

Düngung mit Schwefel

von

Silvia Haneklaus

Warum?

Womit?

Wieviel?

Wann?

Warum Schwefel düngen?

- **Weil die natürliche Schwefelversorgung auf den meisten Standorten nicht ausreichend ist, um den Bedarf zu decken.**
- **Weil Schwefelmangel auf Risikoflächen zu drastischen ökonomischen Einbußen und ökologischen Belastungen führen kann.**

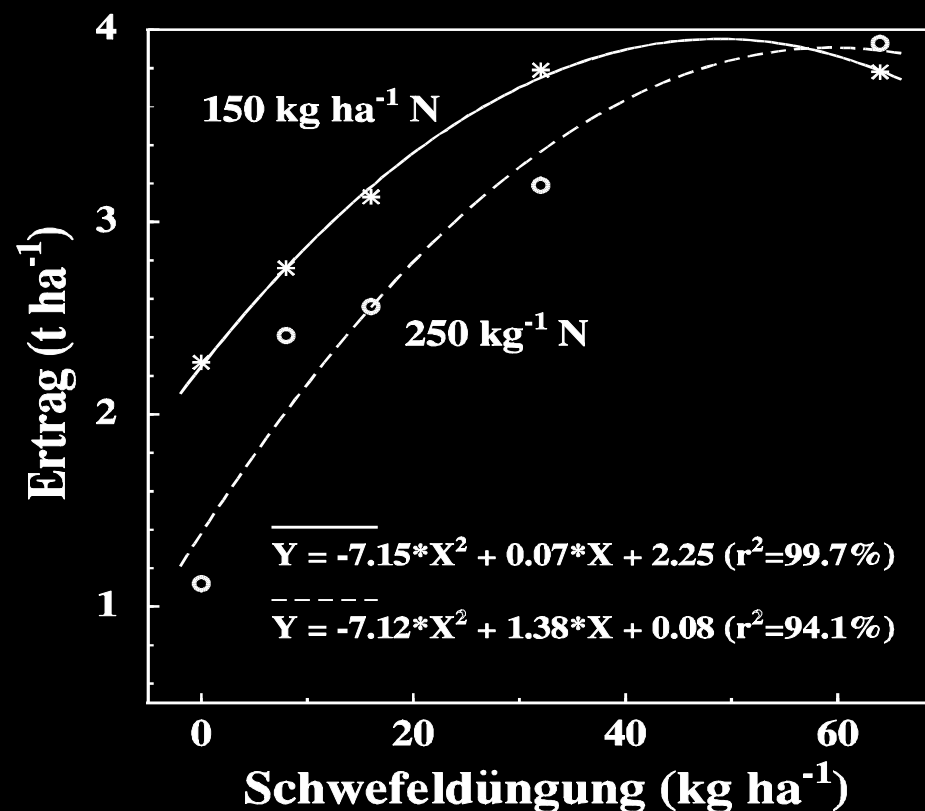
Ökonomische und ökologische Evaluierung von akutem Schwefelmangel bei Raps

Feldgröße: 80 ha
Erzielter Ertrag: 2,5 t/ha
Potentieller Ertrag: 4 t/ha
Ertragsverlust: 1,5 t/ha oder 120 t
Erlös: 100 EURO/t oder 12.000 EURO

Düngerkosten: 32 EURO/ha oder 2.560 EURO
bei Ersatz von Harnstoff durch
Ammoniumsulfat

Umweltbelastung: bis zu 3,8 t N werden nicht in Biomasse umgesetzt und können daher in die Umwelt verloren gehen.

Schwefelmangel senkt die Stickstoffausnutzung



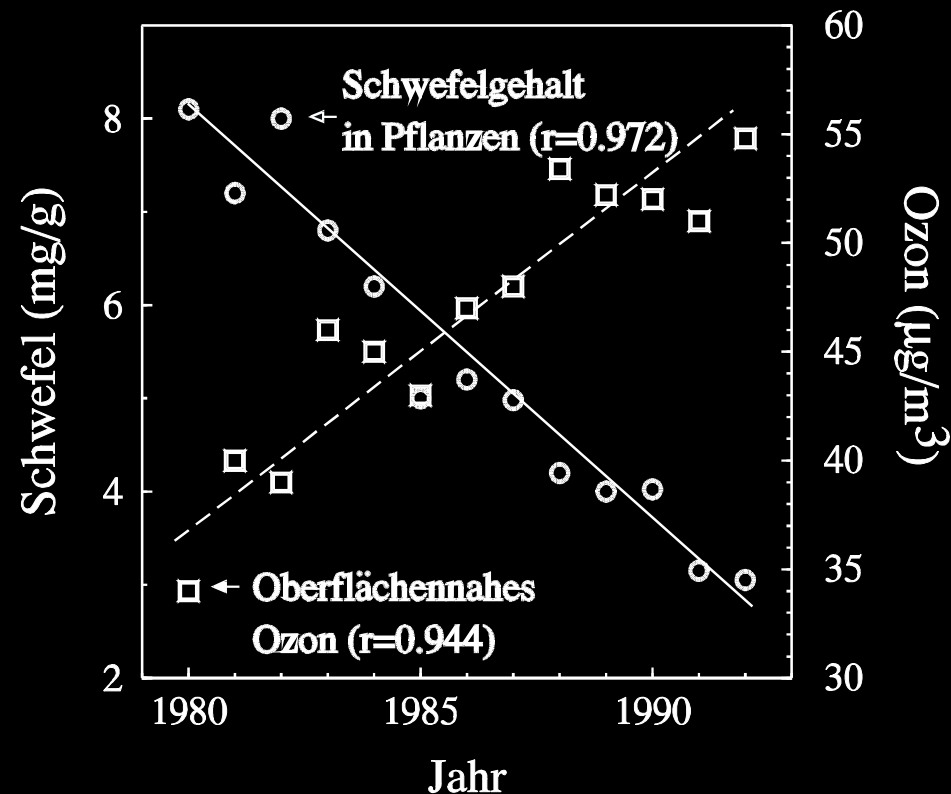
Einfluß der Schwefel- und Stickstoffdüngung auf den Ertrag von Raps

Sulfat kommt geogen in der Umwelt vor

Sulfatgehalt in Wässern

Grundwasser (Trinkwasser)	5	–	100 mg/l
Seen	24 µg/l	–	1.9 g/l
Meerwasser			0.9 g/l
Mineralwasser	7 mg/l	–	8.1 g/l
Quellen: Howarth et al. (1992); Bloem (1998); Schnug et al. (2001)			

Schwefelmangel trägt zu erhöhten Konzentrationen an bodennahem Ozon bei



Atmosphärische oberflächennahe Ozonkonzentrationen und Gesamtschwefelgehalte in jüngeren, voll ausdifferenzierten Blättern von Raps in Norddeutschland (1980-1992) [Schnug, 1993]

Womit Schwefel düngen?

Einteilung schwefelhaltiger Düngemittel nach:

❖ Herkunft/chemische Verbindung

Mineraldünger

Sekundärrohstoffdünger

Wirtschaftsdünger

❖ Art der Schwefelverbindung

Sulfat

Sulfit

Elementarschwefel

Thiosulfat

❖ Applikationsform

Bodendünger

Blattdünger

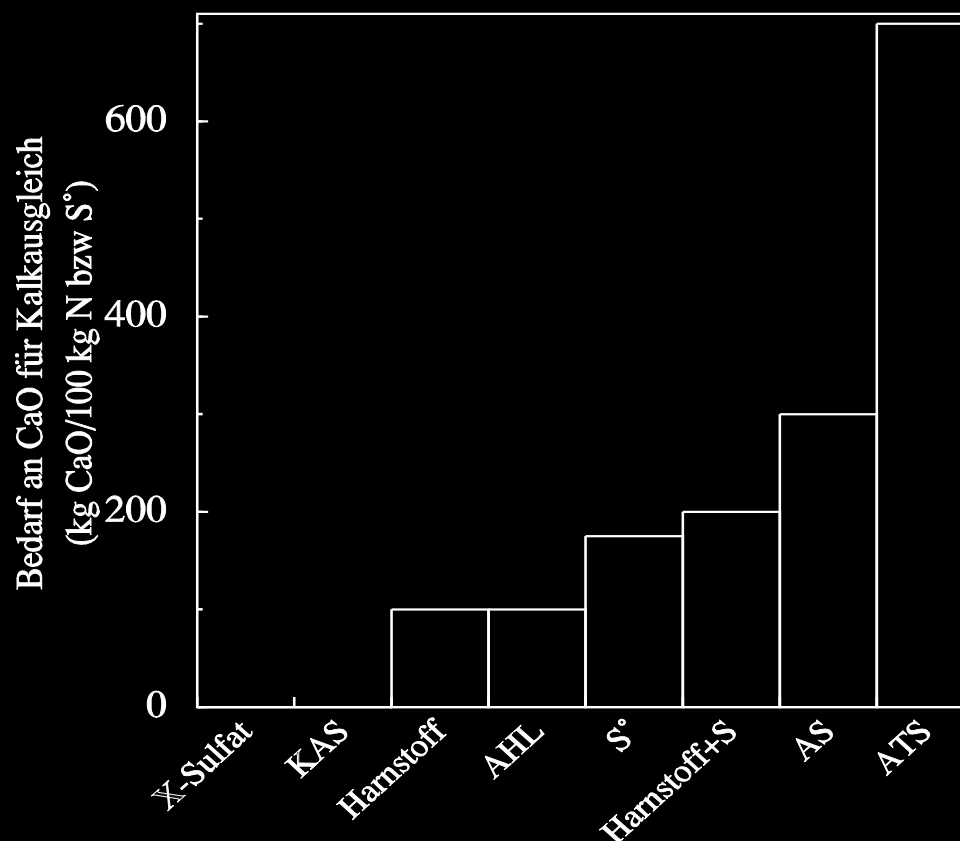
Zusammensetzung schwefelhaltiger Mineraldünger

Produkt	S	N	K	Ca ¹	Mg	P
<i>Elementar-S</i>	80					
<i>N Düngemittel</i>						
Ammoniumsulfat	24	21				
Hydrosulfan, Kemira N-plus, Dynamon S	6	24				
Harnstoff mit S	12	33				
ATS ²	26	12				
<i>K, Mg Düngemittel</i>						
Kaliumsulfat	18		42			
Kalimagnesia	17		25		6	
Kieserit	22				16	
Kohlensaurer Kalk	5			32	1.4	
Naturgips ³	14			18		
Bittersalz	13				10	
<i>P, PK Düngemittel</i>						
Superphosphat	12					8
PK	6		25			4.4
Thomaskali	3		17	15	4	4.4
<i>NPK mit S</i>	7	13	13		2.4	4

¹nur basisch wirksame Bestandteile (CaO; CaCO₃); ²Ausbringung nur zusammen mit AHL im Verhältnis ? 2:1 (AHL:ATS; ³Ca als CaSO₄*2H₂O (Dolosul 14/18))

Schwefelzufuhr bei betriebsüblichen Aufwandmengen an N, P, K und Kalk

Produkt	Schwefelzufuhr (kg/ha)
100 kg/ha Stickstoff als:	
Ammoniumsulfat	114
Hydrosulfan, Kemira N-plus, Dynamon S	25
Harnstoff mit S	37
AHL + ATS (2:1)	72
100 kg/ha K als:	
Kaliumsulfat	43
Kalimagnesia ³	68
30 kg/ha Mg als:	
Kieserit	41
20 kg/ha P als:	
Superphosphat	30
PK	41
Thomaskali ⁴	21
1 t/ha CaO als:	
kohlensaurer Kalk mit S ¹	112
¹ Zufuhr von 47 kg/ha Mg	



Erforderliche Kalkausgleichsmengen bei Applikation ammoniumhaltiger Stickstoffdünger und Elementarschwefel

Chemische Zusammensetzung von schwefelhaltigen Sekundärrohstoffen, jährliche Produktionsraten und derzeitige Nutzung

Produkt/ Handelsname	Formel	S (%)	S-Form	Begleit- elemente	Formulierung	Jährl. Produktionsrate (10 ⁶ t)	Verwendung
REA-Gips	CaSO ₄ *2H ₂ O	17.5	SO ₄		<150µm	4.90	Bauindustrie
SAV-Produkte	CaSO ₄ *2H ₂ O + CaSO ₃ *0.5H ₂ O	6.5 -18.0	SO ₄ + SO ₃	CaO; OERE ¹	4 – 30 µm	0.45	Zementadditiv Deponierung Lärmschutzwände Katzenstreu
S°-fein	S	80.0	S°		<10µm		Landwirtschaft
S°-Bentonit	S	90.0	S°		<2mm (50%)		Landwirtschaft
S°-grob	S	99.0	S°		3-5mm		Landwirtschaft
Biosalin™	CaSO ₄ *2H ₂ O	7.0	SO ₄	CaO; Mg	feuchte Aggregate	0.05	Landwirtschaft
Biosalin™	CaSO ₄ *2H ₂ O	8.6	SO ₄	CaO; Mg	gekörnt		Landwirtschaft
Phosphogypsum ²	CaSO ₄ *2H ₂ O	3.7	SO ₄	OERE	Schlamm	150.00	

¹OERE = Ökotoxikologisch relevante Elemente (z.B. As, Cd, Cr, Co, Cu, Hg, Ni, Pb, Se, Zn); ²weltweite Production [Quellen: Ruedebusch-Thiemann (1991); Kolar (1994); Werner (1997); Anonym (1996)]

Schwefelzufuhr über Gülle

Faustregel: 1 kg N = 0.07 kg S

Welche Bedeutung hat die Form in der Schwefel zugeführt wird?

Nur Sulfatschwefel ist „guter“ Schwefel

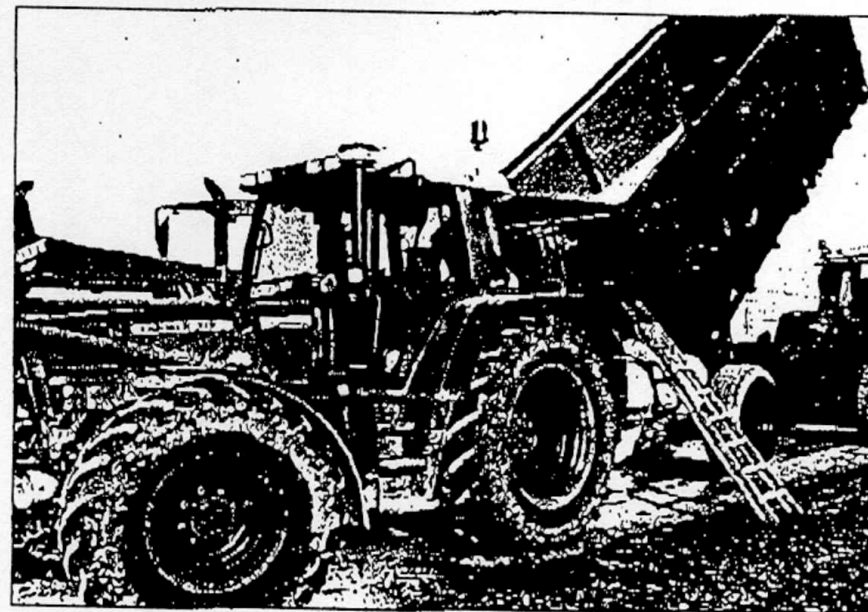
Tipps vom Düngeprofi: Kalk ergänzen

Über die Bodenversorgung mit Schwefel liegen keine gesicherten Untersuchungen vor, jedoch zeigen Praxiserfahrungen und Versuche, dass diesem Nährstoff auf Grund der zurückgegangenen Luftinträge von unter 10 kg/ha große Bedeutung zukommt. So ist die Schwefeldüngung zu Raps und zunehmend zu Wintergetreide heute Standard im Ackerbau.

Schwefel im Boden ist bis zu 90 Prozent des Gesamtgehaltes in der organischen Substanz gebunden und muss wie Stickstoff erst mineralisiert werden. In Höhenlagen

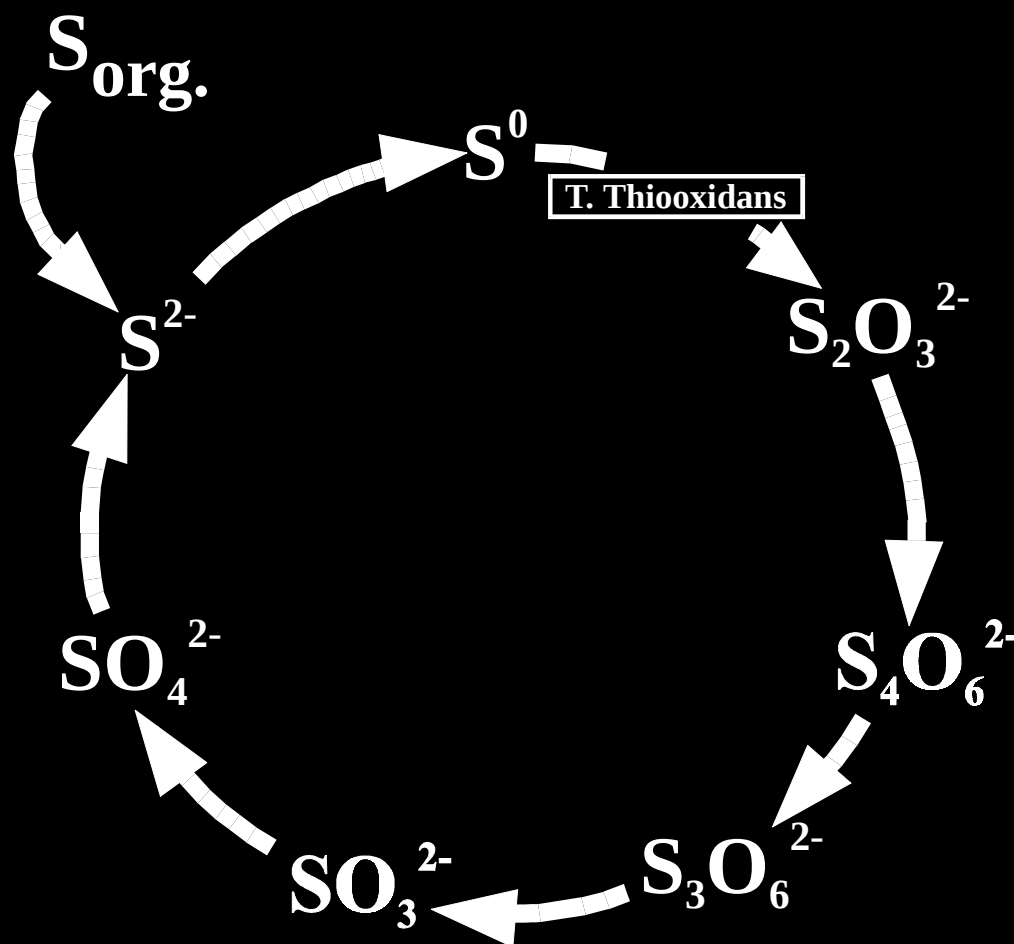
onsbeginn liegt, sollte es bei der Schwefeldüngung nicht vergessen werden.

Der S-Entzug der Pflanzen entspricht nicht immer dem tatsächlichen Düngebedarf. Die geringen Luftinträge sowie eine später einsetzende Bodenlieferung



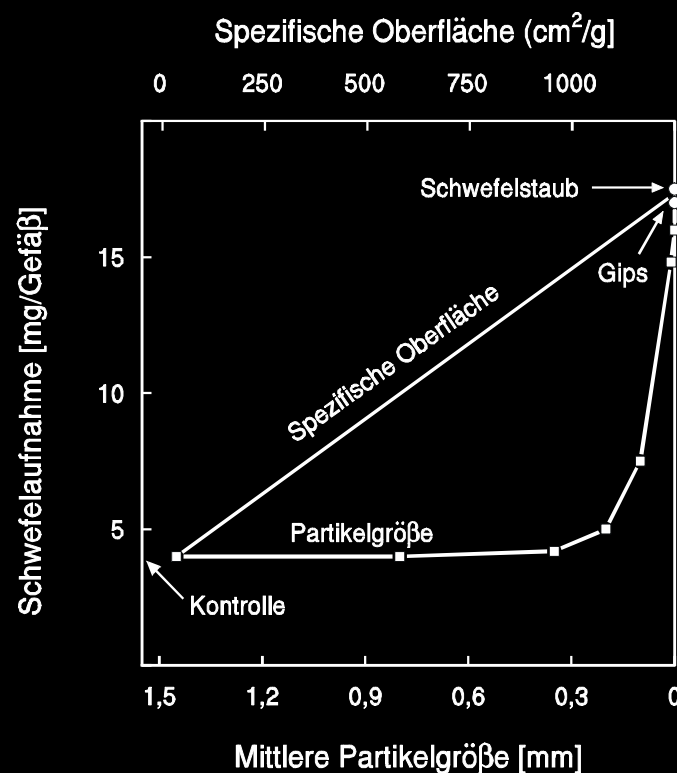
Verschiedene Mischungen mit Schwefel werden von den Handelsstellen mit Düngermischanlagen angeboten.

Fotos: agrar pres



Biogeochemischer Schwefelkreislauf im Boden (vereinfacht)

Bei S° kann die Wirkungsgeschwindigkeit über die Partikelgröße gesteuert werden



Schwefelaufnahme von Maispflanzen 32 Tage nach der Aussaat in Abhängigkeit von der Korngröße und der spezifischen Oberfläche von Elementarschwefel bei Applikation von 18 kg/ha S (Fox et al., 1964)

Schwefelformen in Düngemitteln

Form	Eigenschaft
Sulfat (SO_4)	direkt pflanzenverfügbar; sehr mobil
Elementarschwefel (S°)	erst nach Oxidation pflanzenverfügbar; bodenversauernd; keine Auswaschung; langsam wirkende Schwefelquelle; fungizide und akarizide Wirkung
Sulfit (SO_3)	erst nach Oxidation pflanzenverfügbar
Thiosulfat (S_2O_3)	Zwischenprodukt bei der Oxidation von S°; erst nach Oxidation pflanzenverfügbar

Schwefeldüngung über Boden oder Blatt?

- ❖ Eine ausreichend hohe Bodendüngung ist zur Deckung des Schwefelbedarfs auf Risikoflächen unbedingt erforderlich
- ❖ Eine Blattdüngung hat trotz hohem Ausnutzungsgrad nur eine ergänzende Wirkung

Vergleich sulfathaltiger und Elementarschwefeldünger zur Blattapplikation

	Vorteile	Nachteile
Sulfat	schnelle Aufnahme zusätzliche Nährstoffe (N, Mg)	physiologische Fixierung begrenzte Aufwandmengen
S°	nachhaltige Wirkung gute Verträglichkeit fungizide Wirkung	

Wieviel Schwefel sollte gedüngt werden?

Schwefelentzüge von Kulturpflanzen (kg / t)

WEIZEN	Korn	1.5	–	2.0
	Stroh	1.1	–	2.2
	gesamt	2.6	–	4.2
RAPS	Korn	2.5	–	3.0
	Stroh	1.4	–	3.3
	gesamt	3.9	–	6.6
Zuckerrübe	Rübe	0.07	–	0.08
	Blatt	0.7	–	1.5
	gesamt	0.8	–	1.6

Entzug $\neq$ Aufnahme

**Raps entzieht bis zu 12 kg S bei
einem Ertrag von 4 t/ha,
nimmt aber
mehr als 80 kg/ha S während der
Vegetation auf!**

Ermittlung des Schwefeldüngerbedarfs

$$\begin{aligned} \text{Düngerbedarf} = & \text{Aufnahme} \\ & + \text{Verluste} \\ & - \text{natürliche Zufuhr} \end{aligned}$$

Empfohlene Schwefeldüngung und Düngezeitpunkt zu verschiedenen Kulturen

Kultur	S-Düngung (kg/ha S)	Optimaler Düngezeitpunkt
Raps	15-30	vor Winter
	40-80	während der Hauptwachstumsphase
Getreide	10-15	vor Winter
	20-40	zu Vegetationsbeginn
Zuckerrübe	30-50	zur Aussaat oder zu Beginn der Hauptwachstumsphase
Mais*	10-20	vor der Saat
Grünland*	20-40	zu Vegetationsbeginn bzw. anteilig nach jedem Schnitt

*Düngungsempfehlung VDLUFA

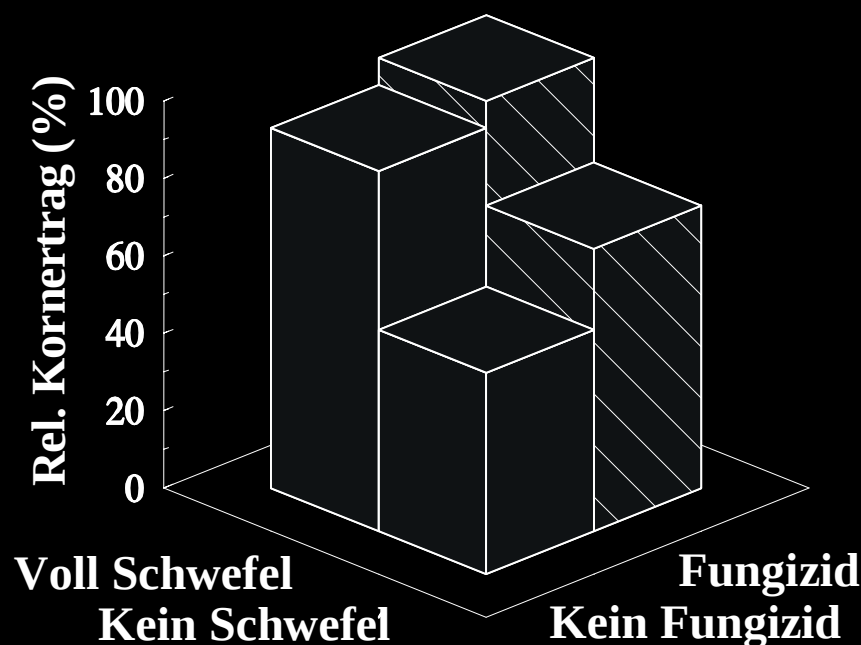
Wann muß Schwefel gedüngt werden?

Schwefel muß auf Mangelstandorten

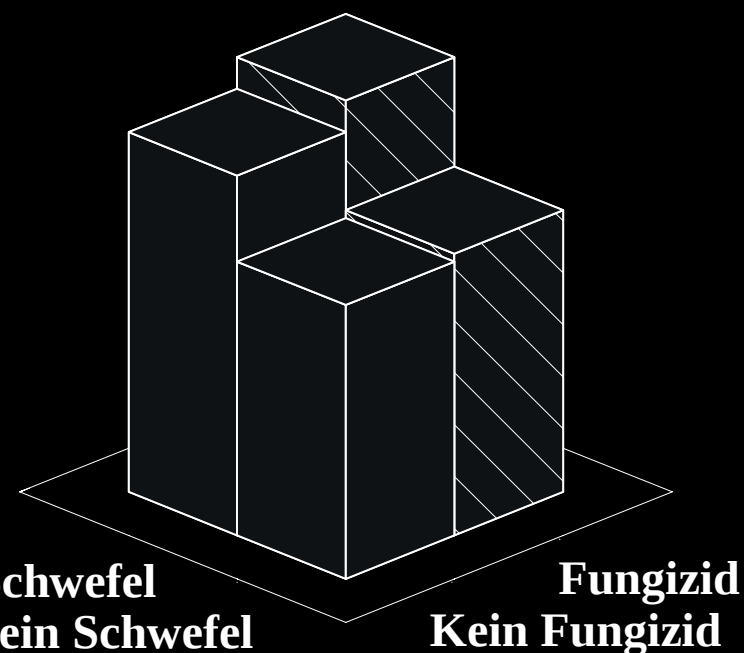
- ❖ im **Herbst** für eine vitalere und gesündere Überwinterung der Bestände und
- ❖ im **Frühjahr** zur Ertragsbildung gedüngt werden.



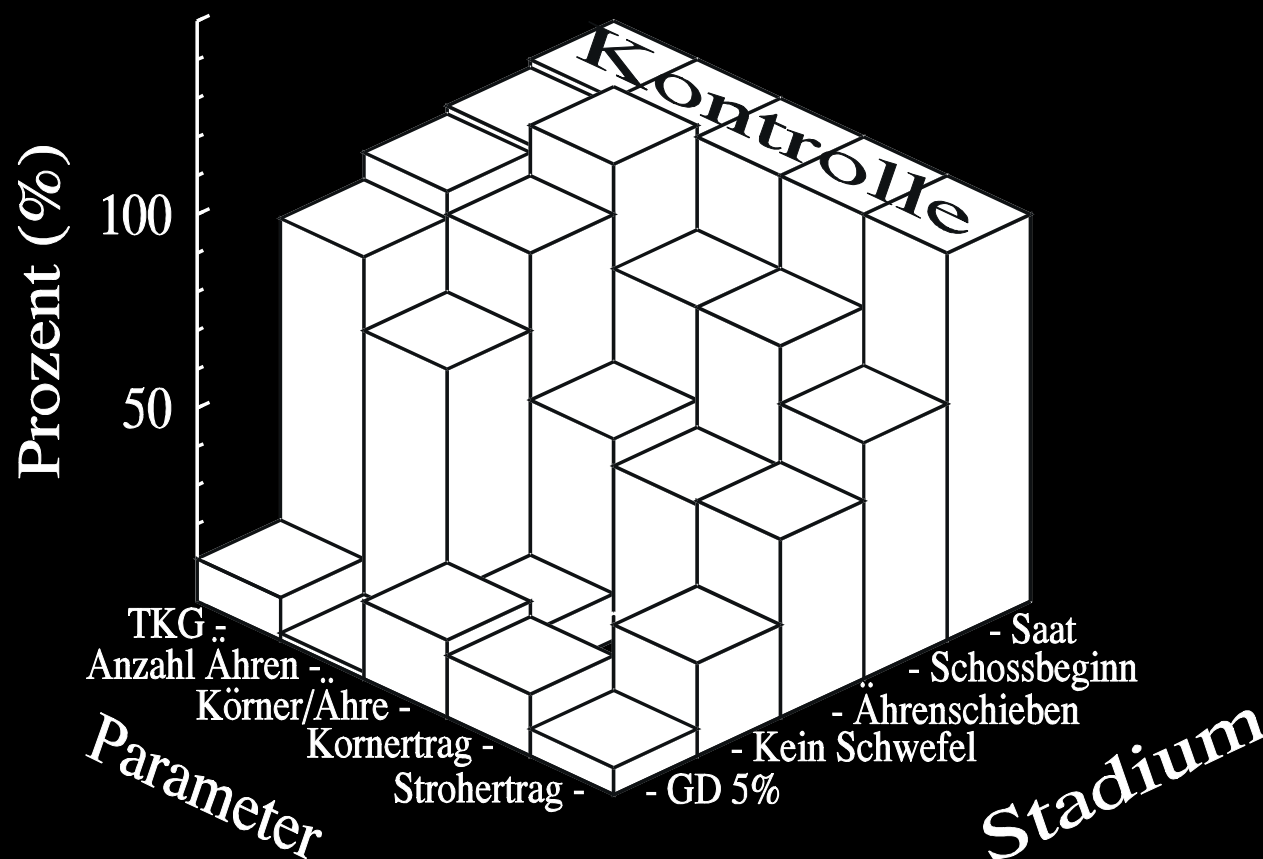
Nicht resistente Sorte



Resistente Sorte



Einfluß der Schwefeldüngung und Fungizidbehandlung auf den Ertrag zweier unterschiedlich resistenter Sorten



Einfluß von Schwefelmangel bzw. des Zeitpunktes der Schwefeldüngung auf Ertragskomponenten von Weizen

Schwefeldüngung zu

- ❖ **Getreide** muß **frühzeitig** erfolgen, um einer Reduzierung von Ertragsanlagen vorzubeugen, während bei
- ❖ **Raps** eine **rechtzeitige** Düngung noch die volle Ertragswirkung zeigen kann.

Düngung mit Schwefel

- Warum?** Zur Erzeugung hochwertiger Nahrungsmittel bei geringer Umweltbelastung!
- Womit?** Mit preiswerten und wirkungsvollen Produkten!
- Wieviel?** Dem physiologischen Bedarf der Pflanzen entsprechende Mengen!
- Wann?** Rechtzeitig im Herbst und Frühjahr!