

# Schwefel und Nahrungsqualität

**Dr. Hans Marten Paulsen**

**Institut für ökologischen Landbau, FAL**

**Trenthorst 32**

**23847 Westerau**

**Tel.: 04539/1819-13**

**[hans.paulsen@fal.de](mailto:hans.paulsen@fal.de)**

# Ein Brötchen mit Schwefel bitte!



- Allicin: Geruch
- Isothiocyanate: scharf
- Aminosäuren: essentiell
- Glutathion: entgiftend
- S-Brückenbindung: voluminös
- Aussehen: knackig, jung
- Nitrat/Nitrit: schädlich

## Schwefel beeinflusst die Qualität vielfältig!

### Direkte Wirkung:

- Aminosäure-zusammensetzung
- Proteingehalt
- Backqualität
- Sekundäre Inhaltsstoffe
- Pharmazeutisch wirksame Komponenten

### Indirekte Wirkung:

- Nicht-Protein-N
- Äußere Qualität
- Anthocyane
- Schwermetallgehalt
- Keimfähigkeit

## Einteilung der Aminosäuren

Essentielle	Semiessentielle	Nicht essentielle
Valin	Tyrosin	Glycocyll
Leucin	Cystein	Alanin
Isoleucin	Arginin	Prolin
Phenylalanin	Histidin	Serin
Tryptophan		Asparaginsäure
Threonin		Glutaminsäure
Methionin		
Lysin		

## Aminosäurezusammensetzung der Proteine ist pflanzentypisch

z. B. Speicherproteine von:

Brotgetreide und Mais

viel **Methionin** und **Cystein** -  
wenig Lysin und Tryptophan

Leguminosen umgekehrt

## Methionin in Futtermitteln

Futtermittel	Methionin [g/kg]
Ackerbohnen, Samen	2,1
Erbsen, Samen	2,2
W+S-Gerste, W-Weizen, Hafer, Körner	1,8
S-Weizen, Körner	2,2
Mais, Körner	1,8
Maiskleber, getrocknet	15,3
Sojaextraktionsschrot, ungeschälte Saat	6,6
Sonnenblumen, Körner	3,7
Sonnenblumenextraktionsschrot	8,8



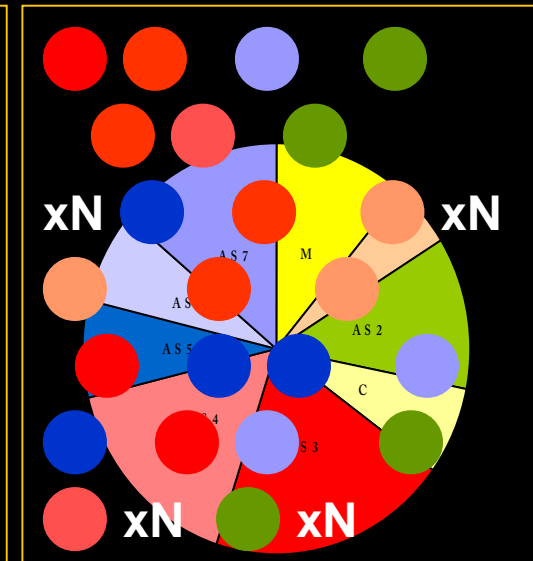
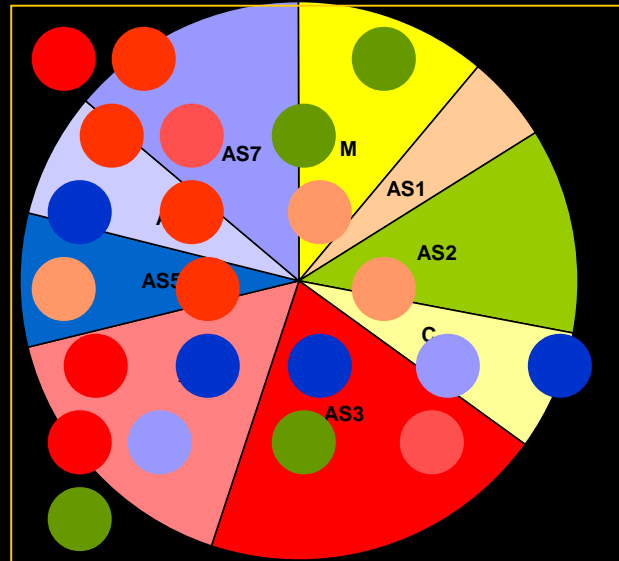
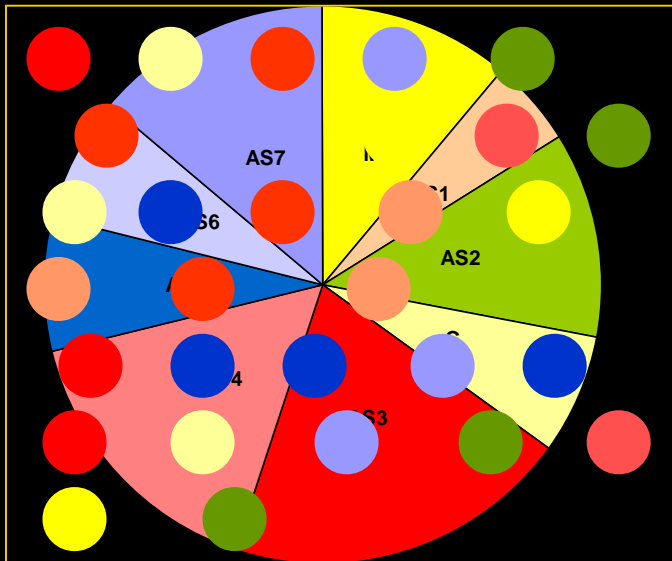
(KTBL, 2000)

# Einfluss der S-Versorgung auf die Aminosäurezusammensetzung des Proteins und auf den Proteingehalt von Pflanzen

**S genug vorhanden**  
 Proteingehalt ist hauptsächlich von Stickstoffversorgung abhängig

**Beginnender S-Mangel**  
 Verminderung der S-haltigen Aminosäuren im Protein - Qualitätsverschlechterung

**Akuter S-Mangel**  
 Proteingehalt fällt ab, es tritt überschüssiger Stickstoff auf



= genetisch fixierte Aminosäurezusammensetzung des Proteins

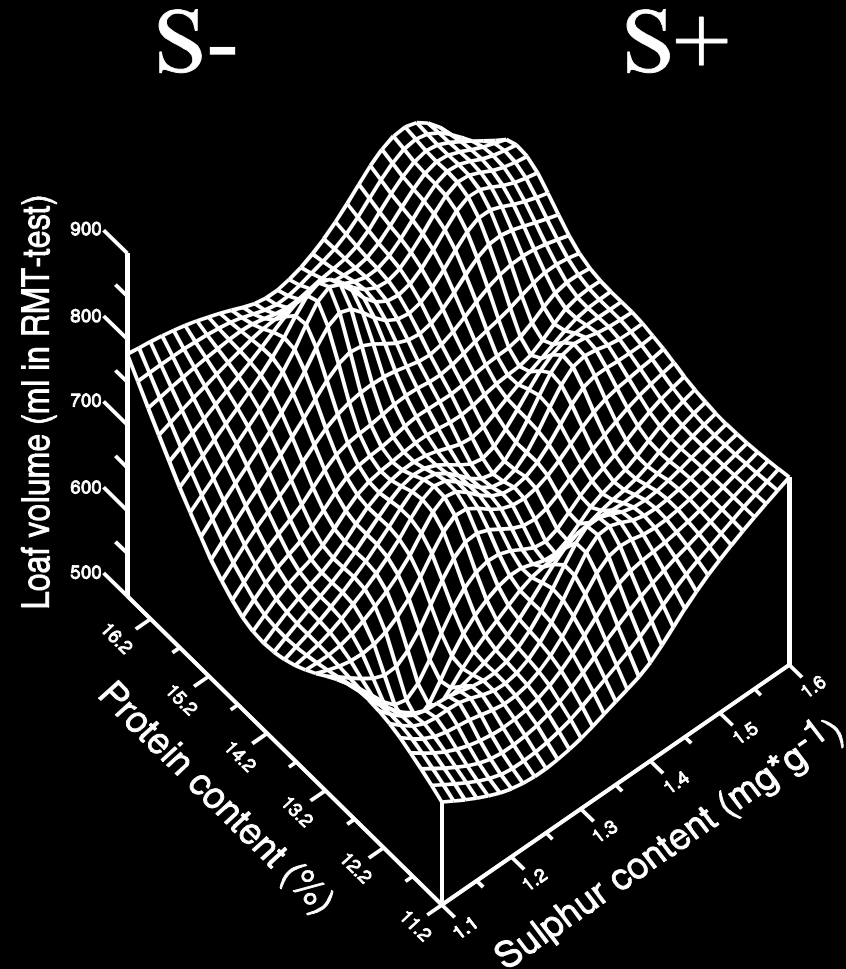
= + an weiteren S-haltigen Aminosäuren

= + an übrigen Aminosäuren

← Proteinmolekül



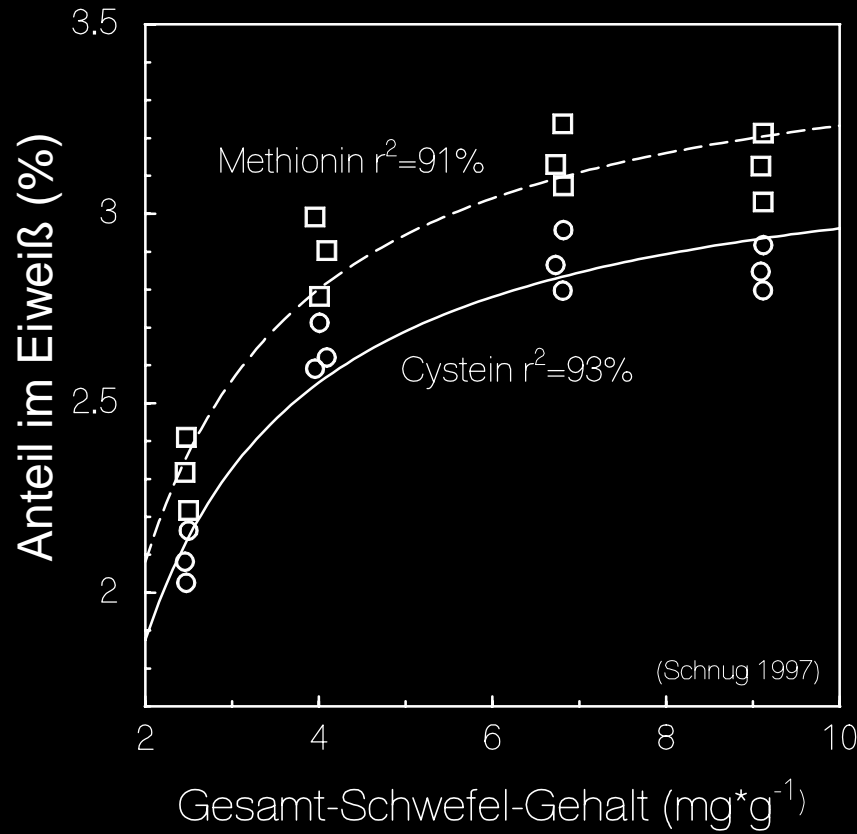
# Schwefel und Backqualität



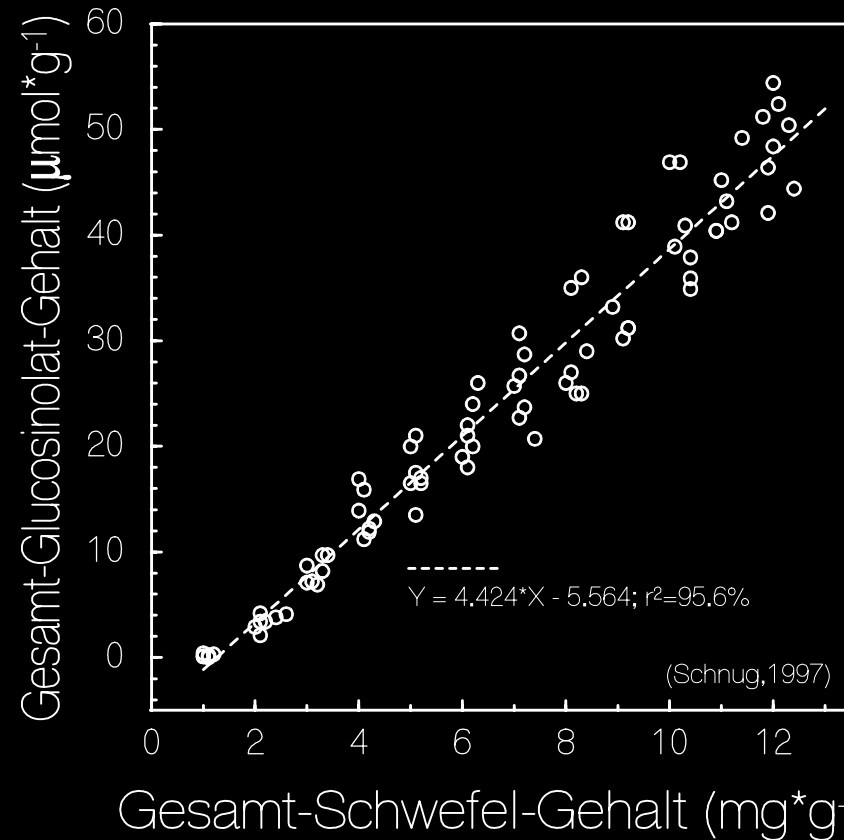
Einfluß der Gehalte an Gesamt-S und -Protein auf das Backvolumen von Weizenmehl im Rapid-Mix-Test (Schnug et al., 1989)



# Primäre und sekundäre schwefelhaltige Inhaltsstoffe

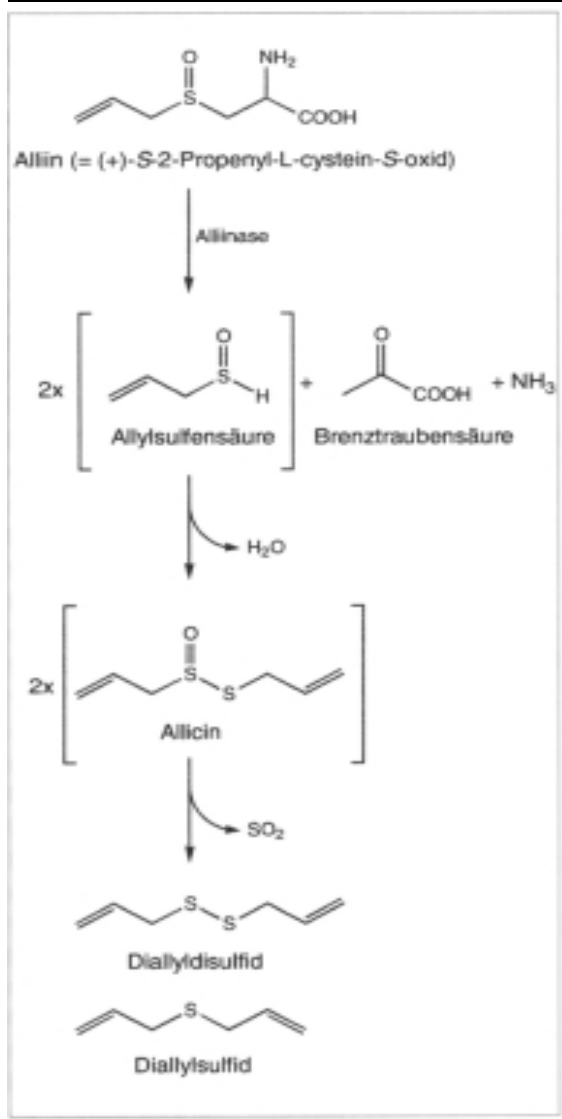


**Cystein und Methioningehalt in jüngeren, voll entwickelten Grünkohlblättern in Abhängigkeit vom S-Gehalt in der Trockenmasse**



**Gesamt-Glucosinolatgehalte und Gesamt-Schwefelgehalte in jüngeren, voll entwickelten Grünkohlblättern in der Trockenmasse**

# Geschmack und Geruch durch schwefelhaltige sekundäre Inhaltsstoffe



**Brassicaceae (Kohlgewächse)**

z.B. Weiß-, Rot-, Grünkohl, Kresse, Rettich, Radischen, Meerrettich, Steckrübe, Senf, Raps

**Glucosinolate + Enzym (Myrosinase) → Isothiocyanate (Senföl)**

**Alliaceae (Zwiebelgewächse)**

z.B. Küchenzwiebel, Knoblauch, Porree, Schnittlauch

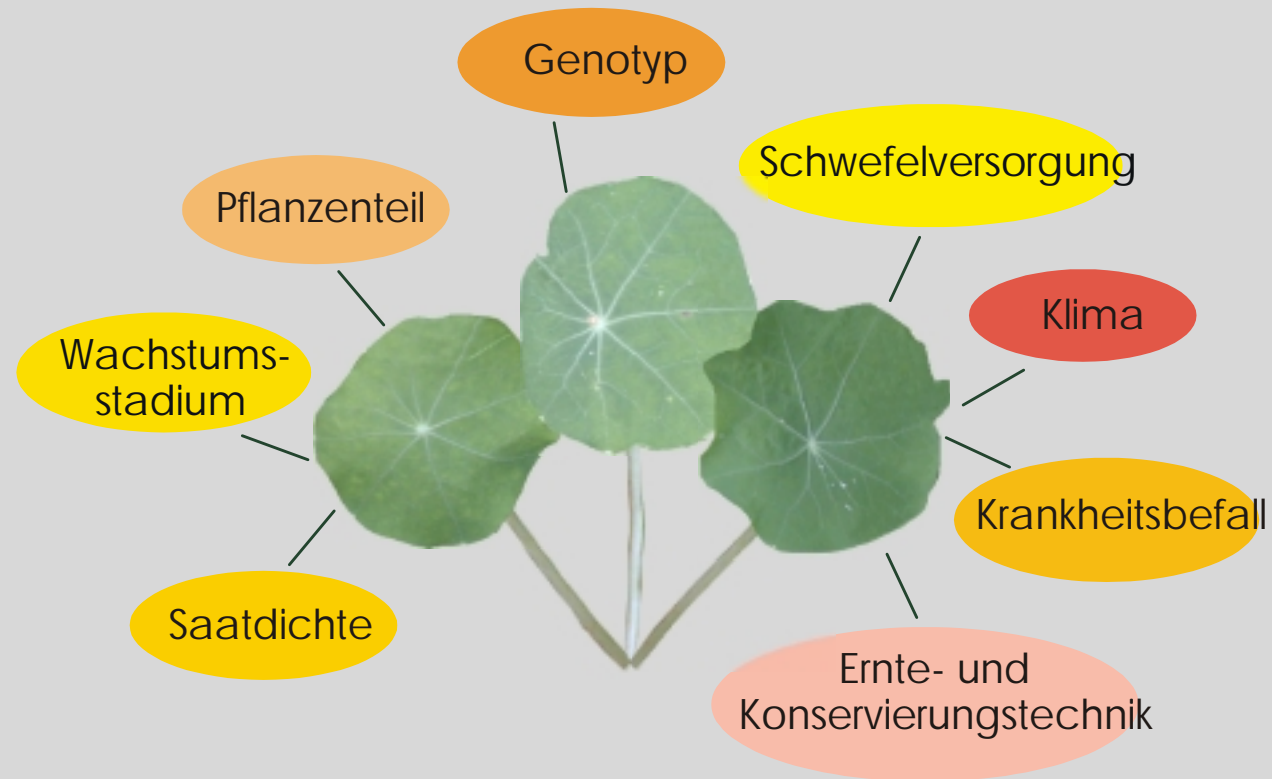
**Alliine + Enzym (Allinase) → Allicin (Lauchöl)**

**Spargel**

**Dimetylsulfid** ist Hauptgeschmacksträger (Hoberg et al., 1998)

Der Geschmack ist standortabhängig und wird von der Schwefelversorgung beeinflusst.

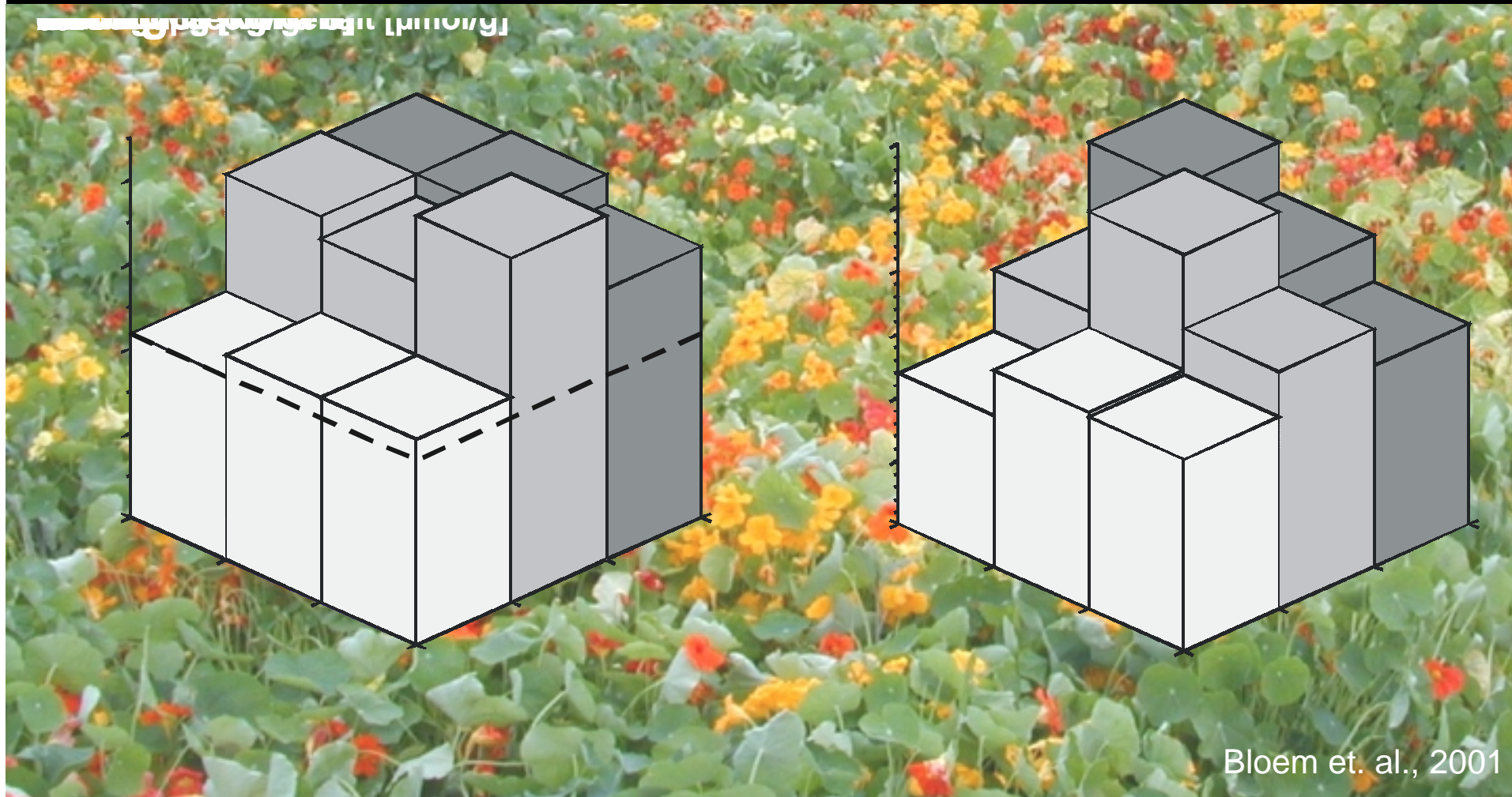
# Pharmazeutische Wirkung schwefelhaltiger Inhaltsstoffe, z. B. Kapuzinerkresse



Einfluß biotischer und abiotischer Faktoren auf den Glucotropaeolingehalt von *Tropaeolum majus*

Bloem et. al., 2001

# Kapuzinerkresse: Glucotropaeolingehalt



# Glutathiongehalte von Gemüse und Obst [mg/100g]

## Glutathione+Vitamin B, C Tablets

GLUTAMAX® fresh morning contains glutathione derived from torula yeast (*Torula utilis*), extract of fermented rice and fermented soya bean.

**Glutathione (GSH)**, a tripeptide (glutamyl-cysteinyl-glycine), is the most abundant and major low-molecular-weight thiol compound of the living cell. It plays important roles in the detoxification of carcinogens. It is a powerful antioxidant that neutralizes free radicals. The cellular levels of GSH are markers of defense against oxidative stress and are depleted by the action of supplemental GSH. The use of supplemental GSH is necessary to continue protecting the cell.



[www.hankintatukku.com/Glutathione.html](http://www.hankintatukku.com/Glutathione.html)

Spargel	26
Avocado	31
Broccoli	8
Grapefruit	15
Orange	11
Pfirsich	7
Kartoffel	13
Spinat	5
Erdbeere	12
Tomate	11
Wassermelone	28
Zucchini	7

(Pressman, 1997)

## Schwefelhaltige bioaktive Komponenten in ausgewählten Kulturen und ihre medizinische Anwendung (Bloem et al., 2001)

### Planzen

### S-haltige Komponenten

### Anwendung/Eigenschaften

#### Meerrettich

(*Armoracia rusticana* L.)

**Glucosinolate** (bis zu 0.32%):  
Sinigrin, Gluconasturtiin  
(Phenylethyl (15%) und Allyl  
(90%) Senföl)

Arthritis, Skorbut,  
Harnwegsinfektionen, Grippe

#### Kapuzinerkresse

(*Tropaeolum majus* L.)

**Glucotropaeolin** (Benzyl  
Isothiocyanat)

Bronchitis, Harnwegsinfektionen,  
antimikrobiell

#### Knoblauch

(*Allium sativum* L.)

**Alliin** ( $\geq 0.3\%$ ), Allicin,  
Scordinine, Ajoens

Arteriosclerose, hoher Blutdruck,  
bakterizid

#### Zwiebel

(*Allium cepa* L.)

**Isoalliin**, Cycloalliin,  
Thiosulfinate, Sulfinyldisulfid

Verdauungsfördernd, Anämie,  
Verbrennungen, Asthma

#### Spargel

(*Asparagus officinalis* L.)

**Asparaginsäure, Glutathione**

Entgiftung von Leber, Nieren und  
Blutgefäßen, harntreibend, Krebs  
anticancerogen

#### Broccoli

(*Brassica oleracea* L.)

**Sulforaphene**

#### Senf

(*Brassica nigra*)

**Sinigrin**

Hautreizungen, externe  
Anwendung um die Durchblutung  
anzuregen

#### Weißkohl

(*Brassica oleracea*)

**Glucosinolate** (bis zu 0.16%):  
Sinigrin, Glucobrassicin,  
Glucoiberin, Glucoraphanin

Magengeschwüre,  
Wundauflagen, Abszesse



## Äußere Qualität: Knackiger Salat durch Schwefelmangel?



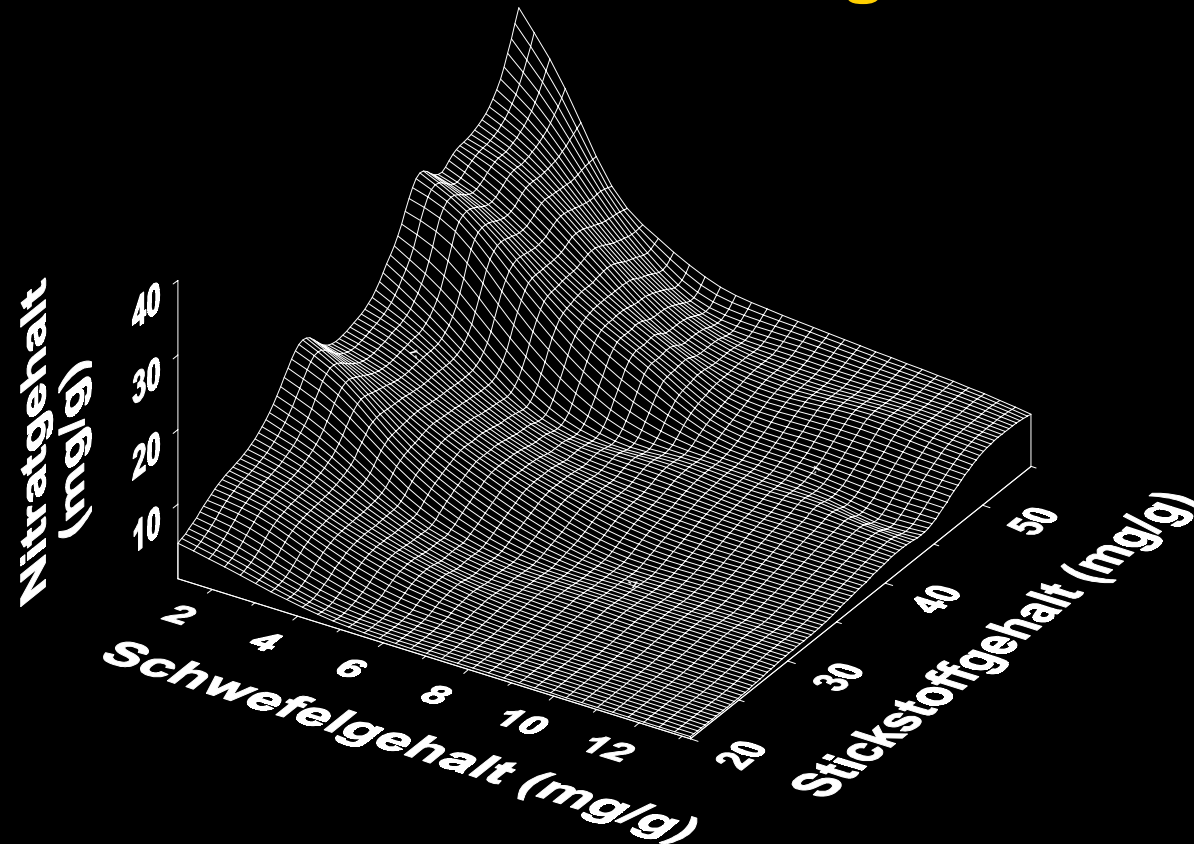
Blätter mit akutem S-Mangel sind chlorotisch und hellgrün. Sie wirken jünger.

Deformierte Blätter durch unterschiedliches Zellwachstum in den verschiedenen Blattbereichen, wirken sukkulent und knackig.

Jedoch...

Chlorosen und Blattdeformation an Winterraps durch S-Mangel

## Bei Schwefelmangel wird Nicht-Protein-Stickstoff im Blatt angereichert!



**Amide:** schlechter Geruch von Gemüse

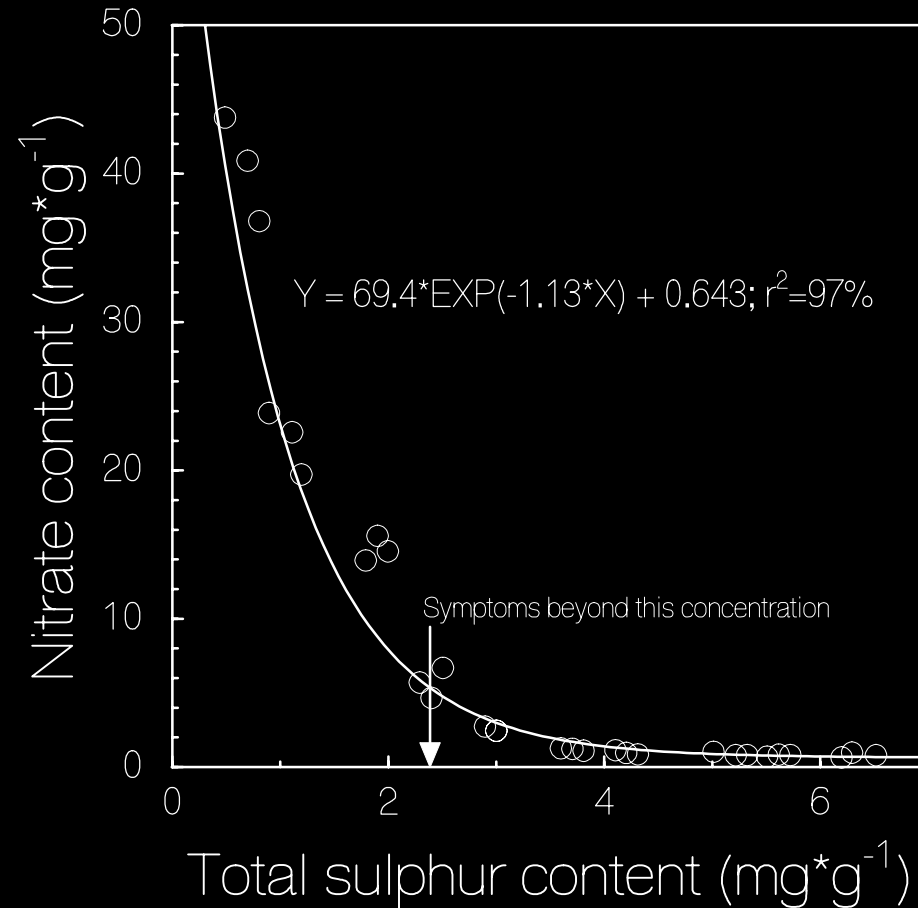
**Nitrat:** wird bei der Lagerung von Gemüse mikrobiell zu Nitrit reduziert.

**Nitrit** blockiert die Sauerstoffaufnahme-fähigkeit des Hämoglobins und ist Vorläufer der krebserregenden Nitrosamine.

Nitratgehalte von jüngeren, voll differenzierten Grünkohlblättern in Abhängigkeit von den Gesamtgehalten an Schwefel und Stickstoff (Schnug, 1997)

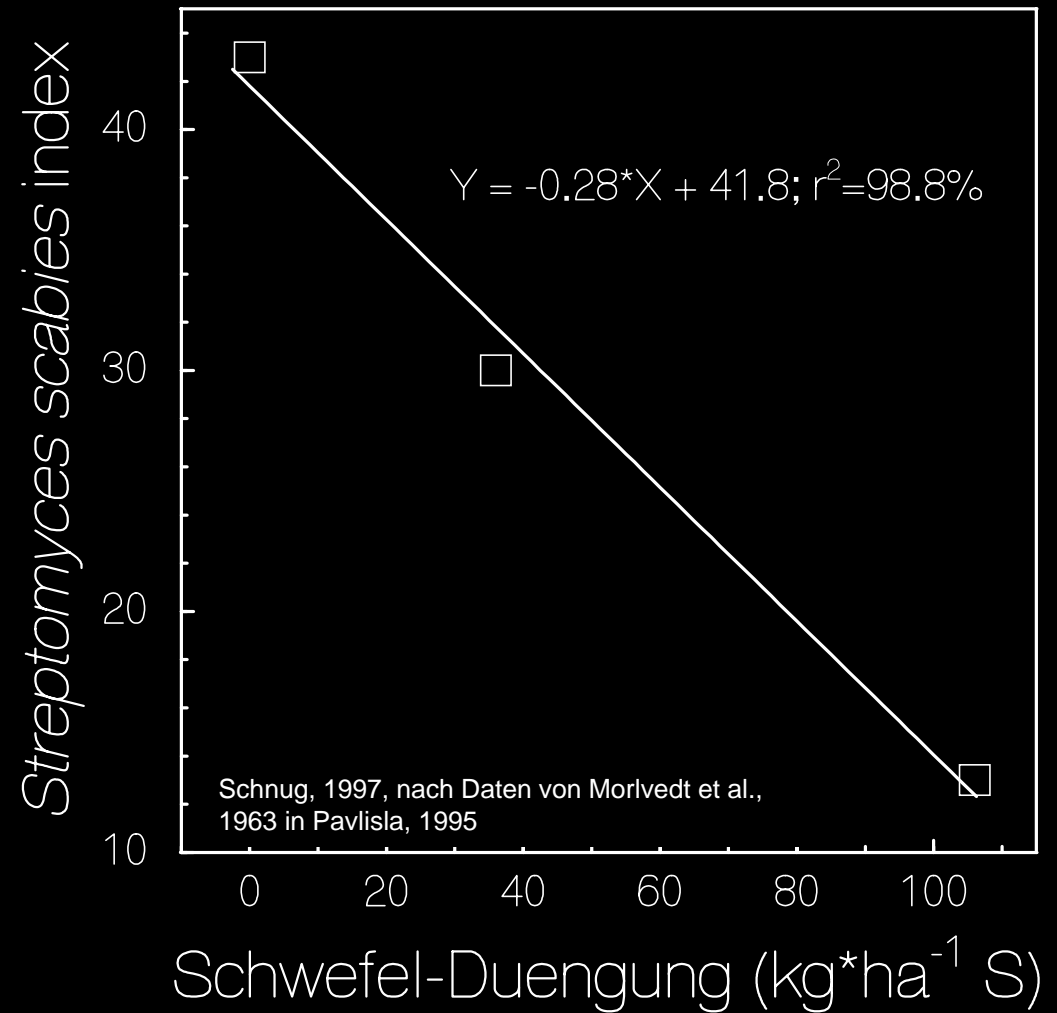


# Nitratgehalt von Gemüse



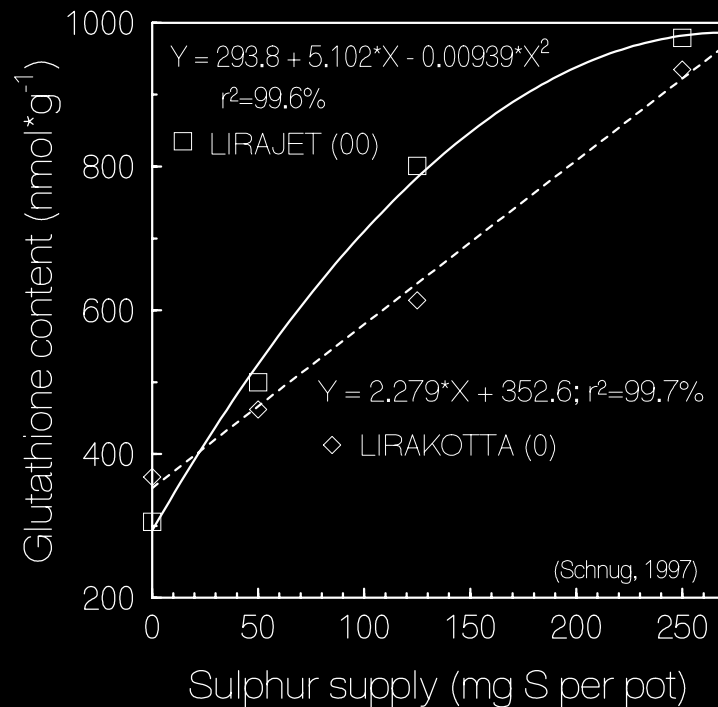
**Nitratgehalt und Gesamtschwefelgehalt von Salatblättern (Schnug, 1990)**

# Äußere Qualität: z. B. Kartoffelschorf



Schnug, 1997, nach Daten von Morlvedt et al., 1963 in Pavliska, 1995

## Schwermetalle: Entgiftung, Blockaden und Aufnahme-antagonismen durch S-haltige Komponenten

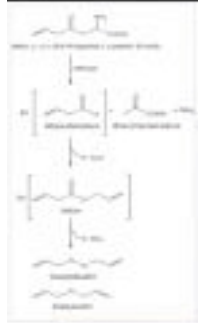


**Glutathiongehalt in der Trockensubstanz junger, voll ausdifferenzierter Blätter von 0- und 00-Raps in Abhängigkeit von der Schwefelversorgung (Schnug, 1989)**

**Thiole** haben eine Affinität zu Schwermetallen (Hg, Cu, Cd) und halten Sie in Wurzel und Stengel zurück.

**Glutathion** ist eine Vorstufe der Phytochelatine, die den Schwermetalltransport Wurzel-Spross und Sproß-Blatt vermindern.

Zwischen **Sulfat** und Anionen (As, Sb, Se, Mo, B) bestehen Antagonismen bei der Wurzel-aufnahme.



# Klasse statt Masse!

R. Kühnast

