

Ionentransport - Prinzipien

1. Salzanreicherung in der Pflanze:

Akkumulation gegen Konzentrationsgefälle

2. Wahlvermögen

hauptsächlich benötigte Ionen werden bevorzugt aufgenommen (Selektion)

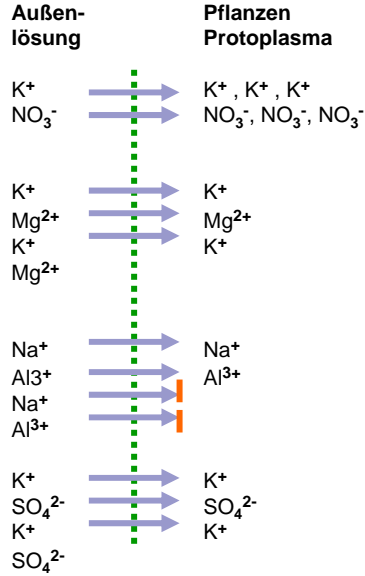
3. Mangelhaftes Ausschließungsvermögen

entbehrliche oder schädliche Ionen teilweise aber nicht vollständig ausgeschlossen

4. Verstärkte Aufnahme

von Kationen gegenüber Anionen

5. Sorteneigenschaften (Genotyp)



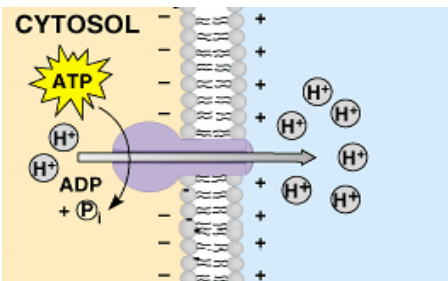
Unterschiede in der Ionenaufnahme

35

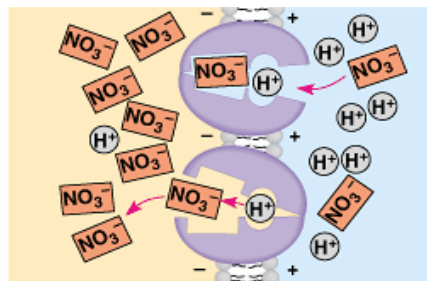
Mineralstoff-Absorption

Z.B. Zucker

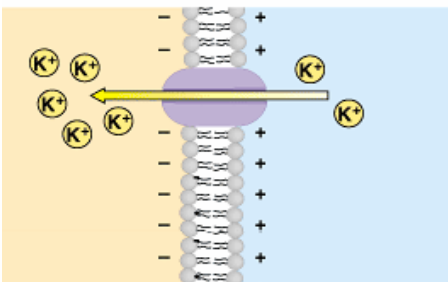
A) Protonenpumpe → H⁺ Gradient



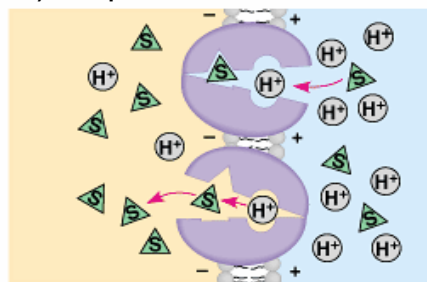
C) Anionen-Aufnahme per Co-Transporter



B) Kationen-Aufnahme per Membranpotential

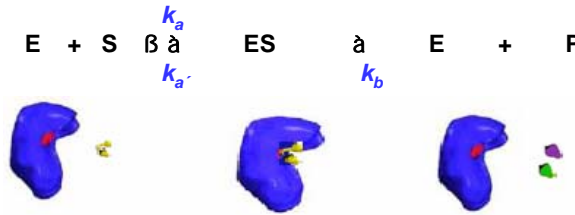


D) Transport eines neutralen Moleküls



37

Michaelis-Menten-Kinetik



- > E: Enzym
- > S: Substrat
- > ES: Vorübergehende Bildung eines Enzym-Substrat-Komplexes
- > P: Produkt

Michaelis-Menten-Konstante K_m
= ist jene Konz.:

bei der
die eine Hälfte des Enzyms als ES,
die andere Hälfte als E vorliegt.

$$K_m = (k_{-a} + k_b) / k_a$$

41

Michaelis-Konstanten K_m

Je kleiner K_m
desto affiner ES !

Z. Bsp.:

K⁺ Ionenaufnahme

0,02 mmol / L

K Aufnahme
10x stärker als NO₃⁻

NO₃⁻ Ionenaufnahme

0,21 mmol / L

H₂PO₄⁻ Ionenaufnahme

0,0061 mmol / L

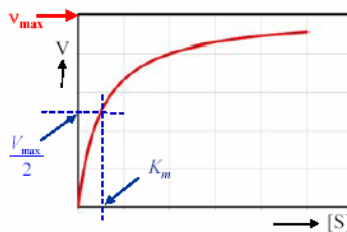
PEP Carboxylase v. C4 Pfl .

[CO₂]-Aufnahme ca. 0,007 mmol / L

PEP Carboxylase
2x stärker als RuBisCo

RuBisCarboxylase v. C3 Pfl.

[CO₂]-Aufnahme ca. 0,015 mmol / L



47

Kompetitive Hemmung an Carriern

1. Bsp.: Carrier-Transport:

Gegenseitige Hemmung bei der Ionen-Aufnahme an den Membranen:

☉ K^+ β à Rb^+

☉ Ca^{2+} β à Sr^{2+} β à Ba^{2+}

☉ Cu^{2+} β à Zn^{2+}

☉ Cl^- β à Br^- β à ClO_3^- β à NO_3^-

☉ SO_4^{2-} β à SeO_4^{2-} β à MoO_4^{2-}

2. Bsp: Succinat-DH

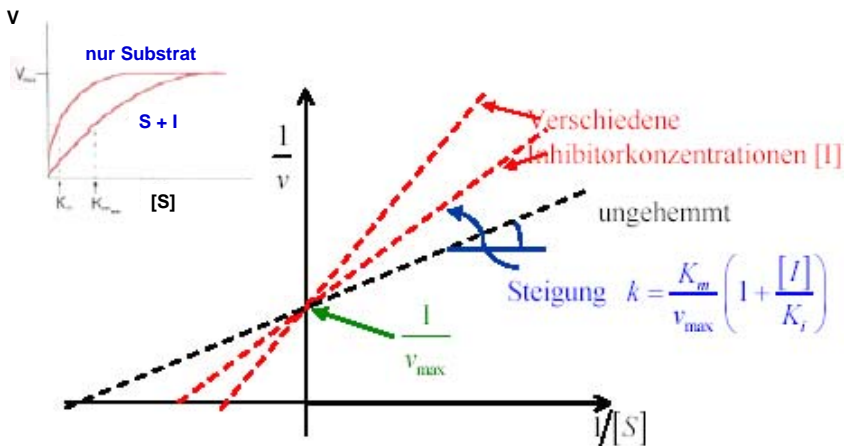
☉ = Enzym des Citronensäure-Cyclus:

☉ Succinat è Fumarat

☉ kann durch Malonat (strukturell ähnlich) gehemmt werden

58

Kinetik bei kompetitiver Inhibition



- Variable Inhibitor-Konzentrationen
- Kompetitiver Inhibitor erniedrigt die Konzentration des freien Enzyms, welches für die Substrat-Bindung verfügbar ist.
- K_m erscheint größer!** (da nur die Reaktion mit dem Substrat $[S]$ dargestellt ist, aber in Bezug auf die Gesamt-Reaktion mit $[S+I]$ ist K_m gleichgroß)

59

Adhäsion

- › Wasser evaporiert zuerst vom Zentrum her.
- › Aufgrund seiner Adhäsionskräfte evaporiert das Wasser an den Zellwänden weniger schnell.
- › è Bildung eines Meniskus, der eine Spannung erzeugt:
 - ⊗ è das sog. " Ψ Matrix-Potenzial " hat immer negative Werte = Saugspannung
- › è **KAPILLARWIRKUNG in Xylem-Zellen**
- › Aber: Kapillarwirkung kann den Wassertransport **nicht allein** bewirken!

Meniskus



ADHÄSION

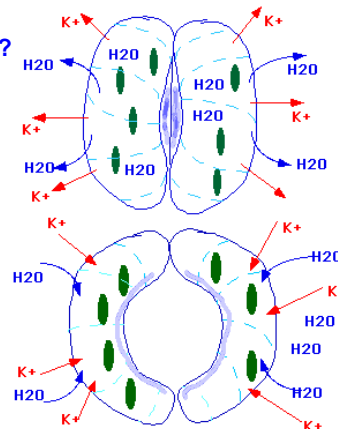
STOMATA: Der Schlüssel zum Wassertransport in Pflanzen

Verlust von K^+ Ionen führt zu .. ?

Aufnahme von K^+ Ionen führt zu .. ?

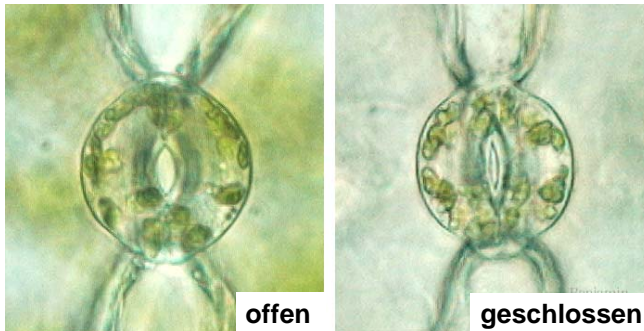
Kalium wird herausgepumpt,
Wasser folgt nach,
=> Stomata schließen

Kalium wird hereingepumpt,
Wasser folgt nach,
=> Stomata öffnen



Stomata Kontrolle

- › Abszisinsäure (ABA)
 - œ Kurzzeitige Wirkung: Z.B. Bei Wassermangel:
 - œ Bildung des Phytohormons Abszisinsäure (ABA) im Blatt in wenigen Minuten
 - › è **ABA Transport in die Schließzellen**
 - › è **Verschiebung des Ionen-Gleichgewichts in Schließzellen**
 - › è **Herabsetzung des Turgordrucks**
 - › è **Spaltenschluss**



51

Osmoregulation in Schliesszellen

- › **Durch Kalium, Stärke & Saccharose:**
 - œ **Morgens:** $[K^+]$: é Influx è Stomaöffnung
 - œ Elektr. Ausgleich der + Ladung durch Aufnahme v. Cl^- u. Malat
 - œ Aufnahme von K^+ und Cl^- gekoppelt mit Malat-Synthese
 - œ K^+ und Cl^- Aufnahme durch H^+ Gradient:
 - › K^+ *via* K-Kanäle,
 - › Cl^- *via* Anionenkanäle
 - œ Weiterhin:
 - œ Stoma-Öffnung durch Hydrolyse von Stärke in lösl. Zucker
 - œ è Turgor steigt
 - œ **Abends:** [è Saccharose] è Schliessung

52

Der Wassertransport zusammengefaßt



- › Wasser muss zuerst die Rhizodermis im Bereich der Wurzelhaarzone (wasserabsorbierende Zone) passieren
- › Epidermis ist wasserdurchlässig
- › Wasser muss durch die 5-15 Lagen lockeren Parenchymzellen der Rinde bis zur Endodermis, die weitgehend (bis auf Durchlasszellen) wasserundurchlässig ist
- › Verbindung zum Xylem und Phloem stellen dünnwandige Zellen des Parenchyms dar
- › Wassertransport von der Rhizodermis zum Xylem im Zentralzylinder erfolgt
 - ⊗ durch die Zellen selbst (symplasmatischer Transport) oder
 - ⊗ zwischen den Zellen durch deren Zellwände (apoplasmatischer Transport)
- › Wassertransport im Xylem beruht auf dem Druckunterschied zwischen Blatt und Wurzel
- › Durch Transpiration der Blätter kann die Druckdifferenz ansteigen-, solange die Wassersäule in den Gefäßkapillaren nicht abreißt, wird Wasser im Xylem nach oben gesaugt.
- › Transportmechanismen: Diffusion entlang eines osmotischen Gradienten und Kapillarkräfte, aktiver Transport beim passieren der Durchlasszellen in der Endodermis

53

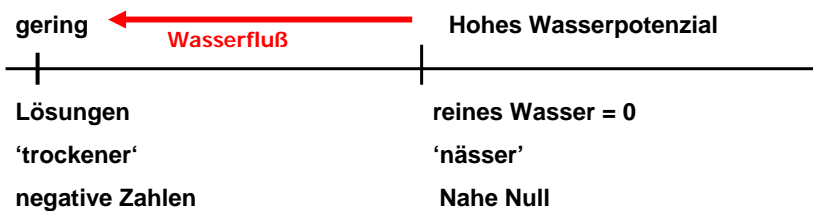
Was ist das "Wasser Potenzial" ψ ?



Tendenz der Wasserbewegung von Regionen mit hohem Potenzial
-> hin zu Regionen mit geringem Wasserpotenzial

Gemessen in Megapascal (MPa)

$$\psi = \psi_s + \psi_p \quad (s=\text{osmot. Druck} + p=\text{Zellwanddruck})$$

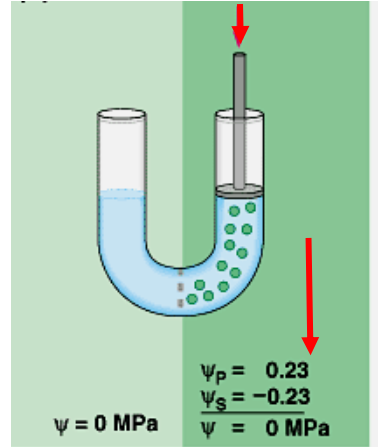
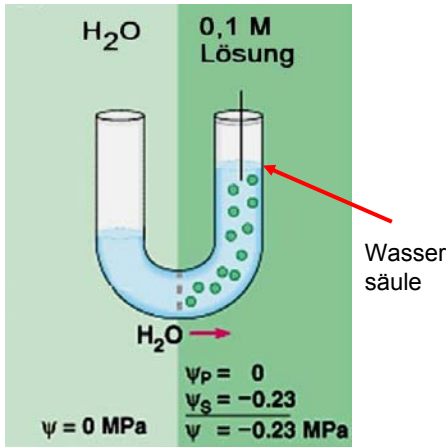


55

Wasser-Potenzial Ψ



$$\Psi = \Psi_{\text{Konzentration der Lösung}} + \Psi_{\text{Druck-Potenzial}} = \Psi_S + \Psi_P$$



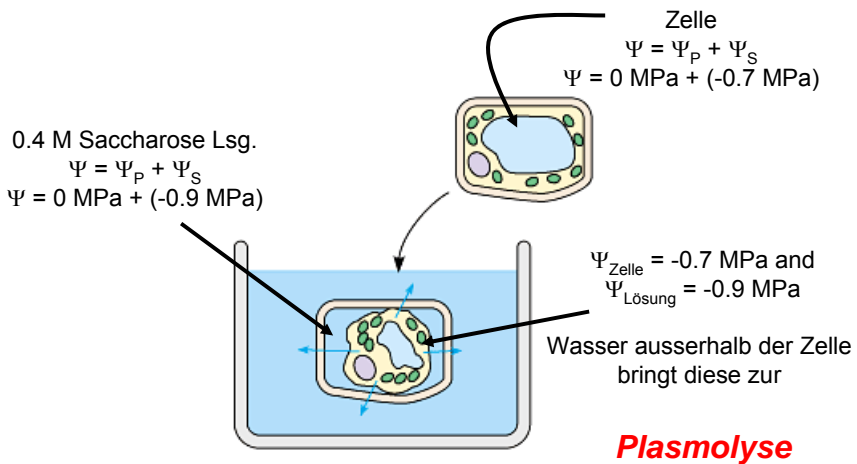
è Also:

Pro Mol (bzw. Osm) eines gelösten Stoffes entstehen:
-2,3 MPa Wasserpotenzial

Um die Wassersäule wieder auszugleichen, ist ein Druck von 0.23 MPa nötig

69

Plasmolyse = Schrumpfung



Plasmolyse

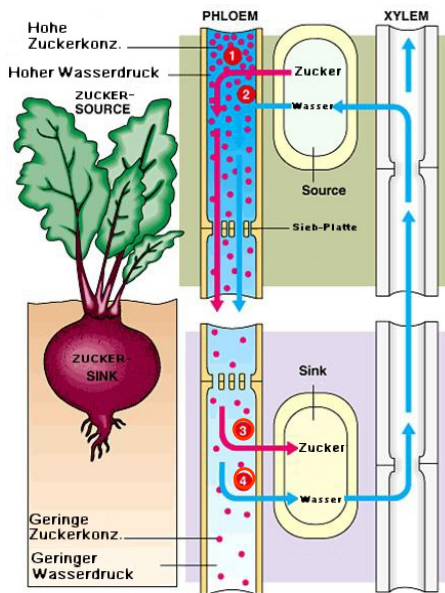
71

"Source" und "Sink"

- Die Druck-Steigerung an der Zucker-Quelle ("Source") und der Sog am Zucker-einlagerungs-ort ("Sink")

z.B. Stärkebildung

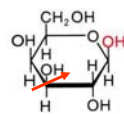
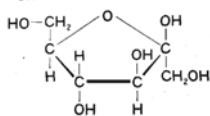
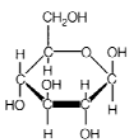
läßt den Phloemsaft von "Source" zu "Sink" fließen.



95

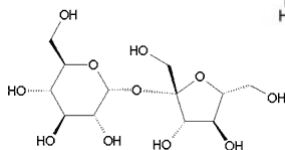
Wichtige Zucker

- › Glucose
- › Fructose
- › Galactose

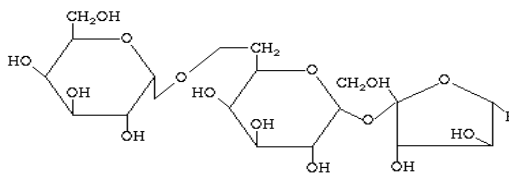


Glycosid. Bdg.:

- › Saccharose = Sucrose:



- › Raffinose



Galactose

Glucose

Fructose

102