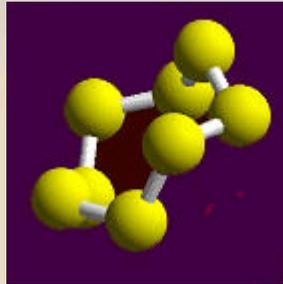


WARUM BRAUCHEN PFLANZEN SCHWEFEL?



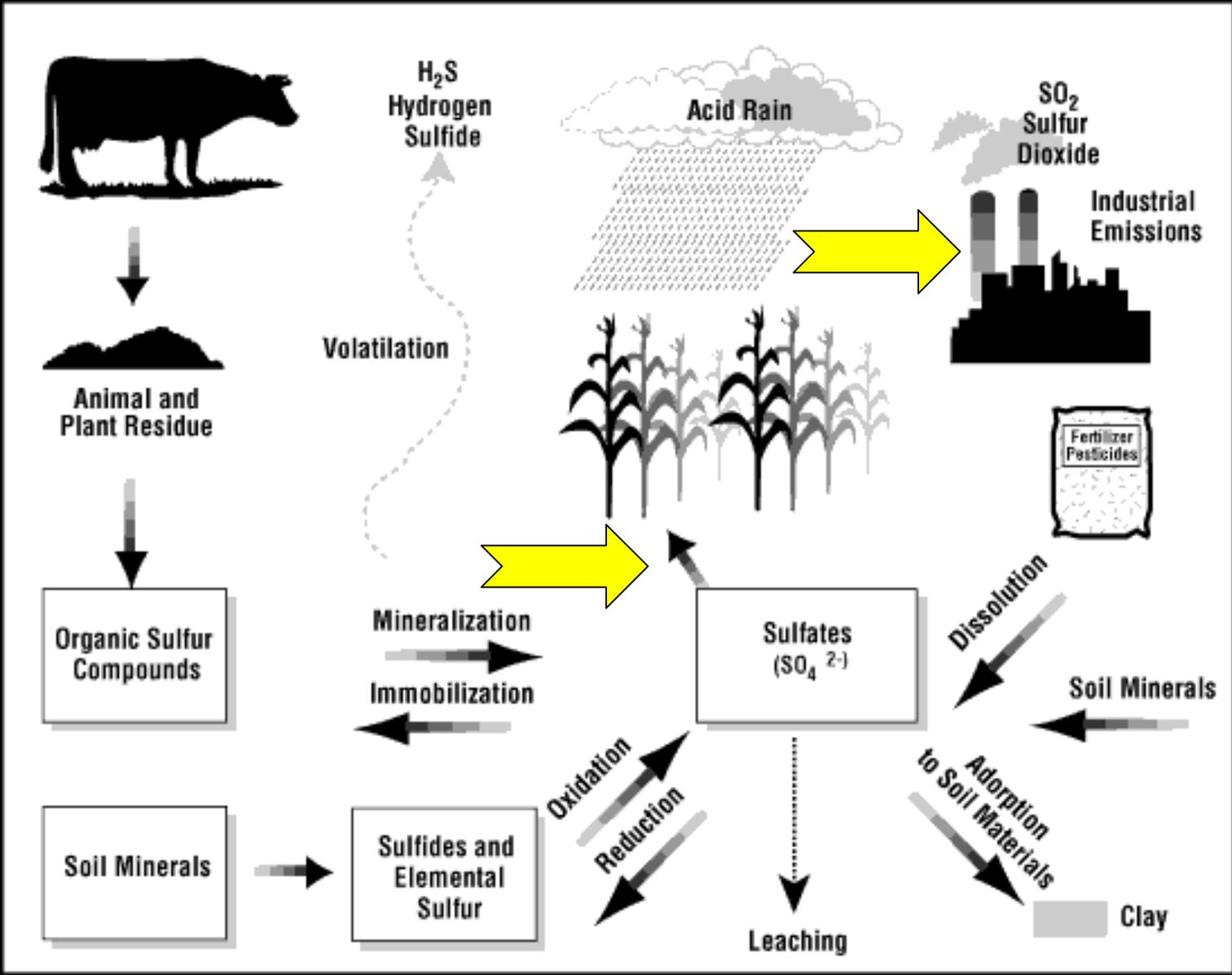
TEIL I



Ineke Stulen & Luit J. De Kok

Laboratory of Plant Physiology
University of Groningen
P.O. Box 14
9750 AA Haren
The Netherlands

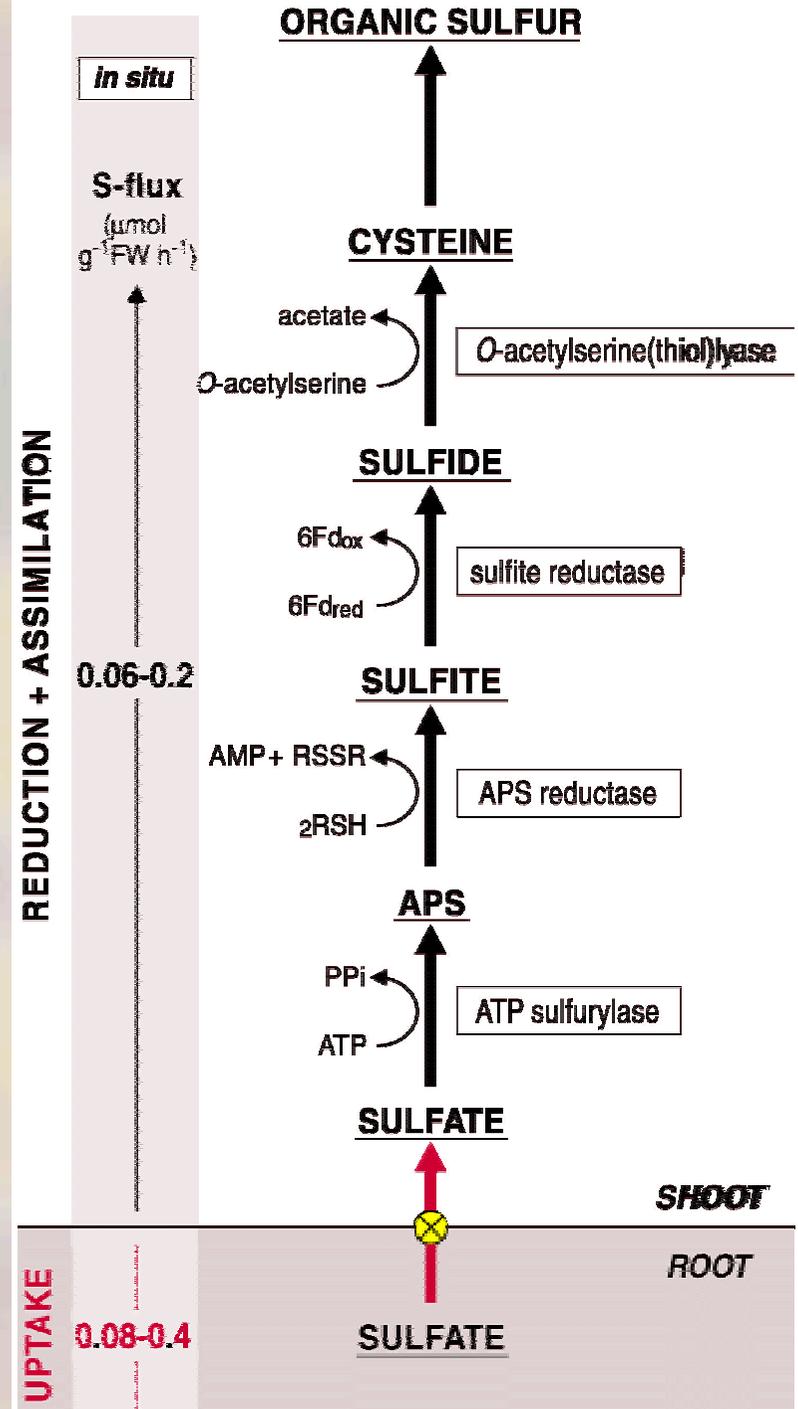
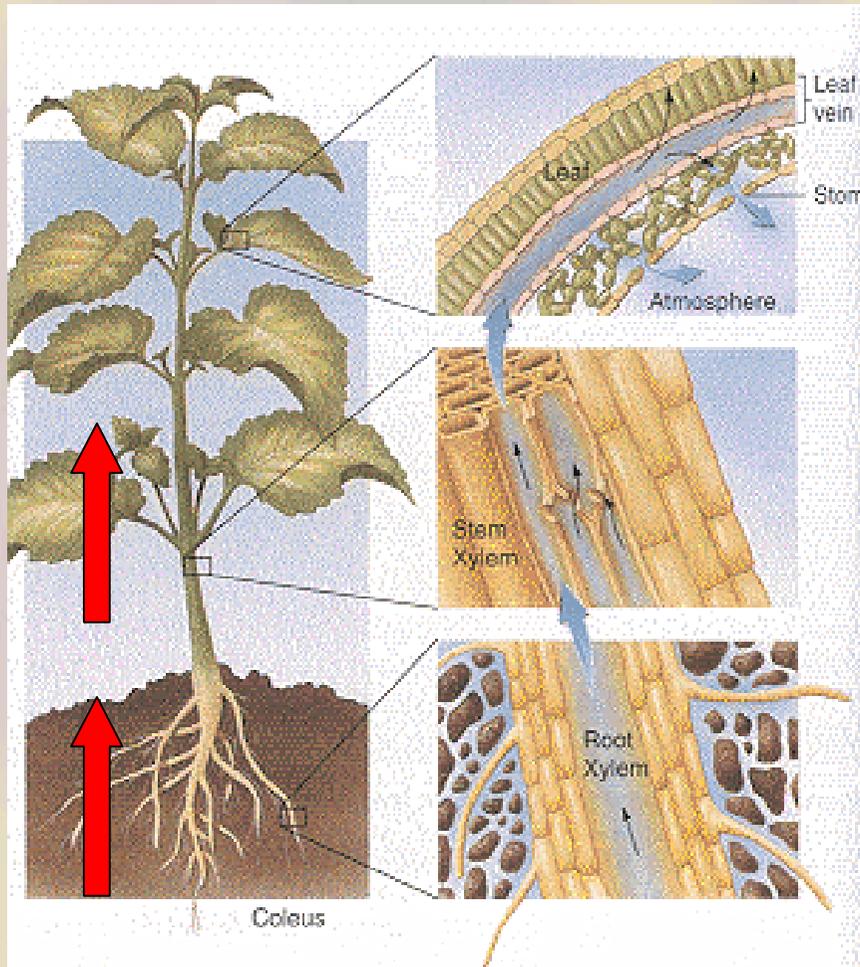
Schwefelernährung:



Schwefelernährung:



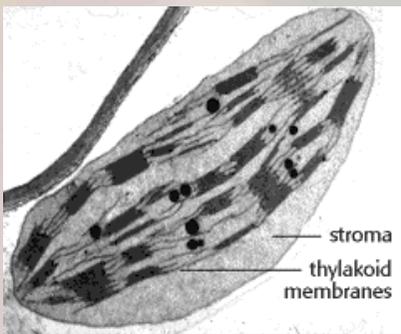
Sulfat Aufnahme via dem Boden



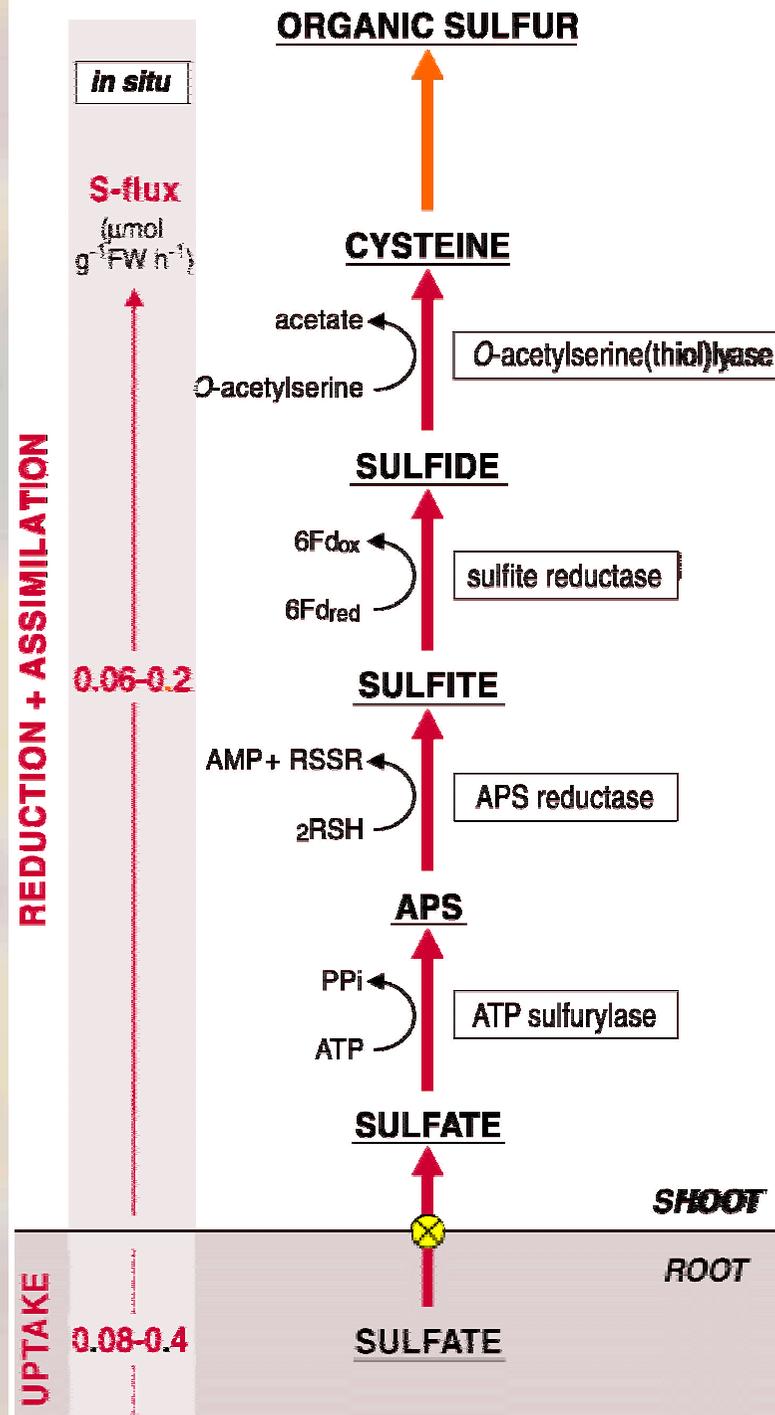
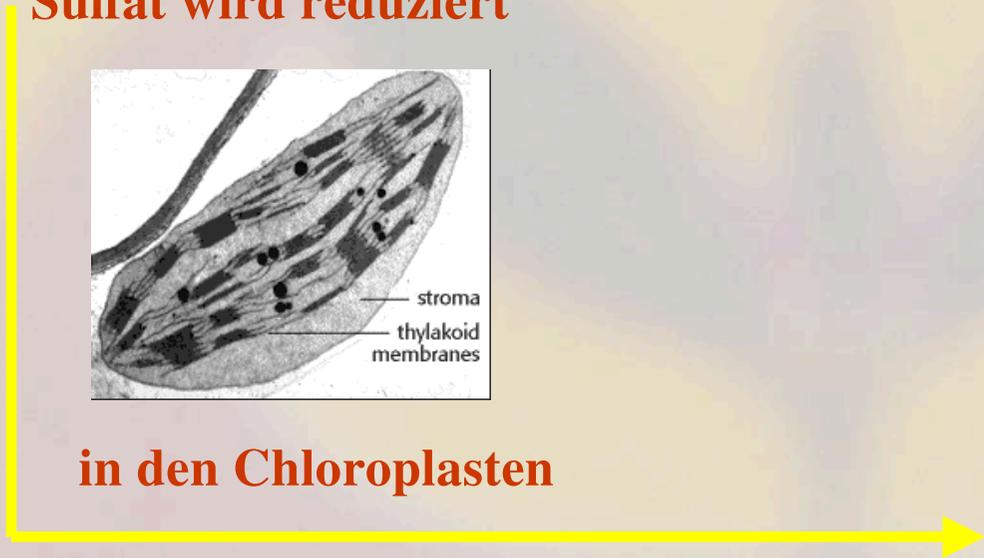
Schwefelernährung:



Sulfat wird reduziert



in den Chloroplasten

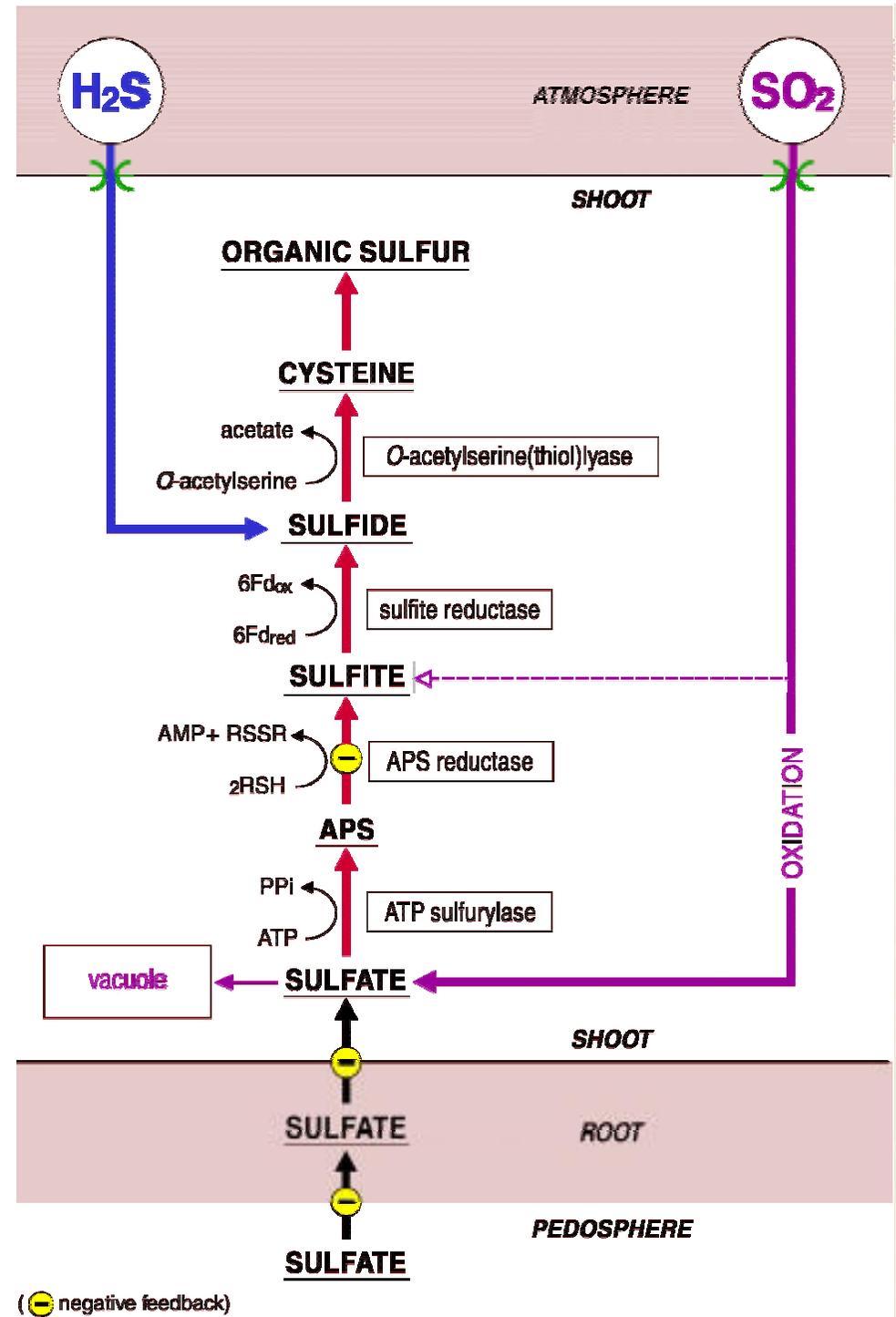


Schwefelernährung:

Schwefelaufnahme durch das Blatt



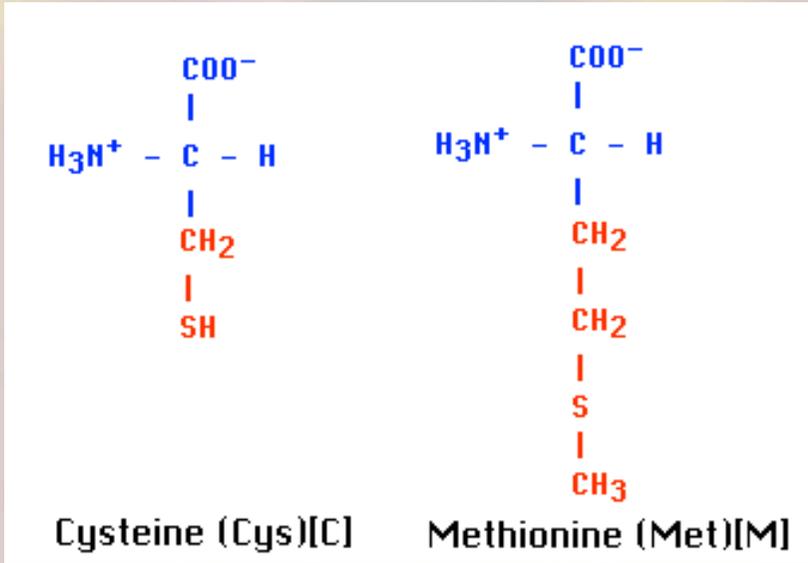
wie SO₂ oder H₂S



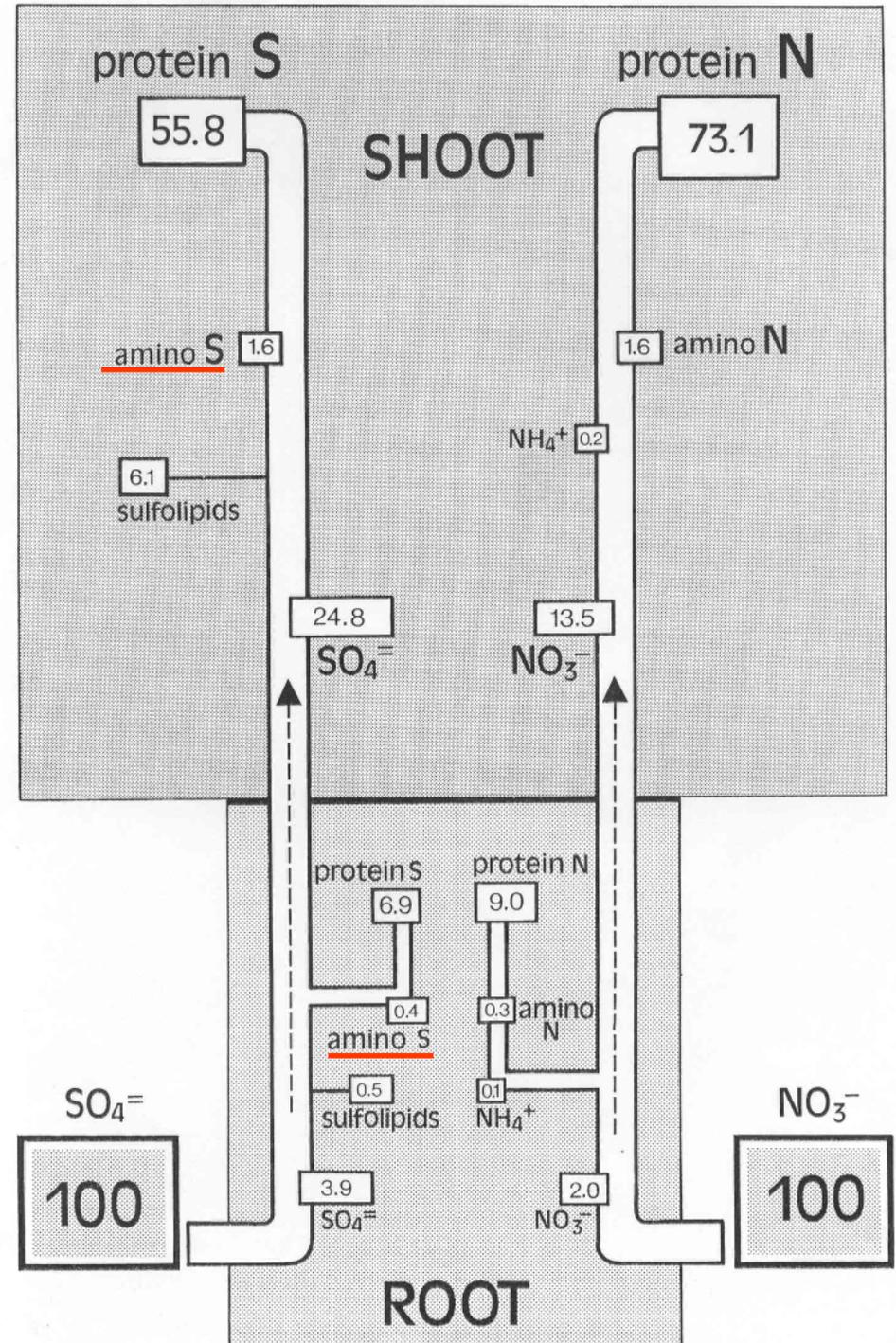
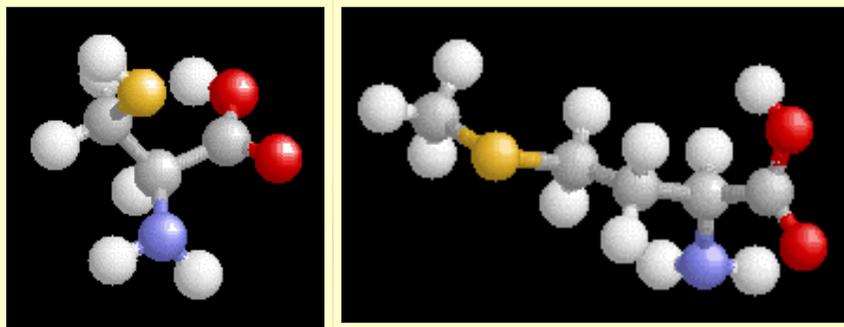
(⊖ negative feedback)

Schwefelernährung:

Wohin geht der Schwefel?

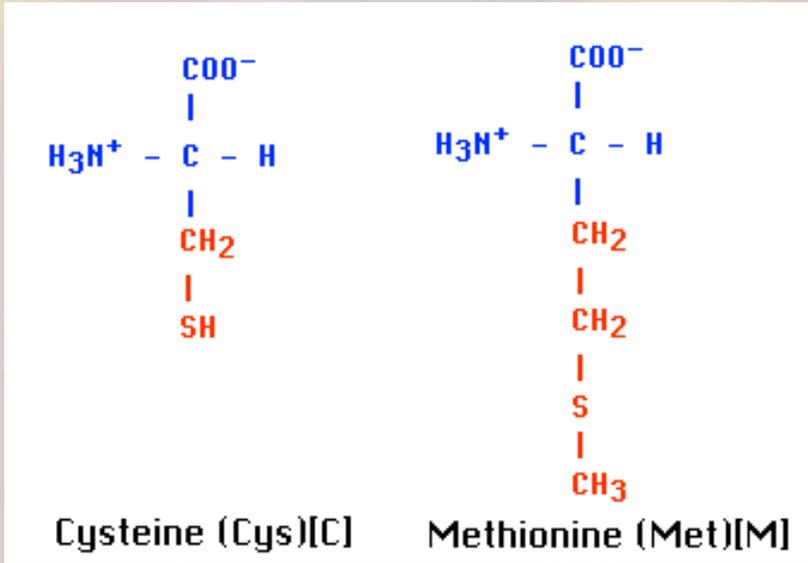


In die Amino Säuren.....

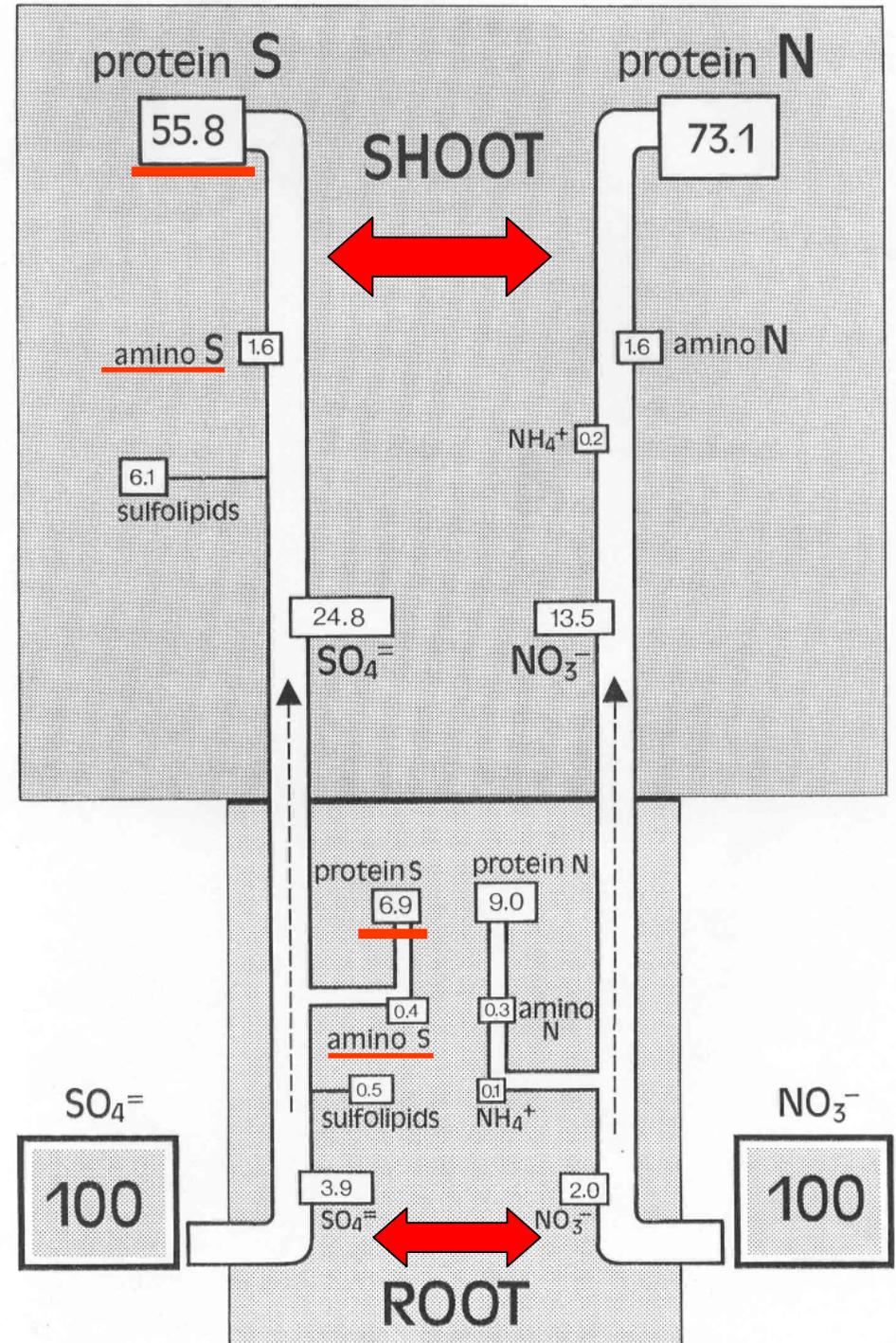
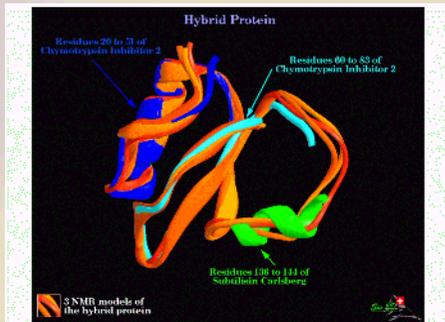


Schwefelernährung:

Wohin geht der Schwefel?

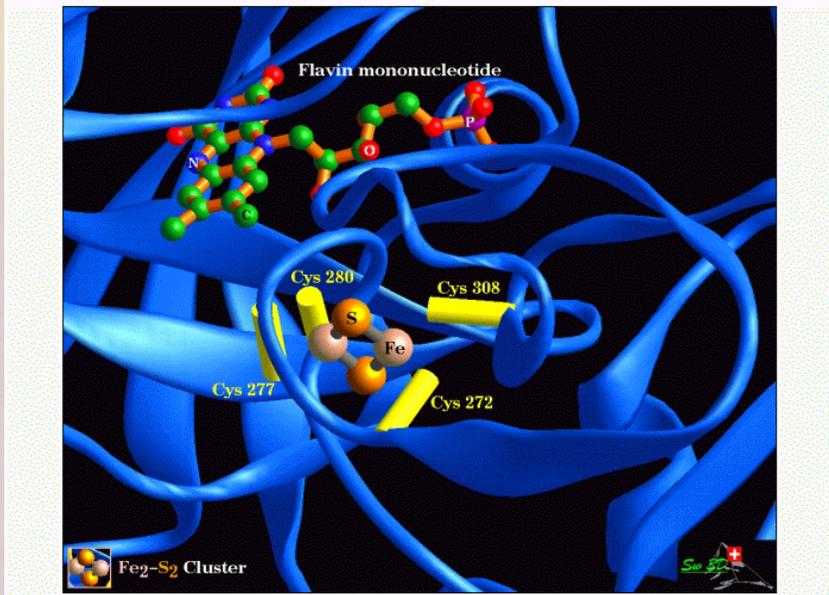


..... und ins Eiweiss!!

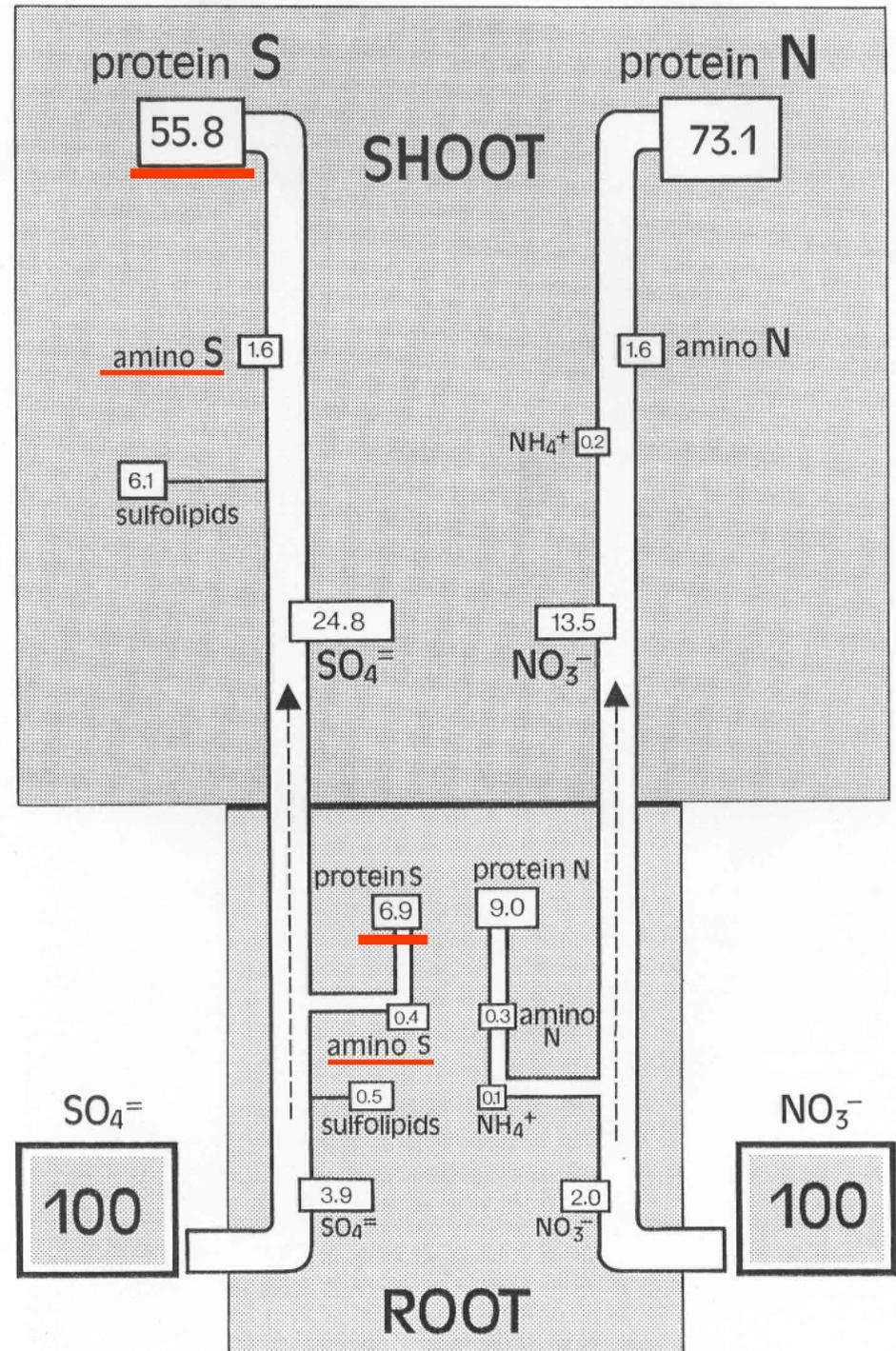
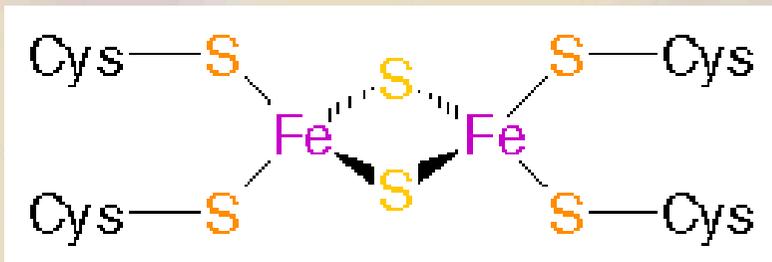


Schwefelernährung:

Wohin geht der Schwefel?

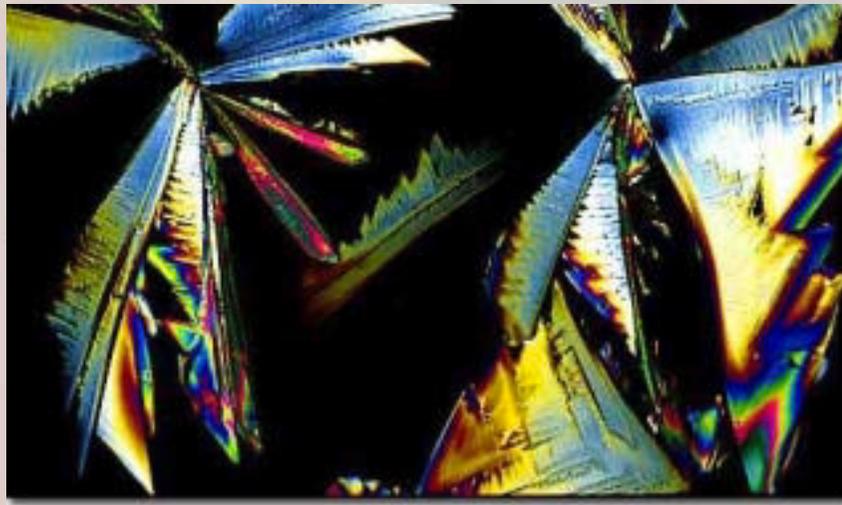


..... im Eiweiss für Struktur!!

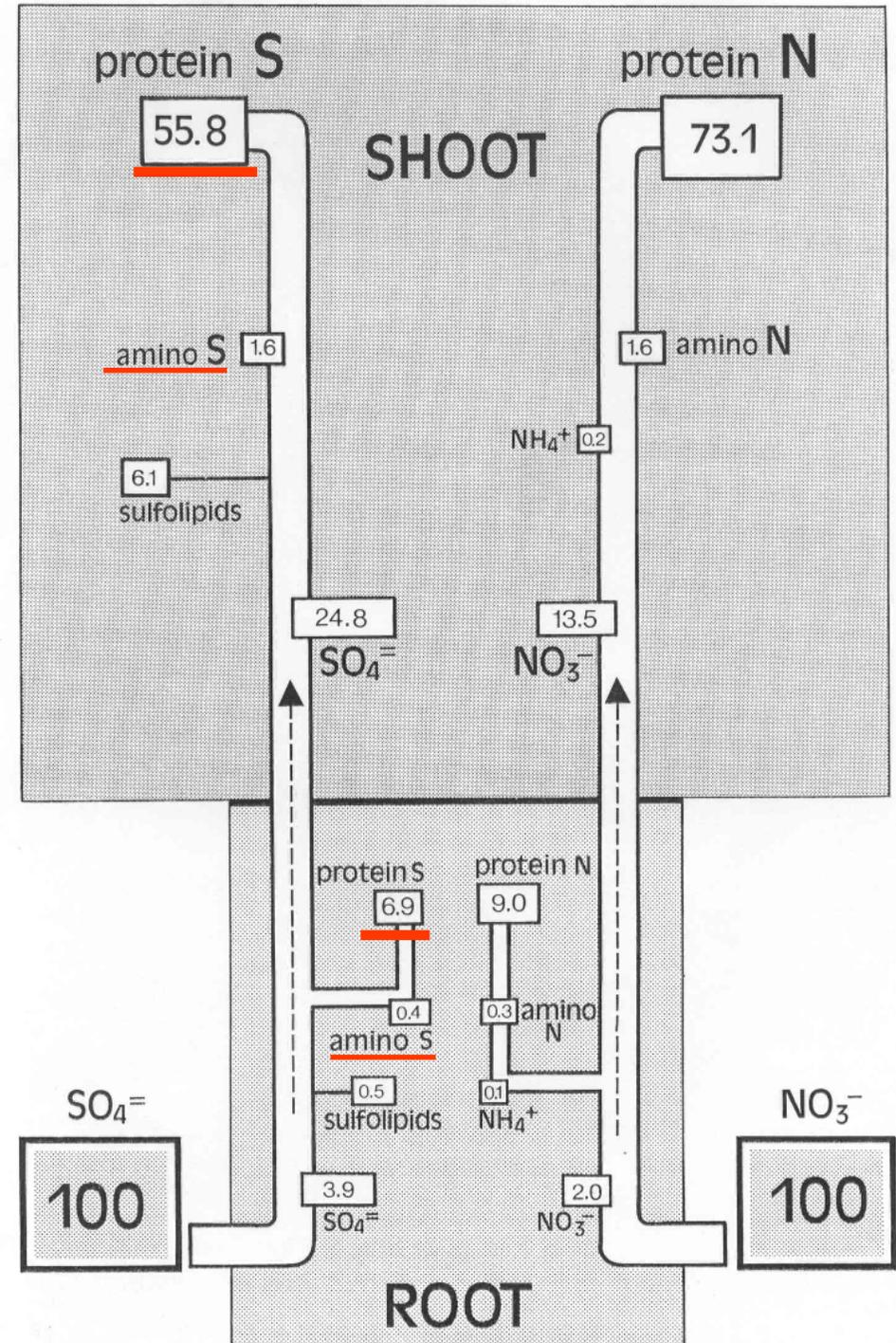


Schwefelernährung:

Wohin geht der Schwefel sonst?

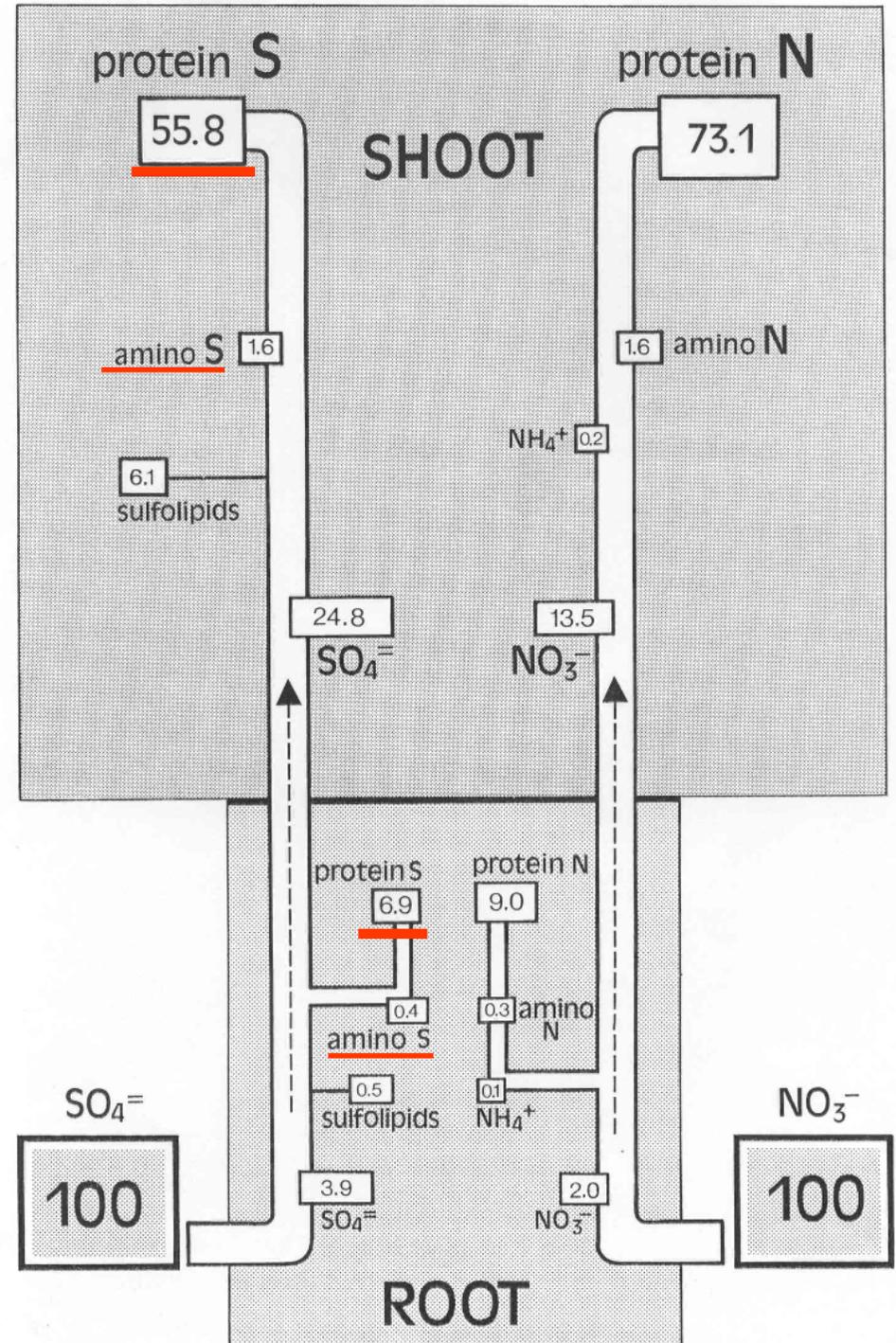
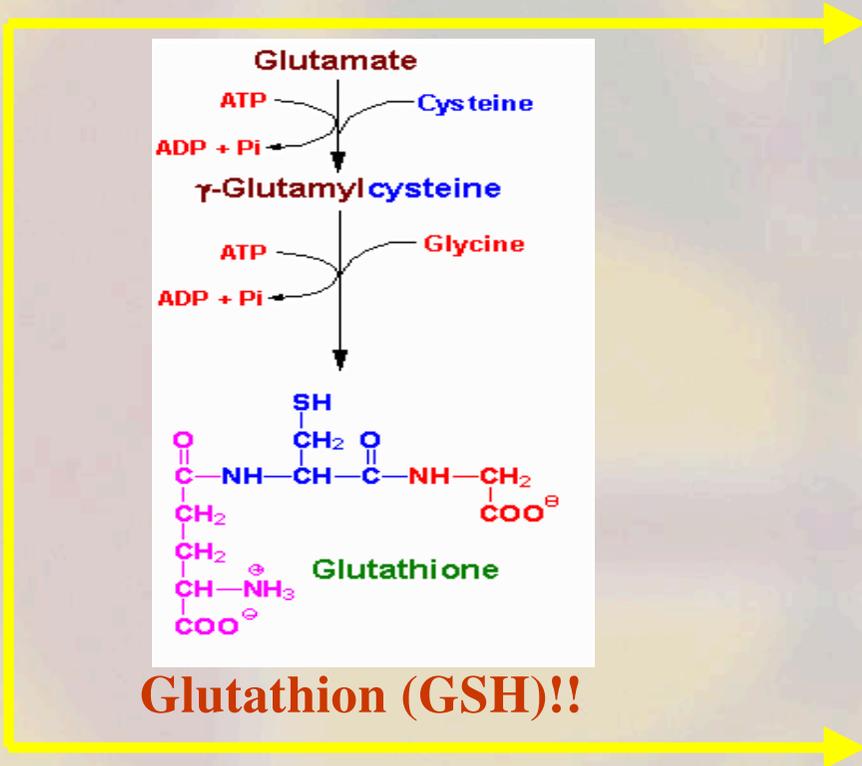


Teilweise ins Glutathion!!

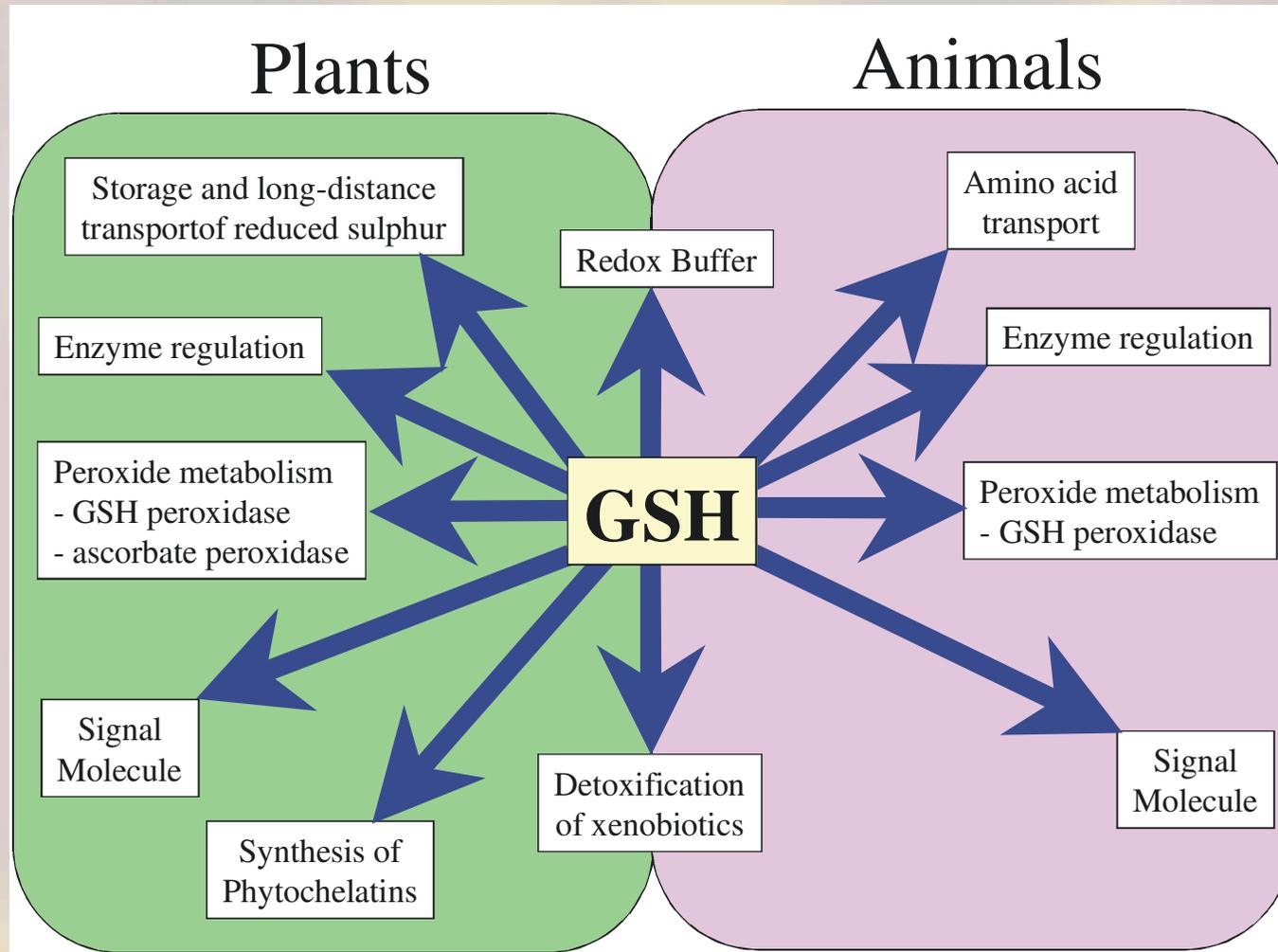


Schwefelernährung:

Wohin geht der Schwefel sonst?



Funktionen von Glutathion



Schwefelernährung:

Wieviel Schwefel braucht die Pflanze?

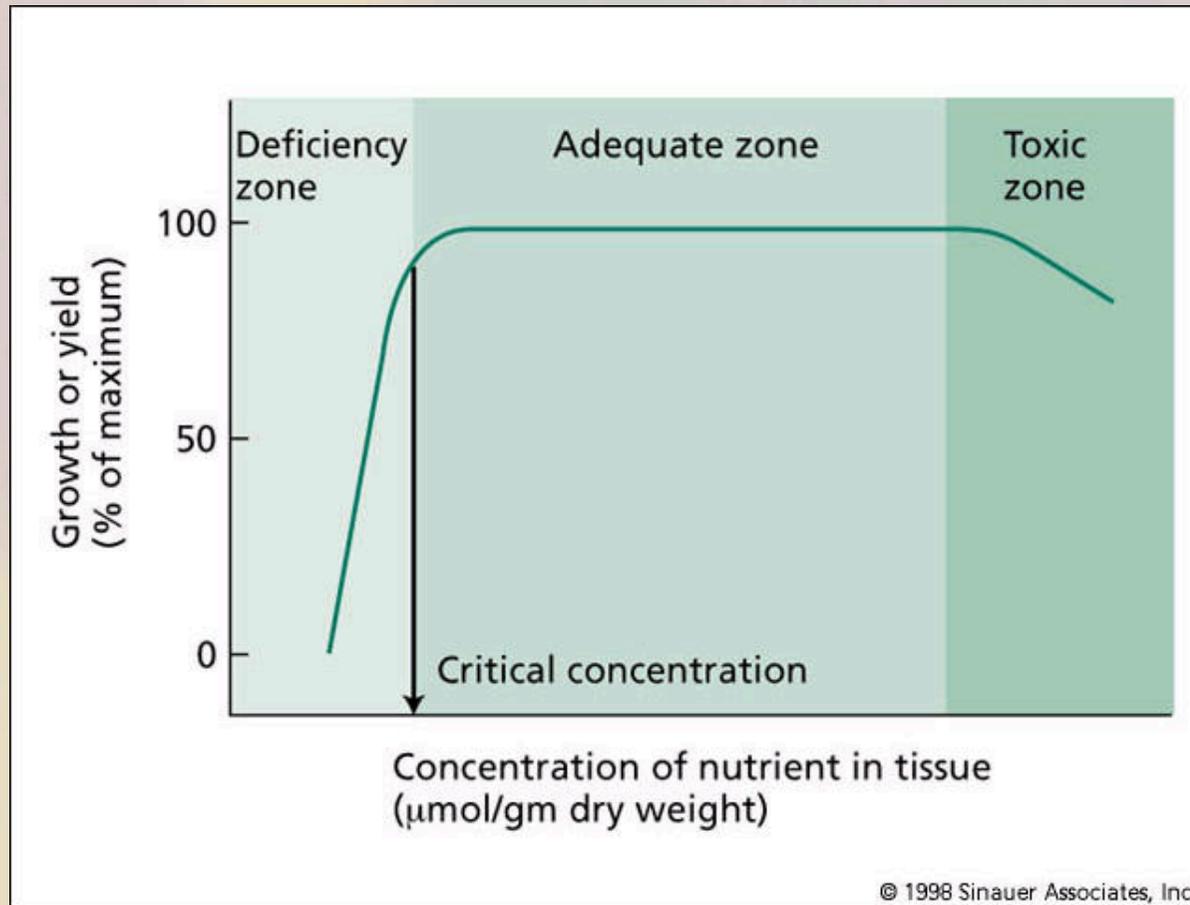


The Plants' Nutrient Requirement can be defined as:

- ✓ *The minimum rate of the nutrient uptake and utilization, which is sufficient to obtain the maximum yield, quality and fitness*
- ✓ *In agricultural terms: the minimum content of nutrients of the crop associated with maximum yield (kg ha^{-1})*
- ✓ *In physiological terms: The nutrient flux (the rate of nutrient uptake and its assimilation) needed per gram plant biomass produced with time*

Schwefelernährung:

Wieviel Schwefel braucht die Pflanze?



Schwefelernährung:

Wieviel Schwefel braucht die Pflanze?



Figure 2. Sulfur-deficient dark red kidney beans. Light-green color and reduced growth, left. Resembles nitrogen deficiency. Plants mature early. Normal plant, right.

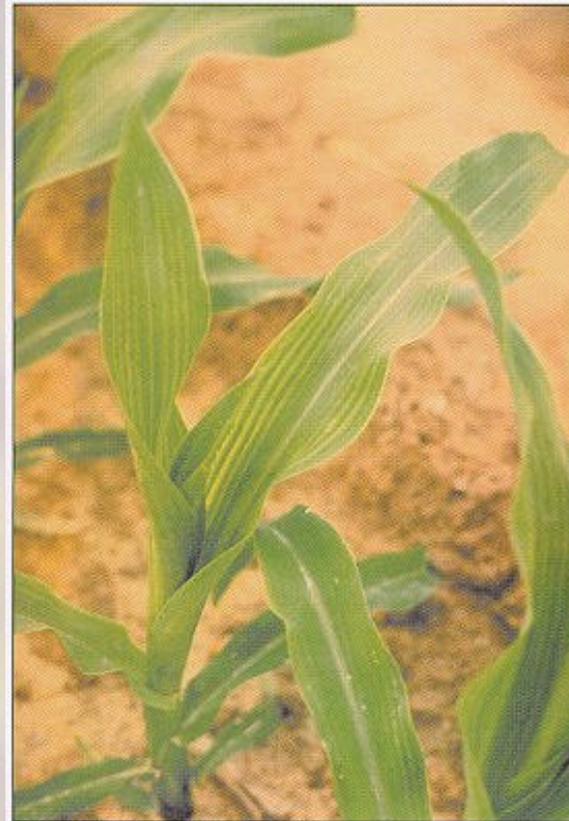


Figure 3. Sulfur-deficient corn. Light green plants growing on sandy soil low in organic matter. Plants usually grow out of the deficiency as the roots penetrate the subsoil.

Schwefelernährung:

Wieviel Schwefel braucht die Pflanze?



Critical and sufficiency ranges of sulfur and other major nutrients in the foliage of crop plants (adapted from Bennett 1993)

Nutrient concentrations are expressed as mmol g^{-1} dry weight.

Element	Critical range	Sufficiency range
Sulfur	0.03 - 0.08	0.03 - 0.5
Nitrogen	0.45 - 4.5	1.8 - 5.5
Phosphorus	0.05 - 0.08	0.03 - 0.3
Calcium	0.03 - 0.5	0.03 - 0.9
Magnesium	0.005 - 0.1	0.04 - 0.3
Potassium	0.2 - 0.4	0.3 - 1.3

Schwefelernährung:

Wieviel Schwefel braucht die Pflanze?



Plant Sulfur Requirement for Growth

$$S_{\text{requirement}} (\mu\text{mol g}^{-1} \text{ plant day}^{-1}) = \text{RGR} (\% \text{ day}^{-1}) \times S_{\text{content}} (\mu\text{mol g}^{-1} \text{ plant})$$

- $S_{\text{requirement}}$, rate of uptake and assimilation of sulfur
- RGR, the relative growth rate
- S_{content} the total plant tissue sulfur content

Schwefelernährung:

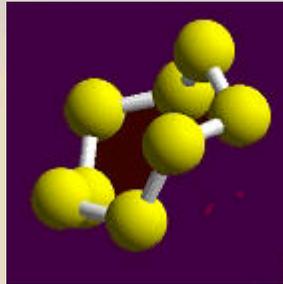
Wieviel Schwefel braucht die Pflanze?



Sulfur Requirement of Seedlings of Two Varieties of *Brassica oleracea*

	Curly kale	Chinese cabbage
RGR ($g\ g^{-1}\ plant\ day^{-1}$)	0.177	0.238
S_{content} ($\mu mol\ g^{-1}\ plant$)	47	13
Estimated S_{requirement} ($\mu mol\ g^{-1}\ plant\ day^{-1}$)	8.3	3.1

WARUM BRAUCHEN PFLANZEN SCHWEFEL?



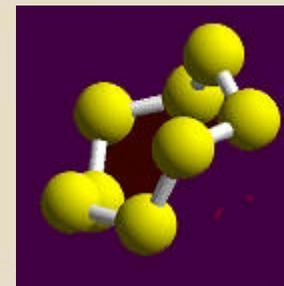
TEIL II



Ineke Stulen & Luit J. De Kok

Laboratory of Plant Physiology
University of Groningen
P.O. Box 14
9750 AA Haren
The Netherlands

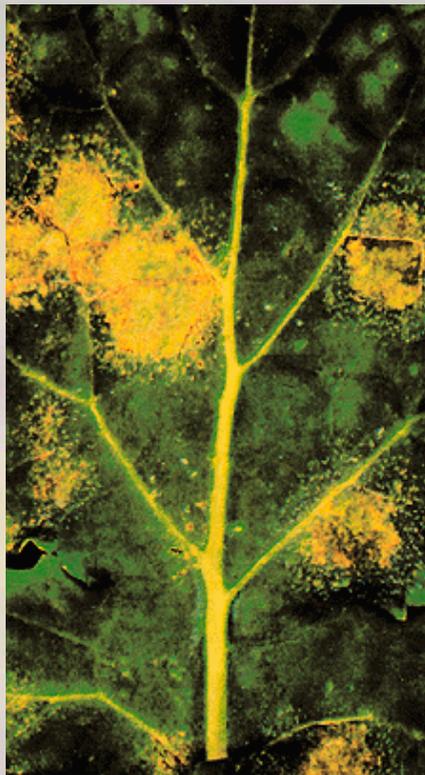
WARUM BRAUCHEN PFLANZEN SCHWEFEL?



PILZKRANKHEITEN UND **S**

PILZKRANKHEITEN

RAPS



Cylindrosporiosis



Bilder von <http://agrar.bayervital.d>; www.inra.fr; www.dvs-saaten.de

PILZKRANKHEITEN

WEIN



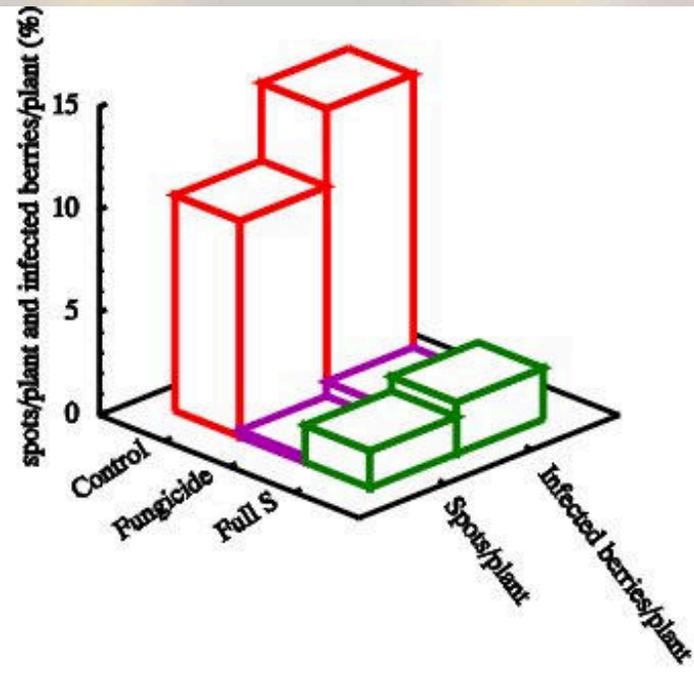
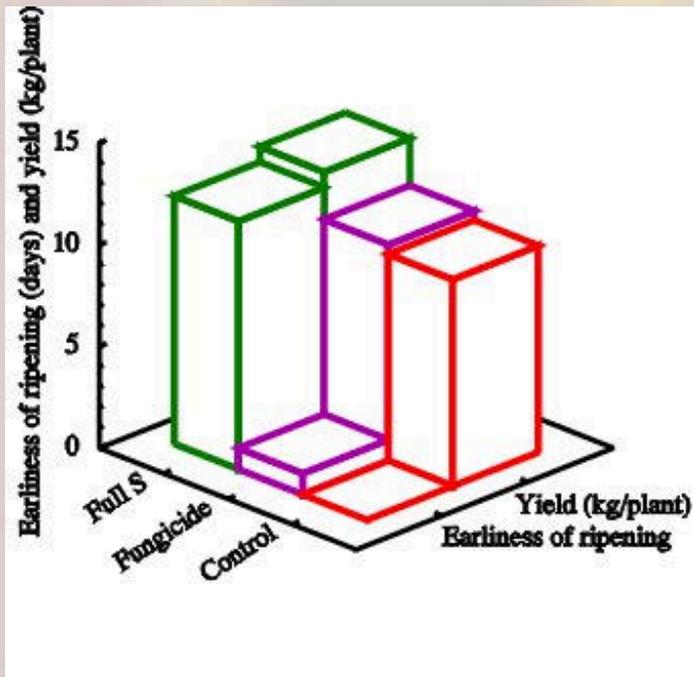
Uncinula necator

Verbrauch von Pflanzenschutzmitteln in Deutschland in 2000

in Tonnen / Jahr

Herbizide	15825
Insectizide	6125
Fungizide	9702

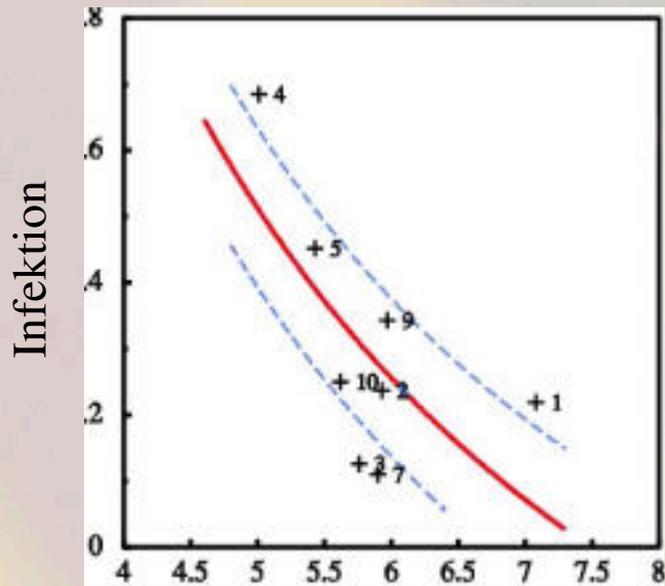
Der Effekt von Bodenschwefel und Fungiziden auf kg Ertrag und Infektion mit *Uncinula necator* in Wein



Mit mehr Schwefel - mehr Ertrag + weniger Infektion
→ Weniger Fungizide

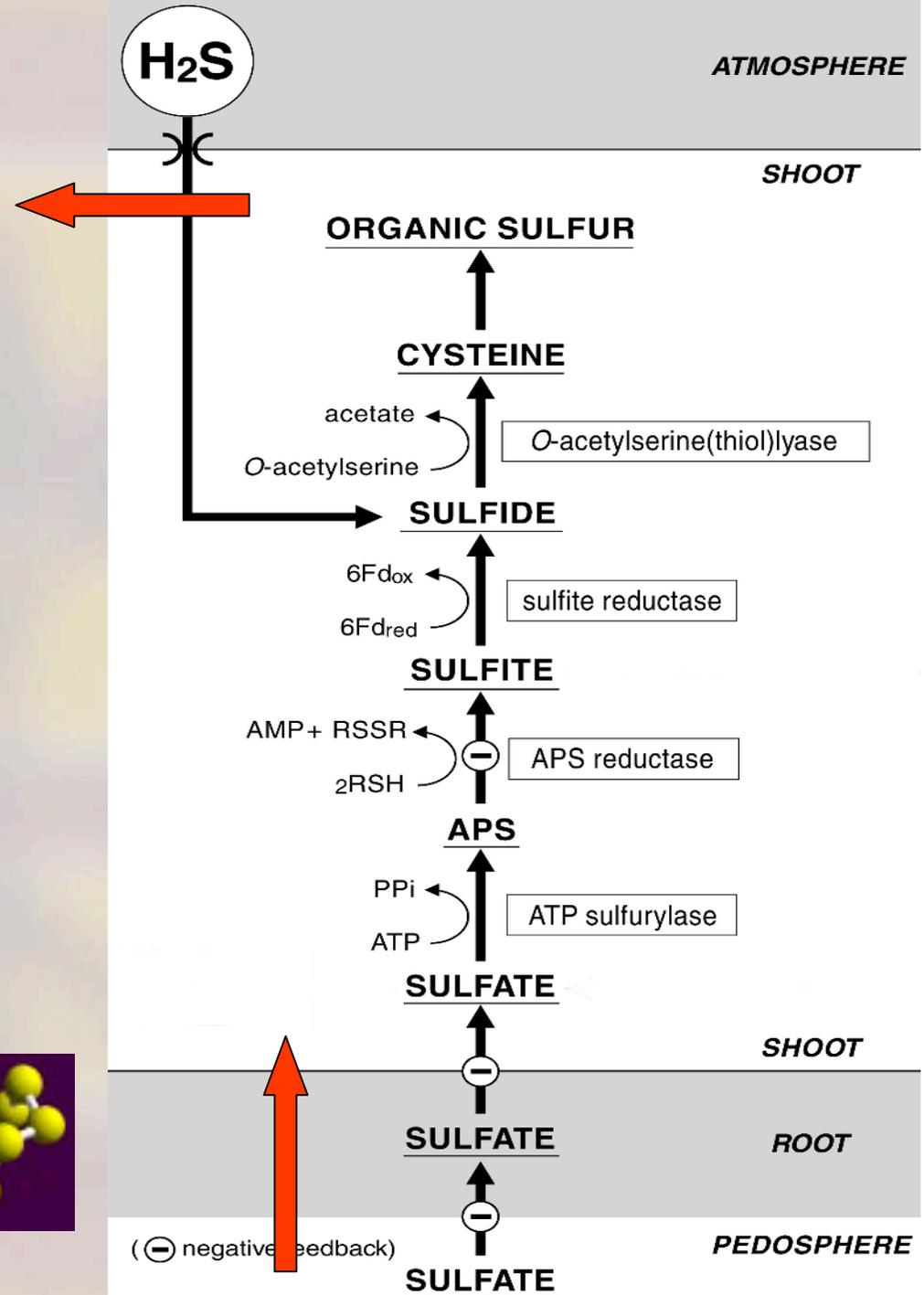
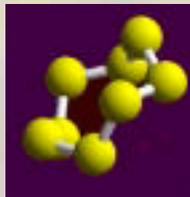
mehr Schwefel in Pflanzen

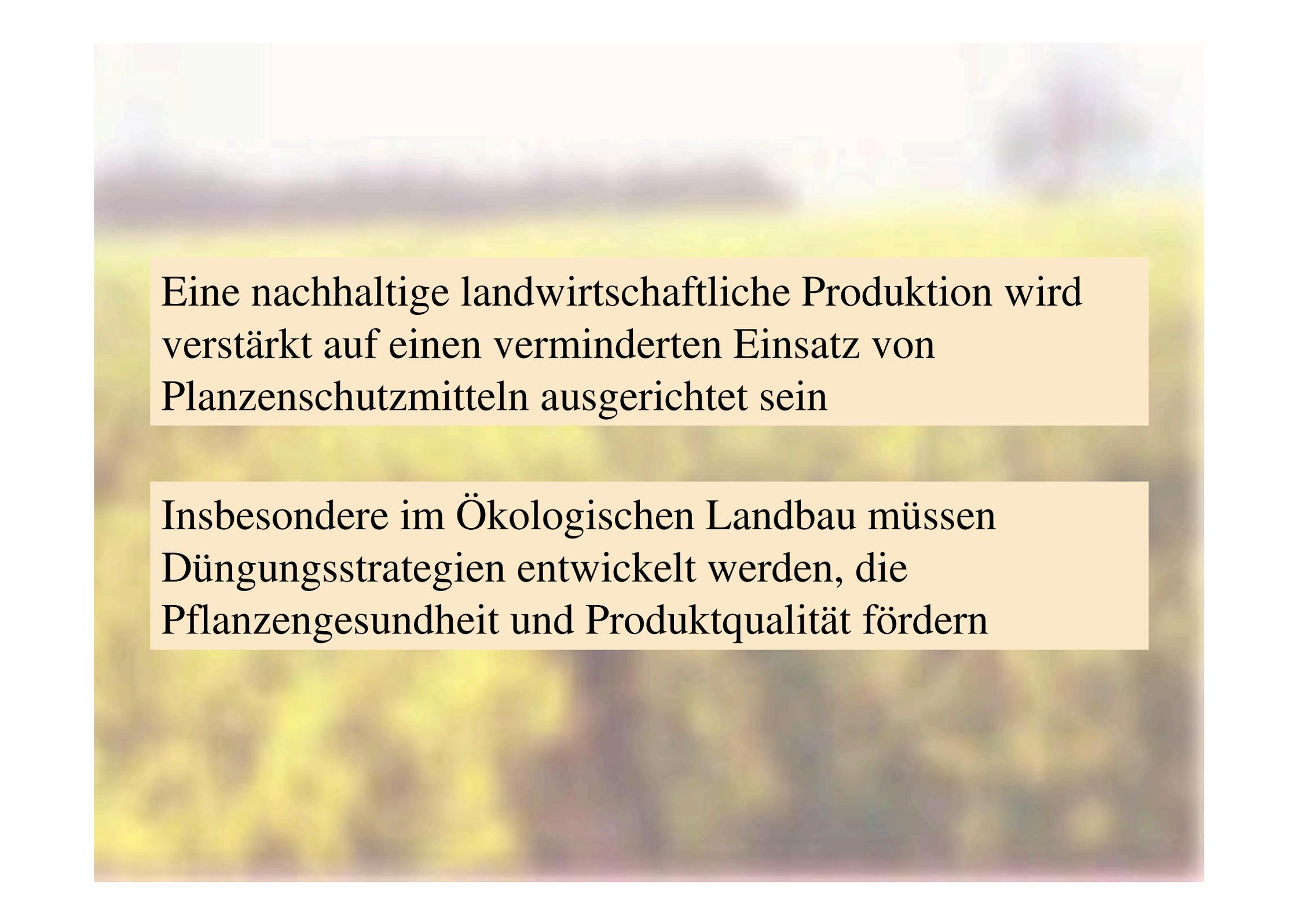
Weniger Infektion mit *Verticillium* in Raps



[S₁]

Mehr Schwefel im Boden





Eine nachhaltige landwirtschaftliche Produktion wird verstärkt auf einen verminderten Einsatz von Pflanzenschutzmitteln ausgerichtet sein

Insbesondere im Ökologischen Landbau müssen Düngungsstrategien entwickelt werden, die Pflanzengesundheit und Produktqualität fördern

Konzept

Schwefel Induzierte Resistenz



SIR

Identifikation der Mechanismen die SIR bedingen

Schwefel Induzierte Resistenz wurde im Feldversuch mit Raps und Wein beobachtet

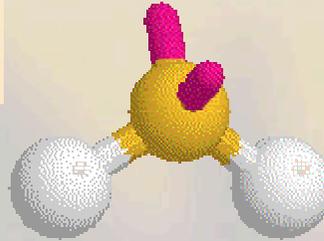
Weitere versuche im Labor zu Identifikation der Mechanismen wurden durchgeführt

Einfluss auf den Schwefelmetabolismus

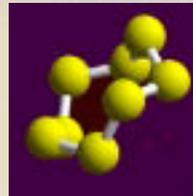
- Emission von H_2S
- Bildung von elementarem Schwefel in Pflanzen

Emission von H₂S

Fungizid

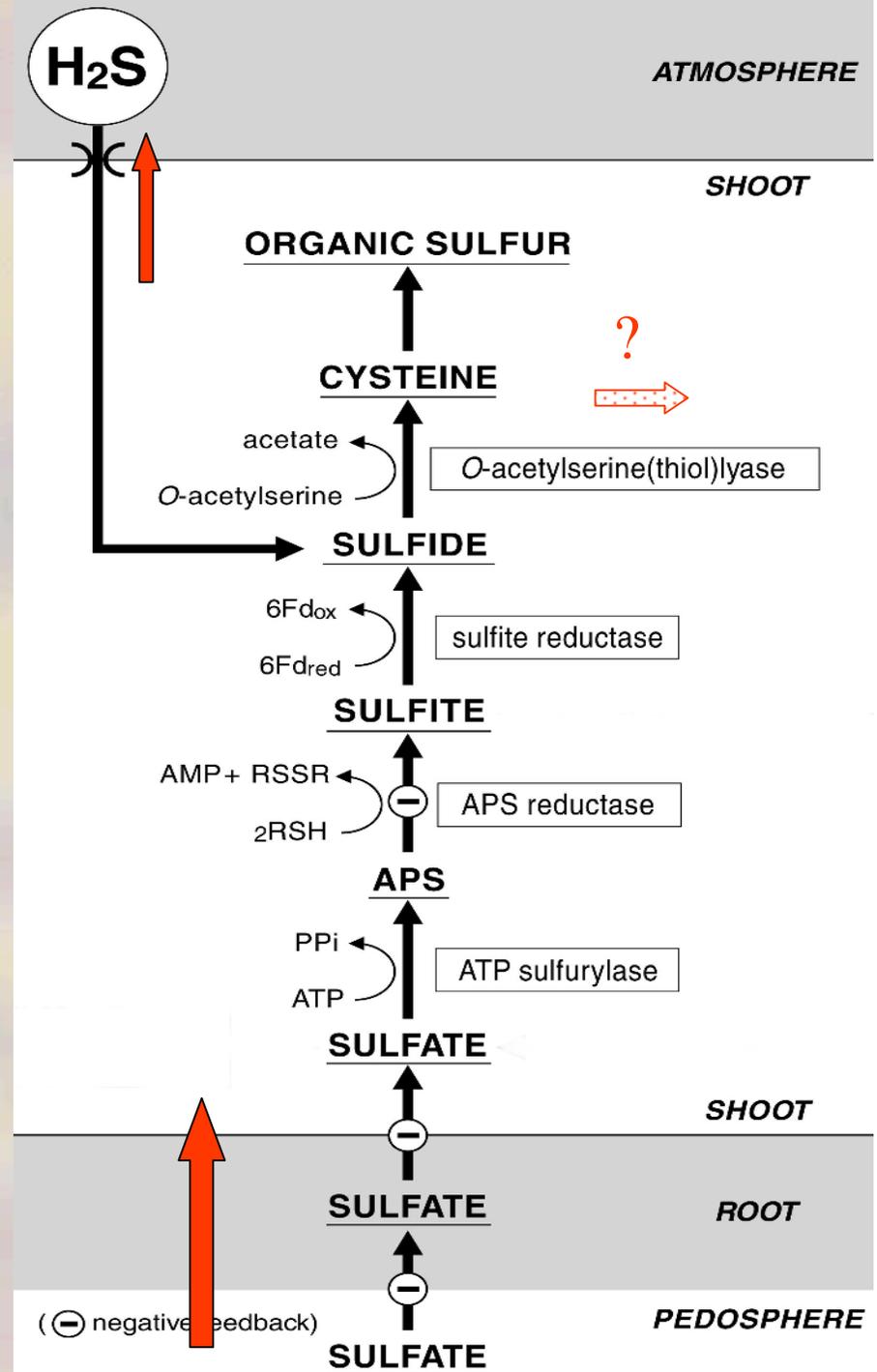


Bildung von S₈ in Pflanzen ?

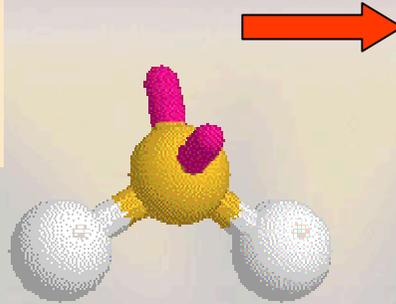


Bildung von sekundären Schwefelverbindungen

Mehr Schwefel im Boden



Emission von H_2S
Fungizid



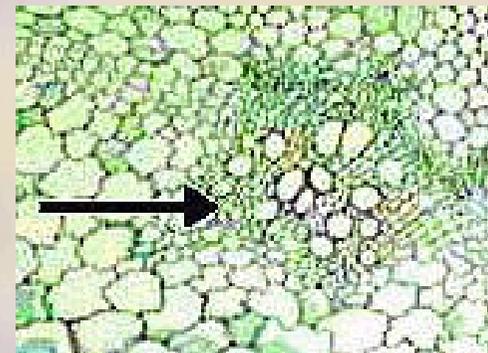
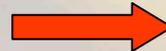
Effekt auf Fungus hyphae?
Cylindrosporium



Bildung von S_8 in
Planzen ?



Effekt auf *Verticillium* in
Wasserleitungsbahnen

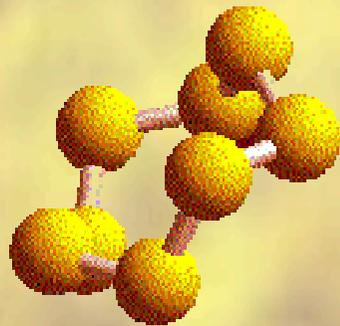


Stengelnekrose

Schwefel Induzierte Resistenz

Hilft bei Entwicklung von Düngungsstrategien, die
Planzengesundheit und Produktqualität fördern

Genauer Mechanismus? Mehr Untersuchungen!



SIR

Schwefel Induzierte Resistenz

Zentrale Rolle bei der Züchtung neuer Sorten

Eine nachhaltige landwirtschaftliche Produktion ist ökologisch verträglich, ökonomisch realisierbar, sozial gerecht und menschlich



DANKE