Einfluss einer Mg-Blattdüngung auf die Expression der Chelatase und ATPase in Blättern von Ackerbohne

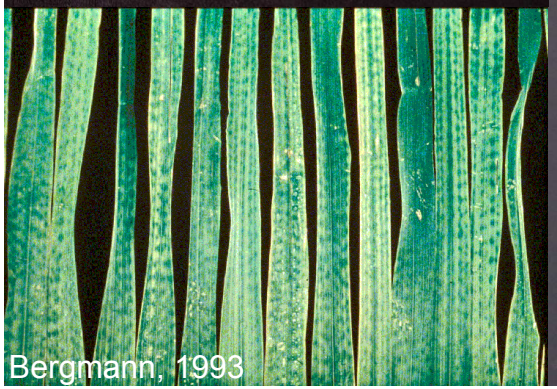
C. Neuhaus, C.M. Geilfus, C. Zörb, K.H. Mühling

Institut für Pflanzenernährung und Bodenkunde

Christian Albrechts Universität zu Kiel

Physiologische Folgen von Magnesiummangel in der Pflanze

- Anreicherung von Kohlenhydraten
- Abbau von Chloroplasten und Mitochondrien
- Bildung von reaktiven Sauerstoffspezies
- gehemmte RNA Synthese
- gehemmte Proteinsynthese



Mg-Blattdüngung

Unter Mangelbedingungen:

- höhere Mg Konzentrationen in Apfel
- besseres Wachstum in Tee
- höhere Erträge in Oregano

Mg-Konzentrationen in verschiedenen Geweben von Apfel nach Blattdüngung

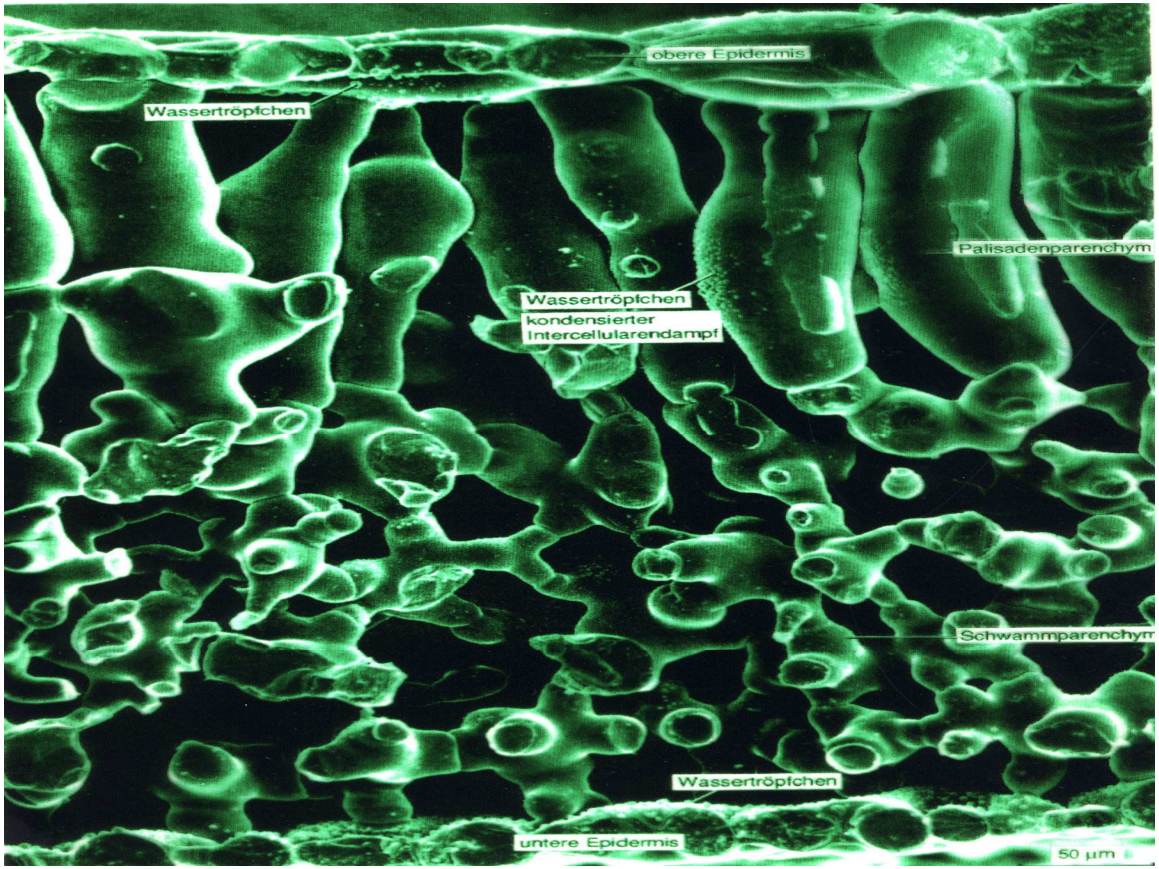
	Blatt	Wurzel	Pflanze
		Mg (% TM)	
$MgSO_4$	0,122	0,062	0,098
Mg-Mangel	0,066	0,0340	0,051

nach Webster, 1985

Positive Effekte auf die Qualität in diversen anderen Fruchtarten

(Zuckerrübe, Palmarosa, Karotte, Gurke, Soja, Linse)

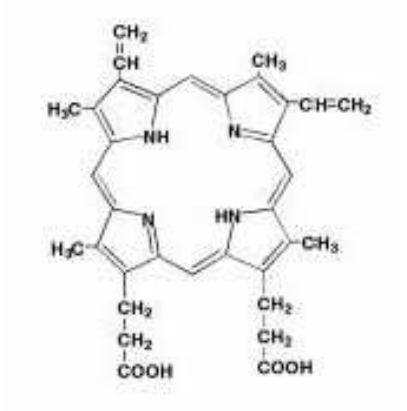
Mg-Blattdüngung



→ **In welchem Teil des Blattes befindet sich das Mg^{2+} nach einer Blattdüngung?**

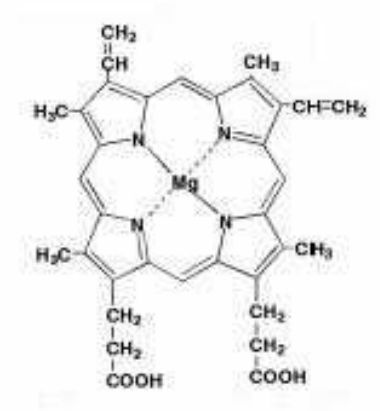
Einfluss von Mg auf die Mg Chelatase

Masuda, 2008



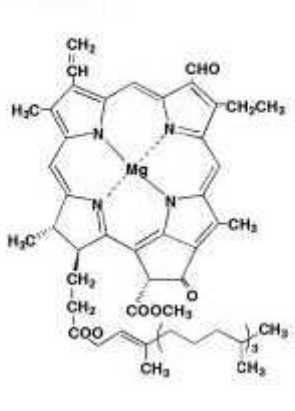
Protoporphyrin IX

→



Mg-Protoporphyrin IX

→



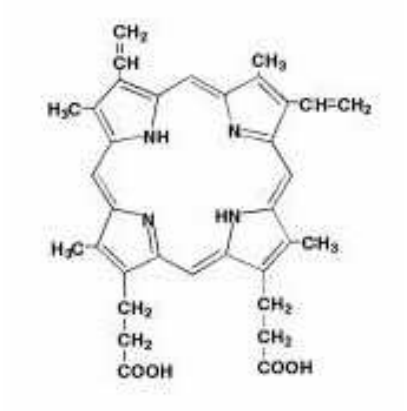
Chlorophyll

→ wichtiges Enzym für die Synthese von Chlorophyll

→ Einbau von Mg in Protoporphyrin (Chlorophyll-Vorstufe)

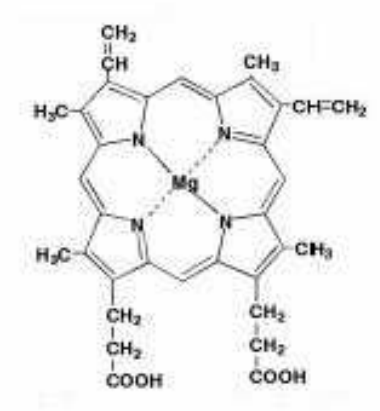
Einfluss von Mg auf die Mg Chelatase

Masuda, 2008



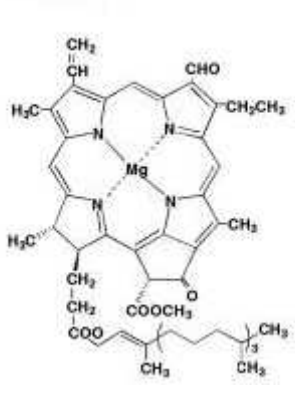
Protoporphyrin IX

→



Mg-Protoporphyrin IX

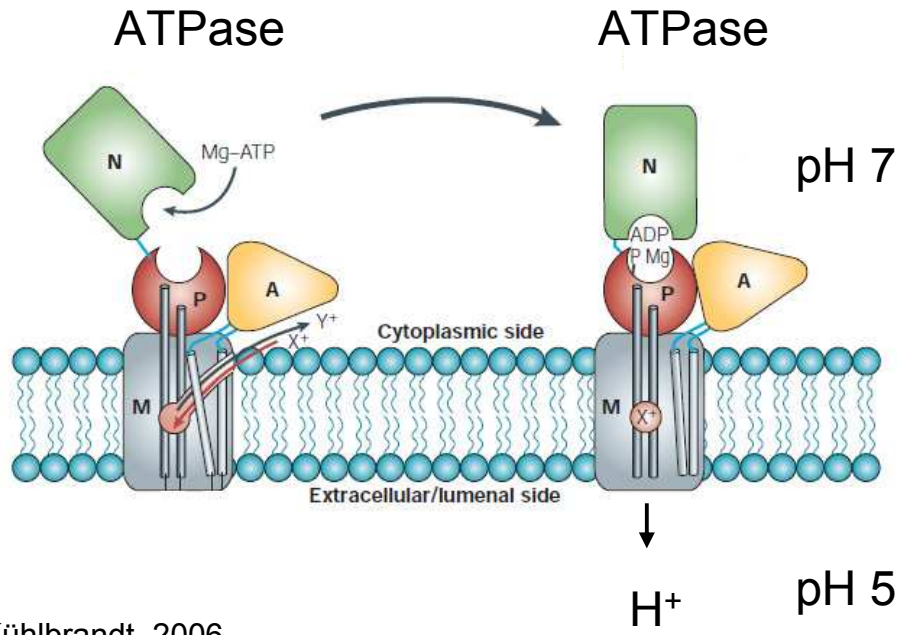
→



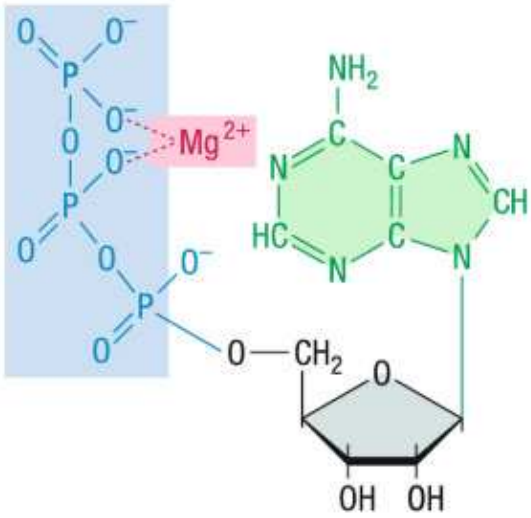
Chlorophyll

→ Führt eine Mg-Blattdüngung zu einer verstärkten Expression der Mg Chelatase?

Einfluss von Mg auf die Plasmalemma H^+-ATPase



nach Kühlbrandt, 2006

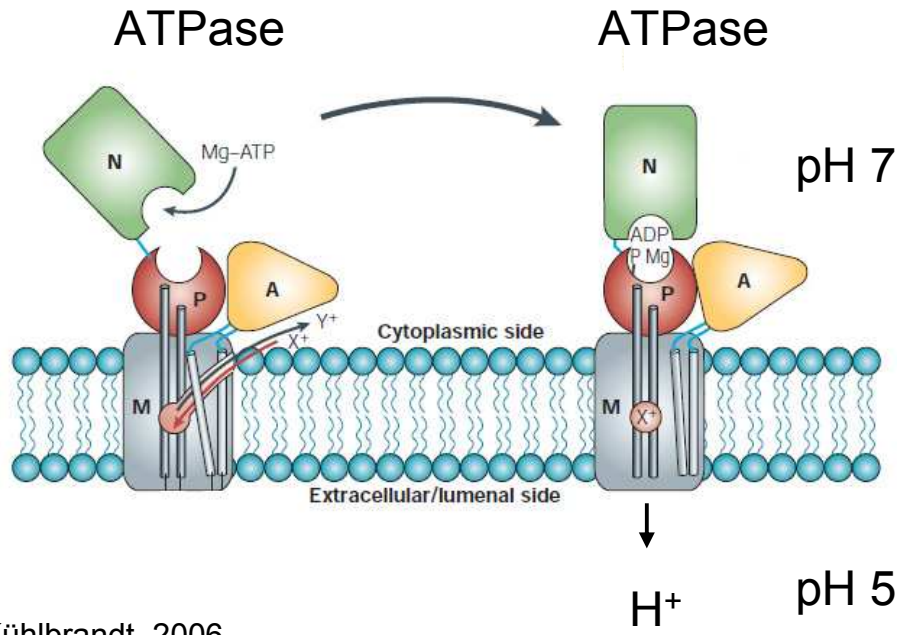


Löffler, 2007

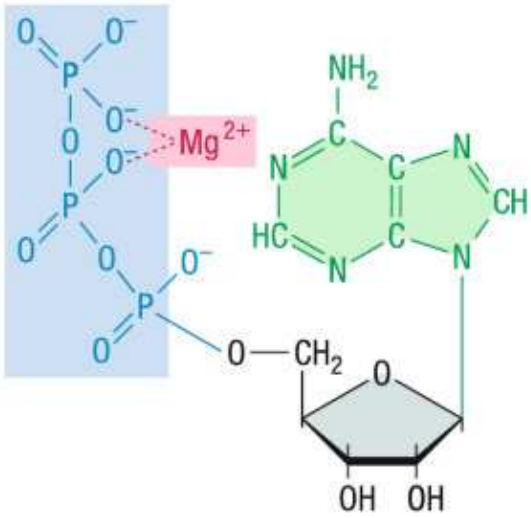
→ **wichtig für den Transport von Nährstoffen und Photosyntheseprodukten**

→ **Mg-ATP wichtig für die Aktivität**

Einfluss von Mg auf die Plasmalemma H^+-ATPase



nach Kühlbrandt, 2006

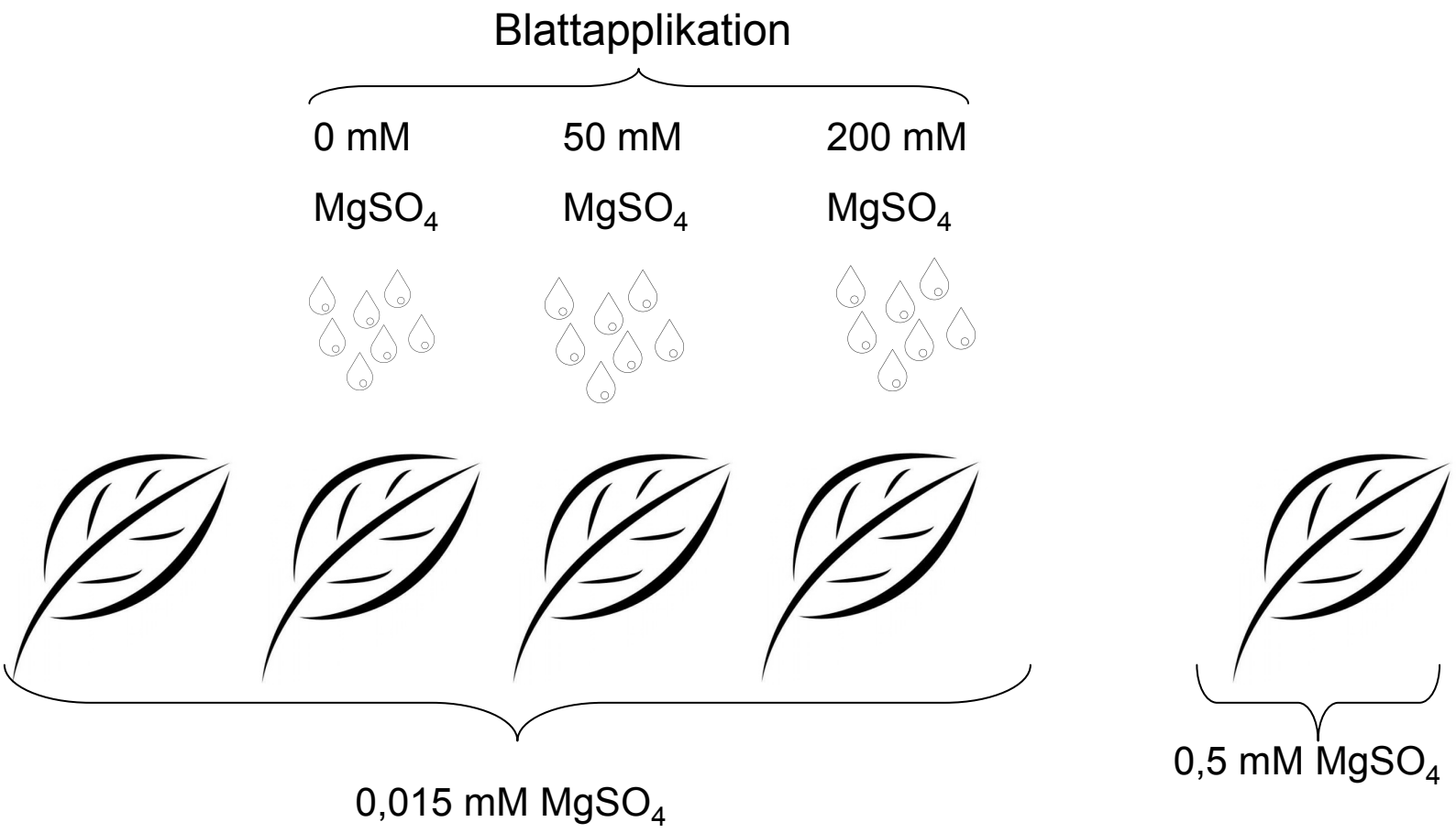


Löffler, 2007

→ **Beeinflusst ein Mg-Mangel die Expression der von Mg abhängigen Plasmalemma H^+-ATPase und kann die Blattdüngung diesen Effekt revidieren?**

→ **Führt die Mg-Blattdüngung zu einer Ertragssteigerung?**

Versuchsaufbau



Material: *Vicia faba* L (Fuego)

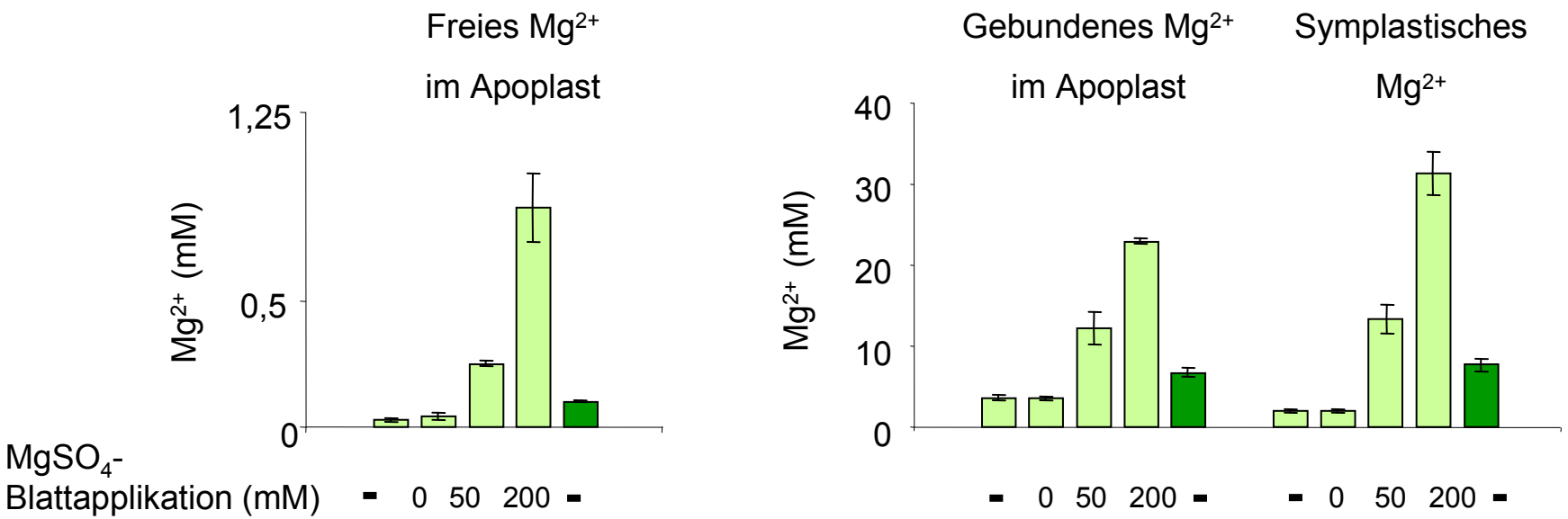
3-malige Applikation

Methoden

- Probennahme an ausgewachsenen und jungen Blättern
- Messung der Chlorophyllkonzentration mittels SPAD-502 (Minolta)
- Messung der Photosynthese mittels Li-Cor-6400 (Li-Cor-Biosystems)
- Ermittlung der Mg^{2+}-Ionenkonzentration durch Atomabsorptionsspektrometrie (Carl Zeiss)
- relative Quantifizierung der mRNA-Abundanz mit Hilfe der quantitativen real-time PCR Step One (ABI)
- Klonierung der ATPase Sequenzen mit Topo TA Cloning Kit (Invitrogen)

Ergebnisse

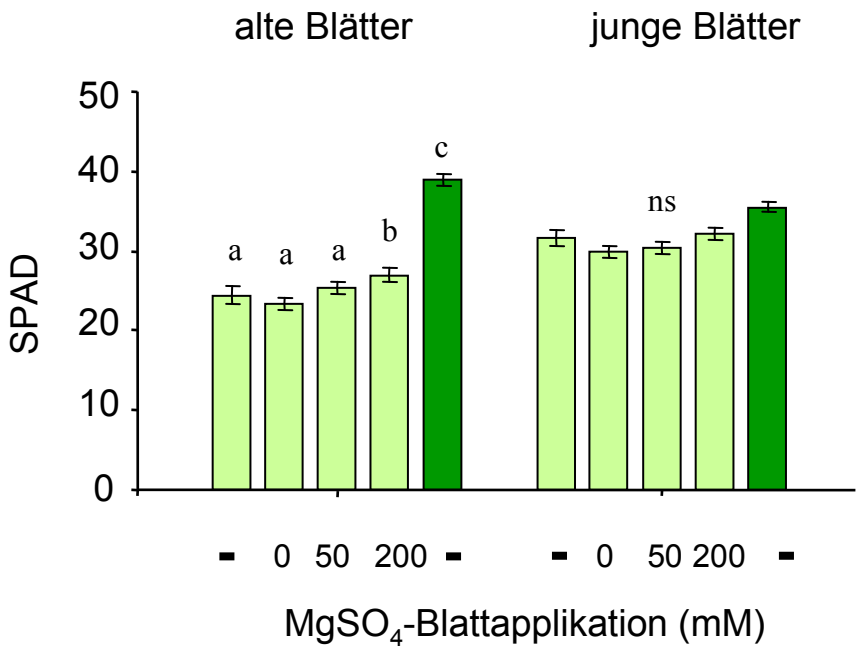
Mg^{2+}-Konzentrationen in unterschiedlichen Blattkompartimenten nach Blattdüngung

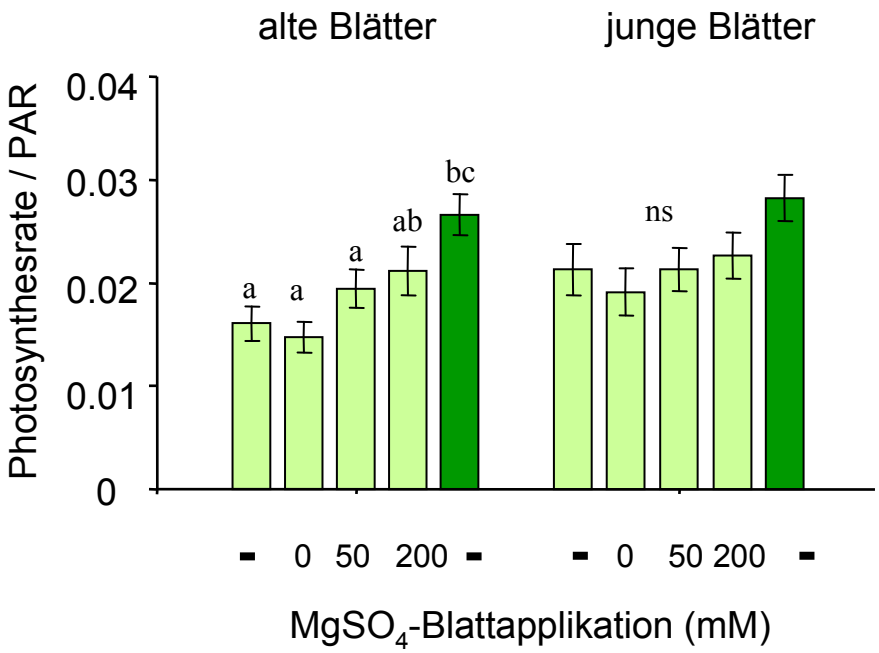


Wendler, 2010
in Vorbereitung

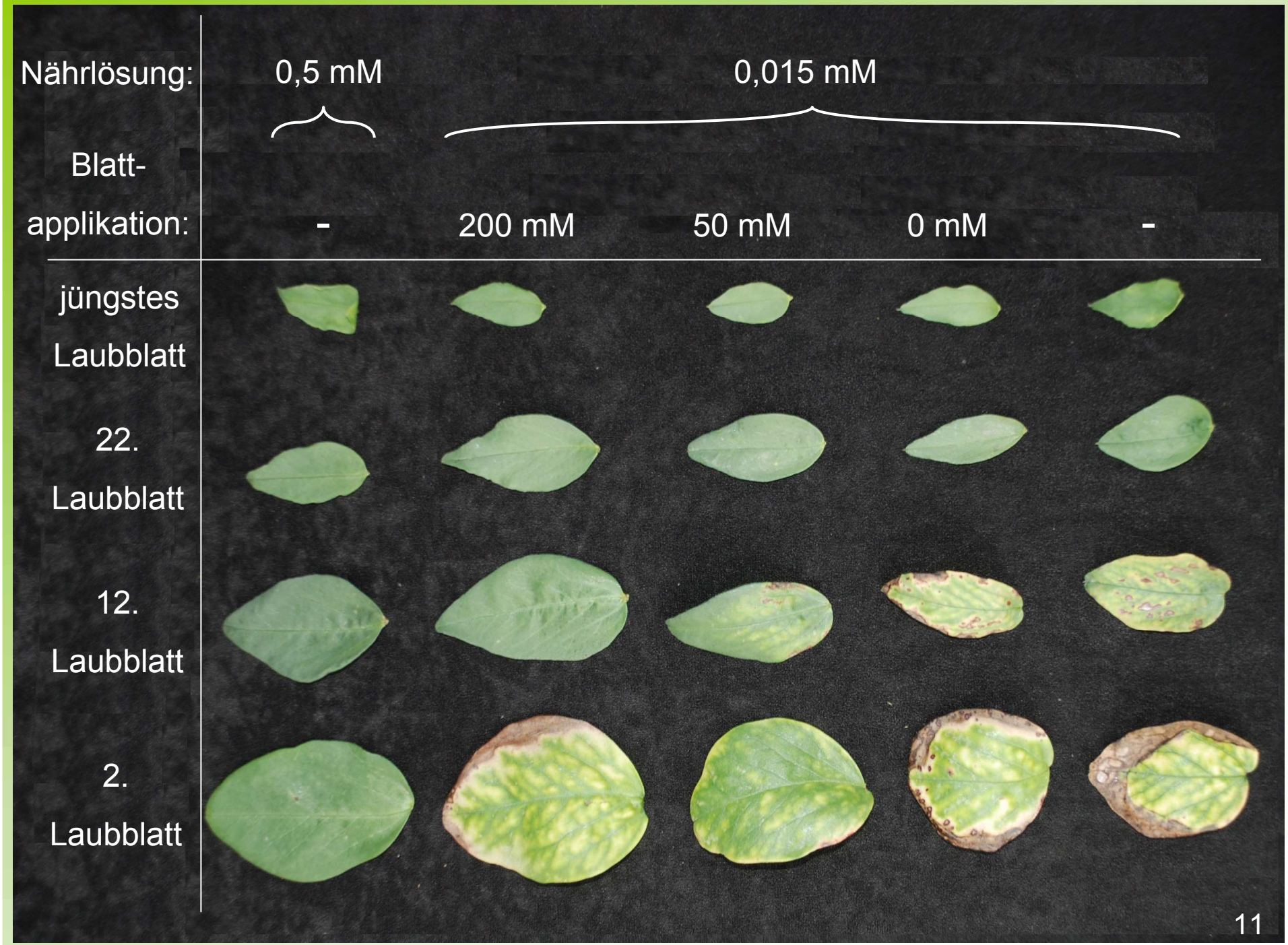
- keine Blattapplikation
- 0,05 mM $MgSO_4$ in Nährlösung
- 0,5 mM $MgSO_4$ in Nährlösung

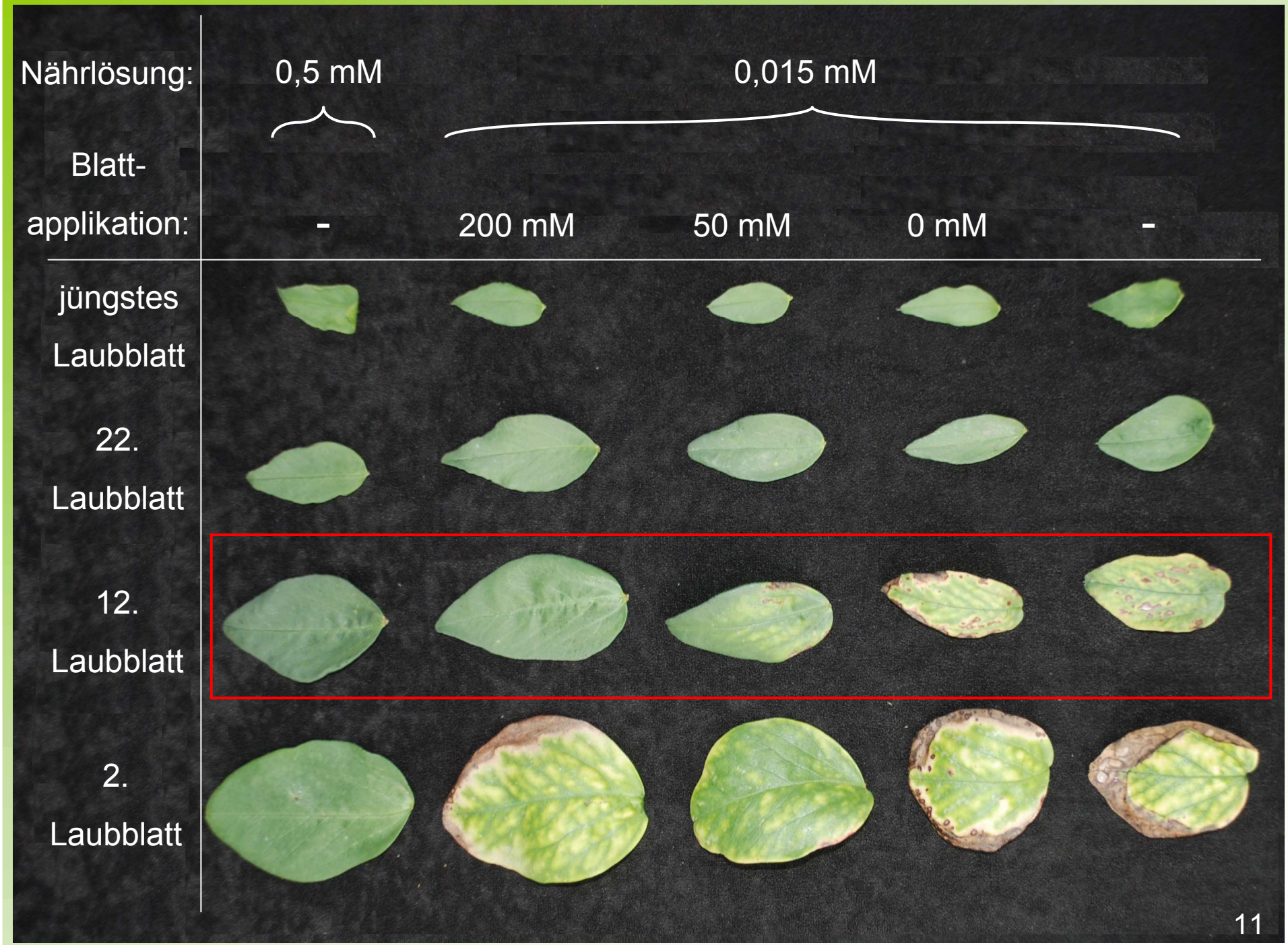
SPAD und Photosynthese in ausgewachsenen und jungen Blättern nach Mg-Blattdüngung





- keine Blattapplikation
- 0,015 mM $MgSO_4$ in Nährlösung
- 0,5 mM $MgSO_4$ in Nährlösung


Nährlösung:
0,5 mM
0,015 mM
Blatt-
applikation:
-
200 mM
50 mM
0 mM
-
jüngstes
Laubblatt
22.
Laubblatt
12.
Laubblatt
2.
Laubblatt


Nährlösung:
0,5 mM
0,015 mM
Blatt-
applikation:
-
200 mM
50 mM
0 mM
-
jüngstes
Laubblatt
22.
Laubblatt
12.
Laubblatt
2.
Laubblatt

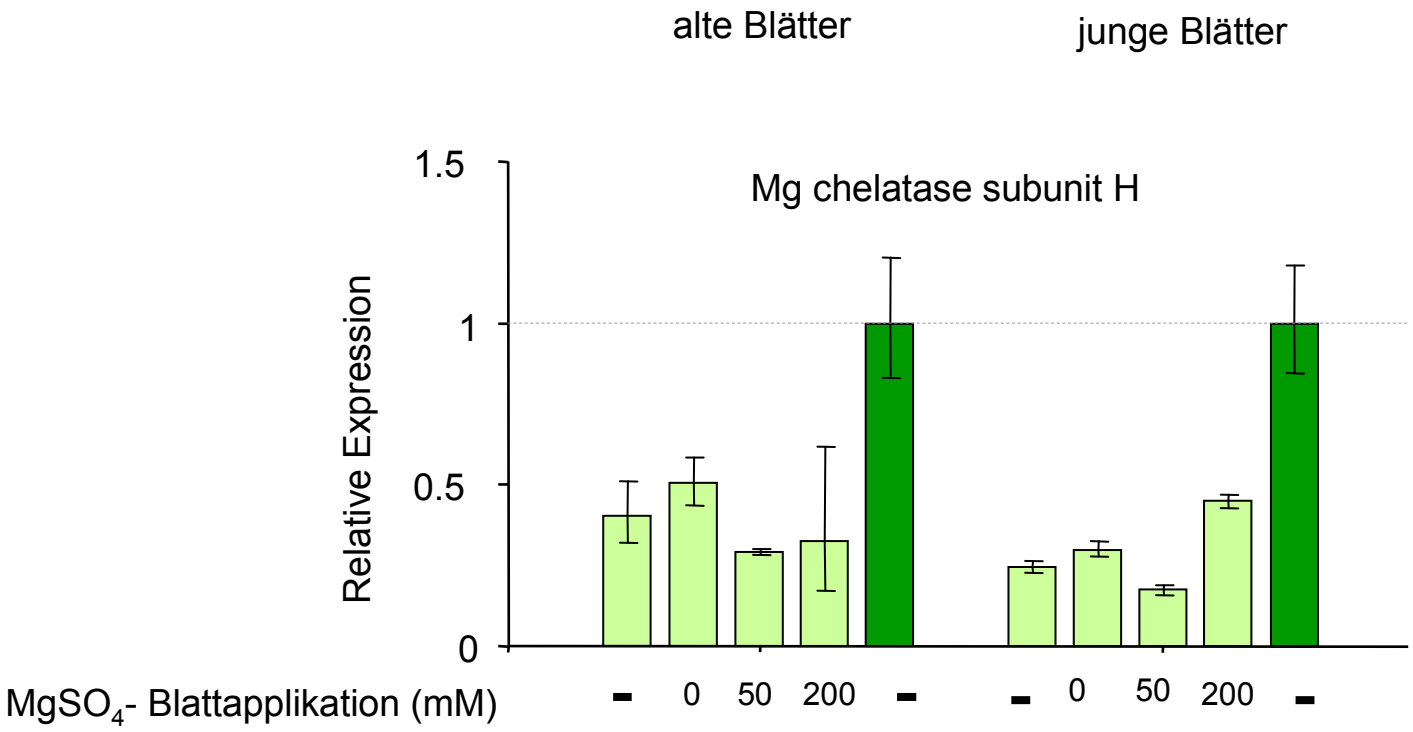
Ergebnisse

→ eine Mg-Blattdüngung unter Mg-Mangel bewirkt physiologische Veränderungen in den ausgewachsenen Blättern

→ die Mg^{2+} werden im Apoplast gebunden gelangen aber auch ins Zellinnere und werden dort in der Vakuole gespeichert

→ Mg-Konzentration, Chlorophylldichte und Photosyntheserate können durch Mg-Blattapplikation gesteigert werden

Expression der Mg Chelatase in ausgewachsenen und jungen Blättern unter Einfluss einer Mg-Blattdüngung

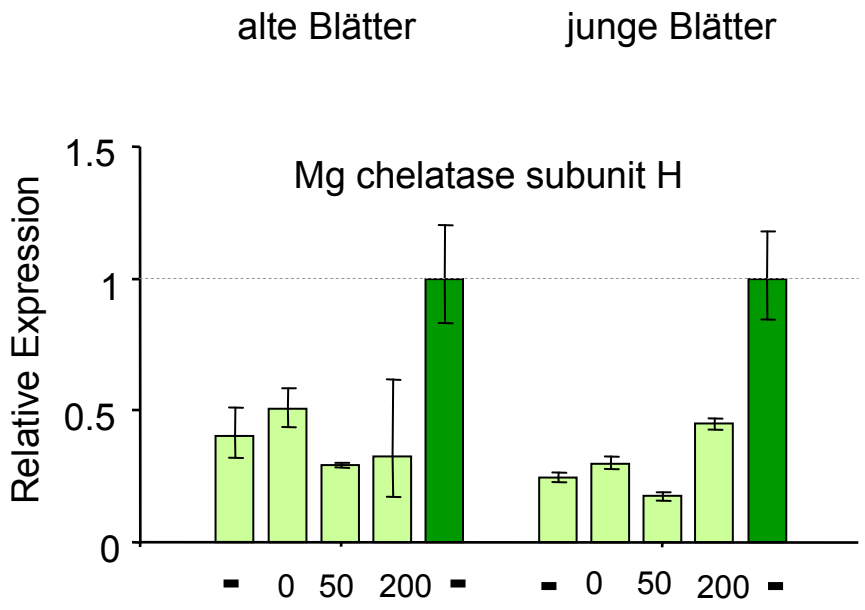


0,015 mM $MgSO_4$ in Nährlösung

0,5 mM $MgSO_4$ in Nährlösung

- keine Blattapplikation

Expression der Mg Chelatase in ausgewachsenen und jungen Blättern unter Einfluss einer Mg-Blattdüngung



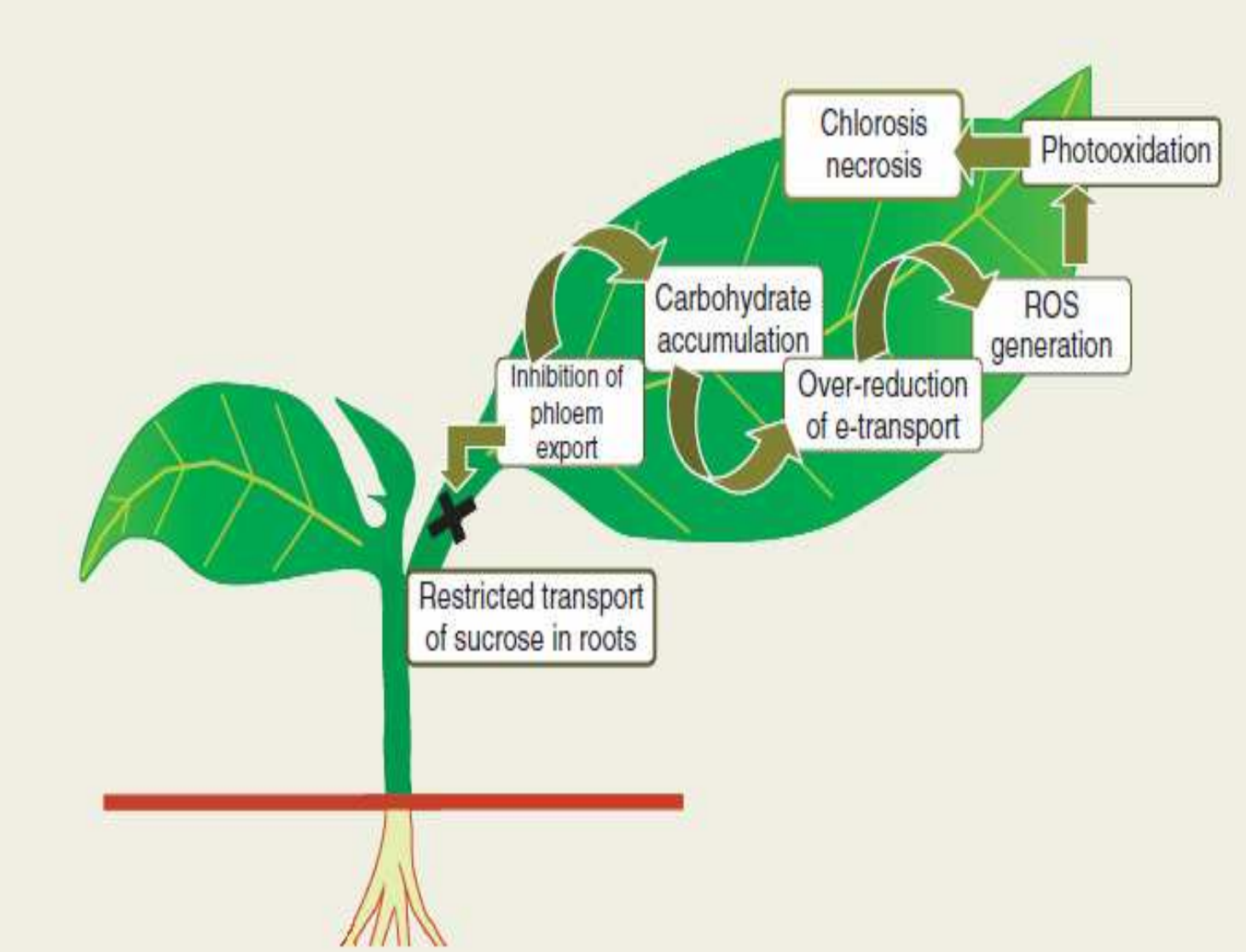
→ verringerte Chlorophyllsynthese unter Mg-Mangel

→ höhere Chlorophylldichte durch Mg-Blattdüngung

→ verringerter Chlorophyllabbau durch Mg-Blattapplikation

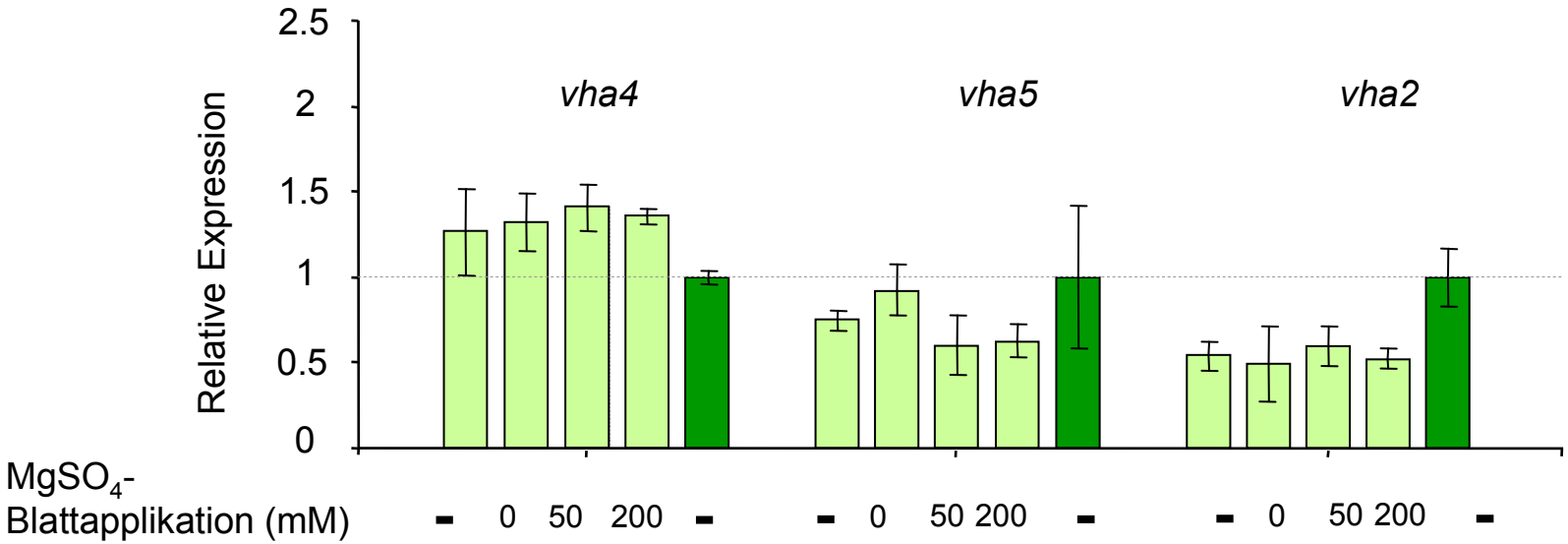
- 0,015 mM $MgSO_4$ in Nährlösung
- 0,5 mM $MgSO_4$ in Nährlösung

- keine Blattapplikation



nach Cakmak, 2008

Einfluss der Mg-Versorgung auf die Expression von drei PM H^+-ATPase Isoformen in alten Blättern

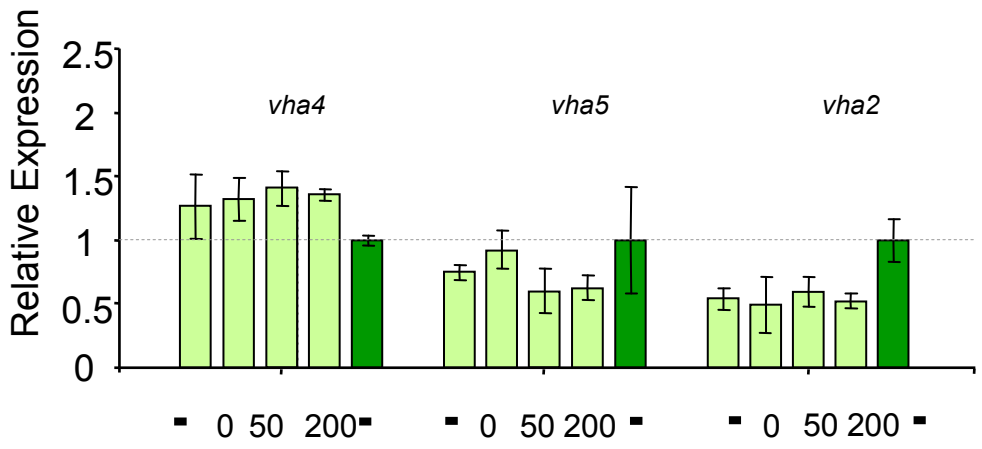


0,015 mM $MgSO_4$ in Nährlösung

0,5 mM $MgSO_4$ in Nährlösung

\- keine Blattapplikation

Einfluss der Mg-Versorgung auf die Expression von drei PM H^+-ATPase Isoformen in alten Blättern



→ ATPase-Unterfamilien werden unterschiedlich reguliert

→ auch bei Fe und N Ernährungsstörungen beobachtet

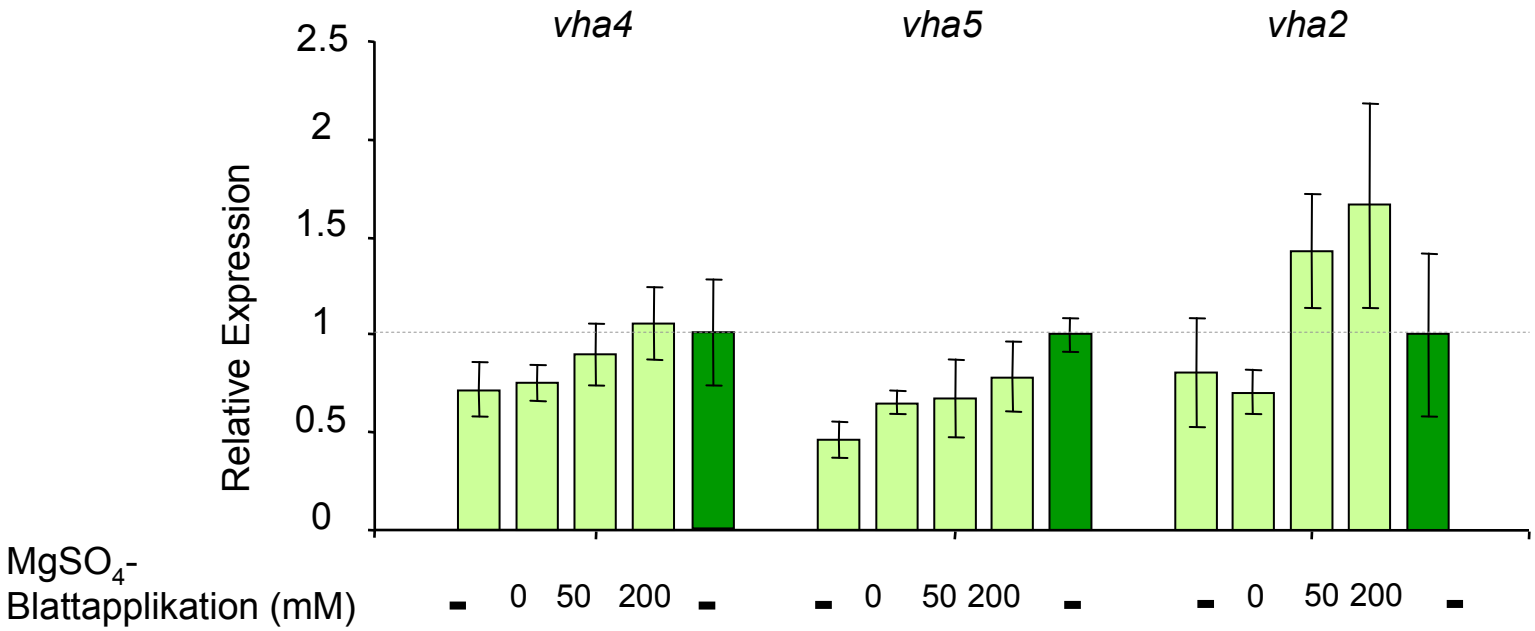
→ den Unterfamilien konnte noch keine spezielle Funktion zugewiesen werden

0,015 mM $MgSO_4$ in Nährlösung

0,5 mM $MgSO_4$ in Nährlösung

\- keine Blattapplikation

Expression der PM H^+-ATPase Isoformen *vha4*, *vha5* und *vha2* in jungen Blättern

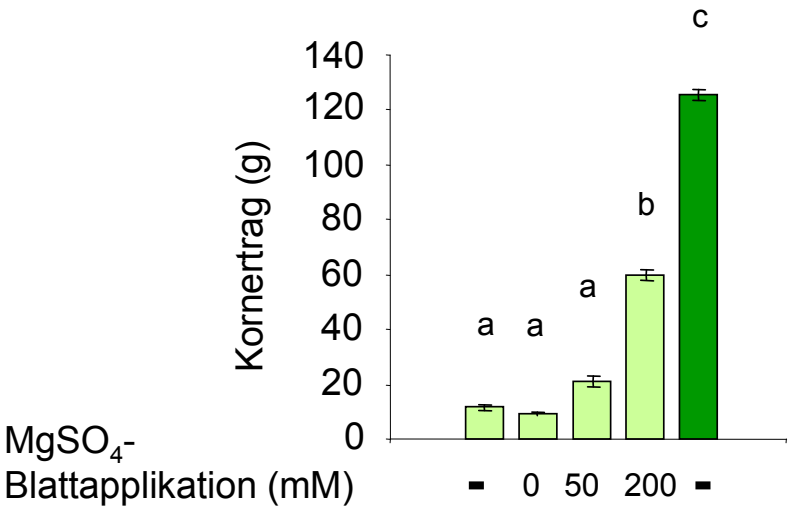


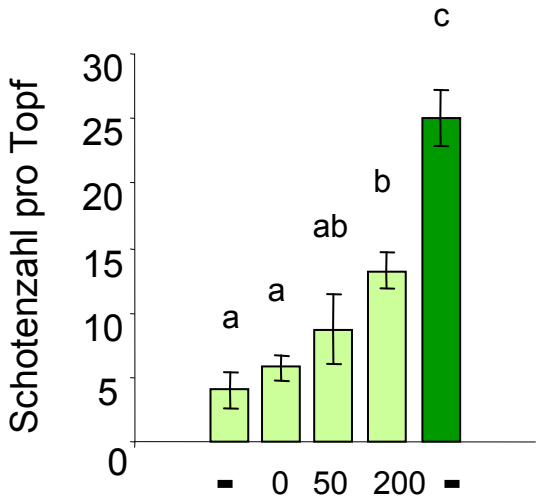
0,015 mM $MgSO_4$ in Nährlösung

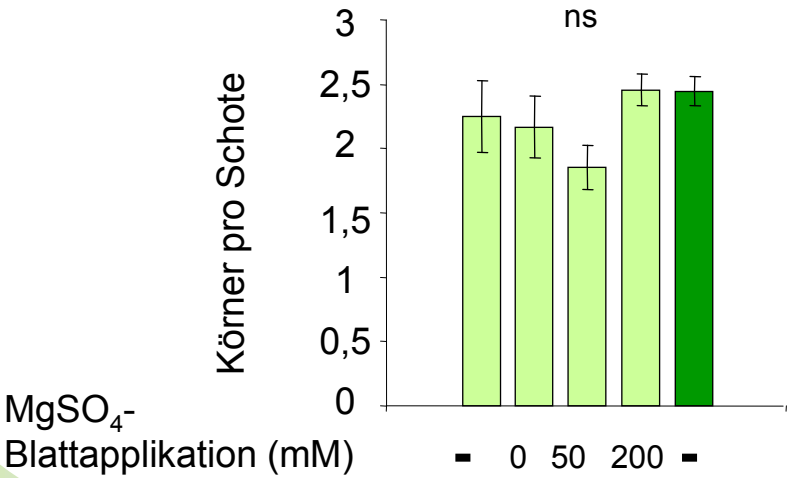
0,5 mM $MgSO_4$ in Nährlösung

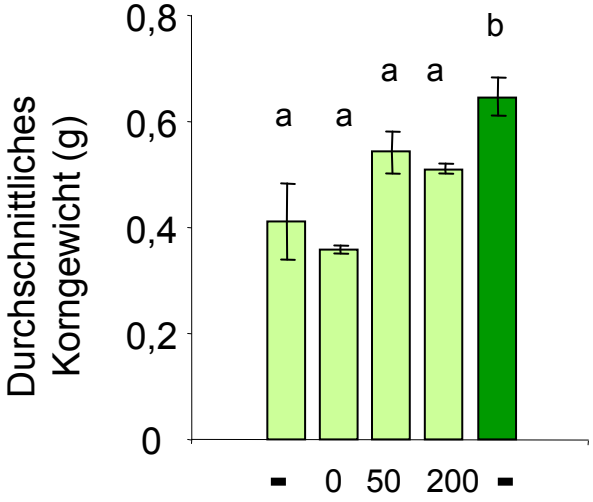
\- keine Blattapplikation

Einfluss einer Mg-Blattdüngung auf Ertrag und Ertragsparameter









Zusammenfassung

- Mg-Blattdüngung verbessert die Mg Ernährungssituation der Ackerbohne durch eine Steigerung der Mg-Konzentration, der Chlorophylldichte und der Photosyntheserate in den alten Blättern.

- Die RNA-Abundanz der Mg chelatase wird durch eine Mg-Blattdüngung nicht gesteigert, möglicherweise wird aber weiterer Chlorophyllabbau verhindert.

- Die H^+-ATPase RNA Abundanz von drei Isoformen wird durch Mg-Mangel beeinflusst.

- Mg-Blattdüngung reguliert die Expression der PM H^+-ATPase Menge in jungen Blättern hoch, hier ist ein systemischer Effekt der Blattapplikation erkennbar.

- Mg-Blattapplikation wirkt sich positiv auf den Ertrag der Ackerbohne aus.

Zusammenfassung

- Mg-Blattdüngung verbessert die Mg Ernährungssituation der Ackerbohne durch eine Steigerung der Mg-Konzentration, der Chlorophylldichte und der Photosyntheserate in den alten Blättern.

- Die RNA-Abundanz der Mg chelatase wird durch eine Mg-Blattdüngung nicht gesteigert, möglicherweise wird aber weiterer Chlorophyllabbau verhindert.

- Die H^+-ATPase RNA Abundanz von drei Isoformen wird durch Mg-Mangel beeinflusst.

- Mg-Blattdüngung reguliert die Expression der PM H+-ATPase Menge in jungen Blättern hoch, hier ist ein systemischer Effekt der Blattapplikation erkennbar.

- Mg-Blattapplikation wirkt sich positiv auf den Ertrag der Ackerbohne aus.

Zusammenfassung

- Mg-Blattdüngung verbessert die Mg Ernährungssituation der Ackerbohne durch eine Steigerung der Mg-Konzentration, der Chlorophylldichte und der Photosyntheserate in den alten Blättern.
- Die RNA-Abundanz der Mg chelatase wird durch eine Mg-Blattdüngung nicht gesteigert, möglicherweise wird aber weiterer Chlorophyllabbau verhindert.
- Die H^+-ATPase RNA Abundanz von drei Isoformen wird durch Mg-Mangel beeinflusst.
- Mg-Blattdüngung reguliert die Expression der PM H^+-ATPase Menge in jungen Blättern hoch, hier ist ein systemischer Effekt der Blattapplikation erkennbar.
- Mg-Blattapplikation wirkt sich positiv auf den Ertrag der Ackerbohne aus.

Zusammenfassung

- Mg-Blattdüngung verbessert die Mg Ernährungssituation der Ackerbohne durch eine Steigerung der Mg-Konzentration, der Chlorophylldichte und der Photosyntheserate in den alten Blättern.

- Die RNA-Abundanz der Mg chelatase wird durch eine Mg-Blattdüngung nicht gesteigert, möglicherweise wird aber weiterer Chlorophyllabbau verhindert.

- Die H^+-ATPase RNA Abundanz von drei Isoformen wird durch Mg-Mangel beeinflusst.

- Mg-Blattdüngung reguliert die Expression der PM H^+-ATPase Menge in jungen Blättern hoch, hier ist ein systemischer Effekt der Blattapplikation erkennbar.

- Mg-Blattapplikation wirkt sich positiv auf den Ertrag der Ackerbohne aus.

Zusammenfassung

- Mg-Blattdüngung verbessert die Mg Ernährungssituation der Ackerbohne durch eine Steigerung der Mg-Konzentration, der Chlorophylldichte und der Photosyntheserate in den alten Blättern.

- Die RNA-Abundanz der Mg chelatase wird durch eine Mg-Blattdüngung nicht gesteigert, möglicherweise wird aber weiterer Chlorophyllabbau verhindert.

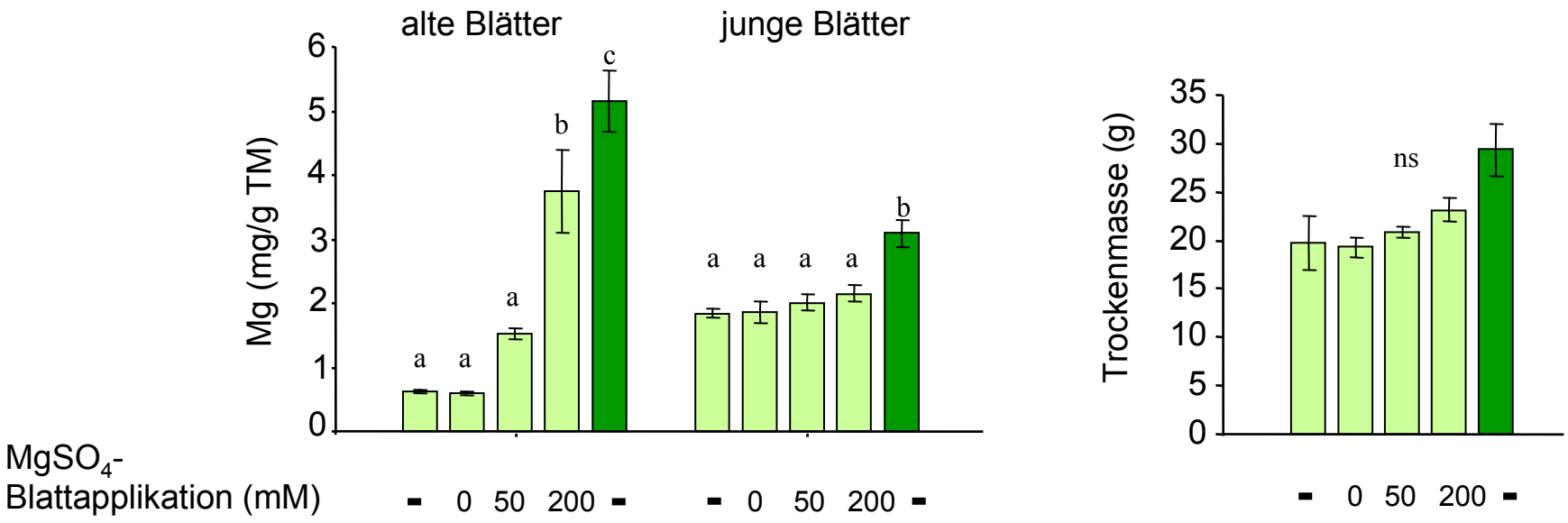
- Die H^+-ATPase RNA Abundanz von drei Isoformen wird durch Mg-Mangel beeinflusst.

- Mg-Blattdüngung reguliert die Expression der PM H^+-ATPase Menge in jungen Blättern hoch, hier ist ein systemischer Effekt der Blattapplikation erkennbar.

- Mg-Blattapplikation wirkt sich positiv auf den Ertrag der Ackerbohne aus.

Vielen Dank!

Einfluss einer Mg-Blattapplikation auf die Mg-Konzentrationen im Blatt und die Spross-Trockenmasse



0,015 mM
0,5 mM

Konzentration $MgSO_4$ in der Nährlösung

\- keine Blattapplikation