# Schwefelgehalte in biologisch-dynamischem Weizen

I. Hagel, Darmstadt, und E. Schnug, Braunschweig

## 1. Einleitung

Bis zu Beginn der 80er Jahre war die Schwefelversorgung der meisten landwirtschaftlichen Kulturflächen über die $SO_2$-Emissionen aus Haushalten, KFZ und Industrie gedeckt. Durch den Einsatz von Rauchgasentschwefelungsanlagen und S-armen Dieselölen erfolgte eine drastische Reduzierung der S-Einträge. Bis 1990 sanken sie in Norddeutschland um ca. 60 % von ca. 35 auf ca. 14 kg S/ha Jahr. Waren beim S-bedürftigen Raps zu Beginn des genannten Zeitraums keine schweren und nur wenige (24 %) Fälle von verdecktem S-Mangel zu beobachten, wiesen 1991 die Mehrzahl der untersuchten Proben schweren S-Mangel auf (10). Aber auch beim bzgl. der S-Versorgung weit weniger anspruchsvollen Weizen wurden mittlerweile Ertragsverluste bis zu 30 % beobachtet (1). Unzureichende S-Gehalte verschlechtern zudem über zähere Teige (14,15) die Backeigenschaften des Weizens (4-6). Während eine Untersuchung über den S-Status von Weizen aus der deutschen konventionellen Landwirtschaft existiert (6), fehlen diesbezüglich Bestandsaufnahmen aus der ökologischen Landwirtschaft. Dieser Beitrag soll anhand von Proben aus der biologisch-dynamischen Praxis einen ersten Beitrag dazu leisten.

## 2. Material und Methoden

61 Weizenproben (hauptsächlich Winterweizen, verschiedene Sorten) aus der biologisch-dynamischen Praxis (Ernte 1995) wurden untersucht. Die Bestimmung des Stickstoffs im Ganzkornschrot erfolgte nach der Kjeldahlmethode, die des Schwefels mittels Röntgenfluoreszenzspektroskopie (12). Die Rohproteingehalte (Nx5,7) wurden auf Trockensubstanzbasis angegeben. Von 6 bzw. 11 Proben der Sorten Bussard und Rektor wurden die maximalen Dehnwiderstände im Kleberextensogramm nach Kieffer und Mitarbeiter (7) bestimmt.

## 3. Ergebnisse und Diskussion

Die Rohproteingehalte lagen mit einem Mittelwert von 10,0 % sehr niedrig. Diese Zahl fiel bedeutend niedriger aus als die Werte von 10,5 % bzw. 11,1 %, die Brümmer und Seibel (2) bzw. Völkel und Pohlmann (13) bei der Untersuchung von Weizenproben aus dem ökologischem Landbau sowie bei Sortenprüfungen auf Biobetrieben fanden und schon als deutlich zu niedrig beurteilten. Diese Divergenz beruht sicher darauf, daß für wissenschaftliche Projekte auf Biobetrieben bewußt überdurchschnittliche Höfe ausgewählt werden. 44,3 % der Probengrundgesamtheit lag in den Klassen < 10 % (Abb. 1). Nur 8,2 % der Proben wiesen Gehalte über 11,5 % Rohprotein auf.

Mit steigendem N-Gehalt der Proben nahm auch deren S-Gehalt parallel zur Linie N:S=17 zu (Abb. 2). Der mittlere S-Gehalt betrug 0,127 %. Bezüglich der N:S-Verhältnisse ergaben sich in den Klassen 11 - <12 und 15 - <16 deutliche Schwerpunkte (Abb. 3). Diese deuten sich auch in Abbildung 2 als zwei parallel zueinander liegende Punktwolken an. Die N:S-Gehalte waren allerdings normal verteilt. Ob es sich bei diesem Phänomen also dennoch um zwei Grundgesamtheiten mit unterschiedlichem Faktorenhintergrund handelt, müssen weitere Untersuchungen klären.

Ausreichend mit N versorgter Weizen ist bezüglich des Schwefels als unterversorgt anzusehen, wenn der S-Gehalt des Korns unter 0,12 % fällt bzw. wenn das N:S-Verhältnis weiter ist als 17:1 (4,9). 42,6 % der untersuchten Proben wiesen S-Gehalte unter 0,12 % auf. Es sollte in weiterführenden Arbeiten geprüft werden, ob dieser Grenzwert von 0,12 % S auch für eiweißarme Weizenproben des ökologischen Landbaus gilt, und ob in diesen Fällen der biologisch-dynamische Landwirt durch eine geeignete S-Düngung Mehrerträge und bessere Qualitäten erzielen könnte. Beim N:S-Verhältnis des Ganzkorns lagen nur 6,6 % der Proben über dem kritischen Wert von 17:1. Die Vermutung, daß bei diesen weiten N:S-Verhältnissen der Bäcker zusätzlich zur durch den niedrigeren Proteingehalt des Mehls bedingten verringerten Knettoleranz und Volumenausbeute (3) mit weiteren Qualitätseinbußen rechnen muß, da mit sinkendem S-Gehalt des Weizens über zähere Teige auch das Backvolumen sinkt (8,11), bestätigten sich allerdings anhand der maximalen Dehnwiderstände im Kleberextensogramm nicht. Diese zeigten bei der Sorte Rektor selbst bei weiten N:S-Verhältnissen des Ganzkorns von 16-17 keine Beziehung zu diesem Parameter (r= -0,06, n=11). Bei der Sorte Bussard war sogar eine sinkende Tendenz zu beobachten. (r= -0,41, n=6).

In einer früheren Untersuchung konventionell erzeugter Weizenproben verschiedener Standorte der Bundesrepublik Deutschland (5) wiesen Proben aus städtischen Industriegebieten im Durchschnitt N:S-Verhältnisse unter 17:1 auf, während Proben aus ländlichen Regionen Werte über 17:1 aufwiesen und damit Schwefelmangel anzeigten. Ein Vergleich von 7 biologisch-dynamischen Weizenproben aus dem relativ eng umgrenzten und kaum industriell besiedelten Postleitzahlengebiet 745.. (Raum Schwäbisch-Hall und Crailsheim) ergab mit N:S-Verhältnissen zwischen 11,02 - 17,73 (Mittelwert=14,43) sehr weit gestreute Werte. Diese hohe Variabilität setzte sich sogar bis in das räumlich sehr begrenzte Gebiet der Schläge einzelner Betriebe fort (Tab. 1). Somit kommen für die Ausprägung der S-Gehalte von Weizen aus biologisch-dynamischem Anbau neben der Nähe zu urbanen und industriellen Zentren weitere Aspekte (Grundwasseranschluß, S-zehrende Vorfrucht, S-Mineralisierung des Bodens) in Betracht.

## 4. Zusammenfassung

61 Weizenproben aus biologisch-dynamischem Anbau der Ernte 1995 wurden untersucht. Die mittleren Rohprotein- und S-Gehalte betrugen 10,0 bzw. 0,127 %, das mittlere N:S-Verhältnis 14,1. Mit steigenden N-Gehalten der Proben stiegen auch deren S-Gehalte. 42,6 % der Proben lagen im S-Gehalt unter dem Grenzwert von 0,12 %, 6,6 % der Proben wiesen N:S-Verhältnisse über 17 auf. Eine starke Variabilität der N:S-Verhältnisse erstreckte sich bis in die Erntepartien des einzelnen landwirtschaftlichen Betriebes hinein. Der Dehnwiderstand im Kleberextensogramm wurde bei der Sorte Rektor nicht (r=-0,06, n=11), bei der Sorte Bussard mit abnehmender Tendenz (r=-0,41, n=6) vom N:S-Verhältnis beeinflußt.

**Danksagung:** Dr. R. KIEFFER, Deutsche Forschungsanstalt für Lebensmittelchemie, München, sei Dank gesagt für die Möglichkeit der Kleberzugfestigkeitsmessungen.

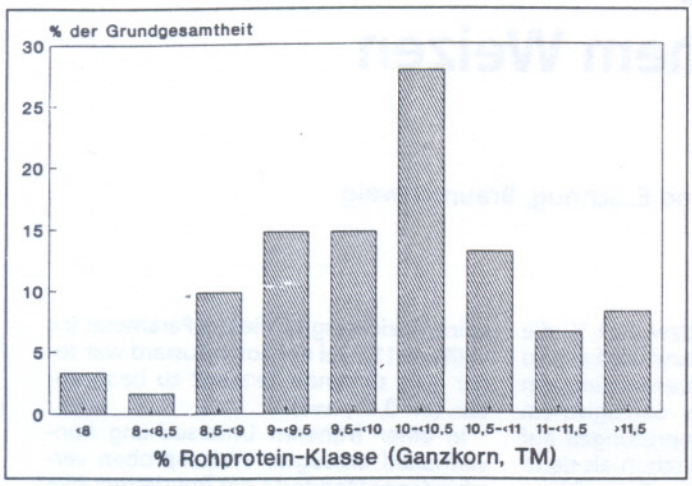


*Abbildung 1: Weizen aus biologisch-dynamischem Anbau. Klassenverteilung der Rohproteingehalte in % der Grundgesamtheit (n=61).*

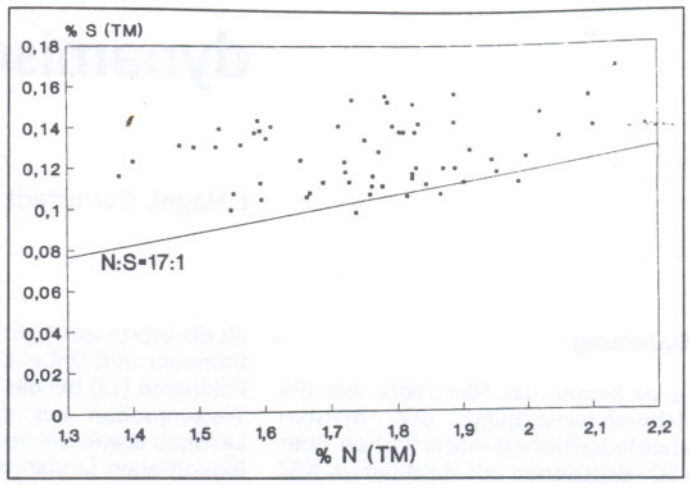


*Abbildung 2: N- und S-Gehalte von Weizen aus biologisch-dynamischem Anbau.*

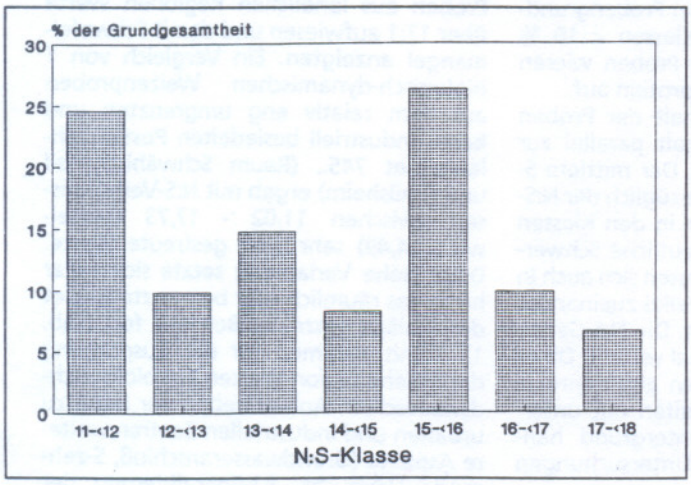


*Abbildung 3: Weizen aus biologisch-dynamischem Anbau. Klassenverteilung der N:S-Verhältnisse in % der Grundgesamtheit (n=61).*

**Tabelle 1: N- und S-Gehalte sowie N:S-Verhältnisse von Weizenproben verschiedener biologisch-dynamischer Betriebe.**

| Betrieb | Sorte | % N | % S | N:S |
|---|---|---|---|---|
| A | Rektor | 1,78 | 0,16 | 11,50 |
| | Rektor | 1,82 | 0,11 | 15,99 |
| | Rektor | 1,72 | 0,12 | 14,11 |
| B | Fregatt | 1,66 | 0,12 | 13,46 |
| | Bussard | 1,73 | 0,11 | 15,43 |
| | Progreß | 1,53 | 0,14 | 11,02 |
| | Diplomat | 1,56 | 0,13 | 11,94 |
| C | Astron | 1,84 | 0,11 | 16,61 |
| | Bussard | 1,76 | 0,11 | 16,59 |
| | Sperber | 1,80 | 0,14 | 13,16 |
| D | Rektor | 1,81 | 0,11 | 17,28 |
| | Bussard | 2,14 | 0,17 | 12,64 |

## Literatur


1. Bloem, E., H.M. Paulsen und E. Schnug: Schwefelmangel nun auch in Getreide.- DLG-Mitteilungen 110 (1995) 8, S. 18-19
2. Brümmer, J.-M., und W. Seibel: Verarbeitungseigenschaften von Weizen aus extensiviertem Anbau.- Getreide Mehl und Brot 45 (1991) 11, S. 336-341
3. Brümmer, J.-M., und W. Seibel: Extensivierter Weizenanbau und seine Auswirkungen auf Verarbeitungseigenschaften und Gebäckqualität.- Getreide Mehl und Brot 46 (1992) 6, S. 187-191
4. Byers, M., und J. Bolton: Effects of nitrogen and sulfur fertilizers on the yield, N and S content, and amino acid composition of the grain of spring wheat.- Journal of the Science of Food and Agriculture 30 (1979) S. 251-263
5. Haneklaus, S., und E. Schnug: Baking quality and sulfur content of wheat. II. Evaluation of the relative importance of genetics and environment including sulfur fertilization.- Sulfur in Agriculture 16 (1992) S. 35-38
6. Haneklaus, S., E. Evans und E. Schnug: Baking quality and sulfur content of wheat. I. Influence of grain sulfur and protein concentrations on loaf volume.- Sulfur in Agriculture 16 (1992) S. 31-34
7. Kieffer, R., F. Garnreiter und H.-D. Belitz: Beurteilung von Teigeigenschaften durch Zugversuche im Mikromaßstab.- Zeitschrift für Lebensmittel-Untersuchung und -Forschung 172 (1981) S. 193-194
8. Moss, H.J., C.W. Wrigley, F. MacRitchie und P.J. Randall: Sulfur and nitrogen fertilizer effects on wheat. II. Influence on grain quality.- Australian Journal of Agriculture Research 32 (1981) S. 213-226
9. Randall, P.J., K. Spencer und J.R. Freney: Sulfur and nitrogen fertilizer effects on wheat. I. Concentrations of sulfur and nitrogen and the nitrogen to sulfur ratio in grain, in relation to the yield response.- Australian Journal of Agriculture Research 32 (1981) S. 203-212
10. Schnug, E., und S. Haneklaus: Sulfur deficiency in brassica napus. Biochemistry - Symptomatology - Morphogenesis.- Wissenschaftliche Mitteilungen der Bundesforschungsanstalt für Landwirtschaft Braunschweig-Völkenrode, SH. 144
11. Schnug, E., S. Haneklaus und D. Murphy: Impact of sulfur supply on the baking quality of wheat.- Aspects o Applied Biology 36 (1991) Cereal Quality III, S. 337-345
12. Schnug, E., und S. Haneklaus: Sulfur and light element determination in plant material by x-ray fluorescence spectroscopy.- Phyton 32 (1992) S. 123-126
13. Völkel, G., und W. Pohlmann: Winterweizensortenwahl im ökologisch/extensivierten Landbau.- Hessenbauer 1994, 37, S. 21-26
14. Wrigley, C.W., D.L. du Cros, J.G. Fullington und D.D. Kasarda: Changes in polypeptide composition and grain quality due to sulfur deficiency in wheat.- Journal of Cereal Science 2 (1984) 1, S. 15-24
15. Wrigley, C.W., D.L. du Cros, H.J. Moss, P.J. Randall, J.G. Fullington und D.D. Kasarda: Effect of sulfur deficiency on wheat quality.- Sulfur in Agriculture 8 (1984) S. 2-7


Anschriften der Verfasser: Dipl. Ing. agr. Ingo Hagel, Institut für biologisch-dynamische Forschung e.V., Brandschneise 5, 64295 Darmstadt und Prof. Dr. Dr. Ewald Schnug, Bundesforschungsanstalt für Landwirtschaft, Institut für Pflanzenernährung und Bodenkunde, Bundesallee 50, 38116 Braunschweig