums Mittelmeer und in Nordafrika -und sind dort schwerwiegende Schädlinge in der Landwirtschaft, die nicht leicht zu bekämpfen sind.

Orobanche minor bedroht z.B. in Äthiopien 400 000 ha Anbaufläche mit Ackerbohnen (Vicia faba – Sch 2) und führte dort teilweise zu einem vollständigen Ernteausfall, sowohl bei den Früchten als auch bei dem als Viehfutter genutzten

Bohnengrün. Mittlerweile ist sie auch in Chile und Neuseeland eingeschleppt worden. In Deutschland ist *O. ramosa* im süddeutschen Tabakanbau problematisch.

Das Problem von Schäden durch parasitische Pflanzen ist auch in der EU größer als allgemein bekannt: In den Qualitäts-Richtlinien der EU für den Handel mit Saatgut von Öl- und Faserpflanzen (2002) heißt es:

„Das Saatgut ist frei von *Orobanche* ssp.; ein Korn von *Orobanche* gilt in einer Probe von 100 g jedoch nicht als Unreinheit, wenn eine zweite Probe von 200 g frei von *Orobanche* spp. ist. “....

Die Überprüfung ist zweifellos eine Herausforderung.

Samen: Unregelmäßig rundlich bis eiförmig, ± zugespitzt, Oberfläche schwarzbraun, unregelmäßig wabenartig, etwas glänzend.

Größen sehr unterschiedlich, 0,2 – 0,3 mm lang, ca. 0,2 mm breit, ca. 0,1 mm dick.

Tausendkorngewicht: 0,001 – 0,002 g

'Asteriden II'

Ord.: Asternartige (Asterales)

Fam. Korbblüter (Asteraceae)

Bei der für Korbblüter typischen einsamigen Nuß-Frucht sind Samen- und Fruchtschale miteinander verwachsen (Achäne). Der Blütenkelch ist in Form von Schuppen, Borsten oder Haaren ausgebildet (Pappus) und dient der Samenverbreitung oder ist völlig reduziert oder Die Samenanlagen sind um 180° gedreht (anatrop), Endosperm ist nicht vorhanden, Speicherorgan für Eiweiß und Öl sind die Keimblätter des Embryos.

Die Keimung ist epigäisch, die Keimblätter dienen der Assimilation.

- ▶ **Einjährige Sonnenblume** (*Helianthus annuus* L.); Ko 1
- ▶ **Garten-Ringelblume** (*Calendula officinalis* L.); Ko 2
- ▶ **Fiederblättrige Dahlie** (*Dahlia pinnata* Cav.); Ko 3
- ▶ **Schmalblättrige Studentenblume** (*Tagetes tenuifolium* Cav.); Ko 4

Ko 1: Einjährige Sonnenblume (*Helianthus annuus* L.)

Die allbekannte Pflanze stammt aus den gemäßigten Zonen Nordamerikas außerhalb der Subtropen - Utah, Arizona, aus den Rocky Mountains im westlichen Kanada und Nordmexiko, aus Gebieten mit starken Winterfrösten. Sonnenblumen werden heute jedoch in den gesamten Subtropen viel angebaut.

Die spanischen Eroberer Amerikas brachten sie mit nach Europa zurück, hier werden sie zu Beginn der 2000er vor allem in Südrussland, Ungarn und Italien angebaut.

2005 wurden in Deutschland 67 000 t Samen geerntet.

Sorten zum abendlichen Selbst-Aufknabbern oder für Kleintier- oder Vogelfutter sind meist schwarz oder schwarz-weiß gestreift, groß mit dicker Schale (40-50% Schalenanteil) und geringerem Ölanteil. Moderne Ölsorten haben nur etwa 20-25% Schale, kleinere Samen mit dünner Samenschale. Der Ölgehalt des Samens beträgt

zwischen 55 und 65%, davon 85-90% ungesättigte Fettsäuren (Linol- und Ölsäure).

Doch auch der Presskuchen aus Ölmühlen wird noch genutzt, je nach Restgehalten als Futtermittel, Isolier- oder Heizmaterial.

Samengröße 9 x 6 mm, Tausendkorngewicht 100 g

	Wasser	Rohprotein	Fett	Stärke	Cellulose	Asche
Sonnenblume	1	25	55-65	12	3	4

Anteile der verschiedenen Bestandteile an geschälten trockenen Sonnenblumensamen (Ölsorte) in %

Ko 2: Garten-Ringelblume (*Calendula officinalis* L.)

Die Herkunft ist nicht bekannt, sie sind in Spanien, Italien und den Britischen Inseln naturalisiert. Höchstwahrscheinlich stammt sie aber wie andere *Calendula*-Arten aus dem Mittelmeergebiet. In Mitteleuropa und Deutschland wurden sie über die Klostersgärten verbreitet, da aus ihnen Salbe gegen Hautwunden hergestellt wurde -und wird, Ringelblumensalbe ist heute eine weitverbreitet selbst hergestellte Salbe. Die Blütenblätter werden auch als Schmuckdroge in Teemischungen genutzt, der Blütenfarbstoff kann auch als Lebensmittelfarbe genutzt werden.

Ansonsten ist sie eine beliebte robuste Zierpflanze, die sich selbst aussät und oft schon im Herbst keimt, in milden Wintern hat sie dann auch bei uns den Mittelmeerklima-Rhythmus als Winterannuelle.

Der Inhalt des Lieferungsdöschens zeigt deutlich, was „Heterokarpie“ ist: Obwohl die Achänen aus einer Blüte stammen, sind ganz verschiedene Typen zu erkennen:

1. Typ: 2-3 cm lang, 2-3 mm breit, angelhakenförmig, auf der Außenseite vom Nabel bis zur halben Länge mit zwei Reihen ca. 1 mm hoher Dornen, obere Hälfte glatt. Innenseite mit kleiner „Haiflosse“ am Nabel, bis zur Hälfte leicht längs gerieft, leicht gekielt zur Spitze hin, seitlich flach gedrückt stumpf endend.

2. Typ: ca. 2 cm lang, eigentlicher Samenteil nur ca. 2 mm breit, jedoch auf beiden Seiten in der Mitte 4-5 mm breit und zu den Enden verschmälernd geflügelt; kahnförmig gebogen und mit kleinen Dornen oder nur Höckern. Auf der Innenseite längs mit einem 1 mm hohen Grat, am Nabel mit großer Haiflosse und am anderen Ende mit kleiner .

3. Typ: 1 - 1,5 cm lang, kaum geflügelt, außen klein bedornt.

Es gibt auch Übergangsformen. Im Fruchtstand bilden die größten und dornigsten Achänen den Außenkranz und werden leicht im Fell von Tieren weggetragen, die anderen im nächsten Ring(el) werden von Wind und Wasser transportiert. Ein größerer Nährstoffvorrat im großen Typ gibt dem Keimling einen besseren Start, andererseits werden leichtere Samen potentiell weiter transportiert und gelangen eventuell in bessere Lebensräume.

Samengröße 20 x 2 mm, Tausendkorngewicht 15 g.

Ko 3: Fiederblättrige Dahlie (*Dahlia pinnata* Cav.)

Die von Mexiko bis nach Kolumbien wachsenden Wildarten *Dahlia pinnata* Cav., *D. coccinea* Cav. und *D. scapigera* (A.Dietr) Knowles & Westc. sind die Stammformen unserer Kultur-Dahlien (*Dahlia x hortensis* Guillaumin), die aus ihnen durch vielfache Kreuzung entstanden. Schon die Blüten der mexikanischen *Dahlia pinnata* Cav. können gelb, blassrosa oder pink sein.

Es ist sehr wahrscheinlich, daß Dahlien lange vor der Ankunft der Spanier in Mexiko im 15. Jhrh. in den Gärten der Azteken wuchsen, alle möglichen Belege dafür wurden von den Eroberern zerstört.

Wahrscheinlich blühten dort schon viele Kulturformen der leicht hybridisierenden Dahlien. Aus Reliefs an Tempelruinen schlossen einige Forscher, daß sie als Sonnensymbol verehrt wurden.

In einem aztekischen Medizinalwerk von 1582 wurden sie als Mittel gegen Nierenprobleme genannt. Diese Einschätzung resultierte aus der Signaturenlehre, da die Stengel einer (10 m hoch werdenden) Baum-Dahlie als Wasser-Leitungen genutzt wurden... da aber v.a. die Rinde von Dahlienknollen antibiotische Bestandteile enthält, können sie sehr wohl gewirkt haben (die Knollen dienten zudem aber auch als Tierfutter). In einem weiteren Medizinalwerk gelangte Ende des 16. Jhrh. die erste Beschreibung mit eindeutigen Abbildungen, auch von gefüllten und verschiedenen farbigen Blüten, nach Europa.

Die ersten Samen – wahrscheinlich von ursprünglich aztekischen Kreuzungen – kamen 1789 aus dem botanischen Garten von Mexico-Stadt nach Madrid, die erste Blüte in Europa gab es ein Jahr später.

Aus diesen ersten Samen entstand ein Dahlienboom in Europa:

Die erste Dahlie in Deutschland kam 1800 nach Dresden, schon 1836 gab es die erste Dahlienausstellung mit 200 Sorten. Die Preise entwickelten sich ähnlich wie die Blumenzwiebelpreise während der Tulpen-Manie im 17. Jahrhundert. 1890 führte der Gartenbaubetrieb Engelhard in Zerbst das größte europäische Sortiment mit 1 000 Sorten. Anfang des neuen Jahrtausends gibt es 20 000 registrierte Sorten; die in zehn verschiedene Blütenformkategorien unterteilt werden.

Der alte Name für die Kultur-Dahlie „*Dahlia variabilis*“ weist auf die große Bandbreite an möglichen Formen hin - jeder Samen kann zu sehr ungewöhnlichen Blütenformen und ganz unterschiedlichen Pflanzengrößen führen.

Dahlienblüten sind übrigens essbar, die Sorten schmecken alle unterschiedlich und geben gemischtem Salat eine aromatische Note. Die Knollen sind ebenfalls essbar, enthalten als Speicherkohlehydrat ca. 40% Inulin, einen der Stärke analogen Mehrfachzucker aus Fructose.

Samengröße 8-14 X 2-3,5 mm, Tausendkorngewicht 25 g.

Ko 4: Schmalblättrige Studentenblume (*Tagetes tenuifolium* Cav.)

Die Schmalblättrige *Tagetes* aus Mexiko ist weit weniger als Zierpflanze verbreitet als die in Garten und Balkonkasten allgegenwärtigen *T. erecta* und *T. patula* – Sorten. Deren „kleine Schwester“ ist dafür seit einigen Jahren als ungewöhnliche Gewürzpflanze beliebt geworden, denn Blätter und Blüten haben einen Zitrus-Duft und -Geschmack, der je nach Sorte zwischen herber Limone, Mandarine oder Apfelsine variiert.

Oberfläche schwarzbraun, fein behaart, sonst glatt und matt.

Achäne 6-7,5 mm lang, 0,5 – 0,8 mm breit, 0,3 – 0,4 mm dick, stäbchenförmig, \pm vierkantig, Nabel seitlich an der Basis, Scheitel mit aufrechtem, etwa 3 mm langem gelblichen Pappus und 2 etwa 5 mm langen Borsten.

Tausendkorngewicht ca. 0,06 g, epigäische Keimung.

Fam. Doldenblüter (Apiaceae)

► **Speise-Möhre** (*Daucus carota* L. ssp. *sativa* (Hoffm) Schübl. et G. Marten); Do 1

Allgemeines: In der um 180°gedrehten (anotropen) Samenanlage der Doldenblüter entwickelt sich im fett- und eiweißreichen Endosperm ein kleiner Keimling. Die Samenhülle verwächst mit der Fruchtwand zur Spaltfrucht, die in zwei Teilen auseinander reißt. Diese hängen zuerst noch am Fruchthalter (Karpophor) und zerfallen dann zu den „Samen“ -eigentlich Früchten-, wie sie in der Lieferung vorliegen.

Die Fruchtwände haben einen sehr typischen Bau. Sie zeigen deutlich 2 Rand- und 3 Rücken-Rippen, in denen Leitbündel verlaufen, zwischen diesen Haupt-Rippen liegen Riefen, in denen sich manchmal wiederum kleine Nebenriefen bilden können. Unter den Riefen, teils in den Rippen verlaufen Ölstriemen, in denen sich etherische Öle befinden, Ursache des typischen Geruchs vieler Doldenblüter“samen“ und Grund für die Nutzung als Gewürz.

Do 1: Speise-Möhre (*Daucus carota* L. ssp. *sativa* (Hoffm) Schübl. et G. Marten)

Wilde Möhren (*Daucus carota* ssp. *carota*) wachsen in ganz Europa auf mageren, trockenen Böden wild, so auch in Deutschland. Sie haben dünne weiße, carotinfreie Wurzeln, deren Nutzung auch früher unwahrscheinlich ist. Vermutlich sind die Sorten der Gartenmöhre aus Kreuzungen mit den Unterarten Riesenmöhre (*Daucus carota* L. ssp. *maximus*) aus dem Vorderem Orient und Mittelmeergebiet und der purpurroten Unterart *Daucus carota* ssp. *afghanicus* aus Afghanistan und Mittelasien entstanden. Alle drei Unterarten wachsen zusammen in Kleinasien (Türkei).

Prähistorische Samenfunde sagen wenig aus, da die Wildmöhren in Europa auf passendem Boden weit verbreitet waren. Der erste sichere Nachweis für eine Kulturmöhre ist eine Abbildung von 60 n. Chr. aus Konstantinopel, in Deutschland gibt es erst 1546 eine eindeutige Abbildung mit der Angabe, sie würden in Köln angebaut.

Frühere Angaben ließen offen, ob die Wilden Möhren genutzt wurden, oft wurde der gleiche lokale Namen für Möhren und Pastinaken benutzt. Sicher ist, daß 2005 in Deutschland 516 000 t Möhren geerntet wurden.

Samengröße 3 x 1 mm, Tausendkorngewicht ca. 1,5 g, langsam epigäisch keimend.

'Monocots'

Ord.: Spargelartige (Asparagales)

Fam. Orchideengewächse (Orchidaceae) (SB)

Allgemein: Die Samen sind sehr klein und haben so gut wie keinen Nährstoffspeicher. Der Keimling ist nur unvollkommen entwickelt, immer ohne Keimwurzel, meist ohne Keimblatt und besteht aus nur wenigen Zellen, die etwas Eiweiß und Öl enthalten. Die Samenschale ist meist sehr dünnhäutig, selten geflügelt oder hart. Die Samen sind für die Keimung völlig auf endotrophe Mykorrhiza-Pilze angewiesen, deren Hyphen sie chemisch anlocken. Diese wachsen in sie hinein und ernähren den Keimling – später bleibt der Pilz bei den meisten Arten in den Wurzeln der erwachsenen Pflanzen als Mykorrhiza-Symbiont erhalten.

Echte Vanille (*Vanilla planifolia* Andrews) (SB)

Die Samen sind ungewöhnlich hart und krustig, da die äußere Exotesta aus stark verdickten Steinzellen besteht. Daher sind sie, verarbeitet in Lebensmitteln, noch gut als kleine schwarze Punkte zu erkennen.

Vanille stammt aus den warm-feuchten Regenwäldern des südöstlichen Mexikos und Mittelamerikas - und ist damit neben Chili und Piment eines der wenigen südamerikanischen Gewürze. Sie wächst dort als Kletterpflanze mit 10-15 m langen Trieben, wird im Anbau aber viel niedriger kultiviert. Die Azteken aromatisierten ihre xocolatl-Getränke mit Vanille, die spanischen Eroberer brachten Vanille 1520 mit nach Europa. Ende des 16. Jahrhunderts hatten sie Fabriken für Schokolade mit Vanillearoma und die Kontrolle der Vanilleproduktion. 1807 gab es eine Pflanze in England, und 1819 wurde die erste Pflanze von Antwerpen nach Java geschickt, wo sie zwar blühte, aber nicht fruchtete - die bestäubende Bienen- und Kolibri-Art fehlten. Doch erst, als die Vanille über die Île de Bourbon (Réunion), Mauritius und die Komoren nach Madagaskar gekommen war, entdeckte ein belgischer Botaniker, daß sie außerhalb Mexikos handbestäubt werden muß, und der Plantagenarbeiter Edmond Albius entwickelte 1841 die Bestäubungsmethode mit einem Bambusstöckchen, die den weltweiten Anbau erst möglich machte. Vanille braucht zwischen 21 ° und 32 °C, heute werden etwa 80 % der Welternte von ca 7 000 t auf Madagaskar, Reunion und den Komoren angebaut, ansonsten in Indonesien und Mexiko.

Vanille ist die einzige Orchidee unter den Nutzpflanzen, heute weltweit beliebt und nach Safran das zweitwertvollste Gewürz. Der hohe Preis resultiert aus der komplizierten Kultur und Aufbereitung, - erstaunlich ist es aber auch, daß der Wohlgeschmack überhaupt entdeckt wurde. Die Fruchtkapseln (falsch „Stangen“ oder „Schoten“)

müssen 6 – 8 Monate nach der Bestäubung im genau richtigen Zustand kurz vor der Reife zwischen grüner und gelber Färbung gepflückt werden, ein Tag zu früh oder spät kann zu einem starken Qualitätsverlust führen. Die dann noch geruchlosen Früchte werden in Mexiko zur Weiterverarbeitung über mehrere Tage abwechselnd zum Welken ausgelegt, in großen Haufen aufgeschüttet und leicht fermentiert, in die Sonne gelegt, abends in Kisten gepackt, am nächsten Tag wieder ausgebreitet... In den Anbaugebieten rings um den Indischen Ozean werden die frisch geernteten Früchte für zwei Minuten in 70 °C heißes Wasser gelegt und dann auch wechselnd fermentiert und in die Sonne gelegt. Ziel der Prozedur ist die vorsichtige enzymatische Spaltung der in der Frucht glycosidisch gebundenen 1-3% Vanillin. Damit sich die Samen mit der öligen Flüssigkeit des Fruchtmarks gut vermengen und sich das frei werdende Vanillin überall gut verteilt, werden die fast fertig aufbereiteten Früchte durch die Finger gezogen. Es tritt aus den nun weichen, schwarzbraunen Früchten aus und kristallisiert als dünner Überzug, die ganze Frucht riecht dann stark. Sie muß nach dem Trocknen sorgfältig verpackt werden, damit das Aroma nicht verfliegt.

Zur Verwendung werden die Samen und das Mark aus den aufgeschnittenen Früchten gekratzt, die Fruchthälften können danach gut ausgekocht oder in Zucker gelegt werden, dieser zieht dann das Vanillin heraus.

Das Aroma der Vanille ist sehr viel feiner und voller als das des synthetischen Vanillezuckers. Naturidentisches Vanillin lässt sich sehr billig aus Nelkenöl oder aus Lignisulfonsäuren, also Abfällen aus der Zelluloseproduktion, herstellen – die anderen 170 Substanzen der echten Vanille fehlen dann aber.

Heute ist Vanillin einer der weitestverbreiteten Aromastoffe in der Lebensmittelindustrie, eine ähnlich großflächige Verwendung von echter Vanille wäre aus Preis- und Anbaugründen nicht möglich, die Produktionsmenge echter Vanille beträgt mit etwa 7 000 t /a ca. 1% der des synthetischen Vanillins. Die Preise schwanken stark, in den frühen 2000ern wechselte er durch Wirbelstürme, Pflanzenkrankheiten und wechselnde Nachfrage zwischen 20 und 500 US \$ pro kg. Ein echtes Problem wird es für die Anbauländer geben, wenn transgene Organismen ein "echtes" Vanillearoma produzieren können, die Wertschöpfung ginge dann von den Vanillebauern Madagaskars oder Mexikos auf die Biotechniker in den USA oder in Japan über.

Samengröße 0,1 – 0,2 mm, oval-kugelig. Tausendkorngewicht ca. 5 mg

Fam. Lauchgewächse (Alliaceae)

► Küchen-Zwiebel (*Allium cepa* L.); La 1

Allgemeines: Die Samenschalen der Lauchgewächse sind hart und schwarz gefärbt, ein Merkmal der gesamten weiteren Zwiebelverwandtschaft. Zu diesen gehören alle Familien aus der botanischen Ordnung der Spargelartigen Pflanzen (Asparagales).

Der äußerlich nicht sichtbare Keimling ist mit seinem spiralig aufgerollten dünnen

Keimblatt (einkeimblättrig!) von Nährgewebe (Endosperm) umgeben. Das Keimblatt ist scheinbar endständig, da das Sproßmeristem (Plumula) zur Seite gedrückt ist.

Die Samen enthalten Eiweiß, fettes Öl und als Speicherkohlenhydrat nicht Stärke, sondern Reservecellulose.

La 1: Küchen-Zwiebel (*Allium cepa* L.)

Die direkte Stammart der Küchen-Zwiebel ist nicht bekannt, wahrscheinlich ist sie aus ihr ähnlichen Arten, die in zentralasiatischen Gebirgen (Pamir, Tien Shan) wachsen, entstanden.

Küchenzwiebeln waren bereits zur Pyramidenbauzeit (2 500 v. Chr.) als Nutzpflanzen bis nach Ägypten gekommen, nach Mitteleuropa allerdings erst im frühen Mittelalter um 1000 n. Chr. Sie wurden sowohl als Nahrungsmittel wie auch medizinisch genutzt. 2005 wurden in Deutschland 365 000 t Zwiebeln geerntet, wenig im Vergleich mit den 1,3 Mio t in den Niederlanden oder 18 Mio t in China (2004).

Der Gehalt an etherischen Senfölen (organische Schwefelverbindungen) bedingt die infektionsverhütende und heilende Wirkung. Zwiebeln werden in der Hausmedizin daher seit langem eingesetzt, z. B. als Zwiebelsirup gegen Halsinfektionen.

Die Zwiebelsamen werden nicht als Gewürz o.ä. verwendet, da sie keinen besonderen Geschmack haben. Manchmal wird ein „Zwiebelsamen“ zum Würzen angeboten, das ist aber der auch kleine, schwarze Samen von *Nigella sativa*, einer nahen Verwandten der Jungfer im Grünen (Ha 1).

Samengröße 2,5 x 2 mm, Tausendkorngewicht ca. 4,2 - 5,8 g, epigäische Keimung

'Commeliniids'

Ord.:Palmenartige (Arecales)

Fam. Palmengewächse (Arecaceae)

▶ **Dattel** (*Phoenix dactylifera*) **(SB)**

▶ **Kokosnuß** (*Cocos nucifera* L.) **(SB)**

Dattel (*Phoenix dactylifera*) **(SB)**

Dattelsamen sind 2-3 cm lang, schlank zylindrisch und längst gefurcht, die Samenschale ist steinhart. Etwa auf halber Länge der glatten Seite ist die kreisrunde Micropyle sichtbar- der Samen ist campylotrop. Speicherstoff ist Reservecellulose, die in den stark verdickten Zellwänden des Endosperms gespeichert ist.

Der Samen macht ca. 5,5- 14% des Fruchtgewichtes aus, wird aber bisher kaum genutzt (s.u.). Er sitzt einzeln in einer Beere, die ein dünnes, zähes Exokarp mit eingelagerten Steinzellen hat, dickes Fruchtfleisch (Mesokarp) und ein papierartiges Endokarp um den Samen.

Die Heimat der Dattelpalmen liegt in Afrika und Westasien zwischen 15° und 30° nördlicher Breite, wahrscheinlich ursprüngliche rings um den persischen Golf. Sie werden seit vorgeschichtlicher Zeit zwischen Nil und Euphrat kultiviert, archäologische Funde im Osten Arabiens gehen bis 6 000 v. Chr. zurück, Nomaden kultivierten sie in den Oasen der Sahara als Grundnahrungsmittel. Die Araber brachten sie im Mittelalter in das maurische Spanien, dort allerdings fruchten sie nur im klimatisch günstig gelegenen, bekannten Dattelpalmenhain in Elche bei Alicante, ansonsten werden sie nur aus ästhetischen Gründen gepflanzt – sie werden 30 - 36 m hoch. Die Zentren des Dattelanbaus liegen heute in Iran und Irak, Saudi-Arabien, den Vereinigten Arabischen Emiraten und im nordwest-indischen Punjab. Schon 1792 wurden sie in Kalifornien, danach in Arizona angepflanzt, neuer ist der Anbau in Mexiko, Argentinien und Brasilien, Südafrika und Australien.

Grund für die starke Nutzung in den alten und neuen Anbaugebieten ist die optimale Anpassung der Dattelpalmen an aride Klimaverhältnisse, sie vertragen lange Trockenperioden, große Hitze und leichte Fröste bis - 6°C. Für ein rasches Wachstum und guten Fruchtansatz brauchen sie Tagesmaxima unter 32°C und wenig Regen während der Reifezeit - aber trotzdem reichlich Wasser, daher werden sie dann künstlich bewässert. Als Boden bevorzugen sie sandige Lehme, nehmen auch reinen Sand, Ton oder andere schwere Böden, nur salzhaltige Böden hemmen das Wachstum und verschlechtern die Fruchtqualität bei den meisten Sorten.

Dattelpalmen sind zweihäusig, in den Plantagen werden aber nur 1-4% männliche Bäume gepflanzt. Dabei kommt es sehr auf die Pflanzenqualität an, denn die Vater-sorte beeinflusst die Fruchtqualität bei Datteln sehr, hat also ungewöhnlicherweise auch Einfluß auf das Gewebe, das nur von der Mutterpflanze gebildet wird. Da der Pollen aber nur kurze Strecken mit dem Wind fliegt, werden Teile aus männlichen Blütenständen in die oberen Teile der weiblichen Blütenstände gebunden, oder der Pollen wird geerntet und die weiblichen Pflanzen werden damit handbestäubt. Beides sind aufwendige Verfahren. Außerdem wird die Zahl der Fruchtstände begrenzt und jeder davon später ausgedünnt, um größere Datteln zu ernten. Wegen der langen Dornen an den Blattstielen ist dieses nicht einfach.

Die Sorten unterscheiden sich nach ihrer Verwendung und Behandlung: In Nordafrika sind Trockendatteln ein haltbares Grundnahrungsmittel mit hohem Saccharose-Gehalt für Menschen und Lasttiere, die Früchte dieser Sorten bleiben bis zur Vollreife am Baum, dann wird der ganze Fruchtstand abgeschnitten und am Boden abgeerntet. Die als Obst gegessen, frischen Saftdatteln hingegen werden noch vor der Reife z.T. einzeln ausgepflückt, um gute Qualität zu bekommen. Sie enthalten als Zucker Glucose und Fructose.

Bei uns werden Saftdatteln manchmal frisch als Kühlware, meist aber getrocknet verkauft und pur oder verarbeitet gegessen. Die hier meist verkaufte Sorte ist die halbtrockene Sorte 'Deglet Nour', die in Tunesien und Algerien hauptsächlich angebaut wird, sie ist zwar ertragreich, aber wenig süß. Sie werden daher oft mit Glucose-sirup überzogen verkauft – die Samen keimen aber trotzdem noch.

Dattelsaft ist sehr süß und billig, nach Filtration und Entfärben bleibt eine klare Invertzucker-Lösung übrig, die in der Nahrungsmittelindustrie eingesetzt wird.

Die Fiederblätter werden zu Matten, Körben und Fächern geflochten, die Blattstiele werden in Nordafrika zu Spazierstöcken, Besen und Brennmaterial. Das Holz wird als allerdings nicht lange haltbares Bauholz verwendet, aus den lebenden Stämmen wird Saft gezapft und Palmwein bereitet.

Die Früchte werden wegen ihres Tanningehaltes bei Darmerkrankungen eingesetzt, auch gegen Erkrankungen der Atemwege, volksmedizinisch wird ihnen eine Wirkung gegen Leber- und Urogenitalkrankheiten zugesprochen. Gegen letztere und Durchfall wird in Indien das Wundharz genommen, die Palmwurzeln gegen Zahnschmerzen.

Die Samen werden geröstet als Kaffee-Ersatz genutzt, in Indien in Notzeiten fein gemahlen und mit Mehl zu Brot verbacken. Sie sind dann allerdings nicht nur leeres Streckmittel. Zwar ist die Speichercellulose nicht verdaubar, die Samen enthalten aber 6-8% gelbgrünes, nicht trocknendes Öl. Dieses enthält 45 % Ölsäure, 25% Palmitinsäure, 10 % Linolsäure und 8% Laurinsäure, neben diesen noch 10 weitere Fettsäuren und ist ernährungsphysiologisch interessant. Das Öl wird auch von der Seifen- und Kosmetikindustrie genutzt.

Im Samenmehl sind aber auch Cadmium und Blei enthalten, und bei Versuchen mit Ratten, die im Vergleich mit Dattelsamen- oder Cellulosemehl ernährt wurden (Bakterien im Rattendarm spalten Cellulose), fraßen die ersteren mehr, nahmen mehr zu und hatten einen erhöhten Fettgehalt der Leber. Offensichtlich ist eine Substanz enthalten, die auf den Fettstoffwechsel wirkt – vielleicht ein Ansatz für ein Medikament.

2,5-3 x 0,8 cm, Tausendkorngewicht ca. 700 g

	Wasser	Eiweiß	Fett	Kohlenhydrate		Fasern
				Zucker	Cellulose	
Dattelsamen	7,2 - 9	1,8 – 5,2	6,8 - 9,3		65,5	6,4 - 13,6
Dattelfrucht, getrocknet	7 - 26	1,7 – 3,9	0,1 - 1,2	73 - 77		(ca. 10)

Inhaltsstoffe der Dattel in %

Kokosnuß (*Cocos nucifera* L.)

(SB)

Die käufliche Kokos“nuß“ ist der Stein einer Steinfrucht, die harte Schale ist das etwa 5 mm dicke Endokarp, die braune, eigentliche Samenschale ist fest mit dem weißen „Kokosfleisch“ verwachsen. „Kokosfleisch“ und flüssiges „Kokoswasser“ im Inneren sind zusammen das Endosperm - in dieser Form einzigartig. Das Endosperm ist in der jungen Frucht nur flüssig und süß (→ Trink-Kokosnuß), darin schwimmen zahlreiche, bei der Teilung des sekundären Embryosack-Kerns entstandene freie Zellkerne. Während der Fruchtreife wird es sukzessiv in ölreiches, festes Endosperm umgewandelt, dabei werden von der Embryosackwand aus die Zellwände gebildet - der innere Teil des Embryosacks bleibt jedoch frei.

Weil die **nucleäre Endospermbildung** mit zeitlich getrennten Kernteilungen und Zellwandbildungen bei der Kokosnuß so auffällig ist, sei hier noch etwas zu den drei Typen der Endosperm-Bildung ergänzt: Beim zweiten Typ, der **zellulären Endospermbildung**, laufen Kernteilungen und Zellwandbildungen gleichzeitig ab, beim **helobialen** Typ ist die Endospermbildung im oberen Teil des Embryosacks nucleär, im unteren Teil zellulär.

An der harten Schale sind die drei verwachsenen Fruchtblätter noch sehr gut zu sehen, eine der deutlich sichtbaren Keimporen ist nur dünn überwachsen, unter ihr liegt der kleine Keimling. Wie bei den Getreiden ernährt sich der heranwachsende Keimling durch ein Saugorgan (Haustorium), das sich aus der Basis des einen, echten Keimblattes entwickelt und dem „Kokosfleisch“ anlegt. Es bleibt damit in jedem Fall bei der Keimung im Samen.

Am braunen, harten Endokarp hängen meist noch einige Reste des faserigen Mesokarps („Coir“), das vor dem Versand der Kokosnüsse entfernt wird. Die Fasern bilden mit der dazwischen enthaltenen Luft den Schwimmkörper für die Früchte, umgeben sind sie von der äußeren Fruchtschale, dem wasserdichten, glatten Exokarp.

Damit die Kokosnüsse keimen können, müssen die Fasern des Mesokarps völlig mit Wasser gesättigt sein. Bei der Keimung durchstößt die Plumula dann mit einigen basalen Wurzeln und einer aus den ersten Laubblättern geformten Blattscheide die Keimpore, nach deren Öffnung kommen erste einfache, gefaltete Blätter, die dem ersten Laubblatt bei der Getreidekeimung entsprechen. Im Handel sind oft getopfte Jungpflanzen von Kokospalmen erhältlich, an ihnen ist gut zu sehen, daß der Sproß neben dem Fruchtsiel-Ansatz aus der Frucht kommt – der Samen ist anatrop.

Das Aussäen von gekauften Kokosnüssen bringt leider keinen Erfolg, da sie vor der Vollreife geerntet werden. Das als Handelsprodukt „Copra“ genannte Endosperm ist dann am mächtigsten, danach entwickelt der Keimling sein Haustorium... Aber die Keimdauer wäre mit 2 – 6 Monaten für Schulzwecke sowieso etwas lang.

Durch die gute Schwimmfähigkeit kann die Frucht monatelang über das Meer treiben, bis sie an einer Küste angespült wird. Aus Fossilfunden wird auf die Herkunft aus der Region des indischen Ozeans geschlossen, ursprünglich wohl von den Sunda-Inseln. Von dort kamen sie entweder nur durch Meeresströmungen bis zu den Südseeinseln und zur Westküste Mittelamerikas, oder sie wurden von Menschen bis zu den Südseeinseln mitgenommen und sind von dort weitergetrieben.

Kokospalmen fruchten nur in den Tropen zwischen 26° nördl. und südl. Breite, die Hauptanbauggebiete liegen jedoch in den warmfeuchten inneren Tropen zwischen 15° nördl. und südl. Breite mit einer mittleren Jahrestemperatur von 27°C. Die Niederschlagsmengen liegen optimal bei gleichmäßig verteilten 1200 – 2500 mm, der Boden sollte frisch und locker sein. Aufgrund ihrer schwimmenden Verbreitung wachsen sie wild meist an den Stränden – sie vertragen daher eine hohe NaCl-Konzentration von 0,64% im Boden. So werden sie seit 3 000 Jahren zwischen Indien und SO – Asien kultiviert, auch heute liegen dort die größten Anbauflächen. Nachgewiesen ist der Anbau an der Pazifik-Küste Panamas vor der spanischen Kolonialisierung.

Kokospalmen gehören zu den zehn wichtigsten Nutz-Bäumen für die Menschheit. 1996 wurden weltweit 44,7 Mio. t Kokosnüsse geerntet und daraus 4,7 Mio. t Copra gewonnen.

Die bis 30 m hohen Bäume tragen bei einer Reifezeit bis zu 14 Monaten über das Jahr verteilt 50-80 Nüsse, die in Indien bis SO-Asien oft Lebensgrundlage sind: Für Sri Lanka wird z.B. ein Jahresverbrauch von 149 Kokosnüssen pro Einwohner ange-

geben. Das Fruchtfleisch wird gegessen, die Schalen dienen als Löffel, Gefäße u.a. und, direkt oder zu Holzkohle verarbeitet, als Brennmaterial. Aus den Fruchtfasern (Coir) werden haltbare, seewasserfeste Taue und Teppiche hergestellt. Doch auch die Restpflanze kann genutzt werden, die Fiederblätter werden traditionell noch immer als Material zum Dachdecken, Mattenflechten oder für Besen genutzt, trocken auch als Brennmaterial. Das Holz ist sehr unterschiedlich in der Qualität, wird aber für Möbel genutzt, da es sehr interessant gemasert ist. Der Saft aus angeschnittenen Blütenständen wird zu Palmwein vergoren und daraus Arrak gebrannt.

Die Wurzeln werden in ihren Herkunftsländern volksmedizinisch als Mittel gegen Ruhr eingesetzt und zu Mundwasser verarbeitet, das Kokosöl soll gegen Atembeschwerden und fiebersenkend wirken, trockenes abgelagertes Kopra als Bandwurmmittel – und als Aphrodisiakum.

Eine andere Nutzung der Kokospalme ist heute in allen klimatisch leidlich passenden Regionen wichtig: Der Baum ist Sinnbild des touristischen Urlaubstraumes, notfalls reicht aber auch ein Cocktail oder Eisbecher aus einer aufgeschlagenen Kokosnuß.

Bei uns werden die Fruchtfasern oft zu Abtretern und Teppichen verarbeitet, neuerdings auch für Autositze u.a. Die bei uns wichtigsten Produkte werden aber aus dem Endosperm des Samens hergestellt. Erst geraspelt, dann getrocknet, entstehen Kokosflocken für Süßwaren. Für die Fettproduktion werden die Nüsse halbiert und von 50 auf 5-6% Wasser getrocknet, dann enthalten sie ca 70 % Fett. So werden sie gehandelt und erst in den Importländern wird das Kopra zu Kokosöl und Ölkuchen gepresst, letzterer wird als Viehfutter verwendet. Bei uns liegt das Öl nach weiteren Reinigungsschritten als gut erhitzbares Bratfett „Palmin“ im Kühlschrank - das wäre jedenfalls ratsam; denn es schmilzt schon unter 30 °C. Dieser niedrige Schmelzpunkt des Kokosnuß- Samenfettes bewirkt in der „Eiskonfekt“-Schokolade auch den Kühlungseffekt (durch den Wärmeentzug im Mund zum Schmelzen). Versteckt ist Kokosfett in vielen Margarinen und - wegen der enthaltenen und gut zu verarbeitenden Myristin- und Laurin-(fett-)säuren - vor allem in Shampoo, Rasierseifen und Kosmetika. Sie sind dann in den Inhaltsstofflisten auf den Verpackungen mit aufgeführt und leicht zu entdecken.

Samengröße ca. 13 x 11 cm, Tausendkorngewicht ca. 500 kg, hypogäische Keimung

	Wasser	Eiweiß	Fett	Kohlenhydrate	Rohfaser	Asche
Kokoswasser, unreife Frucht	95,01	0,13	0,12	4,11	-	0,63
Kokoswasser, reife Frucht	91,23	0,29	0,15	7,27	-	1,06
Endosperm, unreife Frucht	90,80	0,90	1,40	6,3	-	0,60
Endosperm, reife Frucht	46,30	4,08	37,29	11,29	3,39	1,03
Kopra	5,80	8,90	67,0	16,5	4,10	1,80
Ölkuchen	10,66	19,06	11,05	58,18	14,10	4,05

Inhaltsstoffe der Kokosnuß und von Kokosnuß-Produkten in %

Ord.: Süßgräserartige (Poales)

Fam. Süßgräser (Poaceae)

► **Saat- Hafer** (*Avena sativa*); Sü 1

► **Kultur-Mais** (*Zea mays*); Sü 2

(auf Anfrage auch weiterhin Weizen, Gerste, Roggen)

Allgemeines: Die „Samen“ der Gräser sind eigentlich Nussfrüchte, bei den für Gräser typischen Karyopsen verwachsen Frucht- und Samenschale miteinander.

Im Endosperm liegt in zentralen, toten Zellen sehr viel Stärke gespeichert – der Mehlkörper. In den peripheren, lebenden Zellen direkt unter der Samenschale befinden sich dagegen Fette und hoch kondensierte Proteine in Speicher-Vakuolen: die Aleuronkörner. Diese Aleuronschicht ist meist nur einschichtig.

Der Keimling liegt dem Endosperm seitlich mit seinem zu einem schildförmigen Saugorgan umgewandelten Keimblatt an (Scutellum, lat. ‚Schildchen‘). Die Sproßspitze mit dem empfindlichen Vegetationskegel und einigen Blattanlagen ist von einer geschlossenen Scheide umhüllt (Coleoptile, gr. coleo ‚Schwert-Scheide‘, ptilon ‚Feder‘), ebenso die Wurzelspitzen von der Coleorrhiza (gr. rhiz- ‚Wurzel‘).

Durch die Züchtung entstanden aus den Spelz- die Nacktgetreide, bei denen die Karyopsen im Fruchtstand nicht mehr mit den Hüll- und Deckspelzen verwachsen sind. Es kann bei einer Art beide Formen geben.

Hypogäische Keimung (das Keimblatt ist in das Scutellum umgewandelt)

Sü 1: Saat- Hafer (*Avena sativa* L.)

Es gibt ihn nur als Kulturpflanze: Er entstand aus den in Europa und Asien als Ackerunkräuter verbreiteten Wildgräsern Flug-Hafer (*Avena fatua* L.) und Taub-Hafer (*A. sterilis* L.). Ähnlich wie Roggen hat er sich zuerst als unerwünschtes Unkraut im Emmer verbreitet und wurde dann durch Auslese zur sekundären Kulturpflanze.

Saat- Hafer bevorzugt ein gemäßigtes Klima, viele Niederschläge und hohe Luftfeuchtigkeit. Daher konnte er sich während der Klimaverschlechterung zwischen 1000 und 800 v. Chr. (Übergang von der Bronze- zur Eisenzeit) durchsetzen. Seit ca. 100 v. Chr. wird er hauptsächlich in nördlichen Breiten angepflanzt, er ist allerdings frostempfindlich und wird deshalb nur als Sommergetreide angebaut.

Hafer ist das ernährungsphysiologisch wertvollste Getreide. Er hat nicht nur einen hohen Gehalt an Eiweiß, Fett und Vitaminen aus dem B-Komplex, das Fett liegt dazu noch zu 70-80% als ungesättigte Fettsäuren vor und das Eiweiß hat einen hohen Gehalt an essentiellen Aminosäuren.

Es gibt ihn als Spelz- und Nackthafer, genutzt wird er als Haferflocken, im Norden und in Irland auch als Brot und für Kekse oder als Futtergetreide. Trotzdem liegt er in Deutschland 2005 mit 3,3 % der Fläche und 2,3% der Erntemenge nur an 5. Stelle im Anbau, noch weit hinter Triticale. 2004 betrug die Welternte 25,82 Mio t.

Medizinisch wird er nur volkstümlich und homöopathisch mit einem breiten Indikationspektrum genutzt, die Kommission E (das zuständige Bundesinstitut zur Bewertung pflanzlicher Drogen) befand jedoch 1987 keine belegte Wirksamkeit im angegebenen Anwendungsgebiet.

Hafer hat als einziges Getreide keine Ähren, sondern Rispen.

Samengröße 1,1 x 3 mm, Tausendkorngewicht 20 - 50 g

Sü 2: Kultur-Mais (Zea mays L.)

Erste Funde von Samen der Wild-Maisarten *Zea mays ssp. mexicana* (Schrad.) H.H. Iltis und *Zea perennis* (AS Hitchc.) Reeves & Manglesd. gibt es von 5 000 und 3 400 v. Chr. aus Mexiko. Die ältesten Funde von frühen Kultur-Mais-Stufen stammen aus der Phase zwischen 3 400 und 2 300 v. Chr., Funde mit eindeutigen Hybridisierungsmerkmalen (sehr viel größere Körner u. ä.) gibt es seit 1 500 – 900 v. Chr.

Die Abstammung des Kulturmaises von *Zea mays ssp. parviglumis* H.H. Iltis & Dobley ist wahrscheinlich.

Kolumbus entdeckte ihn bei seiner ersten Fahrt nach Amerika und brachte ihn bei der zweiten mit nach Spanien. Er wurde schon 1525 in Südwesteuropa angebaut, fünfzig Jahre später in der Türkei und am Euphrat. Im 17. Jhrh. kam er von Venedig nach Friaul gebracht, dort entstand daraus die Polenta. In Deutschland gab es ihn im 16. und 17. Jhrh. nur im Weinbauklima, erst seit 1970 breitete sich der Anbau von kälteangepassten Sorten aus. Heute wird er hier trotz der ökologischen Probleme beim Anbau in großem Maß für die Stärkegewinnung und als Silage kultiviert, zunehmend zur Vergärung der ganzen Pflanze in Biogasanlagen.

Mais ist in USA, Mittel- und Südamerika das Hauptgetreide, wird in Russland, China, auf dem Balkan, in Italien, Frankreich, der Türkei und zunehmend in Deutschland angebaut. Dabei wurden 2004 in den USA 300 Mio t Körnermais geerntet, in Deutschland 4,2 Mio t - weltweit 724,52 Mio t.

Durch die Jahrtausende durchgeführte Züchtung gibt es viele verschiedene Maiskorntypen, die an unterschiedliche Verwendungen angepasst sind. Popcorn-Mais am einen Ende der Skala hat kleine harte Samen mit kolloid eingelagertem Wasser, das bei Erhitzung explodiert und das Aufpoppen bewirkt, am anderen Ende der Skala steht Zuckermais, bei dem der durch Photosynthese gebildete Zucker nicht in Stärke umgewandelt wird und der daher - anders als z.B. Gemüsemais - auch reif süß bleibt.

Die Samen werden zu Nahrungsmitteln und technischen Rohstoffen verarbeitet, die ganze Pflanze als Winterfutter milchsauer vergoren („Silage“) und das Stroh zu Strohteppichen verarbeitet.

Maisgriffel werden medizinisch als Diuretikum genutzt, sie haben ihre Wirkung wahrscheinlich durch ihren hohen Kaliumgehalt. Maiskeimöl ist Trägeröl in verschiedenen pharmazeutischen Zubereitungen.

Samengröße 9 x 8 mm, Tausendkorngewicht 115 - 400g

Zur Ergänzung folgen hier noch die Angaben zu den drei anderen, nicht mehr in der Lieferung enthaltenen, aber ebenfalls erhältlichen Getreide-Arten:

Der **Saat-Weizen** (*Triticum aestivum* L.) (**bitte extra bestellen**) ist durch Kreuzung verschiedener *Triticum*-Wildarten entstanden (siehe dazu die Arbeitshilfe 7.25).

Ausgang der Weizenentwicklung waren der vordere Orient und Mesopotamien (Nachweise von 7 800 v. Chr.) Seit 4 600 v. Chr. gibt es einzelne Weizenfunde in Deutschland, meist zusammen mit Einkorn, Emmer, Dinkel und auch Gerste. In Süddeutschland nehmen die Funde danach stark zu, besonders in römisch besetzten Gebieten. Nach dem Ende der Römerzeit nehmen die Funde wieder ab, nur im Südwesten blieb die Weizennutzung durch den Einfluß Frankreichs erhalten.

Weizen ist das zweitälteste der heute hauptsächlich angebauten Getreidearten, dabei das anspruchsvollste. Er liegt mit etwas mehr als 3 Mio ha Ackerfläche in Deutschland bei ca. 50 % der gesamten Getreide-Anbaufläche und mit 23,7 Mio t bei 55,5% der Getreide-Erntemenge, weit vor allen anderen Getreiden.

Er ist Grundlage für Brot, Feingebäck, Couscous und Bulgur, Bier, auch Futtergetreide. Ganz neu ist die Verwendung als technischer Rohstoff (Stärke und Kleber-Eiweiß) oder als Energieträger zum Verbrennen. 2004 wurden weltweit 629,87 Mio t Weizen geerntet.

Samengröße 8 x 4 mm, Tausendkorngewicht 30 - 55 g

Roggen (*Secale cereale* L.) (**bitte extra bestellen**) ist ein Nacktgetreide, der Samen fällt aus dem Spelz. Roggen erträgt Trockenheit, Nässe, niedrige Temperaturen und sandigen Boden. Er wird daher vor allem im Osten und Norden angebaut.

Erste Funde von „Unkraut-Roggen“ (*Secale cereale* L. ssp. *ancestrale* Zhuk) mit kleinen Samen stammen von ca. 6 600 v. Chr. aus Nordsyrien und der Türkei. Er wuchs wahrscheinlich als Unkraut in Weizenfeldern und wurde mit verbreitet. Durch Auslese entstand der Kulturroggen, der erstmals für 4 400 v. Chr. in Polen belegt ist. In Deutschland gibt es erste Funde aus 600-500 v. Chr., die Zahl der Fundstellen verdoppelt sich in römischer Zeit (zwischen 0 und 300 n. Chr.). Seit dem 10. Jahrh. wird er im Winterfeldbau kultiviert. Trotz seiner anspruchslosigkeit liegt er 2005 in Deutschland mit 8,6% der Fläche und 6,6% des Ertrages hinter Weizen und Gerste nur an dritter Stelle im Anbau. Ein Grund dafür ist, daß Sauerteigbrot – dessen Grundlage er ist - immer weiter durch Weizenbrot verdrängt wird. Trotzdem ist Deutschland nach Polen der zweitgrößte Roggen-Anbauer der Welt – die Restwelt isst kein Roggenbrot. So wurden 2004 insgesamt auch nur 17,65 Mio t geerntet. Wie die anderen Getreide wird auch er als nachwachsender Energieträger getestet. Samengröße 8 x 3 mm, Tausendkorngewicht 13 - 50 g

Saat-Gerste (*Hordeum vulgare* L.) (**bitte extra bestellen**) gibt es als Spelz- und auch als Nacktgetreide. Sie ist die anpassungsfähigste Getreide-Art, die am weitesten nördlich und am höchsten in den Bergen kultivierbar ist, dazu gegen Salz und Dürre resistent.

Die Wildart ist *Hordeum spontaneum* K. Koch, die von Nordafrika über den Iran bis nach Nordwest-Indien und Zentral-Asien wächst. Die ältesten Funde dieser Wild-Gerste mit zweizeiligen Ähren stammen aus Siedlungsfunden vom Peloponnes und aus dem vorderen Orient von 10 000 bis 7 000 v. Chr., später durch mehrzeilige Kultur-Gerste ersetzt. Gerste ist damit in Europa und Asien neben Emmer und Einkorn das älteste Kulturgetreide, das heute hinter Weizen an zweiter Stelle im Anbau steht. Auf 30,6 % Flächenanteil werden 27 % Anteil an der deutschen Gesamt-Getreideernte 2005 erreicht.

Gerstenkörner enthalten viel Eiweiß, da die proteinspeichernde Aleuronschicht bei ihnen dreischichtig ist.

Aus den 153,83 Mio t Welternte an Gerste werden Graupen, Grütze und in Nord-europa Brot hergestellt, dazu Malzkaffee – vor allem aber überall Bier. Dabei ist der Anteil der Braugerste wegen der Witterungsabhängigkeit ihrer Ernte stark gesunken, dies führt schon zu Engpässen bei den Brauereien. Das Braumalz wird aus ankeimenden Samen hergestellt, die enzymatische Zerlegung der Speicherkohlenhydrate schafft dabei kürzere Zuckermoleküle, die gut vergärbar sind.

Gestiegen ist dagegen die Menge an Energie-Gerste, eiweißarmen Züchtungen zum Verbrennen in Kraftwerken. Durch geringeren N-haltigen Eiweißanteil wird auch der Stickoxid-Ausstoß geringer.

Samengröße 4 x 9 mm, Tausendkorngewicht 30 - 50 g

	Wasser	Eiweiß	Fett	Kohlenhydrate	Rohfaser*	Mineralstoffe
Hafer	13,0	13,0	7,0	61,3	1,21	2,3
Mais	12,5	11,0	4,4	67,2		1,5
Weizen	13,2	7,5	2,0	66,7	2,4	1,8
Roggen	13,7	9,2	1,8	70,2	2,1	1,8
Gerste	11,7	12,4	1,2	73,6	1,3	1,3

* nicht verdaubare Kohlenhydrate, z.B. Cellulose
Anteile der verschiedenen Bestandteile an trockenen Getreidekörnern in %

Vorschläge für die unterrichtliche Nutzung

Das Thema sollte jahreszeitlich passend eingebunden werden, im Winter könnten trockene Fruchtstände mit Samen im Frost, Leinsamen im Brot oder Keimspossen (Soja, Senf, Alfalfa...) eine passende Einleitung sein.

Die trockenen Samen können lange aufgehoben werden. Je nach Klassenstufe und geplanten, eventuell verschleißreichen Untersuchungen sollte die Lieferung entsprechend noch etwas aus dem Lebensmittelhandel aufgestockt werden. Dabei ist der Umgang mit größeren Samen wie Erbsen, Bohnen und Getreide einfach, es sollte aber nicht bei diesen stehen bleiben.

Der Samenaufbau ist an gequollenen oder angekeimten Samen leichter als an trockenen Samen zu untersuchen.

A. Samenuntersuchung

Untersuchungen nur mit den eigenen Sinnen:

- **Tast-Kim-Spiel:** Einem Schüler mit verbundenen Augen werden drei Samen-Arten in Schälchen zum Betasten gegeben. Sie sollen dann mit offenen Augen wieder aus dem Sortiment herausgefunden werden.
- **Hör-Kim:** Ein Liefer-Döschen mit Samen wird dicht am Ohr eines Schülers (mit geschlossenen Augen) geschüttelt und wieder zu allen anderen gestellt, anschließend soll dieses Döschen wiedergefunden werden.
- **Hör-Memory:** Zur Vorbereitung werden pro SchülerIn je zwei Plastikbecher mit gleichen Samen gefüllt und in nicht zusammenpassende Strümpfe gesteckt. Die SchülerInnen sollen dann die beiden Becher mit gleichen Samen durch das beim Schütteln entstehende Geräusch herausfinden. Kontrolliert wird zuerst nur durch das Befühlen der Samen in den Bechern, durch den Strumpf kann dabei niemand hineinsehen. Erst danach erfolgt die Endkontrolle mit den Augen.

Da die Getreide-Arten ähnlich klingen, sollte anfangs nur eine Getreideart darunter sein. Die Unterscheidung der Getreide-Arten am Klang ist dann etwas für Spezialisten.

- **Vergleich zwischen trockenen und gequollenen Samen** gleicher Art - wie verändern sich die Samen in Größe, Struktur, Verschleimung?
- **Überprüfen der Strukturveränderung:** Trockene und gequollene Samen zwischen Daumen und Zeigefinger drücken und versuchen, sie zu zerbeißen.
- **Geschmack der Samen** trocken und gequollen testen (Ritterspornsamensamen nicht essen, sie sind **giftig** – schmecken aber glücklicherweise auch sehr schlecht)
- Die SchülerInnen überlegen sich **Ordnungssysteme für die** Schälchen mit den **Sämereien**, wobei sie diese begründen sollen. Es ist sinnvoll, einige Samen gleich am Anfang dafür zurückstellen, sonst sind alle verbraucht.

Untersuchen des Samenaufbaus mit Lupe, Binokular, Skalpell:

- Mit Vergrößerungshilfe sind die sehr unterschiedlichen **Oberflächenstrukturen** gut zu sehen. Die SchülerInnen können diese zeichnen.
- **Der innere Bau ist bei einigen Samen auch von außen gut sichtbar.** Die SchülerInnen können nach Nabel, Keimöffnung und der Samennaht suchen. Die Samen sollten dann gezeichnet werden, vermessen und beschriftet.
- Wenn am trockenen Samen zu wenig zu sehen ist und sich noch nicht einmal die Micropyle (Keimöffnung) abzeichnet, sollten die - intakten- Samen quellen und ankeimen. Die Keimwurzeln wachsen dann aus den Micropylen heraus.
- Die **Samen** werden **längst oder quer durchgeschnitten** (am besten mit Rasierklingen – schon Skalpelle sind für die kleineren Samen zu dick) und die Schnittfläche mit Lupe oder Binokular betrachtet. Ist der Keimling zu finden?
- Sind die **Keimblätter** schon im Samen oder gleich nach dem Keimen grün?
- Der **Aufbau der verschiedenen Samenschalen** kann nach dem Abschälen verglichen werden – sind die Schalen sehr dick oder dünn, können mehrere Schichten unterschieden werden?
- Die SchülerInnen können überlegen, welche **Vor- und Nachteile** die verschiedenen Größen und Oberflächenstrukturen der Samen haben.

Untersuchungen mit Hilfe von Experimenten:

- Ein trockenes, hartes Schwammtuch oder **Brötchen werden gleichzeitig mit Bohnensamen in Wasser gelegt** und während der ganzen Schulstunde beobachtet. Die SchülerInnen überlegen, was gleich und was unterschiedlich ist.
- **Sprenghraft der Samen:** Altbekannt ist das Eingipsen von Bohnensamen - mit verschiedenen Samen ist es aber viel interessanter. Erbsen, Brauner (Sarepta-) Senf, Mohn o.ä. in gleichen Gewichten (20 g) werden in gleiche Gipsmengen eingerührt und zur handgroßen Kugel geformt. Die Samen können dem erhärtenden Gips noch so viel Wasser entziehen, daß sie quellen können. Die ähnlich geformten Bohnen- und Mohnsamen verursachten Risse im \pm ausgehärteten Gipsblock, Erbsen sprengen ihn etwas weiter auf, und Sarepta-Senf (in Asialäden erhältlich) verursacht nach einiger Zeit eine beeindruckende Senfplosion.
- **Die beim Quellen aufgenommene Wassermenge wird bestimmt:**
Die Samen werden gewogen und in Wasser gelegt, nach jeweils zehn Minuten kurz aus dem Wasser genommen, gewogen und wieder ins Wasser gelegt. Das den Samen anhaftende Wasser muß dabei vor dem Wiegen abgetrocknet bzw. mit einem Papiertaschentuch o. ä. weggesogen werden, sonst verfälscht es das Ergebnis. Dies ist bei großen Samen (Bohnen, Erbsen, Kürbis, Getreide) gut möglich, bei sehr kleinen Samen wie Mohn kaum möglich, da sehr viel freies Wasser zwischen den Samen bleibt. Etwas fummelig ist es auch bei verschlei-

menden Samen (Lein oder die Kreuzblüter Raps und Radieschen).

In 90 min nehmen sie zwischen einem Viertel und dem halben Eigengewicht an Wasser auf (Erbsen sind schnell, Kürbisse brauchen länger), weitere Messungen sollten später erfolgen. - Die maximale Wasser-Aufnahmemenge wird bestimmt, prozentual zum Samengewicht berechnet und graphisch dargestellt.

- **Der Einfluß der Haupt-Speicherstoffe auf die Quellung** lässt sich gut zeigen. Als Originalsamensamen werden eiweißreiche Hülsenfruchtsamen, fette Samen (Raps oder geschälte Sonnenblumensamen), ein stärkereiches Getreide und Speicherzellose-haltige Samen (Zwiebel oder Dattelsamen) in Wasser gelegt und ihre Volumen- oder Gewichtszunahme beobachtet. Die beiden letzten Samen brauchen sehr viel mehr Zeit zum Quellen, deshalb können Dattelkerne auch längst durchgeschnitten und mit zum Quellen gegeben werden.

Parallel wird das Quell-Verhalten von Sonnenblumen-Margarine (Fett), Gelatine (Eiweiß), ganz trockenem Weißbrot (Stärke) und Papier (Zellulose) getestet: Sie werden in gleichem Gewicht in Schälchen gegeben und so lange mit Wasser beträufelt, bis nichts mehr aufgenommen wird. 15 min stehen lassen, ev. muß Wasser nachgegossen werden. Danach wird das ungebundene Wasser vorsichtig abgegossen und die von den drei Substanzen aufgenommene Flüssigkeit gewogen. Stärkemehl statt Brot ist eigentlich besser, nur eine ziemliche Ferkelei. Die Samen enthalten nicht nur ihren Haupt-Speicherstoff, daher ist ein Vergleich der Ergebnisse mit den Inhaltstoff-Listen und die Diskussion des Versuchs nötig.

- **Untersuchen der Wirkung der Einweichzeit auf die Keimung.**

Von den eingeweichten Samen werden bei jeder Wägung einige Samen in eine mit kariertem Küchenpapier o.ä. ausgelegte Petrischale gelegt und markiert, möglich ist auch ein -ebenfalls mit kleinen Küchenpapierstückchen ausgelegter- Eiswürfelbehälter. Beide werden mit Deckel oder Folie als Verdunstungsschutz abgedeckt und zum Ankeimen aufgestellt. Nach einigen Tagen können die SchülerInnen überprüfen, welcher Wassergehalt mindestens zur vollständigen Quellung und zur Aktivieren aller Enzyme nötig ist. Weiter können sie dabei ermitteln, nach welcher Zeit das Liegen unter Wasser den Keimling durch Sauerstoffmangel abgetötet hat und der Samen nicht mehr keimt. (Die Zucker-Rüben-Samen der Lieferung keimen wahrscheinlich nicht mehr, da sie schon alt sind.)

- Vergleich des **Quellens in Süß – und Salzwasser.**

- **Temperaturtoleranz:** Trockene und gequollene Samen werden unterschiedlich hoch erhitzt und danach zum Keimen aufgestellt. Die Grenz-Temperatur kann für verschiedene Arten ermittelt werden.

- Die Schüler ermitteln das **Tausendkorngewicht** (als gängige gärtnerische Größe) durch Abzählen einer Samenmenge, Auswiegen und Berechnen. Dieses Gewicht wird mit vertrauten Größen verglichen, z.B. Münzgewichten oder Süßwaren.

- Abgezählte Samen werden in Plastikdosen auf nassem Küchenpapier zum Keimen angesetzt, nach der Keimung neu gezählt. Daraus wird die **Keimrate** errechnet. Aus Keimrate und Tausendkorngewicht können die SchülerInnen z.B. ausrechnen, wieviel Gramm Leinsamen für 20 Leinpflanzen nötig sind.

- Unterschiedliche Samen werden in einem Keimgerät zum Keimen angesetzt, z.B. Sonnenblumen, Radieschen und Weizen. Die SchülerInnen protokollieren dann die **Entwicklungsstadien der Keimlinge** (Zeichnungen) und den jeweiligen **Geschmack**. Damit alle probieren können, reichen die gelieferten Proben wahrscheinlich nicht, sie müssen dann ergänzt werden (Lebensmittelhandel).

B. Was ist im Samen enthalten?

- **Fettfleck-Probe**: Samen werden zwischen saugfähigem Papier mit einem Stein o. ä. zerquetscht oder im Mörser zerrieben und das Mus dann zwischen Papier zerdrückt – wenn ein durchscheinender Fleck im Papier zu sehen ist, war viel Fett im Samen.
- **Etherische Öle** sind dabei auch sofort zu riechen (z. B. bei den Möhrensamen).
- Mit Lugol'scher Lösung auf dem Samen-Mus kann **Stärke** nachgewiesen werden.

C. Vom Samen zur Frucht und Pflanze

- **Die SchülerInnen suchen die zu den Samen gehörenden Pflanzen in Gärten, auf dem Feld oder in Geschäften** - oder auch nur Abbildungen davon. Dann können sie mit den Samen und Pflanzen(-Bildern) eine Ausstellung unter einem Thema eigener Wahl erstellen. Dabei ist z.B. das Verhältnis zwischen Samengröße und Pflanzengröße im Vergleich vieler Arten interessant.
- **Bei diversen Früchten aus dem Supermarkt können die Samenanlagen oder Samen freipräpariert werden**, dann ist zu sehen, wie sie an der Plazenta sitzen. Zur Lieferung passend sind die fast ganzjährig erhältlichen Gurken, Zucchini und Grüne Bohnen (wobei eventuell die Frage zu klären ist, woher die frischen Bohnen im Winter kommen) und die nur saisonal verfügbaren Dicken Bohnen und Zuckermais. Würden die oben genannten Samen ergänzt, können Avocado und Datteln auch mit in den Einkaufskorb. Eine Erweiterung: Die SchülerInnen nehmen alles dazu, was in der Obst- und Gemüseabteilung Samen(-anlagen) hat.
- Samen werden in Töpfen und in einem Keimgerät zum **Keimen** gebracht, dabei die **Temperatur und Keimdauer** sowie die Art des Keimens (**hypo- oder epigäisch**) beobachtet. Die SchülerInnen halten die Ergebnisse in einem Beobachtungsbuch fest, ebenso die weitere Entwicklung der Keimlinge.
- Wenn nach Abschluß aller Untersuchungen und Versuche immer noch Samen am Leben sind, können diese natürlich zu passender Zeit (ab März-April) im Schulgarten ausgesät und beobachtet werden.

D. Samen und Produkte daraus

- Die SchülerInnen können **zu Hause überprüfen, wo und welche Samen oder Produkte aus ihnen dort vorhanden sind** (nicht die in Samentütchen – das wäre zu einfach) und, wenn möglich, etwas davon in die Schule mitbringen. Welches sind dabei die größten, welches die kleinsten Samen?
- **Samen finden sich dabei auch an unerwarteten Stellen im Haus:** Im CD-Regal oder Computer-Audiofile stehen eventuell „Black Eyed Peas“ (Vigna unguiculata, auf deutsch „Schwarzaugen-Bohne“), die Samen der „Red Hot Chilli Peppers“ sind genauso scharf wie die Früchte auf der CD-Hülle. Mr Bean ist im Fernsehprogramm oder auf DVD zu finden.
- Die SchülerInnen bereiten ein kleines **Büffet** vor, z.B.:
 - Paste aus eiweißhaltigen Speichercotyledonen mit Senföl-haltigen Samen auf Bällchen aus stärkereichem Endosperm und Samen mit verschleimender Testa oder morphinhaltigen Samen
 - Flüssiges Endosperm mit reservestofffreien, fermentierten Samen...

E. Geographisches/ Historisches

- Die Samen werden auf einer Weltkarte auf ihre **Ursprungsländer** gestellt.
- Die Samen werden nach der **Zeit ihrer Einführung** bei uns entlang einer Zeitleiste aufgestellt - seit der Steinzeit, seit der Römerzeit, nach Columbus usw.

F. Kunst, Präsentation und Darstellung

- **Die SchülerInnen skizzieren eine Samenart** einzeln so mit dicken (!) Stiften groß auf Papier, daß sie eindeutig erkennbar sind. Danach werden die Bilder aufgehängt, alle Samen zusammen aufgestellt und alle SchülerInnen versuchen gemeinsam, die **Bilder wieder den Samen zuzuordnen**. Sie sollten dabei natürlich nicht einfach das eigene Paar wiedervereinen. Danach werden die Merkmale zusammengetragen, die einige gezeichnete Samen leicht erkennbar machten oder warum einige nicht zu identifizieren sind.
- Die Lieferung ist nur ein Anfang – die SchülerInnen bekommen die Aufgabe, bis zum Ende des Schuljahrs **Samen und die dazugehörigen Früchte zu sammeln** und für eine gemeinsame Präsentation aufzubereiten.
- **Aus den Samen kann ein Bild** mit pastösem, transparent aushärtendem Bastelkleber auf festen Fotokarton **geklebt werden** oder in einem Rahmen in eine etwa einen Zentimeter dicke Schicht von Gips oder Füllmasse hineingedrückt werden.
- Nach der Beobachtung von Quellung und Keimung: **Wie könnte das Quellen und Keimen von Samen mit dem ganzen Körper dargestellt werden?**

Nützliche Materialien aus der zentralen Leihstelle (Arbeitshilfe 0.3.)

Blütenmodelle (8.8.1) von Erbse (*Pisum sativum*)
Kirsche (*Prunus avium*)
Roggen (*Secale cereale*)
Tulpe (*Tulipa gesneriana*)
Wiesen-Rispengras (*Poa pratense*)
Wiesen-Salbei (*Salvia pratensis*)
Raps (*Brassica napus*)

Modell des Weizenkorns (8.8.3)

Waagen mit Gewichtssatz (1.5.1 u. 1.5.2)

Lupen 3x (1.3.15 a) und 6x (1.3.15 b)

Binokulare (1.3.16)

Mikroskope 450x (1.3.3)

und aus der Freiluftschule (0.4.):

Glasschälchen (Träger mit 36 Stück) , Keimgeräte

Literatur:

Al-Shahib, W. und Marshall R.J.: The fruit of the date palm: its possible use as the best food for the future? In: International Journal of Food Sciences and Nutrition, 54 (4), Taylor & Francis Ltd, 2003

Brouwer, W. und Stählin., A.: Handbuch der Samenkunde
DLG-Verlag, Frankfurt/M., 1975

Brücher, H.: Tropische Nutzpflanzen
Springer Verlag, Berlin, Heidelberg, New York, 1977

Erhard, W., Götz, E., Bödecker, N., Seybold, S.: Zander – Handwörterbuch der Pflanzennamen

Verlag Eugen Ulmer, Stuttgart, 17. Aufl. 2002

Elmadfa, I. und Domke, I.: Die Wirkung von Dattelnkernmehl und Cellulose auf Wachstum, Futtermittelverwertung und Lipidstoffwechselformparameter wachsender und ausgewachsener Ratten

in: Zeitschrift für Ernährungswissenschaft, 17(4) Springer Berlin, 1978

Flindt, R.: Biologie in Zahlen
Gustav Fischer Verlag Stuttgart, New York, 1986

Genaust, H.: Etymologisches Wörterbuch der botanischen Pflanzennamen
Nikol-Verlagsgesellschaft, Hamburg, 2005

Höniges, Ana: Ökologische und physiologische Studien über Orobanchen Arten in natürlichen Ökosystemen, Dissertation der Fakultät für Chemie und Pharmazie der

Eberhard-Karls-Universität Tübingen und der Fakultät für Naturwissenschaften der Universitatea de Vest "Vasile Goldiș", Arad, Rumänien, 2009
= http://tobias-lib.uni-tuebingen.de/volltexte/2009/3769/pdf/Dissertation_Hoeniges_2009.pdf

Karrenberg, S. Edwards, P.J. und Kollmann, J.: The life history of Salicaceae living in the active zone of floodplains, in: Freshwater Biology 47, Blackwell Science Ltd, 2002
= http://www.cnr.uidaho.edu/floodplain_ecology/Freshwater%20Biology%20~%202002/Karrenberg%20et%20al.%202002.pdf

Körper-Grohne, Udelgard: Nutzpflanzen in Deutschland
Theiss Verlag GmbH, Stuttgart 1995

Phillips, R. und Rix, M.: Gemüse in Garten und Natur
Verlag Droemer Knauer Nachf.; München 1994

Schütt, Weißgerber, Schuck, Lang, Stimm, Roloff: Bäume der Tropen
Sonderausgabe, Nikol-Verlagsgesellschaft, Hamburg, 2004

Sitte, P., Weiler, E.W., Kadereit, J.W. et al.: Strasburger - Lehrbuch der Botanik für Hochschulen;
35. Auflage, Spektrum Akademischer Verlag GmbH, Heidelberg, Berlin, 2002

The New Royal Horticultural Society: Dictionary of Gardening
Macmillan Press Ltd, London, 1992

Wichtl, Max (Hrsg.): Teedrogen und Phytopharmaka
Wissenschaftliche Verlagsgesellschaft 3. Auflage, 1997

Winkel, G. und Hofmann, B.: AH 7.10: Samen von Nutzpflanzen und Gartenblumen
Schulbiologiezentrum Hannover, 1992

Richtlinie 2002/57/EG des Rates der Europäischen Union vom 13. Juni 2002 über den Verkehr mit Saatgut von Öl- und Faserpflanzen
= <http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2002:193:0074:0097:DE:PDF>

FAO: Progress on farmer training on parasitic weed management, 2008
= <ftp://ftp.fao.org/docrep/fao/010/i0015b/i0015b01.pdf>

Statistisches Bundesamt: Statistisches Jahrbuch 2006 für Deutschland,
Statistisches Jahrbuch 2006 für das Ausland = <http://www.destatis.de/print.php>

<http://www.biologie.uni-hamburg.de/b-online/d52/52e.htm#16>

<http://www.botgard.ucla.edu/html/botanytextbooks/economicbotany/index.html>

http://www.boga.ruhr-uni-bochum.de/spezbot/skripte/Sk_25.html

http://www2.hu-berlin.de/biologie/arboretum/uebung_bluete.html

<http://delta-intkey.com/angio/www/salicace.htm>

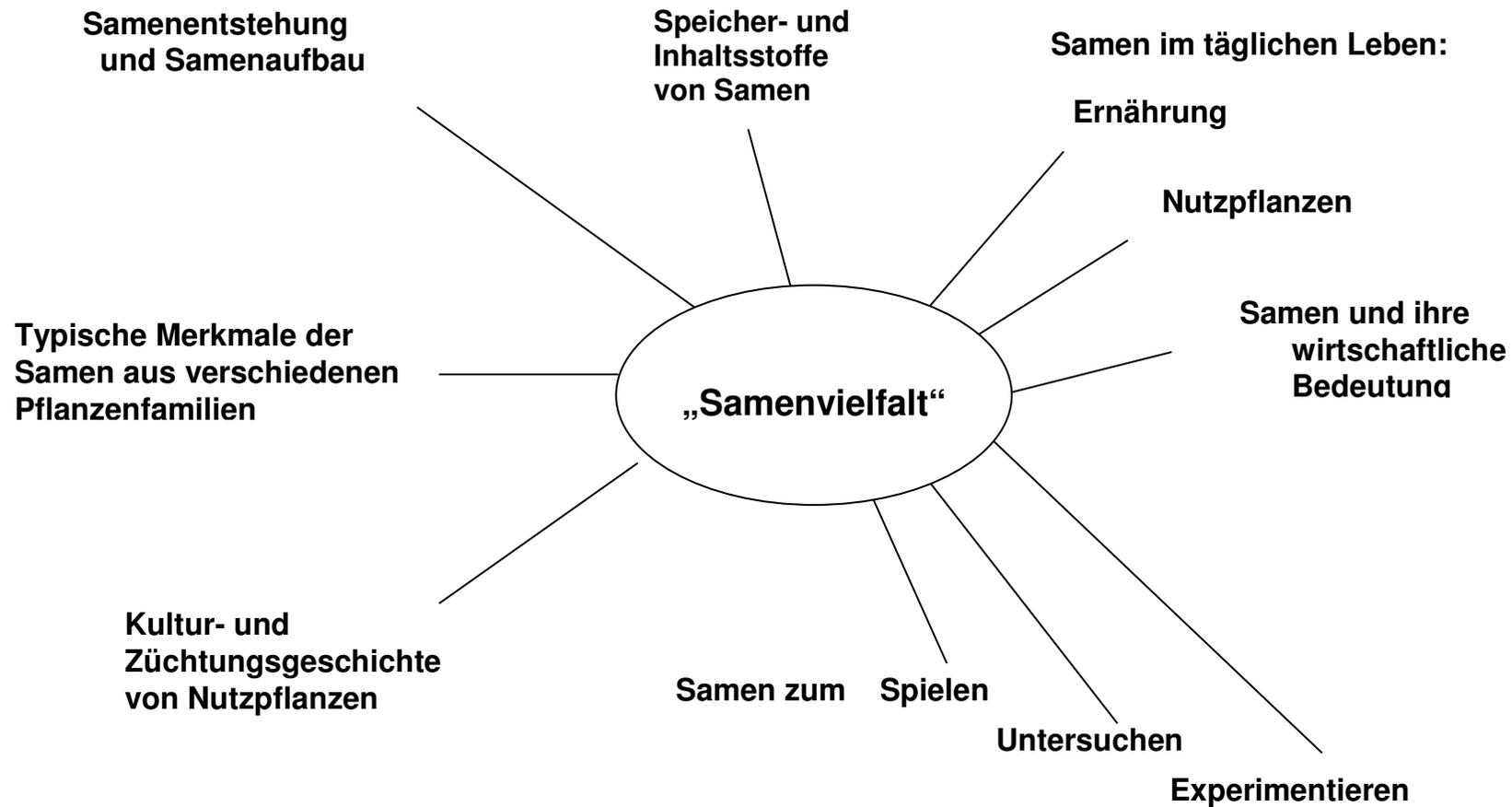
<http://www.nsl.fs.fed.us/wpsm/Populus.pdf>

http://www.lgl.bayern.de/de/left/fachinformation/lebensmittel/morphin_speisemohn.htm.

http://www.uni-duesseldorf.de/WWW/MathNat/Biologie/Didaktik/Exoten/Kokosnuss/dateien/txt_verw.html

... und noch viel mehr aus www.google.de.... (Liste erhältlich)

Einsatzmöglichkeiten der Lieferung im Unterricht



Überblick über die Samenarten – systematisch sortiert SB= bitte selbst kaufen

Bedecktsamer (Magnoliophytha =Angiospermen)

'Magnoliids'

Ord.: Lorbeerartige (Lurales)

Fam. Lorbeergewächse (Lauraceae)

- ▶ Avocado (*Persea americana*) (SB) SB

'Eudicots'

Ord.: Hahnenfußgewächse (Ranunculales)

Fam. Hahnenfußgewächse (Ranunculaceae)

- ▶ Jungfer im Grünen (*Nigella damascena*) Ha 1
- ▶ Garten-Rittersporn (*Consolida ajacis*) Ha 2
- ▶ Wilde Waldrebe (*Clematis vitalba*) Ha 3

Fam. Mohngewächse (Papaveraceae)

- ▶ Schlaf-Mohn (*Papaver somniferum*) Mo 1

'Kern-Eudicots'

Ord.: Nelkenartige (Caryophyllales)

Fam. Fuchsschwanzgewächse (Amaranthaceae)

- ▶ Spinat (*Spinacea oleracea*) Fu 1

'Rosiden'

'Rosiden 1':

Ord.: Malpighiales

Fam. Leingewächse (Linaceae)

- ▶ Saat-Lein (*Linum usitatissimum.*) Lei 1

Fam. Weidengewächse (Salicaceae)

- ▶ Schwarz-Pappel (*Populus nigra*) Wei 1

Ord.: Kürbisartige (Cucurbitales)

Fam. Kürbisgewächse (Cucurbitaceae)

- ▶ Speise-Gurke (*Cucumis sativus*) Kü 1
- ▶ Garten-Kürbis (*Cucurbita pepo*) *oder* Riesen-Kürbis (*C. maxima*) Kü 2
- ▶ Kurzährige Explodiergurke (*Cyclanthera brachystachya*) Kü 3

Ord.: Schmetterlingsblüterartige (Fabales)

Fam. Schmetterlingsblüter (Fabaceae)

- ▶ Feuer-Bohne (*Phaseolus coccineus*) Sch 1
- ▶ Ackerbohne (*Vicia faba*) Sch 2
- ▶ Speise-Erbse (*Pisum sativum*) Sch 3
- ▶ Rot-Klee (*Trifolium pratense.*) Sch 4

'Rosiden II'

- Ord.: Kreuzblüterartige (Brassicales)
- Fam. Kapuzinerkressengewächse (Tropaeolaceae)
- ▶ Große Kapuzinerkresse (*Tropaeolum majus*) Ka 1
- Fam. Kreuzblüter - Brassicaceae
- ▶ Radieschen (*Raphanus sativus*) Kr 1
 - ▶ Raps (*Brassica napus napus*) Kr 2

'Asteriden'

'Asteriden I'

- Ord. Taubnesselähnliche (Lamiales)
- Fam. Bignoniengewächse (Bignoniaceae)
- ▶ Gewöhnlicher Trompetenbaum (*Catalpa bignonioides*) Bi 1
- Fam. Sommerwurzgewächse (Orobanchaceae)
- ▶ Kleine Sommerwurz (*Orobanche minor*) Som 1

'Asteriden II'

- Ord.: Asternartige (Asterales)
- Fam. Korbblüter - Asteraceae
- ▶ Einjährige Sonnenblume (*Helianthus annuus*) Ko 1
 - ▶ Garten-Ringelblume (*Calendula officinalis*) Ko 2
 - ▶ Fiederblättrige Dahlie (*Dahlia pinnata*) Ko 3
 - ▶ Schmalblättrige Studentenblume (*Tagetes tenuifolium*) Ko 4
- Fam. Doldenblüter - Apiaceae
- ▶ Speise-Möhre (*Daucus carota.*) Do 1

'Monocots'

- Ord.:Spargelartige (Asparagales)
- Fam. Orchideengewächse (Orchidaceae)
- ▶ Vanille (*Vanilla planifolia*) (SB) SB
- Fam. Lauchgewächse (Alliaceae)
- ▶ Küchen-Zwiebel (*Allium cepa*) La 1

'Commelinids'

- Ord.:Palmenartige (Arecales)
- Fam. Palmengewächse (Arecaceae)
- ▶ Kokosnuß (*Cocos nucifera* L.) (SB) SB
 - ▶ Dattel (*Phoenix dactylifera*) (neu / SB) SB
- Ord.:Süßgräserartige (Poales)
- Fam. Süßgräser (Poaceae)
- ▶ Saat- Hafer (*Avena sativa*) Sü 1
 - ▶ Kultur-Mais (*Zea mays*) Sü 2

(auf Anfrage auch weiterhin Weizen, Gerste, Roggen)

Einen Überblick über die zugrunde liegende Systematik gibt es auf <http://www.mobot.org/MOBOT/Research/APweb/> unter „Trees“

Überblick über die Samenarten – alphabetisch sortiert

Die Kürzel sind die Anfangsbuchstaben der deutschen Pflanzenfamilien

Bi 1	Gewöhnlicher Trompetenbaum	(Catalpa bignonioides)
Do 1	Speise-Möhre	(Daucus carota sativus)
Fu 1	Spinat	(Spinacia oleracea)
Ha 1	Jungfer im Grünen	(Nigella damascena)
Ha 2	Garten-Rittersporn	(Consolida ajacis)
Ha 3	Wilde Waldrebe	(Clematis vitalba)
Ka 1	Große Kapuzinerkresse	(Tropaeolum majus)
Ko 1	Einjährige Sonnenblume	(Helianthus annuus)
Ko 2	Garten-Ringelblume	(Calendula officinalis)
Ko 3	Gefiederte Dahlie	(Dahlia pinnata)
Ko 4	Schmalblättrige Studentenblume	(Tagetes tenuifolia)
Kr 1	Radieschen	(Raphanus sativus)
Kr 2	Raps	(Brassica napus napus)
Kü 1	Speise-Gurke	(Cucumis sativus)
Kü 2	Garten- o. Riesen-Kürbis	(Cucurbita pepo o. maxima)
Kü 3	Kurzährige Explodiergurke	(Cyclanthera brachystacha)
La 1	Speise-Zwiebel	(Allium cepa)
Lei 1	Saat-Lein	(Linum usitatissimum)
Mo 1	Schlaf-Mohn	(Papaver somniferum)
Sch 1	Feuer-Bohne	(Phaseolus coccineus)
Sch 2	Ackerbohne	(Vicia faba)
Sch 3	Speise-Erbse	(Pisum sativum)
Sch 4	Rot-Klee	(Trifolium pratense)
Som 1	Kleine Sommerwurz - NEU in 2011	(Orobanche minor)
Sü 1	Saat-Hafer	(Avena sativa)
Sü 2	Kultur-Mais	(Zea mays)
Wei 1	Schwarz-Pappel	(Populus nigra)

Bitte ergänzen Sie unsere Lieferung auch mit Dattel-, Avocado-, Vanille- und Kokosnuss-Samen aus dem Lebensmittelhandel – es lohnt sich!

Stand: Februar 2011