

Zur Collembolenfauna unterschiedlicher Waldbiotope in Schleswig-Holstein*

Von Jürgen Vogel

Einleitung

Collembolen sind eine für den Streuabbau in Waldökosystemen wichtige Insektengruppe, die neben dem direkten Verzehr abgestorbener Phytomasse auch als „Katalysator“ die mikrobielle Aktivität von Pilzen und Bakterien steuert (z. B. durch Verbreitung, Steuerung der Dominanzen durch selektiven Fraß etc.) (DUNGER, 1983; PARKINSON, 1983). Gleichzeitig nehmen Collembolen auch eine ernährungsbiologische Schlüsselstellung als Nahrung für adulte Prädatoren und deren Larvenstadien ein (SIMON, 1967).

Trotz ihres Individuenreichtums und ihrer ökologischen Bedeutung gibt es nur wenige neuere Arbeiten über die qualitative und quantitative Zusammensetzung von Collembolen-Populationen in Waldökosystemen Westdeutschlands (JENI, 1983; KAMPMANN, 1987; KOGLIN, 1980; SCHLEUTER, 1984; WOLTERS, 1983). Für Schleswig-Holstein fehlen derartige Untersuchungen ganz.

Ziel dieser Arbeit ist es daher, die Collembolenfauna verschiedener Waldbiotope Schleswig-Holsteins qualitativ und quantitativ darzustellen.

Untersuchungsgebiete

Die Collembolenfauna wurde in vier verschiedenen Waldbiotopen der Geest und des Östlichen Hügellandes erfaßt.

Im Bereich der Geest, eines Gebietes mit sandigen Böden (Moränensand) und atlantisch-kontinentalem Klima, wurden a): ein Fichtenforst (Fi) auf Podsol (pH/A_h 2,7; Rohhumus; org. Auflage 7,0 kg/m²) und b): ein Eichenwald (Ei) auf Podsol (pH/A_h 2,7; Rohhumus; org. Auflage 3,7 kg/m²) untersucht. Beide Biotope liegen im Segeberger Forst. Potentielle natürliche Vegetation ist im Gebiet der Geest der Eichen-Birken-Wald.

Die beiden anderen Waldbiotope gehören zum Gut Siggen, Ostholstein, und liegen somit in einem Bereich mit subhumidem Klima und lehmigen Böden (Geschiebemergel). Untersucht wurden hier c): ein Perlgras-Buchen-Wald (PeBu) auf Parabraunerde (pH/A_h 4,0; Mull-Humus; org. Auflage 1,9 kg/m²) und d): ein Eschen-Buchen-Wald (EsBu) auf Parabraunerde-Pseudogley (pH/A_h 3,8; Mull-Humus; org. Auflage 0,9 kg/m²). Beide Buchenbestände stellen für diesen Bereich relativ naturnahe Waldgesellschaften dar, wobei sich insbesondere der Eschen-Buchen-Bald durch einen hohen Deckungsgrad in der Strauchschicht auszeichnet.

Weitere Angaben über Vegetation und Böden finden sich bei VOGEL (1985).

* Im Andenken an meinen Freund und Kollegen Dipl.-Ing. agr. R. F. Breimer

Material und Methoden

Untersuchungszeitraum war die Zeit vom 14. April bis 13. Oktober 1984.

Pro Biotop wurden 14tägig vier Bodenfallen, drei Streuproben der org. Auflage (O_{1-h} -Horizont; $0,19 \text{ m}^2$) sowie drei Proben des Oberbodens (A_n -Horizont; $75 \text{ cm}^2/300 \text{ cm}^3$) ausgewertet. Die Proben des Oberbodens und der organischen Auflage wurden nach Berlese-Tullgren bei konstant 25°C bis zur vollkommenen Trocknung ausgelesen.

Der gesamte Collembolen-Fang umfaßt 112 357 Individuen mit 47 Arten aus 26 Gattungen, davon 7688 Onychiuridae, die nur bis zur Familie determiniert wurden. Die Arten *Lepidocyrtus lanuginosus* und *Lepidocyrtus lignorum* wurden nicht getrennt, beide sind aber im Material vorhanden, wobei *L. lignorum* eindeutig überwiegt. Die Nomenklatur folgt PALISSA (1964).

An dieser Stelle möchte ich Herrn Prof. Heydemann für die Überlassung des Themas und seine Betreuung herzlich danken. Außerdem gilt mein Dank den Herren Dr. Bretfeld (Kiel) und Dr. Hüther (Bochum) für die Überprüfung der Determinationen und für wertvolle Hinweise.

Ergebnisse

Artenspektrum

Von den vier untersuchten Waldbiotopen weisen die drei Laubwälder ähnlich hohe Artenzahlen auf ($Ei = 34$, $PeBu = 36$, $EsBu = 38$), der Fichtenforst liegt mit 28 Arten deutlich unter diesem Niveau (Tab. 1). Zugleich ist der Fichtenforst der einzige Biotop ohne eigenständige Arten, d. h. Spezies, die nur in einem Biotop auftreten.

Nur im Eichenwald wurden *Odontella lamellifera*, *Arrhopalites cochlearifer* und *Folsomia litsteri* gefunden; nur im Eschen-Buchen-Wald *Arrhopalites principalis* und *Pseudosinella spec.* sowie einzig im Perlgras-Buchen-Wald *Hypogastura begentsoni*.

Die Artenspektren der vier Biotope besitzen somit einen hohen Grad an Übereinstimmung, was auch durch den eurytopen Charakter vieler Arten erklärbar ist. Die geringen Unterschiede werden anhand der Artenidentität nach SØRENSEN (SCHWERTFEGGER, 1975) deutlich (Tab. 2).

Faunistisch interessant ist das Vorkommen von *Pseudachorutes cf. crassus* GAMA (det. Hüther) in Fichtenforst und Eichenwald, einer für Schleswig-Holstein neuen Art.

Dominantenspektrum

Ein Vergleich der vier Waldbiotope anhand der quantitativen Verteilung der Collembolen zeigt eine charakteristische Zusammensetzung der verschiedenen Collembolen-Zöno-

Tab. 1: Arten- und Dominantenspektrum der Collembolen-Populationen der vier untersuchten Waldbiotope. (E = Oberfläche/Bodenfalle; O_{1-h} = org. Auflage; A_n = Oberboden; - = nicht nachgewiesen; + = nachgewiesen, aber unter 1 %; Zahl = Individuenanteil in % am Gesamtfang des jeweiligen Horizontes)

| | Fichtenholz | | | Eichenwald | | | Perlgras-Buchenwald | | | Eschen-Buchenwald | | |
|---|-------------|------------------|----------------|------------|------------------|----------------|---------------------|------------------|----------------|-------------------|------------------|----------------|
| | E | O _{1-h} | A _h | E | O _{1-h} | A _h | E | O _{1-h} | A _h | E | O _{1-h} | A _h |
| <i>Onychiuridae</i> | + | 8,0 | 39,8 | + | 8,1 | 41,5 | + | 26,2 | 58,3 | + | 11,0 | 33,5 |
| <i>Hypogastura begentssoni</i> (AGREN) | - | - | - | - | - | - | + | - | - | - | - | - |
| <i>Hypogastura denticulata</i> (BAGNALL) | + | + | 1,4 | 9,4 | + | + | + | - | - | 44,1 | 10,6 | 9,9 |
| <i>Hypogastura purpurescens</i> (LUBBOCK) | - | - | - | - | - | - | 15,2 | 3,1 | + | + | + | - |
| <i>Xenylla grisea</i> AXELSON | - | - | - | + | + | + | + | 1,8 | - | + | + | + |
| <i>Anurida granulata</i> AGRELL | - | + | 1,4 | - | + | - | - | + | + | - | + | - |
| <i>Friesia mirabilis v. reducta</i> STACH | - | 9,5 | 26,0 | + | 3,1 | 8,8 | + | + | - | + | - | + |
| <i>Neanura muscorum</i> (TEMPLETON) | + | + | - | + | + | - | + | + | - | + | + | - |
| <i>Odontella lamellifera</i> (AXELSON) | - | - | - | + | + | - | - | - | - | - | - | - |
| <i>Pseudachorutella asigillata</i> (BÖRNER) | - | - | - | - | - | - | - | + | - | + | - | - |
| <i>Pseudachorutes cf. crassus</i> GAMA | + | - | - | + | + | - | - | - | - | - | - | - |
| <i>Pseudachorutes dubius</i> KRAUSBAUER | + | + | - | + | + | - | 9,0 | + | + | 2,4 | + | + |
| <i>Folsomia litsteri</i> BAGNALL | - | - | - | - | 1,4 | 1,6 | - | - | - | - | + | - |
| <i>Folsomia quadrioculata</i> (TULLBERG) | - | + | 5,0 | + | 39,8 | 24,3 | + | 27,1 | 12,7 | + | 30,2 | 21,9 |
| <i>Isotoma notabilis</i> SCHÄFER | + | 7,7 | 2,8 | + | 6,8 | 2,8 | + | 11, 2 | 9,6 | + | 19,6 | 11,2 |
| <i>Isotoma spec.</i> | - | - | - | - | - | - | + | - | - | + | - | - |
| <i>Isotoma viridis</i> BOURLET | + | + | - | 17,3 | 6,4 | 1,6 | - | - | - | - | - | - |
| <i>Isotomiella minor</i> (SCHÄFER) | + | 17,3 | 6,5 | + | 12,7 | 7,4 | - | 2,8 | 10,2 | + | 1,8 | 8,6 |
| <i>Isotomurus palustris</i> (MÜLLER) | - | - | - | - | - | - | - | - | - | + | + | - |
| <i>Entomobrya albocincta</i> (TEMPLETON) | - | - | - | - | - | - | 1,1 | + | - | + | + | - |
| <i>Entomobrya corticalis</i> (NICOLET) | 1,6 | + | - | 8,5 | + | 1,4 | + | - | - | + | - | - |
| <i>Entomobrya multifasciata</i> (TULLBERG) | + | + | - | - | + | - | - | - | - | - | - | - |
| <i>Entomobrya muscorum</i> (NICOLET) | - | - | - | - | - | - | 1,0 | - | + | 1,5 | + | - |
| <i>Entomobrya nivalis</i> (L.) | 3,6 | 1,3 | 2,1 | 4,6 | + | - | + | - | - | - | - | - |
| <i>Heteromurus nitidus</i> (TEMPLETON) | + | - | - | - | - | - | + | - | - | + | + | + |
| <i>Lepidocyrtus cyaneus</i> (TULLBERG) | 73,5 | 25,7 | 7,2 | + | - | + | + | - | - | + | - | - |
| <i>Lepidocyrtus lanuginosus</i> (GMELIN) | 12,4 | 5,3 | + | 37,7 | 12,3 | + | 55,0 | 21,0 | 5,7 | 16,4 | 9,3 | 5,3 |
| <i>Lepidocyrtus lignorum</i> (F.) | | | | | | | | | | | | |
| <i>Orchesella cincta</i> (L.) | + | + | - | + | + | - | 3,7 | 1,0 | + | + | + | + |
| <i>Orchesella flavescens</i> (BOURLET) | + | 1,0 | - | 5,7 | + | - | - | - | - | + | + | - |
| <i>Pseudosinella alba</i> (PACKARD) | - | - | - | + | + | + | + | + | 1,1 | + | 1,5 | 2,9 |
| <i>Pseudosinella spec.</i> | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | + | - |
| <i>Willowsia buski</i> (LUBROCK) | - | - | - | - | - | - | + | - | - | + | + | + |
| <i>Tomocerus flavescens</i> (TULLBERG) | + | 2,0 | - | 1,1 | + | - | + | + | - | 1,3 | + | - |
| <i>Tomocerus longicornis</i> (MÜLLER) | + | - | - | + | + | - | + | - | - | 1,2 | - | - |
| <i>Megalothorax minimus</i> WILLEM | - | 1,5 | + | - | + | - | - | 2,4 | + | - | 3,4 | 1,1 |
| <i>Allacma fusca</i> (L.) | 1,2 | 1,3 | + | 1,0 | + | - | - | - | - | 1,0 | + | - |
| <i>Arrhopalites cochlearifer</i> GISIN | - | - | - | - | + | - | - | - | - | - | - | - |
| <i>Arrhopalites principalis</i> STACH | - | - | - | - | - | - | - | - | - | + | - | - |
| <i>Arrhopalites sericus</i> GISIN | - | - | - | - | - | - | - | + | - | - | + | - |
| <i>Bourletiella bicincta</i> (Koch) | - | - | - | - | - | - | + | - | - | + | - | + |
| <i>Bourletiella flava</i> GISIN | - | - | - | - | - | - | + | + | - | 5,2 | 1,5 | + |
| <i>Sminthurinus aureus</i> (LUBBOCK) | + | + | - | 2,3 | + | 1,0 | 8,4 | 1,1 | + | 11,1 | 1,9 | 1,8 |
| <i>Sminthurinus lubbocki</i> TULLBERG | + | 1,0 | - | + | + | - | - | - | - | - | - | - |
| <i>Sphaeridia pumilis</i> (KRAUSBAUER) | 1,9 | 12,2 | 2,1 | 4,3 | 2,8 | 3,4 | - | + | + | - | 1,1 | - |
| <i>Dicyrtoma fusca</i> (LUCAS) | 2,2 | 1,9 | + | + | + | - | + | + | - | 6,0 | 2,1 | + |
| <i>Dicyrtoma minuta</i> (F.) | + | - | - | 3,1 | + | - | + | + | + | 4,8 | + | + |
| <i>Dicyrtoma saundersi</i> (LUBBOCK) | - | - | - | + | - | - | + | + | - | + | - | - |
| N (100 %) | 26139 | 7533 | 138 | 13837 | 15423 | 496 | 13278 | 14846 | 1156 | 13930 | 4426 | 1155 |
| N _S | 23 | 24 | 14 | 29 | 31 | 13 | 30 | 25 | 15 | 34 | 28 | 19 |
| N _{S tot.} | | 28 | | | 34 | | | 36 | | | 38 | |

| | | DOMINANZIDENTITÄT | | | |
|----------------|-------------------------|-------------------|------------|-------------------------|-----------------------|
| | | Fichtenforst | Eichenwald | Perlgras- Buchenwald | Eschen- Buchenwald |
| ARTENIDENTITÄT | Fichtenforst | | 31,3 | 18,2 | 20,5 |
| | Eichenwald | 90,3 | | 53,7 | 42,4 |
| | Perlgras- Buchenwald | 68,8 | 83,3 | | 44,3 |
| | Eschen- Buchenwald | 69,7 | 72,2 | 91,9 | |

Tab. 2: Artenidentität nach SØRENSEN und Dominanzidentität nach RENKONEN in %-Ähnlichkeit

sen. Die in Tabelle 1 aufgeführten dominanten Arten (d. h. Arten mit über 5 % Individuenanteil sensu HEYDEMANN, 1960) belegen, daß nur wenige Arten jeweils ein Biotop prägen.

Dies wird auch aus der Dominanzidentität nach RENKONEN (SCHWERTFEGER, 1975) deutlich (Tab. 2). Im Gegensatz zur Artenidentität werden hier große Unterschiede sichtbar. Die größte Übereinstimmung besitzen Eichenwald und Perlgras-Buchen-Wald.

Abundanzen

Ein Vergleich der Aktivitätsdichten (HEYDEMANN, 1953) ergibt die höchsten durchschnittlichen Dichten im Fichtenforst. Hier treten auch die größten, phänologisch bedingten Schwankungen auf (Abb. 1). In den drei Laubwäldern sind die Aktivitätsdichten der epigäischen Collembolen etwa gleich hoch, die Schwankungen gering.

Nach Varianzanalyse und Multiple-range-Test (RENNER, 1981) sind die Unterschiede in den Aktivitätsdichten zwischen Fichtenforst und Eichen- bzw. Eschen-Buchen-Wald schwach signifikant ($q = 3,45$ bzw. $3,60$; $P < 5\%$), zwischen Fichtenforst und Perlgras-Buchen-Wald mit $q = 3,90$ signifikant ($P < 1\%$).

Die großen Abundanzschwankungen in den Aktivitätsdichten im Fichtenforst werden fast ausschließlich durch eine enorme Vermehrung von *Lepidocyrtus cyaneus* im Sommer hervorgerufen.

Die apparenten Abundanzen (SCHWERTFEGER, 1975) in der organischen Auflage und dem Oberboden ergeben ebenfalls ein differenziertes Bild (Abb. 2).

So weisen die Podsole der Segeberger Bestände im Oberboden signifikant niedrigere Besiedlungsdichten auf als die Böden im Siggener Wald (EsBu, PeBu zu Ei: $q = 4,83$ bzw. $4,79$; $P < 1\%$ und EsBu, PeBu zu Fi: $q = 7,41$ bzw. $7,37$; $P < 0,1\%$). Extrem niedrig sind die Abundanzen im Oberboden des Fichtenforstes.

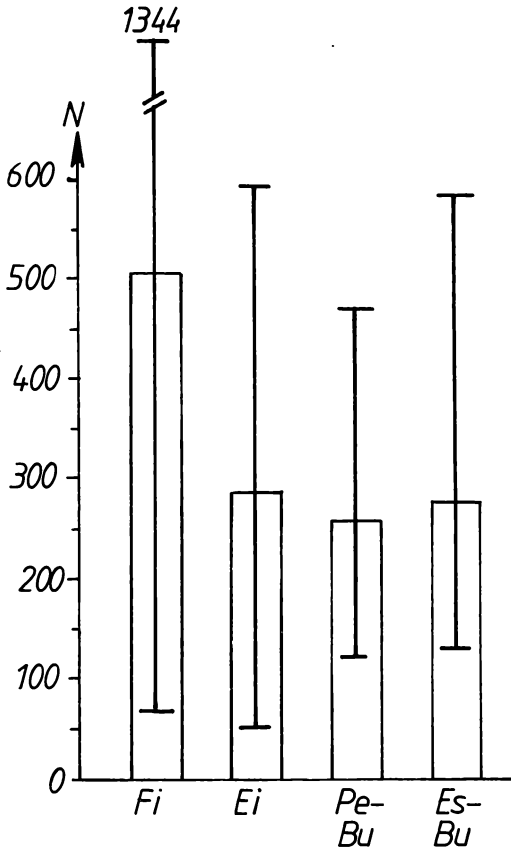


Abb. 1: Durchschnittliche Aktivitätsdichten an epigäischen Collembolen pro Bodenfalle und Biotop sowie Maxima und Minima

In der organischen Auflage weisen Eichenwald und Perlgras-Buchen-Wald ähnliche Besiedlungsdichten auf, während der Mull-Humus des Eschen-Buchen-Waldes am geringsten besiedelt ist. Die Unterschiede zwischen Perlgras-Buchen-Wald bzw. Eichenwald zum Fichtenforst sind signifikant ($q = 5,35$ bzw. $5,86$; $P < 1 \%$), gegenüber Eschen-Buchen-Wald hoch signifikant ($q = 7,84$ bzw. $8,35$; $P < 0,1 \%$).

Diskussion

Die vier untersuchten Waldbiotope weisen verschiedene pedologische und floristische Verhältnisse auf, die eine unterschiedliche Collembolenfauna bedingen.

Auffälligster, pedologisch bedingter Unterschied ist die geringe Besiedlungsdichte im Oberboden (A_h -Horizont) der beiden Podsole. Grund dafür wird u. a. die scharfe Trennung zwischen organischer Auflage und Oberboden sein, da in Podsolen eine Bioturbation

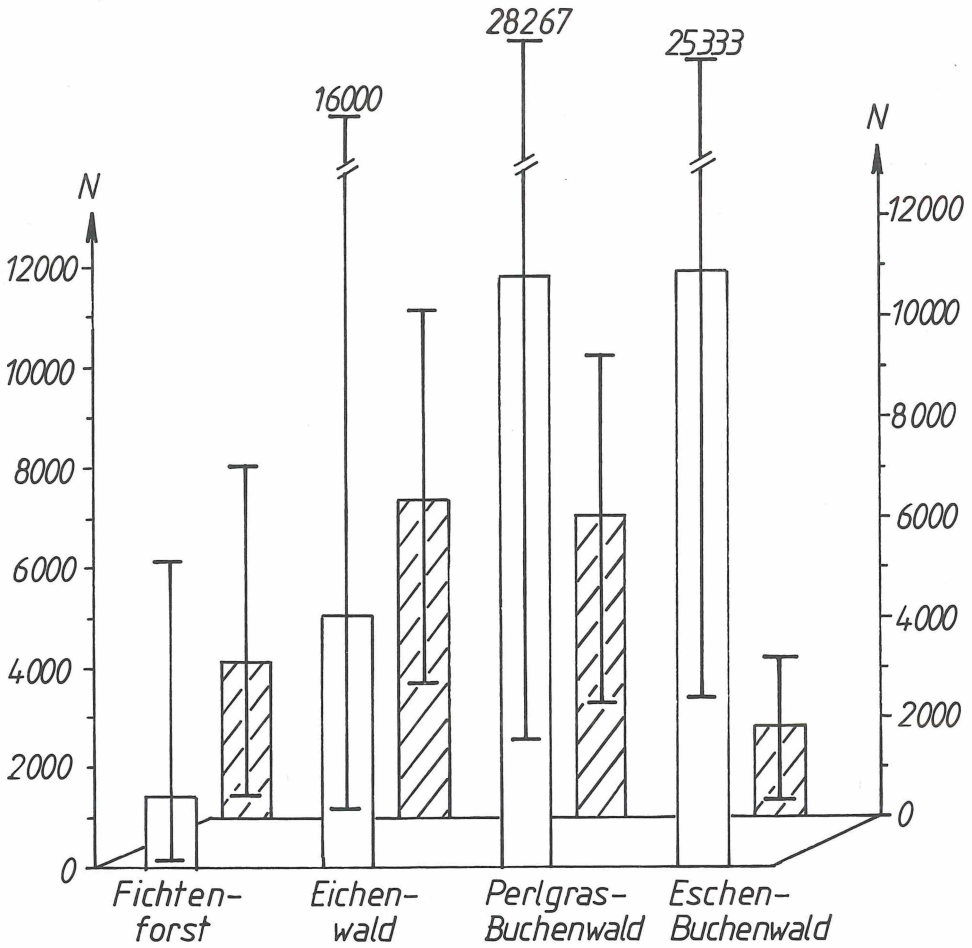


Abb. 2: Durchschnittliche apparente Abundanzen an Collembolen pro m² Oberboden (leere Säulen) und organischer Auflage (schraffierte Säulen) sowie Maxima und Minima

durch saprophage Primärzersetzer, wie z. B. Regenwürmer, fehlt, die zudem besiedelbare Hohlräume schaffen (vgl. u. a. FENTON, 1947).

Der Einfluß der Vegetation auf die Besiedlung durch saprophage Tiere geht von der Art der Vegetation, u. a. als Strukturelement, und deren Rückstände als direkte Nahrungsgrundlage aus (vgl. u. a. HEYDEMANN, 1982). Die Bedeutung der Vegetation als Strukturelement wird am zahlreichen Auftreten atmobionter Collembolen (z. B. *Bourletiella flava* und *B. bicincta*, *Entomobrya muscorum* und *E. albocincta*) im an Unterwuchs reichen Eschen-Buchen-Wald deutlich. Die Bedeutung der Vegetationsrückstände zeigt sich am Auftreten von Arten, die sich direkt von abgestorbenem Pflanzenmaterial ernähren, wie z. B. *Folsomia quadrioculata* (CHRISTIANSEN, 1964). So ist diese euryöke Art im Fichten-

forst mit kaum verwertbarer Nadelstreu nahezu bedeutungslos, während sie in den Laubwaldbiotopen sehr zahlreich vertreten ist.

Bedingt durch Bodenart und Vegetation, zeichnen sich die vier Waldbiotope auch durch eine charakteristische Humusform aus, die ihrerseits eine unterschiedliche Besiedlung durch Mikroorganismen bedingt, eine wichtige Nahrungsquelle für Collembolen (DUNGER, 1983). Im Rohhumus von Podsolen überwiegen Bodenpilze, im Mull-Humus dagegen Bakterien und Actinomyceten (FENTON, 1947).

Gerade das zahlreiche Vorkommen von *Hypogastura*- und *Pseudachorutes*-Arten, die sich neben Bestandesabfall auch von Bakterien ernähren (CHRISTIANSEN, 1964), in den beiden Buchenwäldern oder die Dominanz von mycetophagen Arten, wie z. B. *Lepidocyrtus cyaneus* (HAGVAR und KØDAL, 1981) im Fichtenforst, lassen den Zusammenhang zwischen Humusform, Mikroflora und Collembolenfauna erkennen.

Die geringe Besiedlungsdichte der organischen Auflage des Eschen-Buchen-Waldes deutet dagegen auf eine mögliche Konkurrenz zwischen den hier zahlreich vertretenen Makrozersetzern (VOGEL, 1985) und den Collembolen hin (vgl. auch DUNGER, 1983; HAGVAR, 1982).

Für eine abschließende Wertung der vorgestellten Ergebnisse ist sicher der Untersuchungszeitraum zu kurz. Auch sollten die Onychiuridae auf Art-Niveau berücksichtigt werden. Gerade aber die Zusammenhänge zwischen Humusform-Mikroflora und Collembolenfauna bieten ein interessantes und wichtiges Betätigungsfeld für weitere Untersuchungen.

Zusammenfassung

Es wird die qualitative und quantitative Zusammensetzung von Collembolen-Populationen in vier unterschiedlichen Waldbiotopen von Schleswig-Holstein dargestellt.

Großen Übereinstimmungen im Artenspektrum stehen große Unterschiede im Dominanzspektrum gegenüber. Auch die Aktivitätsdichten und die Abundanzen der Collembolen in Oberboden und organischer Auflage unterscheiden sich stark.

Die Art *Pseudachorutes cf. crassus* GAMA wird erstmals für die Fauna Schleswig-Holsteins beschrieben.

Summary

The collembolan-populations of four different forest sites in Schleswig-Holstein are described.

A great conformity in species identity was found opposite to significant differences in dominance identity. Also, activity density just as abundance of the collembola in litter and A_n -layer revealed clear distinctions between the forest sites studied.

Pseudachorutes cf. crassus GAMA is described as new for the fauna of Schleswig-Holstein.

Literatur

- CHRISTIANSEN, K. (1964): Bionomics of Collembola. *Ann. Rev. Entomol. (Palo Alto)* **9**, 147–178.
- DUNGER, W. (1983): *Tiere im Boden*. Wittenberg, Lutherstadt, A. Ziemsen Verlag, 280 pp.
- FENTON, G. R. (1947): Essays review. The soil fauna: with special reference to the ecosystem of forest soil. *J. Anim. Ecol.* **16**, 76–93.
- HAGVAR, S. (1982): Collembola in Norwegian coniferous forest soils. I. Relations to plant communities and soil fertility. *Pedobiologia* **24**, 255–296.
- HAGVAR, S., und B. J. KØNDAL (1981): Succession, diversity and feeding habits of microarthropods in decomposing birch leaves. *Pedobiologia* **22**, 385–408.
- HEYDEMANN, B. (1953): *Agrarökologische Problematik (dargetan an Untersuchungen über die Tierwelt der Bodenoberfläche der Kulturfelder)*. Dissertation, Kiel.
- HEYDEMANN, B. (1960): Die biozönotische Entwicklung vom Vorland zum Koog. Teil 1: Spinnen (Araneae). *Akad. Wiss. Lit. Mainz, Abh. math.-nat. Kl.* **11**, 747–913.
- HEYDEMANN, B. (1982): Der Einfluß der Waldwirtschaft auf die Wald-Ökosysteme aus zoologischer Sicht. *Deutscher Rat f. Landespflege* **40**, 926–944.
- JENI, I. (1983). *Vergleichende Untersuchungen der Collembolengesellschaften an zwei verschiedenen Laubwaldstandorten des Schönbuchs*. Diplomarbeit, Tübingen.
- KAMPMANN, TH. (1987): *Untersuchungen an Collembolenzönosen in Wäldern der Bundesrepublik Deutschland*. Dissertation, Bonn.
- KOGLIN, J. (1980): *Besiedlung eines Buchenwaldbodens durch Collembolen*. Staatsexamensarbeit, Karlsruhe.
- PALISSA, A. (1964): Apterygota (Urinsekten). In: BROHMER, EHRMANN, ULMER, (eds.), *Die Tierwelt Mitteleuropas*, Berlin, **4**, 1–407.
- PARKINSON, D. (1983): Functional relationships between soil organisms. In: LEBRUN et al., (eds.), *New trends in soil biology*, 153–163.
- RENNER, E. (1981): *Mathematisch-statistische Methoden in der praktischen Anwendung*. Verlag P. Parey, Berlin und Hamburg, 122 pp.
- SCHLEUTER, M. (1984): *Untersuchung der Collembolenfauna verschiedener Waldstandorte des Naturparks Kottenforst-Ville*. Dissertation, Bonn.
- SCHWERTFEGER, F. (1975): *Ökologie der Tiere. III. Synökologie*. Verlag P. Parey, Berlin und Hamburg, 451 pp.
- SIMON, H. R. (1967): Zur Stellung der Collembolen (Apterygota) im Nahrungsnetz terrestrischer Lebensräume. *Zeitschr. Pflzkrankh. Pflzschutz* **74** (6), 354–366.
- VOGEL, J. (1985): *Unterschiede in der Zusammensetzung der Bodenfauna in verschiedenen Waldbiotopen in Ost- und Mittelholstein*. Diplomarbeit, Kiel.
- WOLTERS, V. (1983): *Ökologische Untersuchungen an Collembolen eines Buchenwaldbodens auf Kalk*. *Pedobiologia* **25**, 73–85.

Anschrift des Verfassers: Dipl.-Biol. Jürgen Vogel
Institut für Mikrobiologie und Landeskultur
Justus-Liebig-Universität
Senckenbergstraße 3, 6300 Gießen

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Faunistisch-Ökologische Mitteilungen](#)

Jahr/Year: 1988-1990

Band/Volume: [6](#)

Autor(en)/Author(s): Vogel Jürgen

Artikel/Article: [Zur Collembolenfauna unterschiedlicher Waldbiotope in Schleswig-Holstein 53-60](#)