

# Beurteilung der Bodenbearbeitung mit Pflug und der konservierenden Bodenbearbeitung hinsichtlich der biologischen Aktivität mittels des Köderstreifen-Tests nach v o n T ö r n e sowie der Populationsdichten von Collembolen und Raubmilben

CLAUS HEISLER und JOACHIM BRUNOTTE

Institut für Betriebstechnik

## Einleitung

Die Bodenbearbeitung mit Pflug ist gängige Praxis und hat zur Entwicklung der Erträge maßgeblich beigetragen. Andererseits vermindert die Lockerung der Ackerkrume mit der wendenden Arbeitsweise des Pfluges die Tragfähigkeit (Befahrbarkeit) des Bodens und erhöht gleichzeitig die Gefahr von Bodenerosion durch Wind und/oder Wasser. Zudem wirkt sich das Pflügen sowie der dadurch bedingte Einsatz eines schweren Ackerschleppers negativ auf fast alle Formen der Bodenfauna z. B. Collembolen und Raubmilben aus, deren Abundanzen meistens verringert und deren Artenspektren häufig eingeschränkt werden (Heisler, 1994).

Aus der Sicht des Landwirtes hat das Pflügen den Vorteil, daß „reiner Tisch“ gemacht wird und kein auf der Oberfläche verbleibendes Pflanzenmaterial die nachfolgenden Arbeitsgänge „stört“. Der Einsatz des Pfluges ist obendrein zeitaufwendig und zugleich kostenintensiv.

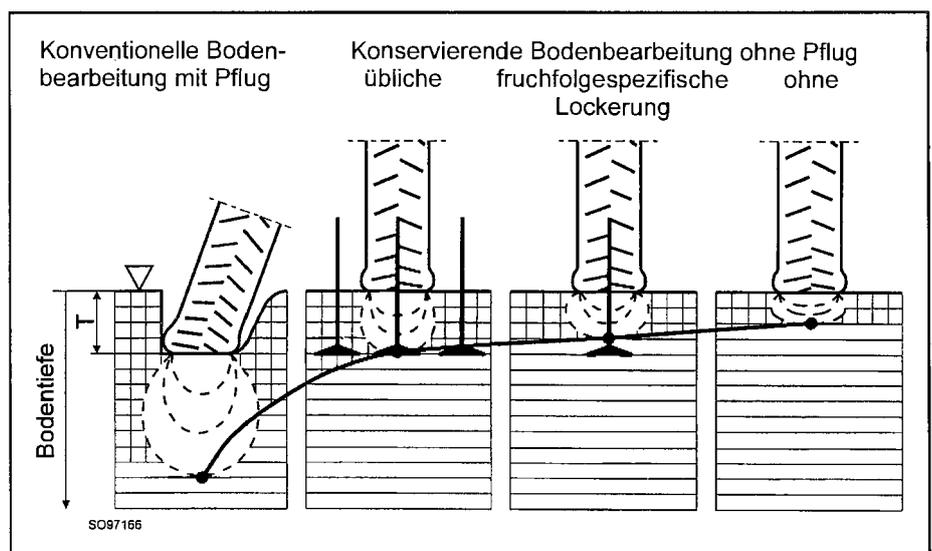
Aus diesen Gründen soll heute der Ackerboden vermehrt ohne wendende Arbeitsgänge gelockert werden. Dies kann mit Geräten wie Parapflug oder Schichtengrubber geschehen, die den Boden krumentief schonend lockern ohne ihn gleichzeitig zu wenden. Dabei kann die Lockerung fruchtfolgespezifisch erfolgen oder es wird sogar ganz darauf verzichtet, was sich auf die Eindringtiefe des Bodendrucks positiv auswirkt (Abbildung 1).

Inwieweit die biologische Aktivität dadurch positiv beeinflusst wird, ist u. a. in einem Feldversuch in Adenstedt bei Hildesheim zu untersuchen. Es wird der Köderstreifen-Test nach v o n T ö r n e (1990 a & b) eingesetzt, um die Auswirkungen dieser beiden Bodenbearbeitungsverfahren (Pflug bzw. Konservierend) auf die biologische Aktivität im Boden zu beurteilen. Laut v o n T ö r n e (1990 a & b) ist es vor allem die Bodenmesofauna, die die Köder in diesen Streifen aus-

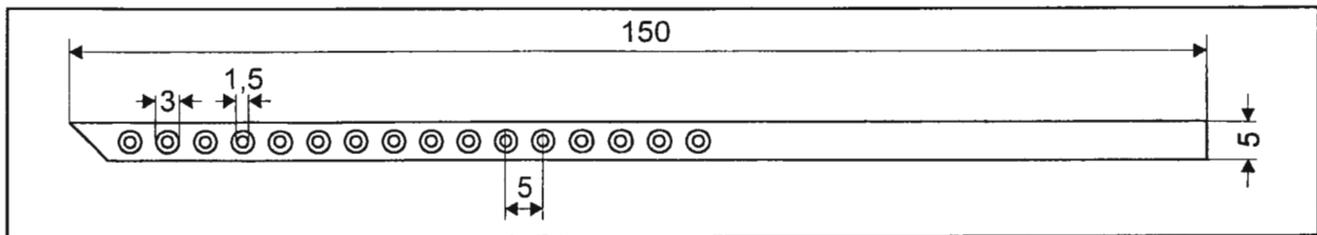
frißt. Zusätzlich zur Anwendung des Köderstreifen-Tests wird die Bodenmesofauna - Collembolen und Raubmilben - in diesen Parzellen untersucht.

Collembolen verstärken die physiologische Abbauarbeit der Mikroorganismen dadurch, daß sie Bodenpilze beweideten. Das selektive Abweiden, vor allem seneszenter Pilzhypphen, bewirkt, daß diese Pilze permanent wachsen und in einem physiologisch aktiven Zustand gehalten werden; sie werden dadurch gezwungen, das vorhandene Substrat abzubauen.

Raubmilben sind die Raubtiere des Bodens und stehen am Ende dieses Nahrungsgeflechtes. Daher dienen sie als Bioindikator für das Bodenleben allgemein (K a r g , 1995). Außerdem sind Raubmilben als Regulatoren z. B. für Collembolen sehr wichtig. Denn nur wenn zwischen Collembolen und Mikroorganismen sowie zwischen Raubmilben und Collembolen ein optimales Verhältnis vorhanden ist, laufen die Abbauvorgänge im Boden wie ein Regelkreis präzise ab. Wird die Populationsdichte der Collembolen zu hoch, kommt es zu 'Overgrazing'-Effekten an Bodenpilzen, wodurch der Abbau verzögert wird. Raubmilben verhindern dies.



**Abbildung 1:** Zur Tiefenwirkung des Bodendrucks in Abhängigkeit von Bodenbearbeitungsverfahren und Geräteeinsatz (nach Brunotte und Sommer, 1997)



**Abbildung 2:** Schema eines Köderstreifens nach von Törne. Abmessungen in Millimeter. Stärke des Kunststoffmaterials: ca. 1,5 bis 2,0 mm.

Als weiteres Prüfglied dieser Arbeit diente eine einjährige Brache mit einem Gemisch aus Öfrettich und Alexandrinerklee als Vorfrucht für die Kulturart Weizen.

Das Prinzip des Köderstreifen-Tests besteht darin, daß durch angebotene attraktive Nahrungsquellen die im Boden lebenden Tiere angelockt werden, und dann die Köder in den Kunststoffstreifen von diesen Tieren durchfressen werden, wodurch ihre Aktivität dokumentiert wird. Nach Bode und Blume (1997) handelt es sich bei dem Köderstreifen-Test um eine Feldmethode, die die tatsächlichen Aktivitäten der Bodenorganismen am Standort widerspiegelt, während Labormethoden Biomassenpotentiale erfassen, die nicht mit der aktiven Biomasse am Standort übereinstimmen müssen.

Gleichzeitig wird festgestellt, ob dieser Köderstreifen-Test, der ohne taxonomische Spezialkenntnisse der Bodenfauna und fast ohne Vorkenntnisse eingesetzt werden kann, geeignet ist, dem Landwirt Auskunft über die biologische Aktivität (Bodenfauna) seiner Böden zu liefern. Der Landwirt kann dann seine Bewirtschaftungsstrategien entsprechend verändern und damit die Bodenfauna fördern.

Der Köderstreifen-Test kann, ohne größere Zerstörungen am Boden und der wachsenden Kulturfrucht zu hinterlassen, eingesetzt werden. Er ist ein unspezifischer Test, dessen Ergebnisse keiner bestimmten Gruppe der Bodenfauna zugeordnet werden können, der aber ein allgemeines Maß für die biologische Aktivität des untersuchten Bodens erbringt. Da Böden mit hoher biologischer Aktivität, also großem Besatz an Bodenfauna, auch i. d. R. Böden mit hoher Fruchtbarkeit und großer Ertragsfähigkeit sind, kommt ihr eine gewisse Bedeutung zu.

Collembolen können durch ihren selektiven Fraß an Pilzen die beiden Gruppen der Pilze und Bakterien unterschiedlich beeinflussen. Hanlon und Anderson (1979) beschreiben, daß durch Collembolen-Fraß die Pilzdichte zurückgeht und die Besatzdichte der Bakterien dadurch relativ ansteigt. Collembolen leisten direkt und indirekt einen beträchtlichen Beitrag zu Dekomposition und Mineralisation von organischem Material. Sie legen z. B. prospektive Pflanzennährstoffe wie Stickstoff, Phosphor und Schwefel in ihrer eigenen Körpermasse fest, wo diese Stoffe viel länger gebunden bleiben, eine Art Reserve bilden, und daher weniger schnell aus dem Boden ausgewaschen werden können; zusätzlich verbauen Collembolen den Boden.

## Material und Methoden

### Boden

Bei dem Boden des Versuchsfeldes handelt es sich um eine schwach pseudovergleite erodierte Parabraunerde aus Löß. Die Bodenart ist „toniger Schluff“ mit folgenden Körnungsanteilen: Sand: 2,7 %; Schluff: 85,0 %; Ton: 12,3 %. Der Gehalt an organischer Substanz liegt bei 2,1 % C, der in  $\text{CaCl}_2$ -Lösung gemessene pH-Wert beträgt 7,3. Diese Angaben stammen von Brunotte (1990).

### Köderstreifen

Die verwendeten Köderstreifen weisen 16 Löcher mit einem Durchmesser von je 1,5 mm und beiderseitiger konischer Erweiterung auf 3 mm auf (Abbildung 2). Da die Löcher einen Abstand zu einander von jeweils 0,5 cm haben, decken die Köderstreifen die oberen 8 cm des Bodens ab, wenn sie so in den Boden eingebracht werden, daß der oberste Köder sich direkt unter der Bodenoberfläche befindet. Diese oberflächennahe Bodenschicht von ca. 10 cm ist der Hauptlebensbereich für viele Formen der Bodenfauna und der Mikroorganismen; in ihr laufen die wichtigsten metabolischen Prozesse ab.

Als Substrat für die Köder wurde eine Mischung aus Brennesselpulver (3 g) und Zellulosepulver (7 g), mit Wasser zu einem Brei verrührt, verwendet. Nach der Befüllung der Streifen mit dieser Köderpaste erfolgte eine Trocknung für 24 Stunden bei 40° C.

In jedem Monat wurden in jeder Parzelle jeweils drei Gruppen von je 16 Streifen für jeweils acht Tage im Boden exponiert. Die Streifen wurden in Reihen mit ca. 15 cm Abstand angeordnet; die Reihen in einer Untersuchungsparzelle waren 50 cm von einander entfernt. Die Werte für die mittlere Freßaktivität wurden nach von Törne normiert.

### Collembolen und Raubmilben

Zur Untersuchung der Populationsdichten dieser beiden Gruppen der Bodenmesofauna wurden aus jeder Untersuchungsparzelle in den Monaten April, Mai und Juni 1997 jeweils acht Einstiche von 4 cm Durchmesser und 15 cm Tiefe entnommen. Jeder dieser Bodenkerne wurde in je drei Tiefenstufen (0-5 cm; 5-10 cm; 10-15 cm) unterteilt. In

einem nach Macfadyen (1961) modifizierten Extraktor wurde die Mesofauna aus den Bodenproben ausgetrieben. Hierzu wurde während der zehntägigen Extraktion die Temperatur von 20° C auf 45° C erhöht.

### Versuchspartellen

Im Frühjahr 1997 wurden in den Monaten April, Mai und Juni unter der Feldfrucht Winterweizen vier verschiedene Parzellen, die sich durch die Vorfrucht und die Art der Bodenbearbeitung unterschieden, beprobt. Die halbe Fläche hatte als Vorfrucht ebenfalls Winterweizen, während auf der anderen Hälfte eine einjährige Brache (Rotationsbrache) mit einem Gemisch aus Ölrettich und Alexandrinerklee die Vorfrucht für die Winterweizen-Kultur bildete. Es wurden Parzellen laut **Tabelle 1** beprobt.

### Ergebnisse

#### Köderstreifen-Test

Die Mittlere Freßaktivität der Bodenfauna in den vier untersuchten Parzellen in den Monaten April, Mai und Juni 1997 ist in **Abbildung 3** dargestellt.

Sie ist in den konservierend bearbeiteten Flächen stets höher als in den Vergleichsflächen nach konventioneller Bodenbearbeitung. Dies gilt sowohl für die Fläche mit Winterweizen als auch für die mit Grünbrache (Ölrettich/Klee) als Vorfrucht. Die Freßaktivität nahm im Mai zu und im Juni wieder ab.

Während die vier Werte im April sich nicht signifikant unterschieden, sind die Werte für Mai und auch für Juni signifikant unterschiedlich ( $\chi^2$ -Test;  $p < 0,01$ ).

Werden die Mittelwerte für die Mittlere Freßaktivität über alle drei Monate betrachtet (**Tabelle 2**), so kann folgende Reihung der Mittleren Freßaktivität in den vier untersuchten Parzellen aufgestellt werden:

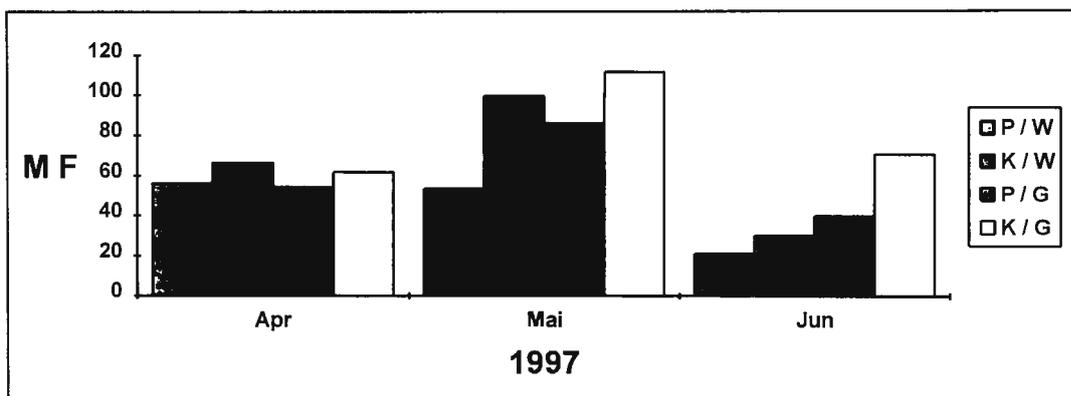
Pflug/Winterweizen < Pflug/Brache < Mulchsaat/Winterweizen < Mulchsaat/Brache.

**Tabelle 1:** Versuchsvarianten am Standort Adenstedt 1997

Vorfrucht:	Winterweizen		Grünbrache Ölrettich/Alexandrinerklee	
Bearbeitung:	Konventionell Pflug	Konservierend Mulchsaat	Konventionell Pflug	Konservierend Mulchsaat

Diese vier Mittelwerte der Mittleren Freßaktivität sind ebenfalls signifikant von einander verschieden ( $\chi^2$ -Test;  $p < 0,01$ ). Die Zunahme der Biologischen Aktivität folgt somit dem abnehmenden Gradienten der Intensität der Bodenbearbeitung und dem zunehmenden Gradienten der Versorgung des Bodens mit organischer Masse nahe der Oberfläche. Das heißt, die Vorfrucht und die Art der Bodenbearbeitung haben einen deutlichen Einfluß auf die Biologische Aktivität eines Bodens.

Die Rangkorrelation nach Spearman zwischen den Mittelwerten für die Mittlere Freßaktivität und dem Bedeckungsgrad der Bodenoberfläche mit organischem Material ( $r_s = +0,8$ ;  $\alpha < 0,05$ ) zeigt eine signifikante positive Korrelation an (**Tabelle 3**). Je höher der Oberflächenbedeckungsgrad ist, desto größer ist dann auch die Mittlere Freßaktivität und damit auch die Biologische Aktivität des Bodens.



**Abbildung 3:** Mittlere Freßaktivität.

P/W: Pflugvariante mit Winterweizen als Vorfrucht

K/W: Konservierende Bodenbearbeitung mit Winterweizen als Vorfrucht

P/G: Pflugvariante mit Grünbrache als Vorfrucht

K/G: Konservierende Bodenbearbeitung mit Grünbrache als Vorfrucht

Der Bodenbedeckungsgrad wird maßgeblich von der Art der für die Bodenbearbeitung bzw. Lockerung eingesetzten Geräte beeinflusst; der Pflug hinterläßt kaum organisches Material auf der Bodenoberfläche (vgl. **Tabelle 2**); ein Schichtengrubber dagegen lockert ohne den Boden zu wenden.

Genau dieselben Werte ( $r_s = +0,8$ ;  $\alpha < 0,05$ ) für den Korrelationskoeffizienten nach Spearman bekommt man zwischen der Mittleren Freßaktivität und der Anzahl der Weizenpflanzen (**Tabelle 3**). Ein höherer Pflanzenbestand bewirkt also ebenfalls eine Erhöhung der mittleren Freßaktivität als Zeichen einer größeren biologischen Aktivität im Boden.

**Tabelle 2:** Adenstedt - Kultur Winterweizen: Mittelwerte über 3 Monate (MW) der Populationsdichten von Collembolen [Coll./m<sup>2</sup>] (n = 24) und Raubmilben [Raubm./m<sup>2</sup>] (n = 24) sowie der Mittleren Freßaktivität (MFA) (n = 144) unter konventioneller (Pflug) bzw. konservierender ohne Lockerung (Mulchsaat) Bodenbearbeitung bei zwei verschiedenen Vorfrüchten Winterweizen bzw. Grünbrache mit Ölrettich/Alexandrinерklee. Zusätzlich aufgeführt: Bedeckungsgrad [%], Weizenpflanzen pro Quadratmeter; diese Werte nach Wagner (unveröffentlicht).

Vorfrucht:	Weizen		Grünbrache	
	Pflug	Mulchsaat	Pflug	Mulchsaat
Bedeckungsgrad [%]	4,1	20,4	3,5	22
Pflanzen/m <sup>2</sup>	367	441	395	398
MW MFA	43,6	65,5	60,2	81,7
MW Raubm./m <sup>2</sup>	2426	2261	2232	6438
MW Coll./m <sup>2</sup>	13231	24942	10611	42961

**Tabelle 3:** Adenstedt: Rangkorrelations-Koeffizienten nach Spearman ( $r_s$ ) und Signifikanzniveau ( $\alpha$ ). (Bezeichnungen wie in Tabelle 2).

	MW MFA	$\alpha$	Coll. pro m <sup>2</sup>	$\alpha$	Raubm. pro m <sup>2</sup>	$\alpha$
	$r_s$		$r_s$		$r_s$	
Bedeckungsgrad [%]	+ 0,8	< 0,05	+ 1	< 0,05	+ 0,65	
Pflanzen/m <sup>2</sup>	+ 0,8	< 0,05	+ 0,6		-0,15	
MW MFA	-----	-----	+ 0,8	< 0,05	+ 0,35	
MW Coll./m <sup>2</sup>	+0,8	<0,05	-----	-----	+0,65	
MW Raubm./m <sup>2</sup>	+0,35		+ 0,65		-----	-----

**Tabelle 4:** Adenstedt: Kultur Winterweizen. Mittlere Freßaktivität in Böden unter konventioneller (Pflug) bzw. konservierender ohne Lockerung (Mulchsaat) Bodenbearbeitung unter den Vorfrüchten Winterweizen bzw. einjährige Grünbrache bezogen auf zwei Tiefenhorizonte 0-4 cm und 4,5-8 cm. Werte normiert nach von Törne (n = 48).

Termin:	Vorfrucht: Bearbeitung:	Weizen		Grünbrache	
		Pflug	Mulchsaat	Pflug	Mulchsaat
April 1997	0 - 4,0 cm	51,1	75,6	58,3	73,3
	4,5 - 8,0 cm	61,1	57,8	50,0	51,1
Mai 1997	0 - 4,0 cm	48,8	97,5	86,2	113,8
	4,5 - 8,0 cm	58,8	101,2	85	110,0
Juni 1997	0 - 4,0 cm	23,8	40,0	47,5	85
	4,5 - 8,0 cm	18,8	21,2	32,5	56,2

Die mittlere Freßaktivität und die Anzahl der Collembolen sind auch miteinander korreliert. Im April beträgt  $r_s = + 0,8$  ( $\alpha < 0,05$ ), im Mai  $r_s = +1$  ( $\alpha < 0,05$ ), im Juni  $r_s = + 0,4$ . Korreliert man die Mittelwerte über die drei Monate, so wird auch hier eine signifikante positive Korrelation zwischen der Anzahl der Collembolen im Boden und der Mittleren Freßaktivität festgestellt ( $r_s = + 0,8$ ;  $\alpha < 0,05$ ) (vgl. Tabelle 3). Nur die Juni-Werte sind nicht signifikant korreliert. Steigt der Collembolen-Besatz, so nimmt auch die Freßaktivität, also die biologische Aktivität des Bodens zu.

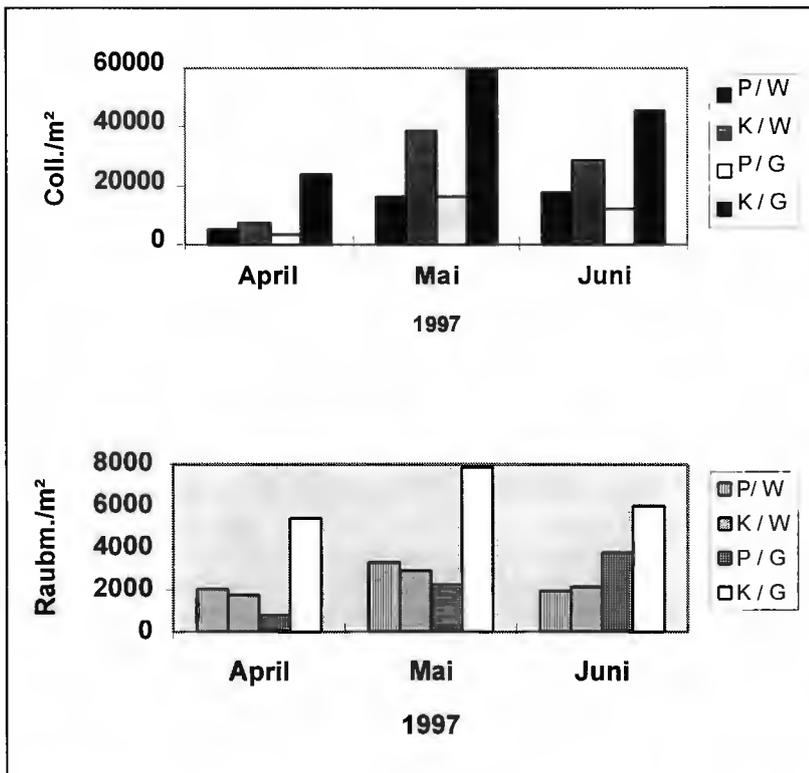
Die Populationsdichte der Raubmilben und die Mittlere Freßaktivität sind nur schwach, aber nicht signifikant, positiv korreliert ( $r_s = + 0,35$ ). Dies ist aber nicht verwunderlich, sind doch Raubmilben Räuber, also Fleischfresser, und daher kaum an den pflanzlichen Ködern in den Streifen interessiert.

Eine Betrachtung des Tiefenprofils der Freßaktivität läßt keine deutlichen Unterschiede zwischen den Varianten in Abhängigkeit von der Tiefe des Köders im Boden erkennen. Eine Auswertung nach den beiden Tiefenhorizonten 0-4,0 cm bzw. 4,5-8,0 cm ergibt keine signifikanten Unterschiede in den vier untersuchten Varianten (Tabelle 4).

### Mesofauna

Die Phänologie der Collembolen- und der Raubmilben-Abundanzen im Frühjahr 1997 in den vier beprobten Parzellen zeigt **Abbildung 4**. Die Populationsdichte der Collembolen ist in den konservierend bearbeiteten Flächen stets wesentlich höher als in den gepflügten (Abbildung 4 oben). Dies trifft für beide Vorfrüchte (Weizen bzw. Grünbrache) zu. Beim Vergleich der Flächen wird deutlich, daß bei Konservierender Bodenbearbeitung (Mulchsaat) nach Grünbrache die Collembolen-Abundanz sehr viel höher liegt als nach Winterweizen als Vorfrucht; auf den gepflügten Flächen sind die Auswirkungen der unterschiedlichen Vorfrucht nicht so stark.

In allen drei Untersuchungsmonaten sind die vier Werte für die Abundanzen der Collembolen signifikant



**Abbildung 4:** Phänologie der Abundanzen von Collembolen (oben) und Raubmilben (unten) von April bis Juni 1997. (Bezeichnungen wie in Abbildung 3).

←  
 verschieden; dies gilt auch für die aus Tabelle 2 zu entnehmenden Gesamtmittelwerte ( $\chi^2$ -Test;  $p < 0,01$ ). Das bedeutet, daß sowohl die Art der Bodenbearbeitung als auch die Vorfrucht Auswirkungen auf die Abundanz von Collembolen im Boden haben. Außerdem wird die Anzahl der Collembolen wesentlich vom Bedeckungsgrad der Bodenoberfläche bestimmt, denn beides ist streng korreliert ( $r_s = +1$ ;  $\alpha < 0,05$ ); je mehr organisches Material nach der Bodenbearbeitung nahe der Oberfläche zurückbleibt, desto größer ist der Besatz mit Collembolen. Abbildung 4 (oben) läßt erkennen, daß die negative Wirkung des Pfluges weit stärker zu sein scheint als die positive der einjährigen Grünbrache.

Dies verdeutlicht auch Tabelle 5: die Bodenbearbeitung wirkt sich stärker in der Höhe der Abundanz von Collembolen aus als die Vorfrucht, denn die Differenzen in den relativen Anteilen sind bei der Bodenbearbeitung deutlich größer als die zwischen den Vorfrüchten.

Bei den Raubmilben lassen sich dagegen keine Unterschiede feststellen. Die Einschaltung einer einjährigen Grünbrache kann sich allerdings sehr positiv auf den Besatz von Raubmilben im Boden auswirken, besonders dann, wenn nach der Grünbrache Mulchsaat erfolgt, also auf den Pflug verzichtet wird (Abbildung 4 unten).

Auch die Anzahl der Weizenpflanzen wirkt sich fördernd auf die Collembolendichte aus; hier ist die Korrelation mit  $r_s = +0,65$  allerdings nicht signifikant.

Beide Gruppen der Mesofauna - Raubmilben und Collembolen - sind mit einander korreliert, aber nicht signifikant ( $r_s = +0,65$ ); dies

**Tabelle 5:** Adenstedt - Kultur Winterweizen: Absolute (Ind.) und relative (%) Werte der gefangenen Individuen von Collembolen und Raubmilben unter zwei verschiedenen Bodenbearbeitungsvarianten und zwei verschiedenen Vorfrüchten. Gesamtanzahl gefangener Tiere: Collembolen: 2836 (= 100 %); Raubmilben: 414 (= 100 %). (n = 48).

	Bearbeitung				Vorfrucht			
	Pflug		Mulchsaat		Winterweizen		Grünbrache	
	Ind.	%	Ind.	%	Ind.	%	Ind.	%
Collembolen	737	26,0	2099	74,0	1180	41,6	1656	58,4
Raubmilben	145	35,0	269	65,0	145	35,0	269	65,0

**Tabelle 6:** Adenstedt - Kultur Winterweizen: Mittelwerte der Populationsdichten [Ind./m<sup>2</sup>] von Collembolen (oben) und Raubmilben (unten) über drei Monate; April bis Juni 1997 unter zwei Vorfrüchten und zwei Bewirtschaftungsformen (n = 24).

Tiefe [cm]	Weizen		Grünbrache	
	Pflug	Mulchsaat	Pflug	Mulchsaat
0 - 05	7117	14687	3235	26268
05 - 10	4141	7570	4626	11452
10 - 15	1973	2685	2750	5241

Tiefe [cm]	Weizen		Grünbrache	
	Pflug	Mulchsaat	Pflug	Mulchsaat
0 - 05	1068	1132	518	3947
05 - 10	1035	679	1035	1715
10 - 15	324	453	712	776

ist auch zu erwarten, schließlich gehören Collembolen zu den Hauptbeutetieren vieler Raubmilben-Arten; schwankt die Anzahl der Beutetiere, muß sich die Anzahl der Räuber anpassen.

Bei der Betrachtung der beprobten Tiefenstufen 0-5 cm, 5-10 cm und 10-15 cm wird deutlich, daß die Hauptanzahl von Collembolen und Raubmilben im oberen Horizont, also direkt unterhalb der Bodenoberfläche, gefunden wurde (Tabelle 6). Nur in der Variante Pflug/Grünbrache sind die Abundanzen beider Gruppen der Mesofauna im mittleren Tiefenhorizont (5-10 cm) am höchsten.

## Diskussion

Die Ergebnisse aus der Anwendung des Köderstreifen-Tests und der parallel durchgeführten Untersuchung der Besatzdichten von Collembolen und Raubmilben zeigen, daß ein so gravierender Eingriff in die Struktur der Ackerkrume, wie ihn das Pflügen darstellt, starke Auswirkungen auf das Bodenleben hat; Abundanzen von Collembolen und Raubmilben werden z. T. deutlich vermindert. Durch den Pflug werden die durch ihren Lebensformtyp an ganz bestimmte Tiefenhorizonte angepaßten Bodentiere entweder auf der Schlepperradsole begraben oder an die Oberfläche, also an das Licht, befördert. Beides kann sich letal auswirken. Zusätzlich hinterläßt der Pflug fast keine oder nur geringe organische Rückstände auf bzw. nahe der Bodenoberfläche. Das wirkt sich auf die Bodenfauna ebenfalls negativ aus.

Eine auf diese Weise verringerte Collembolendichte könnte nach Beck (1989) eine Verzögerung im Abbau von organischem Material bedeuten.

Die höchsten Besatzdichten von Collembolen und Raubmilben wurden auf der Teilfläche nachgewiesen, die nach Grünbrache als Vorfrucht anschließend konservierend bearbeitet wurde. Fördernd auf die Bodenfauna kann hier auch die fehlende Ausbringung von Pflanzenschutzmitteln wirken. Gerade die Raubmilben profitieren hiervon, da sie nach Karg (1995) besonders empfindlich auf den Einsatz solcher Mittel reagieren.

Die im Vergleich mit den anderen Flächen hohen Besatzdichten an Collembolen und Raubmilben sowie die hohen Werte für die Freßaktivität beweisen, daß die Einschaltung einer Rotationsbrache die Bodenfauna und ihre Leistungen stark fördern kann. Damit kann der Landwirt die Biologische Aktivität auf seinen intensiv genutzten Flächen fördern.

Dies ist ein äußerst wichtiger Befund für das Ziel der „guten fachlichen Praxis“ der landwirtschaftlichen Bodennutzung, die die nachhaltige Sicherung der Bodenfruchtbarkeit und Leistungsfähigkeit des Bodens als natürlicher Ressource laut Bundesbodenschutzgesetz anstreben soll (Brunotte und Sommer, 1996).

Der Anstieg der Collembolenzahl mit zunehmender Pflanzenanzahl der Kulturart geht vermutlich auf die hierdurch bedingte größere Wurzelmasse im Boden zurück. Abgestorbene Wurzeln werden von den Collembolen aus-

gefressen, der verbleibende Wurzelgang wird dann als Wohnraum genutzt, so daß hier eine sukzessive Nutzung vorliegt: erst Nahrung und dann Wohnraum. Auch die positiven Auswirkungen einer Grünbrache auf die Bodenfauna könnten gleichfalls durch die große Wurzelmasse im Boden bedingt sein. Collembolen und Raubmilben sind nach Heisler (1997) Indikatoren für die Landbewirtschaftung, da beide Gruppen sowohl auf die Art der Bodenbearbeitung als auch auf die Fruchtfolge reagieren.

Da der Köderstreifen-Test gute Unterschiede auf Vergleichsflächen beim Einsatz von Pflanzenschutzmitteln (Larink 1994), von mit Klärschlamm gedüngten ebenso wie von Schwermetall belasteten Flächen (Larink und Lübben, 1991) liefert, könnte der mit ihm erfaßte Summenparameter auch dem Landwirt Auskunft über den Zustand seiner Flächen hinsichtlich des Bodenlebens allgemein geben.

Der Anbau von Zwischenfrüchten hat nach Heimbach (1997) einen positiven Einfluß auf „Nutzarthropoden“. Dies bedeutet auch eine Förderung der Raubmilben. Außerdem werden Regenwürmer durch pfluglose Verfahren gefördert, da organisches Material auf der Oberfläche verbleibt (Joschko et al., 1997). Auf den hier untersuchten Flächen stellten Brunotte et al. (1992) eine deutliche Zunahme von Anzahl und Biomasse der Regenwürmer durch Mulchsaat fest. Regenwürmer schaffen durch ihre Grabtätigkeit Wohnraum für die meistens nicht grabfähigen Collembolen und Milben.

Da Regenwürmer und Collembolen nach Wickensbrock und Heisler (1997) positiv vergesellschaftet sind, ist dies ein wichtiger Zusammenhang.

Die individuenreiche Gruppe der Bodenmesofauna bewirkt einiges. Collembolen leisten, trotz ihrer geringen Körpergröße, erstaunliches: so produzieren sie bis zu 170 g/m<sup>2</sup> Kot pro Jahr, das sind etwa 2 t/ha (Palissa, 1964). Diese Kotkrümel haben ein gesteigertes Wasserhaltevermögen und sind stabiler als der „normale“ Boden. Der Collembolen-Kot stellt außerdem ein ausgezeichnetes Milieu für Mikroorganismen dar. In der Biomasse dieser Mikroorganismen im Boden, besonders in Bakterien, ist z. B. Stickstoff nicht lange festgelegt, sondern wird schnell wieder freigesetzt. Nach seiner Freisetzung kann er dann von den Pflanzen aufgenommen werden, oder aber auch ausgewaschen werden, wenn die Aufnahme durch die Pflanzen nicht erfolgt. In der Körpermasse der Tiere - sie bestehen ja aus denselben chemischen Bausteinen - ist Stickstoff, Phosphor und Schwefel viel länger gebunden als in der mikrobiellen Biomasse. Bodentiere stellen also eine Art Reserve dar.

Ohne Pflugeinsatz ist nach Potthoff und Beese (1997) der Abbau und die Mineralisation von Ernterückständen zeitlich und räumlich enger mit dem Aufwuchs und der Phase der Nährstoffaufnahme der Folgefrucht im Frühjahr gekoppelt. Nach Pflugeinsatz ist dagegen die Freisetzung von Nährstoffen in den wachstumsarmen Herbst- und Wintermonaten erhöht. In dieser Zeit können die ruhenden Pflanzen (z. B. Wintergetreide, Winterraps)

diese Nährstoffe aber nicht aufnehmen und die Gefahr ihrer Auswaschung in tiefere Bodenschichten bzw. Gewässer ist möglich. Collembolen können hier steuernd, wie Regenwürmer, positiv auf die Nährstoffkonkurrenz zwischen Mikroflora und Pflanze wirken, indem sie den Gehalt an freiem verfügbarem Stickstoff erhöhen und/oder die mikrobielle Biomasse des Bodens verringern. Dies ist ein ganz wichtiger Aspekt hinsichtlich der Minderung von Austrägen in Oberflächengewässer.

Die Förderung der Raubmilben kann sich auch auf den Einsatz von Insektiziden auswirken. Da Raubmilben die natürlichen Feinde von kleinen bodenlebenden Insekten und Nematoden sind, kann die Ausbringung dieser Mittel bei gutem Raubmilbenbesatz im Boden vermindert werden. Raubmilben sollten deshalb im Sinne eines integrierten Pflanzenschutzes stets gefördert werden.

### Zusammenfassung

In einem Versuchsfeld mit einer Parabraunerde wurde im Frühjahr 1997 der Köderstreifen-Test nach von Törne eingesetzt und gleichzeitig die Abundanzen von Collembolen und Raubmilben bestimmt. Collembolen steuern über die selektive Beweidung von Pilzhyphen die Abbauvorgänge durch die Mikroorganismen ganz entscheidend. Raubmilben wirken als Regulatoren für die Anzahl der Collembolen und verhindern dadurch 'Overgrazing'-Effekte. Geprüft wurde, wie sich Konservierende (Mulchsaat) bzw. Pflug-Bewirtschaftung unter Winterweizen bei zwei verschiedenen Vorfrüchten (Winterweizen; einjährige Grünbrache mit Ölrettich und Alexandrinerklee) auf die Biologische Aktivität des Bodens und die Mesofauna (Collembolen; Raubmilben) auswirkt.

Der Pflug wirkt sich stärker negativ aus als die einjährige Grünbrache positiv. Allerdings bedeutet die Einschaltung einer Rotationsbrache eine deutliche Verbesserung der Biologischen Aktivität des Bodens sowie eine Förderung des Collembolen- und des Raubmilbenbesatzes. Eine Förderung des Raubmilbenbesatzes ist auch im Sinne eines integrierten Pflanzenschutzes wünschenswert.

Der Köderstreifen-Test kann dem Landwirt Auskunft über den Zustand des Bodenlebens auf seinen Flächen geben. Wählt er die Konservierende Bodenbearbeitung als Bearbeitungsform, so wird die biologische Aktivität des Bodens gefördert. Der Landwirt setzt einen wichtigen Aspekt „guter fachlicher Praxis“ um, wie sie nach dem Bundesbodenschutzgesetz gefordert wird und leistet einen Beitrag für die nachhaltige Sicherung der Bodenfruchtbarkeit und den Bodenschutz.

### Assessment of tillage with plough and conservation tillage by the bait-lamina-test after von Törne and by the abundances of springtails and predatory mites

The object of the present study was to determine the effect of conventional-tillage (plough) or conservation-tillage (mulch seed) and additional of green fallow or winter

wheat as previous crops on the biological activity in the soil assessed by the bait lamina test after von Törne. Also the abundance of springtails and predatory mites was studied in the same plots. Winter wheat was the standing crop on all plots.

During 3 months (April to June 1997) 8 soil cores to a depth of 15 cm each were taken monthly from each plot to define the abundance of the two mesofauna groups springtails and predatory mites. In addition 3 groups of 16 bait laminae were exposed for 8 days each month in the 4 studied plots.

The biological activity of the soil increased successively from plough/winter wheat to plough/green fallow to conservation-tillage/winter wheat to conservation-tillage/green fallow.

Abundance of springtails and predatory mites is in plots under conservation-tillage (mulch seed) higher than in plots under conventional-tillage (plough).

The effect of the plough seems to be more negative than that of one year green fallow positive.

### Literatur

- Beck, L. (1989): Lebensraum Buchenwaldboden. 1. Bodenfauna und Streuabbau - eine Übersicht. - Verh. Ges. Ökologie XVII, S. 47-54.
- Bode, M.; Blume, H.-P. (1997): Der Köderstreifen-test als Maß der allgemeinen biologischen Aktivität von Ackerböden unter dem Einfluß unterschiedlicher Bewirtschaftung. - Mitteilgn. Dtsch. Bodenkundl. Gesellsch. 85 (II): S. 473-476.
- Brunotte, J. (1990): Landtechnische Maßnahmen zum bodenschonenden und bodenschützenden Zuckerrübenanbau. - Dissertation Universität Kiel: 206 S.
- Brunotte, J.; Gerschau, M.-B.; Joschko, M. Knüstring, E.; Sommer, C. (1992): Zum Einfluß von Mulchsaat zu Zuckerrüben auf den Regenwurmbestand. - Zuckerrübe 41 (2), S. 116-119.
- Brunotte, J.; Sommer, C. (1996): Gute fachliche Praxis bei der Bodennutzung - Bodenbearbeitung standortangepaßt und bodenschutzorientiert. - Zuckerrübe 45 (6), S. 278-281.
- Brunotte, J.; Sommer, C. (1997): Mulchsaat - ein wichtiger Bestandteil zukünftiger Landbewirtschaftung. - Broschüre Amazone. Amazonen-Werke (ed.) Hasbergen-Gaste: 64 S.
- Hanlon, R. D. G.; Anderson, J. M. (1979): The effect of Collembola grazing on microbial activity in decomposing leaf litter. - Oecologia 38, S. 93-99.
- Heimbach, U. (1997): Aufaufschädlinge der Zuckerrübe. - Zuckerrübe 46 (2), S. 82-85.
- Heisler, C. (1994): Auswirkungen von Bodenverdichtungen auf die Bodenmesofauna: Collembola und Gamasina - ein dreijähriger Feldversuch. - Pedobiologia 38, S. 566-576.
- Heisler, C. (1997): Collembolen und Raubmilben: Indikatoren für die Landbewirtschaftung. - Mitteilungen

aus der Norddeutschen Naturschutzakademie 8 (3), S. 12-17.

Joschko, M.; Rogasik, H.; Brunotte, J. (1997): Einfluß Konservierender Bodenbearbeitung auf Bodentiere und Bodengefüge von Lehmböden. - Landbauforschung Völkenrode, Sonderheft 178, S. 69-82.

Karg, W. (1995): Raubmilben als Indikatoren bei der Entwicklung eines ökologisch orientierten Pflanzenschutzes. - Nachrichtenbl. Deut. Pflanzenschutzd. 47 (6), S. 149-156.

Larink, O. (1994): Bait lamina as a tool for testing feeding activity of animals in contaminated soils. - Ecotoxicology of soil organisms. Donker, M. H.; H. Eijsackers & F. Heimbach (ed.), S. 339-345.

Larink, O. und Lüb ben, B. (1991): Bestimmung der biologischen Aktivität von Böden mit dem Köderstreifen-Test nach v. Törne: ein Erfahrungsbericht. - Mitteilgn. Dtsch. Bodenkundl. Gesellsch. 66 (1), S. 551-554.

Macfadyen, A. (1961): Improved funnel-type extractors for soil arthropods. - J. Anim. Ecol. 30, S. 77-98.

Palissa, A. (1964): Bodenzologie in Wissenschaft, Naturhaushalt und Wirtschaft. - Wiss. Taschenbücher 17. Akademie Verl. Berlin, 180 S.

Potthoff, M. und Beese, Fr. (1997): Extensivierte Bodenbearbeitung in integrierten Ackerbausystemen - Untersuchungen zum Abbau von Ernterückständen und zu Regenwurmpopulationen. - Mitteilgn. Dtsch. Bodenkundl. Gesellsch. 85/II, S. 579-582.

Törne, E. von (1990 a): Assessing feeding activities of soil-living animals. I. Bait-lamina-tests. - Pedobiologia 34, S. 89-101.

Törne, E. von (1990 b): Schätzungen von Freßaktivitäten bodenlebender Tiere. II. Mini-Köder-Tests. - Pedobiologia 34, S. 269-279.

Wickenbrock, L. und Heisler, C. (1997): Influence of earthworm activity on the abundance of collembola in soil. - Soil Biol. Biochem. 29 (3/4), S. 517-521.

#### Danksagung

Herrn Prof. Larink vom Zoologischen Institut (Bodenzoologie) der Technischen Universität Braunschweig danken wir für die Bereitstellung der Köderstreifen sowie für die Möglichkeit zur Benutzung der Extraktionseinrichtungen für die Mesofauna.

Verfasser: Heisler, Claus, Dr. rer. nat.; Brunotte, Joachim, Dr. sc. agr., Institut für Betriebstechnik der Bundesforschungsanstalt für Landwirtschaft Braunschweig-Völkenrode (FAL), Leiter: PD Dr.-Ing. Claus Sommer.