

## Wirkung von Schwefelmangel auf Gehalt und Zusammensetzung qualitätsbestimmender Proteinfractionen von Weizen

S. von Tucher, R. Gutser<sup>113</sup> und H. Wieser<sup>114</sup>

### Einleitung

Durch die in den letzten Jahren weiter rückläufigen S-Immissionen (Bayern 2001  $\text{\O} 6 \text{ kg S ha}^{-1}$ ), unvermeidbare S-Verluste durch Auswaschung und S-Abfuhr durch Ernteprodukte ist eine ausreichende S-Versorgung der Pflanzen insbesondere auf sandigen und flachgründigen Standorten mit niedrigem S-Nachlieferungspotential nicht sichergestellt. Unzureichende S-Versorgung wirkt sich nicht nur auf den Ertrag, sondern auch auf die Produktqualität landwirtschaftlicher und gärtnerischer Kulturen aus, wenn durch hohe Biomassenproduktion, hohe Proteingehalte oder S-haltige Sekundärinhaltsstoffe ein hoher S-Bedarf (25-70 kg S/ha) besteht.

Die Qualität von Backweizen wird durch Menge und Zusammensetzung der Kleberproteine bestimmt. Neben der Sorte spielen dabei Umwelteinflüsse einschließlich der Nährstoffversorgung eine wichtige Rolle. So erhöht ein steigendes N-Angebot den Gehalt an Kleberproteinen, einzelne Proteingruppen und -typen ( $\omega$ -,  $\alpha$ - und  $\gamma$ -Gliadine, hoch- (HMW) und niedermolekulare (LMW) Glutenin-Untereinheiten werden jedoch in unterschiedlichem Ausmaß verändert (Wieser und Seilmeier, 1998). Das Angebot an Schwefel (S-Bedarf von Weizen 15-25 kg/ha) beeinflusst ebenfalls die mengenmäßige Zusammensetzung der Kleberproteine und damit die technologischen Eigenschaften der Mehle. Es gibt eine Reihe von Hinweisen, dass es durch unzureichende S-Versorgung zu quantitativen Veränderungen innerhalb der Proteintypen kommt, die im Zusammenhang mit deren Gehalt an den S-haltigen Aminosäuren Cystein und Methionin stehen (Wrigley et al. 1980, Fullington et al. 1987, Zhao et al. 1999). Detaillierte quantitative Daten existieren jedoch nicht.

Ziel der vorliegenden Arbeit ist es daher, den Einfluss der S-Versorgung auf den Gehalt und die Mengenverhältnisse der im Weizenmehl vorkommenden Proteintypen zu quantifizieren.

### Material und Methoden

Gefäßversuch: 6,7 kg Boden, 25 Pflanzen pro Gefäß, Sommerweizen 'Star'

Böden: Ls, pH 5,6,  $\text{SO}_4^{2-}$ -S 0,7 mg/100g und Lu, pH 6,1,  $\text{SO}_4^{2-}$ -S 0,2 mg/100g

Aussaat: Ls 23.03.1999, Lu 10.05.1999

<sup>113</sup> S. von Tucher und R. Gutser, Lehrstuhl für Pflanzenernährung, WZW, TU München, Am Hochanger 2, 85350 Freising-Weißenstephan

<sup>114</sup> H. Wieser, Deutsche Forschungsanstalt für Lebensmittelchemie, Lichtenbergstr. 4, 85748 Garching

S-Düngung: 0, 40, 80, 160 mg S/Gefäß als  $\text{CaSO}_4$ .

Die Versorgung mit N, P, K und Mg erfolgte kulturbegleitend optimiert.

*Analytik:*

Gesamt-N-Gehalt im vermahlenden Ganzkorn nach Dumas-Methode

Gesamt-S-Gehalt mit ICP, nach Mikrowellen-Druckaufschluss

Gehalt einzelner Proteintypen (Wieser et al. 1998): schrittweise Extraktion des Mehles mit (1) 0,4 M NaCl/0,067 M  $\text{HKNaPO}_4$ , pH 7,6 (Albumine, Globuline), (2) 60% Ethanol (Gliadine) und (3) 50 % 1-Propanol, 2 M Harnstoff, 1 % Dithioerythrit und 0,5 M Tris-HCl pH 7,5 (Glutenin-Untereinheiten)

Bedingungen für die HPLC Analyse der Extrakte:

Säule: Nucleosil  $\text{C}_8$  50°C, Eluent A: Trifluoressigsäure (TFA) (0,1% v/v) Eluent B: Acetonitril:TFA (99,9:0,1 v/v); schrittweise linearer Gradient mit 20-90 % B, Quantifizierung: UV Detektion bei 210 nm. Der Absorptionsflächenanteil ist hoch korreliert zum Proteingehalt und bezieht sich auf 1 mg Mehl.

## **Ergebnisse und Diskussion**

Ein reduziertes S-Angebot (Boden  $S_{\min}$  + Düngung) bewirkt eine deutliche Abnahme des Kornetrags (Abb. 1). Für die niedrigste S-Versorgungsstufe bedeutet dies einen Rückgang auf 62% (Ls) bzw. 52% (Lu) im Vergleich zur höchsten Düngestufe. Die Unterschiede zwischen den Böden ergeben sich aus der durch die spätere Aussaat im Boden Lu verkürzte Vegetationszeit.

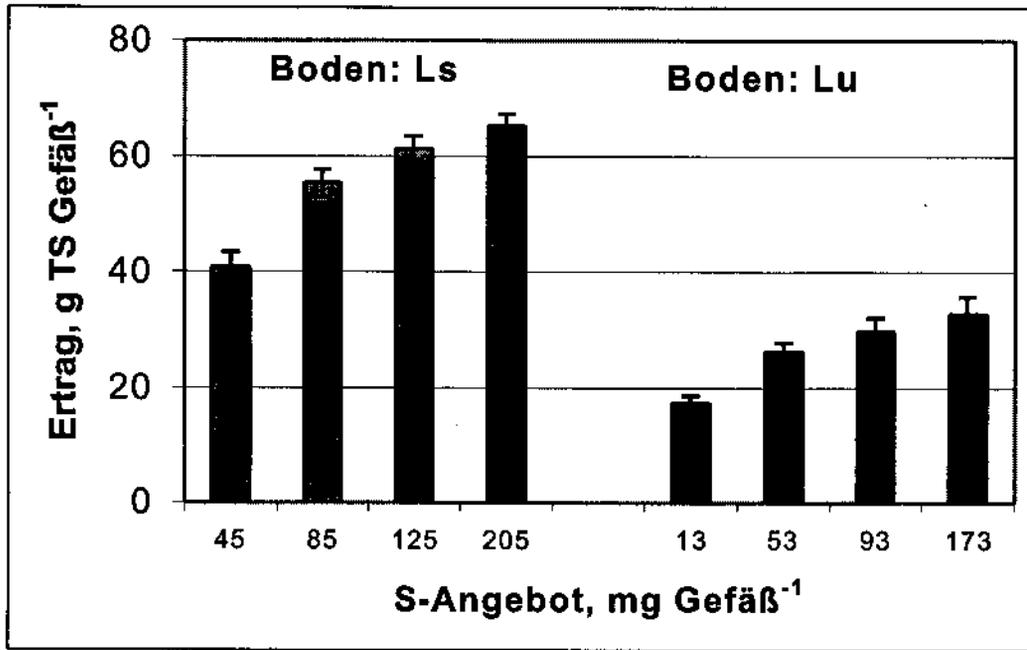


Abbildung 1: Wirkung des S-Angebots auf den Kornertrag von Sommerweizen

Die Differenzierung in der S-Versorgung kommt auch in den S-Gehalten und im N/S-Quotienten des Vollkornmehles zum Ausdruck (Abb. 2). Werden ein S-Gehalt im Korn = 0,12 % S und ein N/S = 17 (Randall und Wrigley 1981) als Grenzwerte zugrunde gelegt, so zeigt sich in beiden Böden eine Bandbreite von S-Mangel (0,08 %S Ls, 0,11 %S Lu ) bis hin zu einer als etwa ausreichend zu betrachtenden S-Versorgung (0,14 Ls, % S, 0,17 % S Lu).

Im Gegensatz zum S-Gehalt wird der Gesamt-N-Gehalt im Mehl durch das S-Angebot nicht beeinflusst (Abb. 3). Der Proteingehalt liegt im Mittel bei 13,3 % (Ls) bzw. 14,5 % (Lu). Diese Beobachtung steht im Einklang mit Ergebnissen von Zhao et al. (1999).

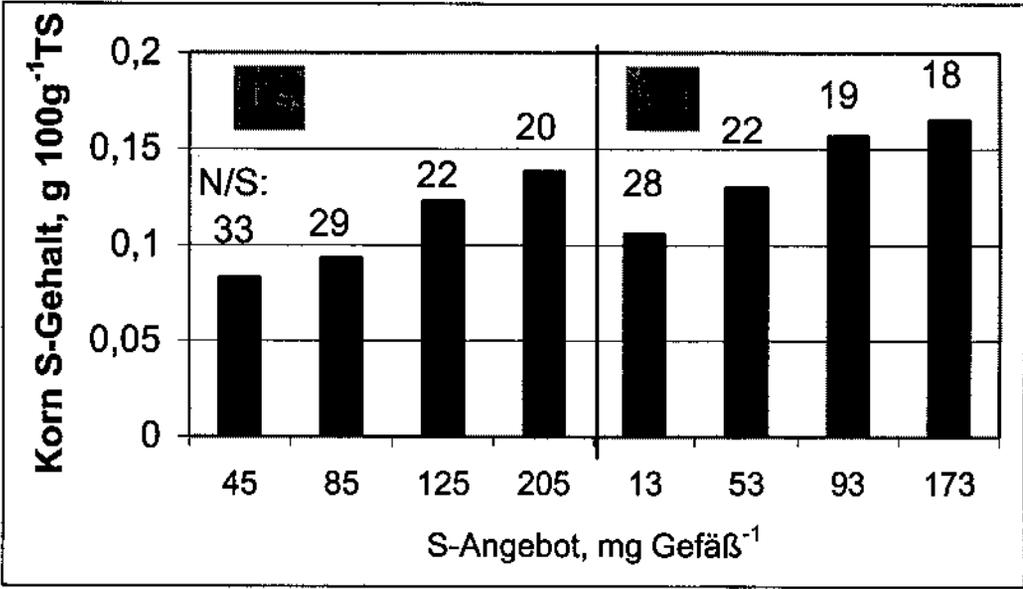


Abbildung 2: Einfluss des S-Angebots auf den S-Gehalt und den N/S-Quotienten im Vollkornmehl von Sommerweizen

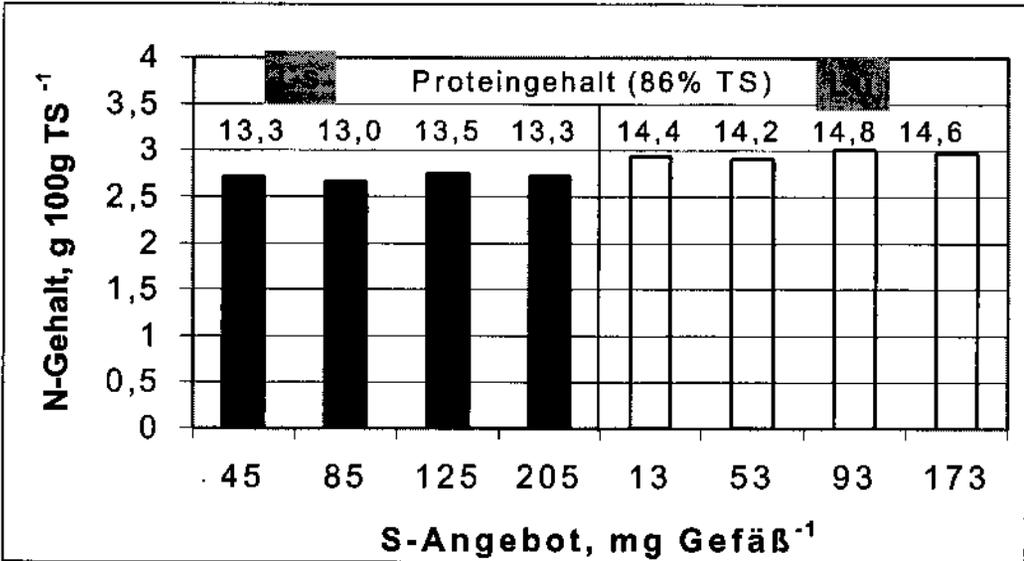


Abbildung 3: Wirkung des S-Angebots auf den N-Gehalt im Vollkornmehl von Sommerweizen

Eine ähnliche Wirkung der S-Düngung zeigt sich auch auf die Summe der Kleberproteine, die nur durch starken S-Mangel in geringem Umfang gesenkt werden. Vergleichbares gilt auch für die Gruppe der Gesamtgladine und der

Gesamtglutenine (Abb. 4 für Boden Lu). Innerhalb der Proteingruppen werden die Gehalte an einzelnen Proteintypen jedoch stark verändert. Durch S-Mangel kommt es bei den  $\omega$  5-, und  $\omega$  1,2-Gliadinen sowie den gluteningebundenen  $\omega$ -Gliadinen ( $\omega$  b) zu einer Verdoppelung, auch der Gehalt der HMW-Untereinheiten steigt um etwa 40 % gegenüber der höchsten Düngestufe. Demgegenüber sinkt der Gehalt an  $\gamma$ -Gliadinen in der stärksten Mangelvariante auf etwa 40 %, der an LMW-Untereinheiten auf weniger als 60 %. Für die Mehle aus dem Versuch mit Boden Ls (ohne Abbildung) gilt dies in entsprechender Weise.

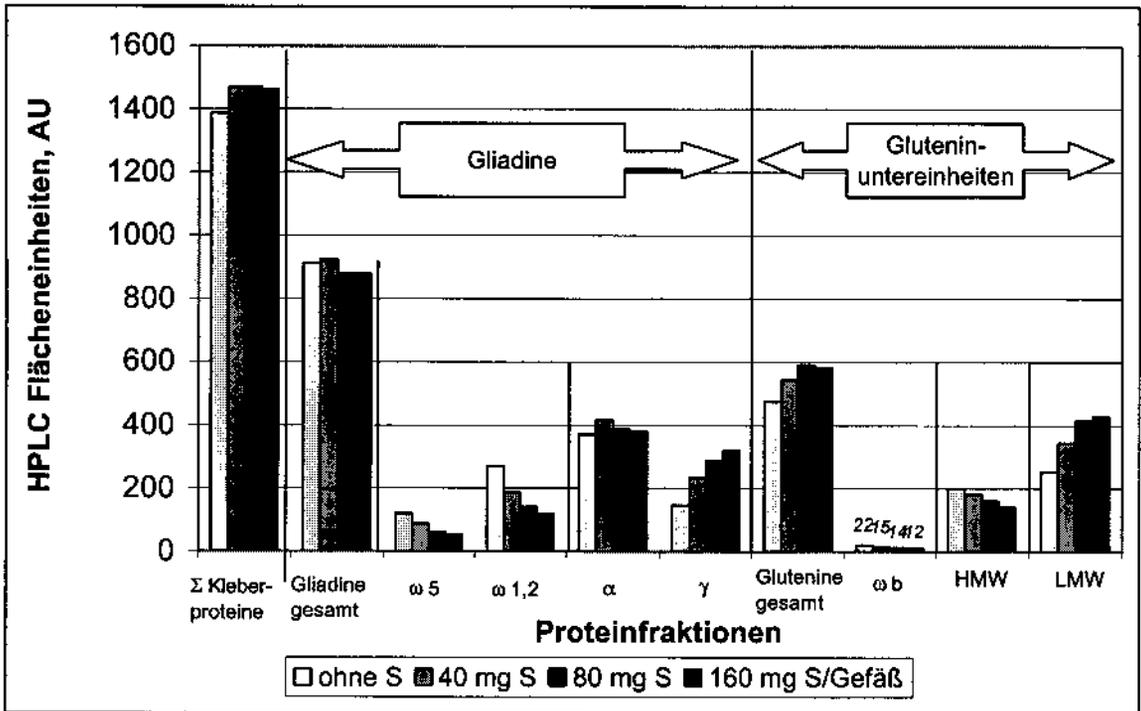


Abbildung 4: Einfluss der S- Ernährung auf die Kleberproteingruppen von Sommerweizen. Mehproben aus Gefäßversuch mit Boden Lu.

Die Ursachen für die deutlichen Verschiebungen in den einzelnen Proteintypen sind in deren unterschiedlichen Gehalten an den S-haltigen Aminosäuren Cystein und Methionin zu sehen. Während die bei S-Mangel verstärkt gebildeten  $\omega$ -Gliadine ( $\omega$  5: 0 mol-%,  $\omega$  1,2: 0-0,3 mol-% Cys und Met) und die HMW-Untereinheiten (0,7-2,7 mol-% Cys und Met) S-frei bzw. S-arm sind (Wieser et al. 1991), weisen die in deutlich verringertem Maße enthaltenen LMW-Untereinheiten (3,1-4,2 mol-% Cys und Met) und die  $\gamma$ -Gliadine (3,4-4,4 mol-% Cys und Met) hohe S-Gehalte auf. Die im S-Gehalt mittleren (2,3-3,1 mol-% Cys und Met)  $\alpha$ -Gliadine bleiben unverändert. Somit bestätigt sich in Zahlen, worauf unter anderem bereits Wrigley et al. (1980) sowie Fullington et al. (1987) mit Hilfe

elektrophoretischer Untersuchungen hingewiesen haben: die durch differenzierte S-Versorgung der Pflanze verursachten Unterschiede in den gebildeten Proteinmengen stehen in engem Zusammenhang mit dem S-Gehalt der jeweiligen Proteintypen.

### **Zusammenfassung und Schlussfolgerung**

Die differenzierte S-Versorgung von Sommerweizen (Gefäßversuche mit 0 bis 160 mg S pro Gefäß) führt bei S-Unterversorgung zu deutlichen Mindererträgen, sowie zu niedrigeren S-Gehalten und deutlich höheren N/S-Quotienten in den Mehlen. Obwohl der Gehalt an Rohprotein und Gesamt-Kleberprotein praktisch unverändert bleibt, führt S-Mangel zu starken Veränderungen in den Mengen an einzelnen Proteintypen. Abhängig vom S-Gehalt der Proteine nehmen durch S-Unterversorgung die S-freien bzw. S-armen Fraktionen der  $\omega$ -Gliadine und die HMW-Untereinheiten in ihren Mengen erheblich zu; die S-reichen Typen  $\gamma$ -Gliadine und LMW-Untereinheiten werden dagegen in deutlich geringerem Maße gebildet. Angesichts dieser erheblichen Verschiebungen innerhalb der Kleberproteine kann mit Auswirkungen auf die rheologischen Teigeigenschaften und die Gebäckqualität gerechnet werden, wie sie in der Literatur auch teilweise beschrieben sind. Zudem bleibt festzuhalten, dass in Fällen von S-Mangel der Rohproteingehalt im Weizen allein keinen ausreichenden Aufschluss über die zu erwartende Backqualität geben dürfte.

### **Literatur**

- Fullington, J.G., Miskelly D.M., Wrigley C.W., Kassarda D.D., 1987: Quality-related Endosperm Proteins in Sulfur-deficient and Normal Wheat Grain. *J Cereal Sci*, 5, 233-245
- Randall P.J., Wrigley C.W., 1986: Effects of Sulfur Supply on the Yield, Composition, and Quality of Grain from Cereals, Oilseed and Legumes. *Advances in Cereal Science and Technology*, 8, 171-206
- Wieser H., Seilmeier W., 1998: The Influence of Nitrogen Fertilisation on Quantities and Proportions of Different Protein Types in Wheat Flour. *J Sci Food Agric*, 76, 49-55
- Wieser H., Antes S., Seilmeier W., 1998: Quantitative Determination of Gluten Protein Types in Wheat Flour by Reversed-Phase High-Performance Liquid Chromatography. *Cereal Chem*, 75, 644-650
- Wrigley C.W., du Cros D.L., Archer M.J. Downie, P.G., Roxburgh C.M., 1980: The Sulfur Content of Wheat Endosperm Proteins and its Relevance to Grain Quality. *Aust J Plant Physiol*, 7, 755-766
- Zhao F.J., Hawkesford M.J., McGrath S.P., 1999: Sulfur Assimilation and Effects on Yield and Quality of Wheat. *J Cereal Sci*, 30, 1-17