NUGK-Gartensprechstunde

Teil 1: Böden, Nährstoffe, Düngung, Standort

Schwedenklee (Fabaceae: *Trifolium hybridum*) [WP]

Vorlesungsreihe von Dipl.-Biol. Eike Wulfmeyer

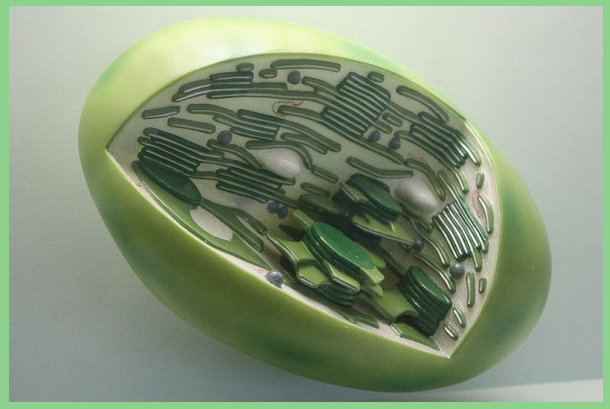
VHS Köln/NUGK, Wintersemester 2015/16, 27.11.2015

Inhalt

ALLGEMEINER TEIL

Pflanzen: Form und Funktion
- Grundlagen
- Lebensformen nach Raunkiær
- Wurzel
- Spross
- Blatt / Blüte

Stoffwechsel
- Die Pflanzenzelle
- Photosynthese
- Hauptnährstoffe
- Spurenelemente
- Minimumgesetz



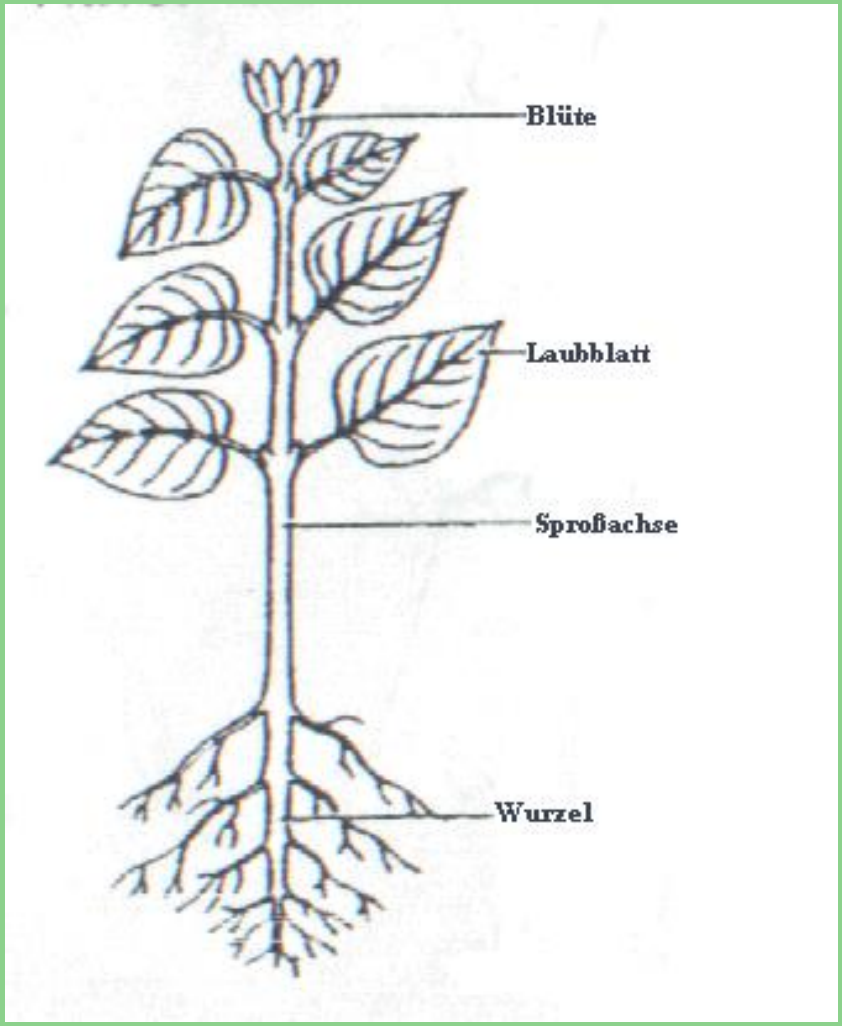
Modell eines Chloroplasten [WP]

SPEZIELLER TEIL

Abiotische Schadbilder
- Diagnose
- Temperatur
- Wasser
- Lichtmangel
- Stickstoffüberschuss
- Stickstoffmangel
- Phosphormangel
- Kaliummangel
- Magnesiummangel
- Zinkmangel
- Schwefelmangel
- Eisenmangel
- Manganmangel
- Seltenere Mangelerscheinungen
- Vergiftungen

Düngung
- Grundlagen
- Naturdünger
- Stickstoffzeiger
- Fabaceae
- Boraginaceae

Pflanzen: Form und Funktion I - Grundlagen



Schematischer Aufbau einer Blütenpflanze (Angiospermae/Magnoliopsida/Bedecktsamer) [GF]

Blüte: Vermehrungsorgan, modifizierte Blätter
("Blume": wie eine Einzelblüte aussehende Blütengruppe. Beispiel: Löwenzahn, Sonnenblume etc.)

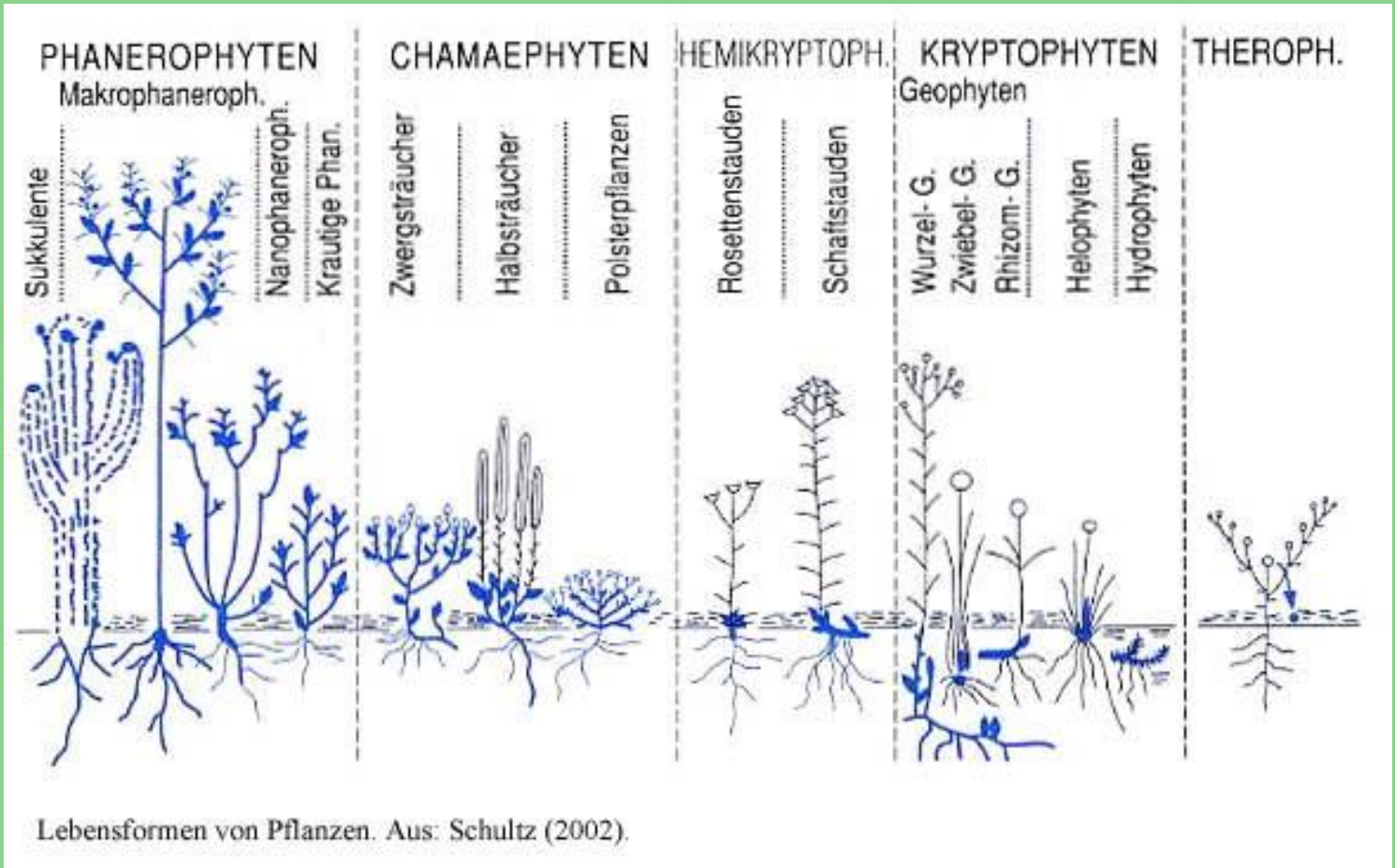
Blatt: Organ der Photosynthese, produziert Kohlenhydrate

Spross: Stütz- und Transportorgan
Zu Blättern hin: Wasser/Mineralien
Von Blättern weg: Kohlenhydrate

Wurzel: Verankerungsorgan, nimmt Wasser und Mineralien auf

Faustregel:
Volumen der oberirdischen Pflanzenteile =
Volumen des Wurzelraums

Pflanzen: Form und Funktion II
Lebensformen nach Raunkiær



Lebensformen von Pflanzen. Aus: Schultz (2002).

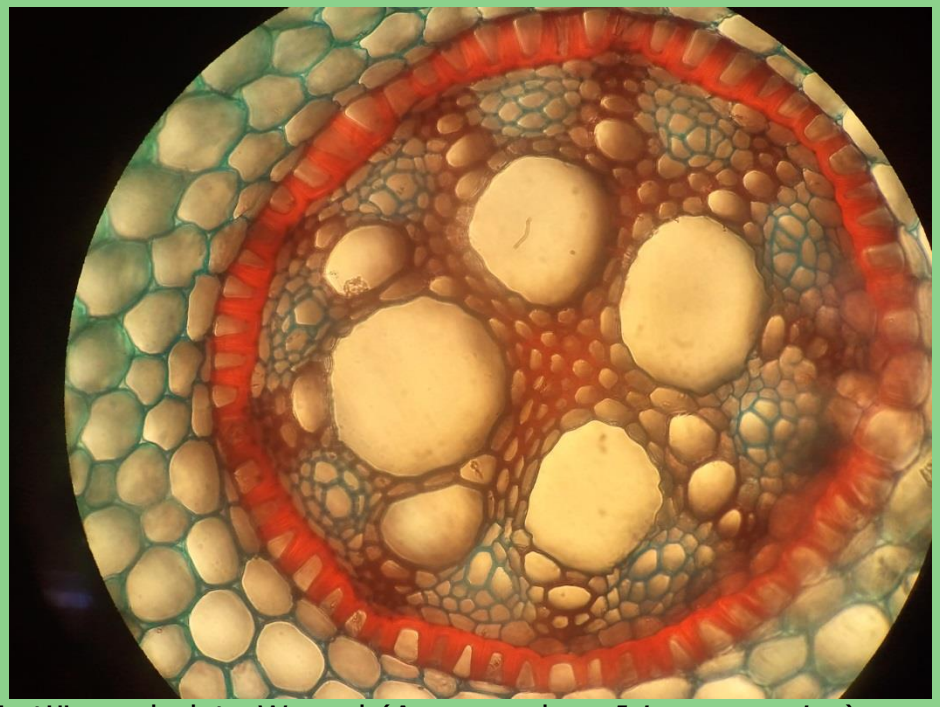
Gehölze ←-Gehölze-→

←----------Stauden----------→

←2jährige (etc) Kräuter→

1jährige Kräuter

Pflanzen: Form und Funktion III: Wurzel



Tertiär verholzte Wurzel (Asparagales: *Iris germanica*)
Stark verholzte Zellen rot. Durchmesser Perizykel ~1 mm . [WP]

- **Holz(Xylem)**kanäle (innen) sammeln Wasser
- **Bast(Phloem)** (außen) liefert Nährstoffe an **Rinde(Cortex)**, innerste Schicht: Perizykel

Sekundäres Dickenwachstum:

- Zwischen primären Holzstrahlen wächst nach innen Holz, nach außen Bast
- Primäre Rinde geht verloren, Außenschicht verkorkt

Seitenwurzeln idR aus Holzstrahlen

Verankert Pflanze im Substrat

Nicht vorhanden bei einigen Parasiten, Wasserpflanzen, etc

Sonderformen:

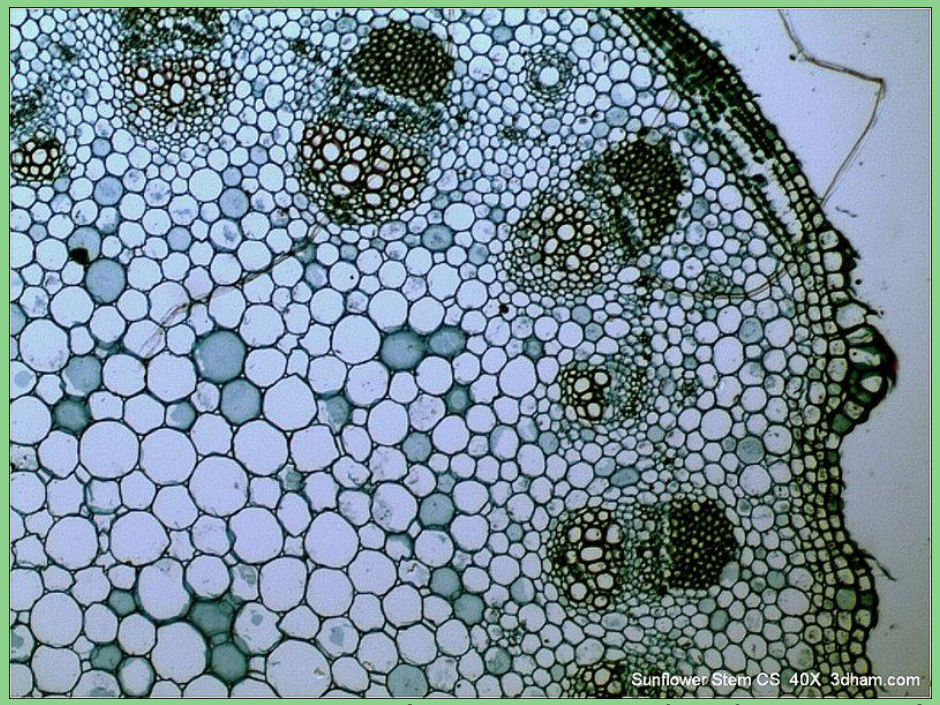
- Stützwurzeln
- Luftwurzeln
- Wurzelsymbionten (Knöllchen, Mykorrhiza)
- Speicherwurzeln (Wurzelrüben etc)

…

Aufnahme von Wasser und Mineralien

- Wurzelknöllchen: Fixierung von Stickstoff aus der Luft
- Mykorrhiza: Bereitstellung von Stickstoffverbindungen aus organischer Materie

Pflanzen: Form und Funktion IV: Spross I



Krautiger Hauptspross (Asteraceae: *Helianthus annuus*) Radius ~3 mm [WP]

Leitbündel:

- **Xylem**kanäle (innen) liefern Wasser
- **Phloem**kanäle (außen) sammeln/verteilen Nährstoffe

Seitensprosse idR aus Knospen

Stützorgan

Sonderformen:

- Ausläufer (Stolonen)
- Speichersprosse (Rhizome, Sprossknollen, -rüben, Sprosssukkulenz etc)
- Klimmsprosse, Sprossranken etc
- Sprossdornen

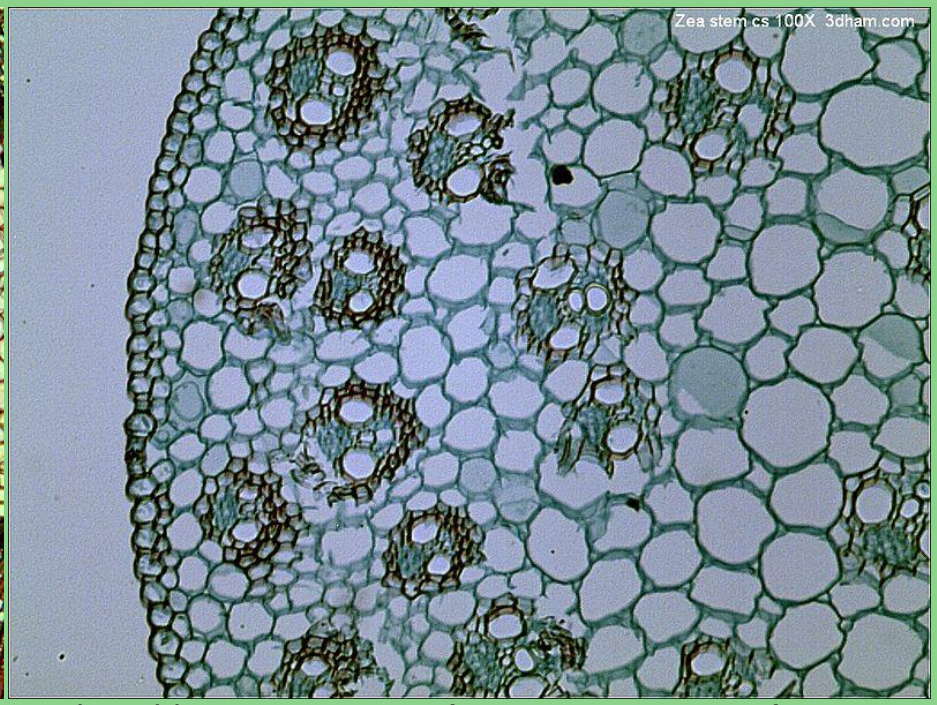
Blattähnliche Sprosse

- Kladodien (Platykladien): flache grüne Hauptsprosse
- Phyllokladien: blattähnliche Seitensprosse

Kladodien von *Opuntia ficus-indica* (Cactaceae) [WP]

Pflanzen: Form und Funktion V: Spross II

Tertiär verholzter Spross mit sekundärem Dickenwachstum
(Betulaceae: *Corylus avellana*)
Radius ~1 cm [WP]



Einkeimblättrigen-Spross (Poaceae: *Zea mays*)
Radius ~3 mm [WP]

Sekundäres Dickenwachstum:

- In der Mitte der Leitbündel beginnend wächst nach innen Holz, nach außen Bast
- Außenschicht verkorkt mehrschichtig
- Jahresringe

Bei Einkeimblättrigen:

- Leitbündel verstreut
- Kein sekundäres Dickenwachstum ieS (Stämme oben so dick wie unten)

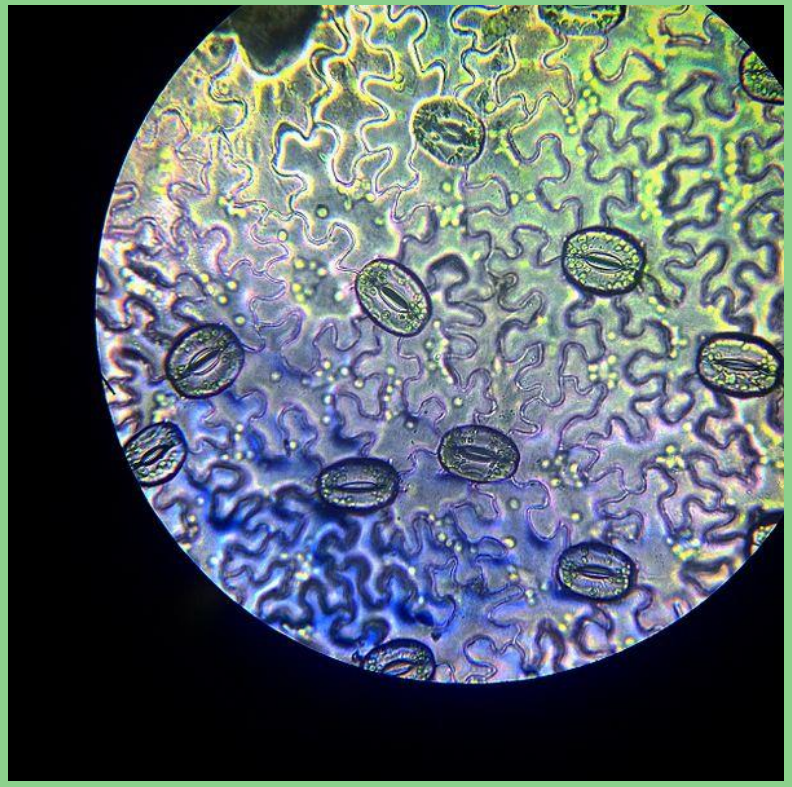
Atypisches Dickenwachstum bei wenigen Einkeimblättrigen (fast alles Asparagaceae): Stützgewebebildung außerhalb der Leitbündel

Pflanzen: Form und Funktion VI: Blatt I

Querschnitt durch Laubblatt (Gentianales: *Nerium oleander*)
Vergrößerung ~100fach [WP]

Von oben nach unten:

- Obere **Blatthaut (Epidermis)** mit **Wachsschicht (Cuticula)**
- **Palisadengewebe**: Hauptsächlich Photosynthese
- **Leitbündel** (Holzteil oben, Bastteil unten)
- **Schwammgewebe**: Hauptsächlich Gasaustausch
- Untere Blatthaut mit Wachsschicht und **Spaltöffnungen (Stomata)**



Untere Blatthaut in Außenansicht
Vergrößerung ~100fach [WP]

Schließzellen der Spaltöffnungen haben Wandverstärkungen. Bei Erhöhung des Zellinnendrucks wölben sie sich nach außen -> Spaltöffnung geht auf

Epidermiszellen meist komplex geformt

Pflanzen: Form und Funktion VII: Blatt II/Blüte

Laubblätter und Blüte (zwittrig mit Perigon) (Magnoliales: *Magnolia grandiflora*) [WP]

Blütenblätter sind umgewandelte Laubblätter:

- **Kelchblätter (Sepalen)**
- **Kronblätter (Petalen)**
- Kelch+Krone gleichförmig: **Perigonblätter (Tepalen)**
- **Staubblätter (Stamina)**
- **Fruchtblätter (Karpelle)**

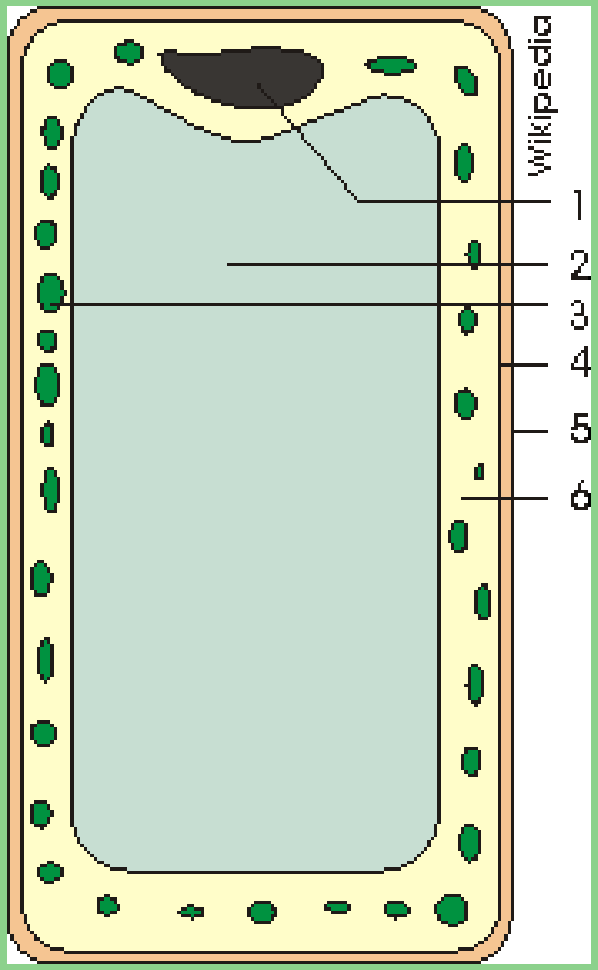
Einzelne Blütenblatttypen können fehlen.
Blattanzahl der Blütenblatttypen ist wichtige Bestimmunghilfe.

Sonderformen der Laubblätter

- Keimblätter (Struktur einfach)
- Primärblätter (erste „echte" Blätter)
- Hochblätter (Scheinblüten)
- Knospenschuppen
- Xeromorphe Blätter (Pflanzen in Trockengebieten)
- Hygromorphe Blätter (Wasserpflanzen)
- Speicherblätter (Zwiebeln, Blattsukkulenz etc)
- Blattranken etc
- Blattdornen und Stacheln
- Phyllodien (Blattstiel blattspreitenähnlich umgestaltet)
- Fangblätter (fleischfressende Pflanzen)

Fangblatt von *Nepenthes lowii* (Caryophyllales) [WP]

Pflanzen: Stoffwechsel I – Die Pflanzenzelle



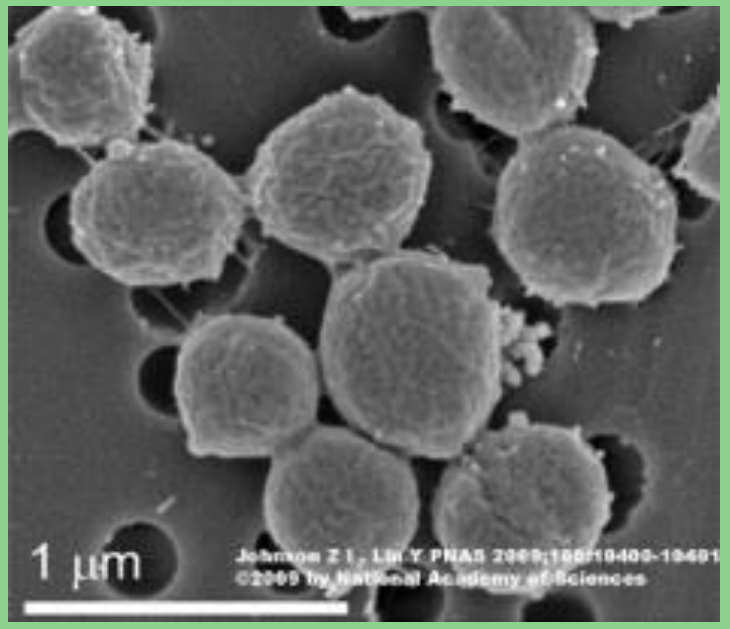
1. **Zellkern:** enthält das primäre Genom (Chromosomen)
2. **Vakuole:** Speicherort für wasserlösliche Stoffe, Druckausgleich
3. **Plastiden** (Chloroplasten etc): „domestizierte" Cyanobakterien („Blaualgen") mit eigenem Genom. Photosynthese, Speicherort für Eiweiße, Fette und Kohlenhydrate.
4. **Zellmembran**
5. **Zellwand**
6. **Zellplasma**

Nicht eingetragen:

- **Mitochondrien**: „domestizierte" Bakterien mit eigenem Genom (ähnlich den Rickettsiales). Stellen chemisch gebundene Energie bereit.
- Diverse andere Organellen

Pflanzen: Stoffwechsel II – Photosynthese I

Photosynthese (bei grünen Pflanzen):
Licht + Kohlendioxid + Wasser → Sauerstoff + Kohlenhydrate
Ursprung fast aller Biomasse



"Wichtigste Lebewesen der Welt":
Das photosynthetische Planktonbakterium *Prochlorococcus marinus* [NAS]

2 getrennte Reaktionsketten

Photophosphorylierung

- Licht wird absorbiert
- Lichtenergie spaltet Wasser auf
- Wasserstoff und überschüssige Energie werden auf Transfermoleküle übertragen
- Sauerstoff wird als Abfallprodukt freigesetzt

Kohlendioxid-Assimilation

- Kohlendioxid wird gebunden
- Zucker/Stärkemoleküle werden aus gebundenem Kohlendioxid hergestellt
- In Transfermolekülen gebundene Energie wird dabei verbraucht

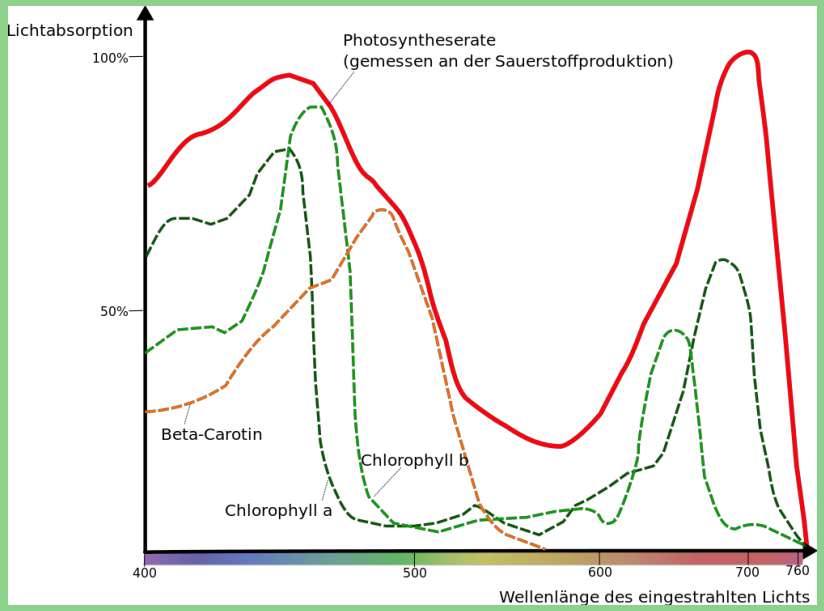
Pflanzen: Stoffwechsel III – Photosynthese II

Bei Dunkelheit: Atmung statt Photosynthese!

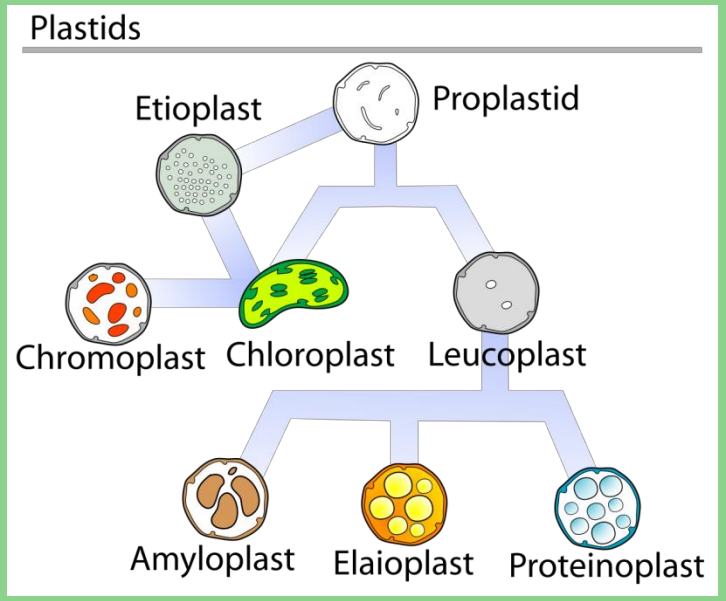
Bei niedriger Luftfeuchtigkeit: Hoher **Wasserverlust** durch Spaltöffnungen!

Abweichende Photosynthesewege bei Pflanzen trockener/heißer/exponierter Standorte:

- **C4-Photosynthese:** Kohlendioxid-Assimilation räumlich von Photophosphorylierung getrennt (hauptsächlich bei Gräsern)
- **CAM-Photosynthese:** Kohlendioxid-Assimilation zeitlich von Photophosphorylierung getrennt (hauptsächlich bei Sukkulenten)



Photosyntheserate in Abhängigkeit von der Wellenlänge (=Lichtfarbe)
(Fagaceae: *Fagus sylvatica*) [WP]



Plastidentypen
Untere Reihe: Speicherplastiden für Stärke – Fette – Eiweiße [WP]

Pflanzen: Stoffwechsel IV – Hauptnährstoffe

Primäre Hauptnährstoffe:

- **Stickstoff (N):** Für Proteine und genetisches Material
- **Phosphor (P):** Hauptsächlich für Blüten/Früchte
- **Kalium (K):** Für Stützgewebe

→ NPK-Dünger

Sekundäre Hauptnährstoffe:

- **Kalzium (Ca):** pH-Puffer, Zellwachstum und -reifung
- **Magnesium (Mg):** Bestandteil von Chlorophyll
- **Schwefel (S):** Hauptsächlich für Proteine

Pflanzen: Stoffwechsel V – Spurenelemente

Nicht alle Spurenelemente sind für jede Pflanzenart gleich wichtig.
Für manche Arten sind bestimmte Spurenelemente eher schädlich.
Exakte Details der Wirkungsweise teilweise noch nicht sehr gut erforscht.

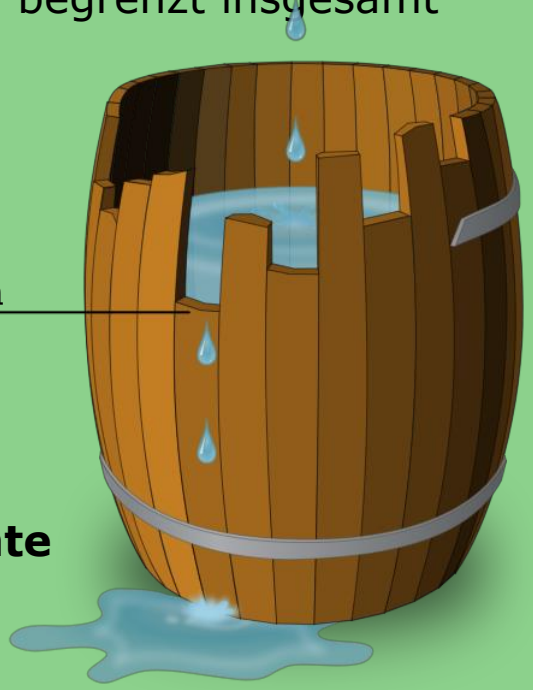
- **Bor (B):** diverse Stoffwechselfunktionen
- **Chlor (Cl):** Hauptsächlich Elektrolyt
- **Kobalt (Co):** Bestandteil einiger Enzyme
- **Kupfer (Cu):** Bestandteil vieler Enzyme
- **Eisen (Fe):** Bestandteil vieler Enzyme, wichtig für Photophosphorylierung
- **Mangan (Mn):** Wichtig für Photophosphorylierung
- **Molybdän (Mo):** Bestandteil vieler Enzyme, Stickstoff-Stoffwechsel, Knöllchenbakterien
- **Natrium (Na):** Hauptsächlich Elektrolyt, Kalium-Stoffwechsel
- **Silizium (Si):** Hauptsächlich für Stützgewebe
- **Vanadium (V):** Phosphat-Stoffwechsel, Photosynthese
- **Zink (Zn):** Bestandteil vieler Enzyme

Pflanzen: Stoffwechsel VI – Minimumgesetz

von Liebig & Sprengel:

Diejenige Ressource (Wasser/Licht/Mineralien/ Kohlendioxid/Wärme), bei der das Angebot den Bedarf der Pflanze am wenigsten deckt, begrenzt insgesamt das Wachstum der Pflanze.

Überangebot bei den anderen Ressourcen ändert daran *nichts*.



Beispiele:

- Wüste: **Wasser** als Minimumressource
- Polargebiete: **Licht/Wärme** als Minimumressource
- Ansonsten meistens **Stickstoff** und/oder **Phosphor**
- In Städten eher **andere Mineralien/Spurenelemente**

Urbane und andere von Menschen überformte Habitate: [WP]

- Überdüngung ist schädlich für Pflanzen & Ökosysteme
- Hundekot/-urin in Städten: sehr stickstoffreich, aber für Pflanzen in der Regel nicht voll nutzbar
- Ressourcenbedarf ist artspezifisch: in Städten typische Ruderalvegetation (angepaßt an Stickstoffüberschuß)

Abiotische Schadbilder I: Diagnose

Typische Merkmale abiotischer Pflanzenschäden:

- Gesamte Pflanze gleichmäßig geschädigt, oder bei teilweise geschädigter Pflanze Schäden dort gleichmäßig verteilt (Spitze, alte Blätter, einseitig…)
- Nachbarpflanzen derselben Art zeigen identisches Schadbild
- Schäden treten gleichzeitig bei allen benachbarten Pflanzen derselben oder nahe verwandter Arten auf (maximal wenige Tage Unterschied)
- Schäden im Habitat lokal begrenzt, breiten sich nicht auf verwandte Pflanzenarten an anderen Standorten in der Nähe aus
- Zumindest anfangs kein gehäuftes Auftreten von Kleintieren
- Zumindest anfangs kein pulvriger, wolliger oder schmieriger Belag/Flecken/ Streifen (ändert sich oft nach wenigen Tagen)

Abiotische Schadbilder II: Temperatur I – Kälte I

Schäden durch Unterkühlung
(Solanaceae: *Solanum lycopersicum*) [TO]

Schäden durch Frost (links) und
vliesgeschützte Pflanze (rechts)
(Brassicaceae: *Brassica oleracea*) [GI]

Unterkühlung: Stoffwechsel wird eingestellt (kritische Temperatur artabhängig)

Erfrieren: Vakuoleninhalt gefriert, dehnt sich aus, Zellwände reißen, Zellen platzen

- Dünne Pflanzenteile **am stärksten** geschädigt (Sprossspitzen, Blätter)
- Unterkühlung: Pflanze **schlaff, wirkt vertrocknet**
- Erfrieren: Pflanze **schlaff und matschig**
- Boden **nicht auffällig** nass oder trocken
- Vorangegangene niedrige Temperaturen (**<5°C** außer bei tropischen Pflanzen)
- Erfrieren oft erst bei starkem Frost (**< -12°C** bei mitteleuropäischen Pflanzen)

Abiotische Schadbilder III: Temperatur II – Kälte II

Schutz vor Kälteschäden:

- Gefährdete Pflanzen **trocken abdecken** (stehende Luftschicht): Laubmulch, Vlies, Folie (auch Upcycling)
- Stark gefährdete Pflanzen in frostfreiem Innenraum überwintern (subtropische Arten: **5-10°C**, tropische Arten: **15°C**)
- Luft- *und* Bodentemperatur beachten!
- Gießen mit zu kaltem Wasser (viel kälter als Boden) vermeiden

Behandlung von Kälteschäden:

- Bei **Unterkühlung**: Pflanze langsam bis auf geeignete Temperatur erwärmen
- Erwärmen am besten von unten (Boden erwärmt sich langsamer als Luft), sonst Wurzelfäulnis
- Stark geschädigte Teile (vertrocknet) entfernen
- Bei **Erfrieren**: oft keine Behandlung möglich
- Pflanze vorsichtig auftauen, alles Matschige sofort entfernen
- Weiterbehandlung wie bei Unterkühlung

Abiotische Schadbilder IV: Temperatur III – Hitze I

Sonnenbrand (Rutaceae: *Citrus limon*) [SR]

Hitzeschäden (Cucurbitaceae: *Cucurbita pepo*) [EW]

Sonnenbrand: unmittelbare Schädigung durch exzessives direktes Licht

Hitzeschäden: Überhitzung der Pflanze durch überhöhte Umgebungstemperatur

- Dünne Pflanzenteile **am stärksten** geschädigt (typisch: Blätter zwischen Adern, Blattspitzen)
- Sonnenbrand: Blasse (**beige**) trockene Flecken auf Sonnenseite
- Hitzeschäden: Gesamte Pflanze **schlaff, Ränder vertrocknet, Rest wirkt matschig**
- Boden **nicht auffällig** trocken
- Vorangegangene sehr hohe Temperaturen (**>45°C** außer bei Wüstenpflanzen)
- Sonnenbrand eher bei **niedriger Luftfeuchtigkeit**
- Hitzeschäden eher bei **hoher Luftfeuchtigkeit**

Abiotische Schadbilder V: Temperatur IV – Hitze II

Schutz vor Sonnenbrand und Hitzeschäden:

- Gefährdete Pflanzen **schattieren** (Folie, Vlies, Schilfmatten; auch Upcycling)
- Frühbeete, Gewächshäuser etc **ausreichend lüften**, sobald Umgebungstemperatur >20-25°C
- Nicht bei direkter Sonneneinstrahlung gießen (im Sommer: nicht zwischen 10 und 17 Uhr)

Behandlung von Sonnenbrand und Hitzeschäden :

- Bei **Sonnenbrand**: Pflanze sofort schattieren oder an schattigen Ort bringen. Keine weitere Behandlung möglich.
- Stark geschädigte Teile entfernen, sobald komplett vertrocknet
- Bei **Hitzeschäden**: oft keine Behandlung möglich
- Schattieren; Frühbeet oä vorsichtig lüften. Keine abrupten Temperaturschwankungen!
- Vorsichtig mit erwärmtem Wasser gießen
- Gießen mit kaltem Wasser unbedingt vermeiden!

Abiotische Schadbilder VI: Wasser I – Trockenheit

Hibiscus sabdariffa (Malvaceae) mit vertrockneten und gesunden Trieben und Blütenkelchen [WP]

- Gesamte Pflanze **schlaff, trocken**, dünne Teile vertrocknet (typisch: Blatt- und Sprossspitzen)
- Boden in Tiefe von 1/2 Fingerlänge **trocken**

Schutz und Behandlung:

- Regelmäßiges Gießen mit nicht zu kaltem Wasser
- Mulch, Vlies etc als Verdunstungsschutz
- Bei Auftreten von Trockenheitsschäden: vorsichtig mit warmem Wasser gießen, stärkeres Gießen erst wenn Pflanze sich zu erholen beginnt

Abiotische Schadbilder VII: Wasser II – Nässe

Carex (Cyperaceae) auf staunasser Wiese

Bei andauernder Staunässe werden auch bei feuchtigkeitstoleranten Pflanzen die Wurzeln geschädigt. Der Wassertransport zu den oberirdischen Pflanzenteilen wird gestört; diese vertrocknen. [WP]

- Gesamte Pflanze **schlaff, wirkt trocken**
- Bei Sukkulenten: Pflanzenteile **aufgeplatzt**
- Boden in Tiefe von 1/2 Fingerlänge **nass und muffig riechend**
- Wurzeln **dunkel, schleimig, muffig riechend**

Schutz und Behandlung:

- Gießen nur wenn notwendig
- Besondere Vorsicht bei tonigen Böden (gegebenenfalls mit Sand auflockern) und niedrigen Temperaturen
- Übergossene Pflanzen nicht mehr gießen, bis Boden fast völlig ausgetrocknet ist

Abiotische Schadbilder VIII: Lichtmangel

Etiolation / Vergeilung

*Hyacinthoides hispanica (*Asparagaceae)
Links: etioliert
Rechts: normal [WP]

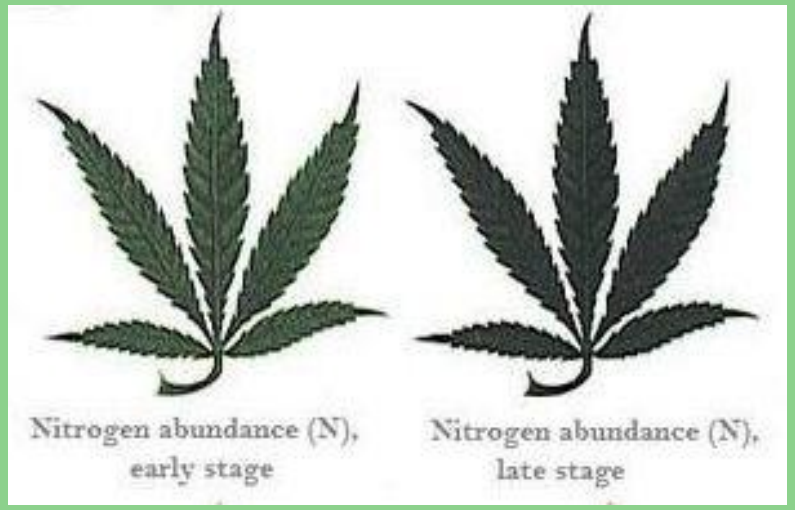
- Betroffene Pflanzenteile **blaß (gelblich-weißlich) und weich**, kippen leicht um
- **Abstände** zwischen Sprossknoten, Verzweigungen, Blättern erhöht
- **Blattbildung und –wachstum reduziert**, Blütenbildung stark reduziert

Schutz und Behandlung:

- Ausreichende Lichtversorgung
- Betroffene Pflanzen langsam an stärkeres Licht gewöhnen
- Nachdem normales Wachstum einsetzt, etiolierte Teile ggfs zurückschneiden

Abiotische Schadbilder IX: Stickstoffüberschuss

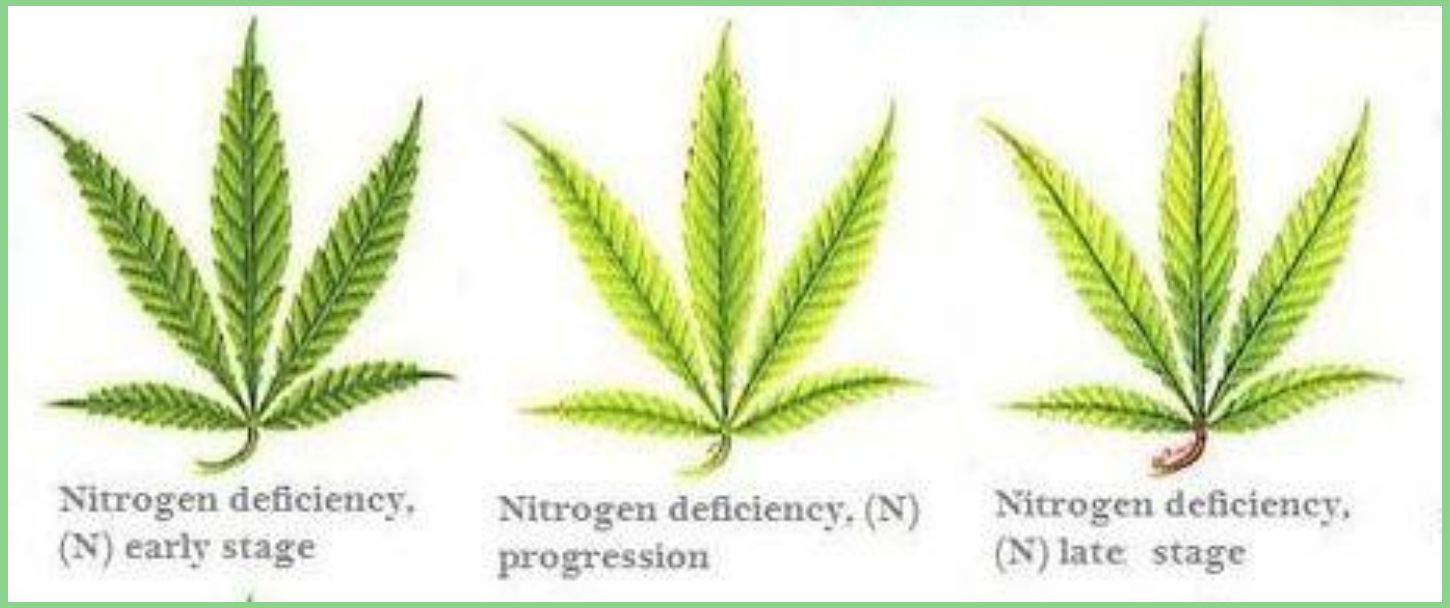
Mastigkeit / „Vergeilung“



[JC]

- Meist **gesamte Pflanze** betroffen
- Pflanzen **weich, Sprosse lang**, kippen leicht um (ähnlich Etiolation)
- **Blütenbildung reduziert**
- Blätter **dunkelgrün** (normal bei Starkzehrern: Brombeere, Brennessel, Spinat, …)
- Im weiteren Verlauf: **Blattränder vertrocknen** (dunkelbraun: Nitratüberschuss, beige: Ammoniumüberschuss)

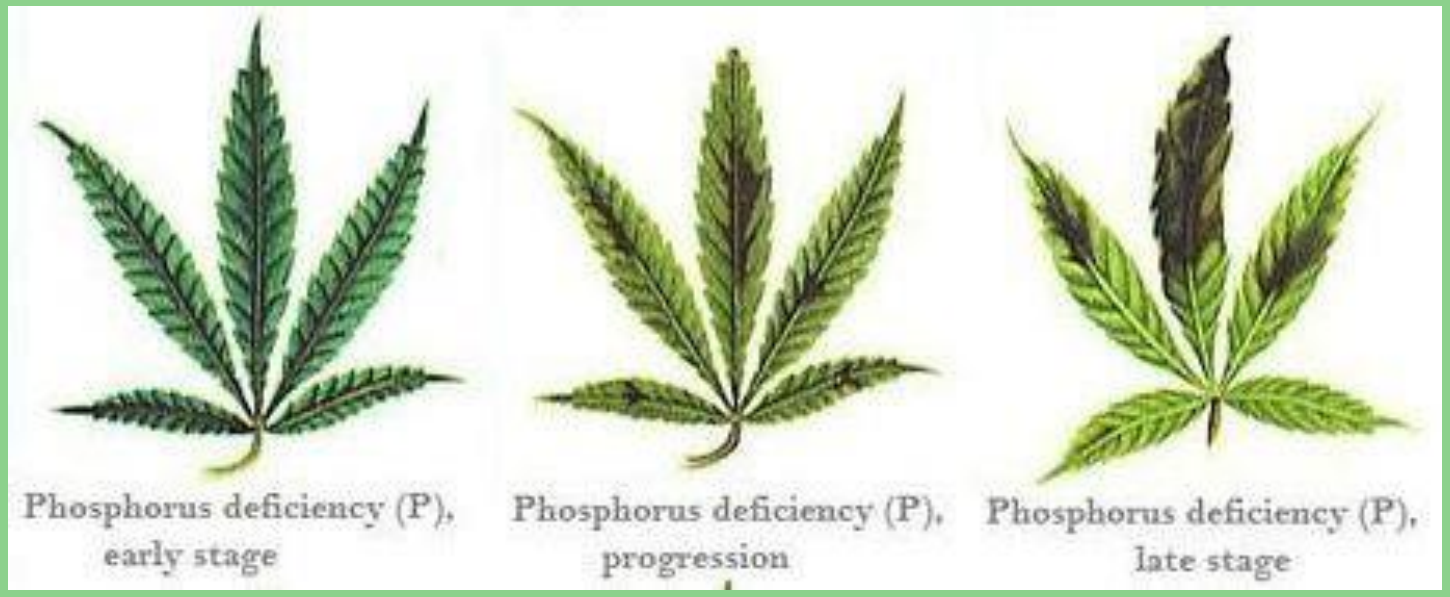
Abiotische Schadbilder X: Stickstoffmangel



[JC]

- Meist **gesamte Pflanze** betroffen
- **Wachstum verlangsamt,** Blütenbildung fast normal
- Sprosse **kurz und dünn**, wenig verzweigt
- Blätter **blassgrün/gelblich**
- Im weiteren Verlauf: Blätter werden **gelb** (von unten nach oben, von der Spitze zum Stiel)
- **Vertrocknete Blätter beige**

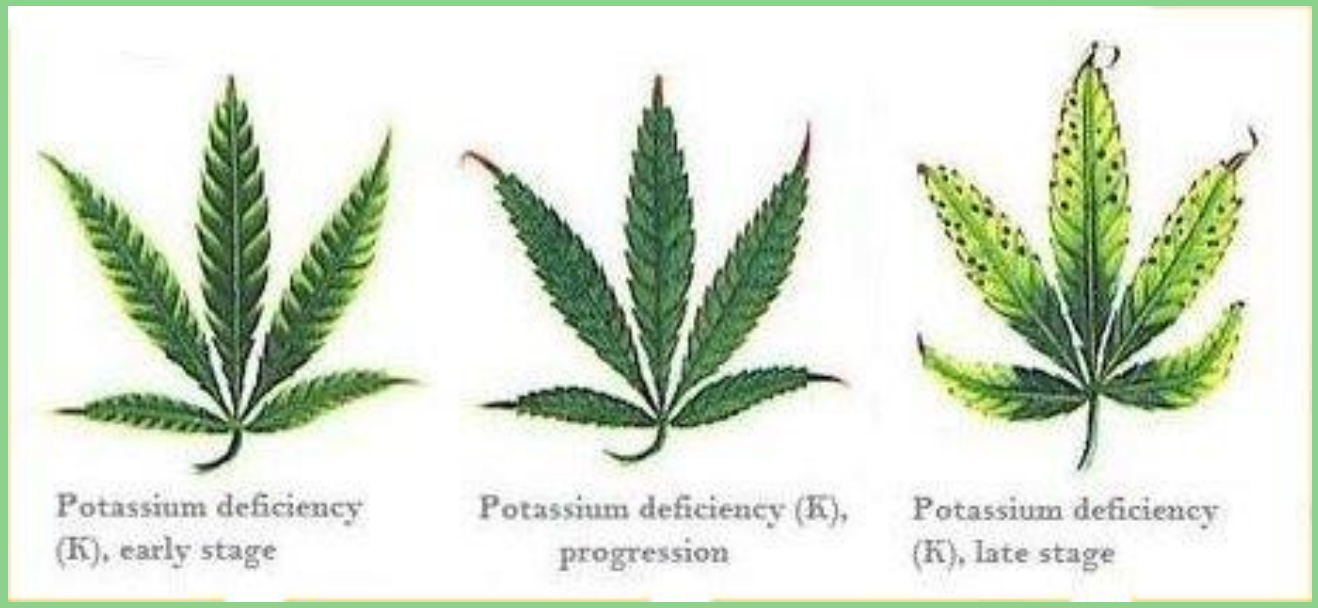
Abiotische Schadbilder XI: Phosphormangel



[JC]

- Meist **gesamte Pflanze** betroffen
- **Wachstum verlangsamt**
- **Blütenbildung und Fruchtansatz stark reduziert** oder fehlend
- Sprosse **kurz und dünn**, wenig verzweigt
- Blätter **dunkelgrün/blaugrün**
- Im weiteren Verlauf: Sprosse, Blattstiele und -adern werden dunkelrötlich, untere Blätter oft orange getönt
- **Vertrocknete Blätter schwarzgrün**

Abiotische Schadbilder XII: Kaliummangel



[JC]

- Meist **ältere Blätter deutlich stärker** betroffen
- **Wachstum oft nur wenig verlangsamt**
- Sprosse meist ungewöhnlich **weich**
- Blätter **vom Rand her beige werdend**
- Im weiteren Verlauf: Blätter werden **zwischen und entlang Adern rötlich-bräunlich und vertrocknen**
- Blattränder **nach oben oder unten gewölbt**
- **Vertrocknete Blätter gelbbraun bis dunkelbraun**

Abiotische Schadbilder XIII: Magnesiummangel

[JC]

- Meist **ältere Blätter deutlich stärker** betroffen
- **Wachstum oft nur wenig verlangsamt**
- Sprosse oft **dünn**
- Blätter **entlang der Adern normal, dazwischen gelblich**
- Im weiteren Verlauf: Blätter werden **zwischen und entlang Adern rötlich**, schließlich **von der Spitze her gelb**
- Blätter **vertrocknen von der Spitze her,** Spitze und Ränder **nach oben gewölbt**

Abiotische Schadbilder XIV: Zinkmangel

[JC]

- Ausdehnung der Schäden **variabel**
- **Wachstum stark verlangsamt**
- Sprosse **auffällig gestaucht,** Pflanze **klein und rosettenartig**
- Junge Blätter **klein, dick und brüchig**
- Ältere Blätter **zwischen Blattadern weißlich**
- Im weiteren Verlauf: **ältere Blätter vertrocknen von der Spitze her**, jüngere Blätter verfärben sich wie ältere

Abiotische Schadbilder XV: Schwefelmangel

[JC]

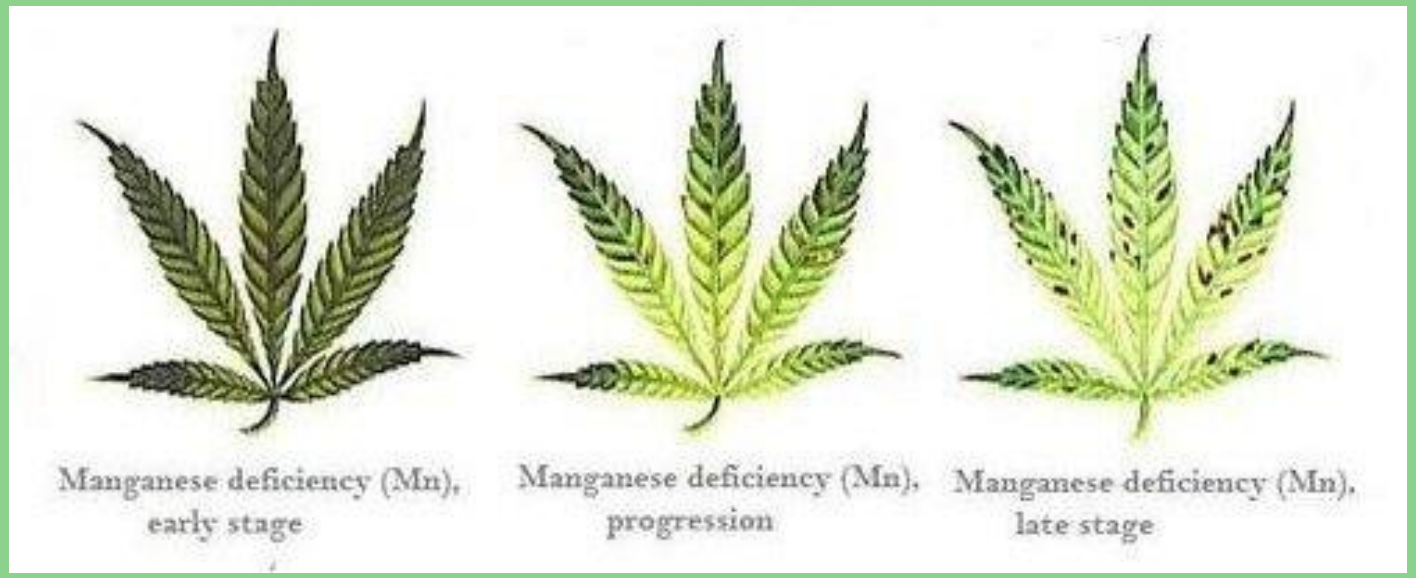
- Meist **nur jüngere Blätter** betroffen
- **Wachstum oft nur wenig verlangsamt**
- Sprosse **kurz und dünn**, wenig verzweigt
- Blätter **blassgrün/gelblich, Hauptadern ebenfalls, zwischen Adern dunkler**
- Im weiteren Verlauf: junge Blätter werden gelb und welken, **Blattadern werden dunkellila**

Abiotische Schadbilder XVI: Eisenmangel

[JC]

- Meist **nur jüngere Blätter** betroffen
- **Wachstum oft nur wenig verlangsamt**
- Sprosse relativ normal
- Blätter werden **vom Stiel her zwischen den Adern blassgrün**
- Im weiteren Verlauf: Blätter werden mehr oder weniger **intensiv gelb**, Blattadern bleiben **bis kurz vor dem Absterben grün**

Abiotische Schadbilder XVII: Manganmangel



[JC]

- Meist **nur jüngere Blätter** betroffen
- **Wachstum oft nur wenig verlangsamt**
- Sprosse relativ normal, **Wurzeln schwach entwickelt**
- Junge Blätter **olivgrün,** mittlere Blätter **vom Stiel her zwischen den Adern gelbgrün**
- Im weiteren Verlauf: **Blattadern bleiben grün, zwischen Adern dunkle Flecken**
- **Blätter vertrocknen vom Stiel her, Blattspitze wird schlaff und knickt ab**

Abiotische Schadbilder XVIII: Seltenere Mangelerscheinungen

Bormangel

- Meist **nur jüngere Blätter** betroffen
- **Sprossspitzen abgestorben,** Spross **verkürzt, fault oft von innen her**
- Blätter **verdickt, verdreht, brüchig, hell**

Kalziummangel

- Meist **nur jüngere Blätter** betroffen
- **Sprossspitzen verdreht oder abgestorben, Blüten und Früchte faulen leicht**
- Blätter werden **zwischen den Adern graugelb, reißen ein und vertrocknen**

Kupfermangel

- Meist **nur jüngere Blätter** betroffen
- **Sprossspitzen verdreht oder abgestorben, Blütenbildung reduziert**
- Blätter wirken **welk**, werden **zwischen den Adern gelblich**

Molybdänmangel

- Meist **nur jüngere Blätter** betroffen
- **Sprossspitzen verdreht oder abgestorben, Blütenbildung reduziert**
- Blätter **grau oder gelblich gefleckt, gekräuselt**
- Charakteristisch: **Spitze der Mittelader aus Blattspreite ragend**

Abiotische Schadbilder XIX: Vergiftungen

Meist durch Schwermetalle oder Herbizide

- Pflanzen in der Regel **unabhängig von ihren Verwandtschafts-verhältnissen** betroffen (Ausnahme: manche Herbizide wirken nicht auf Einkeimblättrige)
- Jungpflanzen: **Generell schlechtes Gedeihen**
- Altpflanzen: **Vorzeitiges Absterben**
- Typisch: **verdrehter oder kompakter Wuchs**, Verfärbung (Bei Herbizidvergiftung meist **blaß**, bei Schwermetallen **in der Regel rotbraun**)

Abhilfe: Boden austauschen, evtl Phytoremediation

Durch das Herbizid Glyphosat abgetötetes Gras in einer Apfelplantage [WP]

Düngung I - Grundlagen

Naturdünger: aus relativ gering verarbeiteten in der Natur vorkommenden Substanzen

Kunstdünger (synthetische Dünger, „Mineraldünger"): aus industriell stark modifizierten Naturstoffen, oder völlig neusynthetisierte Verbindungen

Organische Dünger: Aus Lebewesen hergestellte oder von ihnen produzierte Düngemittel

Mineraldünger ieS („mineralische Dünger"): Gesteinsmehle

Festdünger: Düngemittel, die in fester Form ausgebracht werden

Flüssigdünger: Düngemittel, die als Flüssigkeit ausgebracht werden

Blattdüngung: Versprühen von Flüssigdünger auf die Blätter

Kopfdüngung: Aufstreuen von Düngemittel auf die Erdoberfläche

Grunddüngung: Einarbeiten von Düngemittel in den Boden

Düngung II - Naturdünger

Stickstoffreich: Dung/Mist, Jauche aus Starkzehrern/Stickstoffzeigern, Guano, Hornspäne/Hornmehl, Haarschnitt (fein zerkleinert), Blutmehl, Fabaceae-Gründüngung

Phosphorreich: Knochenmehl, Phosphatgesteinsmehl, Bio-Schneckenkorn (Eisenphosphat), Eierschalen (ausgeglüht), Guano

Kaliumreich: Rinderdung, Kaligesteinsmehl, Glaukonit

Kalziumreich: Kesselstein, Eierschalen (abgebrüht), Kalkgesteinsmehl, Marmorsplitt, Mergel

Reich an Spurenelementen: „Urgesteinsmehl" (Inhaltsangaben beachten), Tongranulat (Ionenaustauscher), Pflanzenasche (Achtung, meist stark alkalisch!), Biokohle (Terra Preta etc), Algenmehl/Tangmehl, Boraginaceae-Jauche, Bokashi, Schachtelhalmjauche (speziell Silizium)

Düngung III – Stickstoffzeiger

- Auswahl von Pflanzen, die **an stickstoffreiche Böden angepasst** sind.
- Neigen zu ungehemmtem **Wuchern** und werden im Garten dann **oft lästig**.
- Jedoch läßt sich aus ihnen **nährstoffreiche Pflanzenjauche** herstellen.

Stumpfblättriger Ampfer
Rumex obtusifolius
und Verwandte
(Polygonaceae)

Gewöhnlicher Löwenzahn
Taraxacum sect. *Ruderalia*
(Asteraceae)

Große Brennnessel
Urtica dioica
und Verwandte
(Urticaeae)

Gewöhnliche Vogelmiere
Stellaria media
(Caryophyllaceae)

Japanischer
Staudenknöterich
Fallopia japonica
(Polygonaceae)

Gewöhnliche Kratzdistel
Cirsium vulgare
und Verwandte
(Asteraceae)

Weiße Taubnessel
Lamium album
und Verwandte
(Lamiaceae)

Giersch
Aegopodium podagraria
(Apiaceae)

Alle Bilder: [WP]

Düngung IV – Fabaceae

„Bohnenfamilie", „Hülsenfrüchtler", „Schmetterlingsblütler"

- Symbiotische Bakterien in Wurzelknöllchen fixieren Stickstoff aus der Luft
- Bakterienarten sind wirtsspezifisch: jede Knöllchenbakterienart kann nur mit bestimmten Fabaceen (meist eine oder wenige Gattungen) eine Symbiose eingehen
- Pflanzen am besten vor der Blüte in Boden einarbeiten oder kompostieren
- Wurzeln möglichst im Boden belassen

Wurzelknöllchen von *Lotus pedunculatus* (Loteae)
Knöllchendurchmesser ~2 mm [WP]

Beispiele:

- Fabeae: Erbsen, Linsen, Platterbsen, Wicken
- Galegeae: Geißraute, Tragant
- Genisteae: Geißklee, Ginster, Lupinen
- Hedysareae: Esparsetten, Süßklee
- Indigofereae: Indigosträucher
- Loteae: Hornklee, Serradella, Wundklee
- Mimosoideae: Akazien, Karob, Mimosen
- Phaseoleae: Bohnen, Soja, Straucherbsen
- Robinieae: Robinien
- Trifolieae: Bockshornklee, Hauhechel, Klee, Luzernen, Steinklee

Düngung V – Boraginaceae

„Boretschfamilie", „Raublattgewächse"

- Entziehen dem Boden Spurenelemente, reichern sie im Pflanzenkörper an
- Anwendung als Jauche, Mulch, Kompost
- Die Mineralien werden vom Standort zum Verwendungsort transportiert (*nicht* neu gebildet)
- Meist himmelblaue oder rötliche, mehr oder weniger sternförmige, 5-zählige Blüten (selten gelblich und/oder röhrenförmig)
- In der Regel mehr oder weniger giftig (Ausnahme: Boretschblüten)
- Fast alle Arten haben relativ große, unzerteilte und stark rauhaarige Blätter

Beispiele:

- Ochsenzunge (*Anchusa*)
- Boretsch (*Borago*)
- Natternkopf (*Echium*)
- Heliotrop (*Heliotropium*)
- Vergißmeinnicht (*Myosotis*)
- Bienenfreund (*Phacelia*)
- Lungenkraut (*Pulmonaria*)
- Beinwell (*Symphytum*)

Haarige Blätter und Blütenknospen von *Symphytum officinale* (Boraginoideae) [WP]

Bildquellen

- [EW]: Eike Wulfmeyer
- [GF]: Gymnasium Finow
- [GI]: Karen Meyer-Rebentisch / www.gemuese-info.de
- [JC]: Jorge Cervantes [George Van Patten]
- [NAS]: National Academy of Sciences
- [ÖE]: Schultz „Die Ökozonen der Erde“
- [SR]: Steffen Reichel
- [TO]: www.tomatl.net
- [WP]: Wikipedia / Wikimedia Commons

Blätter (links oben, rechts Mitte) und Phyllodien (links Mitte) von *Acacia koa* (Fabaceae) [WP]

Literatur

- Benjamin (1998): *Great Garden Formulas*. Rodale.
- Cromell (2010): *Composting for Dummies*. Wiley.
- Footer (2013): *Bokashi Composting*. New Society Publishers.
- Jones (2012): *Plant Nutrition and Soil Fertility Manual* (2nd ed.). CRC.
- Kreuter (2012): *Der Bio-Garten* (26. Aufl.). BLV.
- Kumar & Sharma (2014): *Nutrient Deficiencies of Field Crops*. CABI.
- Ladygina & Rineau (2013): *Biochar and Soil Biota*. CRC.
- Lüttge *et al*. (2005): *Botanik* (5. Aufl.). Wiley.
- Raven *et al.* (1970-2012): *Biology of Plants* (1st-8th ed.). Worth.
- Schultz (2002): *Die Ökozonen der Erde* (3. Aufl.). Ulmer UTB 1514.
- Zorn *et al*. (2013): *Handbuch zur visuellen Diagnose von Ernährungsstörungen bei Kulturpflanzen* (2. Aufl.). Springer.

Blätter und Luftwurzeln von *Phalaenopsis pulcherrima* (Orchidaceae) [WP]