

Sonderdruck aus

Verhandlungen
Gesellschaft für Ökologie
Band XV
Graz 1985

Im Auftrag der Gesellschaft
herausgegeben
von Franz Wolkinger

Göttingen 1987

Untersuchungen über das Bodenleben in ökologisch und konventionell bewirtschafteten Acker- und Grünlandböden im Raum Salzburg

Wilhelm Foissner, Herbert Franz und Hans Adam

S y n o p s i s

Some representative groups of soil animals and the activity of some soil enzymes were investigated at 5 organically and 5 conventionally farmed fields and meadows in the surroundings of Salzburg (Austria). The data of four sampling occasions during the year 1984 were pooled and compared with a two-way analysis of variance. The abundance, the biomass, and the number of species of testate amoebae as well as the number of nematodes and the catalase activity were significantly higher in the organically farmed plots. The ciliates, the earthworms, the CO₂-release, and the activity of the enzymes urease and saccharase showed no significant differences. But there was a trend to a higher number and biomass of lumbricids at the conventionally farmed sites. The species composition and the dominance relationships of the testate amoebae and ciliates were fairly similar in both treatments. Some preliminary investigations suggest that the higher activity of the animals and the microbial community in the ecofarmed soils is due to the better humus management and the lower soil compaction.

Conventional farming, earth worms, ecofarming, humus, nematodes, soil enzymes, terrestrial protozoa.

1. Einführung

Die Landwirtschaft gerät immer mehr in das Spannungsfeld zwischen Ökologie und Ökonomie. Schlagwörter wie 'Bodenmüdigkeit', 'Kehrichtdeponie Boden', 'Chemie auf der Scholle' und 'Gift im Boden' gehören mittlerweile zur Standarddiktation von Medien und populärwissenschaftlicher Literatur. In den letzten Jahren wird daher der sogenannte ökologische oder biologische Landbau propagiert, bei dem im Gegensatz zur konventionellen Landwirtschaft weitgehend oder vollständig auf den Einsatz von synthetischen Mineraldüngern, Pestiziden und Wachstumsregulatoren verzichtet wird. Damit und durch eine möglichst schonende Bodenbearbeitung, durch Beachtung der Fruchtfolge, Gründüngung und verstärkten Anbau von Leguminosen soll das Bodenleben gefördert und die Ertragsfähigkeit der Böden langfristig gesichert werden (PREUSCHEN 1980, NESTROY 1981, DIERCKS 1983, CACEK 1984).

Sucht man aber nach exakten wissenschaftlichen Daten für diese Behauptungen, wird man herb enttäuscht, besonders bei den Bodentieren (HAIDEN 1980, DIERCKS 1983, JOHANNSEN et al. 1985). Die meisten Studien beschäftigen sich nur mit dem Einfluß von Pestiziden und unterschiedlichen Düngungsformen oder beschränken sich auf mikrobielle und physikalisch-chemische Kenndaten (z. B. FELDERER 1982, ÖKO 1983) und Rentabilitätsuntersuchungen. Wir haben daher mit der Bearbeitung einiger wichtiger Gruppen von Bodentieren, den Protozoen und den 'Würmern', in ökologisch und konventionell bewirtschafteten Acker- und Grünlandböden begonnen. Mit diesen Taxa, die zusammen mindestens 50 % der tierischen 'standing crop' decken (FOISSNER 1987) und einigen wichtigen bodenkundlichen und mikrobiellen Parametern soll ein möglichst umfassendes Bild über das Leben im Boden bei diesen unterschiedlichen Bewirtschaftungsformen gewonnen werden. Die vorliegende Arbeit enthält die ersten Ergebnisse dieser Studien, die 1983/84 begonnen wurden und in den nächsten Jahren fortgeführt werden.

2. Versuchsflächen

Die 10 Versuchsflächen befinden sich in der Umgebung der Stadt Salzburg. Die ökologisch wirtschaftenden Betriebe arbeiten nach der organisch-biologischen Methode. Allgemeine Hinweise zum organisch-biologischen Landbau und zu anderen alternativen Wirtschaftsformen bei NESTROY (1981) und DIERCKS (1983).

- Versuchsfläche A: Viermähdige, nicht beweidete Wiese. Seit 1973 ökologisch bewirtschaftet. Dauergrünland seit mindestens 15 Jahren. Ebene Terrassenfläche auf Schotter. 430 m ü. d. M. *Arrhenatheretum* auf kalkhaltigem typischen Gley.
Düngung: viel belüftete Jauche (30 t/ha·a) mit Urgesteinsmehl (400 kg/ha·a), etwas Mist und insgesamt etwa 150 kg/ha·a Thomasmehl, Hyperphosphat und Patentkali.
- Versuchsfläche B: Viermähdige, nicht beweidete Wiese. Konventionelle Vergleichsfläche zu A; etwa 250 m von dieser entfernt. Standortseigenschaften sehr ähnlich A.
Düngung: zur Zeit etwa 400 kg/ha·a Vollkorn, unbelüftete Jauche und Mist. Mineraldüngung in den letzten Jahren zugunsten vermehrter Mist- und Jauchedüngung um etwa 50 % reduziert.
- Versuchsfläche C: Acker neben Wiese A. Seit 1973 ökologisch bewirtschaftet.
Standortseigenschaften wie A. Sechs Fruchtfolgeglieder: Klee gras, Winterweizen, Winterroggen, Gründüngung, Kartoffel, Futtergetreide.
Düngung: im Herbst 1983 etwa 15 t/ha Mist, nach Ernte 1984 Mistschleier und Gründüngung, die mit etwa 700 kg/ha Urgesteinsmehl eingaeckert wurde. Vorfrucht 1983: Winterweizen.
- Versuchsfläche D: Acker neben Wiese B. Konventionelle Vergleichsfläche zu C; etwa 250 m von dieser entfernt. Standortseigenschaften sehr ähnlich C. Fünf Fruchtfolgeglieder: Roggen, Weizen, Hafer, Mais, Gerste.
Düngung: im Herbst 1983 etwa 300 kg/ha Vollkorn, nach der Ernte 1984 etwa 250 kg/ha Nitramoncal, als Zwischenfrucht Raps und Hafer. Unkrautbekämpfung mit Herbiziden. Vorfrucht 1983: Weizen.
- Versuchsfläche E: Zweimähdige, beweidete Wiese. Seit 1975 ökologisch bewirtschaftet. Dauergrünland seit mindestens 15 Jahren. Terrassenfläche auf Jungmoräne. 540 m ü. d. M. *Arrhenatheretum* auf entkalkter Lockersediment-Braunerde.
Düngung: belüftete Gülle und dünne, mit Urgesteinsmehl vermischte Jauche.
- Versuchsfläche F: Zweimähdige, beweidete Wiese. Konventionelle Vergleichsfläche zu E; etwa 300 m von dieser entfernt. Standortseigenschaften sehr ähnlich E.
Düngung: zur Zeit etwa 200 kg/ha·a Volldünger und alle 2-3 Jahre etwa 250 kg/ha Thomasmehl. Etwas Mist und unbelüftete Schweine- und Rindergülle. Mineraldüngung in den letzten Jahren zugunsten vermehrter Mist- und Gölledüngung um etwa 50 % reduziert.
- Versuchsfläche G: Acker in der Nähe von Wiese E. Seit 1975 ökologisch bewirtschaftet. Standortseigenschaften und
Düngung wie E. Bewirtschaftung in den Jahren 1983/84: seit 15 Jahren Wiese, im Herbst 1983 umgebrochen, Mistschleier und Winterweizen mit Urgesteinsmehl eingesät. Im Frühjahr 1984 gestriegelt, nach der Ernte gepflügt und mit Urgesteinsmehl gedüngt.
- Versuchsfläche H: Acker neben Wiese F. Konventionelle Vergleichsfläche zu G, etwa 400 m von dieser entfernt. Standortseigenschaften und
Düngung wie F. Bewirtschaftung in den Jahren 1983/84: seit mindestens 15 Jahren Wiese, im Herbst 1983 umgebrochen, mit Mist gedüngt und mit Winterweizen eingesät. 1984 keine Düngung. Keine Herbizide.
- Versuchsfläche I: zweimähdige, beweidete Wiese. Seit 1963 ökologisch bewirtschaftet. Dauergrünland seit mindestens 30 Jahren. Terrassenfläche auf Jungmoräne. 600 m ü. d. M. *Arrhenatheretum* auf entkalktem typischen Gley.
Düngung sehr ähnlich wie bei Versuchsfläche A, zusätzlich etwas Kalk.
- Versuchsfläche J: Zweimähdige, beweidete Wiese. Konventionelle Vergleichsfläche zu I, etwa 50 m von dieser entfernt. Standortseigenschaften sehr ähnlich I.
Düngung: etwa 150 kg/ha·a Nitramoncal, Volldünger, Mist und unbelüftete Jauche in unbekannter Menge. Mineraldüngung in den letzten Jahren zugunsten vermehrter Mist- und Jauchedüngung um etwa 50 % reduziert.

3. Untersuchungsmethoden

Eine detaillierte Beschreibung der Methodik ist wegen des beschränkten Manuskriptumfanges nicht möglich. Sie findet sich bei FOISSNER (1985) sowie PEER u. FOISSNER (1985). Die Grünlandböden wurden in 0 - 5 cm Bodentiefe, die Ackerböden in 5 - 15 cm Bodentiefe am 29.10.1983, 24.3.1984, 11.7.1984 und 25.10.1984 untersucht. Es wurden je 10 Teilproben entlang eines 50 m langen Transekts entnommen und zu einer Mischprobe vereinigt.

Testaceen: Zählung von 0.1 g Boden in wässriger Suspension. Differenzierung belebter und unbelebter Schalen mit Anilinblau.

Ciliaten und Nematoden: Zählung der aktiven Individuen in 0.4 g Boden in wässriger Suspension. Zur Bestimmung der potentiellen Abundanz und Artenzahl der Ciliaten wurden ein modifiziertes BUITKAMP (1979)-Verfahren und die Petrischalen-Methode von FOISSNER (1985) verwendet.

Lumbriciden: Formolextraktion nach SATCHELL (1971). Es wurden von jeder Versuchsfläche einmal 4 Teilproben zu je 0.25 m² nach Arten und Individuen bearbeitet.

Mikrobiologische Parameter: Diese wurden aus der luftgetrockneten Mischprobe bestimmt. CO₂-Abgabe nach ISERMEYER (1952). Katalase-Aktivität nach BECK (1971). Urease-Aktivität nach SCHINNER u. PFITSCHER (1978). Saccharase-Aktivität nach HOFMANN u. SEEGERER (1951) in der Modifikation von NIEDERBACHER (1981).

Bodenkundliche Untersuchungen: Die Profilbeschreibung erfolgte anlässlich einer Geländebegehung. Nomenklatur nach FINK (1969). Die Laboranalysen richteten sich nach den Empfehlungen der Arbeitsgemeinschaft landwirtschaftlicher Versuchsanstalten in Österreich.

Zoozoologische und statistische Auswertung: Die zoozoologische Behandlung der Daten erfolgte mit den bei SCHWERDTFEGER (1975) und MÜHLENBERG (1976) empfohlenen Methoden. Die Daten wurden mit einer zweifachen Varianzanalyse (t-Test mit gepaarten Beobachtungen) statistisch bearbeitet.

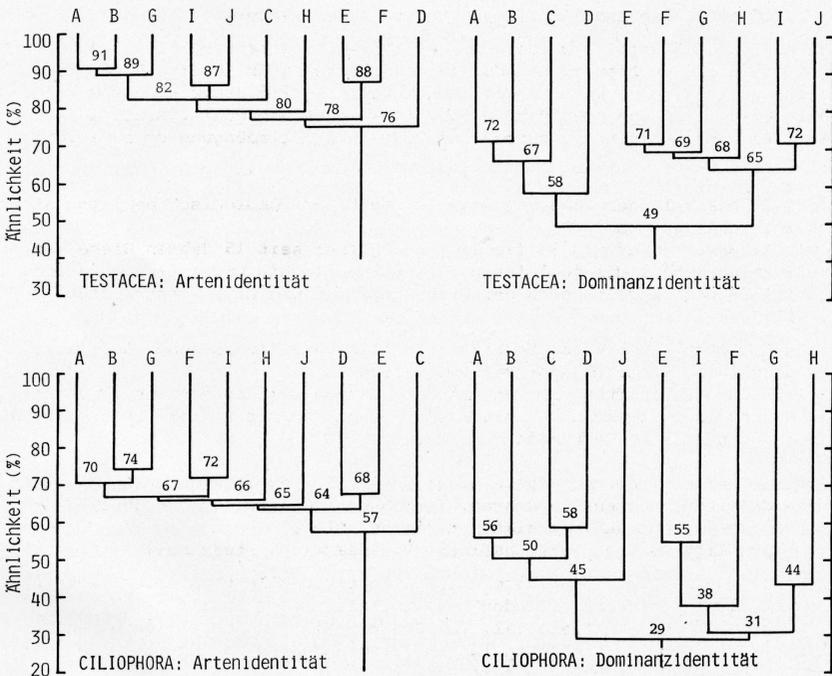


Abb. 1: Artenidentität (Sørensen-Index) und Dominanzidentität (Renkonen-Zahl) der Testaceen und Ciliaten in ökologisch (A, C, E, G, I) und konventionell (B, D, F, H, J) bewirtschafteten Acker- und Grünlandböden.

Tab. 1: Vergleich des Edaphons und einiger abiotischer Faktoren in je 5 ökologisch und konventionell bewirtschafteten Acker- und Grünlandböden.¹⁾

Parameter	ökol. bewirt.	konv. bewirt.	ANOVA
TESTACEEN			
Abundanz/g TM	878	751	0.25 < P > 0.1
Biomasse mg/1000g TM	37.5	27.9	P < 0.05
Artenzahl	26	24	P < 0.05
Diversität (Shannon-Weaver; ln)	2.8	2.6	NT
Evenness	0.9	0.9	NT
Verhältnis belebte:unbelebte	1:1.3	1:1.5	NT
CILIATEN			
Abundanz/g TM (aktiv)	1.4	0.2	P < 0.1
Abundanz/g TM (Kultur)	1027	1285	P > 0.1
Biomasse mg/1000g TM (Kultur)	19.8	27.5	P > 0.1
Artenzahl (Kultur)	46	45	P > 0.1
Diversität (Shannon-Weaver; ln)	2.1	2.1	NT
Evenness	0.7	0.7	NT
NEMATODEN			
Abundanz/g TM	102	80	P < 0.05
LUMBRICIDEN			
Abundanz/m ²	174	181	P > 0.1
Biomasse g/m ²	134	143	P > 0.1
Artenzahl	10	11	P > 0.1
MIKROFLORA			
CO ₂ - Abgabe mg/100g TM	85	85	P > 0.1
Katalase-Aktivität ml O ₂ /g TM	3.6	3.1	P < 0.05
Urease-Aktivität mg N/g TM	0.19	0.17	P > 0.1
Saccharase-Aktivität mg C ₆ /g TM	0.54	0.58	P > 0.1
ABIOTISCHE FAKTOREN			
Bodenwasser (% der TM)	31	31	NT
Humus (%)	7.5	6.5	P > 0.1
C/N Verhältnis	7.7	7.8	NT
Raumgewicht g/cm ³	0.86	0.89	NT

1) Die Werte sind das arithmetische Mittel aus der Untersuchung von drei ökologisch und drei konventionell bewirtschafteten Mähwiesen sowie von zwei ökologisch und zwei konventionell bewirtschafteten Weizenfeldern. In diesen 10 Probestellen wurden je viermal die Testaceen, die Ciliaten, die Nematoden, die Mikroflora und der Wassergehalt des Bodens untersucht. Der Stichprobenumfang für die Varianzanalyse (ANOVA) ist daher n = 40. Die Regenwürmer und die übrigen abiotischen Faktoren wurden nur einmal untersucht. Für sie ist der Stichprobenumfang daher n = 10.
TM = Trockenmasse des Bodens.

4. Ergebnisse

Die Varianzanalyse zeigt zum Teil statistisch signifikante Unterschiede zwischen den ökologisch und konventionell bewirtschafteten Parzellen, sowohl bei den einzelnen Standortsparen (Tab. 2) als auch bei der Zusammenfassung aller Versuchsflächen (Tab. 1). Auffallende Unterschiede zwischen Acker- und Grünlandböden sind dabei nicht erkennbar (Tab. 2). Die Differenzen weisen in den meisten Fällen, besonders aber bei den Testaceen und Nematoden, eine höhere Abundanz, Biomasse und Artenzahl in den ökologisch bewirtschafteten Flächen aus. Bei den Lumbriciden ist dagegen ein Trend zu einer höheren Abundanz in den konventionellen Parzellen erkennbar (Tab. 2). Insgesamt zeigen sich aber so wie bei den Ciliaten keine signifikanten Unterschiede (Tab. 1). Von den mikrobiologischen Parametern ist die Katalase-Aktivität in den ökologisch bewirtschafteten Böden signifikant höher (Tab. 1). Bei den abiotischen Faktoren zeigen sich insgesamt keine auffallenden Unter-

Tab. 2: Varianzanalyse (n = 4) der Untersuchungsergebnisse

Parameter	Standortspaare					alle Wiesen	alle Äcker
	A-B	C-D	E-F	G-H	I-J	ökol. konv.	ökol. konv.
TESTACEEN							
Abundanz/g TG	=	* >	=	=	* >	=	=
Abundanz/m ²	=	* >	=	=	=	=	=
Biomasse/g TG	=	=	=	* >	=	=	* >
Biomasse/m ²	=	* >	=	* >	=	=	* >
Artenzahl	=	* >	=	=	=	=	=
CILIATEN							
Abundanz/g TG (ak.)	=	=	=	=	=	+ >	=
Abundanz/g TG (Ku.)	=	=	=	=	* >	=	=
Abundanz/m ² (Ku.)	=	=	=	=	* >	=	=
Biomasse/g TG (Ku.)	=	=	=	=	=	=	< +
Biomasse/m ² (Ku.)	=	=	=	=	=	=	=
Artenzahl (Ku.)	=	=	=	=	=	=	=
NEMATODEN							
Abundanz/g TG	=	=	=	=	=	* >	=
LUMBRICIDEN							
Abundanz/m ²	=	=	< **	=	=	=	=
Biomasse/m ²	=	=	=	< +	< +	=	=
MIKROFLORA							
CO ₂ -Abgabe	=	* >	=	< *	=	=	=
Katalase-Aktivität	=	=	* >	=	=	** >	=
Urease-Aktivität	=	=	=	=	=	=	=
Saccharase-Aktivität	=	=	=	=	=	=	=
ABIOTISCHE FAKTOREN							
Bodenwasser (%)	*** >	< ***	* >	=	=	* >	=
pH	=	=	=	** >	< *	=	* >

Abkürzungen und Zeichenerklärung: ökol. = ökologisch bewirtschaftet, konv. = konventionell bewirtschaftet, TG = Trockengewicht des Bodens.

= kein statistisch signifikanter Unterschied zwischen ökologisch und konventionell bewirtschafteter Fläche nachweisbar.

> Parameter in der ökologisch bewirtschafteten Fläche signifikant höher.

< Parameter in der konventionell bewirtschafteten Fläche signifikant höher.

+ P 0.1, *P 0.05, **P 0.01, ***P 0.001

schiede, jedoch ist der Humusgehalt in den ökologisch bewirtschafteten Flächen im Durchschnitt um 15 % höher als in den konventionellen Parzellen (Tab. 1). Die ökologischen Wiesen sind signifikant feuchter und das pH der konventionellen Äcker ist signifikant niedriger (saurer).

Auffallende Unterschiede im Artenspektrum und der Dominanzidentität der Ciliaten und Testaceen sind bisher nicht erkennbar. Die ökologisch bzw. konventionell bewirtschafteten Flächen gruppieren sich nicht zu einheitlichen Clustern (Abb. 1). Besonders bei der Dominanzidentität wird deutlich, daß die räumliche Nähe offensichtlich von größerer Bedeutung ist als die unterschiedliche Bewirtschaftungsform. Es finden sich jedoch gewisse Unterschiede in den eudominanten Arten der einzelnen Standortspaare, die bei größerer Probenanzahl vielleicht ebenfalls zur Bioindikation genutzt werden können.

5. Diskussion

Die boden- und vegetationskundlichen Untersuchungen, die hier aus Platzmangel nur auszugsweise angeführt werden können, zeigen eine weitgehende Übereinstimmung der basalen Parameter der fünf Versuchsflächenpaare.

Da diese zudem sehr nahe nebeneinander liegen, kann auch das makroklimatische Faktorengefüge bei der Interpretation der Resultate ausgeklammert werden. Unterschiede in der biologischen Aktivität können daher kaum standortsbedingt sein, sondern sind vielmehr Ausdruck der unterschiedlichen Bewirtschaftungsform. Gegen unsere Untersuchungen kann freilich der Einwand erhoben werden, daß sie an normalen landwirtschaftlichen Betrieben durchgeführt wurden, bei denen die Versuchsbedingungen nicht so konstant gehalten werden können wie in experimentellen Musterbetrieben. So verwenden die konventionellen Bauern - bedingt durch die Agrarstruktur des Salzburger Raumes - neben rasch löslichen Mineraldüngern auch relativ hohe Mengen organischer Dünger (Mist, Jauche), die jedoch nicht so sorgfältig behandelt (z. B. belüftet) werden wie in den ökologischen Betrieben. Ein ökologischer Betrieb (Parzelle I) hält sich nach eigenen Angaben in den letzten Jahren nicht mehr besonders genau an die Vorschriften der organisch-biologischen Wirtschaftsweise. Wir können obigem Einwand daher nur mit dem Argument begegnen, daß eben jene Situation untersucht wurde, die für die Situation dieses Agrarraumes und für die Praxis typisch ist.

Trotz dieser 'unsauberen' Versuchsbedingungen und der noch geringen Probenzahl, können mit Hilfe der Statistik und den zoözoologischen Standardmethoden einige Trends erkannt werden:

- Viele der untersuchten Parameter sind in den ökologisch und konventionell bewirtschafteten Acker- und Grünlandflächen nicht signifikant verschieden.
- Auffallende Unterschiede im Artenspektrum und in der Dominanzstruktur der Protozoen sind nicht nachweisbar.
- Die signifikanten Unterschiede weisen fast ausnahmslos in Richtung einer höheren biologischen Aktivität der ökologisch bewirtschafteten Parzellen. Die bodenkundlichen Analysen deuten darauf hin, daß dafür der höhere Humusgehalt und die geringere Lagerungsdichte der ökologisch bewirtschafteten Böden verantwortlich sein könnten. Die Unterschiede in diesen Parametern sind aber statistisch nicht signifikant, vermutlich wegen zu geringer Probenzahl. Daher darf dieser Befund nicht überbewertet werden. Immerhin paßt er zu der gut gesicherten Erkenntnis, daß Humusform, Humusmenge und Lagerungsdichte die wichtigsten Faktoren für die Abundanz und Verteilung der Bodentiere sind (KÜHNELT 1950, FRANZ 1975, FOISSNER 1987).

Nur am Rande sei vermerkt, daß Untersuchungen im pannonischen Raum, die wir 1985 durchführten, zu ähnlichen Ergebnissen führten.

Aus den bisherigen Resultaten wird deutlich, daß die Probenanzahl noch zu gering ist, um ökologisch fundierte Aussagen zu treffen. Mit Hilfe der Statistik können wir Trends erkennen, die mit jenen übereinstimmen, die RÜHL (1978) bei Hymenopteren und KROMP et al. (1984) bei epigäischen Arthropoden fanden. Aus unseren Daten wird aber auch klar, daß ein breit gestreutes Untersuchungsprogramm notwendig ist. Wären wir der häufig geübten Praxis gefolgt, nur wenige Parameter zu untersuchen, zum Beispiel die gern als repräsentativ genommenen Regenwürmer, hätten wir ein verzerrtes Bild erhalten.

Dank

Die Untersuchungen wurden mit finanziellen Mitteln des Fonds zur Förderung der wissenschaftlichen Forschung, Projekt Nr. 5226 durchgeführt. Herrn Doz. Dr. Thomas Peer danken wir für die bodenkundlichen Analysen, Herrn Doz. Dr. Fritz Seewald für Hilfe bei der Probenahme und für die Bestimmung der Regenwürmer und Herrn Dr. Helmut Berger für Unterstützung bei der Auswertung der Befunde. Den Besitzern und Pächtern der Versuchsflächen sind wir für ihre sehr kooperative Mitarbeit zu großem Dank verpflichtet.

Literatur

- BECK T., 1971: Die Messung der Katalaseaktivität von Böden. Z. Pflanzenernähr. Bodenk. 130: 68 - 81.
- BUITKAMP U., 1979: Vergleichende Untersuchungen zur Temperaturadaptation von Bodenciliaten aus klimatisch verschiedenen Regionen. Pedobiologia 19: 221 - 236.

- CACEK T., 1984: Organic farming: the other conservation farming system. J. Soil Water Cons. 39: 357 - 360.
- DIERCKS R., 1983: Alternativen im Landbau. Stuttgart (Ulmer): 379 S.
- FELDERER W., 1982: Analyse und Beurteilung des Bodens nach der Methode Rispens. Grünes Forum 4: 123 - 133.
- FINK J., 1969: Nomenklatur und Systematik der Bodentypen Österreichs. Mitt. Bodenk. Ges. 13: 1 - 95.
- FOISSNER W., 1985: Protozoologische Untersuchungen an Almböden im Gasteiner Tal (Zentralalpen, Österreich). III. Struktur und Dynamik der Testaceen- und Ciliatentaxozönose. Veröff. Öst. MaB-Progr. 9: 65 - 95.
- FOISSNER W., 1987: Soil protozoa: fundamental problems, ecological significance, adaptations in ciliates and testaceans, bioindicators and guide to the literature. Progr. Protistology 2: 69 - 212.
- FRANZ H., 1975: Die Bodenfauna der Erde in biozönotischer Betrachtung. Wiesbaden (Steiner): 796 + 485 S.
- Haiden G., 1980: Umfangreiche Stellungnahme des Landwirtschaftsministers zum "biologischen" Landbau. Gärtner Blumenbinder-Kurier 35: 4.
- HOFMANN J., SEEGERER A., 1951: Über das Enzymsystem unserer Kulturböden. I. Saccharase. Biochem. Z. 322: 174 - 179.
- ISERMEYER H., 1952: Eine einfache Methode zur Bestimmung der Bodenatmung und der Karbonate im Boden. Z. Pflanzenernähr. Bodenk. 56: 26 - 38.
- JOHANNSEN G., KNOCHE E., MICHELS H., STAGE E., ZIFFELS-RÖHR E., 1985: Alternativen im Landbau. Nachweise von Literatur und Forschungsvorhaben. Bonn (Zentralstelle Agrardokumentation und -information): 211 S.
- KROMP B., MAURER L., EDELMÜLLER I., HARTL W., PLOCHBERGER K., 1984: Vergleichsuntersuchungen zwischen ökologischem und konventionellen Landbau. Wien (Ludwig Boltzmann-Inst. für Biol. Landbau) Forschungsber.: 88 S.
- KÜHNELT W., 1950: Bodenbiologie. Wien (Herold): 368 S.
- MÜHLENBERG M., 1976: Freilandökologie. Heidelberg (Quelle & Meyer): 214 S.
- NIEDERBACHER, 1981: (Diss. Univ. Innsbruck).
- NESTROY O., 1981: Alternative Formen des Landbaues - die Alternative? Wiss. Nachr. 46: 49 - 51.
- ÖKO-Datenservice, 1983: Vergleichsanalyse "biologisch" und "konventionell" bewirtschafteter Böden. Wien (Öko Datenservice-GmbH): 319 - 407.
- PEER T., FOISSNER W., 1985: Protozoologische Untersuchungen an Almböden im Gasteiner Tal (Zentralalpen, Österreich). II. Bodenkundliche Analysen mit besonderer Berücksichtigung der stark belebten Zone. Veröff. Öst. MaB-Progr. 9: 51 - 63.
- PREUSCHEN G., 1980: Der ökologische Weinbau. Karlsruhe (C.F. Müller): 168 S.
- RÜHL D., 1978: Untersuchungen an Hymenopteren eines naturnahen Lebensraumes, einer Brachfläche sowie je eines alternativ und konventionell bewirtschafteten Obstgutes (Hymenoptera: Symphyta, Aculeata). Arb. Inst. Landwirt. Zool. Bienenk. Bonn 4: 1 - 220.
- SATCHELL J.E., 1971: Earthworms. IBP Handbook 18: 107 - 127.
- SCHINNER F., PFITSCHER A., 1978: Urease- und Katalase-Aktivität sowie CO₂-Freisetzung in verschiedenen Böden der oberen subalpinen Stufe. Veröff. Öst. MaB-Progr. 2: 259 - 273.
- SCHWERDTFEGER F., 1975: Ökologie der Tiere. III. Synökologie. Hamburg/Berlin (Parey): 451 S.

Adresse:

Univ.-Prof. Dr. Wilhelm Foissner	A-5020 Salzburg
Univ.-Prof. Dr. Hans Adam	Univ.-Prof. (em.) Dipl.-Ing. DDR. h. c. Herbert Franz
Institut für Zoologie Univ.	Jakob-Thoma-Str. 3B
Hellbrunner Str. 34	A-2340 Mödling