

Pflanzenphysiologie 7: Physiologie von Samen

- **Aufbau von Samentypen und Keimung**
- **Aktivierung von Reservestärke**
- **Aktivierung von Reservefetten**
- **Aktivierung von Speicherprotein**

Copyright Hinweis:

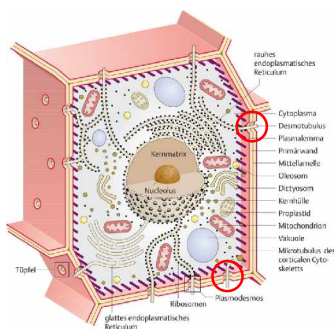
Das Copyright der in dieser Vorlesung genannten Lehrbücher oder reproduzierten Bilder wird anerkannt.
Die Reproduktion dient reinen Lehrzwecken.

Biologie I: Pflanzenphysiologie WS 2009/2010

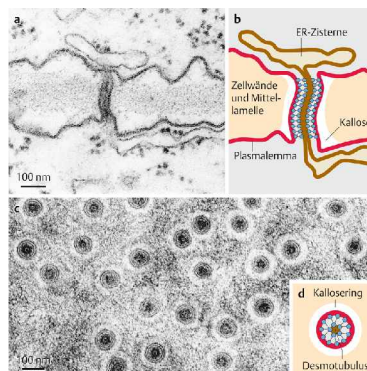
Rüdiger Hell
Heidelberger Institut für Pflanzenwissenschaften



Plasmodesmata verbinden Pflanzenzellen

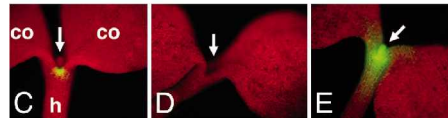


Georg Thieme Verlag, Stuttgart · New York
E. Weiler, L. Nover: Allgemeine und molekulare Botanik · 2008



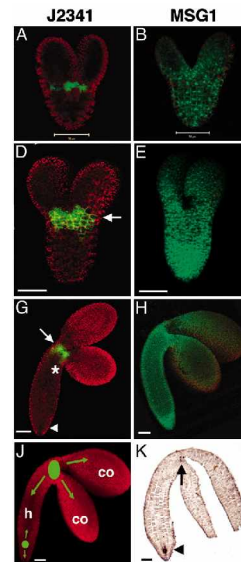
- Symplastische Fusion sehr vieler Zelltypen durch Zellwand hindurch
- Form ist sehr variabel. ER Tuben können hindurchreichen
- Durchlassgröße hängt von der Funktion ab, max. 60 kDa

Plasmodesmata machen den Embryo zu einem Symplasten

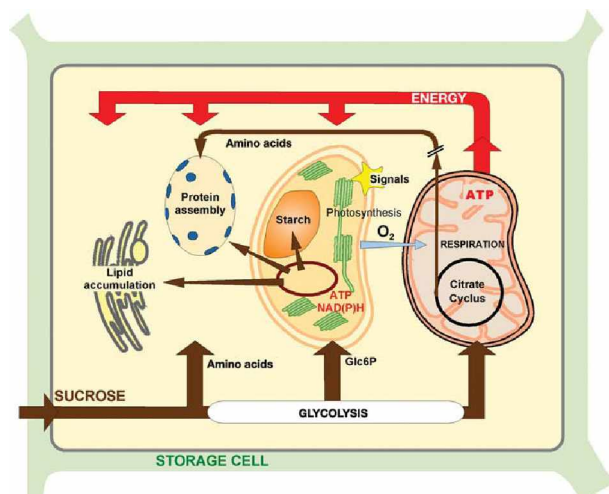


- Meristemzellen sind symplastisch verbunden
- GFP wird in transgenen Keimlingen vom Bildungsort Apikalmeristem über Plasmodesmata transportiert
- GFP wird vom Bildungsort durch den gesamten Embryo verbreitet
- Der Embryo als Ganzes ist komplett apoplastisch vom maternalen Gewebe isoliert

Kim, Insoon et al. (2005) PNAS 102, 2227-2231

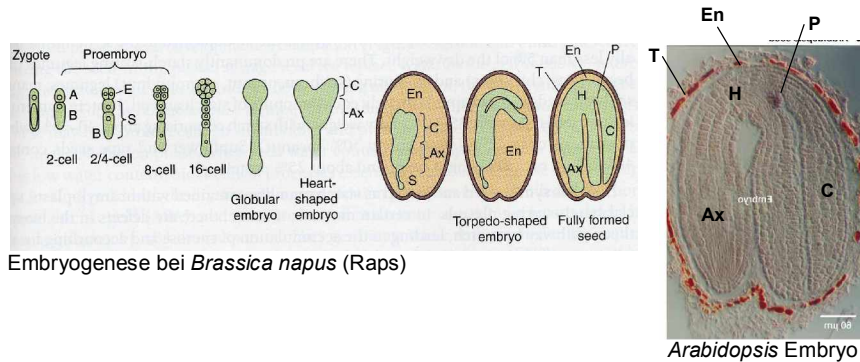


Die Interaktion von Stoffwechselwegen und Zellkompartimenten bei der Samenreifeung



Wobus, Annu. Rev. (2005)

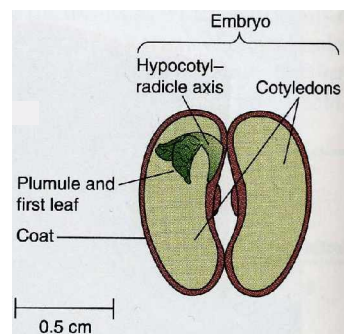
Samenspeicher der Nutzpflanzen basieren auf verschiedenen Entwicklungstypen: Bsp. Dikotyle



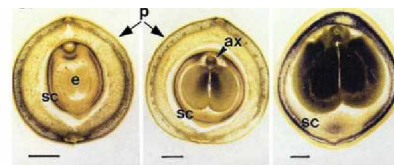
- Das Endosperm der Dikotylen besteht nur transient und wird am Ende der Samenentwicklung abgebaut
- Die Organe des Embryos enthalten alle Speicherstoffe

Aus: Chrispeels & Savada (2003) Fig. 9.b
Walbot & Evans (2003) Nat. Rev. Genet. 4: 369

Samenspeicher der Nutzpflanzen basieren auf verschiedenen Entwicklungstypen: Bsp. Leguminosen



Phaseolus vulgaris

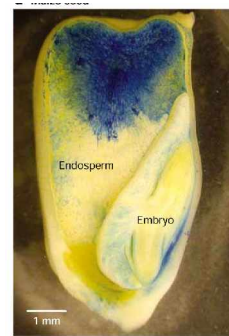
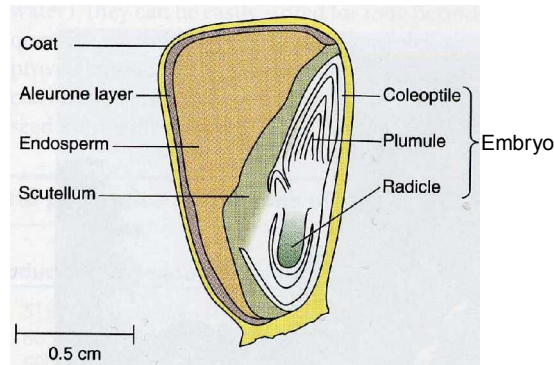


Distribution of starch

- Leguminosen sind ein Sonderfall durch den Besitz von Speicherkotyledonen
- Im reifen Zustand ist fast kein Endosperm mehr vorhanden
- Rhizobien-Symbiose ermöglicht besonders hohe **Proteingehalte** im Samen

Aus: Chrispeels & Savada (2003) Fig. 9.2

Samenspeicher der Nutzpflanzen basieren auf verschiedenen Entwicklungstypen: Bsp. Monokotyle

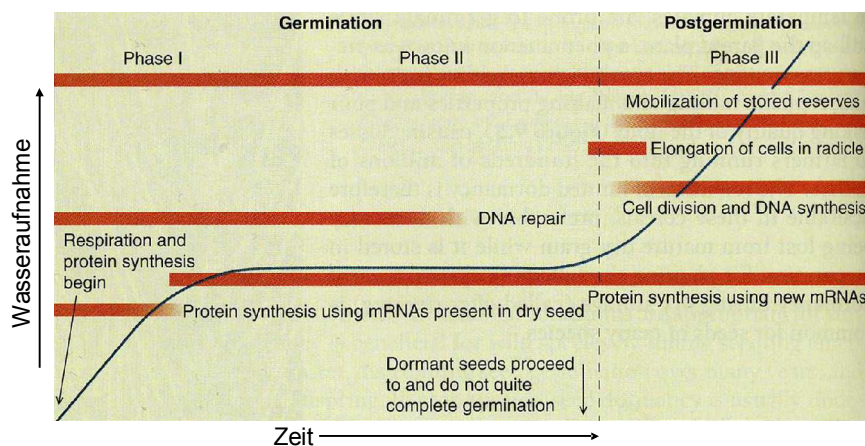


Zea mays

- In Cerealien ist das Endosperm die dominierende Struktur des Samens
- In reifer Form besteht es aus **toten** Zellen
- Die Aleuronschicht lebt und sekretiert Enzyme bei der Keimung
- Cerealien Samen enthalten überwiegend **Stärke**

Aus: Chrispeels&Savada (2003) Fig. 9.2

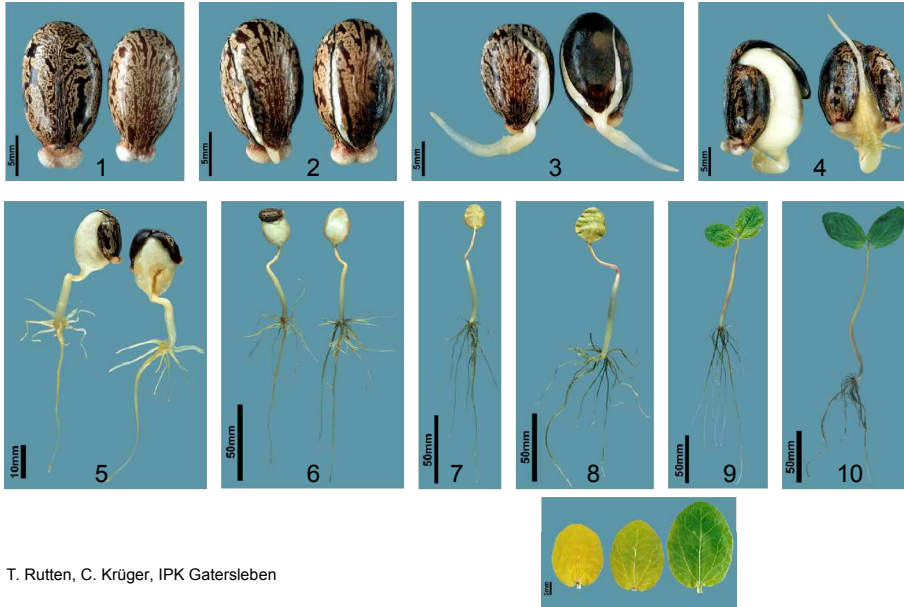
Prozesse während und nach der Keimung



- Die Keimung beginnt mit der (physikalischen) Aufnahme von Wasser
- Dormanz stoppt die Keimung vor dem Aufbrechen der Samenschale
- mRNA und Protein-Synthese beginnen vor dem Abbau der Speicherstoffe

Aus: Chrispeels&Savada (2003) Fig. 9.6

Keimung von *Ricinus communis* L.



***Ricinus communis* L.**



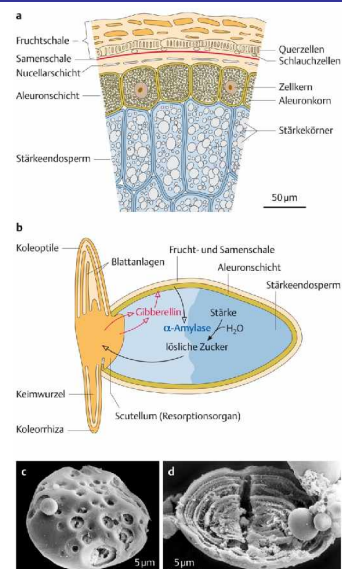
T. Rutten, C. Krüger, IPK Gatersleben

Physiologie von Samen

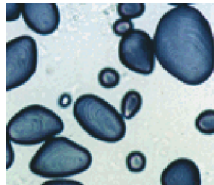
- Aufbau von Samentypen und Keimung
- **Aktivierung von Reservestärke**
- Aktivierung von Reservefetten
- Aktivierung von Speicherprotein

Amylase und die Aktivierung von Reservestärke

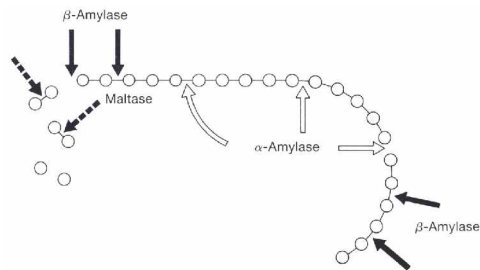
- Zusammensetzung je nach Art 70-80% Amylopectin, 20-30% Amylose
- Min. 4 Enzyme sind am hydrolytischen Stärkeabbau beteiligt: α - und β -Amylasen, α -Glucosidase und *Debranching enzyme*
- Gibberellinsäure induziert die Expression von α -Amylase im Scutellum und Aleuron sowie die post-translationale Aktivierung von β -Amylase
- Golgi-Vesikel transportieren Amylasen zum Plasmalemma zur Exkretion in das Endosperm
- Entstandene Glucose wird in Saccharose überführt und durch das Scutellum zum Embryo transportiert



Hydrolytischer Stärkeabbau



Stärke nach Jod-Jod-Kali
Färbung (Einlagerung in
Amylose)



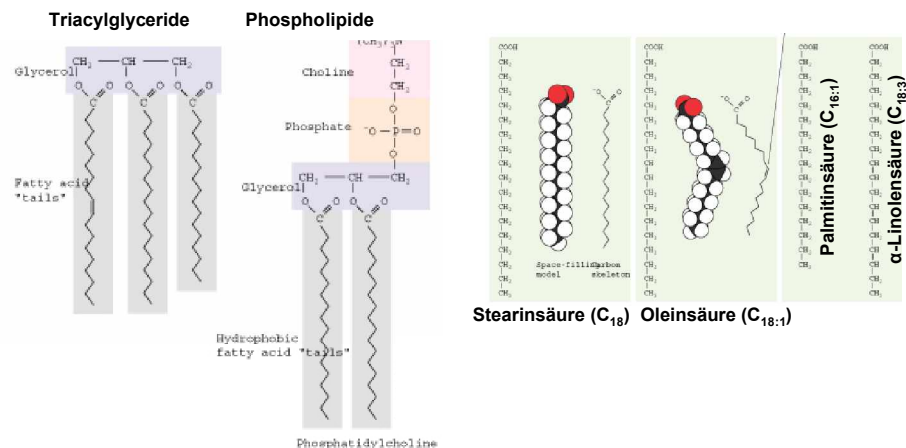
- α -Amylase spaltet in der Glucosekette, β -Amylase 2 Einheiten vom Kettenende
- Glucosemonomere ohne Phosphataktivierung entstehen
- *Debranching enzyme* (R-Enzym) wird ebenfalls benötigt

Lüttge 6-3, 79

Physiologie von Samen

- Aufbau von Samentypen und Keimung
- Aktivierung von Reservestärke
- **Aktivierung von Reservefetten**
- Aktivierung von Speicherprotein

Fette und Fettsäuren in Pflanzen

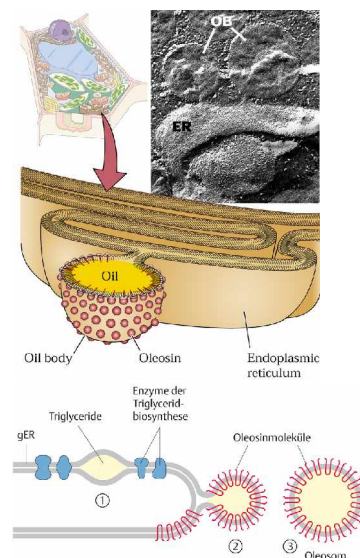


- Unterscheidung in Speicher- und Membranlipide
- Kettenlänge und Sättigungsgrad bestimmen die biophysikalischen Eigenschaften
- Beim Abbau spalten Lipasen die Fette in Glycerin und Fettsäuren

Aus: Chrispeels & Savada (2003) Fig. 7.3, p. 157

Sammlung von Speicherlipiden in Ölkörpern

- Triacylglyceride akkumulieren zwischen Lipidmonolayern des glatten ER
- Ölkörper enthalten das Protein Oleosin, das die globuläre Anordnung der Lipidbilayer bestimmt
- Oben rechts: Transmissions-Elektronen-Mikroskop Aufnahme von abgeschnürten Ölkörpern

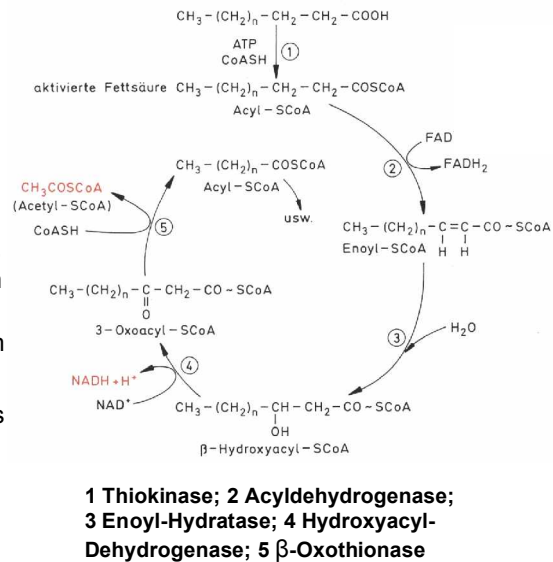


Buchanan Fig. 1.20

Georg Thieme Verlag, Stuttgart - New York
E. Weiler, L. Nover: Allgemeine und molekulare Botanik - 2008

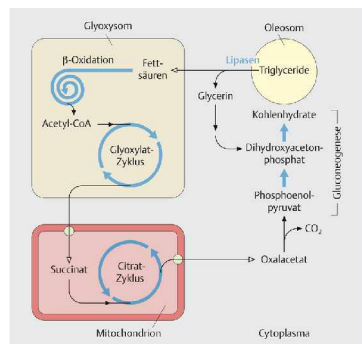
Fettsäuren werden oxidiert und Reduktionsäquivalente gewonnen

- β -Oxidation der Fettsäuren läuft in einem Multienzymkomplex in den Mitochondrien und Glyoxisomen ab
- Aktivierung durch ATP und Coenzym A
- Produkte sind NADH, (FADH), Acetyl-Coenzym A und ein um eine C2-Einheit verkürztes Acyl-Coenzym A, das weiter im Zyklus verkürzt wird
- AcetylCoA wird im Citratzyklus weiter verwendet:
 1. Atmung
 2. weiter zur Gluconeogenese

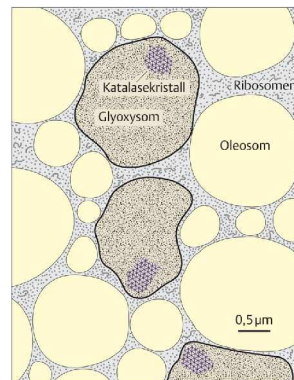


Strasburger 2-62

Acetyl-CoA dient als Energiequelle und zur Zuckersynthese



- Acetyl-Coenzym A aus der β -Oxidation wird als Succinat in Mitochondrien transportiert und veratmet oder im Citratzyklus umgewandelt
- Gluconeogenese ist spezifisch für Pflanzen und generiert Zucker



Oleosomen und Glyoxysomen in einer Zelle des fettspeichernden Gewebes von Sonnenblumen Cotyledonen

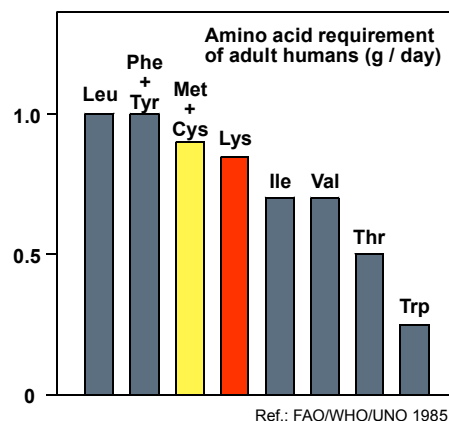
Nover/Weiler 10.8

Physiologie von Samen

- Aufbau von Samentypen und Keimung
- Aktivierung von Reservestärke
- Aktivierung von Reservefetten
- **Aktivierung von Speicherproteinen**

Der Bedarf an Aminosäuren ist variabel

- Der Mensch benötigt 10 essentielle Aminosäuren
- Der Bedarf wechselt mit dem Entwicklungsstadium



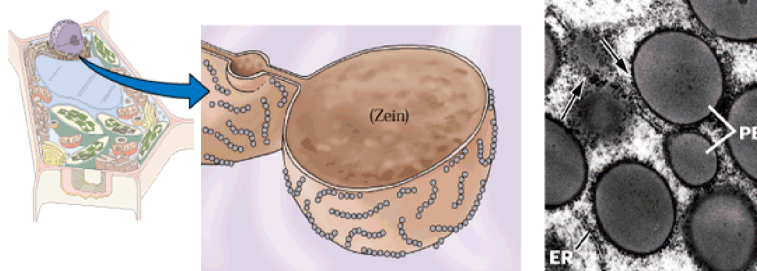
Der Proteingehalt von Nahrungsmitteln ist sehr variabel

Protein-Ernährungswert ausgewählter Nahrungsmittel

Nahrung	Proteinwert
Hühnerei	100
Rindfleisch	80
Kuhmilch	79
Hühnchen	72
Fisch	70
Reis	69
Sojabohne	67
Weizen	62
Mais	49
Bohnen	44
Kartoffeln	34

Quelle: FAO (1970, Nutritional Study No. 24)

Speicherproteine werden in *protein bodies* konzentriert

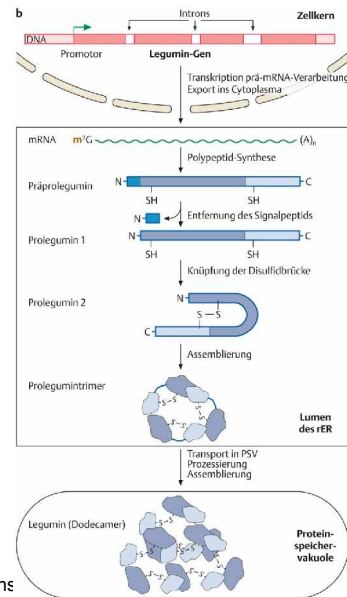


- Speicherproteine werden über das ER gebildet, prozessiert und lokalisiert
- Die Speicherkompartimente sind spezialisierte Speichervakuolen („*protein bodies*“)

Buchanan et al. (2000) Fig. 1.21

Speicherproteine sind in parakristallinen Komplexen organisiert

- Speicherproteine werden wegen ihrer Komplexstruktur nach ihrer Sedimentationsgeschwindigkeit (Svedberg) klassifiziert
- Parakristalline Anordnung **stabilisiert und spart Wasser**
- Intensive Post-translationale Modifikationen führen zu supramolekularen unlöslichen Komplexen

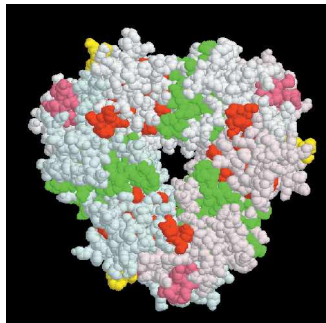


Nover/Weiler Plus 18.14B

Aufbau eines Legamins

Quaternäre Struktur von Legumin

- Legumin ist das häufigste Protein in allen Sojaprodukten
- Legumin hat **allergenes Potential**
- Epitope mit allergener Wirkung bei verschiedenen Menschen sind über das Protein verteilt (farbig markiert)



Aus: Chrispeels&Savada (2003) Fig. 7.12, p. 177

Zusammenfassung

- Samen stellen die wichtigste **Nahrungsquelle** des Menschen dar
- Entwicklungsprogramme steuern **Embryo/Samenbildung** und **Keimung**
- Die **Hauptspeicherstoffe** Stärke, Fette und Proteine sind zur dauerhaften Lagerung bei geringem **Wassergehalt** optimiert
- Die **Abbauwege** der Speicherstoffe zu Untereinheiten werden bei der Keimung induziert

