

## Schwerpunkte und Probleme des Versuchswesens im ökologischen Landbau

*Dr. Joachim Raupp, Institut für biologisch-dynamische Forschung e.V., Darmstadt*

### Einleitung

Die Forschung zum ökologischen Landbau ist so alt wie der ökologische Landbau selbst, also über 70 Jahre (siehe KOEPF, 1996). Allerdings entwickelte sie sich in den ersten 50 Jahren vorwiegend in den landwirtschaftlichen Betrieben (heute würde man sagen: *on-farm research*) und weltweit in einigen wenigen, privaten Einrichtungen wie z.B. in unserem Institut in Darmstadt, das 1950 gegründet wurde. In staatlichen Forschungsinstituten und Versuchsstationen wurden zu dieser Zeit so gut wie keine Untersuchungen zum ökologischen Landbau betrieben. Dies begann erst ganz vereinzelt Mitte der siebziger Jahre und wurde etwas umfangreicher in den Achtzigern und Neunzigern. Mit wachsendem öffentlichen Interesse am ökologischen Landbau erschienen seit 1990 wiederholt zusammenfassende Berichte über die aktuellen Forschungsschwerpunkte und über weiteren Forschungsbedarf sowie Studien zur Bewertung und Weiterentwicklung von Forschungsinstrumenten und -methoden für den speziellen Bedarf des ökologischen Landbaus. Diese Veröffentlichungen bezogen sich vorwiegend auf Deutschland und seine Nachbarländer (HOCHMANN, 1992; LEHMBECKER & THODE, 1990; LINDENTHAL, 1993; LINDENTHAL et al., 1996; RAUPP, 1992). Entsprechende Berichte und Tagungsbände auf internationaler Ebene sind beispielsweise BESSON, 1990; KOEPF, 1993; KOEPF, 1996; KRISTENSEN & HOEGH-JENSEN, 1996; OESTERGAARD, 1996; WYNEN, 1997.

Ich möchte an dieser Stelle jedoch keine Zusammenfassung dieser Veröffentlichungen referieren, sondern mich mehr auf die versuchstechnischen Belange konzentrieren und aufgrund meiner Arbeitserfahrung in öffentlichen und privaten Forschungseinrichtungen einige Schwerpunkte und Probleme der Versuchstätigkeit beschreiben. Dabei wird manches für das landwirtschaftliche Versuchswesen insgesamt zutreffen, einige Punkte gelten aber wegen der Besonderheiten dieser Wirtschaftsweisen speziell oder in besonderem Maße für Versuche zum ökologischen Landbau.

### 1. Wichtige Rahmenbedingungen der Versuchstätigkeit

**Priorität auf experimentellen Untersuchungen.** Die meisten Forschungsaktivitäten dürften auch heute noch produktionstechnische Fragen im weiteren Sinne, also Probleme der Bodennutzung und Nutztierhaltung und damit zusammenhängende, agrarökologische Themen zum Gegenstand haben. Diese Untersuchungen beinhalten in der Regel die Durchführung von Experimenten (Feldversuche, Gefäßversuche im Freiland oder unter kontrollierten Bedingungen, Fütterungsversuche usw.). Sie bedienen sich also des klassischen Instrumentariums naturwissenschaftlicher Forschung. Dagegen sind wirtschafts- und sozialwissenschaftliche Projekte seltener anzutreffen.

Bei den produktionstechnischen und agrarökologischen Fragestellungen geht es in der Regel darum, den landwirtschaftlichen Erfolg einer Bewirtschaftungsmaßnahme, ihre ökologischen Grundlagen (z.B. Schädlingsregulierung durch Förderung von Nützlingen) und die weiterreichenden Konsequenzen landwirtschaftlichen Tuns im Naturhaushalt aufzuzeigen und beurteilen zu können. Aus der Sicht des ökologischen Landbaus muß der **Erfolg einer Maßnahme**

letztlich in zweierlei Hinsicht beurteilt werden:

- **auf der Ebene des Gesamtbetriebes:** Problemlösungen sind für einen ökologischen Betrieb nur dann brauchbar, wenn sie den Nutzen des gesamten Betriebssystems vergrößern und nicht nur für einen Teilbereich eine Verbesserung bedeuten. Auf einen Einzelbereich (Betriebszweig oder Teile davon) konzentrierte Vorschläge bergen immer die Gefahr, an einer anderen Stelle des Systems unbeabsichtigte oder zunächst unerkannte Nebenwirkungen zu haben, deren Konsequenzen ein neues Problem (oder mehrere) schaffen. Beispiel: Eine veränderte Bodenbearbeitungstechnik zu Getreide kann Wachstum und Ertrag des Getreides erhöhen, aber vielleicht die Verunkrautung der Folgefrucht verstärken, weil danach mehr keimfähige Unkrautsamen im Oberboden verbleiben.
- **nach ihren langfristigen Effekten:** Ökologischer Landbau beruht nicht auf kurzfristigen Erfolgen, sondern darauf, unter den jeweiligen Standortbedingungen ein auf lange Sicht tragfähiges und stabiles Betriebssystem zu etablieren. Beispiel: Eine Änderung der Düngung oder der Fruchtfolge kann Ertragsvorteile für die betreffende Kultur bedeuten; wenn sie aber langfristig zur Abnahme des Humusgehaltes führt, kann die Leistungsfähigkeit und Funktionssicherheit des ganzen Betriebes darunter leiden.

Ungewollte Sekundäreffekte oder langfristige Nachteile sind im ökologischen Landbau nur schwer oder gar nicht zu kompensieren. Die **inhaltliche Ausrichtung** der Versuchstätigkeit sollte deshalb die folgenden Kriterien möglichst weit erfüllen:

- **interdisziplinär;** die Probleme sind häufig sehr komplex, so daß mehrere Fachgebiete an einem Projekt arbeiten sollten (z.B. Pflanzenbau, Landtechnik, Pflanzenphysiologie und Pflanzenzüchtung zum Thema Unkrautregulierung);
- **praxisnah;** gerade die Praktiker und Berater des ökologischen Landbaus haben einen großen Bedarf an direkt verwertbarer Information und fordern eine intensivere Zusammenarbeit zwischen Praxis und Forschung (ZERGER, 1999);
- **standortbezogen;** die natürlichen Standorteinflüsse spielen im ökologischen Landbau eine große Rolle; Anbausysteme müssen daher standortspezifisch entwickelt werden; eine Maßnahme oder ein Faktor (Bodenbearbeitungsgerät, Sorte u.a.) muß nicht überall gut sein;
- **Grundlagen-orientiert;** es bestehen noch große Kenntnislücken bei den biologischen und ökologischen Grundlagen (z.B. was beeinflußt die Populationsentwicklung bestimmter Schädlinge; welche Eigenschaften bedingen die Anfälligkeit oder Resistenz einer Wirtspflanze?); auf diesen Kenntnissen aufbauend könnten praktische Maßnahmen für den ökologischen Landbau entwickelt werden.

Es ist leicht einzusehen, daß kein Forschungsprojekt alle Kriterien in großem Umfang erfüllen kann, darauf kommt es auch nicht an. Teilweise widersprechen sich einzelne Kriterien. So kann ein Projekt nur schwer völlig praxisnah und gleichzeitig extrem Grundlagen-orientiert sein. Es müssen also Schwerpunkte gesetzt werden. Dies gilt für die inhaltliche Ausrichtung der Versuche ebenso wie für die zugrundeliegende Fragestellung, damit ein Projekt effektiv ist und nicht überfrachtet wird.

## 2. Thematische Schwerpunkte

Die folgende Beschreibung will keineswegs komplett oder repräsentativ für alle Versuchs-

aktivitäten zum ökologischen Landbau sein; ich möchte lediglich einige Beispiele von Projekten beschreiben, um besonder wichtige Themen und Zielsetzungen der Forschung damit zu veranschaulichen.

**Bodenfruchtbarkeit.** Die Erhaltung oder womöglich Verbesserung der Bodenfruchtbarkeit ist ein zentrales Anliegen des ökologischen Landbaus. Entsprechende Forschung hat eine lange Tradition und begann in vielen Fällen mit Vergleichsuntersuchungen zwischen ökologisch und konventionell bewirtschafteten Praxisflächen (z.B. DIEZ et al., 1986; WEISS, 1988). Mit der Weiterentwicklung der Analysemethoden für bodenbiologische Parameter ergaben sich neue Möglichkeiten, nicht nur für Vergleichsuntersuchungen, sondern auch für die Ursachenforschung. Die Bedeutung der organischen anstelle der mineralischen Düngung für die stärkere Ausprägung bodenbiologischer Eigenschaften von ökologisch bewirtschafteten Äckern ist wiederholt untersucht und beschrieben worden (BACHINGER, 1996; FLIEBBACH et al., 1997; FRIEDEL et al., 1997; MÄDER et al., 1996; RAUPP et al., 1995). Wenn die Stallmistdüngung mit der Anwendung der biologisch-dynamischen Präparate kombiniert wird, kann dies zu einer noch stärkeren biologischen Aktivität des Bodens führen. Dies wurde anhand der Dehydrogenaseaktivität mit den Ergebnissen dreier langjähriger Düngungsversuche auf verschiedenen Standorten Europas gezeigt (MÄDER et al.; 1996). Im Vergleich zur Mineraldüngervariante des jeweiligen Standortes erreichte die organische Düngung bis zu 73% und die biologisch-dynamische Variante bis zu 98% höhere Werte (Tab. 1). Interessanterweise hatte die Variante mit kombinierter organischer und mineralischer Düngung deutlich schwächere Dehydrogenaseaktivitäten als die Systeme ohne jede mineralische Düngung.

**Tab. 1:** Einfluß der Düngung und Anwendung biol.-dyn. Präparate auf die Dehydrogenaseaktivität (DEH) des Bodens in Langzeit-Versuchen: Therwil (Schweiz), Darmstadt (Deutschland) und Järna (Schweden). Ergebnisse jeweils relativ zu Mineraldüngung = 100 %

System	Ort	Therwil	Darmstadt	Järna
	Bodenart	Lehm	Sand	Ton
Biol.-dyn.	Variante	D2	RMBD	K1
	DEH	<b>198</b>	<b>144</b>	<b>190</b>
Organisch	Variante	O2	RM	K3
	DEH	<b>169</b>	<b>129</b>	<b>173</b>
Org.-Min.	Variante	K2		K4
	DEH	<b>125</b>	---	<b>142</b>
Mineralisch	Variante	M2	MIN	K7
	DEH	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>

Zusammenstellung von MÄDER et al. (1996); Datengrundlage und Quellen siehe dort.

**Sortenzüchtung und Saatgutforschung.** In diesem Sektor wurde anfangs die Frage untersucht, ob die modernen Zuchtsorten auch für den ökologischen Landbau geeignet oder ob ältere Sorten besser an seine Anbaubedingungen angepaßt sind (u.a. STÖPPLER, 1988). Obwohl diese Frage auch in anderen Untersuchungen grundsätzlich positiv beantwortet worden ist (was selbstverständlich nicht für jede einzelne, moderne Sorte gilt), haben sich mit der Zeit verschiedene Initiativen privater Vereine oder Forschungseinrichtungen gebildet, welche Getreide- oder

Gemüsearten speziell für ökologischen Anbau züchten oder wertvolle, vorhandene Sorten erhalten oder diverse Forschungsprojekte zur Verbesserung der Saatgutqualität betreiben. Eine Abteilung unseres Institutes ist beispielsweise an einem Ringversuch beteiligt, in dem fünf biologisch-dynamische Züchter ihre Weizenstämme ausgetauscht haben und an den fünf Standorten in Deutschland und der Schweiz über mehrere Jahre anbauen (KUNZ et al., 1997). Obwohl die allgemein angebotenen Sorten prinzipiell einsetzbar sind, wird heute eine eigenständige Züchtung und Saatgutforschung für ökologischen Anbau betrieben, weil auf die Anwendung der Gentechnik in der Züchtung verzichtet wird (KARUTZ, 1999; MÜLLER & HEß, 1997; WIRZ & LAMMERTS VAN BUEREN, 1997), weil man gegenüber Hybridsorten skeptisch ist oder zumindest Populationsorten bevorzugt (MÜLLER, 1996) und um die Vorteile beim Nachbau hofeigenen Saatgutes zu untersuchen und für die Praxis nutzbar zu machen (SPIEB, 1996 u. 1999). Der Ausschluß gentechnisch veränderter Organismen und Produkte von der ökologischen Erzeugung und Verarbeitung gilt übrigens weltweit (IFOAM, 1999).

**Tab. 2:** Unkrautdeckungsgrade in Sommerweizen (in EC37) und Kornerträge der Kultur bei organischer und mineralischer Düngung (RAUPP et al., 1998a)

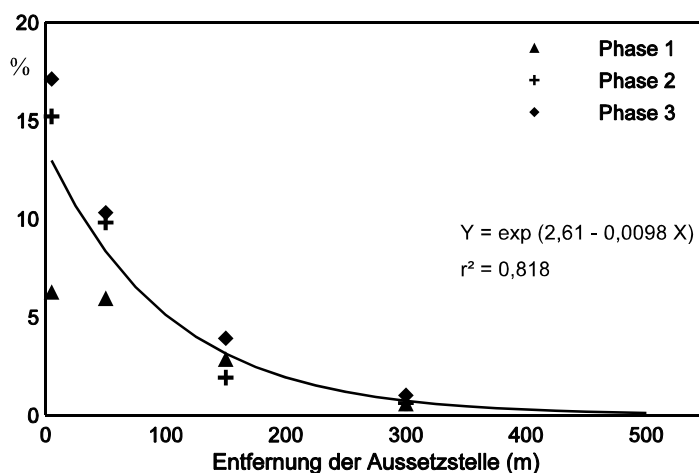
Düngung	Unkrautdeckung (%)	Kornertrag (dt/ha)
Rottemist	25,3 a	38,3
Rottemist + biol.-dyn. Präparate	24,7 a	39,4
Mineraldüngung	6,9 b	38,1
niedrig (60 kg N/ha)	15,7	34,9 a
mittel (100 kg N/ha)	20,4	39,5 b
hoch (140 kg N/ha)	20,8	41,4 b

Mittelwerte des Faktors Düngerart oder -menge mit ungleichen Buchstaben unterscheiden sich signifikant ( $p < 0,05$ ).

**Umweltkonsequenzen von landwirtschaftlichen Maßnahmen.** Wohl keine andere Form der Landwirtschaft hat sich selbst so intensiv mit ihren Konsequenzen für Umwelt- und Naturgüter befaßt wie der ökologische Landbau. Und keine andere Wirtschaftsweise wurde von außenstehender Seite in dieser Hinsicht ähnlich genau und oft unter die Lupe genommen. Dadurch gibt es eine Fülle von Untersuchungen, überwiegend zu den Problembereichen Grundwasser- und Trinkwasserschutz sowie Arten- und Biotopschutz, wobei zu einem Bereich meist mehrere Untersuchungen mit verschiedener Vorgehensweise durchgeführt worden sind. Zur Problematik der Nitratbelastung des Grundwassers gibt es klassische Feldversuche mit verschiedenen Fruchtfolge- und anbautechnischen Varianten (HEß, 1989; KÖNIG, 1996) und Erhebungen auf Betriebsflächen oder Versuchsbetrieben (BRANDHUBER & HEGE, 1992; FEIGE & RÖTHLINGSHÖFER, 1990; HEIBENHUBER & RING, 1992; HEß et al. 1990; KÖNIG, 1996 ZADOKS, 1989). Gerade zu diesem Themenkomplex gibt es in Zusammenhang mit Leguminosenanbau wesentlich mehr deutsche und ausländische Untersuchungen als ich hier anführen kann (Übersicht siehe z.B. KRISTENSEN, 1995). Als Zusammenfassung kann man festhalten, daß bei ökologischer Bewirtschaftung, unter Voraussetzung der richtigen, standortgemäßen

Maßnahmenkombination (Fruchtfolgegestaltung, Art und Zeitpunkt des Leguminosenumbruchs u.a.), das Risiko des Nitrataustrages geringer ist als bei konventioneller Wirtschaftsweise. Allerdings sind die vorhandenen Erkenntnisse noch nicht überall in die Praxis der ökologischen Betriebe umgesetzt.

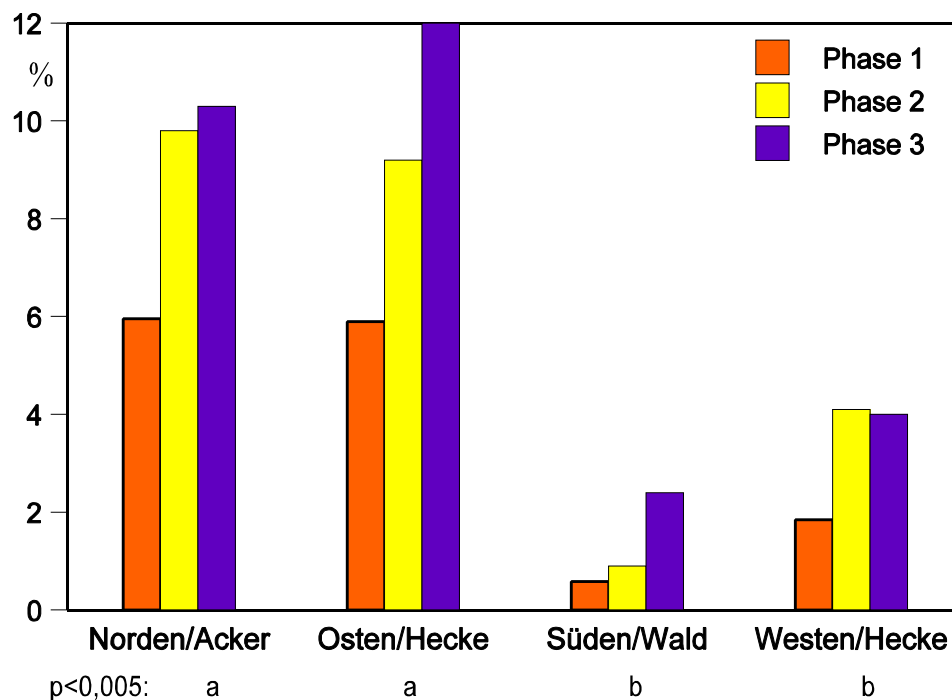
Weitaus zahlreicher als ich hier wiedergeben kann, sind auch die Untersuchungen zur Unkrautregulierung und die Erhebungen zum Vorkommen von Wildkräutern auf ökologisch und konventionell bewirtschafteten Flächen (CALLAUCH, 1981; ELSEN, 1994; FRIEBEN, 1990; HERRMANN et al., 1986; PLAKOLM, 1989; um nur wenige Beispiele zu nennen). Übereinstimmendes Resultat der Untersuchungen ist, daß die Unkrautvegetation ökologischer Betriebe höhere Artenzahlen und Deckungsgrade aufweist als auf benachbarten konventionellen Flächen mit derselben Kultur. Weil außerdem oft auch mehr Rote Liste-Arten zu finden sind, wird dem ökologischen Landbau die größere Bedeutung für den floristischen Artenschutz beigemessen. Sicher ist der Verzicht auf Herbizide dafür eine wesentliche, aber nicht die einzige Ursache für einen arten- und individuenreicheren Wildkrautbestand. Ein weiterer Grund ist die organische, anstelle der mineralischen Düngung, wie beispielsweise Untersuchungen unseres Institutes gezeigt haben (RAUPP et al., 1998a). So standen auf den Rottemist-gedüngten Weizen-Parzellen 28-29 Unkrautarten, bei Mineraldüngung jedoch nur 19. Obwohl auch die Deckungsgrade des Unkrautes bei organischer Düngung deutlich höher waren, wirkte sich dies nicht auf den Weizenertrag aus (Tab. 2). Ich erwähne dies, um zu zeigen, daß nicht jeder höhere Unkrautbesatz auch zu Ertragsverlusten führt, aber auch, um die Wichtigkeit standortspezifischer Forschung zu unterstreichen. Unter anderen Bedingungen mögen die Ergebnisse anders ausgefallen sein.



**Abbildung 1** Anzahl Kartoffelkäfer, die aus unterschiedlichen Entfernungen einen Zielacker erreichen können (Wiederfindungsrate in %), Daten von drei Aussetzphasen (RAUPP et al., 1998b)

**Grundlagen der Krankheits- Schädlingkontrolle.** Da im ökologischen Landbau zur Minderung des Krankheits- und Schädlingsbefalles in erster Linie anbautechnische und andere vorbeugende Maßnahmen eingesetzt werden, besteht ein großer Informationsbedarf sowohl bezüglich resistenzsteigernder Anbau- und Umwelteinflüsse als auch hinsichtlich der Lebensbedingungen der Schädlinge und Krankheitskeime, um aus beidem Ansatzpunkte für Kontrollmaßnahmen abzuleiten. Dies möchte ich am Beispiel einer Untersuchung verdeutlichen, die an

unserem Institut mit Kartoffelkäfern durchgeführt wurde (RAUPP et al., 1998b). Die erste Voraussetzung für einen Befall ist, daß viele Käfer, wenn sie im Frühjahr aus ihren Winterquartieren kommen, die umliegenden Kartoffeläcker auffinden und dorthin gelangen können. Über 30000 Käfer wurden im Freiland gesammelt, farblich markiert und 5 bis 300m von einem Kartoffelacker entfernt in mehreren Durchgängen wieder ausgesetzt. Aus einer Entfernung von 150m und weiter haben weniger als 5% der ausgesetzten Käfer den Acker erreicht (Abb. 1). Allein der räumliche Abstand eines Kartoffelackers von den Überwinterungsplätzen kann also den Befallsdruck massiv senken. Eine zusätzliche Behinderung der Käfer auf ihrem Weg ist durch Strukturelemente in der Agrarlandschaft (Hecken, Bäume) möglich. Südlich des Ackers stand Wald und westlich von ihm eine dichte, hohe Hecke mit viel Totholz im unteren Teil. Von dort gelangten nur 2-4% der ausgesetzten Käfer auf den Zielacker (Abb. 2). Aus der offenen Umgebung (Norden) und von der Seite, an der nur eine niedrige, lichte Hecke zu durchdringen war (Osten), konnte etwa die dreifache Anzahl Käfer den Kartoffelacker erreichen. So wertvoll solche Versuchsergebnisse für Strategien der biologischen Schädlingskontrolle sein können, wegen des erheblichen Aufwandes der Versuchsdurchführung kommen derartige Projekte viel zu selten zustande.



**Abbildung 2** Anzahl Kartoffelkäfer, die aus unterschiedlich gestalteter Umgebung einen Zielacker erreichen können (Wiederfindungsrate in %), Daten von drei Ausetzphasen (RAUPP et al., 1998b)

### 3. Hauptsächliches Forschungsziel

Hinter den meisten experimentellen Untersuchungen zu Fragen des ökologischen Landbaus steht direkt oder indirekt das Ziel, landwirtschaftliche Verfahren und Methoden (zur Düngung, Schädlingskontrolle, Fütterung usw.) auszuarbeiten oder zu verbessern. Weitaus seltener als dies für konventionellen Landbau der Fall ist, wird Forschung betrieben, um mit den Ergebnissen später ein kommerzielles Produkt zu erstellen (z.B. eine neue Sorte, ein biologisches Pflanzen-

schutzmittel oder eine neue Maschine). Denn ein Grundanliegen des ökologischen Landbaus besteht ja gerade darin, von externen Betriebsmitteln weitestgehend unabhängig zu wirtschaften.

Daß Forschung in erster Linie auf die Gewinnung von *Know-how* abzielt und weniger in die Entwicklung und Herstellung von Produkten mündet, hat einige positive Konsequenzen, aus meiner Sicht als Wissenschaftler aber auch Nachteile. Beispielsweise erschwert dieser Umstand oft die Finanzierbarkeit eines Projektes und damit vielfach die Chance seiner Durchführung. Zumindest ist für die Forschungsförderung das Spektrum potentieller Ansprechstellen viel stärker eingeschränkt, als wenn die zu erwartenden Ergebnisse eines Projektes in irgendeiner Weise direkt kommerziell verwertet werden könnten. Dann kommen grundsätzlich neben den üblichen Einrichtungen zur Forschungsförderung auch die potentiellen, interessierten Verwerter in Betracht. Aber auch in den Fällen, in denen dies möglich ist, z.B. wenn es um die Entwicklung eines biologischen Pflanzenschutzmittels geht, ist die Forschungsförderung für viele industrielle Partner wenig interessant, da das Mittel nur der relativ kleinen Zahl ökologischer Betriebe (und vielleicht einigen interessierten, konventionellen Betrieben) angeboten werden kann.

Der begrenzte Abnehmerkreis ist gerade im Pflanzenschutzsektor ein bedeutendes Hindernis für Forschung und Entwicklung. Dies wird sich nur insoweit verbessern, wie es gelingt, den Markt auf konventionelle Betriebe auszudehnen, wie man am Beispiel von Abflamngeräten und Striegeln sehen kann. Dies wäre sicher nicht nur für die Hersteller und die landwirtschaftlichen Betriebe von Vorteil, sondern auch für die Umwelt.

## Literatur

- BACHINGER, J. (1996): Der Einfluß unterschiedlicher Düngungsarten (mineralisch, organisch, biologisch-dynamisch) auf die zeitliche Dynamik und die räumliche Verteilung von bodenchemischen und -mikrobiologischen Parametern der C- und N-Dynamik sowie auf das Pflanzen- und Wurzelwachstum von Winterroggen. Diss. Univ. Gießen. Schriftenreihe Bd. 7, Inst. f. biol.-dyn. Forschung, Darmstadt
- BESSON, J.-M. (ed.) (1990): Biological farming in Europe. Challenges and opportunities. Proc. Expert Consultation in Bern (CH), May 28-31, 1990; REUR Technical Series No. 12, FAO Rome and FAC Liebefeld
- BRANDHUBER, R.; HEGE, U. (1992): Tiefenuntersuchungen auf Nitrat unter Ackerschlägen des ökologischen Landbaus. *Lebendige Erde* **44**, 224-229
- CALLAUCH, R. (1981): Vergleich der Segetalvegetation auf "konventionell" und "biologisch" bewirtschafteten Äckern in SO-Niedersachsen. *Z. PflKrankh. PflSchutz, Suppl.* **9**, 85-94
- DIEZ, T.; WEIGELT, H.; BORCHERT, H.; BECK, T.; BAUCHHENNß, J.; HERR, S.; AMMANN, J.; POMMER, G. (1986): Vergleichende Bodenuntersuchungen von konventionell und alternativ bewirtschafteten Betriebsschlägen. *Bayer. Landw. Jahrb.* **63**, 979-1019
- ELSEN, T.v. (1994): Die Fluktuation von Ackerwildkraut-Gesellschaften und ihre Beeinflussung durch Fruchtfolge und Bodenbearbeitungs-Zeitpunkt. Diss. Gesamthochschule Kassel; *Ökologie und Umweltsicherung* 9/94
- FEIGE, W.; RÖTHLINGSHÖFER, R. (1990): Nitratauswaschung aus zwei unterschiedlich bewirtschafteten Ackerböden. *Z. f. Kulturtechnik und Landentwicklung* **31**, 89-95
- FLIEßBACH, A.; WOLEWINSKI, K.; OBERSON, A.; MÄDER, P.; NIGGLI, U. (1997): Kohlenstoff- und Stickstoffgehalt von Dichtefractionen der partikulären organischen Substanz aus Böden unter langjährig ökologischer oder konventioneller Bewirtschaftung.

- Beitr. 4. Wiss.-Tagung Ökol. Landbau, Bonn, 571-577
- FRIEBEN, B. (1990): Bedeutung des organischen Landbaus für den Erhalt von Ackerwildkräutern. *Natur und Landschaft* 65, 379-382
- FRIEDEL, J.K.; DIERENBACH, E.; GABEL, D. (1997): Die Rolle der mikrobiellen Biomasse im C- und N-Kreislauf ökologisch bewirtschafteter Ackerflächen. Beitr. 4. Wiss.-Tagung Ökol. Landbau, Bonn, 77-83
- HEIßENHUBER, A.; RING, H. (1992): Ökonomische und umweltbezogene Aspekte des ökologischen Landbaus. *Landw. Jahrb.* 69, 275-305
- HERRMANN, G.; HAMPL, U.; BACHTHALER, G. (1986): Unkrautbesatz und Unkrautentwicklung, Ergebnisvergleich von Regulierungsmaßnahmen bei ökologischer und konventioneller Wirtschaftsweise in Winterweizen, Futterrüben, Kartoffeln und Mais. *Bayer. Landw. Jahrb.* 63, 795-805
- HEß, J. (1989): Klee grasumbruch im Organischen Landbau: Stickstoffdynamik im Fruchtfolgeglied Klee gras - Klee gras - Weizen - Roggen. Diss. Univ. Bonn
- HEß, J.; PAULY, J.; FRANKEN, H. (1990): Standorterhebungen zur Stickstoffdynamik nach Klee grasumbruch. *Mitt. Ges. Pflanzenbauwiss.* 3, 269 - 272
- HOCHMANN, J. (1992): Literaturdokumentation und Forschungsbedarf im ökologischen Landbau. Christian-Albrechts-Universität Kiel, Fachgebiet Ökologischer Landbau
- IFOAM (International Federation of Organic Agriculture Movements) (1999): Basisrichtlinien für ökologische Landwirtschaft und Verarbeitung. 12., vollst. überarb. Aufl.; Tholey-Theley
- KARUTZ, C. (1999): Demeter ohne Gentechnik - warum? *Lebendige Erde* 50, 7
- KÖNIG, U.J. (1996): Zwischenfruchtanbau von Leguminosen. Verfahren zur Minimierung der Nitratausträge und Optimierung des N-Transfers in die Folgefrüchte. *Schriftenr.: Band 6, Inst. f. biol.-dyn. Forschung, Darmstadt*
- KOEPF, H. H. (1993): Research in biodynamic agriculture: methods and results. *Bio-Dynamic Farming and Gardening Assoc. Inc., Kimberton PA, USA.*
- KOEPF, H. (1996): Biologisch-dynamische Forschung. Methoden und Ergebnisse. Verlag Freies Geistesleben, Stuttgart
- KRISTENSEN, L. (editor) (1995): Nitrogen leaching in ecological agriculture. *Biol. Agric. & Hortic.* 11(1-4)
- KRISTENSEN, N.H.; HOEGH-JENSEN, H. (eds.) (1996): New Research in Organic Agriculture. Proc. Vol. 2, 11th IFOAM Intern. Sci. Conf., August 11-15, 1996, Copenhagen
- KUNZ, P.; MÜLLER, K.-J.; SPIEB, H.; HEYDEN, B.; IRION, E. (1997): Der "Weizen-Ringversuch": biologisch-dynamische Weizenzüchter schließen sich zusammen. *Lebendige Erde* 48, 110-114
- LEHMBECKER, G.; THODE, U. (1990): Lehre und Forschung im ökologischen Landbau an den Hochschulen und freien Forschungsinstituten Europas. Ein Situationsbericht. Fachgebiet ökologischer Landbau, Agrarwissenschaftliche Fakultät der Christian-Albrechts-Universität zu Kiel
- LINDENTHAL, T. (1993): Forschung im biologischen Landbau. Monographien des Umweltbundesamtes, Wien, Band 36
- LINDENTHAL, Th.; VOGL, Ch.; HESS, J. (1996): Forschung im ökologischen Landbau. Förderungsdienst, Sonderh. 2c
- MÄDER, P.; PFIFFNER, L.; FLIEßBACH, A.; LÜTZOW, M.v.; MUNCH, J.C. (1996): Soil ecology - The impact of organic and conventional agriculture on soil biota and its significance for soil fertility. Proc. Vol. 1, 11th IFOAM Intern. Sci. Conf., August 11-15, 1996, Copenhagen; 24-46
- MÜLLER, K.-J. (1996): Winterroggen: Hybrid- oder Populationssorten? *Lebendige Erde* 47, 209-218

- MÜLLER, W.; HEß, J. (1997): Grundlagen und Empfehlungen für eine Beurteilung des Einsatzes gentechnischer Methoden im ökologischen Landbau. Beitr. 4. Wiss.-Tagung Ökol. Landbau, Bonn, 517-522
- OESTERGAARD, T.V. (ed.) (1996): Fundamentals of Organic Agriculture. Proc. Vol. 1, 11th IFOAM Intern. Sci. Conf., August 11-15, 1996, Copenhagen
- PLAKOLM, G. (1989): Unkrauterhebungen in konventionell und biologisch bewirtschafteten Getreideäckern Österreichs. Diss. Univ. f. Bodenk., Wien
- RAUPP, J. (1992): Grundsätzliches zum biologischen Landbau und Schlußfolgerungen für die Forschung. Forschungskolloquium Biologischer Landbau, Linz, 05.-06.11.91; Sonderausg. Förderungsdienst; S. 8-20
- RAUPP, J.; MÄDER, P.; FLIEßBACH, A. (1995): Summarizing statements of the discussion. In: MÄDER, P.; RAUPP, J. (eds.): Effects of low and high external input agriculture on soil microbial biomass and activities in view of sustainable agriculture. Proc. 2nd Meeting Concerted Action Fertilization Systems in Organic Farming (AIR3-CT94-1940), Oberwil, 15-16 Sep 1995; 76-78
- RAUPP, J.; SCHNIEDERS, K.; RUNGE, M. (1998a): Ackerwildkrautvegetation in Sommerweizen und Winterroggen bei langjähriger Rottemist- oder Mineraldüngung. Z. PflKrankh. PflSchutz, Sonderh. XVI, 57-65
- RAUPP, J.; KLEINLOGEL, B.; FUCHS, S.; LANGENBRUCH, G.A. (1998b): Ausbreitungsverhalten des Kartoffelkäfers (*Leptinotarsa decemlineata* SAY) und pflanzenbauliche Konsequenzen, um einen Befall zu reduzieren. Vortrag 42. Jahrestagung Ges. Pflanzenbauwiss., 10.-12.09.98, Freising-Weihenstephan
- SPIEß, H. (1996): Was bringt der Anbau von "Hofsorten"? Vergleichende Untersuchungen zum langjährigen Nachbau von Getreide bei ökologischer Bewirtschaftung. Ökologie & Landbau, Heft 99; 6-10
- SPIEß, H. (1999): Was tun, um Hofsorten zu erhalten? Lebendige Erde **50**, 46-48
- STÖPPLER, H. (1988): Zur Eignung von Winterweizensorten hinsichtlich des Anbaus und der Qualität der Produkte in einem System mit geringer Betriebsmittelzufuhr von außen. Diss. Gesamthochschule Kassel-Witzenhausen
- WEISS, K. (1988): Vergleichende Bodenuntersuchungen in alternativ und konventionell bewirtschafteten Betrieben. Lebendige Erde, Heft 3, 146-158
- WIRZ, J.; LAMMERTS VAN BUEREN, E.T. (1997): The future of DNA. Proc. Int. If Gene Conf., Dornach, Switzerland, October 1996
- WYNEN, E. (1997): Research on biological farming methods in Europe. Perspectives, status and requirements. In: Krell, R. (ed.): Biological farming research in Europe. REU Technical Series No. 54, FAO, Rome, 6-47
- ZADOKS, J.C. (editor) (1989): Development of farming systems; evaluation of the five-year period 1980-1984. Pudoc Wageningen
- ZERGER, U. (1999): Wird die Forschung den Bedürfnissen der Praxis gerecht? Ökologie & Landbau, Heft 109, 46-47