

# Forschung

## Gute Backqualität durch Schwefelmangelweizen?

Dr. Ingo Hagel,  
Institut für Biologisch-  
Dynamische Forschung,  
Brandschneise 2,  
64295 Darmstadt,  
www.ibdf.de

Die meisten Betriebe des Ökologischen Landbaus haben mit der Zeit die älteren Weizensorten (z.B. Jubilar, Diplomat, Progreß etc.) durch sogenannte moderne E- und A-Sorten ersetzt. Einer der Gründe dafür ist deren exzellente technologische (Back-) Qualität. Sie erzielen im Standardbackversuch, der grundsätzlich mit Auszugsmehl durchgeführt wird, standfeste Gebäcke mit hohen Volumina. Anders als beim Roggen, dessen Backqualität auf der Vernetzung der Kohlenhydrate beruht, erfolgte die über die letzten Jahrzehnte erzielte Steigerung der Backeigenschaften des Weizens über eine

werden die Phänomene geschildert, die die gute Backqualität der modernen Sorten als Resultat einer züchterisch induzierten Angleichung der Eigenschaften an Schwefel-defizitäre Weizentypen darstellt.

### Züchtung setzt auf technologisch relevante Reserveproteine

Der Rohproteingehalt des Weizens gibt die Summe der vier Eiweißgruppen Albumine, Globuline, Gliadine und Glutenine an. Auf deren unterschiedliche Eigenschaften wurde bereits in einer früheren Arbeit eingegangen (Hagel

tischer Charakter wird zusätzlich dadurch betont, dass sie für die werdende neue Pflanze keine weiteren Funktionen außer der Speicherung von Aminosäuren besitzen – daher ihr Name: Reserveproteine. Dafür sind sie für die backtechnologischen Eigenschaften einer Weizensorte verantwortlich: Höhere Anteile Gliadin machen den Teig weicher und dehnbarer. Höhere Anteile Glutenin dagegen straffen das Kleberprotein und damit den Teig. Während Albumine und Globuline hohe Gehalte sowohl an den schwefelhaltigen Aminosäuren Cystein und Methionin sowie der essentiellen Aminosäure Lysin enthalten und damit deutliche Bezüge zu stoffwechselaktiven und aufbauenden Lebensvorgängen aufweisen, sind Gliadin und Glutenin hinsichtlich dieser Aspekte erheblich reduziert.

Und besonders das Glutenin weist ausgeprägte Charakteristika weniger lebendiger Eigenschaften auf: Zum einen bildet es durch eine spezielle Abfolge hauptsächlich der Aminosäuren Glutamin und Prolin spiralförmige und dadurch elastisch wirkende Makromoleküle (sog.  $\beta$ -spirals). Zum anderen bewirken die wenigen aber effektiven schwefelhaltigen Verbindungsmöglichkeiten (Disulfidbrücken) eine weitere Verdichtung (Polymerisierung) zu langen Makromolekülen. Wie das Stahlgerüst im Stahlbeton der Baumasse nicht nur auf Druck, sondern auch auf Zug Stabilität verleiht, so stabilisieren diese feinen Proteinfäden den Teig. Auf diese Weise verhindern sie ein zu starkes Entweichen der Gärgase aus dem zu fertigenden Gebäck

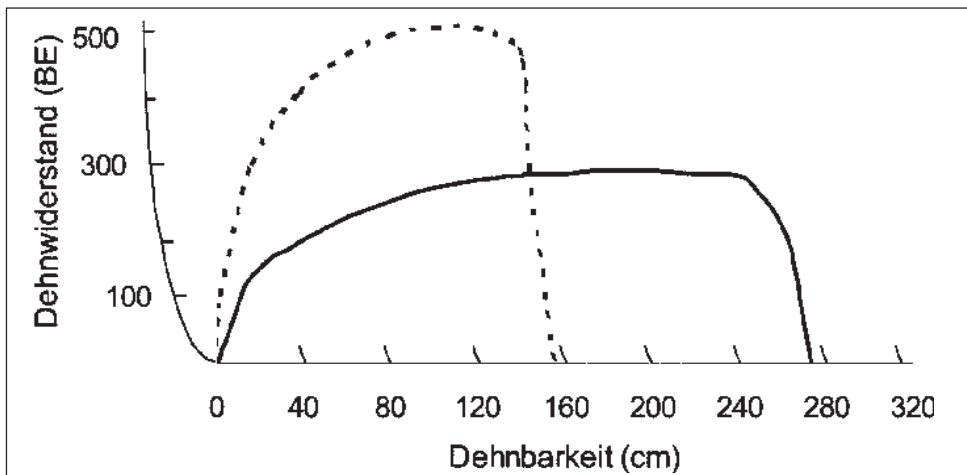


Abb. 1: Extensogrammkurven für Mehle (Sorte OLYMPIC) mit unterschiedlichen Schwefelgehalten. Kontrolle (—): 0,146 % S, 1,82 % N, N:S-Verhältnis: 12,5. Mehl mit niedrigem S-Gehalt (----): 0,089 % S, 1,72 % N, N:S-Verhältnis: 19,3 (Wrigley et al. 1984)

Verfestigung seines Proteins, des Klebers. Da die Vermittlung allen Lebens an das Eiweiß gebunden ist, muss auch mit Blick auf die Frage der Nahrungsqualität von Weizen, dessen Entwicklung zu immer festerem Eiweiß kritisch hinterfragt werden, speziell im Ökologischen Landbau. Vorliegender Beitrag ist die Kurzfassung einer ausführlichen Studie zu dieser Frage (Hagel 2000 a). Dort

1999 a). Hier soll nur kurz erwähnt werden, dass die Stoffwechselvorgänge des keimenden Kornes über die (deshalb auch als Enzymeiweiße bezeichneten) wasser- und salzlöslichen Albumine und Globuline mobilisiert werden. Gliadin und Glutenin sind dagegen nur durch wässrige Alkohole sowie verschiedene Chemikalien in Lösung zu bringen. Deren nicht lebendig-bewegender, sondern sta-

und bewirken eine Steigerung des Backvolumens. Der Zusammenhang zwischen dem Gehalt an Glutenin und der Backqualität wurde erstmalig vor 30 Jahren entdeckt und seitdem konsequent züchterisch umgesetzt.

### Weniger Schwefel fördert Glutenin

Das Wachstum des Weizens wird durch den Schwefel insofern ähnlich vitalisiert wie durch den Stickstoff, indem auf S-Mangelstandorten die mit Schwefel gedüngten Parzellen grün statt gelb aussehen und die Erträge um bis zu 30 % höher ausfallen. Bemerkenswerterweise beschränkt sich die entvitalisierende Wirkung eines S-Mangels aber nicht nur auf pflanzenbauliche Aspekte des Weizens, sondern beeinflusst über eine verringerte Dehnbarkeit und einen erhöhten Dehnwiderstand des Teiges auch dessen technologische Eigenschaften (Abb. 1).

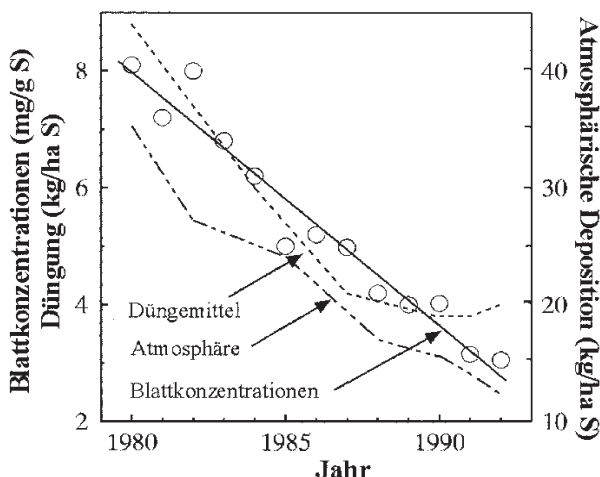
In mehreren Untersuchungen wurden bei S-Mangel höhere Anteile des backtechnologisch besonders wirksamen Glutenins gefunden. Auch wenn dies nicht ein durchgängiges Charakteristikum von S-Mangelweizen ist, so ist es doch für die sachgemäße Beurteilung der modernen Weizensorten mit ihren hohen Gluteningehalten bedeutungsvoll. Denn gerade diese Weizentypen mit Eigenschaften, wie sie unter S-Mangel auftreten, wurden und werden von der Züchtung selektiert und vom Bäcker gefordert. So verwundert es nicht, dass diese Entwicklung zu Weizensorten mit fester Proteinstruktur und hohen Gluteningehalten, wie sie eben auch unter S-Mangelbedingungen auftreten, gerade in dem Moment zu erheblichen technologischen Problemen führte, als es tatsächlich infolge der Verringerung der atmosphärischen S-Einträge (saurer Regen) seit Anfang der 80er Jahre infolge einer

flächendeckenden Installierung von Rauchgasentschwefelungsanlagen etc. (vgl. Abb. 2) zu S-Mangel nicht nur beim schwefelbedürftigen Raps (Schnug und Haneklaus 1994), sondern auch beim Weizen kam.

### Schwefelmangel – zu feste Teige

Diese Minderung der technologischen Qualität ist ab N:S-Verhältnissen über 17:1 bzw. S-Gehalten unter 0,12 % zu erwarten und beruht nicht – wie vor 50 Jahren – auf zu weichen, sondern auf zu festen Teigen! Offenbar hatten die mit Blick auf ein höheres Backvolumen angestrebten züchterischen Veränderungen der Weizenproteine in Richtung einer Verfestigung schon Anfang der 80er Jahre ein Optimum erreicht. Die ökologisch-historisch bedingte Absenkung der S-Einträge in die landwirtschaftlichen Nutzflächen bewirkte nun eine zusätzliche Entvitalisierung und damit Verfestigung des Weizenproteins. Teige aus solchen Mehlen setzten den Gärgasen plötzlich zu viel Widerstand entgegen, was zu einer Reduzierung des Backvolumens führt. Eine S-Düngung führt dann durch eine Erweichung der Teige nicht zu niedrigeren sondern zu höheren Backvolumina. Die prin-

### Schwefelversorgung von Raps in Norddeutschland



zipiell die Kleberstruktur erweichende Wirkung einer S-Düngung wurde sogar auch bei ausreichender natürlicher Versorgung des Standortes mit diesem Element bestätigt, wenn die S-Gabe (mit mindestens 200 kg/ha) nur hoch genug ausfiel (HAGEL et al. 1999 b, Abb. 3).

Abb. 2: Entwicklung der Einträge an atmosphärischem SO<sub>2</sub>-S, Anwendung S-enthaltender Dünger und S-Gehalten in Blättern von Raps (*Brassica napus*) in Norddeutschland (SCHNUG und HANEKLAUS 1994)

S-Düngungsversuche auf Betrieben des Ökologischen Landbaus schwefelmangelgefährdeter Standorte demonstrierten ebenfalls die besondere Bedeutung einer Schwefeldüngung für die Backqualität (Hagel 2000 b, Abb. 4). Die nicht mit Schwefel gedüngten Varianten (Kontrolle und Magnesium-

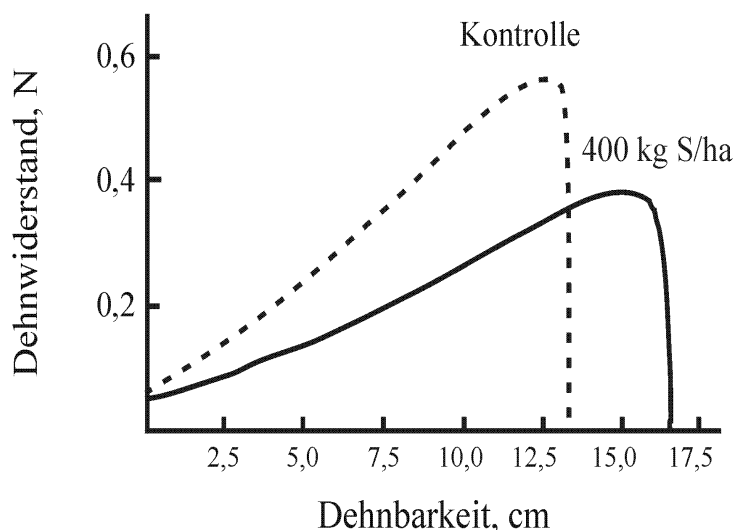


Abb. 3: Zugfestigkeit (gemessen in Newton, N) von Klebern (Weizensorte BUSSARD) der Varianten 0 und 400 kg S/ha eines S-Düngungsversuchs mit Kalimagnesia auf einem biologisch-dynamisch wirtschaftenden Betrieb. (HAGEL et al. 1999 b)

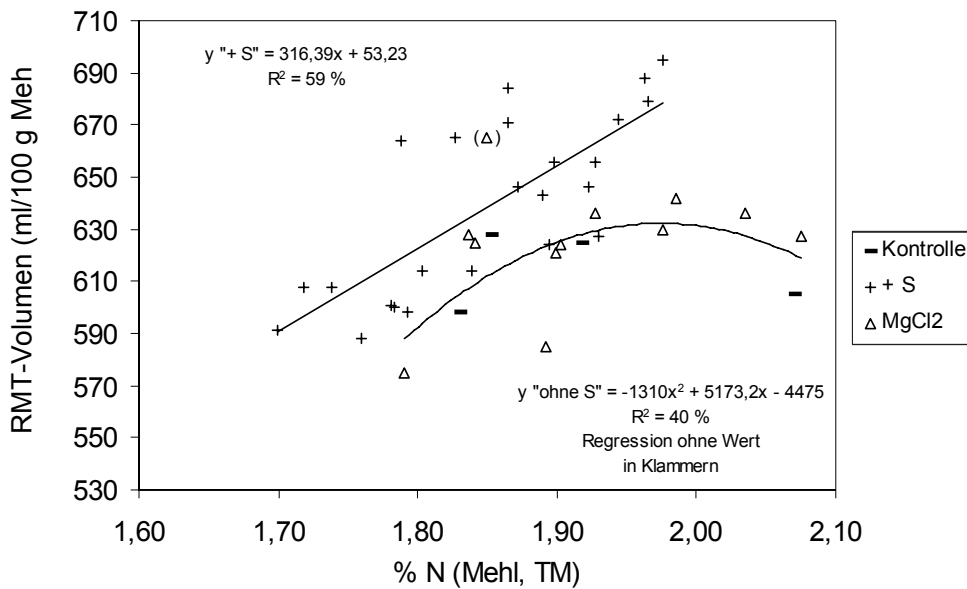


Abb. 4: Beziehung zwischen N-Gehalten des Mehls und Backvolumina im Rapid-Mix-Test von Winterweizen (Sorte RENAN) eines Schwefeldüngungsversuchs auf einem Betrieb des Ökologischen Landbaus. Ernte 1998; Versuchsstandort Tröndel; +S = Schwefeldüngung: 20, 40 und 60 kg S/ha als elementarer S und MgSO<sub>4</sub>-S, MgCl<sub>2</sub> = Magnesiumchloriddüngung als Ausgleichsdüngung zur Bestimmung des Mg-bedingten Ertragsanteils der MgSO<sub>4</sub>-Düngung (Hagel 2000 b)

chloriddüngung) wiesen mit steigenden N-Gehalten nach einem Optimum wieder sinkende Backvolumina auf. Allerdings konnten proteinschwache Weizenchargen mit Gehalten unter 1,70 % N (TM); (das entspricht 8,3 % Rohprotein, 86 % TM) durch die zusätzliche Verfestigung der Eiweißstruktur eine Verbesserung des schlechten Backvolumens erfahren. Selbstverständlich stellt es aber kein Ideal dar, deshalb einen Mangel (an Protein) durch einen weiteren (an Schwefel) ausgleichen zu wollen.

In besagter Studie (Hagel 2000 b) wird auch beschrieben, dass höhere Temperaturen zur Kornfüllungsphase des Weizen ebenfalls festere Teige bewirken. Man kann in der Wärme der Witterung einen nicht stofflichen Schwefelprozeß sehen. Dieser übt seinen Einfluß von „oben“ (Wärme über dem Boden) aus und führt zu den gleichen Entvitalisierungserscheinungen des Weizens (mit der Folge festerer Proteineigenschaften) wie der Mangel an stofflicher Schwefelsubstanz von „unten“ (des Bodens). Hier gilt es, beide Kraftwirkungen im Gleichgewicht zu halten, damit ein den Menschen im Ernährungsvorgang belebendes Eiweiß entsteht.

Alle diese Gesichtspunkte, die hier nur kurz geschildert werden konnten, rechtfertigen die Formulierung, daß der Konsument mit den modernen und backtechnologisch hochwertigen E- und A-Weizensorten Brot aus Schwefelmangelweizen verzehrt, womit nicht notwendig und in erster Linie ein stofflicher S-Mangel gemeint ist. Es wird hier von S-Mangelweizen gesprochen, weil die Eigenschaften dieser Sorten durch die Züchtung zur Verbesserung der Backqualität sehr nahe an die von Pflanzentypen mit einem tatsächlichen S-Mangel angenähert wurden. Die hier geschilderten Phänomene beschreiben auch keinen N-Mangel, da gerade eine N-Düngung diese Probleme verschärft.

### Weizenbrot ohne Kraft?

Diese Schwefelmangelweizenproblematik der modernen Weizensorten betrifft nicht nur den konventionellen, sondern auch den Ökologischen Landbau mit seinen besonderen Ansprüchen an die Nahrungsqualität, da es für diesen Bereich (noch) keine entsprechenden neuen Sorten gibt. Wie ist sie mit Blick auf die Ernährung zu beurteilen? Das Leben ist in erster Linie an die Existenz und die Qualität des Eiweißes gebunden. Le-

bendiges Eiweiß muß wasser- oder salzlöslich sein wie eben die Albumine und Globuline im Getreidekorn, sonst könnte es im gequollenen Korn keinen Keimungsstoffwechsel bewerkstelligen. Das Struktureiweiß (der Kleber) des Weizens ist aber aus diesem Leben herausgefallen. Sie sind entvitalisiert und können deshalb nur noch mechanische Funktionen (als Grundlage der Backqualität) erfüllen. Der Entvitalisierungsprozeß kann durch (stofflichen) S-Mangel (von unten) oder vermehrten Sulfur (als Prozeß) von oben weiter gesteigert werden. In den letzten Jahrzehnten wurden wegen der Backqualität Sorten mit immer festere Klebern selektiert, die aus einem Gleichgewicht dieser Kräfte herausgefallen sind. Da die Pflanze aber ein Ganzes ist, ist eine Auswirkung dieser Entwicklung auch auf die Nahrungsqualität zu erwarten. Bezeichnenderweise ergab ein Vergleich verschiedener Dinkelsorten mit bildschaffenden Methoden für die Sorten mit festen Klebern und zähen Teigen „Anzeichen einer verminderten Vitalität und zum Teil auch sklerotisierende Tendenzen“ (Kunz 1998).

Nun gewinnt der Mensch ja seine Kraft dadurch, daß er im Ernährungsprozeß die Vitalität der aufgenommenen pflanzlichen Nahrung zurückdrängen muß. Wie der Sportler wird auch der Organismus nur durch Training und Anstrengung leistungsfähig und robust. Die entvitalisierten Klebereiweiße des Weizens geben aber keine Kraft. Das kann jeder durch einen Versuch an sich selbst wahrnehmen, indem er die mehr oder weniger kräftigenden Wirkungen von Gebäcken aus Weizen oder Roggen (Auszugsmehl und Ganzkornschrot) vergleicht. Auch mit Blick auf die durch eine Überbeanspruchung der Nerven-Sinnes-tätigkeit im heutigen „modernen“ Leben generell geschwächte Le-

bensorganisation vieler Menschen stellen die modernen Weizensorten mit ihren übermäßig festen Proteinstrukturen (vor allem als Auszugsmehlgebäcke) kein sinnvolles Grundnahrungsmittel dar. Stellungnahmen von anthroposophischen Ärzten bestätigen, dass besonders mit Blick auf die zu vollziehende Bewältigung der Nahrungseiweise durch den Menschen die hier geschilderten züchterischen Veränderungen des Weizens kritisch zu beurteilen sind (KUMMER 1999, JACHENS 2000) Besonders Neurodermitiker sollten deshalb statt des Weizens den weniger verzüchteten Dinkel (oder noch besser den Roggen) bevorzugen. Allerdings ist auch hier darauf zu achten, dass Dinkelsorten ohne Weizeneinkreuzung gewählt werden.

In Zusammenarbeit mit dem biologisch-dynamischen Züchter Dr. Spieß (Dottenfelderhof, Bad Vilbel) wird aus der Kenntnis dieser und anderer zu beachtender Qualitätsaspekte an Weizentypen gearbeitet, die in ihren Eigenschaf-

ten (u.a. gute Proteingehalte bei akzeptablen Erträgen, überdurchschnittliche Albumin- und Globulingehalte, weichere Kleber) den Ansprüchen an eine den Menschen kräftigende Nahrung besser gerecht werden sollen. Technologische Probleme für das Backgewerbe sind mit diesen Sorten nicht

zwangsläufig zu erwarten, denn ein erfahrener Bäcker wird mit den verschiedensten Weizenqualitäten fertig. Und es gehört ja zum selbstverständlichen Leitbild von Demeter-Produkten, die Technologie an die Bedürfnisse des Menschen anzupassen und nicht umgekehrt. ■

#### Literatur

Hagel, I. (1999 a): Zur Proteinqualität von Weizen. – Der Zusammenhang zwischen Eiweißfunktion, Düngung und Ernährung. *Lebendige Erde*, 4/1999, 38-40.  
 HAGEL, I. H. WIESER und E. SCHNUG (1999 b): Wirkungen hoher Schwefelgaben auf Mineralstoffgehalte, Proteinfractionen und Kleberqualität von Weizen aus biologisch-dynamischem Anbau. *Deutsche Gesellschaft für Qualitätsforschung (Pflanzliche Nahrungsmittel) e.V.*, 34. Vortragstagung, 22./23. März 1999, Freising-Weißenstephan, 329-334.  
 Hagel, I. (2000 a): Biobrot aus Schwefelmangel-Weizen – Ein Beitrag zur Qualitätsbeurteilung der festen Proteinstruktur moderner Weizensorten. Band 14 der Schriftenreihe des Instituts für Biologisch-Dynamische Forschung, Brandschneise 5, 64295 Darmstadt, (48 Seiten, 24 Abbildungen und 5 Tabellen, 18,- DM).  
 Hagel, I. (2000 b): Auswirkungen einer Schwefeldüngung auf Ertrag und Qualität von Weizen schwefelmangelgefährdeter Standorte des Ökologischen Land-

baus. *Landbauforschung Völkenrode*, Sonderheft 220, ISBN 3-933140-42-0.  
 Jachens, L. (2000): Die Behandlung der Neurodermitis. *Weleda-Korrespondenzblätter* Nr. 150, 103-118.  
 Kummer, K.-R. (1999): Neurodermitis als Aufgabe in der Kinderheilkunde. *Weleda-Korrespondenzblätter* Nr. 149, 41-58.  
 Kunz, P. (1998): Züchtung standortangepasster Weizen- und Dinkelsorten für den biologisch-dynamischen und ökologischen Anbau. *Jahresbericht 1997. Getreidezüchtung Peter Kunz, Hof Breiten 5, CH – 8634 Hombrechtikon*.  
 Schnug, E. and S. Haneklaus (1994): Sulphur deficiency in brassica napus. *Biochemistry – Symptomatology – Morphogenesis. Wissenschaftliche Mitteilungen der Bundesforschungsanstalt für Landwirtschaft Braunschweig – Völkenrode, Sonderheft 144*.  
 Wrigley, C.W., D.L. du Cros, J.G. Fullington and D.D. Kasarda (1984): Changes in polypeptide composition and grain quality due to sulfur deficiency in wheat. *J. Cereal Sci.* 2, 15-24.

## Von Leitbildern zu Leitlinien – 6. Wissenschaftstagung zum Ökologischen Landbau

Alle zwei Jahre tragen Wissenschaftler aus verschiedensten Fachrichtungen rund um den Ökolandbau zusammen, was es Neues gibt. Das diesjährige Motto „von Leitbildern zu Leitlinien“ ist weniger der aktuellen Agrarwende zu verdanken, wiewohl sehr passend, sondern dem Wandel, der sich im Ökolandbau mit zunehmender Akzeptanz vollzieht – auch in der Forschung. Waren es früher nur wenige Institutionen, die sich mit Ökolandbau auseinandersetzen, so findet sich heute allerorten jemand, der eine Fragestellung auf diesem Feld bearbeitet. Mehr und mehr fließen damit auch ganz konventionelle Wertsetzungen und Problemlösungen ein. Daraus folgt in vielen Forschungsansätzen das Kurieren von Symptomen, das Ersetzen von einem Mittel durch ein anderes einerseits oder ökologisches Precision farming mit betrieblichen Messprogrammen andererseits. Der Auftrag der Tagung, Leitbilder zu untersuchen er-

weist sich so als notwendig. Neben einer Fülle von Arbeiten, die außer Details der Anbauverfahren auch Landschaft, Ökonomie, Markt und soziale Aspekte behandeln, – der Bereich Tiere kommt eher zu kurz – widmen sich ein dutzend Beiträge den Leitbildern des Ökolandbaus und dem Ökolandbau als Leitbild, z.B. für die Politik. Insbesondere die Nachhaltigkeit steht dagegen auf dem Prüfstand, alte Diskussionen werden hier neu aufgemacht, aber nicht präzise genug. So richtig spannend wird es denn auch nur beim Physiker Hans Peter Dürr, er entzieht der auch im Ökolandbau beliebten Vorstellung sich selbst steuernder emergenter Systeme den Boden. Ob die Tendenz der Richtlinien von Verbänden und Gesetzgebern zu immer mehr Präzision und höherer Regelungsdichte dem Anliegen nachhaltiger und standortgemäßer Bewirtschaftung gerecht wird – eine Frage, die Gunter Vogt aufwirft – bleibt unbeantwortet.

Konkrete Beispiele für eine Leitbildarbeit gibt allein der Demeter Bereich – am Beispiel des Verbandes und am Beispiel Milchviehfütterung. Der umfangreiche Band spiegelt den aktuellen Stand der Wissenschaft zum ökologischen Landbau in über 100 Beiträgen und macht zweierlei deutlich: dass nach wie vor Forschungsbedarf besteht und dass die Beziehung zur Praxis nicht aus dem Auge verloren werden darf. Alexander Gerber, Hohenheim, fordert denn auch einen stärker phänomenologischen und transdisziplinären Forschungsansatz.

*Von Leit-Bildern zu Leit-Linien, Beiträge zur 6. Wissenschaftstagung zum Ökologischen Landbau, Hrsg. von H.J. Reents, Verlag Dr. Köster, Berlin 2001, ISBN 3-89574-430-1, 498 S., DM 48,-*