

# FID Biodiversitätsforschung

## Decheniana

Verhandlungen des Naturhistorischen Vereins der Rheinlande und  
Westfalens

Die Collembolenfauna verschieden bewirtschafteter Flächen am  
Niederrhein - mit 4 Tabellen und 10 Abbildungen : aus dem Institut für  
Landwirtschaftliche Zoologie und Bienenkunde der Universität Bonn

**Hergarten, Wolfgang**

**1985**

---

Digitalisiert durch die *Universitätsbibliothek Johann Christian Senckenberg, Frankfurt am Main* im  
Rahmen des DFG-geförderten Projekts *FID Biodiversitätsforschung (BIOfid)*

---

### **Weitere Informationen**

Nähere Informationen zu diesem Werk finden Sie im:

*Suchportal der Universitätsbibliothek Johann Christian Senckenberg, Frankfurt am Main.*

Bitte benutzen Sie beim Zitieren des vorliegenden Digitalisats den folgenden persistenten  
Identifikator:

[urn:nbn:de:hebis:30:4-190986](https://nbn-resolving.org/urn:nbn:de:hebis:30:4-190986)

(Aus dem Institut für Landwirtschaftliche Zoologie und Bienenkunde der Universität Bonn)

## Die Collembolenfauna verschieden bewirtschafteter Flächen am Niederrhein\*)

Wolfgang Hergarten

Mit 4 Tabellen und 10 Abbildungen

(Eingegangen am 5. 6. 1984)

### Kurzfassung

Drei Felder sowie eine Grünlandfläche eines in der Umstellung zur biologisch-dynamischen Wirtschaftsweise befindlichen Betriebes, ein Feld eines konventionell bewirtschafteten Betriebes und eine Waldfläche am Niederrhein wurden in den Jahren 1980/81 und 1981/82 auf die Menge und Vielfalt der bodenlebenden Collembolen untersucht. Die Zahl der Individuen und Arten der Collembolenfauna auf den untersuchten Flächen wurde verglichen.

### Abstract

Four fields of a farm in the initial phase of biologic-dynamic working, one field of a conventional working farm and one area in a forest at the lower Rhine were investigated from 1980/81 to 1981/82 with regard to species composition and abundance of soil living collembola. The numbers of individuals and species of collembola of the investigated fields were compared.

### 1. Einleitung

Ziel der vorliegenden Untersuchung war es, im Zusammenhang mit anderen Untersuchungen der Landwirtschaftskammer Rheinland Individuen- und Artenzahl der Collembolenfauna eines im Beginn der Umstellungsphase befindlichen biologisch-dynamisch bewirtschafteten Betriebes am Niederrhein zu erfassen. Zum Vergleich wurden gleichzeitig eine Waldfläche sowie eine nach konventioneller Art bewirtschaftete Fläche untersucht.

Auf die Bedeutung der edaphischen Collembolen bei der Umsetzung der organischen Substanz wurde mehrfach hingewiesen (BIERINGER 1969, BRAUNS 1969, HÖLLER-LAND 1957, KAESTNER 1973, KARG 1960, LEUTHOLD 1961, PROESELER 1968, RUSEK 1975, SCHALLER 1950, STRIGANOVA 1980, TISCHLER 1953, WAGNER 1958). Sie fördern die Verbreitung und das ausgewogene Verhältnis der Mikroorganismen des Bodens (ANDERSON & HANLON 1979), leiten die mechanische Zerkleinerung und damit die Oberflächenvergrößerung der organischen Substanz ein (BRAUNS 1969, SIMON 1967) und stellen schließlich als Beute die Nahrungsgrundlage für viele, bei der Bodenbildung wichtige Tiere dar (SIMON 1967, PALISSA 1964, V. TÖRNE 1963, ZACHARIAE 1963). Als Ubiquisten übernehmen sie besonders in Böden mit extremen Bedingungen teilweise die Zersetzertätigkeit der Makrofauna, deren Mitglieder aufgrund besonderer Ansprüche nicht überall existieren können (KAESTNER 1973).

Durch die weite Verbreitung, die hohe Abundanz, sowie die einfache Morphologie bei guter Kenntnis der Systematik sind die Collembolen geeignet, als Indikatororganismen (V. TÖRNE 1964) und zur Standortdiagnose von ganz verschiedenen Lebensräumen zu fungieren.

\*) Die Untersuchung wurde im Rahmen eines Forschungsprogramms der Landwirtschaftskammer Rheinland und mit deren finanzieller Förderung durchgeführt.

## 2. Beschreibung der untersuchten Standorte und deren Bewirtschaftung

Die untersuchten Flächen I–IV des biologisch-dynamischen Betriebes Boschheide-Hof, die Fläche VI des Betriebes Fechner sowie die Waldfläche (V) liegen in der mittleren Ebene des niederrheinischen Tieflandes (Abb. 1).

Bei den Böden handelt es sich um Braunerden und davon abgeleiteten Bodentypen. Die bodenartige Ausbildung ist in Tab. 1 zusammengestellt.

Standort	Anteil der Fraktionen in 0–30 cm Bodentiefe in %			Bodenart	Bodentyp
	Ton	Schluff	Sand		
I Am Kreuzweg	10,0	36,6	53,4	lehmgiger Sand	Pseudogley-Braunerde aus Hochflut- lehm über Nieder- terrassensand und -kies
II Am Hof	12,5	38,5	49,0	stark lehmgiger Sand	Pseudogley-Braunerde aus Hochflut- lehm über Nieder- terrassensand und -kies
III (+ V) Bei Kost (+ Waldstandort)	8,7	15,5	75,8	schwach lehmgiger bis lehmig, dakisiger Sand	Braunerde aus Hochflutsand über Hochflutlehm da- runter Niederter- rassensand und -kies
IV Grünland	8,5	25,3	66,2	stark humoser lehmgiger Sand	Gley; z. T. Nieder- moor aus lehmig- sandigen Flußab- lagerungen über Niederterrassen- sand und -kies
VI Am Hofacker	11,2	25,2	63,6	lehmgiger Sand	Gley-Braunerde aus Hochflutsand über Niederterrassen- sand und -kies, heute ohne Grund- wassereinfluß

Tabelle 1. Beschreibung des Bodens.  
Quelle: Landwirtschaftskammer Rheinland.

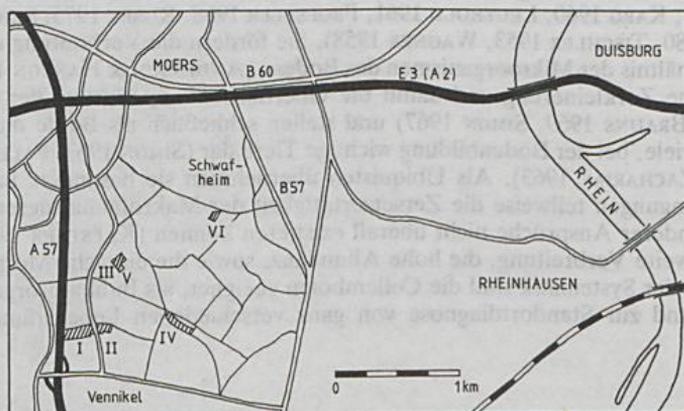


Abbildung 1. Geographische Lage der Versuchsflächen.

I: Am Kreuzweg      II: Am Hof      III: Bei Kost  
IV: Grünland      V: Wald      VI: Am Hofacker

Die Nährstoffversorgung der untersuchten Böden kann als mittel bis hoch eingestuft werden. Die Phosphor- und Kaliversorgung der konventionell bewirtschafteten Fläche ist gegenüber den biologisch-dynamisch bewirtschafteten Flächen deutlich erhöht. Letztere erhielten auch keine mineralische Stickstoffdüngung mehr.

Die Ackerstandorte sind im Hinblick auf den Humusgehalt der obersten Bodenschicht als „schwach humos“ bis „mäßig humos“, der Grünland- und Waldboden als „sehr stark humos“ anzusprechen. Die Niederschlagsmengen des untersuchten Gebietes im langjährigen Mittel liegen zwischen 680 mm und 740 mm im Jahr, die jahresdurchschnittstemperatur bei 9,6°C. Die für die Collembolenfauna bedeutende Deckvegetation besteht auf dem Waldstandort aus Übergängen zwischen einem Stieleichen-Birkenwald mit *Milium* (*Querceto-Betuletum typicum*) und einem *Athyrium*-Eichen-Hainbuchenwald (*Querceto-Carpinetum athyrietosum*).

Auf den Ackerflächen des Boschheidehofes und des Betriebes Fechner gestalten sich die Fruchtfolgen entsprechend Tab. 2.

		1979	1980	1981	1981
Boschheide-Hof					
Am Kreuzweg	(I)	Wintergerste Klee-Zwischenfrucht	Zucker- rüben	Sommergerste Leguminosen- gemenge	Sommer- weizen
Am Hof	(II)	Zucker- rüben	Hafer- Bohnen- Gemenge	Winterweizen	Winter- roggen mit Weiß- kleeunter- tersaat
Bei Kost	(III)	Silomais	Sommer- weizen	Winterroggen mit Perser- kleeunter- saat	Legumino- sen-Mais Gemenge
Grünland (Mähwiese)	(IV)	wechsellrockene Glatthaferwiese mit Wiesen- fuchsschwanz-Fazies-Bildung ( <i>Arrhenatherum alopec uretosum</i> ) Gräser: <i>Alopecurus pratensis</i> (80%), <i>Festuca pratensis</i> , <i>Lolium perenne</i> , <i>Bromus erectus</i> , <i>Dactylus glomerata</i> , <i>Arrhenatherum elatius</i> ; Kräuter: <i>Capsella bursa-pastoris</i> , <i>Stellaria media</i> .			
Betrieb Fechner Hofacker	(VI)	Wintergerste	Zucker- rüben	Winterweizen	Winter- gerste

Tabelle 2. Fruchtfolgen der Ackerstandorte und Zusammensetzung des Pflanzenbestands im Grünland. Der hohe Anteil von Zwischenfrüchten und Untersaaten in der Fruchtfolge des Boschheide-Hofes ist für die biologisch-dynamische Wirtschaftsweise ebenso typisch, wie ein geschlossener Betriebskreislauf mit entsprechender Verwendung der wirtschaftseigenen organischen Dünger, sowie der Verzicht auf chemischen Pflanzenschutz und Einsatz von speziellen Pflanzenpräparaten. Auf die nachhaltige Förderung des Bodenlebens als Grundlage der Bodenfruchtbarkeit sind alle Maßnahmen ausgerichtet.

### 3. Untersuchungsmethoden

Während der Jahre 1980, 1981 und 1982 wurden in dreimonatigem Abstand pro Standort insgesamt achtmal eine Probenahme (Termine s. Tab. 4) mit jeweils 10 Vergleichsproben bis zu einer Bodentiefe von 25 cm durchgeführt.

Das entspricht einer insgesamt untersuchten Bodenmenge von 20 000 cm<sup>3</sup> je Standort, da der Stahl-Bohrstock bei einer Entnahmegrundfläche von 10 cm<sup>2</sup> bei jedem Bohrvorgang 250 cm<sup>3</sup> Erdreich entnimmt. Der Waldboden wurde viermal in der Zeit von Mitte 1980 bis Mitte 1981 untersucht. Die Auswahl der Probeentnahmestellen auf den 110,25 m<sup>2</sup> großen Probeparzellen der Standorte wurde nach den Gesetzmäßigkeiten der gerechten Zufallsverteilung, durch Aufteilung der Parzelle in gleichgroße Quadrate vorgenommen. Die 50 cm<sup>3</sup> großen Einzelproben wurden am Institut für Landwirtschaftliche

Zoologie und Bienenkunde auf eine nach dem thermodynamischen Austreibungsprinzip funktionierende BERLESE-TULLGREN-Apparatur überführt. Zur schonenden Temperaturführung mittels der stufenlos regulierbaren Lichtquelle, die Tierverluste durch zu rasches Austrocknen vermeiden soll, ist das dreietagige Auslesegestell in einem isolierten und abgedunkelten Raum aufgestellt. Nach einer Austreibungszeit von sechs Tagen werden die Auffangröhrchen mit 80%igem Alkohol abgenommen und die ausgelesenen Collembolen determiniert. Zur Bestimmung diente in erster Linie GİSİN (1960); weitere Literatur s. HERGARTEN (1984).

#### 4. Individuen- und Artenzahl der Collembolen

Im Untersuchungszeitraum wurden auf allen untersuchten Flächen insgesamt 8.322 Collembolen gezählt, die durch 62 Arten vertreten waren (Tab. 3 und 4). Einige dieser Arten sind als Ubiquisten bekannt und stellen auf den untersuchten Parzellen einen großen Teil der Collembolenpopulation. Hierzu gehören die Arten *Isotoma notabilis* (12,6%), *Mesaphorura krausbaueri* (11,9%), *Isotomodes productus* (9,9%), *Isotomiella minor* (6,2%), *Folsomia quadrioculata* (6,2%), *Isotomina thermophila* (4,2%), *Isotoma viridis* (4,2%), *Brachystomella parvula* (3,9%), die zusammen 59,1% aller gefundenen Collembolen ausmachen. Die Entwicklung der Individuenzahl einiger dieser dominanten Arten sind in der Abb. 2 dargestellt. Andere Arten, wie *Onychiurus tricampatus*, *Entomobrya nivalis*, *Willemia anophthalma*, *Pseudosinella petterseni* oder *Isotomina scapellifera*, eine bisher selten gefundene Art, kommen dagegen nur in Einzelexemplaren vor.

Die Verteilung der Collembolen zu den jeweiligen Untersuchungsterminen auf die verschiedenen Bodentiefen der untersuchten Standorte ist Tab. 4 zu entnehmen. Die jahreszeitlichen Schwankungen der Collembolenpopulationen der Standorte sind in Abb. 3 dargestellt.

Der durchschnittliche prozentuale Anteil der Collembolen an der gesamten Mesofauna des Bodens beträgt 36,6%, der der Milben 55,8% und der der sonstigen Bodentiere 7,5% (Abb. 4).

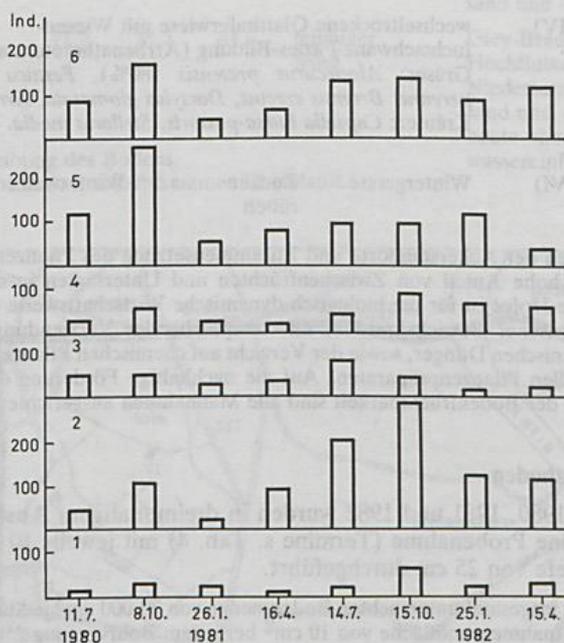


Abbildung 2. Summe der Individuen einzelner Arten über alle Standorte zu den verschiedenen Probenahmeterminen. (1: *Megalothorax minimus*; 2: *Isotoma notabilis*; 3: *Isotoma viridis*; 4: *Isotomiella minor*; 5: *Mesaphorura krausbaueri*; 6: *Isotomodes productus*).

Art	Am Kreuzweg	Am Hof	Bei Kost	Grün- land	Wald	Am Hofacker
<u>Familie Hypogastruridae</u>						
Hypogastrura vernalis (CARL 1901)	x	-	x	-	-	x
Hypogastrura denticulata (BAGNALL 1941)	-	-	x	x	x	-
Hypogastrura succinea GISIN 1949	-	-	x	-	-	-
Hypogastrura armata (NICOLET 1841 s.STACH 1949)	-	-	-	-	x	-
Xenylla maritima TULLBERG 1869	-	-	-	-	x	-
Willemia anopthalma BÖRNER 1901 s.HÜTHER 1962	x	x	x	x	-	-
Willemia aspinata STACH 1949	-	-	x	-	x	-
<u>Familie Neanuridae</u>						
Friesea mirabilis (TULLBERG 1871)	-	-	x	x	x	-
Brachystomella parvula (SCHÄFFER 1896 s.STACH 1949)	-	-	x	x	x	-
Micranurida pygmaea BÖRNER 1901	-	-	-	x	x	-
Anurida ssp.	-	-	-	-	x	-
Neanura muscorum (TEMPLETON 1835)	-	-	-	x	-	-
<u>Familie Onychiuridae</u>						
Onychiurus armatus (TULLBERG 1869 s.GISIN 1956)	x	x	x	x	x	-
Onychiurus insinuans GISIN 1952	x	x	-	-	-	x
Onychiurus tricampatus GISIN 1956	x	x	-	-	x	-
Onychiurus jubilaris GISIN 1957	-	x	-	-	-	-
Onychiurus circulans GISIN 1952	-	-	-	x	-	-
Onychiurus quadriocellatus GISIN 1947	-	-	-	-	x	-
Mesaphorura krausbaueri BÖRNER 1901 s.RUSEK 1971	x	x	x	x	x	x
Stenaphorura denisi (BAGNALL 1935)	x	-	-	-	-	-
Stenaphorura quadrispina BÖRNER 1901	x	x	x	x	x	-
Mesaphorura callipygos BÖRNER 1902	-	-	-	-	x	-
Neonaphorura duboscqi var.adulta DENIS 1932	-	-	-	-	x	-
Neotullbergia ramicuspis GISIN 1953	-	-	-	-	-	x
<u>Familie Isotomidae</u>						
Folsomia nana GISIN 1957	-	-	x	x	-	-
Folsomia quadrioculata (TULLBERG 1871 FOLSOM 1937)	-	-	x	x	x	-
Folsomia fimetaria (LINNE 1758 STACH 1947)	x	x	x	x	x	x
Folsomia litsteri BAGNALL 1939	x	x	x	x	x	x
Folsomia bisetosa GISIN 1953	x	x	x	x	x	x
Folsomia candida (WILLEM 1902 STACH 1947)	x	x	x	x	x	x
Folsomia fimetaroides (AXELSON 1903)	x	-	-	-	-	-
Folsomia spinosa KSENNEMAN 1936	-	x	-	-	x	x
Isotomodes productus (AXELSON 1906)	x	x	x	x	-	x
Isotomina scapellifera GISIN 1955	-	-	-	-	x	-
Isotomina sphagneticola (LINNANIEMI 1912)	x	-	-	-	-	-
Isotomina bipunctata (AXELSON 1903)	-	-	x	x	-	-
Isotomina thermophila (AXELSON 1900)	-	-	-	x	x	-
Proisotoma minuta (TULLBERG 1871)	-	x	x	-	-	-
Proisotoma minima (ABSOLON 1901)	-	x	-	x	x	-
Proisotoma nidicola AGRELL 1939	-	x	-	-	-	-
Isotomiella minor (SCHÄFFER 1896)	x	x	x	x	x	x
Isotoma sensibilis TULLBERG 1876	-	-	-	-	x	-
Isotoma westerlundii REUTER 1897	-	-	-	-	x	-
Isotoma notabilis SCHÄFFER 1896	x	x	x	x	x	x
Isotoma viridis BOURLET 1839	x	x	x	x	x	x
Isotoma tigrina (NICOLET 1842 s.FJELBERG 1979)	-	-	-	x	-	-
Isotoma sp.	-	-	-	x	-	-
Isotomorus palustris (MÜLLER 1776)	x	x	x	x	-	-
<u>Familie Entomobryidae</u>						
Entomobrya nivalis (LINNE 1758)	x	-	-	-	-	x
Entomobrya nicoleti (LUBBOCK 1867)	x	-	-	-	-	-
Entomobrya lanuginosa (NICOLET 1841)	-	-	-	x	-	-
Lepidocyrtus lanuginosus (GMELIN 1788)	x	x	x	x	x	-
Lepidocyrtus cyaneus (TULLBERG 1871)	x	x	x	x	-	-
Lepidocyrtus curvicolis BOURLET 1839	-	-	-	-	x	-
Pseudosinella alba (PACKARD 1873)	x	x	-	x	-	-
Pseudosinella denisi GISIN 1954	-	x	-	-	-	-
Pseudosinella decipiens DENIS 1924	x	x	-	x	-	x
Pseudosinella petterseni BÖRNER 1901	-	x	-	x	-	x
Pseudosinella immaculata (LIE-PETTERSEN 1896)	-	-	-	-	-	x
Pseudosinella sp.	-	-	x	x	x	x
<u>Familie Tomoceridae</u>						
Tomocerus baudoti DENIS 1932	-	-	-	x	-	-
<u>Familie Neelidae</u>						
Megalothorax minimus WILLEM 1900	x	x	x	x	x	x

Tabelle 3. Artenliste der edaphischen Collembolenfauna.

Standort	Boden- tiefe	1980		1981				1982		Summe
		11.7.	8.10.	26.1.	16.4.	14.7.	15.10.	25.1.	15.4.	
Am Kreuz- weg I	a	18	115	11	4	25	22	28	14	237
	b	21	88	10	4	19	29	38	8	217
	c	25	70	10	1	10	18	41	13	188
	d	7	37	10	3	7	15	18	7	104
	e	4	12	7	1	7	3	13	5	52
	Summe	75	322	48	13	68	87	138	47	798
Am Hof II	a	61	61	2	43	56	28	6	58	315
	b	33	18	9	7	5	46	2	11	131
	c	13	10	16	22	16	28	7	2	114
	d	13	3	3	1	7	10	21	2	60
	e	11	4	8	6	7	9	4	7	56
	Summe	131	96	38	79	91	121	40	80	676
Bei Kost III	a	64	145	82	67	286	341	106	66	1157
	b	30	58	20	97	58	30	79	39	411
	c	13	58	16	26	29	27	96	59	324
	d	12	70	5	6	9	23	52	34	211
	e	8	45	2	2	17	18	25	14	131
	Summe	127	376	125	198	399	439	358	212	2234
Grünland IV	a	182	299	111	139	497	222	83	153	1686
	b	86	82	42	47	50	133	44	35	519
	c	29	43	32	10	17	65	30	16	242
	d	18	37	20	7	4	50	15	5	156
	e	11	28	14	7	5	16	19	4	104
	Summe	326	489	219	210	573	486	191	213	2707
Am Hof- acker VI	a	3	13	2	7	28	20	20	62	155
	b	4	12	3	4	22	71	2	10	128
	c	15	6	3	3	6	43	18	6	100
	d	18	23	3	9	29	37	32	36	187
	e	9	8	3	7	21	34	49	15	146
	Summe	49	62	14	30	106	205	121	129	716
	Gesamt	708	1345	444	530	1237	1338	848	681	7131
Wald V	a	195	358	112	314	-	-	-	-	979
	b	42	11	13	14	-	-	-	-	80
	c	24	7	6	3	-	-	-	-	40
	d	18	6	1	2	-	-	-	-	26
	e	32	8	12	13	-	-	-	-	66
	Summe	311	390	144	347	-	-	-	-	1191

Tabelle 4. Individuenzahlen der Collembolen auf den untersuchten Flächen zu den verschiedenen Probenahmeterminen jeweils bezogen auf die Summe von 10 Einzelproben à 50 cm<sup>3</sup>; a = 0–5 cm, b = 5–10 cm, c = 10–15 cm, d = 15–20 cm, e = 20–25 cm.

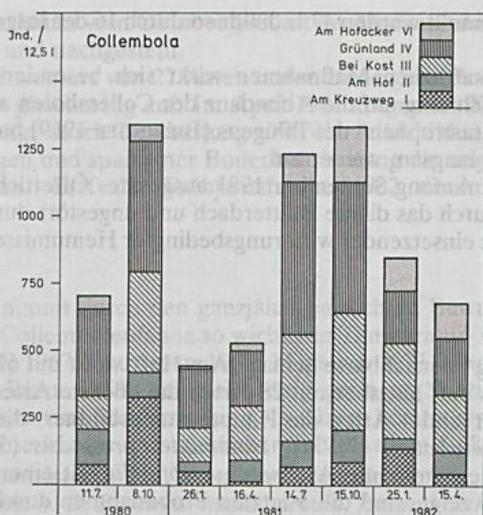


Abbildung 3. Individuenzahlen der Collembola aus 5 untersuchten Standorten bezogen auf ein Bodenvolumen von 12,5 l je Probenahmeterrin.

#### 4.1. Collembolenfauna des Boschheide-Hofes

##### 4.1.1. Ackerflächen

##### Am Kreuzweg (I)

Dieser Schlag weist bei einer Gesamtzahl von 798 determinierten Collembolen 26 Arten auf. Die vier dominanten Arten *Isotomiella minor* mit einer Individuendominanz von 11,5%, *Stenaphorura denisi* von 10,5%, *Onychiurus armatus* von 14,5% und *Mesaphorura krausbaueri* von 18,7% stellen, mit unterschiedlicher Gewichtung, während der einzelnen Probenahmeterrine 54,9% der gesamten Collembolenpopulation dar (Abb. 5). 21,8%, vertreten durch vier Arten, sind subdominant, sechs Arten sind mit zusammen 11,4% rezedent, die restlichen zwölf Arten sind mit einem Anteil von 9,9% subrezedent.

Die Feststellung von DAVIS (1962) und GUTTMANN (1979), daß die Arten mit den höchsten Abundanzien auch mit größter Konstanz auftreten, trifft für die oben genannten dominanten vier Arten zu. Diese Arten sind auch an der Ausbildung des Populationsmaximums vom Oktober 1980 und vom Januar 1982 maßgeblich beteiligt. Populationsminima müssen nicht immer mit einer geringen Artendichte einhergehen, wie der Frühjahrsaspekt 1982

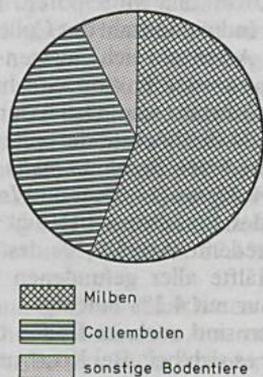


Abbildung 4. Durchschnittlicher %-Anteil der untersuchten Tiergruppen an der Gesamtindividuenzahl aller Standorte während 8 Probenahmen bezogen auf 110 l Boden.

beweist. Zu diesem Zeitpunkt wurden 47 Individuen durch 16 der insgesamt 26 Arten repräsentiert.

Von den landwirtschaftlichen Maßnahmen wirkt sich besonders die Frühjahrspflugfurche 1981 und 1982 nachteilig auf die Abundanz der Collembolen aus. In der Phase zwischen den „Elementarkatastrophen“ des Pflügens (BIERINGER 1969) baut sich die Collembolenpopulation allerdings langsam wieder auf.

Positiv wirkt sich ein Anfang September 1981 ausgesätes Ölrettich-Wicken-Erbesen-Gemenge aus. Geschützt durch das dichte Blätterdach und ungestört durch Bewirtschaftungsmaßnahmen nimmt trotz einsetzender witterungsbedingter Hemmnisse die Besatzdichte der Collembolen zu.

### Am Hof (II)

Der dem „Am Kreuzweg“ benachbarte Schlag „Am Hof“ weist mit 676 die insgesamt niedrigsten Individuenzahlen auf, hat aber mit 28 Arten die höchste Artenmannigfaltigkeit der Ackerflächen. Auch hier sind 4 Arten die Hauptbestandsbildner; die drei subdominanten Arten *Mesaphorura krausbaueri* (7,5%), *Isotomodes productus* (5,8%), *Megalothorax minimus* (7,1%), und die dominante Art *Isotoma notabilis* mit einer Individuendominanz von 28,4%. Wie Abb. 6 zeigt, sind die 3 letzten Probenahmen durch das zahlreiche Auftreten von *Isotoma notabilis* gekennzeichnet. *Isotoma notabilis* wird am 15. 10. 1981 mit 73,6%, am 25. 1. 1982 mit 50% und am 15. 4. 1982 mit 68,8% Individuendominanz ermittelt. Da *Isotoma notabilis* als „Rottecollebole“ in sich zersetzendem Stallmist bekannt ist (BIERINGER 1969, HÖLLER-LAND 1954, SCHLEUTER 1981), läßt sich die im September 1981 ausgebrachte Stallmistgabe von 154 dt/ha als Begründung für die hohe Abundanz heranziehen.

Neben der dominanten Art *Isotoma notabilis* stellen neun subdominante Arten 48,8%, fünf rezedente Arten 9,7% und dreizehn subrezedente Arten 10,6% der Collembolenpopulation auf diesem Standort.

Die Populationsmaxima sind 1980 im Juli, wahrscheinlich bedingt durch hohe Niederschläge, die die Sommerdepression der Population verhindert haben, und 1981 im Oktober ausgebildet. Die zwei minimalen Abundanzwerte findet man jeweils im Januar 1981 und 1982 mit nicht mehr als 40 Individuen, begleitet von den niedrigsten Artendichten.

Die Auswirkungen einer Herbstfurche im September 1981 sind wegen der ohnehin in dieser Jahreszeit durch schlechte Witterungsbedingungen abnehmenden Collembolenpopulation unbedeutend.

### Bei Kost (III)

Der Standort „Bei Kost“ zeichnet sich durch einen hohen Sandanteil in der Bodenfraktion aus und bietet der Collembolenfauna wegen guter Durchlüftung und Wasserführung, sowie eines hohen Anteils zugänglicher Grob- und Mittelporen, einen geeigneten Lebensraum. NAGLITSCH (1963) stellt fest, daß die Individuenzahl der Collembolen von den schwereren zu den leichteren Böden zunimmt, die Artenzahl sich dagegen genau umgekehrt verhält. Der für die Collembolenpopulation begrenzende Faktor wird hier bei unzureichender organischer Düngung wohl die organische Substanz sein. Das Arteninventar umfaßt „Bei Kost“ 27 Arten, die Individuenzahl ist mit 2234 die höchste der untersuchten Ackerstandorte.

Mit 62% sind die vier dominanten Arten *Brachystomella parvula* (13,6%), *Mesaphorura krausbaueri* (19,3%), *Isotomodes productus* (14,6%), und *Isotoma notabilis* (14,4%) an der gesamten Collembolenpopulation des Standortes beteiligt (Abb. 7). Drei subdominante Arten umfassen 19,1% und fünf rezedente Arten 9,1% des Gesamtbestandes. Die verbleibenden 15 Arten, die über die Hälfte aller gefundenen Arten darstellen, sind an der gesamten Collembolenpopulation nur mit 4,1% beteiligt.

Viele der hier gefundenen Arten sind auch im Boden des angrenzenden Waldstückes vorhanden. Möglicherweise handelt es sich bei „Bei Kost“ um eine Reliktf fauna des Waldes, die beim Ersatz der Waldvegetation durch den Acker mangels ausreichender Migrationsfähigkeit nicht zur Einwanderung neuer Arten, sondern lediglich zu einer Artenverarmung geführt hat (FRANZ 1975a). Die beiden Populationsmaxima der Jahre 1980 und 1981 liegen

im Oktober. Dem Maximum vom Oktober 1980 ist im Abstand von drei Monaten ein Populationsminimum vor- und nachgestellt.

Trotz eines Arteninventars von 27 Arten traten zu den einzelnen Probenahmeterminen nie mehr als 18 Arten gleichzeitig auf. Im April 1981 ausgesätes Klee gras als Untersaat zu Winterroggen begünstigt durch Beschattung und Wurzelfilzbildung bei gleichzeitig ausreichenden Niederschlägen und sparsamer Bodenbearbeitung die ungestörte Entwicklung der Collembolenpopulation. Erst die Frühjahrsfurche 1982 dezimiert die Individuenzahl beträchtlich.

#### 4.1.2. Grünland (IV)

Der Grünlandboden nimmt durch den ganzjährigen dichten Bewuchs mit entsprechenden Vorteilen des für die Collembolenfauna so wichtigen Temperatur- und Wasserhaushalts des Bodens (CHRISTIANSEN 1967, LEUTHOLD 1961, MASSOUD 1971, NAGLITSCH & STEINBRENNER 1963, PALISSA 1964, WINK 1969) bei gleichzeitig geringer Nutzungsintensität unter den bewirtschafteten Flächen eine Sonderstellung ein. Hinzu kommt eine gegenüber den Ackerflächen deutlich erhöhte Menge an organischer Substanz von 5,6%.

Der Grünlandboden ist mit 35 Arten der artenreichste der untersuchten Standorte. Einige dieser Arten, wie z. B. *Brachystomella parvula*, *Isotomina thermophila*, *Friesea mirabilis* und *Folsomia quadrioculata* scheinen in besonderer Weise an die speziellen Lebensverhältnisse des Grünlandes gebunden zu sein. Die meisten der 35 Arten sind im überwiegenden Teil der Probenahmeterminen nachweisbar. Von den 2707 insgesamt gefundenen Collembolen gehören mehr als die Hälfte, nämlich 52,7% den in Abb. 8 dargestellten vier Arten an. Es handelt sich um die dominanten Arten *Isotomodes productus* (14,9%), *Isotomina thermophila* (14,2%), *Isotoma notabilis* (15,9%) und die subdominante Art *Mesaphorura krausbaueri* (7,7%). Die Bedeutung der dominanten Bestandesbildner bleibt, im Gegensatz zu den Ackerflächen – abgesehen von geringfügigen Schwankungen der Dominanzen – während der gesamten Untersuchungsperiode weitgehend bestehen.

Da die Populationsentwicklung der Collembolen im Jahresablauf von Bewirtschaftungsmaßnahmen weitgehend ungestört ist, darf man eine typische witterungsbeeinflusste Populationsentwicklung erwarten. Ein Populationsmaximum liegt, wie auf den Ackerflächen auch, im Oktober 1980, ein zweites, etwas höheres, jedoch mit geringerer Artendichte im Sommer 1981. Das Populationsminimum der Collembolen liegt jeweils im Januar der Jahre 1981 und 1982 bei gleichzeitig geringsten Artendichte.

#### 4.2. Die Collembolenfauna der konventionell bewirtschafteten Fläche Am Hofacker (VI) (Betrieb Fechner)

Die Verhältnisse auf diesem intensiv bewirtschafteten Schlag sind gekennzeichnet durch den Einsatz von stickstoffhaltigen Mineraldüngern und chemischen Pflanzenschutzmitteln, sowie einer einseitigen Fruchtfolge mit hohem Halmfruchtanteil und fehlendem Zwischenfruchtbau. Gegenüber den biologisch-dynamisch bewirtschafteten Flächen des Boshofackers ist zwar mit nur 19 Arten eine Artenverarmung, jedoch bei insgesamt 716 determinierten Collembolen keine unterdurchschnittliche Ausprägung der Populationsstärke feststellbar, eine ähnlich niedrige Artenzahl wie „Am Hofacker“ scheint für intensiv bewirtschaftete Flächen normal zu sein (BAUCHHENS & WEIGAND 1974).

Wie auf den anderen Flächen auch, erreichen nur wenige Arten hohe Dominanzwerte. Es sind dies die dominante Art *Isotomiella minor* (26,4%), sowie die subdominanten Arten *Pseudosinella immaculata* (8,1%) und *Folsomia candida* (7,1%), die zusammen mit zahlreichen Juvenilformen aus der Gattung *Folsomia*, 57,1% der Collembolenfauna ausmachen (Abb. 9).

Die Aufgliederung der Fauna in Dominanzklassen ergibt außer der einzig dominanten Art *Isotomiella minor*, noch acht subdominante Arten mit 47,5%, zwei rezedente Arten mit 4,5% und acht subrezedente Arten mit 2,9% Anteilen an der Gesamtpopulation der Collembolen. Während der Untersuchungszeit ist nur *Isotomiella minor* regelmäßig an allen acht Probenahmen mit relativ hohen Dominanzen vertreten. *Mesaphorura krausbaueri* ist nur an sieben Terminen mit stark schwankenden Individuendominanzen nachweisbar. Alle

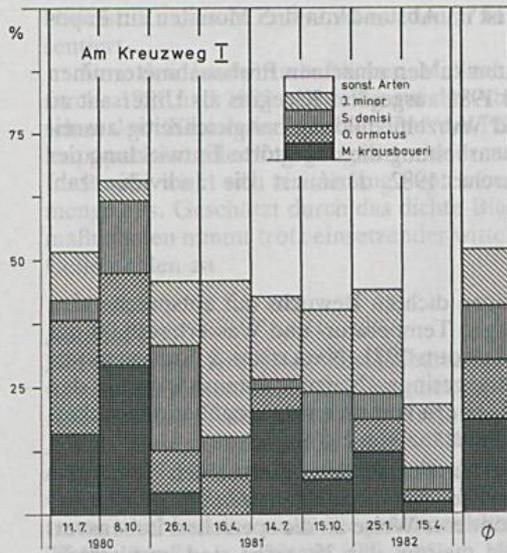


Abb. 5.

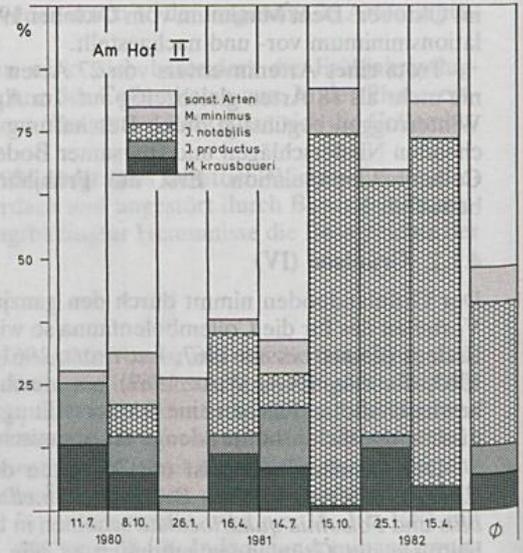


Abb. 6.

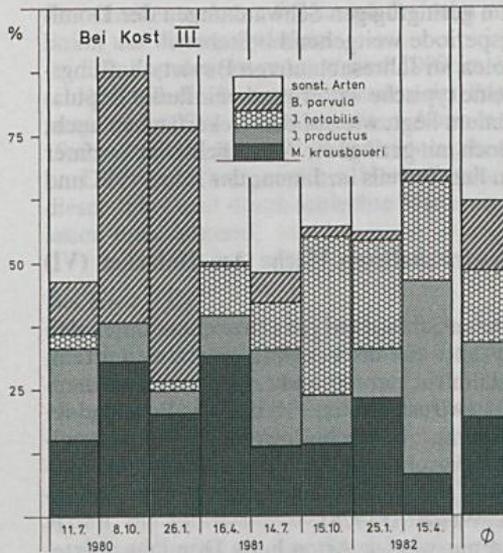


Abb. 7.

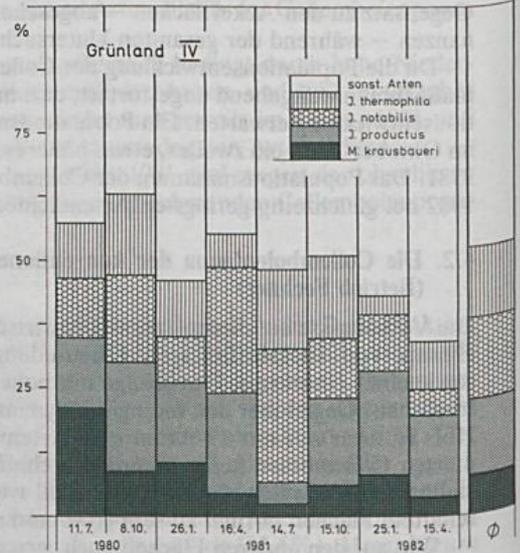


Abb. 8.

Abbildung 5–8. Prozentualer Anteil der vier jeweils im Durchschnitt aller Probenahmen individuenreichsten Arten an verschiedenen Standorten zu den einzelnen Probenahmeterminen.

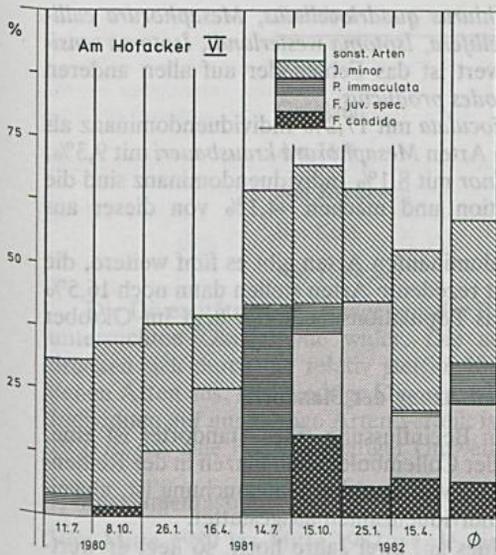


Abbildung 9. Prozentualer Anteil der 3 im Durchschnitt aller Probenahmen individuenreichsten Arten sowie der Juvenilformen der Gattung Folsomia am Standort „Am Hofacker“ zu den einzelnen Probenahmeterminen.

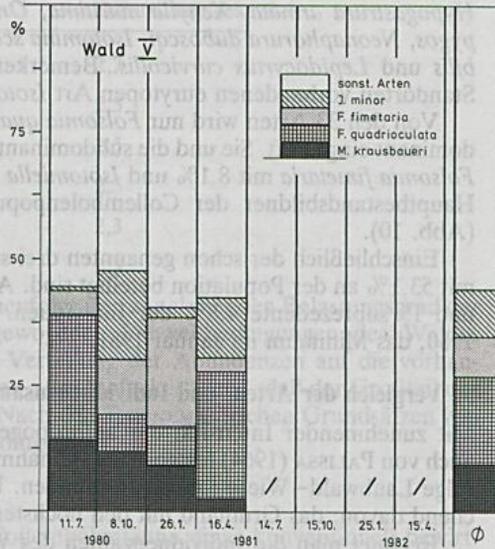


Abbildung 10. Prozentualer Anteil der vier im Durchschnitt aller Probenahmen individuenreichsten Arten des Standortes „Wald“ zu den einzelnen Probenahmeterminen.

anderen Arten tauchen an sechs und weniger Probenahmeterminen auf. Hierzu zählt auch die nur auf diesem Schlag gefundene *Pseudosinella immaculata*, die am 14. 7. 1981 plötzlich eine sehr hohe Individuendominanz von 41,5% hat, zu den folgenden Probenahmen aber kaum noch nachweisbar ist. Insgesamt zeigt die Collembolenfauna des Standortes eine starke Heterogenität in Entwicklung und Aufbau.

Der Befund dieses Standortes spricht dagegen, daß Agrarbiotop durch die menschliche Beeinflussung ein ganz charakteristisches ökologisches Gefüge bekommen, das auch durch Bewirtschaftungsmaßnahmen nicht seine Eigenarten und Gesetzmäßigkeiten verliert (TISCHLER 1959). Die jahresdynamischen Populationschwankungen sind ähnlich denen von „Bei Kost“, mit einem Maximum an Individuen jeweils im Oktober.

#### 4.3. Die Collembolenfauna des Waldstandortes

Die Waldbodenfauna kann sich ganzjährig ungestört entwickeln. Eine mächtige, mit Mikroorganismen reichlich durchsetzte Streuauflage mit einem durchschnittlichen Streuanfall von 20–45 dt/ha und Jahr (SCHROEDER 1972) bietet den Kleinarthropoden ausreichende Nahrung. Qualität und Quantität des Bestandsabfalls ist im Waldboden der Hauptbestimmungsfaktor für die Individuendichte der Collembolen (FRANZ 1975b). Als durchschnittlicher Gehalt an organischer Substanz wurde 7,81% ermittelt, bei der Humusform des Waldstandortes handelt es sich um mullartigen Moder. Die Mesofauna findet, im Gegensatz zur Makrofauna, in dieser Moderdecke ideale Lebensbedingungen (DUNGER 1964), übernimmt teilweise deren Aufgabe bei der Umsetzung (RUSEK 1975) und schafft ein ausgewogenes Bakterien/Pilze-Verhältnis (NOSEK 1967).

In der nur einjährigen Untersuchungsphase wurden 1.191 Collembolen bei insgesamt 33 verschiedenen Arten gezählt. In der Artenliste der Collembolen des Waldbodens sind eurytope Arten, wie *Onychiurus armatus*, *Mesaphorura krausbaueri*, *Folsomia quadrioculata*, *Isotoma notabilis* und *Isotomiella minor* ebenso zu finden, wie solche Arten, die in den vorliegenden Untersuchungen auf den Waldboden beschränkt blieben:

*Hypogastrura armata*, *Xenylla maritima*, *Onychiurus quadriocellatus*, *Mesaphorura callipygos*, *Neonaphorura duboscqi*, *Isotomina scapellifera*, *Isotoma westerlundii*, *Isotoma sensibilis* und *Lepidocyrtus curvicollis*. Bemerkenswert ist das Fehlen der auf allen anderen Standorten vorhandenen eurytopen Art *Isotomodes productus*.

Von den 33 Arten wird nur *Folsomia quadrioculata* mit 17,2% Individuendominanz als dominant eingestuft. Sie und die subdominanten Arten *Mesaphorura krausbaueri* mit 9,3%, *Folsomia fimetaria* mit 8,1% und *Isotomiella minor* mit 8,1% Individuendominanz sind die Hauptbestandsbildner der Collembolenpopulation und machen 44,1% von dieser aus (Abb. 10).

Einschließlich der schon genannten drei subdominanten Arten gibt es fünf weitere, die mit 53,1% an der Population beteiligt sind. Acht rezedente Arten stellen dann noch 16,5% und 15 subrezedente 4,8% der Individuen. Das Populationsmaximum liegt im Oktober 1980, das Minimum im Januar 1981.

### 5. Vergleich der Arten- und Individuenzusammensetzung der Standorte

Mit zunehmender Intensität der anthropogenen Beeinflussung eines Standortes ist eine, auch von PALISSA (1964) festgestellte Abnahme der Collembolenabundanzen in der Reihenfolge Laubwald–Wiese–Acker verbunden. In der vorliegenden Untersuchung ist, abweichend davon, das Grünland mit den höchsten Individuenzahlen ausgestattet.

Rechnet man die Individuenzahlen des Waldes auf zwei Jahre hoch, so liegt er wertmäßig unter dem des Grünlandes. An letzter Stelle stehen die Ackerflächen, die aber untereinander größere Unterschiede aufweisen. So ist die Abundanz der Collembolen auf „Am Hof“ am niedrigsten, auf dem Schlag „Bei Kost“ fast viermal so hoch.

Etwa 50% der Collembolenpopulation eines Standortes setzt sich dabei in wechselnder Konstellation aus nur vier, in der Regel ubiquistischen Arten wie *Mesaphorura krausbaueri*, *Isotomiella minor*, *Isotomodes productus*, *Isotoma viridis* und *Isotoma notabilis*, zusammen.

Deutlicher als die Abundanz nimmt die Artenanzahl mit zunehmender Bewirtschaftungsintensität ab. Die ungestörten Wald- und Grünlandböden sind mit 33 bzw. 35 Arten sehr artenreich, die biologisch-dynamisch bewirtschafteten Ackerflächen haben 26 bis 28 verschiedene Arten, der intensiv genutzte Schlag „Am Hofacker“ ist mit 19 Arten als artenverarmt zu bezeichnen.

Für die Artenverarmung der Kulturflächen kann man verschiedene landwirtschaftliche Maßnahmen wie Agrarchemikalien, Bodenbearbeitung oder die Gestaltung der Fruchtfolgen verantwortlich machen (SIEGEL 1982). Die Bodenart scheint auf die Artenanzahl weniger Einfluß zu haben, wie auf dem Schlag „Bei Kost“ deutlich wird, obwohl DHILLON & GIBSON (1962) und NAGLITSCH (1963) für leichte Böden eine geringere Artenzahl feststellen. Ebenso konnte ein an Jahreszeiten gebundenes Artenspektrum nicht herausgestellt werden.

Auf den landwirtschaftlichen Nutzflächen besteht durch die Bewirtschaftungsmaßnahmen ein immer wiederkehrender Zyklus, dem sich nur Arten mit weit gefaßten Lebensansprüchen in ihrem Generationszyklus anpassen können; die anderen Arten werden ausgeschaltet (TISCHLER 1959). So werden sich die landwirtschaftlichen Flächen in der Zusammensetzung ihrer Restarten immer ähnlicher. Im Ackerboden fehlen solche Arten, die eine engere Bindung an die speziellen Verhältnisse des Grünland- oder Waldbodens haben. Entsprechend ist die Artenidentität zwischen den Ackerstandorten „Am Hofacker“, „Am Hof“, „Am Kreuzweg“ und dem Waldstandort sehr gering. Lediglich auf dem dem Waldstück benachbarten Schlag „Bei Kost“ kommen eine Reihe von gleichen Arten vor. Wegen der direkten räumlichen Nachbarschaft ist nicht auszuschließen, daß diese Ackerfläche durch eine Restgesellschaft der ursprünglich dort angesiedelten Waldcollembolengesellschaft bevölkert wird. Die Ackerstandorte untereinander haben dagegen aus den oben genannten Gründen eine relativ hohe Artenidentität, dies umso mehr, je näher sie räumlich, wie z. B. die biologisch-dynamischen Schläge „Am Hof“ und „Am Kreuzweg“, beieinander liegen. Die höchste, jedoch nicht weiter erklärable Arten- und Dominanzidentität existiert zwischen dem Grünland und dem Schlag „Bei Kost“.

Bezieht man die relativen Häufigkeiten der Arten in die Betrachtung ein, so kommt man zum Diversitätsindex, mit dessen Hilfe man die menschlich beeinflussten Biotope von den naturnahen unterscheiden kann (REMMERT 1978).

Standort	Diversitätsindex
Wald	2,7
Grünland	2,5
Am Hof	2,5
Am Kreuzweg	2,5
Bei Kost	2,3
Am Hofacker	2,3

Die Diversitätsindices spiegeln in der Reihenfolge den zunehmenden Belastungsgrad der untersuchten Ökosysteme wider. Die ausgewogenen Umweltbedingungen des Waldes drücken sich durch die relativ gleichmäßige Verteilung der Abundanzen auf die vorhandenen Arten aus. Der niedrige Diversitätsindex „Am Hofacker“ zeigt, daß der Großteil der Individuen auf nur wenige Arten verteilt ist. Nach den THIENEMANNschen Grundsätzen von 1920 ist das eine Folge einseitiger Umweltbedingungen.

## 7. Zusammenfassung

Von Mitte 1980 bis Mitte 1982 wurde die Collembolenfauna eines konventionell bewirtschafteten Ackers und von Flächen, die soeben auf biologisch-dynamische Wirtschaftsweise umgestellt wurden, im Raum Krefeld/Moers vergleichend untersucht. Außerdem wurde ein Waldstandort bearbeitet.

Als Indikatoren zur Feststellung der Auswirkung verschiedener Bewirtschaftungsmaßnahmen und -intensitäten wurden die bodenlebenden Collembolen an acht Probenahmeterminen im Abstand von drei Monaten bis zu einer Bodentiefe von 25 cm auf Wald-, Grünland- und Ackerflächen von 100 m<sup>2</sup> Größe erfaßt und determiniert.

Die Collembolen wurden mit der nach dem thermodynamischen Prinzip arbeitenden BERLESE-TULLGREN-Apparatur aus dem Boden ausgetrieben. Die insgesamt 8.322 gefundenen Collembolen verteilten sich auf 62 verschiedene Arten. Ihre Individuenzahl nahm in der Reihenfolge Grünland-Wald-Acker ab, wobei jeweils bis zu vier ubiquistische Arten etwa die Hälfte der gesamten Collembolenpopulation eines Standortes stellten. In gleicher Reihenfolge war eine Artenverarmung der untersuchten Standorte feststellbar. Eine konventionell bewirtschaftete Ackerfläche wies die geringste Artenzahl, eine biologisch-dynamische Fläche die geringste Individuenzahl auf.

## Literatur

- ANDERSON, I. M. & HANLON, R. D. G. (1979): The effects of Collembola grazing on microbial activity in decomposing leaf litter. — *Oecologia* **38** (1), 93–99.
- BAUCHHENS, J. & WEIGAND, G. (1974): Untersuchung zur Collembolenfauna auf zwei Zuckerrübenschlügen in Bayern. — *Nachr. Blatt dt. Pflanzenschutzdienst Braunschweig* **26**, 150–153.
- BIERINGER, H. (1969): Untersuchungen über den Einfluß langjähriger Herbizidanwendung auf Bodencollembolen. — Diss. Univ. Stuttgart.
- BRAUNS, A. (1969): Vordringliche Aufgaben einer Produktionsbiologie des Bodens von einer industriellen Landschaft. — *Mitt. biol. Bundesanst. Ld.-Forsten* **132**, 84–89.
- CHRISTIANSEN, K. (1967): Competition between collembolan species in culture jars. — *Rev. Ecol. Biol. Sol.* **IV** (3), 439–462.
- DAVIS, B. N. R. (1962): A study of microarthropod communities in mineral soils near Corby, Northampton. — *J. Animal. Ecol.* **32**, 49–71.
- DHILLON, B. S., GIBSON, N. H. E. (1962): A study of the Acarina and Collembola of agricultural soils. I. — *Pedobiologia* **1**, 189–209.
- DUNGER, W. (1964): Die Bedeutung der Bodenfauna für die Streuzersetzung. — *Tagungsber. d. Dtsch. Landwirtschaftswissenschaften Nr. 60*. Berlin.
- FRANZ, H. (1975a): Wandel der Bodenfauna unter dem Einfluß menschlicher Aktivitäten. — *Academia. Publ. House of the Czechoslovak Academy of Sciences, Prague*.
- (1975b): Die Bodenfauna der Erde in biozönotischer Betrachtung. — Wiesbaden, Franz Steiner.

- GISIN, H. (1960): Collembolenfauna Europas. 312 S. – Genf.
- GUTTMANN, R. (1979): Untersuchungen zur Entwicklung der Bodenfauna rekultivierter Schutthalden eines Stahlwerkes. – Diss. Univ. Braunschweig.
- HERGARTEN, W. (1984): Ökologische Untersuchung der Collembolenfauna von verschiedenen bewirtschafteten Flächen am Niederrhein. 254 S. – Diss. Univ. Bonn (Institut für Landwirtschaftliche Zoologie).
- HÖLLER-LAND, G. (1954): Die Abhängigkeit der bodenbewohnenden Collembolen von Düngung und anderen Standortfaktoren unter Dikopshofer Verhältnissen. – Diss. Univ. Bonn.
- (1957): Der Einfluß des Grasmulches auf die Kleinarthropoden des Bodens. – Z. Acker- u. Pfl. bau **105**, 108–117.
- KÄESTNER, A. (1973): Lehrbuch der speziellen Zoologie. Band I/3. Teil B. – Stuttgart, G. Fischer.
- KARG, W. (1960): Untersuchung mikroskopisch kleiner Gliederfüßler des Bodens. – Mikrokosmos **49**, 257–261.
- LEUTHOLD, R. (1961): Vergleichende Untersuchungen der Tierwelt verschiedener Wiesenböden im oberbayerischen Raum, unter besonderer Berücksichtigung der Collembolen. – Z. angew. Ent. **49**, 1–49.
- MASSOUD, Z. (1971): Un élément caractéristique de la Pédofaune: Les Collemboles, in: La vie dans des sols, 337–388. – Paris (Gauthier-Villars).
- NAGLITSCH, F. (1963): Untersuchungen über Individuen- und Artenzahl der Collembolen auf leichten und schweren Böden, in: DOEKSEN, J. & DRIFT, J. van der (eds.), Soil organisms, 395–406. Amsterdam (North Holland Publishing Company).
- & STEINBRENNER, R. (1963): Untersuchungen über die bodenbiologischen Verhältnisse in einem Fruchtfolgeversuch unter spezieller Berücksichtigung der Collembolen. – Pedobiologia **2**, 252–264.
- NOSEK, J. (1967): The investigations on the Apterygotan fauna of the Low Tatras. – Acta Univ. Carol. Biol., 349–528.
- PALISSA, A. (1964): Apterygota (Urinsekten), in: Die Tierwelt Mitteleuropas **4**, 1–407. – Leipzig.
- PROESELER, G. (1968): Boden, in: FRITSCH, R., GEILER, H. & SEDLAG, V. (Hrsg.), Angewandte Entomologie. – Stuttgart (G. Fischer).
- REMMERT, H. (1978): Ökologie. 1. Aufl. – Berlin, Heidelberg, New York (Springer).
- RUSEK, J. (1975): Die bodenbildende Funktion von Collembolen und Acarina. – Pedobiologia **15**, 299–308.
- SCHALLER, F. (1950): Biologische Beobachtungen an humusbildenden Bodentieren, insbesondere Collembolen. – Zool. Jb. (Syst.) **78**, 506–525.
- SCHLEUTER, M. (1981): Die Collembolenfauna des Dauerdüngungsversuches Dikopshof (Versuchsgut der Universität Bonn). – Decheniana (Bonn) **134**, 162–171.
- SCHROEDER, D. (1972): Bodenkunde in Stichworten. 2. Aufl. – Kiel (Ferdinand Hirt).
- SIEGEL, O. (1982): Ist Pflanzenbau ohne Mineraldünger und ohne Pflanzenbehandlungsmittel eine Alternative? – Kassel (Verlagsgesellschaft f. Ackerbau).
- SIMON, H. R. (1967): Zur Stellung der Collembola im Nahrungssystem terrestrischer Lebensräume. – Z. Pfl. Krankh. **74**, 354–366.
- STRIGANOVA, B. (1980): Zersetzung des organischen Materials im Boden. – Pedobiologia **23**, 98–99.
- THIENEMANN, A. (1920): Die Grundlagen der Biozönotik und Monards faunistische Prinzipien. – Festschr. Zschokke **4**, 1–14.
- TISCHLER, W. (1953): Bodenbearbeitung und Bodenleben (Pfluggeräte im Blickpunkt des Biologen). – Umschau **20**, 620–622.
- (1959): Stand und Möglichkeiten agrarökologischer Forschung. – Naturwiss. Rdsch. **12**, 291–295.
- TÖRNE, von E. (1963): Collembolen als Indikatoren von Rotteprozessen, in: J. Doeksen, J. & Drift, J. van der (eds.), Soil organisms, 322–327. – Amsterdam (North Holland Publishing Company).
- (1964): Über die Anzucht und Haltung individuenreicher Collembolen-Populationen. – Pedobiologia **4**, 256–264.
- WAGNER, E. (1958): Untersuchungen über den Einfluß von Fruchtart, Vorfrucht, Fruchtfolge und Düngung auf den Collembolen-, Milben- und Enchytraeidenbesatz des Bodens. – Kühn. Archiv **72**, 302–334.
- WINK, U. (1969): Die Collembolen- und Oribatidenpopulationen einiger saurer Auböden Bayerns in Abhängigkeit von der Bodenfeuchtigkeit. – Z. angew. Ent. **64**, 121–136.
- ZACHARIAE, G. (1963): Was leisten Collembolen für den Waldhumus?, in: DOEKSEN, J. & DRIFT, J. van der (eds.), Soil organism, 109–124. – Amsterdam (North Holland Publishing Company).

Anschrift des Verfassers: Dipl. Ing. agr. Wolfgang Hergarten, Institut für landwirtschaftliche Zoologie und Bienenkunde, Melbweg 42, D-5300 Bonn 1.

# ZOBODAT - [www.zobodat.at](http://www.zobodat.at)

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Decheniana](#)

Jahr/Year: 1985

Band/Volume: [138](#)

Autor(en)/Author(s): Hergarten Wolfgang

Artikel/Article: [Die Collembolenfauna verschieden bewirtschafteter Flächen am Niederrhein 135-148](#)