

(Aus dem Institut für Pflanzenbau und Pflanzenzüchtung der Universität für Bodenkultur, Vorstand: o. Univ.-Prof. Dr. P. Ruckebauer, Gastprofessur Ökologischer Landbau)

Über das Problem der Vergleichsversuche und -untersuchungen zwischen konventionellem und Biologischem¹ Landbau – eine kritische Betrachtung

Von T. LINDENTHAL und J. HESZ

Zusammenfassung und Schlußfolgerungen

Nach wie vor fließt der überwiegende Teil der Forschungsgelder für den Ökologischen Landbau in den Bereich der Vergleichsversuche und -untersuchungen. Die Administration benötigt Ergebnisse aus diesen Versuchen als Entscheidungshilfe für die Agrar- und Umweltpolitik. Auch im Bereich der Grundlagenforschung wurden Vergleichsversuche und -untersuchungen durchgeführt.

In diesem Artikel werden Schwächen und Nutzen in der Literatur dokumentierter Vergleichsversuche aufgezeigt, und es kann festgestellt werden, daß sowohl die Umweltverträglichkeit als auch die Funktionsfähigkeit des Ökologischen Landbaus durch eine Vielzahl von Vergleichsversuchen und -untersuchungen ausreichend dokumentiert wurden. Diese Untersuchungen bewirkten zudem eine gewisse Öffnung in der Wissenschaft und der Politik.

Lediglich für spezielle Fragestellungen, insbesondere für das Aufzeigen bzw. Erarbeiten von Phänomenen und Gesetzmäßigkeiten von Agrarökosystemen, also vor allem in der Grundlagenforschung, kann Vergleichsuntersuchungen noch eine Berechtigung zugesprochen werden. Bei derartigen Versuchsanstellungen sind jedoch u. a. jene aus den angeführten Schwächen abzuleitende Kriterien für Vergleichsuntersuchungen stärker als bisher zu berücksichtigen. In Anbetracht der enormen Forschungslücken im Bereich der Weiterentwicklung des Systems Ökologischer Landbau ist es notwendig, die zur Verfügung stehenden Forschungskapazitäten verstärkt auf diesen Bereich zu konzentrieren.

Schlüsselworte: Biologischer Landbau, Ökologischer Landbau, Vergleichsversuche, Forschung.

¹ Die Begriffe Ökologischer und Biologischer Landbau werden synonym verwandt und sind im Sinne des Lebensmittelcodex-Bio (ANONYM 1992) bzw. der EG-VO 2091/92 (ANONYM 1991) zu verstehen.

On the problem of comparative experiments and investigations between conventional and ecological agriculture

Summary and conclusions

The major part of research funds for organic agriculture is still being used for comparative investigations between organic and conventional agriculture. The administration needs the results of these investigations to make decisions in agricultural and environmental policy. Also in basic research comparative investigations were made.

In this paper weakness and usefulness of comparative investigations are shown, and it can be stated that environmental compatibility and functionality of organic agriculture is now sufficiently documented by a lot of comparative investigations. Moreover, these investigations led to a certain awareness of science and politics towards organic agriculture.

It is suggested that in future comparative investigations only should be used in basic research to demonstrate or to work out new phenomena and basic principles of agricultural ecosystems. For conducting comparative investigations in future mentioned weakness of earlier experiments and deducting criteria should be taken into account. Considering the enormous research deficit in the system development of organic agriculture it is necessary to divert all available resources on this type of research.

Key-words: organic agriculture, ecological agriculture, comparative investigations, research.

1. Einleitung und Problemstellung

Obwohl das Ausmaß der Vergleichsuntersuchungen zwischen konventionellem und Biologischem Landbau in den letzten Jahren vor allem in Deutschland zugunsten einer verstärkten Forschung im Bereich der Systemoptimierung im Ökologischen Landbau zurückgegangen ist (LEHMBECKER und THODE 1990, HOCHMANN 1992), kommt bei einer gesamthaften Betrachtung der bisherigen Forschung zum Ökologischen Landbau im deutschsprachigen Raum den vergleichenden Untersuchungen immer noch die größte Bedeutung innerhalb dieses Forschungsbereiches zu. Dies gilt insbesondere für Österreich: Eine Analyse der Forschungsausgaben des Österreichischen Bundesministeriums für Land- und Forstwirtschaft (BMLF) für das Jahr 1991 (LINDENTHAL et al. 1993) zeigt, daß 80 % der Forschungsgelder zum Ökologischen Landbau den Vergleichsuntersuchungen zugute kamen. Im Forschungsetat 1993 ging der Anteil der Ausgaben für Vergleichsuntersuchungen auf 64 % zurück (BMLF 1994).

Versuchsansätze, untersuchte Fragestellungen, Aussagekraft und Interpretationen diverser Vergleichsuntersuchungen wurden bereits mehrfach einer kritischen Betrachtung unterzogen (VOGTMANN 1983, LAMPKIN 1986, PLAKOLM 1987 und DABBERT 1990). Anhand einer Zusammenschau von Zielen, Schwächen und nützlichen Aspekten der Vergleichsuntersuchungen soll hiermit ein Beitrag zur Diskussion über den Sinn weiterer vergleichender Untersuchungen geleistet werden.

2. Ziele der Vergleichsversuche und -untersuchungen

2.1 Entwicklung von Entscheidungshilfen für die Agrar- und Umweltpolitik

In Auftrag gegeben und finanziert werden Vergleichsversuche und -untersuchungen im wesentlichen durch öffentliche Stellen. Insbesondere von der Agrar- und Umweltpolitik werden Entscheidungshilfen für eine mehr oder weniger starke Förderung des Biologischen Landbaus und der diesbezüglichen Forschung erwartet. Ergebnisse aus Vergleichsuntersuchungen zwischen konventionellem und Biologischem Landbau sollen daher wissenschaftlich abgesicherte Aussagen über die Funktionsfähigkeit des Ökologischen Landbaus und die Auswirkungen dieser Bewirtschaftungsform auf Boden, Wasser und Luft im Vergleich mit der konventionellen Landbewirtschaftung ermöglichen.

2.2 Aufzeigen von Phänomenen in Agrarökosystemen, im Bereich der Nutztierökologie sowie bei der Produktqualität

Nachdem bereits erste Vergleichsuntersuchungen (SCHRÖDER 1980, DIEZ et al. 1986, STAIGER 1986) Hinweise für unterschiedliche Auswirkungen der Bewirtschaftungsweisen auf Boden und Produktqualität gegeben haben, wurden jene Vergleichsuntersuchungen verstärkt durchgeführt, die der Erfassung von Auswirkungen der Bewirtschaftungsweisen auf die Agrarökosysteme, die Nutztierökologie und die Produktqualität sowie deren Ursachen dienen (INGRISCH et al. 1989, PLOCHBERGER 1989, GRAVERT et al. 1991, SATTELMACHER et al. 1991, WINCKLER und STEINBACH 1991, PLOCHBERGER und VELMIROV 1992, NIGGLI 1993). Dies hat eine wissenschaftliche Erkenntniserweiterung und eine Impulsgebung auf neueren Forschungsgebieten (z. B. Bodenbiologie, Rhizosphärenbiologie, Mykorrhiza-Forschung, ökologische Tierhaltung, Qualitätsforschung), aber auch in etablierten Bereichen der Agrarforschung (z. B. Pflanzenernährung, Phytopathologie) zur Folge.

3. Schwächen der Vergleichsuntersuchungen

3.1 Geringe innovative Leistungen für den Ökologischen Landbau

Die Gesellschaft hat hohe Erwartungen an die (angewandte) naturwissenschaftlich-technische Forschung. Man erwartet von ihr Ergebnisse, die zur Lösung drängender Probleme beitragen. In der Regel ist die Forschung in diesem Bereich daher auf die Weiterentwicklung von möglichen Lösungsansätzen ausgerichtet. Der Bereich der agrarwissenschaftlichen Forschung ist davon nicht ausgenommen. Bei Betrachtung der Versuchsanstellungen und schließlich der Ergebnisse der Vergleichsuntersuchungen ist jedoch oftmals nur eine äußerst geringe Erfüllung dieser Anforderung festzustellen. Das große Ausmaß der Vergleichsuntersuchungen blockiert aufgrund der Bindung knapper Forschungsmittel vielmehr die Weiterentwicklung eines umweltgerechten Landbausystems und steht daher im Gegensatz zu einer Agrarforschung, die u. a. Konzepte für eine Verringerung bzw. Beseitigung der von der landwirtschaftlichen Produktion verursachten agrarökologischen Gefährdungen entwickeln soll.

Eine Ausrichtung der Forschung zum Ökologischen Landbau auf Vergleichsversuche ist außerdem vor folgendem Hintergrund kritisch zu betrachten. Schon nach einigen durchgeführten Vergleichsuntersuchungen stellt sich der

Ökologischer Landbau als eine funktionsfähige Alternative im Sinne einer umweltverträglichen Landwirtschaft heraus. Die landwirtschaftliche Praxis des Ökologischen Landbaus demonstriert dies im übrigen zudem bereits seit Jahrzehnten. Die „Testphase“ der Lösungsstrategie Ökologischer Landbau hätte daher spätestens Mitte der achtziger Jahre auf nicht untersuchte Bereiche und auf langfristige Vergleichsversuche zugunsten einer Methodenweiterentwicklung reduziert werden können.

3.2 Teilsysteme der Bewirtschaftungsweisen werden verglichen

Eine Auswertung nationaler und internationaler Vergleichsversuche und -untersuchungen zeigt, daß meist nur Teilaspekte bzw. Einzelkomponenten der Bewirtschaftungsweisen in Form von Exaktvergleichen (Parzellenversuche) oder Praxisvergleichen und nicht die Systeme in ihrer Ganzheit untersucht werden bzw. wurden. Daher ist der oftmals gebrauchte Begriff „Systemvergleich“ in diesem Zusammenhang zumindest unpräzise, wenn nicht gar unzulässig (LEHMBECKER und THODE 1990). So beschränkten sich z. B. einige betriebswirtschaftliche Vergleiche auf die Berechnung von Deckungsbeiträgen einzelner Kulturen anstatt zumindest Fruchtfolgedeckungsbeiträge zu betrachten. GRAF (1973), HERMANOWSKI (1989) sowie PADEL und EBERT (1989) erheben daher auch die Forderung nach einem Vergleich gesamtbetrieblicher Ergebnisse. Bei pflanzenbaulichen Fragestellungen beschränkten sich die Vergleiche häufig auf einzelne Parameter einer Frucht. In Einzelfällen mag diese Vorgehensweise durchaus ihre Berechtigung haben. Verallgemeinernde Rückschlüsse auf die Auswirkungen der Bewirtschaftungssysteme können aber nicht gezogen werden.

3.3 Einseitige Intentionen

In einigen Vergleichsuntersuchungen konnte ein einseitiger Bezug der Forscher zu einem im Versuch betrachteten Anbausystem erkannt werden. Dies zeigte sich in zu weitreichenden Interpretationen oder in Fehlern und Versäumnissen in den Versuchsanstellungen (bei Betriebsvergleichen: nicht repräsentative Auswahl der Betriebe, Auswahl der zu untersuchenden Parameter und Schläge; bei Parzellenvergleichen: unterschiedliche Qualität an exakter Versuchsbetreuung und -durchführung in Abhängigkeit von der Bewirtschaftungsweise usw.).

3.4 Teilweise fehlende Kenntnisse über den Ökologischen Landbau

Fehlende Kenntnisse über den Biologischen Landbau waren bei einigen Wissenschaftlern sowie Betriebsleitern insofern zu erkennen, als fachlich begründete Charakteristiken des Biologischen Landbaus teilweise nur lückenhaft in der Anlage und Durchführung bestimmter Exaktvergleiche berücksichtigt wurden. So ist bei manchen Versuchen dieser Art zu bedenken, daß der Biologische Landbau für einige Betriebsleiter und Wissenschaftler eine ungewohnte, neue Methode war, bei der erst gewisse Erfahrungen zu sammeln waren. Der konventionelle Landbau erwies sich dagegen als ein langjährig erprobtes und vertrautes System, mit dem sich die Forscher meist identifizieren konnten. Bei Praxisvergleichen hat dieser Mangel an Wissen zum Biologischen Landbau seitens der Forscher oft die Konsequenz, daß für den Biologischen Landbau wenig charakteristische Betriebe ausgewählt wurden.

3.5 Unterschiedliche Betriebsleiterfähigkeit

Bei Praxis- sowie Exaktvergleichen haben die unterschiedlichen Fähigkeiten der Praktiker weitreichende Konsequenzen auf das Versuchsergebnis und dessen Aussagekraft. So sind sowohl innerhalb der untersuchten Biobetriebe als auch innerhalb der betrachteten konventionell bewirtschafteten Betriebe enorme Unterschiede in der Qualität der von den Landwirten durchgeführten Maßnahmen im Bereich Saat, Bodenbearbeitung, Beikrautregulierung, Fruchtfolge usw. zu beobachten. In Parzellenvergleichen zeigt sich diese Schwäche in einer qualitativ unterschiedlichen Durchführung von Bewirtschaftungsmaßnahmen im besonderen in Abhängigkeit von der jeweiligen Variante innerhalb eines Exaktvergleiches. HEISZENHUBER und RING (1992) gehen davon aus, daß bei ökologischer Wirtschaftsweise die Betriebsleiterqualifikation einen noch größeren Einfluß auf den Betriebserfolg haben dürfte als im konventionellen Landbau, da die Produktionstechnik im Ökologischen Landbau nicht in dem Maße zu standardisieren ist wie im konventionellen Landbau, der zudem mit Hilfe einer jahrzehntelangen Forschung eine enorme Weiterentwicklung vor allem in bezug auf die Ertragshöhe und -sicherheit erfuhr.

3.6 Fehler in der Versuchsplanung

3.6.1 *Zu geringe Anzahl an Betriebspaaren*

Bei vielen Praxisvergleichen wurden oft nur ein bis maximal zwei Betriebspaare in die Untersuchungen einbezogen, so daß der Bewirtschaftungseinfluß von meist unterschiedlichen, von der Betriebsform aber weitgehend unabhängigen Verhältnissen auf den einzelnen Betrieben (Betriebsleiterqualifikation, Betriebsstruktur und -ausstattung, Unterschiede in Bodenparametern, in der Tierhaltung, der Landschaftsgestaltung usw.; vgl. LAMPKIN 1986) überdeckt wurde. Trotz der eingeschränkten Aussagefähigkeit derartiger Untersuchungen wurden häufig weitreichende Interpretationen zumindest für den untersuchten Standort vorgenommen. In manchen Publikationen wurde sogar der standortspezifische Einfluß ignoriert und Rückschlüsse für die Landwirtschaft eines gesamten Klimagebietes gezogen.

3.6.2 *Unzureichende Berücksichtigung regional spezifischer Betriebsstrukturen und der Betriebscharakteristiken im Ökologischen Landbau*

Im Zusammenhang mit dem Problembereich der Aussagekraft der jeweiligen Vergleichsuntersuchung ist bei Praxisvergleichen die Frage der Auswahl der Betriebe bzw. die Schwierigkeit der Erfassung systembedingter Unterschiede zu sehen (DABBERT 1990). So stellt sich die Frage, ob sehr intensiv oder relativ extensiv arbeitende konventionelle Betriebe mit vielfältiger oder getreidestarker Fruchtfolge und mit einem geringen oder hohen Anteil an Wirtschaftsdüngern für die jeweilige Region als repräsentativ herangezogen werden können. In vielen Fällen wurden dem Biologischen Landbau ähnlich wirtschaftende konventionelle Betriebe gegenübergestellt. Inwieweit diese für den jeweiligen Standort oder – bei verallgemeinernder Interpretation – für die gesamte Landwirtschaft einer Klimazone als „typisch“ angesehen werden können, wurde in fast keiner der durchgeführten Vergleichsuntersuchungen beantwortet.

Die Vielfalt der selbst auf dem gleichen Standort existenten Produktionsweisen zeigt sich im Ökologischen Landbau in noch ausgeprägterer Form. Hinzu kommt noch das Problem der adäquaten Erfassung der Direktvermarktung und

der Weiterverarbeitung bei betriebswirtschaftlichen Vergleichen (DABBERT 1990).

3.6.3 Zu kurzer Untersuchungszeitraum

In vielen Vergleichsuntersuchungen erstreckte sich der Untersuchungszeitraum nur auf ein bis zwei Jahre, mit z. T. nur einem oder wenigen Untersuchungszeitpunkten. Bewirtschaftungseinflüsse werden unter diesen Bedingungen (Momentaufnahmen) in starkem Ausmaß von den jeweiligen Witterungsbedingungen und vom Probenahmezeitpunkt beeinflusst (LAMPKIN 1986, GEHLEN 1987, PLAKOLM 1987, DIEZ et al. 1991, FREYER 1991).

In Relation zu den zu messenden Parametern wurden zudem einige Exaktvergleiche (besonders bei bodenkundlichen Betrachtungen) zu kurzfristig angelegt, was nicht selten zu Fehlinterpretationen der Ergebnisse führte. So zeigen die Erfahrungen bei bodenphysikalischen Untersuchungen sowie bei Vergleichsversuchen, die bodenbiologische und bodenchemische Parameter berücksichtigen (GEHLEN 1987, MAIRE et al. 1990, NIGGLI 1993), daß ein Exaktvergleich als Parzellenversuch häufig nur dann aussagekräftig wird, wenn er langfristig durchgeführt werden kann.

3.6.4 Zu geringer Abstand zwischen Umstellung und Untersuchungszeitpunkt

In Anschluß an den letztgenannten Punkt ergibt sich bei Betriebsvergleichen ein ähnliches Problem: In einigen Fällen wurden Schläge bzw. Betriebe untersucht, die erst seit wenigen Jahren biologisch bewirtschaftet wurden. Parameter, die nach erfolgter Umstellung auf Ökologischen Landbau nur langfristig ihren neuen Gleichgewichtszustand erreichen (so z. B. im Bereich der Bodenbiologie, der Herbologie, der Phytopathologie und der Erträge), wurden somit lediglich am Beginn dieser Dynamik gemessen. Gegebenenfalls kommen gar mögliche Fehler vorheriger konventioneller Bewirtschaftung besonders zum Tragen (PLAKOLM 1987, DABBERT 1990, HEISZENHUBER und RING 1992).

Zu der in diesem Zusammenhang abzuleitenden Frage des erforderlichen zeitlichen Abstandes zwischen der Umstellung und dem Zeitpunkt erster vergleichender Untersuchungen gibt es keine präzisen Angaben in den betreffenden wissenschaftlichen Arbeiten. Zudem ist dieser zeitliche Bezug abhängig von den zu untersuchenden Parametern.

Bei bodenkundlichen Untersuchungen gaben DIEZ et al. (1986) in Übereinstimmung mit GEHLEN (1987) eine mindestens siebenjährige biologische Bewirtschaftung als Auswahlkriterium für die Biobetriebe an. NIGGLI (1993) schloß aus den Ergebnissen des „DOK“-Vergleichsversuches in der Schweiz, daß sich Unterschiede in der Qualität und im Boden bei bestimmten Standorten erst nach zehn Jahren ökologischer Bewirtschaftung zeigen können. MAIRE et al. (1990) schätzten aus bodenbiologischer Sicht die Dauer der Umstellungsphase von einem konventionell in einen biologisch bewirtschafteten Boden sogar auf ca. 20 Jahre.

Zum Problem der erforderlichen Zeitspanne ökologischer Bewirtschaftung für eine Veränderung z. B. der Beikrautflora, der phytopathologischen Situation oder der Fruchtbarkeit von Milchvieh gibt es ebenso keine klaren Angaben, wobei hier im besonderen standort- und betriebsspezifische Bedingungen eine Rolle spielen und eine allgemeinere Aussage verhindern.

4. Nutzen der Vergleichsversuche und -untersuchungen

4.1 Entpolarisierung innerhalb der Agrarwissenschaften

Die wissenschaftliche Diskussion zum Ökologischen Landbau war von Beginn an von einer starken Emotionalisierung und vor allem Polarisierung gekennzeichnet. Die bereits seit den siebziger Jahren laufenden Vergleichsversuche und -untersuchungen trugen meist zu einer Versachlichung im wissenschaftlichen Disput über die Bewirtschaftungsweisen bei. Dieser Effekt wurde durch Forschungsprojekte zur Systemoptimierung im Ökologischen Landbau, die ab Mitte der achtziger Jahre vermehrt durchgeführt wurden, noch verstärkt. Im besonderen jedoch konnten Berührungspunkte von bisher ausschließlich im konventionellen Landbau forschenden Wissenschaftlern in vielen Fällen über eine Beteiligung an vergleichenden Untersuchungen abgebaut werden. Somit wurde oftmals erst die Voraussetzung für den Einstieg in die interdisziplinäre Forschung zum Ökologischen Landbau an den Universitäten geschaffen.

4.2 Dokumentation der Umweltverträglichkeit und Wirtschaftlichkeit des Ökologischen Landbaus

Die Vielzahl an Ergebnissen aus bisher durchgeführten Vergleichsuntersuchungen erlauben es, unter Berücksichtigung der gegebenen statistischen Unsicherheit und der angeführten Schwächen tendenziell positive Auswirkungen des Ökologischen Landbaus auf verschiedene Parameter der Agrarökosysteme abzuleiten (z. B. im Bereich Bodenbiologie, Artenvielfalt der Ackerflora und -fauna, Gewässerschutz, CO₂-Bilanz; LINDENTHAL et al. 1993). Des Weiteren wurde die Funktionsfähigkeit und Wirtschaftlichkeit des Ökologischen Landbaus mehrfach auch von wissenschaftlicher Seite bestätigt (HERMANOWSKI 1989, BML 1986–1991, MÜHLEBACH 1990, HEISZENHUBER und RING 1992).

4.3 Aufzeigen von Phänomenen in Agrarökosystemen

Wie bereits in Punkt 2.2 angeführt, zeigen einige Vergleichsuntersuchungen Phänomene in Agrarökosystemen auf (vgl. z. B. INGRISCH et al. 1989, PLOCHBERGER 1989, GRAVERT et al. 1991, SATTELMACHER et al. 1991, WINCKLER und STEINBACH 1991, NIGGLI 1993) und dienen damit der wissenschaftlichen Erkenntniserweiterung und Impulsgebung auf verschiedenen z. T. neueren Forschungsgebieten. Ein derartiger wissenschaftlicher Fortschritt kann daher als bedeutsamer Nutzen von Vergleichsuntersuchungen gesehen werden, nicht zuletzt auch, weil bestehende Vernetzungen zwischen ökologischer Grundlagenforschung und angewandten agrarwissenschaftlichen Disziplinen damit erweitert wurden (vgl. z. B. INGRISCH et al. 1989, PFIFFNER 1990, BASEDOW 1991, OBERSON et al. 1991, SATTELMACHER et al. 1991).

Literatur

- ANONYM, 1991: Verordnung (EWG) Nr. 2092/91 des Rates vom 24. Juni 1991 über den ökologischen Landbau und die entsprechende Kennzeichnung der landwirtschaftlichen Erzeugnisse und Lebensmittel. Amtsblatt der Europäischen Gemeinschaften, L 198.
- ANONYM, 1992: Österreichisches Lebensmittelbuch, III. Auflage, Kapitel A 8: Landwirtschaftliche Produkte aus biologischem Landbau und daraus hergestellte Folgeprodukte, Bundesministerium für Gesundheit, Sport und Konsumentenschutz/Hrsg.
- BASEDOW, T., 1991: Siedlungsdichte und Biomasse wichtiger Schädlingsantagonisten, der epigäischen Raubarthropoden, auf Winterweizenfeldern in extrem unterschiedlich intensiv bewirtschafteten Agrarräumen. Z. Pflanzenkr. Pflanzensch., 98, 371–377.
- BML, 1986–1991. Agrarberichte der Jahre 1986 bis 1991, Bundeslandwirtschaftsministerium der Bundesrepublik Deutschland/Hrsg.

- BMLF, 1994: Persönliche Mitteilung.
- DABBERT, S., 1990: Zur optimalen Organisation alternativer landwirtschaftlicher Betriebe. Untersucht am Beispiel organisch-biologischer Haupterwerbsbetriebe in Baden-Württemberg. Diss. Hohenheim.
- DIEZ, TH., H. WEIGELT, H. BORCHERT, TH. BECK, J. BAUCHHENSZ, S. HERR, J. AMMAN und G. POMMER, 1986: Vergleichende Bodenuntersuchungen von konventionell und alternativ bewirtschafteten Betriebsschlägen. Bayer. Landwirtsch. Jb. 63, 979-1019.
- DIEZ, TH., TH. BECK, H. BORCHERT, P. CAPRIEL, M. KRAUSS und J. BAUCHHENSZ, 1991: Vergleichende Bodenuntersuchungen von konventionell und alternativ bewirtschafteten Betriebsschlägen - 2. Mitt. Bayer. Landwirtsch. Jb. 68, 409-443.
- FREYER, B., 1991: Ökologischer Landbau. Planung und Analyse von Betriebsumstellungen. Ökologie und Landwirtschaft 2, Verlag Josef Margraf.
- GEHLEN, P., 1987: Bodenchemische, bodenbiologische und bodenphysikalische Untersuchungen konventionell und biologisch bewirtschafteter Acker-, Gemüse-, Obst- und Weinbauflächen. Diss. Bonn.
- GRAF U., 1973: Methoden des biologischen Landbaus - Versuch einer vergleichenden Darstellung. Schw. Landw. Monatshefte 51, 299-309.
- GRAVERT, H. O., K. PABST, D. ORDOLFF und U. TREITEL, 1991: Milcherzeugung im alternativen Anbau. Ökologie und Landbau 80, 20.
- HEISZENHUBER, A. und H. RING, 1992: Ökonomische und umweltbezogene Aspekte des ökologischen Landbaues. Bayer. Landwirtsch. Jb. 69, 275-305.
- HERMANOWSKI, R., 1989: Vergleich alternativer und konventioneller landwirtschaftlicher Betriebe in Hessen. Schriftenreihe der Professur Regional- und Umweltpolitik im Institut für landwirtschaftliche Betriebslehre. 25, Gießen.
- HOCHMANN, J., 1992: Literaturdokumentation und Forschungsbedarf im ökologischen Landbau. Studie der Univ. Kiel, Agrarwissensch. Fak., Fachgebiet Ökologischer Landbau.
- INGRISCH, S., U. WASNER und E. GLÜCK, 1989: Vergleichende Untersuchung der Ackerfauna auf alternativ und konventionell bewirtschafteten Flächen. In: Alternativer und konventioneller Landbau. Schriftenreihe der Landesanstalt für Ökologie, Landwirtschaftsentwicklung und Forstplanung NRW, 11, Münster-Hiltrup, 113-272.
- LAMPKIN, N., 1986: Studien über biologische Landbausysteme in Westeuropa und Nordamerika - eine Literaturübersicht zu Fragen der Ökonomie, Qualität, Quantität, Ökologie, Vermarktung und Energiebilanz. In: VOGTMANN, H., E. BOEHNCKE und I. FRICKE (Hrsg.): Öko-Landbau - eine weltweite Notwendigkeit. Alternative Konzepte 50, C. F. Müller Karlsruhe, 237-269.
- LEHMBECKER, G. und U. THODE, 1990: Lehre und Forschung im Ökologischen Landbau an den Hochschulen und freien Forschungsinstituten Europas. Studie der Univ. Kiel, Agrarwissensch. Fak., Fachgebiet Ökologischer Landbau.
- LINDENTHAL, T., W. MÜLLER, J. HESZ, G. PLAKOLM und W. HARTL (1993): Forschung im biologischen Landbau - Eine Bestandsaufnahme im deutschsprachigen Raum unter besonderer Berücksichtigung von Österreich. UBA und BMLF (Hrsg.), Monographieren 36.
- MÜHLEBACH, J., 1990: Betriebsvergleich zwischen biologisch und konventionell geführten Betrieben. Landw. Schweiz 3, 629-633.
- MAIRE, N., J.-M. BESSON, H. SUTER, G. HASINGER und A. PALASTHY, 1990: Influence des pratiques culturales sur l'équilibre physico-chimique et biologique des sols agricoles. Rech. agronom. en Suisse, 29, 61-74.
- NIGGLI, U., 1993: Wie müssen Wissenschaftsstrukturen beschaffen sein, daß die Forschung und das Versuchswesen dem biologischen Landbau gerecht werden. In: BMLF (Hrsg.): Forschungskolloquium „Biologischer Landbau“, Linz, 5. und 6. November 1991; Sonderausgabe Förderungsdienst 21-31.
- OBERSON, A., J.-M. BESSON, S. K. GUPTA und H. STICHER, 1991: Auswirkungen dreier Anbausysteme (DOK-Versuch) auf die Verteilung organischer und anorganischer Phosphorfraktionen und auf ausgewählte bodenbiologische Parameter in einer Parabraunerde auf Löss. Mitt. Ges. f. Pflanzenbauwiss. 4, 51-54.
- PADEL, S. und U. EBERT, 1989: Ökologischer Landbau in Schleswig-Holstein. Grundzüge und wirtschaftliche Möglichkeiten. Betriebswirtsch. Mitt. Landwirtschaftskammer Schleswig-Holstein, 406, 19-27.
- PIFFNER, L., 1990: Auswirkungen unterschiedlicher Bewirtschaftung auf das Vorkommen epigäischer Arthropoden, insbesondere auf Laufkäfer (Col., Carabidae), in Winterweizenparzellen. Mitt. Schweiz. Entomolog. Ges. 63, 63-76.
- PLAKOLM, G., 1987: Grundsatzfragen über Versuche zum biologischen Landbau, Förderungsdienst 10, 292-296.

- PLOCHBERGER, K., 1989: Feeding experiments. A criterion for quality estimation of biologically and conventionally produced foods. *Agric., Ecosystem Environ.* 27, 419–428.
- PLOCHBERGER, K. and A. VELMIROV, 1992: Are food preference tests with laboratory rats a proper method for evaluating nutritional quality? *Biol. Agric. Hortic.*, 8, 221–233.
- SATTELMACHER, B., S. REINHARD and A. POMIKALKO, 1991: Differences in mycorrhizal colonization of rye (*Secale cereale* L.) grown in conventional or organic (biological-dynamic) farming systems. *J. Agronomy & Crop Science* 167, 350–355.
- SCHRÖDER, D., 1980: Stroh- und Celluloseabbau sowie Dehydrogenaseaktivität in „biologisch“ und „konventionell“ bewirtschafteten Böden. *Landwirtsch. Forsch.*, Sh. 37, 169–175.
- STAIGER, D., 1986: Einfluß konventionell und biologisch-dynamisch angebauten Futters auf Fruchtbarkeit, allgemeinen Gesundheitszustand und Fleischqualität beim Hauskaninchen. Diss. Bonn.
- VOGTMANN, H., 1983: Experiences and views on comparative experiments in the field of biological agriculture. In: DLOUHY, J. and G. NILSSON (eds.): International scientific colloquium on comparisons between farming systems, Uppsala, March 21–24, 1983. Swedish university of agricultural sciences, Report 124, Uppsala.
- WINCKLER, C. und J. STEINBACH, 1991: Nutztierökologische Untersuchungen in Milchviehbetrieben. *Ökologie und Landbau* 80, 12–14.

(Manuskript eingelangt am 6. Juni 1994, angenommen am 16. Juni 1994)

Anschrift der Verfasser:

Dipl.-Ing. Thomas LINDENTHAL und Univ.-Prof. Dr. Jürgen HESZ, Gastprofessur Ökologischer Landbau, Institut für Pflanzenbau und Pflanzenzüchtung der Universität für Bodenkultur Wien, Gregor-Mendel-Straße 33, A-1180 Wien