

EKOLOGIA POLSKA

SERIA A

Tom XI

Warszawa 1963

Nr 4

Maria KACZMAREK

JAHRESZEITLICHE QUANTITÄTSSCHWANKUNGEN
DER COLLEMBOLEN VERSCHIEDENER WALDBIOTOPE
DER PUSZCZA KAMPINOSKA*

Es wurden zyklische Quantitätsveränderungen der Collembolen, mit einem Maximum in der Herbst-Winterzeit und einem Minimum in der Frühjahrs- und Sommerzeit festgestellt. Im Boden ist der gesamte Zyklus im Vergleich mit der Bodenstreu verspätet.

Es wird vermutet, dass die jahreszeitlichen Quantitätsschwankungen der Collembolen in der Hauptsache von der Erneuerung des Bodenstreumilieus abhängig sind und dass, was daraus hervorgeht, das Quantitätsniveau der dominanten *Collembola*-Arten durch den Nahrungsreichtum des Milieus bestimmt wird.

Allgemein wird angenommen, dass das Vorkommen von Collembolen in erster Linie mit mikroklimatischen Faktoren in Verbindung steht, von denen die grösste Bedeutung der Bodenfeuchtigkeit zugesprochen wird (Agrell 1941). Die Abhängigkeit von Temperatur und Niederschlägen zeigt sich besonders deutlich im Kiefernwald, wenn man die mittels Fallenfänge ermittelte Aktivität der Collembolen analysiert (Kaczmarek M. 1960).

Die im gemässigten Klima beobachteten saisonalen Quantitätsveränderungen der Collembolen scheinen jedoch nicht immer von Temperatur- und Feuchtigkeitsveränderungen abhängig zu sein, namentlich dann, wenn die Bodenfeuchtigkeit, wie es zum Beispiel im Laub- oder Auwald stattfindet, immer ziemlich hoch ist. Die Jahresmaximen des Vorkommens der Collembolen sind in den meisten Fällen in den Herbst- und Wintermonaten festgestellt worden; von einigen Forschern auch im Frühherbst und gegen Winterende. Ford (1937, 1938) entdeckte das Häufigkeitsmaximum der Collembolen auf natürlichen Wiesen im Spätherbst und Anfangs des Winters. Nach Baweja (1939) fällt das Häufigkeitsmaximum auf den Versuchswiesen in Rothamsted auf den Monat November.

* Aus dem Ökologischen Institut der Polnischen Akademie der Wissenschaften, Warszawa.

Macfadyen (1952) notierte das Maximum auf Wiesen im Februar. Weis-Fogh (1947) stellte auf Waldwiesen das Maximum im Herbst und Winter fest. Auch Volz (1954) weist auf ein Herbst- und Wintermaximum in Laubwäldern hin. Zwei Häufigkeitsmaximen – im Spätherbst und im Vorfrühling – notierte Frenzel (1936) auf natürlichen Wiesen in Niederschlesien und Evans (1955) im Fichtenwald in Südengland. Glasgow (1939) und Schaller (1950) stellten das Häufigkeitsmaximum der Collembolen im Spätherbst und im Vorfrühling fest. Die Häufigkeitsminimen wurden in den angeführten Untersuchungen, wenn es nur ein Jahresmaximum gab, im Vorfrühling festgestellt. Bei zwei Maximen fielen sie auf den Sommer. Nach Vermutungen von Baweja (1939) wird diese allgemeine Quantitätszunahme der Collembolen im Herbst durch die Temperaturabnahme bewirkt. Die Wahrscheinlichkeit einer solchen Klärung dieser Erscheinung wird jedoch beträchtlich durch den Mangel jeglicher deutlicheren Korrelation zwischen den Quantitätsveränderungen der Collembolen und den Temperaturveränderungen in den weiteren Jahreszeiten in Frage gestellt. Ähnliche Schwierigkeiten trifft man auch bei der Suche nach Zusammenhängen zwischen den jahreszeitlichen Quantitätsveränderungen der Collembolen und Veränderungen der Bodenfeuchtigkeit. Das Grundwasserniveau und die damit verbundene Bodenfeuchtigkeit ist im mitteleuropäischen Klima am höchsten im Frühjahr, am tiefsten Ende des Sommers und im Herbst.

In Übereinstimmung mit den angeführten Angaben wurde das Jahresmaximum und -minimum der Collembolen in Zeitabschnitten mit ähnlicher Bodenfeuchtigkeit notiert. Die feuchtesten und trockensten Zeitabschnitte des Jahres unterscheiden sich nur minimal in der Quantität der Collembolen.

Um diese Abhängigkeiten näher kennenzulernen wurde Verteilung und Quantitätsveränderungen der Collembolen in verschiedenen Bodenschichten einiger nahe beieinandergelegenen Waldflächen verglichen. Die einzelnen Standorte zeichneten sich durch verschiedenartige Vegetationsdecke, Streubildung, Bodencharakter und Bodenfeuchtigkeit aus.

CHARAKTERISTIK DER UNTERSUCHTEN BIOTOPE

Die Untersuchungen wurden in der Übergangszone zwischen einem Kiefern-Eichenwald und einem feuchten Erlenbruchwald durchgeführt. Diese Biotope sind für den östlichen Teil der Puszcza Kampinoska, einem von Erlenbruchwald bewachsenen Sumpfgebiet mit über dem Niveau des Sumpfes herausragenden trockeneren Waldpartien, charakteristisch. Die trockenen Waldstücke verlaufen als schmale Streifen in ostwestlicher Richtung. Ihr Baumbestand wird von Hainbuche, Kiefer und Eiche gebildet. Der Boden dieser Streifen ist sandig und gehört zu den Podsolböden (Kobendza 1930). Sogar im Frühjahr, wenn der Wasserstand in der ganzen Puszcza Kampinoska bedeutend ansteigt, ist es hier trocken. Grossen Einfluss auf die hydrologischen Verhältnisse haben hier atmosphärische Niederschläge, die dank einer Schicht undurchlässigen

Orsteins und dünner Schichten tonigen oder torfigen Bodens nicht tief in den Boden einsickern, sondern sich einige Monate hindurch auf der Oberfläche halten. Grundwasser kommt in geringer Tiefe vor.

In der Übergangszone zwischen dem Kiefern-Eichenbiotop und dem Erlenbiotop wurden in Abständen von 15–18 m vier Streifen (Abschnitte) abgesteckt, die parallel zur scharfen Grenze zwischen den beiden Biotopen verliefen. Abschnitt I verlief in der Mitte der trockenen Bodenerhöhung, die folgenden Abschnitte in entsprechenden Abständen näher dem Erlenwald zu, sodass Abschnitt III nur wenige Meter von Bruchwald entfernt verlief, Abschnitt IV an dessen Rand in direkter Nähe des Sumpfes. Die Umverhältnisse auf den einzelnen Abschnitten könnte man wie folgt charakterisieren:

Abschnitt I. Einzelne alte Kiefern, im Unterholz Eiche und Hainbuche. Viel sonnige Plätze. Fleckenartig verstreute, von Gras durchwachsende Moos- und Blaubeerbüschel. Eine sehr dünne Streuschicht (1–2 cm). Rohhumus. Der Boden ist hellgrau. Sein Feuchtigkeitsindex beträgt 10,5%¹.

Abschnitt II. Vereinzelte alte Kiefern und Eichen, im Unterholz Hainbuche. Dichte Moos- und Blaubeerbeete, an schattigen Stellen Farne. Von allen Abschnitten die meiste Sonnenbestrahlung. Eine dünne Streuschicht (1–2 cm). Rohhumus. Der Boden ist hellgrau und hat einen Feuchtigkeitsindex von 13,6%.

Abschnitt III. Unter alten Eichen und Kiefern dichtes Unterholz aus Hainbuchen. Wenig besonnte Stellen. Fleckenartig verteilte Mooskissen und Blaubeerbüschel, viel Gräser und Kräuter. Die Streuschicht ist etwas dicker (2–4 cm). Rohhumus. Der Boden ist grau. Sein Feuchtigkeitsindex beträgt 14%.

Abschnitt IV. Unter vereinzelt alten Erlen und Birken dichter Unterwuchs aus Hainbuche, Faulbaum, Eberesche, Birke und Linde. Die Bodenvegetation ist inselförmig verteilt. In der Nähe von Baumstämmen kommen vereinzelt Mooskissen vor. Eine dicke Schicht torfiger Streu (3–5 cm), die allmählich in die Bodenschicht übergeht. Das Sonnenlicht dringt bis zum Waldboden nur in der laublosen Zeit durch. Schwarzer Sumpfboden. Der Feuchtigkeitsindex des Bodens beträgt 53,3%.

METHODIK

Die Proben wurden mit Hilfe eines speziellen Gerätes (Fig. 1) eingesammelt. Der Stahlzylinder des Gerätes schneidet mit seiner scharfen Kante Proben von 10 cm² Fläche und bis 10 cm Tiefe heraus. Das Gerät hat den Vorzug, dass es in seiner Längsachse in zwei Teile auseinandergenommen werden kann. Dadurch werden die Proben bei der Herausnahme aus dem Zylinder nicht deformiert. In den Proben wurde die Streu und die Schicht lebender

¹Zwecks Festlegung der relativen Feuchtigkeitsunterschiede des Bodens der vier untersuchten Abschnitte wurden in monatlichen Abständen – im April, Mai und Juni je drei ca 50 cm³ grosse Proben von jedem Abschnitt genommen. Die Proben wurden getrocknet und dann der Wassergehalt berechnet.

(Moos, Wurzeln) und nicht völlig zersetzter Pflanzenreste von der 5–6 cm dicken Bodenschicht, in der wie bekannt der grösste Teil der Mesofauna des

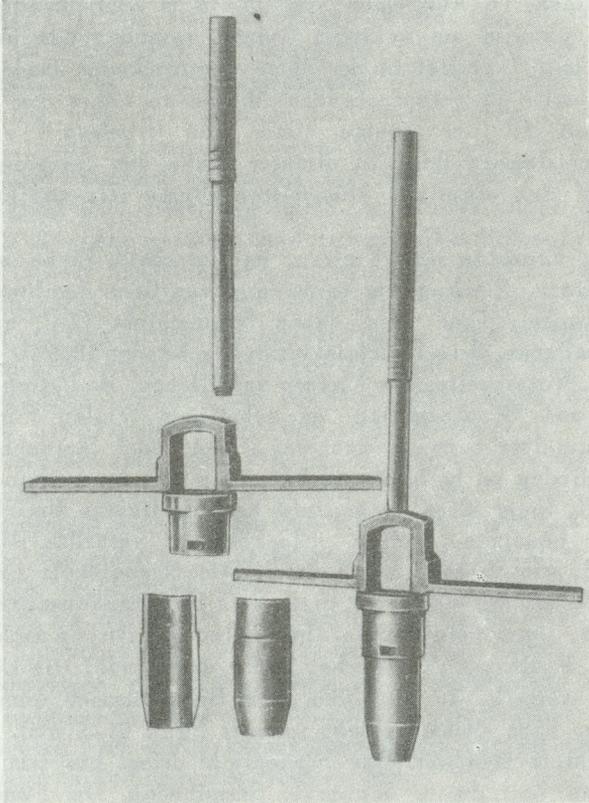


Fig. 1. Gerät zur Entnahme der Bodenproben

Bodens vorkommt, gesondert. In zwei nacheinander folgenden Jahren (Juni 1956 – Mai 1958) wurden aus jedem Abschnitt einmal oder zweimal in jedem Monat fünf solcher Proben genommen. Nach 3–4 tägigem Trocknen (in Abhängigkeit von den Witterungsverhältnissen) in einem vereinfachten Tullgrenapparat, in dem gleichzeitig 40 Trichter von 20 cm Durchmesser Platz hatten – wurde das Collembolenmaterial unter einem Binokular ausgesammelt und bestimmt. Getrocknet wurde das Material in den ersten 2–3 Tagen bei Tageslicht und Zimmertemperatur (18–20°C), am letzten Tag mittels einer über dem Trichter angebrachten 25 Watt Glühbirne. Die auf diese Weise beim Trocknen erhaltenen Bedingungen waren den von Haarlov (1947) für das Herauskommen der Fauna als am günstigsten angegebenen Bedingungen sehr ähnlich.

VERGLEICH DER VERÄNDERUNGEN DER GESAMTQUANTITÄT DER COLLEMBOLEN

I. Quantitätsdifferenzen auf den untersuchten Abschnitten

Das gesamte Material (ohne *Sminthuridae*) umfasst 35 *Collembola*-Arten, von denen 18 Arten gemeinsam auf allen Abschnitten vorkommen und 99,3% der Gesamtquantität darstellen (Tab. I). Die Quantität der Collembolen im Boden und in der Streu ist auf den ersten drei Abschnitten ähnlich und bedeutend niedriger als auf dem Abschnitt IV. Innerhalb dieser drei Abschnitte ist jedoch eine Mengezunahme in der Reihenfolge – Abschnitt II, I und III zu beobachten (Tab. II). Die Besonderheit des Abschnitts IV scheint mit dem Charakter des Bodens und mit der bedeutend höheren Feuchtigkeit zusammenzuhängen. Die Ähnlichkeit der ersten drei Abschnitte ist ebenfalls mit dem Bodentyp und der sich wenig unterscheidenden Feuchtigkeit verbunden. Die Differenzierung der Quantität innerhalb der drei Abschnitte ist vom Grad der Sonnenbestrahlung abhängig.

Entsprechend den Veränderungen der Umweltsverhältnisse von Abschnitt I zu Abschnitt IV wächst die Zahl der Collembolen im Boden im Verhältnis zur Streu (Tab. II). Auf den ersten drei Abschnitten steigt der Anteil im Boden allmählich, auf dem IV. Abschnitt jedoch dann sehr rapide. Diese Erscheinung weist Korrelation mit der Zunahme der Bodenfeuchtigkeit der untersuchten Abschnitte auf. Auch die Artenzahl steigt sukzessiv von Abschnitt II bis IV (Tab. II). In Unterscheidung von den Quantitätsveränderungen ist diese Zunahme so auf den ersten drei Abschnitten wie auch beim Übergang zum Abschnitt IV, ziemlich gering. In der Streu ist die Zahl der Arten höher als im Boden, was auf grössere Differenzierung dieses Milieus hinweist (in der Streu ein Maximum von 26 Arten, im Boden – 18). Das Schwankungsbereich dieser Differenzierung innerhalb der untersuchten Abschnitte ist in beiden Schichten ähnlich (14–18 Arten im Boden, 24–26 Arten in der Streu). Die grosse Zahl der eingesammelten Proben (150 aus jedem Abschnitt) und der untersuchten Individuen (1343 bis 4679 aus jedem Abschnitt) weisen darauf hin, dass diese Unterschiede nicht zufälliger Art sind.

Man kann daraus folgern, dass bei allmählicher unbedeutender Zunahme der Differenzierung des Boden- und Streumilieus von Abschnitt II zu IV, erst eine unbedeutende und dann sprunghafte Zunahme des Fassungsvermögen eintritt, worauf die Quantitätszunahme der Collembolen auf den einzelnen Abschnitten hinweist. Wenn man die Zahl der Individuen und Arten auf dem Abschnitt IV als 100% betrachtet, erhält man Vergleichsdaten aus denen, zu ersehen ist, dass dieser Sprung grösser im Boden ist als in der Streu (Tab. II). Das Fassungsvermögen des Milieus scheint mit der Dicke der Streuschicht und mit dem Humustyp der einzelnen Abschnitte verbunden zu sein.

Aufstellung der *Collembola*-Arten und ihre Quantität auf den einzelnen Abschnitten
des untersuchten Milieus in 150 Proben

Tab. I

No	Arten	Abschnitte							
		I		II		III		IV	
		Boden	Streu	Boden	Streu	Boden	Streu	Boden	Streu
1	<i>Entomohrya muscorum</i> (Nic.)		1		1				
2	<i>E. corticalis</i> (Nic.)				1		1		
3	<i>Orchesella bifasciata</i> Nic.		1						
4	<i>O. flavescens</i> Bourl.						2		
5	<i>O. cincta</i> (L.)				4				
6	<i>Tomocerus vulgaris</i> (Tullb.)		9		12	1	22		19
7	<i>Lepidocyrtus cyaneus</i> Tullb.		3		1				
8	<i>L. lanuginosus</i> (Gmel.)	1	79	2	82	2	126	9	99
9	<i>Isotomiella minor</i> (Schäff.)	6	134	33	159	41	268	87	327
10	<i>Isotoma notabilis</i> Schäff.	3	66	2	47	2	66	19	99
11	<i>I. viridis</i> Bourl.		29		14	1	26	6	62
12	<i>I. intermedia</i> Schött.						3		11
13	<i>Isotoma</i> sp.								2
14	<i>Proisotoma minima</i> (Abs.)		2			1	3		3
15	<i>Anurophorus laricis</i> Nic.	2	90		84		32		2
16	<i>Folsomia quadrioculata</i> (Tullb.)	1	229	8	187	9	197	23	256
17	<i>F. fimetarioides</i> (Axelson)	138	221	63	144	165	413	927	979
18	<i>Willemia aspinata</i> Stach		1						1
19	<i>W. anophthalma</i> Börn.	5	33	1	24	8	13	12	16
20	<i>Friesea mirabilis</i> (Tullb.)	1	2	1	1	10	6	114	35
21	<i>Choreutinula inermis</i> (Tullb.)		5		2		2		
22	<i>Ceratophysella armata</i> (Nic.)	9	265	26	94	15	64	70	257
23	<i>Hypogastrura socialis</i> (Uzel)		2	1	2			3	1
24	<i>Pseudachorutes dubius</i> Krausb.						1		2
25	<i>P. subcrassus</i> Tullb.		1				1		1
26	<i>Neanura muscorum</i> (Templ.) Börn.	1	3		5		8	4	8
27	<i>Micranurida anophthalmica</i> Stach	5	11	11	30	11	10	8	30
28	<i>M. pygmaea</i> Börn.	9	11	8	9	7	4	5	3
29	<i>Onychiurus armatus</i> (Tullb.)	42	113	49	79	76	114	268	374
30	<i>O. granulosus</i> Stach	1	48	8	22	4	62	29	231
31	<i>O. bureschi</i> Handsch.						3		2
32	<i>O. affinis</i> Agr.					1	6	1	12
33	<i>Onychiurus</i> sp.	1			3	1		2	
34	<i>Mesaphorura krausbaueri</i> Börn.	24	39	42	54	54	90	158	78
35	<i>Entomobryidae</i> sp. sp. juv.	3	11	2	12		8	1	11
36	<i>Sminthuridae</i> sp. sp. juv.		23	1	11		15	1	11
37	<i>Megalothorax minimus</i> Will.		2		1				
	Summe	1686		1343		1975		4679	

Quantität und Verteilung der häufigsten Arten
auf den untersuchten Abschnitten

Tab. II

Summarische Daten		Abschnitte			
		I	II	III	IV
Gesamtquantität in 150 Proben	Streu	1434	1085	1566	2932
	Boden	252	258	409	1747
Quantität im Verhältnis zu Abschnitt IV	Streu	48,8	37,0	53,5	100
	Boden	14,4	15,3	23,5	100
Verhältnis $\frac{\text{Boden}}{\text{Streu}}$ in %		17,6	23,8	26,1	59,9
Zahl der Arten ohne <i>Smintthuridae</i>	Streu	25	24	26	26
	Boden	16	14	18	18
Zahl der Arten (von 17 Dominanten) deren maximale Quantität auf dem gegebenen Abschnitt vorkommt		3	1	2	11
Zahl der Arten (von 17 Dominanten) deren minimale Quantität auf dem gegebenen Abschnitt vorkommt		6	8	1	2

II. Saisonale Quantitätsveränderungen

Der im Laufe von zwei Jahren beobachtete Zyklus der Quantitätsveränderungen auf den einzelnen Abschnitten und in den einzelnen Schichten ist sehr ähnlich (Fig. 2 und 3). Man sieht hier parallele aber auf verschiedenem Niveau verlaufende Quantitätskurven aller Abschnitte. Die Quantitätskurven der Collembolen aus der Streu der einzelnen Abschnitte sind sich mehr ähnlich als die des Bodens, wo sich besonders krass die hohe Quantität des Abschnittes IV kennzeichnet.

Der Verlauf der Veränderungen hat deutlich sich wiederholenden Jahrescharakter. Er muss also mit Faktoren verbunden sein, die von der Jahreszeit abhängig sind. Intensität und Gipfel der Quantität fällt in die Herbst-Winterzeit, Abnahme und Minimum so im Boden wie auch in der Streu, in die Frühjahrs-Sommerzeit.

Im Boden ist der Zyklus im Vergleich mit der Streu verspätet (Fig. 4). Der die Quantitätsschwankungen hervorrufende Faktor hat also einen Jahreszyklus mit verspäteter Wirkung im Boden. Das Vorkommen geringer Individuenzahlen dauert dabei zeitlich länger im Boden als in der Streu.

Der Bereich der Quantitätsfluktuationen ist auf dem Abschnitt IV so im Boden wie auch in der Streu beinahe der gleiche. Auf den übrigen Abschnitten ist er im Boden bedeutend geringer und hält sich dort ständig auf niedrigem Ni-

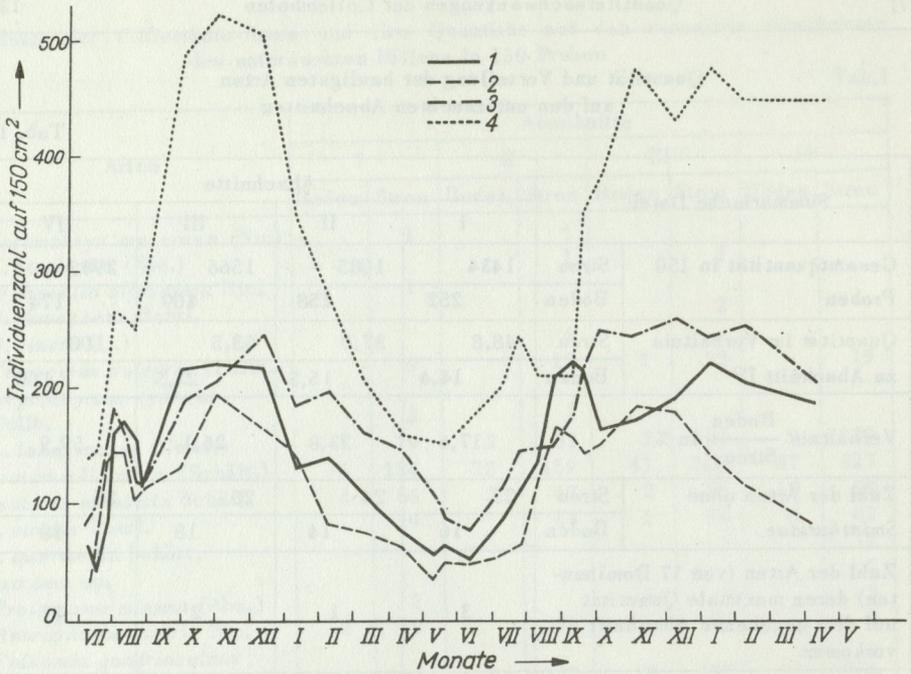


Fig. 2. Quantität der Collembolen in der Streu
 1 - Abschnitt I, 2 - Abschnitt II, 3 - Abschnitt III, 4 - Abschnitt IV

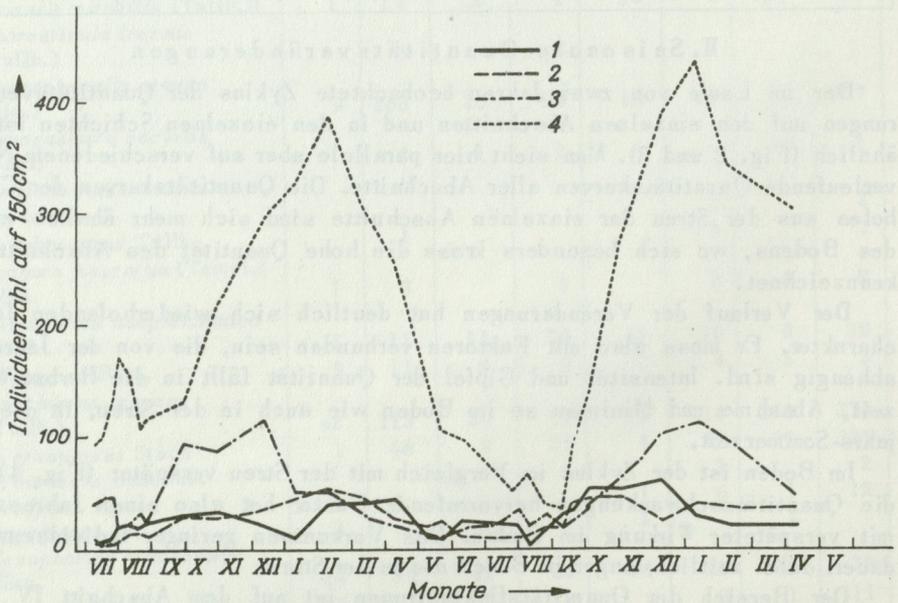


Fig. 3. Quantität der Collembolen in Boden
 1 - Abschnitt I, 2 - Abschnitt II, 3 - Abschnitt III, 4 - Abschnitt IV

veau. Die grössten Quantitätsdifferenzen zwischen den Abschnitten wurden in der Zeit des Quantitätsmaximum festgestellt. Abschnitt IV unterscheidet sich sehr stark von den übrigen Abschnitten (Fig. 2 und 3). Die differenzie-

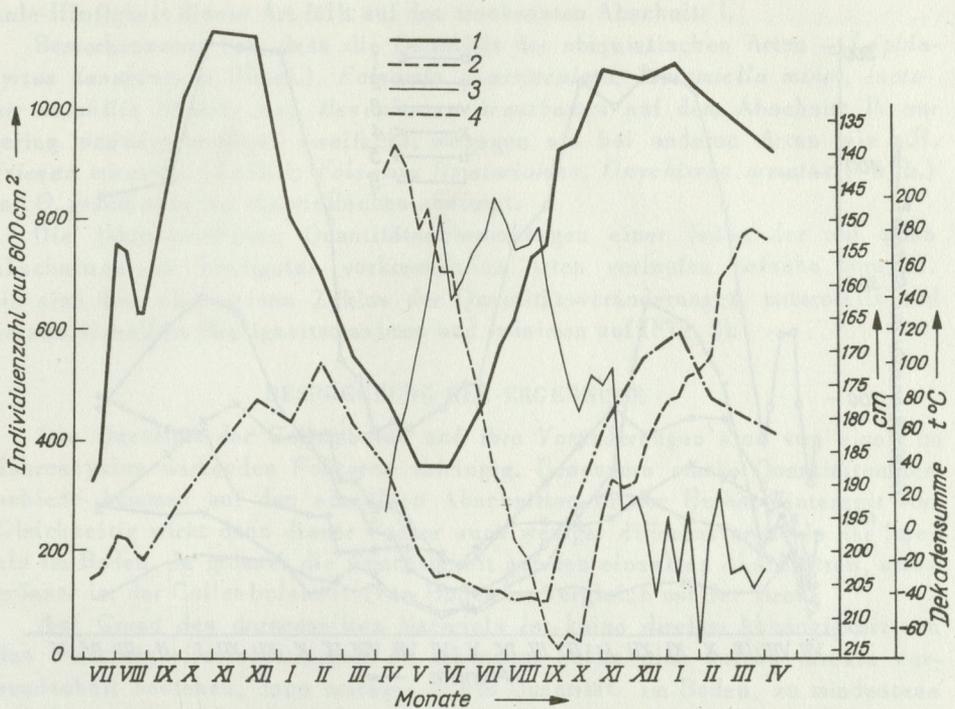


Fig. 4. Quantität der Collembolen im Boden und in der Streu im Vergleich mit den jahreszeitlichen Temperaturschwankungen und dem Grundwasserniveau
 1 - Quantität in der Streu, 2 - Grundwasserniveau von der Oberfläche des Bodens gemessen,
 3 - Temperatur (Dekadensumme der Tagesmittel), 4 - Quantität im Boden

rende Wirkung des auf die Quantität einflusshabenden Faktoren tritt also besonders scharf in der Herbst-Winterzeit in Erscheinung.

Der Vergleich des Quantitätszyklus mit Veränderungen von Temperatur und Grundwasserniveau zeigte keine Korrelation (Fig. 4).

VERGLEICH DER QUANTITÄTSVERÄNDERUNGEN DER EINZELNEN COLLEMBOLA-ARTEN

Die Artenzusammensetzung des untersuchten Gebietes weist keine grosse Differenzierung auf. Ausser den 18 für sämtliche Abschnitte gemeinsamen Arten wurden alle übrigen Arten während der gesamten Untersuchungszeit nur als einzelne Exemplare gefunden. Sie sind wohl kaum als Charakterarten anzusehen, umso mehr als beinahe keine von ihnen ausschliesslich auf einem Abschnitt vorkam. Ebenfalls wurden auch keine Arten gefunden, die ausschliesslich im Boden vorkommen (Tab. I).

Auf allen Abschnitten dominierte so im Boden wie in der Streu die Art *Folsomia fimetarioides* (Axelson)². Der Prozent ihrer Dominanz wächst so im Boden wie in der Streu von Abschnitt II zu IV.

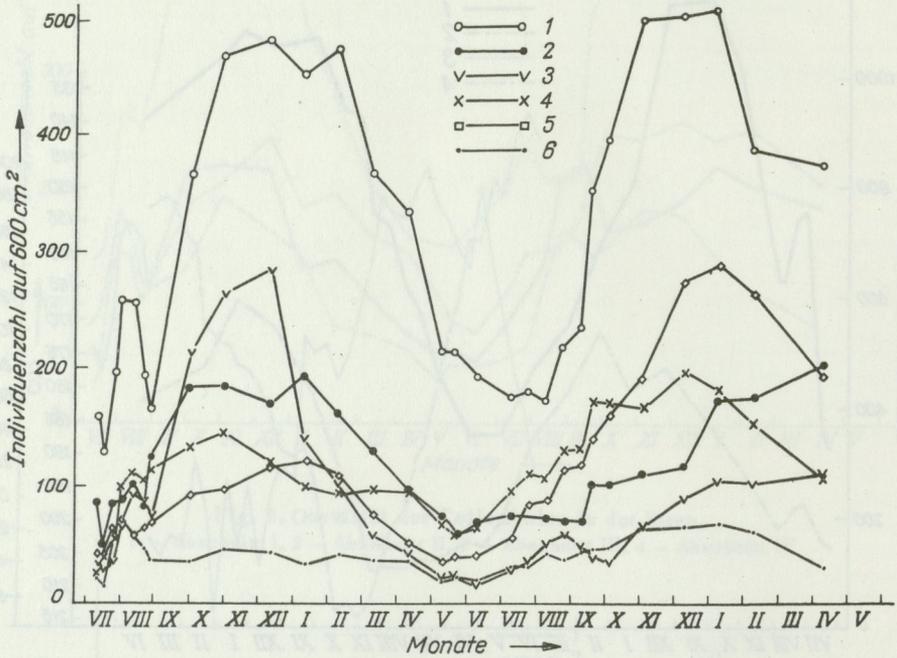


Fig. 5. Quantität der einzelnen *Collembola*-Arten (summarische Daten aus allen Abschnitten aus dem Boden und aus der Streu)

1 - *Folsomia fimetarioides*, 2 - *Onychiurus armatus*, 3 - *Ceratophysella armata*, 4 - *Isotomiella minor*, 5 - *Folsomia quadrioculata*, 6 - *Lepidocyrtus lanuginosus*

Neben anderen häufig vorkommenden Arten haben in der Streu folgende Arten hohen Anteil: *Isotomiella minor* (Schäff.), *Folsomia quadrioculata* (Tullb.), *Ceratophysella armata* (Nic.). Im Boden sind die Arten *Onychiurus armatus* (Tullb.), *Isotomiella minor* und *Mesaphorwa krausbaueri* (Börn.) sehr häufig. Sogar auf einem so kleinen Gebiet wie die Untersuchungsflächen (ca 5000 m²) ist eine mit den verschiedenen Umweltsverhältnissen verbundene quantitative Differenzierung zu bemerken.

Die geringste Anzahl von Individuen der häufigeren Arten wurde im Allgemeinen auf den trockenen und sonnigen Abschnitten I und II vorgefunden, die

²Diese Art ist bisher aus Publikationen für das Gebiet von Polen nicht bekannt. Angetroffen wurde sie in den Baltenländern, in England, in der Schweiz und in Österreich (Stach 1947, Gisin 1960). In der Puszcza Kampinoska kommt sie in verschiedenen Biotopen - wie Erlenbruchwald, Mischwald, Waldwiesen und Kiefernwald vor (Kaczmarek M. - nicht veröffentlicht).

grosste Anzahl auf dem feuchten und schattigen Abschnitt IV (Tab. I). Ausnahme bildet hier *Anurophorus laricis* Nic., von dem wir anderweitig wissen (Agrell 1941), dass er eher zu den trockenliebenden Arten zählt. Die maximale Häufigkeit dieser Art fällt auf den trockensten Abschnitt I.

Bemerkenswert ist, dass die Quantität der ubiquistischen Arten – *Lepidocyrtus lanuginosus* (Gmel.), *Folsomia quadrioculata*, *Isotomiella minor*, *Isotoma notabilis* Schäff. und *Mesaphorura krausbaueri* auf dem Abschnitt IV nur gering ansteigt (maximal zweifach), wogegen sie bei anderen Arten wie z.B. *Friesea mirabilis* (Tullb.), *Folsomia fimetarioides*, *Onychiurus armatus* (Tullb.) und *O. granulatus* um ein vielfaches ansteigt.

Die jahreszeitlichen Quantitätsschwankungen einer jeden der auf allen Abschnitten am häufigsten vorkommenden Arten verlaufen beinahe parallel. Sie sind dem allgemeinen Zyklus der Quantitätsveränderungen unterstellt und weisen dieselben Häufigkeitsmaximen und -minimen auf (Fig. 5).

BESPRECHUNG DER ERGEBNISSE

Die Quantität der Collembolen und ihre Veränderungen sind von einem im Jahreszyklus wirkenden Faktoren abhängig. Besonders starke Quantitätsunterschiede kommen auf den einzelnen Abschnitten in der Herbst-Winterzeit vor. Gleichzeitig wirkt dann dieser Faktor auch weniger differenzierend in der Streu als im Boden. Je grösser die Feuchtigkeit auf den einzelnen Abschnitten, umso grösser ist der Collembolenanteil im Boden im Vergleich mit der Streu.

Auf Grund des dargestellten Materials ist keine direkte Abhängigkeit von den Feuchtigkeitsverhältnissen zu erkennen. Sollte eine solche direkte Verbundenheit bestehen, dann müsste: 1) die Quantität im Boden, zu mindestens auf dem trockensten Abschnitt, im Vergleich mit der Streu höher sein als auf dem feuchtesten Abschnitt. Im untersuchten Material ist es umgekehrt – je grösser die Feuchtigkeit umso mehr verschiebt sich das Zahlenverhältnis zu Gunsten des Bodens (Tab. II), 2) das Häufigkeitsmaximum im Boden auf die Zeit des höchsten Grundwasserstandes fallen, 3) keine Verspätung sondern ein Vorsprung des Quantitätszyklus im Boden im Vergleich mit der Streu entstehen.

Man kann jedoch die Annahme aussprechen, dass die trophischen Verhältnisse bei der Festlegung des Quantitätsniveaus der Collembolen eine wichtige Rolle spielen. Wie bekannt sind die Collembolen in der Mehrzahl Detritusfresser, die direkt oder indirekt an der Verarbeitung des Fallaubs und anderer Pflanzenreste teilnehmen (Dunger 1956, Schaller 1950, Volz 1954, Müller 1959).

Wird als Ausgangspunkt das sich in jedem Herbst wiederholende Abfallen des Laubes – also die Auffüllung der Nahrungsvorräte und ihre allmähliche Zersetzung angesehen, dann findet man die Begründung für folgende Feststellungen: 1) minimale Häufigkeit der Collembolen in der Streu und im Boden im Frühsommer, wenn die Nahrungsvorräte gering sind (Volz 1954), 2) Verspätung des Zyklus der Quantitätsschwankungen im Boden im Vergleich mit der Streu

in Verbindung mit dem sukzessiven Eindringen verwesender Pflanzenreste in den Boden (bei aktiver Teilnahme der Bodenfauna), 3) verhältnismässig parallel verlaufende Quantitätsveränderungen in der Streu auf allen Abschnitten, da das Abfallen des Laubes und das Ende der Vegetationszeit auf allen Abschnitten ziemlich in dieselbe Zeit fällt, 4) Ähnlichkeit der Quantitätszyklen bei allen häufig vorkommenden *Collembola*-Arten, im Zusammenhang mit ihrer ähnlichen Nahrungsspezialisierung.

In Übereinstimmung mit dieser Interpretation können solche Tatsachen wie: a) entschieden grössere Häufigkeit und grössere Quantitätsschwankungen auf dem Abschnitt IV im Vergleich mit den übrigen Abschnitten, b) bedeutende Konvergenz des Quantitätsniveaus im Boden auf den ersten drei Abschnitten, c) Quantitätszunahme der Collembolen im Boden im Vergleich mit der Streu in Richtung des Erlenbiotops – durch Unterschiede des mit der Zusammensetzung der Vegetation und mit der Feuchtigkeit des Geländes verbundenen Bodenbildungsprozesses erklärt werden. Wie schon bei der Geländebeschreibung bemerkt wurde, hat der Boden auf dem Abschnitt IV einen völlig anderen Charakter. Das ist Boden vom Sumpftyp, mit grosser Porosität und einem grossen Gehalt organischer Substanzen.

SCHLUSSFOLGERUNGEN

Die beobachteten Tatsachen scheinen darauf hinzuweisen, dass sowohl die Gesamtquantität der Collembolen wie auch die Häufigkeit der einzelnen dominanten Arten hauptsächlich vom Typ des Bodens und vom Erneuerungszyklus des Streumilieus abhängig sind. Auf Grund des erhaltenen Faktenmaterials wäre anzunehmen, dass der Zyklus der Ablage absterbender Pflanzen Hauptfaktor ist, der die auch von anderen Autoren festgestellten saisonalen Quantitätsveränderungen der Collembolen bewirkt. Daraus geht weiter hervor, dass die Reichhaltigkeit der Nahrungsbasis des Milieus einer der wichtigsten Faktoren ist, die das Quantitätsniveau der im gegebenen Habitat dominanten *Collembola*-Arten formen.

LITERATUR

1. Agrell, I. 1941 – Zur Ökologie der Collembolen – Opusc. Entomol., suppl. 3:236 pp.
2. Baweja, K.D. 1939 – Studies of the soil fauna, with special reference to the recolonization of sterilized soil – J. Anim. Ecol. 8:120–161.
3. Dunger, W. 1956 – Untersuchungen über Laubstreuersetzung durch Collembolen – Zool. Jb. Syst. 84:75–98.
4. Evans, G.O. 1955 – Identification of terrestrial mites (Soil zoology)–London, 55–61.
5. Ford, J. 1937 – Fluctuations in natural populations of *Collembola* and *Acarina* – J. Anim. Ecol. 6:98–111.
6. Ford, J. 1938 – Fluctuations in natural populations of *Collembola* and *Acarina* – J. Anim. Ecol. 7:350–369.
7. Frenzel, G. 1936 – Untersuchungen über die Tierwelt des Wiesenbodens – Jena, 130 pp.
8. Gisin, H. 1960 – Collembolenfauna Europas – Genève, 312 pp.

9. Glasgow, J.P. 1939 – A population study of subterranean soil *Collembola* – J. Anim. Ecol. 8 : 323–353.
10. Haarlov, N. 1947 – A new modification of the Tullgren apparatus – J. Anim. Ecol. 16 : 115–121.
11. Kaczmarek, M. 1960 – Próba zastosowania metody pułapkowej do badań *Collembola* – Ekol. Pol. B. 6 : 323–331.
12. Kobendza, R. 1930 – Stosunki fitosocjologiczne Puszczy Kampinoskiej – Planta pol. Materiały do flory polskiej 2: 200 pp.
13. Macfadyen, A. 1952 – The small arthropods of a Molina fen at Cothill – J. Anim. Ecol. 21: 87–109.
14. Müller, G. 1959 – Untersuchungen über das Nahrungswahlvermögen einiger im Akerboden häufig vorkommender Collembolen und Milben – Zool. Jb. Syst. 87: 231–256.
15. Schaller, F. 1950 – Biologische Beobachtungen an humusbildenden Bodentieren insbesondere an Collembolen – Zool. Jb. Syst. 78: 506–525.
16. Stach, J. 1947 – The apterygotan fauna of Poland in relation to the world-fauna of this group of insects. Family *Isotomidae* – Acta monogr. Mus. Hist. natur.: 488 pp.
17. Volz, P. 1954 – Über die Rolle der Tierwelt in Waldböden besonders beim Abbau der Fallstreu – Z. Pflanzenern. Düng. Bodenk. 64: 230–237.
18. Weis-Fogh, T. 1947–1948 – Ecological investigations on mites and *Collembola* in the soil – Nat. jutland. 1: 135–252.

ROZNY CYKL LICZEBNOŚCI COLLEMBOLA W RÓŻNYCH SIEDLISKACH LEŚNYCH PUSZCZY KAMPINOSKIEJ

Streszczenie

Na czterech sąsiadujących odcinkach gruntu w Puszczy Kampinoskiej na powierzchni ok. 5000 m² pobierano co miesiąc próby o powierzchni 10 cm² i 5–6 cm głębokości w ciągu dwóch lat. Każdą próbę dzielono na warstwę ściółki i warstwę gleby. Złowiono 35 gatunków *Collembola* (hex *Sminthuride*) (tab. I). Na odcinku, gdzie liczebność *Collembola* była prawie dwukrotnie wyższa niż na pozostałych, jedenaście spośród siedemnastu najliczniejszych gatunków występowało w maksymalnych ilościach (tab. II).

Krzywe zmian liczebności *Collembola* przebiegały równolegle na wszystkich odcinkach z maksimum w okresie jesienno-zimowym i minimum w okresie wiosenno-letnim. Tego samego typu cykliczność obserwowano i w glebie i w ściółce z tym, że w glebie zaznaczało się pewne opóźnienie w występowaniu maksymalnych i minimalnych ilości (fig. 2 i 3). Wahanie liczebności u wszystkich dominujących na tym terenie gatunków były niemal identyczne (fig. 5). Wahanie te nie wydawały się zależne ani od temperatury, ani od wilgotności gleby (fig. 4).

Po przeanalizowaniu opisanych zmian liczebności *Collembola* na tle znanych czynników środowiska, przypuszcza się, że zarówno ogólna liczebność *Collembola*, jak i liczebność każdego z dominujących gatunków związana była w głównej mierze z typem gleby i cyklem odnawiania się środowiska ściółkowego. Wydaje się, że periodyczne odkładanie się szczątków roślinnych może być głównym czynnikiem powodującym stwierdzane i przez innych autorów ukształtowanie sezonowych zmian liczebności *Collembola* oraz, co z tego wynika, że jednym z głównych czynników kształtujących poziom występowania dominujących w danym siedlisku gatunków *Collembola* może być pokarmowa zasobność środowiska.

ANSCHRIFT DES VERFASSERS:

Mgr Maria Kaczmarek
Ökologisches Institut
Warszawa, ul. Nowy Świat 72