

year 1990

---

Mitt. d. Österr. Bodenkundlichen Ges., H. 41, S. 5 - 33

---

***Bodenfauna, Vegetation und Ertrag bei ökologisch und  
konventionell bewirtschaftetem Grünland:  
Eine Feldstudie mit randomisierten Blöcken***

*von W. FOISSNER, K. BUCHGRABER und H. BERGER*

***Zusammenfassung***

Es wurden die Bodenfauna, die Vegetation und der Ertrag beim subalpinen Grünlandversuch THEPRA untersucht. THEPRA ist eine vollständig randomisierte Blockanlage mit 6 Wiederholungen und testet 12 Düngevarianten mit besonderer Berücksichtigung der ökologischen (organisch-biologisch, biodynamische Methode nach R. STEINER) und konventionellen Grünlandbewirtschaftung. Das Experiment wurde 1978 angelegt. Die Bodenfauna wurde im Oktober 1987, die Vegetation und der Ertrag wurden zwischen 1979 und 1987 bei jeweils drei Aufwüchsen jährlich untersucht.

Die Bodenfauna der verschiedenen Düngevarianten weist nur geringe Unterschiede auf. Die Abundanzen und die Biomassen der Testaceen und der Ciliaten sind in allen gedüngten Varianten etwas zurückgegangen, ihre Artenzahlen dagegen leicht angestiegen. Aber nur wenige dieser Unterschiede sind mit einer Irrtumswahrscheinlichkeit von  $\leq 10\%$  statistisch absicherbar. Die Artenzusammensetzung ist ebenfalls bei allen Varianten ziemlich ähnlich. Die Abundanz des Ciliaten Homalogastra setosa ist jedoch in allen gedüngten Blöcken signifikant höher, jene von Colpoda inflata dagegen meist niedriger als in der ungedüngten Kontrolle. Die Abundanz der Nematoden und die Biomasse, nicht aber die Anzahl der Regenwürmer sind in den gedüngten Varianten etwas höher (statistisch nicht signifikant). Sieben Protozoen-Arten sind neu für die Fauna von Österreich: Diffflugia stoutii Ogden, Centropyxis gauthieri Thomas,

Plagiopyxis penardi Thomas, P. minuta oblonga Bonnet, Heleopera sylvatica Penard, Holosticha bergeri Foissner, Oxytricha islandica Berger & Foissner.

Der Ertrag auf dem ungedüngten Block ist signifikant geringer als die Erträge der gedüngten Blöcke. Zwischen den ökologisch und konventionell bewirtschafteten Varianten zeigen sich in der Güte des Pflanzenbestandes und im Ertrag keine spektakulären Unterschiede. Einer der biodynamischen Blöcke (Mistkompost, belüftete Jauche, Präparate) hat einen signifikant höheren Anteil an Leguminosen und einen signifikant geringeren Ertrag.

Diese Ergebnisse und Daten aus der Literatur zeigen, daß die Bodenfauna und der Ertrag von ökologisch und konventionell bewirtschaftetem Grünland ziemlich ähnlich sind. Der Arbeitsaufwand ist bei der ökologischen Wirtschaftsweise, besonders mit der biodynamischen Methode wesentlich größer als bei konventioneller Bewirtschaftung.

#### *Summary*

*Soil fauna, vegetation, and yield in ecofarmed and conventionally farmed grassland: A field trial using a completely randomized block design*

The soil fauna, the vegetation, and the yield were investigated in the subalpine grassland field trial "THEPRA". THEPRA is a completely randomized block experiment with six replications and tests 12 fertilizer variants with special regard to ecological (organically-biologically, biodynamic method of R. STEINER) and conventional farming. This experiment was established in year 1978. The soil fauna was investigated in October 1987, vegetation and yield were estimated three times every year between 1979 and 1987.

There are only small differences in the soil fauna of the various fertilizer variants. The abundances and biomasses of the testate amoebae and the ciliates show in all fertilized variants a tendency to be lower,

whereas the numbers of species tend to be higher. However, only few of these differences can be guaranteed statistically at the 10 % level. Species composition is also rather similar in all variants. However, the abundance of the ciliate Homalogastra setosa is significantly higher, and that of Colpoda inflata is often considerably lower in the fertilized plots as compared with the unfertilized site. The number of the nematodes and the biomass, but not the number of the earthworms tend to be larger in the fertilized plots (statistically insignificant). Seven protozoan species are new for the fauna of Austria: Diffflugia stoutii Ogden, Centropyxis gauthieri Thomas, Plagiopyxis penardi Thomas, P. minuta oblonga Bonnet, Heleopera sylvatica Penard, Holosticha bergeri Foissner, Oxytricha islandica Berger & Foissner.

The yield of the unfertilized block is significantly lower than the yields of the fertilized blocks. No spectacular differences exist between the ecofarmed and the conventionally farmed variants in the quality of the vegetation and in their yield. However, one of the biodynamically treated blocks (decomposed farmyard manure, ventilated liquid manure, special admixtures) has a significant greater proportion of leguminosae and a significant lower yield.

These results and data from the literature indicate that the soil fauna and the yield of ecofarmed and conventionally farmed grassland are rather similar. But ecofarming, especially the biodynamic method, is much more labour intensive than conventional farming.

### 1. Einleitung

In Österreich arbeiten zur Zeit etwa 1000 Betriebe nach den Richtlinien des biologischen Landbaues (MAURER 1981, PLAKOLM 1987). In der viel größeren Bundesrepublik Deutschland waren es mit Stand Jänner 1985 nur 1562 Betriebe (MEIMBERG 1986). In den USA hat die Zeitschrift "Organic Gardening and Farming" 800 000 Abonnenten, während "Look", das offizielle Magazin des US Department of Agriculture mit dem Überleben kämpft (GOLDSTEIN 1976). Der Großteil der biologisch bewirtschafteten Flächen

dient dem Acker- und Gemüsebau. Die fördernde Wirkung des ökologischen Ackerbaues, besonders der organischen Düngung auf die Quantität und Qualität des Humus, des Bodenlebens und des Ertrages ist durch viele Exaktversuche wissenschaftlich gut belegt (z.B. KLAPP & WURMBACH 1962, MÜLLER 1965, FRANZ 1975, DEAVIN 1978, BOSCH 1980, BECK 1983, AUGSTBURGER 1984, POKORNA-KOZOVA 1984, RAUHE et al. 1987, DICK et al. 1988, FOISSNER 1989). Anders lautende Angaben (z.B. VETTER 1984) beruhen offensichtlich auf ungenügender Kenntnis der Literatur.

Nur wenige Untersuchungen gibt es dagegen vom Grünland. FOISSNER et al. (1987) und FOISSNER (1989) fanden in organisch-biologisch bewirtschafteten Wiesen in der Umgebung der Stadt Salzburg einen etwas höheren Besatz mit Einzellern, Fadenwürmern und Bodenenzymen als in konventionellen Vergleichsflächen. Bei der Gesamtatmung, den Regenwürmern und der organischen Substanz stellten wir dagegen keine Unterschiede fest. Diese Resultate sind insofern problematisch, als sie nicht auf Exaktversuchen basieren und daher manche statistische Erfordernisse nicht ausreichend erfüllt sind. Es lag daher nahe, die Werte der Praxis an einem statistischen Erfordernissen genügenden Exaktversuch zu überprüfen. Dazu bot sich der von BUCHGRABER (1984) im Jahre 1978 angelegte Grünlandversuch THEPRA an, zumal hier die bodenzologischen Daten mit bereits publizierten enzyrobiologischen Analysen (ÖHLINGER 1986) und botanischen und ertragskundlichen Untersuchungen verglichen werden können.

## *2. Material und Methoden*

### *2.1 Kleinparzellenversuch THEPRA*

Der Kleinparzellenversuch THEPRA (abgeleitet von THEorie und PRAxis) liegt in Aiglarn bei Aigen im Ennstal (Steiermark). Er ist in den landwirtschaftlichen Betrieb GERL integriert, der semi-intensiv (1.7 GVE/ha; 15 kg Mineralstickstoff/ha/Jahr werden zugefüttert) wirtschaftet und als Musterbetrieb gilt. Der Versuch wurde 1978 als Blindversuch angelegt und wird seit 1979 als Hauptversuch geführt. Die Parzellengröße beträgt 25 m<sup>2</sup>. Zwischen den Parzellen liegt ein 1 m breiter Pufferstreifen.

Allgemeine Boden- und Klimadaten vom Versuchsort. Seehöhe: 650 m, 10jähriges Niederschlagsmittel: 936 mm, mittlere Jahrestemperatur: 5.7°C, Lage: NW-Hang mit 15 % Neigung, Boden: Braunerde (Aufbau und Kennwerte siehe Abb. 2 im Anhang).

THEPRA testet 11 konventionelle und alternative Düngevarianten (plus eine ungedüngte Variante) in zwei Düngungszeitstufen (Subvarianten) auf einer dreischnittigen Dauerwiese. Der Vergleich erfolgt in einer Split-plot-Anlage mit 6 und 3 Wiederholungen. Eine ausführliche Beschreibung der Versuchsanlage wurde bereits von BUCHGRABER (1983, 1984) veröffentlicht. Die im vorliegenden Zusammenhang wichtigen Daten über Art, Menge und Zeitpunkt der Düngung sowie über die Zubereitung der Dünger sind in den Tabellen 1 und 2 zusammengestellt.

## *2.2 Bodenzologische Untersuchungen*

Die bodenzologischen Aufnahmen wurden vom 9. bis 11. Oktober 1987 durchgeführt, 9 Jahre nach Anlage des Versuches. Die untersuchten Taxa (Einzeller, Fadenwürmer, Regenwürmer) repräsentieren mindestens 70 % der unterirdischen tierischen Biomasse (FOISSNER 1987). Bearbeitet wurden die Düngevarianten 1, 2, 4, 5, 6, 7, 10, 11, 12, und zwar bei den Protozoen und Fadenwürmern alle 6 Blöcke, bei den Lumbriciden nur 4 Blöcke. Diese Einschränkung erzwangen finanzielle Restriktionen.

Testaceen: Pro Block wurden 10 Teilproben mit 5 x 5 cm aus 0-5 cm Bodentiefe mit einer kleinen Schaufel ausgestochen und gut durchmischt. 0.2 g dieser Mischprobe (zusammengesetzt aus etwa 10 Teilproben zu je 0.02 g) wurden zur Unterscheidung belebter und unbelebter Schalen mit 5 ml phenolischem Anilinblau fixiert und gefärbt. 0.1 g des so behandelten Materials zählten wir dann, getrennt nach Arten, bei 100facher Gesamtvergrößerung (Objektiv 10:1, Okular 10x) unter dem Mikroskop aus. Zur Berechnung der Biomasse wurde die Schalenform jeder Art auf einen einfachen geometrischen Körper (Ellipsoid, Zylinder etc.) zurückgeführt. Da die spezifische Masse annähernd  $1\text{g/cm}^3$  beträgt, können Volumen und Masse gleichgesetzt werden.

Tabelle 1: Düngerart, Düngermenge und Zeitpunkt der Düngung beim Grünlandversuch THEPRA (aus BUCHGRABER 1984)

| Prüf-<br>nummer | Behandlung                                                           | Subvariante 1 (Wiederholung 1,4,5) |                       |         | Subvariante 2 (Wiederholung 2,3,6) |         |                       |
|-----------------|----------------------------------------------------------------------|------------------------------------|-----------------------|---------|------------------------------------|---------|-----------------------|
|                 |                                                                      | 1                                  | Schnitt               |         | 1                                  | Schnitt |                       |
|                 |                                                                      |                                    | 2                     | 3       |                                    | 2       | 3                     |
| 1               | ungedüngt                                                            | -                                  | -                     | -       | -                                  | -       | -                     |
| 2               | PK (min.)                                                            | P/2 + K/2                          | P/2 + K/2             | -       | P/2 + K/2                          | -       | P/2 + K/2             |
| 3               | NPK (min.) <sup>1)</sup>                                             | 50 kg N                            | 50 kg N               | 50 kg N | 50 kg N                            | 50 kg N | 50 kg N               |
|                 | NPK (min.) <sup>2)</sup>                                             | 60 kg N                            | 60 kg N               | -       | 60 kg N                            | -       | 60 kg N               |
|                 |                                                                      | P/2 + K/2                          | P/2 + K/2             | -       | P/2 + K/2                          | -       | P/2 + K/2             |
| 4               | Rottemist + Jauche konv.                                             | SoM.i.Hbst.                        | WiJ.                  | -       | WiM.i.Frj.                         | -       | SoJ.                  |
| 5               | Frismmist + Jauche org.-biol.                                        | SoM.i.Hbst.                        | WiJ.                  | -       | WiM.i.Frj.                         | -       | SoJ.                  |
| 6               | Mistkompost + Jauche biol.-dyn.                                      | WiMK.i.Hbst.                       | WiJ.                  | -       | SoMK.i.Frj.                        | -       | SoJ.                  |
| 7               | Vollgülle 1:0 konv.                                                  | Wi-Gülle                           | So-Gülle              | -       | Wi-Gülle                           | -       | So-Gülle              |
| 8               | Vollgülle 1:0 belüftet                                               | Wi-Gülle                           | So-Gülle              | -       | Wi-Gülle                           | -       | So-Gülle              |
| 9               | Vollgülle 1:1 konv.                                                  | Wi-Gülle                           | So-Gülle              | -       | Wi-Gülle                           | -       | So-Gülle              |
| 10              | Vollgülle 1:0<br>+ 50 kg N <sup>1)</sup><br>+ 120 kg N <sup>2)</sup> | Wi-Gülle                           | So-Gülle<br>+ 50 kg N | -       | Wi-Gülle                           | -       | So-Gülle<br>+ 50 kg N |
|                 |                                                                      | Wi-Gülle                           | So-Gülle              | -       | Wi-Gülle                           | -       | So-Gülle              |
|                 |                                                                      | + 30 kg N                          | + 30 kg N             | 60 kg N | + 30 kg N                          | 60 kg N | + 30 kg N             |
| 11              | Vollgülle 1:0 org.-biol.                                             | Wi-Gülle                           | So-Gülle              | -       | Wi-Gülle                           | -       | So-Gülle              |
| 12              | Vollgülle 1:0 biol.-dyn.                                             | Wi-Gülle                           | So-Gülle              | -       | Wi-Gülle                           | -       | So-Gülle              |

1) Düngung in den Jahren 1979 bis 1980

2) Düngung in den Jahren 1981 bis 1982

Alle Wirtschaftsdünger-Varianten außer 5, 6, 11, 12 erhalten, wenn nötig, im Herbst eine PK-Ergänzungsdüngung

biol.-dyn. = biologisch-dynamisch, Frj = Frühjahr, Hbst = Herbst, J = Jauche, konv. = konventionell,  
M = Mist, MK = Mistkompost, min. = mineralisch, org.-biol. = organisch biologisch, So = Sommer, Wi = Winter

Tabelle 2: Zubereitung der Dünger beim Grünlandversuch THEPRA (aus BUCHGRABER 1984)

| Düngesystem                      | Landbaumethode                                             |                                                                                                                                                                                                                                            |
|----------------------------------|------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                                  | konventionell                                              | organisch-biologisch biologisch-dynamisch                                                                                                                                                                                                  |
| <b>STALLMIST + JAUCHE-SYSTEM</b> |                                                            |                                                                                                                                                                                                                                            |
| Stallmist-zubereitung            | Rottemist: 3 bis 4 Monate Lagerung in zirka 2.000 kg Miete | Frischmist: 1 bis 7 Tage alter Stallmist, Zusatz von 3 bis 4 % Basaltmehl, 0,2 bis 0,5 % Agriben, reifer Kompost als Impfung, biol.-dyn. Kompostpräparate 1)                                                                               |
| Jauchezubereitung                | keine Behandlung                                           | Lagerungszeit bei allen Jauchen im selben Umfang<br>Belüftung mit Druckbelüfter; 2 x täglich 1/2 Stunde 2-3 Wochen vor Ausbringung<br>Zusätze von 0,2 % Bentonit, 1 % Basaltmehl, reifer Kompost als Impfung, biol.-dyn. Präparate         |
| Mineralische Ergänzungsdüngung   | PK-Ergänzung im Herbst nach dem ertragsdynamischen Prinzip | keine                                                                                                                                                                                                                                      |
| Wuchsstoffe                      | keine                                                      | keine<br>Hornkiesel (Präp. 501) und Hornmist (Präp. 500) in homöopatischen Mengen                                                                                                                                                          |
| <b>GÜLLE-SYSTEM</b>              |                                                            |                                                                                                                                                                                                                                            |
| Güllezubereitung                 | keine Behandlung 2)                                        | Lagerungszeit bei allen Varianten im selben Umfang<br>Belüftung mit Druckbelüfter; 2 x täglich 1/2 Stunde 2-3 Wochen vor Ausbringung<br>Zusätze von 0,5 % Bentonit, 1 bis 2 % Basaltmehl, reifer Kompost als Impfung, biol.-dyn. Präparate |
| Mineralische Ergänzungsdüngung   | PK-Ergänzung im Herbst nach dem ertragsdynamischen Prinzip | keine                                                                                                                                                                                                                                      |
| Wuchsstoffe                      | keine                                                      | keine<br>Hornkiesel (Präp. 501) und Hornmist (Präp. 500) in homöopatischen Mengen                                                                                                                                                          |

- 1) Biologisch-dynamische Präparate wurden von Dipl.-Ing. Conrad in dankenswerter Weise zur Verfügung gestellt  
2) Bei der Verdünnungsvariante wird die Gülle 1:1 mit Wasser verdünnt

Ciliaten und Wassergehalt: 100 g der oben beschriebenen feuchten Mischprobe wurden etwa 4 Wochen luftgetrocknet. Nach Wägung zur Bestimmung der Trockenmasse wurden in einer Petrischale 50 g des trockenen Bodens mit 50 ml destilliertem Wasser versetzt. Aus dieser annähernd gesättigten Probe entnahmen wir nach 6 Tagen 0.4 g Feuchtmasse (zusammengesetzt aus etwa 10 Teilproben zu 0.04 g), suspendierten sie in Bodenlösung und zählten die Ciliaten in vivo bei 40facher Gesamtvergrößerung im Mikroskop (LÜFTENEGGER et al. 1988). Die Determination der Arten erfolgte, falls nötig, mit der Ölimmersion. Berechnung der Biomasse wie bei den Testaceen.

Nematoden: Aus der für die Testaceen bereiteten Mischprobe wurden 0.4 g Feuchtmasse (zusammengesetzt aus etwa 10 Teilproben zu 0.04 g) entnommen, mit phenolischem Anilinblau fixiert und gefärbt und bei 40facher Gesamtvergrößerung im Mikroskop ausgezählt.

Lumbriciden: Die Regenwürmer wurden mittels Formaldehydextraktion nach SATCHELL (1971) gewonnen. Pro Wiederholung wurden 4 x 0.25 m<sup>2</sup> untersucht. Die Würmer wurden im Labor gezählt, mit Filterpapier getrocknet und dann gewogen.

Die Effektivität der Zählungen beträgt bei den Testaceen und Nematoden etwa 85 %, bei den Ciliaten etwa 72 % und bei den Lumbriciden vermutlich über 80 % (LÜFTENEGGER et al. 1988, SATCHELL 1971).

### *2.3 Pflanzenbestandsaufnahme und Ertragsanalyse*

Die Pflanzenbestandsaufnahmen wurden 1 - 3 Tage vor dem jeweiligen Schnitt durchgeführt und in einer Artenliste zusammengefaßt. Das Schätzverfahren von SCHECHTNER (1958), das auf der Methode von BRAUN-BLANQUET basiert, diente zur Bestimmung der projektiven Flächenprozentanteile der Gräser, Kräuter und Leguminosen; das heißt, die Anteile jeder Pflanzenart an der Flächendeckung werden zur Gesamtdeckung addiert. Die Schätzung erfolgte bei allen Blöcken und alljährlich bei allen drei Schnitten. Die in Tabelle 6 aufgelisteten Mittelwerte je Variante basieren daher auf jeweils 144 Bestandsaufnahmen.

Zur Bestimmung des Ertrages wurden jeweils 19 m<sup>2</sup> der 25 m<sup>2</sup> großen Parzellen dreimal jährlich abgeerntet. 500 g des frischen Erntegutes wurden zur Ermittlung des Heugewichtes 36 Stunden bei 40°C im Trockenschrank getrocknet, anschließend gemahlen und im Brabener-Apparat die Trockensubstanz ermittelt. Aus der Trockensubstanz wurden die Futterinhaltsstoffe und die in-vitro-Verdaulichkeit festgestellt (BUCHGRABER 1989 a, b).

#### *2.4 Zooökologische und statistische Auswertung*

Die Artenidentität wurde nach JACCARD (1902), die Dominanzidentität nach RENKONEN (1938) berechnet. Die Clusterung erfolgte mit der UPGMA-Methode. Diversität und Evenness wurden nach SHANNON-WEAVER in der Anleitung von MÜHLENBERG (1976) berechnet.

Die bodenzoologischen Daten wurden mit einer zweifachen Varianzanalyse (ANOVA) ausgewertet. Bei Vorliegen signifikanter Unterschiede zwischen den Behandlungen wurden multiple Vergleiche nach DUNNETT (1955, 1964) durchgeführt. Eine Transformation der Daten war nicht notwendig, da sie annähernd normalverteilt und homogen waren (KOLMOGOROV-SMIRNOV-Test, BARTLETT-Test; SACHS 1984).

Die Ertrags- und Vegetationsdaten wurden mit der Varianzanalyse nach FISCHER ausgewertet (kleinste signifikante Differenz bei einer Irrtumswahrscheinlichkeit von 5 % und 1 % mittels t-Test).

### *3. Ergebnisse*

#### *3.1 Bodenzoologische Untersuchungen*

Mit wenigen Ausnahmen können keine auf 5 % oder 10 % absicherbaren Unterschiede zwischen den Behandlungen festgestellt werden (Tab. 3). Der Wassergehalt ist zwar mit der Varianzanalyse bei 5 % gesichert verschieden, nicht aber mit dem DUNNETT-Test. Absicherbare Unterschiede finden sich nur bei der Biomasse und der Artenzahl der Ciliaten. Erstere ist bei den Behandlungen 4 (Rottemist + Jauche konv.) und 6 (Mistkompost + Jauche biodyn.) niedriger, letztere ist bei Behandlung 10 (Vollgülle + min. N) höher als im ungedüngten Vergleichsblock.

**Tabelle 3: Zusammenstellung verschiedener Parameter der Testaceen-, Ciliaten-, Nematoden- und Lumbricidenzönose**  
*b* = belebte Schalen; *n* = Anzahl der untersuchten Blöcke; *TM* = Trockenmasse; *u* = unbelebte Schalen;  
 \* = mit *p* ≤ 5 % von der Behandlung 1 (ungedüngt) verschieden

| Parameter                            | Behandlung ( $\bar{x} \pm s$ ) |                   |                   |                   |                   |                   |                    |                   |                   |   | Anova |             |     |
|--------------------------------------|--------------------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|--------------------|-------------------|-------------------|---|-------|-------------|-----|
|                                      | 1                              | 2                 | 4                 | 5                 | 6                 | 7                 | 10                 | 11                | 12                | n | F     | P           | (%) |
| Wassergehalt <sup>1</sup><br>% von 1 | 26,7 ± 0,6<br>100              | 26,2 ± 1,4<br>98  | 27,0 ± 1,4<br>101 | 27,0 ± 1,4<br>104 | 27,3 ± 1,4<br>102 | 27,0 ± 1,2<br>101 | 25,4 ± 1,7<br>95   | 27,1 ± 1,2<br>101 | 26,8 ± 0,9<br>100 | 6 | 2,17  | P = 5       |     |
| <b>TESTACEEN</b>                     |                                |                   |                   |                   |                   |                   |                    |                   |                   |   |       |             |     |
| Individuen /g TM<br>% von 1          | 364 ± 152<br>100               | 342 ± 103<br>94   | 359 ± 106<br>99   | 351 ± 88<br>96    | 367 ± 117<br>101  | 359 ± 81<br>99    | 330 ± 93<br>91     | 427 ± 135<br>117  | 335 ± 102<br>92   | 6 | 0,93  | 75 > P > 50 |     |
| Biomasse µg/g TM<br>% von 1          | 13,5 ± 6,1<br>100              | 11,3 ± 3,9<br>84  | 15,2 ± 6,4<br>113 | 11,5 ± 4,4<br>85  | 12,3 ± 6,1<br>91  | 11,4 ± 5,1<br>84  | 11,9 ± 3,5<br>88   | 14,1 ± 6,0<br>104 | 9,8 ± 4,0<br>73   | 6 | 1,05  | 50 > P > 25 |     |
| Artenzahl (b)<br>% von 1             | 13,3 ± 3,3<br>100              | 12,0 ± 2,6<br>90  | 14,3 ± 2,2<br>107 | 12,8 ± 2,0<br>96  | 12,5 ± 3,1<br>94  | 13,8 ± 1,8<br>104 | 13,5 ± 2,4<br>102  | 13,0 ± 2,5<br>98  | 12,5 ± 1,4<br>94  | 6 | 1,03  | 50 > P > 25 |     |
| Artenzahl (b & u)<br>% von 1         | 21,6 ± 2,2<br>100              | 23,3 ± 1,0<br>108 | 24,2 ± 1,3<br>112 | 22,7 ± 0,8<br>105 | 23,7 ± 1,9<br>110 | 24,0 ± 2,4<br>111 | 24,0 ± 1,3<br>111  | 23,5 ± 3,1<br>109 | 22,2 ± 2,3<br>103 | 6 | 1,18  | 50 > P > 25 |     |
| Artenzahl gesamt                     | 35                             | 35                | 37                | 35                | 35                | 35                | 35                 | 35                | 32                |   |       |             |     |
| Diversität                           | 2,836                          | 2,780             | 2,874             | 2,762             | 2,833             | 2,774             | 2,774              | 2,739             | 2,772             |   |       |             |     |
| Evenness                             | 0,893                          | 0,875             | 0,884             | 0,907             | 0,891             | 0,872             | 0,872              | 0,873             | 0,884             |   |       |             |     |
| Verhältnis b : u                     | 1 : 4,3                        | 1 : 5,3           | 1 : 4,5           | 1 : 4,8           | 1 : 4,5           | 1 : 4,3           | 1 : 4,3            | 1 : 4,3           | 1 : 4,3           | 6 | 0,43  | P > 75      |     |
| <b>CILIATEN</b>                      |                                |                   |                   |                   |                   |                   |                    |                   |                   |   |       |             |     |
| Individuen /g TM<br>% von 1          | 1394 ± 1505<br>100             | 1212 ± 824<br>87  | 786 ± 739<br>56   | 757 ± 454<br>54   | 1023 ± 752<br>73  | 773 ± 388<br>55   | 1033 ± 492<br>74   | 754 ± 397<br>54   | 964 ± 768<br>69   | 6 | 0,77  | 75 > P > 50 |     |
| Biomasse µg/g TM<br>% von 1          | 51,5 ± 56,6<br>100             | 38,1 ± 30,7<br>74 | 13,4 ± 7,9<br>26* | 19,3 ± 18,0<br>37 | 14,0 ± 5,4<br>27* | 16,2 ± 14,0<br>31 | 17,6 ± 9,6<br>34   | 21,3 ± 14,8<br>41 | 26,0 ± 24,4<br>50 | 6 | 1,96  | 10 > P > 5  |     |
| Artenzahl<br>% von 1                 | 16,2 ± 2,4<br>100              | 17,8 ± 1,9<br>110 | 18,3 ± 4,5<br>113 | 19,7 ± 3,2<br>122 | 19,0 ± 2,0<br>117 | 18,2 ± 3,8<br>112 | 21,7 ± 4,6<br>134* | 20,6 ± 3,7<br>127 | 19,3 ± 2,7<br>119 | 6 | 1,44  | 25 > P > 10 |     |
| Artenzahl gesamt<br>% von 1          | 34<br>100                      | 31<br>91          | 37<br>109         | 40<br>118         | 35<br>100         | 35<br>103         | 45<br>132          | 39<br>115         | 40<br>118         |   |       |             |     |

Tabelle 3 (Fortsetzung)

| Parameter                       | Behandlung ( $\bar{x} \pm s$ ) |                      |                     |                     |                      |                     |                     |                      |                     |  |  | Anova |      |             |
|---------------------------------|--------------------------------|----------------------|---------------------|---------------------|----------------------|---------------------|---------------------|----------------------|---------------------|--|--|-------|------|-------------|
|                                 | 1                              | 2                    | 4                   | 5                   | 6                    | 7                   | 10                  | 11                   | 12                  |  |  | n     | F    | P (%)       |
| Diversität<br>Evenness          | 1,084<br>0,325                 | 1,751<br>0,515       | 1,999<br>0,567      | 2,125<br>0,603      | 1,968<br>0,579       | 1,953<br>0,586      | 2,070<br>0,669      | 1,997<br>0,566       | 2,010<br>0,565      |  |  |       |      |             |
| NEWMATOEN                       |                                |                      |                     |                     |                      |                     |                     |                      |                     |  |  |       |      |             |
| Individuen $^1/g$ TM<br>% von 1 | 155 $\pm$ 28<br>100            | 158 $\pm$ 44<br>102  | 165 $\pm$ 38<br>106 | 173 $\pm$ 72<br>112 | 170 $\pm$ 137<br>110 | 167 $\pm$ 21<br>108 | 145 $\pm$ 59<br>94  | 167 $\pm$ 47<br>108  | 157 $\pm$ 80<br>101 |  |  | 6     | 0,13 | P > 75      |
| LUMBRICIDEN                     |                                |                      |                     |                     |                      |                     |                     |                      |                     |  |  |       |      |             |
| Individuen $/m^2$<br>% von 1    | 296 $\pm$ 68<br>100            | 323 $\pm$ 141<br>103 | 250 $\pm$ 67<br>85  | 288 $\pm$ 129<br>97 | 264 $\pm$ 103<br>89  | 261 $\pm$ 97<br>88  | 204 $\pm$ 24<br>69  | 297 $\pm$ 105<br>101 | 294 $\pm$ 132<br>99 |  |  | 4     | 0,86 | 75 > P > 50 |
| Biomasse $g/m^2$<br>% von 1     | 85 $\pm$ 22<br>100             | 102 $\pm$ 16<br>120  | 98 $\pm$ 38<br>115  | 76 $\pm$ 8<br>90    | 108 $\pm$ 17<br>128  | 94 $\pm$ 13<br>111  | 102 $\pm$ 14<br>120 | 104 $\pm$ 15<br>123  | 99 $\pm$ 18<br>117  |  |  | 4     | 1,14 | 50 > P > 25 |

<sup>1</sup> In % der Feuchtmasse.

Neben diesen wenigen statistisch "signifikanten" Unterschieden können Trends dadurch herausgearbeitet werden, daß man die Anzahl der über und unter 100 % (bezogen auf den ungedüngten Block 1) liegenden Werte vergleicht. Dieses Vorgehen ist insofern gerechtfertigt, als es wegen der oft beträchtlichen Streuung der Einzelwerte vielleicht eines größeren Stichprobenumfanges bedurft hätte. Bei der Individuenzahl und der Biomasse der Testaceen liegen 6 der 8 Behandlungen unter 100 %, was einen negativen Effekt der Düngung indiziert. Die niedrigsten Werte treten bei den Behandlungen 10 (Vollgülle + min. N) und 12 (Vollgülle biodyn.) auf, der Spitzenwert von 117 % findet sich bei Behandlung 11 (Vollgülle org.-biol.). Die Artenzahl liegt dagegen bei allen Düngevarianten über jener der Kontrolle, mit einem Maximum von 112 % bei Behandlung 4 (Rottemist + Jauche). In der Diversität und Evenness zeigen sich kaum Unterschiede. Ganz ähnlich, sogar etwas schärfer akzentuiert, verhalten sich die Ciliaten (s. oben). Bei ihnen sind auch die Diversitäts-Werte in den Düngevarianten merklich höher als im ungedüngten Block, was zum Teil aber von der größeren Gleichverteilung (Evenness) der Arten verursacht ist. Die Anzahl der Nematoden und die Biomasse der Regenwürmer ist dagegen in den gedüngten Parzellen meist höher. Die Abundanz der Regenwürmer ist jedoch in den gedüngten Varianten meist geringer, offensichtlich kommen dort voluminösere Arten oder Individuen vor.

Die Verteilung der prozentuellen Extremwerte bei den konventionell (Behandlungen 2,4,7,10) und ökologisch (Behandlungen 5,6,11,12) gedüngten Blöcken zeigt ein sehr ähnliches Bild: siebenmal niedrigster und siebenmal höchster Wert in den konventionellen Varianten, sechsmal niedrigster und fünfmal höchster Wert in den ökologischen Varianten.

In den Artenspektra und den Dominanzverhältnissen der Testaceen und Ciliaten treten durch die Düngung keine großen Veränderungen auf (Abb. 1 im Anhang, Tab. 4, 5). Am deutlichsten sind Auswirkungen bei der Dominanz der Ciliaten erkennbar. Hier sondern sich der ungedüngte und der PK-Block sowie die meisten ökologischen Varianten ziemlich deutlich von den konventionellen ab (Abb. 1c, d im Anhang). Ursache ist vor allem die

Tabelle 4: Artenliste und Dominanz der Testaceen im Grünlandversuch THEPRA  
 + = nur qualitativ nachgewiesen. Nomenklatur nach CHARDEZ & LAMBERT (1981)  
 und WIRNSBERGER & FOISSNER (1989)

| Species                                               | Dominanz (%; stark gerundet) in den<br>Behandlungen |    |    |    |    |    |    |    |    |  |
|-------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------|----|----|----|----|----|----|----|----|--|
|                                                       | 1                                                   | 2  | 4  | 5  | 6  | 7  | 10 | 11 | 12 |  |
| <i>Assulina muscorum</i> GREEFF                       | 0                                                   | 0  | +  | +  | 0  | +  | +  | 0  | +  |  |
| <i>Centropyxis aerophila</i> DEFLANDRE                | +                                                   | +  | 2  | +  | +  | 1  | +  | +  | +  |  |
| <i>Centropyxis aerophila sphagnicola</i><br>DEFLANDRE | 15                                                  | 18 | 19 | 17 | 16 | 13 | 20 | 15 | 18 |  |
| <i>Centropyxis elongata</i> (PENARD)                  | 8                                                   | 9  | 5  | 6  | 4  | 3  | 7  | 5  | 6  |  |
| <i>Centropyxis gauthieri</i> THOMAS                   | +                                                   | 0  | +  | +  | +  | +  | +  | +  | 0  |  |
| <i>Centropyxis orbicularis</i> DEFLANDRE              | 0                                                   | 1  | 0  | 0  | 0  | +  | 0  | 0  | +  |  |
| <i>Centropyxis plagiostoma</i> BONNET & THOMAS        | 1                                                   | +  | 2  | 4  | 2  | 3  | 2  | 1  | 1  |  |
| <i>Centropyxis sylvatica</i> DEFLANDRE                | 3                                                   | 3  | 3  | 4  | 2  | 3  | 1  | 2  | 3  |  |
| <i>Corythion dubium</i> TARANEK                       | 0                                                   | 0  | 0  | 0  | 0  | +  | +  | 0  | 0  |  |
| <i>Cryptodifflugia oviformis</i> PENARD               | 4                                                   | 5  | 3  | 3  | 2  | 4  | 5  | 4  | 8  |  |
| <i>Cyclopyxis eurystoma</i> DEFLANDRE                 | 1                                                   | +  | 1  | 1  | +  | 0  | 1  | +  | +  |  |
| <i>Cyclopyxis kahli</i> DEFLANDRE                     | 4                                                   | 3  | 4  | 3  | 3  | 3  | 5  | 5  | 2  |  |
| <i>Difflugia lucida</i> PENARD                        | +                                                   | 0  | +  | 1  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  |  |
| <i>Difflugia stoutii</i> OGDEN                        | 5                                                   | 5  | 6  | 1  | 6  | 11 | 4  | 5  | 6  |  |
| <i>Euglypha cristata</i> LEIDY                        | 0                                                   | 1  | 0  | +  | 1  | 1  | 0  | +  | 1  |  |
| <i>Euglypha compressa glabra</i> WAILES               | 0                                                   | 0  | 0  | +  | 0  | 0  | 0  | +  | 0  |  |
| <i>Euglypha denticulata</i> BROWN                     | 0                                                   | +  | 1  | +  | +  | 0  | 0  | +  | 1  |  |
| <i>Euglypha laevis</i> PERTY                          | 1                                                   | 1  | 1  | +  | 1  | 1  | 3  | +  | 1  |  |
| <i>Euglypha rotunda</i> WAILES & PENARD               | 6                                                   | 5  | 4  | 6  | 7  | 5  | 6  | 10 | 5  |  |
| <i>Euglypha rotunda minor</i> WAILES                  | 6                                                   | 9  | 4  | 6  | 4  | 4  | 4  | 5  | 7  |  |
| <i>Euglypha</i> sp. 1                                 | 0                                                   | 0  | 0  | 0  | 0  | +  | 0  | +  | 0  |  |
| <i>Euglypha</i> sp. 2                                 | 0                                                   | 0  | +  | 0  | +  | 0  | 0  | 0  | 0  |  |
| <i>Heleopera sylvatica</i> PENARD                     | 0                                                   | 0  | 0  | 0  | +  | +  | +  | 1  | 0  |  |
| <i>Phryganella acropodia</i> (HERTWIG & LESSER)       | 7                                                   | 4  | 6  | 6  | 6  | 5  | 5  | 5  | 5  |  |
| <i>Phryganella paradoxa</i> PENARD                    | +                                                   | +  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  |  |
| <i>Plagiopyxis callida</i> PENARD                     | 1                                                   | +  | 1  | 0  | 1  | +  | 1  | +  | +  |  |
| <i>Plagiopyxis declivis</i> BONNET & THOMAS           | 4                                                   | 1  | 4  | 2  | 5  | 1  | 1  | 1  | 1  |  |
| <i>Plagiopyxis minuta</i> BONNET                      | 9                                                   | 1  | 3  | 10 | 4  | 4  | 5  | 9  | 7  |  |
| <i>Plagiopyxis minuta oblonga</i> BONNET              | 1                                                   | 1  | +  | +  | 1  | 0  | +  | 0  | 0  |  |
| <i>Plagiopyxis oblonga</i> BONNET & THOMAS            | +                                                   | 0  | +  | +  | +  | +  | +  | 1  | +  |  |
| <i>Plagiopyxis penardi</i> THOMAS                     | 0                                                   | 1  | +  | 0  | +  | 0  | 0  | +  | 0  |  |
| <i>Plagiopyxis</i> sp.                                | +                                                   | +  | 1  | +  | +  | +  | +  | +  | +  |  |
| <i>Pseudodifflugia fascicularis</i> PENARD            | 1                                                   | 0  | 1  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  |  |
| <i>Schoenbornia humicola</i> (SCHÖNBORN)              | +                                                   | 1  | 1  | +  | 1  | 1  | 1  | 2  | 1  |  |
| <i>Schoenbornia viscicula</i> SCHÖNBORN               | 2                                                   | 3  | 3  | 3  | 6  | 3  | 3  | 3  | 3  |  |
| <i>Tracheleuglypha acolla</i> BONNET & THOMAS         | 1                                                   | 3  | 2  | 2  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  |  |
| <i>Trinema complanatum</i> PENARD                     | 5                                                   | 4  | 3  | 6  | 6  | 5  | 2  | 4  | 6  |  |
| <i>Trinema enchelys</i> (EHRENBERG)                   | 4                                                   | 7  | 5  | 5  | 3  | 4  | 2  | 4  | 5  |  |
| <i>Trinema lineare</i> PENARD                         | 9                                                   | 12 | 12 | 10 | 13 | 20 | 14 | 15 | 9  |  |
| <i>Valkanovia elegans</i> (?)                         | 2                                                   | 5  | 4  | 5  | 5  | 3  | 4  | 5  | 1  |  |
| Anzahl der bis zur Art determ. Taxa                   | 29                                                  | 29 | 31 | 30 | 30 | 29 | 29 | 30 | 28 |  |
| Gesamtanzahl der Taxa                                 | 35                                                  | 35 | 37 | 35 | 35 | 35 | 35 | 35 | 32 |  |

Tabelle 5: Artenliste und Dominanz der Ciliaten im Grünlandversuch THEPRA  
 + = nur qualitativ nachgewiesen. Nomenklatur nach FOISSNER (1987) und  
 FOISSNER & FOISSNER (1988)

| Species                                                      | Dominanz (%; stark gerundet) in den<br>Behandlungen |    |    |    |    |    |    |    |    |  |
|--------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------|----|----|----|----|----|----|----|----|--|
|                                                              | 1                                                   | 2  | 4  | 5  | 6  | 7  | 10 | 11 | 12 |  |
| <i>Amphisiella acuta</i> FOISSNER                            | 0                                                   | 0  | 1  | 0  | 1  | 0  | 0  | 0  | 0  |  |
| <i>Balantidioides dragescoi</i><br>FOISSNER, ADAM & FOISSNER | 0                                                   | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | +  | +  | +  |  |
| <i>Bryometopus pseudochilodon</i> KAHL                       | 0                                                   | 0  | 0  | 0  | 0  | +  | +  | 0  | 0  |  |
| <i>Chilodontopsis muscorum</i> KAHL                          | 0                                                   | 0  | 0  | 0  | 1  | 0  | 0  | 0  | 0  |  |
| <i>Colpoda aspera</i> & <i>Paracolpoda steinii</i>           | 3                                                   | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 2  |  |
| <i>Colpoda ellioti</i> BRADBURY & OUTKA                      | 0                                                   | 0  | 0  | 0  | 0  | +  | 0  | +  | 0  |  |
| <i>Colpoda fastigata</i> KAHL                                | 6                                                   | 13 | 1  | 2  | 2  | 1  | 1  | 3  | 1  |  |
| <i>Colpoda henneguyi</i> FABRE-DOMERGUE                      | 1                                                   | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  |  |
| <i>Colpoda inflata</i> (STOKES)                              | 77                                                  | 54 | 11 | 38 | 28 | 31 | 14 | 45 | 39 |  |
| <i>Cyclidium muscicola</i> KAHL                              | 0                                                   | 0  | 0  | 0  | 0  | 1  | 0  | 0  | 0  |  |
| <i>Cyrtolophosis acuta</i> KAHL                              | 1                                                   | 1  | 0  | +  | +  | 1  | +  | 1  | 1  |  |
| <i>Enchelydium terrenum</i> FOISSNER                         | 0                                                   | 0  | +  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  |  |
| <i>Enchelyodon longinucleatus</i> FOISSNER                   | 0                                                   | 0  | +  | 0  | 0  | 1  | 1  | 0  | 1  |  |
| <i>Enchelys</i> sp.                                          | 1                                                   | 1  | 0  | 0  | 0  | 0  | 1  | 0  | 0  |  |
| <i>Fuscheria terricola</i> BERGER et al.                     | 0                                                   | 1  | 1  | 2  | 1  | 2  | 4  | 3  | 1  |  |
| <i>Gastrostyla dorsicirrata</i> FOISSNER                     | 1                                                   | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  |  |
| <i>Gastrostyla steinii</i> ENGELMANN                         | 0                                                   | 0  | 1  | 1  | 1  | 0  | 0  | 1  | 0  |  |
| <i>Gonostomum affine</i> (STEIN)                             | 5                                                   | 5  | 13 | 9  | 12 | 8  | 14 | 11 | 15 |  |
| <i>Grossglockneria acuta</i> FOISSNER                        | 1                                                   | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 2  | 1  |  |
| <i>Halteria grandinella</i> (MÜLLER)                         | 0                                                   | 0  | +  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  |  |
| <i>Hemisincirra filiformis</i> (FOISSNER)                    | 0                                                   | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  |  |
| <i>Hemisincirra gellerti</i> (FOISSNER)                      | 1                                                   | 1  | 0  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  |  |
| <i>Hemisincirra gracilis</i> (FOISSNER)                      | 1                                                   | +  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  |  |
| <i>Hemisincirra similis</i> (FOISSNER)                       | 0                                                   | 0  | 1  | 1  | 1  | 0  | 1  | 0  | 0  |  |
| <i>Histriculus muscorum</i> (KAHL)                           | 0                                                   | 0  | 0  | 1  | 1  | 0  | 1  | 0  | 0  |  |
| <i>Holosticha adami</i> FOISSNER                             | 0                                                   | 0  | 0  | 1  | 0  | 0  | 1  | 0  | 1  |  |
| <i>Holosticha bergeri</i> FOISSNER                           | +                                                   | 0  | 0  | 0  | +  | 0  | 0  | 0  | 0  |  |
| <i>Holosticha tetracirrata</i> BUITKAMP & WIL.               | 1                                                   | +  | 1  | 1  | 1  | +  | 1  | +  | +  |  |
| <i>Homalogastra setosa</i> KAHL                              | 1                                                   | 10 | 40 | 15 | 30 | 21 | 20 | 10 | 14 |  |
| <i>Lamtostyla edaphoni</i> BERGER & FOISSNER                 | 1                                                   | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  |  |
| <i>Lamtostyla perisincirra</i> (HEMBERGER)                   | 1                                                   | 1  | 0  | 0  | 0  | 0  | 1  | 0  | 1  |  |
| <i>Leptopharynx costatus</i> MERMOD                          | 1                                                   | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  |  |
| <i>Litonotus</i> sp.                                         | 1                                                   | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  |  |
| <i>Microdiaphanosoma arcuata</i> (GRANDORI &<br>GRANDORI)    | 0                                                   | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 1  | 1  | 0  |  |
| <i>Nivaliella plana</i> FOISSNER                             | 0                                                   | +  | 0  | 1  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  |  |
| <i>Opercularia arboricola</i> (BIEGEL)                       | 1                                                   | 1  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  |  |
| <i>Oxytricha islandica</i> BERGER & FOISSNER                 | +                                                   | 0  | 1  | +  | 0  | 0  | 1  | 0  | 0  |  |
| <i>Oxytricha</i> sp.                                         | 1                                                   | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 2  | 1  | 1  |  |
| <i>Paruroleptus muscorum</i> (KAHL)                          | 0                                                   | 0  | 1  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 1  |  |
| <i>Platyophrya macrostoma</i> FOISSNER                       | 0                                                   | 0  | 0  | +  | 0  | 0  | 1  | 1  | 0  |  |
| <i>Platyophrya similis</i> (FOISSNER)                        | +                                                   | 1  | 0  | 0  | 0  | +  | 0  | 0  | 0  |  |
| <i>Protospathidium bonneti</i> (BUITKAMP)                    | 0                                                   | 1  | 0  | +  | 1  | 0  | +  | 1  | +  |  |
| <i>Protospathidium serpens</i> (KAHL)                        | 0                                                   | 0  | 1  | 1  | 1  | 0  | +  | 1  | 1  |  |

Tabelle 5 (Fortsetzung)

| Species                                                   | Dominanz (%; stark gerundet) in den<br>Behandlungen |    |    |    |    |    |    |    |    |  |
|-----------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------|----|----|----|----|----|----|----|----|--|
|                                                           | 1                                                   | 2  | 4  | 5  | 6  | 7  | 10 | 11 | 12 |  |
| <i>Pseudochilodonopsis mutabilis</i> FOISSNER             | 1                                                   | 5  | 4  | 2  | 3  | 4  | 4  | 4  | 3  |  |
| <i>Pseudocyrtolophosis alpestris</i> FOISSNER             | 1                                                   | 1  | 1  | 1  | 2  | 1  | 1  | 1  | 1  |  |
| <i>Pseudoplatyophrya nana</i> (KAHL)                      | +                                                   | 0  | 1  | 1  | 0  | 0  | 1  | 0  | 1  |  |
| <i>Pseudoplatyophrya terricola</i> FOISSNER               | 1                                                   | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  |  |
| <i>Sathrophilus muscorum</i> (KAHL)                       | 1                                                   | 3  | 1  | 1  | 1  | 1  | 3  | 1  | 1  |  |
| <i>Spathidium lagyniforme</i> KAHL                        | 1                                                   | 0  | 1  | +  | +  | 1  | 1  | 1  | 1  |  |
| <i>Spathidium longicaudatum</i> (BUI TKAMP &<br>WILBERT)  | 0                                                   | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  |  |
| <i>Spathidium muscicola</i> KAHL                          | +                                                   | 0  | 0  | +  | 0  | +  | +  | 0  | +  |  |
| <i>Spathidium muscorum</i> DRAGESCO &<br>DRAGESCO-KERNÉIS | +                                                   | 1  | +  | 1  | 0  | 1  | 1  | 1  | 1  |  |
| <i>Spathidium procerum</i> KAHL                           | 0                                                   | 0  | 0  | 0  | +  | 0  | 0  | 0  | 1  |  |
| <i>Spathidium spathula</i> (MÜLLER)                       | 0                                                   | 1  | 1  | 0  | 0  | 0  | +  | +  | +  |  |
| <i>Strongylidium muscorum</i> KAHL                        | 0                                                   | 1  | 0  | 1  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  |  |
| <i>Tachysoma granuliferum</i> BERGER & FOISS.             | 1                                                   | +  | 1  | 1  | 1  | 0  | 1  | 1  | 1  |  |
| <i>Tetrahymena rostrata</i> (KAHL)                        | 0                                                   | 0  | 1  | 1  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  |  |
| <i>Urosoma acuminata</i> (STOKES)                         | 0                                                   | 0  | 0  | 0  | 0  | +  | 0  | 0  | 0  |  |
| <i>Urosoma cienkowskii</i> KOWALEWSKI                     | +                                                   | 0  | 0  | 0  | 0  | 1  | 1  | 1  | +  |  |
| <i>Urosomoida agiliiformis</i> FOISSNER                   | 0                                                   | 0  | 0  | 1  | 0  | 0  | 0  | 1  | 1  |  |
| <i>Urosomoida agilis</i> (ENGELMANN)                      | 1                                                   | 0  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  |  |
| <i>Vorticella astyliiformis</i> FOISSNER                  | 1                                                   | 1  | 18 | 17 | 14 | 24 | 27 | 12 | 14 |  |
| Artenzahl                                                 | 34                                                  | 32 | 36 | 40 | 34 | 33 | 43 | 36 | 39 |  |

starke Änderung der Dominanz von *Homalogastra setosa*, die durch die konventionellen Düngevarianten gefördert wird, während die Abundanz von *Colpoda inflata* merklich abnimmt; sie dominiert sehr stark im ungedüngten Block.

Die Artenspektren der Ciliaten und Testaceen sind - soweit das beim Stand der Kenntnisse gesagt werden kann - wenig auffallend (Tab. 4, 5). Neu für die Fauna von Österreich sind folgende Arten (vgl. WIRNSBERGER & FOISSNER 1989, FOISSNER & FOISSNER 1988): *Diffflugia stoutii* Ogden,

Centropyxis gauthieri Thomas, Plagiopyxis penardi Thomas, P. minuta oblonga Bonnet, Heleopera sylvatica Penard, Holosticha bergeri Foissner, Oxytricha islandica Berger & Foissner. Da die Protozoenfauna Österreichs noch wenig erforscht ist, können diese Neunachweise kaum als Hinweis auf besondere Biotopverhältnisse gewertet werden. Die meisten der in den Tabellen 4 und 5 aufgelisteten Species sind neu für die Fauna der Steiermark.

### 3.2 Vegetation (Tab. 6)

Der Pflanzenbestand wurde 1968 als Dauerwiese angelegt. Der Ausgangsbestand war vor Versuchsbeginn auf der ganzen Versuchsfläche einheitlich und gehörte zum Verband Arrhenatherion elatioris, mit 55 Gewichtsprozent Gräser, 12 Gewichtsprozent Leguminosen und 33 Gewichtsprozent Kräuter. Die wesentlichen Bestandesbildner waren Gemeine Kuhblume (Taraxacum officinale; 42 %), Weißklee (Trifolium repens; 35 %), Knautgras (Dactylis glomerata; 20 %), Goldhafer (Trisetum flavescens; 14 %) und Geißfuß (Aegopodium podagraria; 6 %).

Die Leguminosen nehmen bei den Varianten NPK und Gülle 1:0 + 120 kg N wegen der semi-intensiven Stickstoffzufuhr sowie bei der ungedüngten Variante wegen der Kalimangelsituation hochsignifikant ( $p \leq 1\%$ ) gegenüber allen Vergleichsvarianten ab. Eine signifikante und hochsignifikante Zunahme der Leguminosen findet sich bei den biologisch-dynamischen Varianten und bei der PK-Variante. Allerdings nimmt gerade bei den ökologischen Blöcken, mit Ausnahme der Frischmist + Jauche Variante der Kräuteranteil ab, so daß es sich eigentlich um eine Verschiebung der Artengruppen handelt. Die übrigen Varianten mit Wirtschaftsdünger weisen keine gesicherten Unterschiede auf. Auch die Varianten belüftete Gülle, Frischmist + Jauche org.-biol. und Gülle 1:0 org.-biol. bewirken keine wesentlichen Veränderungen im Pflanzenbestand. Die Verdünnung der Gülle 1:1 mit Wasser führt jedoch zu einer signifikanten Erhöhung des Kräuteranteiles im Vergleich zu den übrigen Varianten mit Wirtschaftsdünger.

*Tabelle 6: Flächenprozentanteile ( $\bar{x}$  von 3 Aufwüchsen/Jahr) der Gräser, Kräuter und Leguminosen im Grünlandversuch THEPRA im Durchschnitt der Jahre 1979 bis 1986*

| <i>Prüf-Nr.</i> | <i>Behandlung</i>              | <i>Gräser (%)</i> | <i>Kräuter (%)</i> | <i>Leguminosen (%)</i> |
|-----------------|--------------------------------|-------------------|--------------------|------------------------|
| 1               | ungedüngt                      | 35                | 58                 | 24                     |
| 2               | PK                             | 37                | 52                 | 65                     |
| 3               | NPK (120 kg N)                 | 63                | 67                 | 10                     |
| 4               | Rottemist + Jauche konv.       | 42                | 63                 | 41                     |
| 5               | Frischmist + Jauche org.-biol. | 41                | 63                 | 42                     |
| 6               | Mistkompost+Jauche biol.-dyn.  | 39                | 56                 | 56                     |
| 7               | Gülle 1:0 konv.                | 43                | 65                 | 44                     |
| 8               | Gülle 1:0 belüftet             | 44                | 59                 | 43                     |
| 9               | Gülle 1:1 konv.                | 45                | 67                 | 39                     |
| 10              | Gülle 1:0 + 120 kg min. N      | 72                | 75                 | 7                      |
| 11              | Gülle 1:0 org.-biol.           | 43                | 58                 | 47                     |
| 12              | Gülle 1:0 biol.-dyn.           | 42                | 57                 | 53                     |
|                 | Grenzdifferenz $p \leq 0.05$   | 5                 | 7                  | 8                      |
|                 | Grenzdifferenz $p \leq 0.01$   | 7                 | 9                  | 10                     |

Bei einem Stickstoffniveau von 120 kg N/ha und bei Gülle 1:0 + 120 kg/ha mineralischem N werden die Gräser (Goldhafer, Knautgras) stark gefördert. Die Kräuter, besonders die Unkräuter Geißfuß, Schafgarbe und Ampfer nehmen bei der intensiven Düngung mit Gülle + 120 kg/ha mineralischem N stärker zu und führen zu einer starken Auflockerung der Grasnarbe. Die ungedüngte Variante fällt nicht nur im Leguminosenanteil ab, sondern kann wegen der zu geringen Nachlieferung von Stickstoff aus dem Boden auch die Gräser nicht halten.

### 3.3 Trockensubstanz-Bruttoerträge

Das Ertragsniveau liegt bei dem etwa 20jährigen Dauergrünland, einer mittleren Bewirtschaftungsintensität und bei drei Aufwüchsen pro Jahr

bei rund 80 dt TS/ha (Tab. 7). Alle nachfolgend angeführten Ergebnisse beziehen sich auf einen Gras-Leguminosen(Kräuter)-Mischbestand als Ausgangsbasis. Die Nährstoffwirkung, besonders die des Stickstoffes, ist bei einem solchen Bestand zwar schwieriger zu interpretieren als auf Gräserreinbeständen, doch gibt ein Bestand mit einem hohen Leguminosenanteil die Möglichkeit, Düngungssysteme und Düngungsmethoden zu prüfen, die einen fördernden Einfluß auf Leguminosen versprechen; zudem sind die Ergebnisse praxisnäher, weil die Masse unserer Grünlandflächen, besonders jene von "biologisch" geführten Betrieben, eine derartige Vegetation tragen.

*Tabelle 7: Trockensubstanzerträge (dt/ha) im Grünlandversuch THEPRA im Durchschnitt der Jahre 1979 bis 1987*

| Prüf-Nr.                     | Behandlung                      | Aufwuchs |     |     | Jahresernte |          |
|------------------------------|---------------------------------|----------|-----|-----|-------------|----------|
|                              |                                 | 1        | 2   | 3   | dt/ha       | % von PK |
| 1                            | ungedüngt                       | 21       | 15  | 11  | 47.2        | 60       |
| 2                            | PK                              | 33       | 24  | 21  | 78.8        | 100      |
| 3                            | NPK (120 kg N)                  | 41       | 25  | 21  | 86.9        | 110      |
| 4                            | Rottemist + Jauche konv.        | 36       | 23  | 22  | 80.4        | 102      |
| 5                            | Frischmist + Jauche org.-biol.  | 36       | 24  | 22  | 82.5        | 105      |
| 6                            | Mistkompost + Jauche biol.-dyn. | 32       | 23  | 22  | 77.8        | 99       |
| 7                            | Gülle 1:0 konv.                 | 36       | 24  | 22  | 81.8        | 104      |
| 8                            | Gülle 1:0 belüftet              | 36       | 24  | 22  | 82.0        | 104      |
| 9                            | Gülle 1:1 konv.                 | 38       | 24  | 22  | 84.0        | 107      |
| 10                           | Gülle 1:0 + 120 kg min. N       | 41       | 29  | 28  | 98.2        | 125      |
| 11                           | Gülle 1:0 org.-biol.            | 36       | 24  | 21  | 81.6        | 104      |
| 12                           | Gülle 1:0 biol.-dyn.            | 35       | 24  | 21  | 80.7        | 102      |
| Grenzdifferenz $p \leq 0.05$ |                                 | 2.5      | 1.7 | 1.6 | 4.4         |          |
| Grenzdifferenz $p \leq 0.01$ |                                 | 3.3      | 2.3 | 2.1 | 5.8         |          |

Im Durchschnitt der 9 Versuchsjahre zeigen die konventionelle und die org.-biol. "Stallmist + Jauche" Variante ähnliche Erträge, während die biodynamische Variante gegenüber der org.-biol. Variante signifikant abfällt; sie bringt um rund 500 kg Heu/ha weniger. Im Vergleich zur

konventionellen Variante liegt sie um etwa 300 kg Heu/ha zurück. Dieses Ergebnis läßt sich auf die mäßige Wirkung des Mistkompostes zurückführen, der während der Kompostierung viele Nährstoffe verliert.

Bei der konventionellen und der org.-biol. Variante bringt die Mistausbringung im Frühjahr gegenüber dem Herbsttermin um etwa 200 kg Heu/ha mehr. Bei der biodynamischen Variante bewirkt die Kompostausbringung im Frühjahr einen signifikant höheren Ertrag als im Herbst (300 kg Heu/ha). Die Tendenz zu einem höheren Ertrag der org.-biol. Variante gegenüber der konventionellen Variante im Jahresertrag ist begründet in einer besseren Nachwirkung des Frischmistes gegenüber dem Rottemist bei der Frühjahrsausbringung auf den 2. Aufwuchs. Die Aufwüchse 2 und 3, die mit Jauche versorgt sind, weisen bei allen drei Wirtschaftsweisen ähnliche Erträge auf.

Im Gülle-System zeigen die ökologischen Varianten und die konventionelle Variante ähnliche Erträge, sowohl bei den einzelnen Aufwüchsen als auch im Jahresertrag (Tab. 7). Der Nährstoffkreislauf im Güllesystem ist bei allen Landbaumethoden fast geschlossen, die geringere N-Düngung bei den ökologischen Varianten infolge der Belüftungsverluste wird durch die etwas vermehrte Leguminosenwüchsigkeit kompensiert.

Die ertragsdynamische Versorgung mit Phosphor und Kali bringt auf diesem Standort eine beachtliche Ertragslage, die aber auf leguminosenreichen Beständen in der Regel erreicht wird. Die PK-Variante übertrifft im Durchschnitt der neun Versuchsjahre die Variante Mistkompost + Jauche biodyn. um 1.0 dt TS/ha und hält auch mit den Varianten, die mit Wirtschaftsdünger versorgt sind, im Ertrag mit. Der ungedüngte Block verzeichnet einen hochsignifikanten Ertragsrückgang gegenüber der PK-Variante von 40 %.

Die Mehrerträge von NPK (120 kg N/ha) und vor allem von Gülle 1:0 + 120 kg N/ha sind sowohl im ersten Aufwuchs als auch im Jahresertrag hochsignifikant gegenüber den anderen Blöcken, wobei Gülle 1:0 + 120 kg N/ha

bei einer Gesamtstickstoffzufuhr von 240 kg/ha/Jahr bei allen Aufwüchsen signifikante Mehrerträge bringt. Aus dem Ertrag dieser Varianten können 1.8 bis 1.9 GVE/ha mit Futter versorgt werden, hingegen bringt der ungedüngte Block nur einen Ertrag für 1.1 GVE/ha. Der Einsatz von Gülle 1:0 + 120 kg N/ha ermöglicht es, unter diesen Standortverhältnissen 2.2 GVE/ha zu halten. Die Bemessung der Düngung der einzelnen Varianten wurde vom Ertrag und dem Wirtschaftsdüngeranfall der zu ernährenden Tiere abgeleitet. Mit dieser ertragsdynamischen Düngungsweise wurde der Nährstoffkreislauf in den drei Landbaumethoden simuliert.

#### 4. Diskussion

Bodenzoologisch finden sich keine deutlichen quantitativen Unterschiede zwischen den ökologischen und konventionellen Behandlungen, was mit den ertragskundlichen und in weiten Bereichen mit den Enzymaktivitätsmessungen von ÖHLINGER (1986) übereinstimmt. Am ungünstigsten schneidet sowohl beim Ertrag als auch bei der Bodenzoologie die biodynamische Variante 6 ab (Tab. 3, 7). Bei den Enzymaktivitäten sind so wie beim Tierbesatz die mineralischen Düngevarianten von der ungedüngten Kontrolle kaum verschieden, die organisch gedüngten Blöcke haben aber meist höhere Enzymaktivitäten als die mineralisch gedüngten, jedoch zeigen sich keine signifikanten Unterschiede zwischen konventionell und ökologisch behandelten organischen Düngern. ÖHLINGER (1986) kommt zu folgender Reihung der Dünagesysteme: Stallmist-Jauche-System  $\geq$  Gülle-System  $>$  mineralisches System. Dies stimmt mit unseren Enzymaktivitätsmessungen von Salzburger Betrieben überein (FOISSNER et al. 1987). Die wenigen anderen in Salzburg noch festgestellten Unterschiede zwischen ökologisch und konventionell bewirtschafteten Wiesen müssen wohl als statistische Irrtümer interpretiert werden. Bestenfalls ist ein Trend erkennbar, daß die ökologisch bewirtschafteten Wiesen etwas reicher belebt sind als die konventionell bewirtschafteten (FOISSNER 1989).

Die vegetations- und ertragskundlichen Ergebnisse von THEPRA passen gut auf die Resultate von AUERSPERG (1982), der bei ökologisch wirtschaftenden Betrieben ebenfalls einen höheren Anteil von Leguminosen und einen

ähnlichen Ertrag wie bei konventionell wirtschaftenden Betrieben fand. Der deutliche Ertragsrückgang (40 %) auf dem ungedüngten Block ist zu erwarten und stimmt mit vielen Literaturdaten überein.

Die nur tendenziellen Unterschiede im Bodenleben der unterschiedlich bewirtschafteten Blöcke verwundern etwas. Man denkt zuerst an methodische Schwächen, besonders an die kleine Parzellengröße, die Unterschiede verwischen kann (MARTENSSON et al. 1984). Diese Deutung ist aber angesichts der signifikanten Ertragsdifferenz zwischen dem ungedüngten Kontrollblock und den gedüngten Blöcken wenig überzeugend. Dann denkt man an den Zeitfaktor. Da der Boden ein relativ träge reagierendes System ist, könnten die neun Versuchsjahre nicht ausgereicht haben, eventuell vorhandene Unterschiede mit genügender Deutlichkeit hervorzu- bringen. Dagegen sprechen aber die Resultate von LÜFTENEGGER & FOISSNER (1989), die zeigen, daß sich das devastierte Bodenleben konventionell bewirtschafteter Weinberge bei Umstellung auf die ökologische Bewirt- schaftung innerhalb von 10 Jahren deutlich erholt. Daher ist folgende Interpretation wahrscheinlicher: Organische Düngung ist Humuswirtschaft; Humus ist aber im Grünland meist (FRANZ 1968) und besonders in den Blöcken von THEPRA kein Minimumfaktor für das Bodenleben, weil die Werte überall zwischen 4 % und 6 % liegen (BUCHGRABER, unveröff.). JOHNSTON (1986) stellt für den Ertrag fest, daß die Mistdüngung am deutlichsten wirkt, wenn der Humusgehalt bei einer kritischen Grenze von  $\leq 2$  % liegt. Auch DEBRUCK (1980) findet, daß die Wirkung von biodynamischen Präparaten bei niedrigem Ertragsniveau deutlicher erkennbar ist als bei hohem. Beim Bodenleben zeigt sich häufig, daß geringe Unterschiede zwischen konventionell und ökologisch bewirtschafteten Böden auf annä- hernd Null schrumpfen, wenn die Werte auf gleichen Humusgehalt berechnet werden (z.B. GEHLEN & SCHRÖDER 1985).

Dennoch ist ein nivellierender Einfluß der kleinen Parzellengröße nicht auszuschließen. Es ist nämlich kaum erklärbar und paßt nicht auf die Ertragsdaten und die Enzymaktivitäten, daß sich der Regenwurmbesatz im ungedüngten Block nur tendenziell bei der Biomasse verringert hat. Bei vielen anderen Untersuchungen wurde dagegen eine deutliche Abnahme der

Individuenzahl und der Biomasse der Lumbriciden in mehrere Jahre nicht gedüngten Wiesen gefunden (z.B. ZAJONC 1975, BAUCHHENSS 1982, LEE 1985). Es ist daher möglich, daß die ziemlich mobilen Regenwürmer eventuellen ungünstigen Einflüssen (z.B. unbelüftete Gülle) teilweise durch Auswanderung auf die Kontrollparzellen oder die ökologisch bewirtschafteten Flächen ausgewichen sind. Bei den Protozoen und den Nematoden sind derartige weite Wanderungen aber auszuschließen.

Neben der Quantität ist auch die Qualität (Artenzusammensetzung) der Tiergemeinschaft wichtig (FRANZ 1968). Da wir nur die Protozoen bis zur Species determinierten, sind dazu nur beschränkte Aussagen möglich. Immerhin weist die in allen Blöcken sehr ähnliche Dominanzstruktur der Testaceen darauf hin, daß keine gravierenden Änderungen eingetreten sind (Abb. 1a, b im Anhang, Tab. 4). Bei den Ciliaten sind ziemlich deutliche Unterschiede in der Dominanzstruktur erkennbar (Abb. 1c, d im Anhang, Tab. 5), die aber zur Zeit nicht deutbar sind, da über die Autökologie der betroffenen Arten (Homalogastra setosa, Colpoda inflata) noch zu wenig bekannt ist. Beide Species sind in Böden verschiedenster Herkunft weit verbreitet (FOISSNER 1987).

Versucht man eine Bewertung der vorliegenden Ergebnisse und der Daten aus der Literatur, so ergibt sich, daß die ökologische Grünlandwirtschaft das Bodenleben nur geringfügig zu fördern vermag. Reine Mineraldüngung hat manchmal und wohl sehr abhängig von der Art des Düngers und vom Düngesystem (FRANZ 1968, SCULLION & RAMSHAW 1987) einen störenden Einfluß. Auch im Ertrag zeigen sich keine bedeutenden Unterschiede, wenn, dann liegt er bei den ökologisch wirtschaftenden Betrieben eher etwas niedriger. Setzt man den erhöhten Arbeitsaufwand und die größere Abhängigkeit des alternativen Landbaues vom Markt (JAEP 1986) in Rechnung, so sind aus den bisher vorliegenden Befunden kaum überzeugende Argumente für die ökologische Grünlandwirtschaft abzuleiten. So wie BOGUSLAWSKI (1977) sehen wir in einer sinnvollen Kombination von organischen und mineralischen Düngern ("integriertes System") den besten Weg, die Produktivität langfristig zu sichern und zu verbessern. Dies gilt

für das Grünland, wo der Humus im allgemeinen kein begrenzender Faktor ist. Beim Acker- und Weinbau und vermutlich auch beim Gemüsebau sind die ökologischen Varianten den konventionellen in vielen Belangen überlegen. Hier ist dringend ein Umdenken erforderlich, weil in solchen konventionell bewirtschafteten Böden manchmal tatsächlich nur noch ganz wenige Bodentiere leben (z.B. GEHLEN und SCHRÖDER 1985, FOISSNER 1989, LÜFTENEGGER & FOISSNER 1989). Auch beim Ackerbau scheint sich das integrierte System sowohl hinsichtlich des Bodenlebens als auch des Ertrages zu bewähren (z.B. STEINER et al. 1986, BOSCH & MOURA-PEAO 1987).

#### 5. Dank

Die Untersuchungen wurden mit finanzieller Unterstützung des Fonds zur Förderung der wissenschaftlichen Forschung (Projekt Nr. 5889) und des Bundesministeriums für Land- und Forstwirtschaft durchgeführt. Frau Dr. Gabriele LÜFTENEGGER (Universität Salzburg) danken wir für die Auszählung der Testaceen, den Familien GERL und SCHMALENGRUBER für die Bereitstellung der Versuchsfläche und Hilfe bei vielen Arbeiten.

#### 6. Literatur

- AUERSPERG, G., 1982: Vergleichende Darstellung von organisch-biologisch und konventionell wirtschaftenden Grünlandbetrieben des Raumes Leogang-Saalfelden (Salzburg-Pinzgau). Diplomarbeit Univ. Bodenkultur Wien: 87 S.
- AUGSTBURGER, F., 1984: Erfahrungen mit dem Transfer ökologischer Landbautechniken an Kleinbauern bolivianischer Hochtäler. In Rottach, P. (Hrsg.): Ökologischer Landbau in den Tropen. Karlsruhe (C. F. Müller), S. 183-190.
- BAUCHHENSS, J., 1982: Artenspektrum, Biomasse, Diversität und Umsatzleistung von Lumbriciden (Regenwürmer) auf unterschiedlich bewirtschafteten Grünlandflächen verschiedener Standorte Bayerns. Bayer.Landwirtsch. Jb. 59: 119-124.
- BECK, T., 1983: Mehr Bodenleben durch alternativen Landbau? DLG-Mitt. Jahr 1983, Heft 3: 144-146.

- BOGUSLAWSKI, E.v., 1977: Der konventionelle Landbau und seine Alternativen. IFOAM-Konferenz "Auf dem Weg zur nachhaltigen Landwirtschaft" . Aarau (Wirz), S. 1-27.
- BOSCH, J. & MOURA-PEAO, C., 1987: Integrierter Pflanzenschutz im Ackerbau: Das Lautenbach-Projekt. IV. Die Auswirkungen von integrierter und konventioneller Bewirtschaftung auf die Abundanz des Großen Regenwurms, *Lumbricus terrestris* L.; Z.PflKrankh. PflSchutz 94: 322-327.
- BOSCH, M., 1980: Bodeneigenschaften, Erträge und Mineralstoffentzüge einer Ackerbraunerde unter dem Einfluß langjähriger Düngung mit verschiedenen Stickstoff-Formen. Diss. Techn. Univ. München: 188 S.
- BUCHGRABER, K., 1983: Vergleich der Wirksamkeit konventioneller und alternativer Düngungssysteme auf dem Grünland; hinsichtlich Ertrag, Futterqualität und Güte des Pflanzenbestandes. Bundesanstalt für Pflanzenbau, Wien: 213 S.
- BUCHGRABER, K., 1984: Die Wirksamkeit konventioneller und alternativer Düngungssysteme auf dem Grünland. Vergleiche hinsichtlich Ertrag, Futterqualität und Güte des Pflanzenbestandes. Förderungsdienst 32: 306-313.
- BUCHGRABER, K., 1989a: Was bringt der biologische Landbau? Traktor aktuell, Jahr 1989, Heft 1: 16-18.
- BUCHGRABER, K., 1989b: Welches Güllesystem verdient den Vorzug? Traktor aktuell, Jahr 1989, Heft 2: 16-17.
- CHARDEZ, D. & LAMBERT, J., 1981: Thécamoebiens indicateurs biologiques (Protozoa Rhizopoda testacea). Bull. Rech. Agron. Gembloux 16: 181-203.
- DEAVIN, A., 1978: Soil-cover, soil organic matter, the rhizosphere and plant growth. In Deutscher Rat für Landschaftspflege (Hrsg.): Zum ökologischen Landbau. Schriftenreihe des Deutschen Rates für Landschaftspflege, Bonn, S. 21-34.
- DEBRUCK, J., 1980: Kosmische Rhythmen und Präparate - ist was dran. Top agrar, Jahr 1980, Heft 8: 22-23.
- DICK, R.P., RASMUSSEN, P.E. & KERLE, E.A., 1988: Influence of long-term residue management on soil enzyme activities in relation to soil chemical properties of a wheat-fallow system. Biol.Fert.Soils 6:159-164

- DUNNETT, C.W., 1955: A multiple comparison procedure for comparing several treatments with a control. *J. Am. Stat. Assoc.* 50: 1096-1121.
- DUNNETT, C.W., 1964: New tables for multiple comparisons with a control. *Biometrics* 20: 482-491.
- FOISSNER, W., 1987: Soil protozoa: Fundamental problems, ecological significance, adaptations in ciliates and testaceans, bioindicators, and guide to the literature. *Progr. Protistol.* 2: 69-212.
- FOISSNER, W., 1989: Bodenzoologische Untersuchungen an ökologisch und konventionell bewirtschafteten Acker- und Grünlandflächen. *Acad. Cosmol. Nova* (im Druck).
- FOISSNER, W. & FOISSNER, I., 1988: Stamm: Ciliophora. *Catalogus Faunae Austriae* 1c: 1-147.
- FOISSNER, W., FRANZ, H. & ADAM, H., 1987: Untersuchungen über das Bodenleben in ökologisch und konventionell bewirtschafteten Acker- und Grünlandböden im Raum Salzburg. *Verh. Ges. Ökol.* 15: 333-339.
- FRANZ, H., 1968: Der Einfluß von Düngemitteln auf die Bodenlebewelt. In Linser, H. (Hrsg.): *Handbuch der Pflanzenernährung und Düngung*, Bd. 2, zweite Hälfte. Wien & New York (Springer), S. 1715-1730.
- FRANZ, H., 1975: Die Bodenfauna der Erde in biozönotischer Betrachtung. Wiesbaden (Steiner): 796 + 485 S.
- GEHLEN, P. & SCHRÖDER, D., 1985: Enzymtätigkeiten, mikrobielle Biomasse und Regenwurmbesatz in "biologisch" und "konventionell" bewirtschafteter Böden unterschiedlicher Nutzung. *Mitt. Dtsch. Bodenkundl. Ges.* 43: 643-648.
- GOLDSTEIN, J., 1976: Organic force. In Merrill, R. (Hrsg.): *Radical Agriculture*. New York & London (Harper & Row), S. 212-223.
- JACCARD, P., 1902: Lois de distribution florale dans la zone alpine. *Soc. Vaud. Sci. Nat.* 38: 69-130.
- JAEP, A., 1986: Konventionelle und alternative Landbaumethoden im betriebswirtschaftlichen Vergleich. *Berichte über Landwirtschaft* 64: 40-73.
- JOHNSTON, A.E., 1986: Soil organic matter, effects on soils and crops. *Soil Use and Management* 2: 97-105.
- KLAPP, E. & WURMBACH, H., 1962 (Hrsg.): Die Beeinflussung der Bodenfauna durch Düngung. *Monogr. angew. Entomol.* 18: 1-167.

- LEE, K.E., 1985: Earthworms. Their Ecology and Relationships with Soils and Land Use. Sydney & Tokyo (Academic Press): 411 S.
- LÜFTENEGGER, G. & FOISSNER, W., 1989: Bodenzologische Untersuchungen an ökologisch und konventionell bewirtschafteten Weinbergen (zum Druck eingereicht).
- LÜFTENEGGER, G., PETZ, W., FOISSNER, W. & ADAM, H., 1988: The efficiency of a direct counting method in estimating the numbers of microscopic soil organisms. *Pedobiologia* 31: 95-101.
- MARTENSSON, A., WIVSTAD, M. & LJUNGGREN, H., 1984: The influence of different crop rotations on the occurrence and efficiency of *Rhizobium trifolii* in some Swedish field experiments. *Swedish J. agric. Res.* 14: 71-76.
- MAURER, L., 1981: Richtlinien für die Erzeugung von landwirtschaftlichen Produkten aus biologischem Anbau in Österreich. Mitt. Ludwig Boltzmann-Forschungsstelle für Biologischen Landbau, Wien, Jahr 1981, Heft 1: ohne Paginierung.
- MEIMBERG, R., 1986: Die Bedeutung des "alternativen" Landbaus in der Bundesrepublik Deutschland. *Berichte über Landwirtschaft* 64: 209-235.
- MÜHLENBERG, M., 1976: Freilandökologie. Heidelberg (Quelle & Meyer): 214 S.
- MÜLLER, G., 1965: Bodenbiologie. Jena (Fischer): 889 S.
- ÖHLINGER, R., 1986: Der Einsatz enzymatischer Methoden am Beispiel eines Grünlanddüngungsversuches. *Veröff. Landwirtsch.-chem. Bundesanstalt Linz/Donau* 18: 135-161.
- PLAKOLM, G., 1987: Ist biologischer Landbau möglich? *ÖGNU-Text* 1/87: 47-56.
- POKORNA-KOZOVA, J., 1984: Effects of long-term fertilization on the dynamics of changes of soil organic matter. *Zbl. Mikrobiol.* 139: 497-504.
- RAUHE, K., HOBERÜCK, J. & SIEGERT, B., 1987: Untersuchungen zu langfristigen Wirkungsmechanismen von Stallmist- und Mineral-N im System Pflanze-Boden. *Arch. Acker-Pflanzenbau Bodenkd.* 31: 711-718.
- RENKONEN, O., 1938: Statistisch-ökologische Untersuchungen über die terrestrische Käferwelt der finnischen Bruchmoore. *Ann. Zool. Soc. Zool.-Bot. Fenn. Vanamo* 6: 1-231.

- SACHS, L., 1984: Angewandte Statistik. Berlin & New York (Springer): 545 S.
- SATCHELL, J.E., 1971: Earthworms. IBP Handbook 18: 107-127.
- SCHECHTNER, G., 1958: Grünlandsoziologische Bestandsaufnahme mittels "Flächenprozentschätzung". Z. Acker- und Pflanzenbau 105: 33-43.
- SCULLION, J. & RAMSHAW, G.A., 1987: Effects of various manurial treatments on earthworm activity in grassland. Biol. Agric. Horticult. 4: 271-281.
- STEINER, H., EL TITI, A. & BOSCH, J., 1986: Integrierter Pflanzenschutz im Ackerbau: Das Lautenbach-Projekt. I. Versuchsprogramm. Z. PflKrankh. PflSchutz 93: 1-18.
- VETTER, H., 1984: Alternativer Landbau - Landbau der Zukunft? Lohmann Info., Jahr 1984, Heft Mai/Juni: 1-5.
- WIRNSBERGER, E. & FOISSNER, W., 1989: Stamm Rhizopoda (U.-Kl. Testacealobosia, Testaceafilosia). Catalogus Faunae Austriae Ia (im Druck).
- ZAJONC, I., 1975: Variations in meadow associations of earthworms caused by the influence of nitrogen fertilizers and liquid-manure irrigation. Progr. Soil Zool. 5: 497-503.

*Adressen der Autoren:*

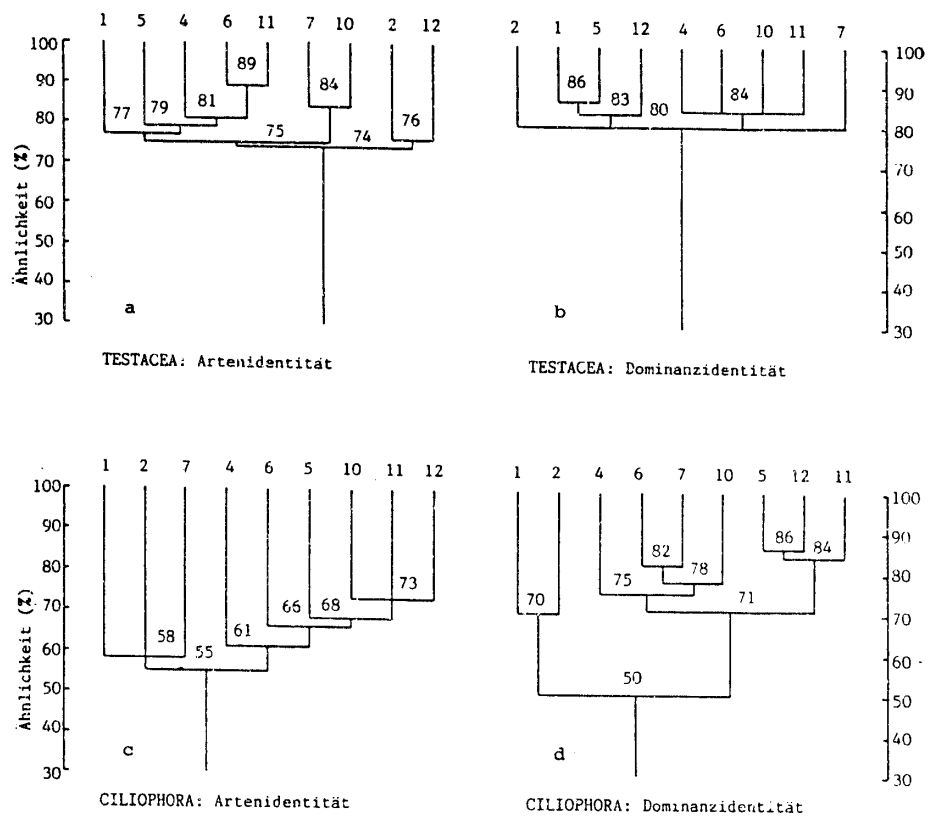
*Univ.-Prof. Dr. Wilhelm FOISSNER und Dr. Helmut BERGER  
Universität Salzburg, Institut für Zoologie  
Heilbrunnerstraße 34, A-5020 Salzburg*

*Dipl.Ing. Dr. Karl BUCHGRABER  
Bundesanstalt für alpenländische Landwirtschaft Gumpenstein  
A-8952 Irdning*

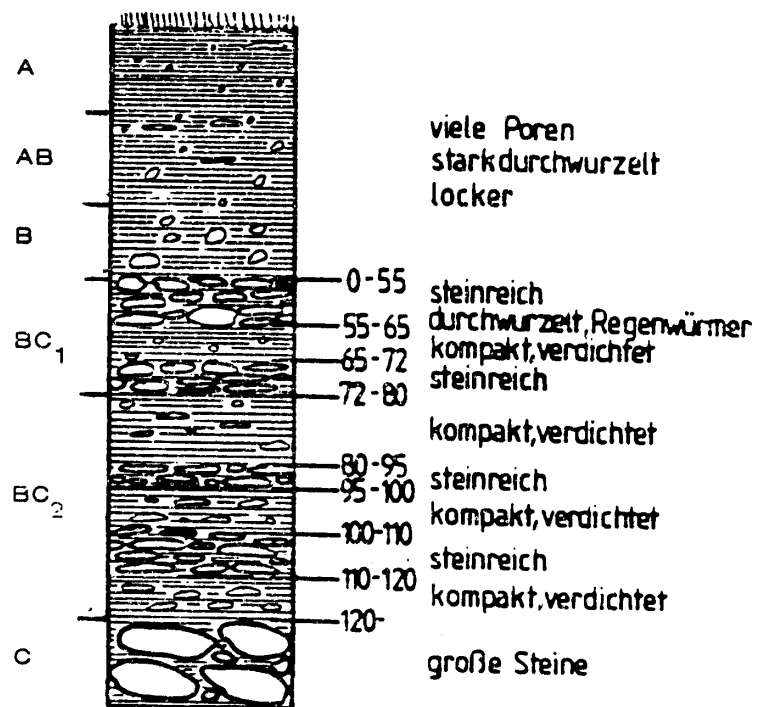
## Anhang

# Abb. 1a-d: Arten- und Dominanzidentität der Testaceen und Ciliaten

(Nähere Erklärung im Text)



Karbonatische BRAUNERDE aus Hangschutt



Bodenkennwerte vom Bodenprofil

| Proben-<br>tiefe<br>in cm | Korngrößenverteilung<br>in % |         |     | Humus<br>% | pH-Wert<br>in<br>CaCl <sub>2</sub> | Kar-<br>bonat-<br>test | P <sub>2</sub> O <sub>5</sub><br>in<br>100 g FB | K <sub>2</sub> O<br>in<br>100 g FB |
|---------------------------|------------------------------|---------|-----|------------|------------------------------------|------------------------|-------------------------------------------------|------------------------------------|
|                           | Sand                         | Schluff | Ton |            |                                    |                        |                                                 |                                    |
| 0-10                      | 45                           | 48      | 7   | 4.1        | 6.6                                | 2                      | 11                                              | 7                                  |
| 10-20                     | 41                           | 52      | 7   | 3.4        | 6.7                                | 2                      | 10                                              | 4                                  |
| 20-40                     | 47                           | 48      | 5   | 1.5        | 7.2                                | 3                      | 1                                               | 3                                  |
| 40-55                     | 56                           | 38      | 5   | 1.0        | 7.4                                | 4                      | 1                                               | 3                                  |
| 55-72                     | 45                           | 48      | 7   | 1.1        | 7.4                                | 4                      | 1                                               | 3                                  |
| 72-95                     | 24                           | 65      | 11  | 1.6        | 7.5                                | 5                      | 1                                               | 3                                  |
| 95-110                    | 35                           | 55      | 10  | 1.5        | 7.5                                | 5                      | 2                                               | 3                                  |