©Naturwiss. med. Ver. Innsbruck, download unter www.biologiezentrum.at

Ber. nat.-med. Verein Innsbruck	Band 81	S. 151 – 166	Innsbruck, Okt. 1994

Artenzusammensetzung und Abundanz von Collembolen in Waldböden Vorarlbergs (Österreich)

von

Hubert KOPESZKI & Erwin MEYER *)

Species Composition and Abundance of Collembola in Forest Soils of Western Austria (Vorarlberg)

Synopsis: During a 5-year study (1987 - 1991) on the soil fauna of six different woodland habitats (590 - 1590 m a.s.l.) in western Austria (Vorarlberg) 104 species of Collembola were extracted from litter and soil samples. The species richness is higher at the mixed woods with Mullhumus (40 - 44 species) than at the coniferous sites with Rawhumus (28 - 33 spp.). However the population densities are much higher at the Rawhumus-sites (94.000 - 114.000 ind. per m^2) than at the Mullhumus-sites (36.000 - 40.000 ind. per m^2). In most soils the fauna was quantitatively dominated by a few euryoecious species. The dominance values of *Isotomiella minor* varied between 11 - 15 % (in the subalpine spruce forests) and 31 - 50 % (in the lowland sites). *Mesaphorura tenuisensillata* has its highest dominance values (19 - 21 %) also in the lowlands. *Folsomia quadrioculata* is the dominant species (22 - 34 %) in the subalpine coniferous forests. In the deciduous woods with Mullhumus *Isotoma notabilis* (7 - 12 %) belongs to the prevailing species. In all sites a large fraction of the species (mean value 63 %) were rare, with dominance values below 1 %.

1. Einleitung:

Die Kenntnisse über die Collembolen von Waldböden und ihre Teilnahme am Stoffkreislauf der Natur (Streuzersetzung, Mineralisation) haben sich in jüngster Zeit stark verbessert (ANDERSON et al. 1983, SANTOS & WHITFORD 1981, SEASTEDT 1984). Bei mehreren zoologischen Waldforschungsprojekten sind dabei Abundanz, Dominanz und Artenzusammensetzung ermittelt und die Beziehungen dieser Größen zu Wald- und Bodentyp aufgezeigt worden. Hervorzuheben sind die Ergebnisse aus dem Sauerhumusbuchenwald des "Solling-Projektes" (WEIDEMANN & SCHAUERMANN 1986), aus einem Moderbuchenwald in Nordschwarzwald (BECK 1989), aus einem Mullbuchenwald auf Kalk bei Göttingen (SCHÄFER 1989, 1991, SCHÄFER & SCHAUERMANN 1990), die langjährigen Untersuchungen in Fichtenforsten bei Ulm (FUNKE 1986, 1991), sowie umfangreiche Arbeiten in finnischen Nadelwäldern (HUHTA et al. 1986, HÅGVAR 1983, HÅGVAR & ABRAHAMSEN 1984). Diese Berichte und Einzelarbeiten von PETERSEN (1980), VOGEL (1988) und WOLTERS (1983) liefern ein anschauliches Bild der Collembolenzönosen europäischer Waldböden.

Über die Collembolenfauna Österreichs gibt am besten der "Catalogus faunae Austriae" (CHRISTIAN 1987) Auskunft. Obwohl für das gesamte Bundesgebiet über 450 Arten genannt werden, ist das Collemboleninventar längst nicht vollständig (CHRISTIAN 1987). So sind bis auf

*) Anschrift der Verfasser: Dr. H. Kopeszki, Teybergasse 9/5, A-1140 Wien und Univ.-Doz. Dr. E. Meyer, Institut für Zoologie der Universität Innsbruck, Technikerstraße 25, A-6020 Innsbruck, Österreich.

©Naturwiss. med. Ver. Innsbruck, download unter www.biologiezentrum.at

einzelne Exkursionsfunde (JANETSCHEK 1961, CHRISTIAN 1985) Vorarlberg und Osttirol collembologisch nahezu unerforscht.

Ziel der vorliegenden Arbeit ist es daher, in einem ersten Schritt die im Rahmen des mehrjährigen interdisziplinären Projektes "Waldökosystemforschung – Waldbodensanierung" (Amt d. Vlbg. Landesregierung 1993) gesammelten Collembolen faunistisch und quantitativ aufzuarbeiten. Neben der Darstellung der Artengemeinschaften und der Besiedelungsdichten werden auch die jeweiligen Collembolen-Zönosen der sechs verschiedenen Waldstandorte diskutiert. Im Rahmen dieser Arbeit wird nur über die Ergebnisse aus den "Kontrollflächen" berichtet. Ergebnisse über die Auswirkungen der applizierten Gesteinsmehle auf die Collembolenzönosen werden in einer weiteren Arbeit mitgeteilt.

2. Standorte:

Die untersuchten Waldstandorte sind sehr verschieden und repräsentieren für Vorarlberg charakteristische und verbreitete Waldökosystemtypen.

Möggers: Besonders niederschlagsreiches Gebiet (mittlerer Jahresniederschlag bis 1700 mm) am Pfänderrücken nordwestlich von Bregenz, mosaikartige Verteilung von Wäldern und Dauergrünland.

RA Ramsach, 870 m: Auf weitgehend ebener Hochfläche gelegener Peitschenmoos-Tannen-Fichtenwald, im Unterwuchs üppige Moosmatten, mitunter der Bärlapp bodendeckend, extrem bodensaure und staunasse Bedingungen.

BT Buchheimer Tobel, 730 m: Fichten-Tannen-Mischbestand mit eingesprengter Buche, flach nach Westen geneigt, von einem tief eingeschnittenen Graben durchquert, Unterwuchs Brombeere, Waldsegge und Sanikelkraut.

Nenzing: Nordexponierte Hangstandorte im Walgau, mittlerer Jahresniederschlag ca. 1300 mm.

RS Rabenstein, 590 m: Wärmebegünstigter Hainsimsen-Buchen-Tannenwald, Hangneigung 30 - 40 %, unruhiges Relief mit Buckel, Mulden und vernäßten Hangrinnen. Aufgelassene Waldweide, in Sukzession begriffen. Der geringe Kronenschlußgrad bewirkt eine hohe Vielfalt im Unterwuchs.

TH Trinahalda, 870 m: Fichten-Tannen-Buchenwald mit lückiger Bodenvegetation, mittelsteiler Hang mit grobem Blockschutt.

Kristberg: Subalpine Fichtenwälder am Kristbergsattel im Silbertal bei Schruns/Montafon (mittlerer Jahresniederschlag ca. 1600 mm).

KW Kristberg West, 1540 m: Subalpiner Brandlattich-Fichtenwald, mit massivem Auftreten des Rippenfarns, steiler SSW-Hang (Neigung bis 100 %), von Rodungsschneiße (Schipiste) abfallend, relativ lichter Kronenschluß.

KO Kristberg Ost, 1580 m: Gleicher Waldtyp wie KW, bedingt durch das Kleinrelief jedoch sehr inhomogen. Vernäßte Mulden und Hangneigungen nach allen Richtungen, dichte Torfmoosmatten und Heidelbeere im Unterwuchs.

3. Methoden, Determination:

An jedem der 6 Waldstandorte wurden an insgesamt sieben Terminen zwischen Sommer 1987 und Herbst 1991 mittels Stechzylinder (Splitcorer) jeweils 3 - 5 Bodenproben (Durchmesser 4,8 cm, unterteilt in 0 - 5, 6 - 10 und 11 - 15 cm Tiefe) entnommen. Die Bodenproben wurden in einer Macfadyen-Apparatur ausgetrieben.

©Naturwiss. med. Ver. Innsbruck, download unter www.biologiezentrum.at

Termine: RA und BT: 16. Sept. 1989, 15. Sept. 1990, 6. Juni und 6. Sept. 1991; RS und TH 17. Aug. 1989, 18. Aug. 1990, 23. Mai und 17. Aug. 1991; KW und KO 2. Okt. 1989, 1.Okt. 1990, 25. Juni und 19. Sept. 1991.

Da die letzten zusammengefaßten Bestimmungswerke nach wie vor GISIN (1960) und PALISSA (1964) bleiben, Neubeschreibungen und Gruppenrevisionen manchmal schwer zugänglich sind, erfolgte die Determination der Springschwänze hauptsächlich mit diesen Bestimmungsschlüsseln; dazu kommen noch Einzelarbeiten von CHRISTIANSEN et al. (1983), DEHARVENG (1982), GISIN (1964), HÜHTER (1962) und RUSEK (1971, 1973, 1974, 1976, 1982). Bei der Nomenklatur und systematischen Ordnung wird dem "Cat. faunae Austriae" (CHRISTIAN 1987) gefolgt, ebenso bei den Verbreitungs- und Fundortanmerkungen.

4. Ergebnisse:

4.1. Taxonomische Bemerkung:

Abgesehen von schwer oder nicht determinierbaren Jugendstadien bleiben auf Grund fehlender Gruppenrevisionen und Beschreibungen noch einige "Arten" unsicher, so z.B. 21 *Microanurida hasai.* Von ihr finden sich Individuen mit 1 + 1 Ommen oder 2 + 2 bzw. scheinbar unsymmetrisch 1 + 2 Ommen, die noch dazu sehr schwer erkennbar sind, weil erst im Laufe der postembryonalen Entwicklung Pigmente eingelagert werden. Auf dieses taxonomische Problem mit Augenzahl und -farbe hat bereits PALISSA (1964) verwiesen.

Unsicher bleiben auch 82 *Pseudosinella wahlgreni* (Species inquirenda), 79 P.duodecimocellata und 80 *P.duodecimpunctata,* die mit der genannten Literatur nicht verläßlich bestimmt werden können, während *Neanura* sp. im dichotomen Schlüssel auf Grund "fehlender" Merkmale nicht weiter zugeordnet werden kann.

Ein bekanntes taxonomisches Problem ist die *Mesaphorura krausbaueri*-Gruppe. Die Bestimmung erfolgt hauptsächlich chaetotaktisch, nach Borstenzahl und -stellung an Anallappen und Tergiten (RUSEK 1971, 1973, 1974, 1976, 1982). In den Proben finden sich aber immer wieder Individuen, die Merkmalskombinationen von 44 *M. krausbaueri* und 43 *M. macrochaeta* vereinigen; speziell die Borste l2' ist manchmal nur auf einer Seite vorhanden, ebenso m4 und m5 auf A IV.

Bei einigen subadulten, juvenilen oder schlecht fixierten bzw. präparierten Individuen konnte zwar auf Grund der Beborstung am Abdomen IV eine Zuordnung zur Gruppe *M. sylvatica*-Gr. oder *M. krausbaueri*-Gr. erfolgen, aber keine genaue Artdetermination.

Einige Onychiuriden lassen sich wegen unsymmetrischer Pseudocellenzahl nur schwer weiterbestimmen und werden O. juv./indet. zugeordnet. Ähnliches gilt für 53 *F. quadrioculata;* sie kann letztendlich durch die Borstenzahl an Dens und Manubrium von 51 *F. manolachei* unterschieden werden (DEHARVENG 1982). Juvenile und subadulte Tiere haben aber nicht die voll ausgebildete Beborstung, etliche Individuen haben am linken und rechten Dens verschiedene Borstenzahlen (3-2-1-1-1 entspräche 53 *F. quadrioculata,* 3-2-1-1-0 hingegen *F. quadrioculata*). Diese Individuen werden in Tab. 1 als *Folsomia* sp./juv. geführt.

Trotz problematischer Literatur werden einige verläßliche Neubestätigungen für Österreich gemacht: eine Hypogastruridae, 3 *Ceratophysella armatissima,* war bis jetzt aus den Dolomiten (über 2000 m) bekannt. Bei den Tullbergiinen ist sogar eine Gattung neu für Österreich: 38 *Wankeliella* sp. n. (cf. *mediochaeta*) (RUSEK 1975) wurde bei einer stichprobenartigen Untersuchung 1988 mit zwei Exemplaren in Ramsach gefunden. Eine weitere Tullbergiinae, 45 *Mesaphorura sylvatica,* ist neu für Vorarlberg und kommt in den Proben regelmäßig vor. 30 *Onychiurus glebatus* war bis jetzt nur aus Schweizer Waldstandorten bekannt. Bei den Arrhopalitiden wird 96 *A.spinosus* (RUSEK 1967) erstmals für Österreich bestätigt. Weiters ist 100 *Sminthurides parvulus* neu; bis jetzt aus der benachbarten Schweiz und Deutschland gemeldet.

©Naturwiss. med. Ver. Innsbruck, download unter www.biologiezentrum.at

Tab. 1: Collembolen aus Bodenproben von 6 Waldstandorten in Vorarlberg. RA Ramsach, BT Buchheimer Tobel, RS Rabenstein, TH Trinahalda, KW Kristberg West, KO Kristberg Ost. Angegeben sind die aus allen Probenentnahmen auf den Kontrollflächen (1989 - 1991) errechneten mittleren Besiedlungsdichten (Ind./m²). Werte in ( ): die Art trat nur auf der Applikationsfläche auf. – Ökol.-Typ: acph– acidophob, acph+ acidophil, cop coprophag, cort corticophil, detr. detritophil, Eidiap Eidiapause, ep epedaphisch, epin epineustisch, eu euedaphisch, euök euryök, Gbg Gebirgsform, H Humusbewohner, he hemiedaphisch, hgp hygrophil, kalk- kalkmeidend, myph mycetophag, p parthenogenetisch, pl-mont planar bis montan, sap saprophag, thermph thermophil, tph troglophil, Wald Waldform, xer xerothermophil. – Verbr. Verbreitung: austr Australien, eur Europa, ha holarktisch, kosm kosmopolitisch, n.am Nordamerika, palä paläarktisch, soeu Südosteuropa. – Schlußzeilen informieren über Gesamtabundanz, Artenzahl, Diversität, Jahresmittel der Temperatur, Jahresniederschlag, Seehöhe, pH-Wert des Bodens und Humusform.

	RA	BT	RS	TH	KW	KO	Ökol.-Typ/Verbr.	Bestätigung
Hypogastruridae								
Hypogastrura sp.	–	–	–	–	(860)	61		
1 Hypogastrura crassaegranulata (STACH 1949)	–	–	–	–	–	2579	sub-hochalpin	neu f. Vbg.
2 Hypogastrura norica LATZEL 1917	–	–	–	(61)	–	–	spec. inquirenda	neu f. Vbg.
3 Ceratophysella armatissima GISIN 1958	(61)	–	–	–	–	61	itl. Dolm/2000 m	neu f. Österr.
4 Ceratophysella denticulata (BAGNALL 1941)	184	1290	1658	123	61	(61)	detr/tph/palä	neu f. Vbg.
5 Ceratophysella luteospina (STACH 1920)	–	–	–	(61)	–	–	o.eur./m.eur	neu f. Vbg.
6 Ceratophysella sigillata (UZEL 1891)	–	(61)	–	–	–	–	he/Massenauf/palä	neu f. Vbg.
7 Ceratophysella succinea (GISIN 1949)	–	184	123	–	–	61	tph/eur/n.am.	neu f. Vbg.
8 Schoetella ununquiculata (TULLBERG 1869)	(61)	–	–	–	–	–	he/s.-am/holark	neu f. Vbg.
9 Willemia anophthalma BÖRNER 1901	4298	1228	491	430	6509	982	he/p/acph+/kosm	neu f. Vbg.
10 Willemia aspinata STACH 1949	1105	368	491	184	737	123	eu/eur	neu f. Vbg.
11 Xenylla boerneri AXELSON 1905	–	(61)	–	–	–	–	eur	neu f. Vbg.
Neanuridae								
12 Brachystomella parvula (SCHÄFFER 1896)	–	61	–	–	–	–	hgp/Tiefl/kosm	neu f. Vbg.
13 Friesea mirabilis (TULLBERG 1871)	737	–	–	–	4360	184	kalk-/räub/holark	neu f. Vbg.
Friesea sp. n. ?	–	(61)	–	(61)	–	–		
14 Pseudachorutes boerneri SCHÖTT 1902	–	–	–	84	–	–	cort/Streu/eur	neu f. Vbg.
15 Pseudachorutes parvulus BÖRNER 1901	–	(61)	–	–	–	–	eur/Japan	neu f. Vbg.
16 Pseudachorutes subcrassus TULLBERG 1871	–	–	–	430	–	–	Wald/eur.	neu f. Vbg.
17 Pseudachorutella asigillata (BÖRNER 1901)	(61)	–	–	–	–	–	Waldstreu/cort/eur	neu f. Vbg.
18 Anurida ellipsoides STACH 1949	–	–	–	–	123	–	o.eur	neu f. Vbg.
19 Anurida granaria (NICOLET 1847)	(61)	–	–	–	(61)	–	eur, n.-am	neu f. Vbg.
20 Anurida granulata AGRELL 1943	184	(346)	123	–	61	246	Wald/arktoalp	neu f. Vbg.
21 Micranurida hasai KSENEMAN 1936	–	(307)	–	84	(1535)	–	Jugendform?/arktoal	neu f. Vbg.
22 Micranurida pygmaea BÖRNER 1901	61	491	184	184	798	491	acph+/holark.	neu f. Vbg.
23 Deutonura conjuncta (STACH 1926)	–	–	–	–	–	61	Wald/m.eur.	neu f. Vbg.
24 Neanura muscorum (TEMPLETON 1835)	307	–	61	246	–	–	stech.Mdwk./kosm	neu f. Vbg.
Neanura sp.	–	–	61	61	–	(61)		
Odontellidae								
25 Odontella empodialis	–	–	–	–	–	(860)	cortic/Österr/Port	neu f. Vbg.

©Naturwiss. med. Ver. Innsbruck, download unter www.biologiezentrum.at

	RA	BT	RS	TH	KW	KO	Ökol.-Typ/Verbr.	Bestätigung
Onychiurinae								
26 Onychiurus (O.) absoloni (BÖRNER 1901)	1351	1351	123	123	8412	307	acph+/eur	neu f. Vbg.
27 Onychiurus (O.) jubilarius GISIN 1957	–	61	–	–	–	–	Acker+Gart/m-eur	neu f. Vbg.
28 Onychiurus (P.) armatus (TULLBERG 1869)	246	368	1044	575	2395	184	eu/kosm.	
Onychiurus (P.) juv.	(799)	123	–	(676)	1412	61		
29 Onychiurus (P.) furciferus (BÖRNER 1901)	–	(246)	–	–	–	–	eu-he/eurytop/eur	neu f. Vbg.
30 Onychiurus (P.) glebatus GISIN 1952	–	61	–	–	–	–	Wald/Schweiz	neu f.Österr
31 Onychiurus (P.) octopunctatus (TULLBERG 1876)	–	61	–	–	–	–	Wald/eur.-sib.	neu f. Vbg.
32 Onychiurus (P.) quadriocellatus GISIN 1947	61	61	–	–	–	–	kalk-/Wald/eur	neu f. Vbg.
33 Onychiurus (P.) sibiricus (TULLBERG 1876)	184	430	–	–	–	–	H/eu/acph+/ tph/har	neu f. Vbg.
34 Onychiurus (P.) silvarius GISIN 1952	307	3254	860	430	–	–	tph/Wald/eur	neu f. Vbg.
35 Onychiurus (P.) subarmatus GISIN 1957	(123)	–	–	–	(183)	–	eur	neu f. Vbg.
36 Onychiurus (P.) sublatus GISIN 1947	–	–	–	–	798	–	eur	neu f. Vbg.
37 Onychiurus (P.) uliginatus GISIN 1952	(246)	–	–	–	–	–	eur	neu f. Vbg.
Onychiurus juv.	246	–	–	–	(246)	61		
Tullbergiinae								
38 Wankeliella sp. n. (cf. mediochaeta) RUSEK 1975	(123)	–	–	–	–	–	eu	neu f.Österr
39 Paratullbergia callipygos (BÖRNER 1902)	–	61	184	(61)	61	–	eu/acph+/p/eur	neu f. Vbg.
40 Stenaphorura quadrispina BÖRNER 1901	–	–	123	–	(61)	1044	feuch.Wiese/eur	neu f. Vbg.
41 Mesaphorura hylophila RUSIK 1982	–	(492)	1719	1842	–	–	eur	neu f. Vbg.
42 Mesaphorura italica (RUSEK 1971)	–	(984)	(491)	184	–	61	eur+Irak	neu f. Vbg.
43 Mesaphorura macrochaeta RUSEK 1976	4605	10254	1105	123	4912	430	p/Wald/eu/holark	neu f. Vbg.
44 Mesaphorura krausbaueri BÖRNER 1901	246	(307)	921	491	61	–	p/eu/kosm	neu f. Vbg.
Mesaphorura krausbaueri-Gruppe	982	2211	1166	(491)	798	184		
45 Mesaphorura sylvatica RUSEK 1971	–	(921)	491	491	123	–	eu/p	neu f.Österr
Mesaphorura sylvatica-Gruppe	(123)	(184)	553	614	–	(553)		
46 Mesaphorura tenuisensillata RUSEK 1974	21368	16701	1289	123	3991	3254	eu/m.eur	neu f. Vbg.
47 Mesaphorura yosii (RUSEK 1967)	(491)	1473	61	–	(61)	61	eu/acph+/holark	neu f. Vbg.
Mesaphorura juv.	1903	2518	1351	246	1473	1105		
Isotomidae								
48 Pseudanurophorus binoculatus KSENEMAN 1934	675	1474	–	–	10316	2824	Moos/H/arktoalp.	neu f. Vbg.
49 Folsomia candida WILLEM 1902	–	–	–	184	307	860	p/N-sensitiv/kosm	neu f. Vbg.
50 Folsomia fimetaria (LINNE 1758)	–	–	553	(61)	–	(61)	in Rotte./holarkt.	neu f. Vbg.
51 Folsomia manolachei BAGNALL 1939	–	737	–	(246)	123	553	he/eur.	neu f. Vbg.

©Naturwiss. med. Ver. Innsbruck, download unter www.biologiezentrum.at

	RA	BT	RS	TH	KW	KO	Ökol.-Typ/Verbr.	Bestätigung
52 Folsomia penicula BAGNALL 1939	3009	–	430	1289	–	–	he/eur.	neu f. Vbg.
53 Folsomia quadrioculata (TULLBERG 1871)	–	(61)	61	3868	20508	14307	gemein/holarktisch	
54 Folsomia sensibilis KSENEMAN 1936	–	–	61	–	–	307	Geb./eur.	neu f. Vbg.
55 Folsomia sexoculata (TULLBERG 1871)	–	–	(123)	–	–	–	spec.inquirenda	neu f. Vbg.
56 Folsomia spinosa KSENEMAN 1936	–	–	(61)	–	–		he-eu/H/Wald/eur	neu f. Vbg.
57 Folsomia brevifurca BAGNALL 1949	–	–	–	–	(183)	–	juv-Fehlbeschreib.	
Folsomia sp./juv.	(61)	–	–	123	1167	614		
58 Proisotoma minima (ABSOLON 1901)	–	61	–	–	–	–	tph/cort/holark	neu f. Vbg.
59 Isotomiella minor (SCHÄFFER 1896)	57165	25052	12035	14000	13938	4851	p/Ubiq./eu/kosm	neu f. Vbg.
60 Isotomiella paraminor GISIN 1942	–	–	61	1903	(307)	–	eur.	neu f. Vbg.
61 Isotoma notabilis SCHÄFFER 1896	4359	5097	2640	4851	6447	2825	p/myph/he/ acph-/ha	neu f. Vbg.
Entomobryidae								
62 Entomobrya corticalis (NICOLET 1842)	–	–	–	(61)	–	–	cort/pl-mont/ n+meur	
63 Entomobrya marginata (TULLBERG 1871)	–	–	–	–	(61)	–	xer/cort/w.paläark	neu f. Vbg.
64 Entomobrya multifasciata (TULLBERG 1871)	–	61	–	–	–	–	xer/kosm	neu f. Vbg.
65 Entomobrya quinquelineata BÖRNER 1901	–	–	–	–	(61)	–	eur.	neu f. Vbg.
Entomobrya juv.	184	123	123	145	61	(246)		
66 Heteromurus nitidus (TEMPLETON 1835)	(123)	–	–	307	–	–	tph/p/holarktisch	neu f. Vbg.
67 Orchesella devergens HANDSCHIN 1924	–	–	–	–	(61)	(61)	subalpin/Alpen	
68 Orchesella flavescens (BOURLET 1839)	675	61	–	–	61	–	feuchtWald/paläark	neu f. Vbg.
69 Orchesella quinquefasciata (BOURLET 1843)	–	–	–	–	–	(123)	meur	
70 Orchesella spectabilis TULLBERG 1871	–	(61)	–	–	–	–	xer/Skand-so.-eur	neu f. Vbg.
71 Orchesella xerothermica STACH 1960	–	–	–	–	(61)	–	thermoph/östl.m.eur	neu f. Vbg.
72 Lepidocyrtus curvicollis BOURLET 1839	–	–	(61)	–	(61)	–	tph/holark	neu f. Vbg.
73 Lepidocyrtus cyaneus TULLBERG 1871	491	552	61	–	(61)	(246)	acph-/kosm	
74 Lepidocyrtus lanuginosus (GMELIN 1788)	–	–	(246)	123	–	(123)	myph/euök/ep/ha	
75 Lepidocyrtus lignorum (FABRICIUS 1775)	(184)	553	246	61	184	61	euök/Eidiap/ha	
Lepidocyrtus juv./sp.	1044	368	245	245	61	123		
76 Pseudosinella alba (PACKARD 1873)	–	–	(246)	–	–	–	schwere Böden/ha	neu f. Vbg.
77 Pseudosinella binoculata KSENEMAN 1935	246	123	–	–	–	61	m.-eur	neu f. Vbg.
78 Pseudosinella denisi GISIN 1954	–	–	–	123	–	–	tph/Frankr.	Det. unsich.
79 Pseudosinella duodecimocellata HANDSCHIN 1928	–	–	–	123	–	–	troglobiont	neu f. Vbg.

©Naturwiss. med. Ver. Innsbruck, download unter www.biologiezentrum.at

	RA	BT	RS	TH	KW	KO	Ökol.-Typ/Verbr.	Bestätigung
80 Pseudosinella duodecimpunctata DENIS 1938	–	–	123	–	–	–	troglobiont/m.eur	neu f. Vbg.
81 Pseudosinella immaculata (LIE-PETTERSEN 1896)	–	–	–	61	–	–	eur.	neu f. Vbg.
82 Pseudosinella wahlgreni (BÖRNER 1907)	–	61	–	123	–	–	spec.inquir./eur.	neu f. Vbg.
Tomoceridae								
83 Tomocerus flavescens (TULLBERG 1871)	(61)	61	–	61	307	123	tph/hph/sap/ cop/ha	
84 Tomocerus minor (LUBBOCK 1862)	2149	61	430	184	1289	921	ep/hyp/eur.sib	
85 Tomocerus minutus TULLBERG 1876	184	–	307	123	61	–	paläarktisch	neu f. Vbg.
86 Tomocerus vulgaris (TULLBERG 1871)	(246)	–	–	–	–	–	holarktisch	neu f. Vbg.
Tomocerus juv./indet.	368	–	–	61	246	61		
Cyphoderidae								
87 Oncopodura crassicornis SHOEBOTHAM 1911	(61)	61	184	246	–	–	tph/eur	neu f. Vbg.
88 Oncopodura reyersdorfensis STACH 1936	307	307	614	552	–	–	tph/m.-eur	neu f. Vbg.
Neelidae								
89 Neelus minutus (FOLSOM 1901)	246	123	–	–	–	–	eu/holarktisch	neu f. Vbg.
90 Neelus murinus FOLSOM 1896	–	123	859	675	–	123	tph/eur+n. am+austr.	neu f. Vbg.
91 Megalothorax incertus BÖRNER 1903	–	–	–	61	–	–	tph/eur+n. am+austr.	neu f. Vbg.
92 Megalothorax minimus WILLEM 1900	4175	1965	2579	1904	1781	1289	p/tph/eu/kosm	neu f. Vbg.
Arhopalitidae								
93 Arrhopalites acanthophthalmus GISIN 1958	–	–	–	(307)	–	–	Spanien	neu f. Vbg.
94 Arrhopalites caecus (TULLBERG 1871)	–	–	61	246	–	184	in Blum.töpf/holark	neu f. Vbg.
95 Arrhopalites principalis STACH 1945	–	–	–	246	–	(61)	arktoalpin/eur	neu f. Vbg.
96 Arrhopalites spinosus RUSEK 1967	–	–	(61)	–	–	–		neu f. Österr.
Arrhopalites juv.	–	–	–	61	–	–		
Katannidae								
97 Sminthurinus elegans (FITCH 1863)	–	–	61	–	–	–	holarktisch ?	neu f. Vbg.
98 Stenognathellus denisi CASSAGNAU 1953	–	–	–	61	–	–	thermoph/w.-m.eur	wiederbest.
Sminthurididae								
99 Sminthurides malmgreni (TULLBERG 1876)	–	123	–	–	–	–	hyp/epin/kosm	neu f. Vbg.
100 Sminthurides parvulus KRAUSBAUER 1896	–	368	–	–	–	–	hyp/epin/Wald	neu f. Österr.
Sminthurides juv.	–	184	–	–	–	61		
101 Sphaeridia pumilis (KRAUSBAUER 1898)	368	675	61	184	123	491	hyp/kosm	neu f. Vbg.

©Naturwiss. med. Ver. Innsbruck, download unter www.biologiezentrum.at

	RA	BT	RS	TH	KW	KO	Ökol.-Typ/Verbr.	Bestätigung
Sminthuridae								
102 Lipothrix lubbocki (TULLBERG 1872)	123	–	61	245	(61)	–	ep/eur.+n.afr.	neu f. Vbg.
103 Sminthurus viridis (LINNE 1758)	–	–	–	–	–	123	Ackerschädl/kosm	neu f. Vbg.
Bourletiellidae								
104 Deuterosminthurus bicinctus (KOCH 1840)	–	–	61	–	–	–	Wald/paläarktisch	
Abundanz	114143	80984	36099	39507	94065	42363		
Artenzahl	29	39	39	42	28	33		
Diversität	1.75	2.20	2.57	2.48	2.41	2.39		
mittl. Temp. °C	11.4	12.4	13.6	11.8	8.2	8.2		
Niederschlag [mm]	1700	1550	1250	1350	1580	1580		
Höhe (m)	870	730	590	870	1540	1570		
pH	3.0	3.6	5.6	5.8	3.3	3.3		
Humus	Rohh.	Mull	Mull	Mull	Moder	Roh.		

4.2. Artenspektrum und Abundanz:

Da Vorarlberg collembologisch praktisch unerforscht war, sind die meisten Arten (91) "neu für Vorarlberg" (Tab. 1); selbst kosmopolitische und gemeine Arten werden daher erst im Zuge dieses Projektes nachweislich bestätigt.

Während dieser Untersuchung wurden in den sechs Waldstandorten insgesamt 104 Arten nachgewiesen. Etliche subrezedente Arten, die bloß auf den "Applikationsflächen" auftraten, werden zwar in die Tabelle mitaufgenommen, ihre Abundanzwerte stehen aber in Klammern. Ein zweiter Teil dieser Studie, nämlich die Auswirkungen von Gesteinsmehlapplikationen auf Abundanz und Zusammensetzung der Collembolen, wird gesondert publiziert.

Pro Standort finden sich zwischen 28 (Kristberg West) und 44 Arten (Trinahalda). Die Abundanzwerte (37.OOO Ind./m^2 in Rabenstein und 114.OOO Ind./m^2 in Ramsach) und Artenhäufigkeit (104) sind durchschnittlich bis überdurchschnittlich (HÅGVAR 1982, PETERSEN 1980, PETERSEN & LUXTON 1982). Die Collembolen weisen in den Rohhumusböden (v.a. Ramsach und Kristberg West) die höchsten Besiedelungsdichten, aber nur geringe Artenzahlen auf. Hingegen sind sie in Mullböden artenreich (40 - 44 Arten), aber mit kleinerer Abundanz vertreten. So ergeben sich in Mullböden meist deutlich höhere Diversitätswerte (H' = 2.6 in RS) als in Rohhumusböden (H' = 1.8 in RA).

4.2.1. RA Möggers-Ramsach:

Dominanzstruktur: 1989 - 1991: N = 1856, S = 29, H' = 1.75		%
eudominant	59 *Isotomiella minor*	50.1
	46 *Mesaphorura tenuisensillata*	18.7
dominant	0 spp.	
subdominant	43 *Mesaphorura macrochaeta*	4.0
	9 *Willemia anophthalma*	3.8
	61 *Isotoma notabilis*	3.8
	92 *Megalothorax minimus*	3.7
	52 *Folsomia penicula*	2.6
rezedent	3 spp.	4.1
subrezedent	19 spp.	9.2

©Naturwiss. med. Ver. Innsbruck, download unter www.biologiezentrum.at

Insgesamt werden 29 Arten (applizierte Flächen miteinbezogen 39 Arten) aus 11 Familien bestätigt. Die relativ geringe Artenzahl geht mit der höchsten Abundanzzahl (114143 Ind./m^2) einher. Es herrscht ein sehr steiles Dominanzgefälle; die Spitze wird von 59 *Isotomiella minor* eingenommen, die hier knapp mehr als 50 % der Collembolen repräsentiert. 59 *I. minor* ist eine blinde, pigmentlose, aber noch mit Furca und relativ langen Extremitäten ausgestattete, eu- bis hemiedaphische Art, die sich parthenogenetisch fortpflanzt. Sie gilt als Ubiquist mit kosmopolitischer Arealverbreitung. Pilzhyphen und Sporen stellen ihre wichtigste Nahrungsgrundlage dar. Sie bevorzugt eher basische Böden und bildet dort auch häufig die Dominanzspitze (PETERSEN 1980, WOLTERS 1983); saure Areale meidet sie (KOPESZKI 1991). In Ramsach aber, wo der Boden extrem sauer ist (hydromorpher Rohhumusboden), erreicht sie ihr absolutes und relatives Maximum. Der Vorteil einer reichhaltigen Pilzflora als Nahrungsquelle überwiegt offensichtlich den Nachteil des versauerten Bodens; 59 *I. minor* dürfte deshalb weitgehend acidotolerant sein.

46 *M. tenuisensillata* ist die zweite eudominante Art; sie lebt euedaphisch und dürfte sich parthenogenetisch fortpflanzen (männliche Exemplare wurden nicht gefunden). Über ihre speziellen Ansprüche und Arealverbeitung ist wenig bekannt, da sie erst 1974 von RUSEK von der *M. krausbaueri*-Gruppe abgespalten wurde.

Mit mehr als 2 % sind noch 43 *M. macrochaeta* (euedaphisch, parthenogenetisch), 9 *W. anophthalma* (euedaphisch bis hemiedaphisch, acidophil), 52 *F. penicula* (hemiedaphisch) und 92 *M. minimus* (euedaphisch und parthenogenetisch) vertreten. Weiters 61 *I. notabilis*, eine hemiedaphische, mycetophage und sich parthenogenetisch fortpflanzende Art. Sie gilt als acidophob (HÅGVAR 1982) und hat in den extrem sauren Böden von Ramsach im Vergleich zu den anderen Waldstandorten tatsächlich die geringsten Abundanz- und Dominanzwerte.

10 *W. aspinata*, 26 *O. absoloni* und 84 *T. minor* sind rezedent vertreten; sie gehören wie die vorher erwähnten Arten zu den "Generalisten" innerhalb der Springschwänze und sind auf allen sechs Waldstandorten anzufinden.

Mehr als 65 % der gefundenen Arten sind nur subrezedent (< 1 %) vertreten.

4.2.2. BT Möggers-Buchheimer Tobel:

Dominanzstruktur: 1989 - 1991: N = 1322, S = 39, H' = 2.20			%
eudominant	59	*Isotomiella minor*	30.9
	46	*Mesaphorura tenuisensillata*	20.6
	43	*Mesaphorura macrochaeta*	12.6
dominant	61	*Isotoma notabilis*	6.3
subdominant	34	*Onychiurus silvarius*	4.0
	92	*Megalothorax minimus*	2.4
rezedent	5	spp.	8.4
subrezedent	29	spp.	14.8

Insgesamt werden 39 (52) Arten aus 10 Familien bestätigt. Die gegenüber Ramsach deutlich höhere Artenzahl läßt sich durch den Mullboden erklären. Das Dominanzgefüge ist weniger steil als in RA. 59 *I. minor* und 46 *M. tenuisensillata* sind wieder die eudominanten Elemente, dazu kommt 43 *M. macrochaeta*, eine ebenfalls euedaphische, parthenogenetische Waldbodenform mit holarktischer Verbreitung. 61 *I. notabilis* ist dominant, 34 *O. silvarius* und 92 *M. minimus* (acidophob) sind subdominant vertreten. 34 *O. silvarius* ist eine euedaphische Waldbodenform, die in Buchheimer Tobel die höchsten Abundanzwerte erreicht, sonst zwar regelmäßig vorkommt, aber in den höher gelegenen Kristbergstandorten fehlt.

48 *P. binoculatus*, 47 *M. yosii*, 26 *O. absoloni*, 4 *C. denticulata* und 9 *W. anophthalma* sind rezedent vertreten; 29 Arten (72,5 %) nur subrezedent. Unter diesen ist 12 *B. parvula* interessant, da

©Naturwiss. med. Ver. Innsbruck, download unter www.biologiezentrum.at

sie zwar als kosmopolitische, aber eher feuchtigkeitsliebende Tieflandform bekannt ist. 30 *O. glebatus* und 31 *O. octopunctatus* sind hingegen typisch euedaphische Waldbodenformen; sie kommen bei dieser Untersuchung nur in BT vor. Dasselbe gilt für die corticole 58 *P. minima,* epedaphische 64 *E. multifasciata,* und die für nasse Waldböden typischen, hygrophilen und epineustischen Collembolen, 99 *S. malmgreni* (kosmopolitische Verbreitung) und 100 *S. parvulus* (neu f.Österreich).

4.2.3. RS Nenzing-Rabenstein:

Dominanzstruktur: 1989 - 1991: N = 596, S = 39, H' = 2.58			%
eudominant	59	*Isotomiella minor*	32.9
dominant	61	*Isotoma notabilis*	7.2
	92	*Megalothorax minimus*	7.0
subdominant	41	*Mesaphorura hylophila*	4.7
	4	*Ceratophysella denticulata*	4.5
	46	*Mesaphorura tenuisensillata*	3.5
	43	*Mesaphorura macrochaeta*	3.0
	28	*Onychiurus armatus*	2.9
	44	*Mesaphorura krausbaueri*	2.5
	34	*Onychiurus silvarius*	2.4
	90	*Neelus murinus*	2.3
rezedent	8	spp.	10.8
subrezedent	21	spp.	16.3

39 Arten aus 14 Familien werden gefunden (inklusive applizierter Flächen 46); geringste Abundanz, aber höchster Diversitätswert aller Standorte. Mit fast 33 % ist 59 *I. minor* die einzige eudominante Art. 61 *I. notabilis* und 92 *M. minimus* (beide acidophob) haben in RS ihre höchsten Dominanzwerte. 92 *M. minimus* gilt als eurytope Art, welche in humusreichen, feuchten Standorten ihr Optimum findet; sie gehört in Buchenwäldern (PETERSEN 1980, WOLTERS 1983) zu den dominanten Arten. Im basischen Mullboden finden sich noch eine relativ große Anzahl subdominanter Arten: 4 *C. denticulata,* eine detritophile Form, hat in RS ihre höchste Wohndichte; weiters 28 *O. armatus* (euedaphisch, kosmopolitisch), 34 *O. silvarius* (euedaphische Waldbodenform) und 41 *M. hylophila,* parthenogenetisch und euedaphisch, ist in dieser Untersuchung nur in den beiden basischen Mullstandorten vertreten, obwohl sie im sauren Stammablaufbereich jene Art ist, die am längsten der Belastung standhält (KOPESZKI 1991, 1992). Ebenfalls nur subdominant sind 43 *M. macrochaeta* und 46 *M. tenuisensillata* zu beobachten; sie finden in sauren Böden offensichtlich bessere Nahrungsbedingungen vor (SCHÄFER & SCHAUERMANN 1990) und haben daher hier im Kalkstandort nur geringe Abundanzwerte. Subdominant, aber mit ihrer höchsten Abundanz, ist die troglophile Art, 90 *N.murinus,* anzutreffen.

Unter den mit < 2 % vertretenen Arten sind etliche, die nur in den basischen Mullstandorten (RS u/od TH) vorkommen: 16 *P. subcrassus* (eine Waldform), 18 *A. ellipsoides,* 50 *F. fimetaria* (meist in fortgeschrittenen Rottezustand zu finden), 60 *I. paraminor* (die eher selten mit 59 *I. minor* gemeinsam auftritt), 74 *L. lanuginosus* (mycetophag, epedaphisch), wird nur in TH bestätigt, obwohl sie als euryöke Art bekannt ist, 79 *P. duodecimocellata,* 80 *P. duodecimpunctata,* 81 *P. immaculata,* 91 *M. incertus,* 95 *A. principalis,* 97 *S. elegans,* 98 *S. denisi* und 104 *D.bicinctus.*

4.2.4. TH Nenzing-Trinahalda:

Dominanzstruktur: 1989 - 1991: N = 653, S = 42, H' = 2.48			%
eudominant	59	*Isotomiella minor*	34.8
	61	*Isotoma notabilis*	12.1

©Naturwiss. med. Ver. Innsbruck, download unter www.biologiezentrum.at

			%
dominant	53	*Folsomia quadrioculata*	9.6
subdominant	60	*Isotomiella paraminor*	4.7
	92	*Megalothorax minimus*	4.7
	41	*Mesaphorura hylophila*	4.6
	52	*Folsomia penicula*	3.2
rezedent	9	spp.	11.9
subrezedent	28	spp.	14.4

Insgesamt 42 (49) spp. aus 13 Familien. Die artenreichste Fläche mit der zweitniedrigsten Abundanz. Es dominieren drei für mitteleuropäische Laub(Buchen)waldböden typische Arten: 59 *I. minor* (34.8 %) vor 61 *I. notabilis* (12.1 %) und 53 *F. quadrioculata* (9.6 %); letztere ist eine gemeine Bodenform, aber in Vorarlberg besonders individuenreich in den sauren Rohhumusböden von Kristberg anzutreffen. Diese hemi- bis epedaphische Art ist als eurytope und euryione (pH-Wert unabhängige) Spezies bekannt. Sie gehört häufig zu den dominanten Arten, wie die Untersuchungen von WOLTERS (1983) in einem Buchenwald bei Göttingen und Studien von VOGEL (1988) in Eichen-Buchenwäldern in Schleswig-Hollstein gezeigt haben.

Unter den subdominanten Arten ist 60 *I. paraminor* interessant, weil sie an sich solche Stellen meidet, wo 59 *I. minor* dominant vorkommt. Die Ansprüche beider Arten dürften ziemlich gleich sein, da auch ihre Morphologie bis auf wenige Borsten am Manubrium ident ist. Die anderen subdominanten Arten sind 41 *M. hylophila,* die in Abundanz- und Dominanzwerten dem RS-Standort entspricht, 52 *F. penicula* und die in TH am individuenreichsten vertretene 91 *M. incertus.*

Mehr als 61 % der Arten sind nur sub- bzw. rezedent nachzuweisen.

4.2.5. KW Kristberg West:

Dominanzstruktur: 1989 - 1991: N = 1532, S = 28, H' = 2.41			%
eudominant	53	*Folsomia quadrioculata*	21.8
	59	*Isotomiella minor*	14.8
	48	*Pseudanurophorus binoculatus*	11.0
dominant	26	*Onychiurus absoloni*	8.9
	9	*Willemia anophthalma*	6.9
	61	*Isotoma notabilis*	6.9
	43	*Mesaphorura macrochaeta*	5.2
subdominant	13	*Friesea mirabilis*	4.6
	46	*Mesaphorura tenuisensillata*	4.2
	28	*Onychiurus armatus*	2.5
rezedent	2	spp.	3.3
subrezedent	16	spp.	9.9

Typisch für einen Rohhumusboden wurden nur 28 Arten (43 inklusive applizierter Fläche) bei hoher Abundanz gefunden. Das Dominanzgefüge ist ausgeglichen und entspricht vergleichbaren Untersuchungen in skandinavischen Fichtenwäldern (HÅGVAR 1982, HUHTA et al. 1986), wobei die Nadelwald-Ubiquisten dominieren. 53 *F. quadrioculata* (21.8 %) liegt vor 59 *I. minor* (14.8 %) und 48 *P. binoculatus* (11.0 %). Bemerkenswert ist, daß die eurytope 53 *F. quadrioculata* in den subalpinen Fichtenwäldern Vorarlbergs (KW, KO) ihre höchsten Abundanzwerte hat und auf beiden Standorten die klar dominierende Art ist. Sie verdrängt damit die ansonsten überall führende, euedaphische 59 *I. minor* auf den zweiten Platz. Anzumerken ist, daß 53 *F. quadrioculata* in RA fehlt, wo ähnliche Bodenbedingungen vorherrschen (saurer Rohhumusboden), sodaß dort

©Naturwiss. med. Ver. Innsbruck, download unter www.biologiezentrum.at

59 *I. minor* aufgrund fehlender Konkurrenz die Dominanzspitze einnimmt. 48 *P. binoculatus* hat mit über 10.000 Ind./m² in KW seine höchste Abundanz, ist als Moos- und Humusbewohner bekannt und fehlt typischerweise auf den basischen Standorten.

Die zwei nächst häufigen Arten sind als acidophil bekannt: 26 *O. absoloni* (8.9 %), hat hier seine höchste Abundanz, ebenso 9 *W. anophthalma* (6.9 %), der als typischer Rohhumusbewohner bekannt ist. 61 *I. notabilis* und 43 *M. macrochaeta* gehören ebenfalls zu den dominanten Arten.

Unter den subdominanten erreicht 13 *F. mirabilis,* eine acidophile Art, in KW ihre höchste Abundanz. Die weiteren subdominant vertretenen Arten sind die euedaphischen 46 *M. tenuisensillata,* 92 *M. minimus* und 28 *O. armatus.*

Mehr als 64 % der spp. sind selten, nur rezedent oder subrezedent anzutreffen.

4.2.6. KO Kristberg Ost:

Dominanzstruktur: 1989 - 1991: N = 691, S = 33, H' = 2.39			%
eudominant	53	*Folsomia quadrioculata*	33.7
	59	*Isotomiella minor*	11.4
dominant	46	*Mesaphorura tenuisensillata*	7.7
	48	*Pseudanurophorus binoculatus*	6.6
	61	*Isotoma notabilis*	6.6
	1	*Hypogastrura crassaegranulata*	6.1
subdominant	92	*Megalothorax minimus*	3.0
	40	*Stenaphorura quadrispina*	2.5
	9	*Willemia anophthalma*	2.3
	84	*Tomocerus minor*	2.2
	49	*Folsomia candida*	2.0
rezedent	3	spp.	3.7
subrezedent	20	spp.	12.2

Insgesamt wurden 33 (40) Arten aus 11 Familien bestätigt, wobei die Abundanz im hydromorphen Rohhumus nur halb so groß wie in KW ist. Das Dominanzgefüge ähnelt aber stark dem von KW. Es dominiert wiederum 53 *F. quadrioculata* klar (33.7 %) vor 59 *I. minor* (11.4 %), die in KO ihre niedrigsten Abundanzwerte aufzuweisen hat.

Unter den dominanten Arten entsprechen 46 *M. tenuisensillata* (7.7 %), 48 *P. binoculatus* (6.6 %) und 61 *I. notabilis* (6.6 %) weitgehend dem KW-Standort. Hingegen tritt die subalpine 1 *H. crassaegranulata* (6.1 %) nur hier auf.

Zwei Drittel aller festgestellten Arten kommen nur rezedent bzw. subrezedent vor.

4.2. Diskussion:

Das festgestellte Artenkollektiv liefert einen repräsentativen Ausschnitt der Collembolenfauna verschiedener Waldböden Vorarlbergs (basische Buchenmischwald in Nenzing; feuchte, bodensaure Nadelwälder in Möggers; subalpine, rohhumusartige und saure Fichtenbestände in Kristberg).

Aus den einzelnen Familien sind sicherlich die jeweils abundantesten Formen gesammelt worden; unter den epedaphischen und atmobiontischen Gruppen (Entomobryidae, Symphypleona) sind aber noch weitere Neufunde zu erwarten. Mit 104 festgestellten Arten sind fast ein Viertel der bekannten Collembolen Österreichs bestätigt worden, sodaß ein recht klares Bild der jeweils standorttypischen Zönosen gegeben werden kann (Tab. 2). Den verschiedenen Standortbedingungen entsprechend, treten sehr spezifische Zönosen auf. Damit werden einige für Collembolen typische Gemeinsamkeiten hinsichtlich ihrer Ökologie, Lebensweise und Nischenbildung deutlich.

©Naturwiss. med. Ver. Innsbruck, download unter www.biologiezentrum.at

Tab. 2: Repräsentanz von Collembolen (> 5 Individuen) in 6 Waldstandorten Vorarlbergs. Summe und Abundanzprozente nach Ergebnissen aus allen Bodenproben aus den Jahren 1989 - 1991. Signaturen siehe Tab. 1.

	Kristberg		Möggers		Nenzing		
	KW	KO	RA	BT	RS	TH	Summe
36 Onychiurus (P.) sublatus GISIN 1947	100	–	–	–	–	–	13
1 Hypogastrura crassaegranulata (STACH 1949)	–	100	–	–	–	–	42
13 Friesea mirabilis (TULLBERG 1871)	83	3	14	–	–	–	86
68 Orchesella flavescens (BOURLET 1839)	8	–	84	8	–	–	13
51 Folsomia manolachei BAGNALL 1939	9	41	–	50	–	–	22
48 Pseudanurophorus binoculatus KSENEMAN 1934	68	18	4	10	–	–	249
59 Isotomiella minor (SCHÄFFER 1896)	11	4	45	20	9	11	2061
46 Mesaphorura tenuisensillata RUSEK 1974	9	7	45	35	4	–	770
61 Isotoma notabilis SCHÄFFER 1896	26	11	18	20	11	14	405
43 Mesaphorura macrochaeta RUSEK 1976	23	2	21	48	5	1	349
9 Willemia anophthalma BÖRNER 1901	47	7	31	9	3	3	227
92 Megalothorax minimus WILLEM 1900	13	9	31	14	19	14	223
26 Onychiurus (O.) absoloni (BÖRNER 1901)	72	2	12	12	1	1	190
84 Tomocerus minor (LUBBOCK 1862)	26	18	43	1	8	4	82
28 Onychiurus (P.) armatus (TULLBERG 1869)	50	4	5	8	22	11	78
10 Willemia aspinata STACH 1949	21	4	38	13	17	7	47
22 Micranurida pygmaea BÖRNER 1901	36	22	3	22	8	9	36
101 Sphaeridia pumilis (KRAUSBAUER 1898)	6	26	19	36	3	10	31
4 Ceratophysella denticulata (BAGNALL 1941)	2	–	5	39	50	4	54
75 Lepidocyrtus lignorum (FABRICIUS 1775)	18	6	–	47	23	6	17
83 Tomocerus flavescens (TULLBERG 1871)	56	22	–	11	–	11	9
85 Tomocerus minutus TULLBERG 1876	9	–	27	–	46	18	11
53 Folsomia quadrioculata (TULLBERG 1871)	53	37	–	–	–	10	634
49 Folsomia candida WILLEM 1902	18	52	–	–	–	30	27
90 Neelus murinus FOLSOM 1896	–	5	–	8	36	51	39
54 Folsomia sensibilis KSENEMAN 1936	–	83	–	–	17	–	6
47 Mesaphorura yosii (RUSEK 1967)	–	4	–	92	4	–	26
73 Lepidocyrtus cyaneus TULLBERG 1871	–	–	44	50	6	–	18
34 Onychiurus (P.) silvarius GISIN 1952	–	–	6	67	18	9	79
88 Oncopodura reyersdorfensis STACH 1936	–	–	4	20	40	36	25
24 Neanura muscorum (TEMPLETON 1835)	–	–	50	–	10	40	10
52 Folsomia penicula BAGNALL 1939	–	–	64	–	9	27	77
33 Onychiurus (P.) sibiricus (TULLBERG 1876)	–	–	30	70	–	–	10
100 Sminthurides parvulus KRAUSBAUER 1896	–	–	–	100	–	–	6
50 Folsomia fimetaria (LINNE 1758)	–	–	–	–	100	–	9
60 Isotomiella paraminor GISIN 1942	–	–	–	–	4	96	25
45 Mesaphorura sylvatica RUSEK 1971	11	–	–	–	44	45	18
41 Mesaphorura hylophila RUSEK 1982	–	–	–	–	48	52	58
66 Heteromurus nitidus (TEMPLETON 1835)	–	–	–	–	–	100	5
Artenzahl	28	33	29	39	39	42	

Die Abundanzwerte entsprechen vergleichbaren Studien (HÅGVAR 1982; HUHTA et al. 1986, PETERSEN 1980, PETERSEN & LUXTON 1982); die höchsten Werte treten typischerweise in den Rohhumusböden (Mesofauna-Saprophagensystem) von RA und KW auf, die niedrigsten in den Mullböden (Makrofauna Saprophagensystem) von RS und TH, wo aber die höchsten Artenzahlen beobachtbar sind.

©Naturwiss. med. Ver. Innsbruck, download unter www.biologiezentrum.at

Das bedeutet, daß in Rohhumusböden einige wenige, säureunempfindliche Arten große Populationen aufbauen, wie z.B. 59 *I. minor* (RA), 53 *F. quadrioculata* (KW, KO) oder auch 46 *M. tenuisensillata* (RA) und 48 *P. binoculatus* (KW). Für diese Arten ist das saure Milieu kein hemmender Faktor.

Im Gegenteil bietet der Rohhumusboden offensichtlich aufgrund der pilzdominierten Mikroflora (SCHÄFER & SCHAUERMANN 1990) sogar Vorteile hinsichtlich mycetophager Ernährung. So konnten BÅÅTH et al. (1980) für *Tullbergia krausbaueri* s.l. zeigen, daß sie in langsam versauernden Böden Abundanzzunahmen aufweist, weil sie von den absterbenden Pilzmycelien profitiert. Manche Collembolen, wie *Onychiurus armatus* und *Orchesella cincta* können sogar Pilzarten an ihrem Hypheninhalt (z.B. metallkontaminiert, N-reicheres Plasma) unterscheiden und beweiden die Mycelien selektiv, was für deren Wachstum, Entwicklung und Fruchtbarkeit von entscheidender Bedeutung ist (BENGTSSON et al. 1983, 1985). Diese Fähigkeit kann grundsätzlich auch für andere Collembolenarten angenommen werden. Diejenigen Arten, welche qualitativ hochwertigere Nahrung besser auffinden, werden daher die anderen verdrängen. Dies könnte z.B. für 53 *F. quadrioculata* zutreffen, die in den Rohhumusböden von KW und KO die ansonsten überall – auch im Rohhumusboden von RA – dominierende 59 *I. minor* verdrängt. Diese Annahme läßt sich auch mit den Überlegungen von PETERSEN (1980) verbinden, der bei ep- bis hemiedaphische Arten (53 *F. quadrioculata*) qualitativ hochwertigeres Futter für große Populationsdichten voraussetzt, während euedaphische Arten (59 *I. minor*) eher an gleichmäßig im Boden verteilter Nahrung gebunden sind, wo die Qualität eine untergeordnete Rolle spielt. Daher ist für die euedaphische, ubiquitäre 59 *I.minor* in Vorarlbergs Waldstandorten zu schließen, daß der ökologische Schlüsselfaktor starker Konkurrenzdruck von besser angepaßten Arten und nicht der Bodenchemismus ist.

Nimmt man Wohndichte, Repräsentanz und relative Häufigkeit als zoologische "Erfolgskriterien" an, so schneiden unspezialisierte Ubiquisten am besten ab, wie die Tab. 2 belegt. Typischer und herausragender Vertreter ist eben 59 *I. minor.* Sie ist auch in einem Kalk-Buchenwald in Göttingen (WOLTERS 1983) und in einem Finnischen Nadelwald (PETERSEN 1980) die dominierende Art. Weitere ubiquitäre Arten, die auf allen sechs Standorten mit relativ hoher Wohndichte zu finden sind (46 *M. tenuisensillata,* 61 *I. notabilis,* 43 *M. macrochaeta,* 9 *W. anophthalma,* 92 *M. minimus,* 26 *O. absoloni*), haben mit 59 *I. minor* gemeinsam, daß sie fast durchwegs euedaphisch leben und sich parthenogenetisch fortpflanzen. Wie PETERSEN (1980) ausführte, sind die zwei Faktoren "euedaphische Lebensweise" und "parthenogenetische Fortpflanzung" stark miteinander korreliert. Die euedaphische Lebensweise garantiert stabile Lebensbedingungen in tieferen Bodenschichten, sodaß entsprechend angepaßte, parthenogenetische Arten individuenreiche Populationen in unterschiedlichsten Waldtypen aufbauen können (PETERSEN 1980).

Wie die unterschiedliche Repräsentanz der genannten Arten in den Wäldern Vorarlbergs zeigt, sind aber weitere biotische und abiotische Faktoren für die jeweilige Häufigkeit entscheidend. Die Repräsentanz der festgestellten Arten stimmt aber sehr gut mit HÅGVAR's (1982) Ergebnissen überein, der die Beziehungen der Collembolen zu "Bodenfruchtbarkeit" und Vegetationstyp untersucht hat und praktisch die selben Arten als hoch abundant und ubiquitär gefunden hat. Detaillierte ökologische Charakterisierungen einzelner Arten sind aber nur schwer möglich und bleiben daher vielfach spekulativ (ANDERSON 1975).

Dennoch zeigt die Zönotiktabelle einige typische und interessante Gruppierungen. So kommen außer den individuenreichen, euedaphischen Formen noch eine Reihe von Arten auf allen oder fast allen Standorten vor, weisen aber nur geringe Abundanzzahlen auf; es handelt sich dabei meist um epedaphische und große Formen, wie 84 *T. minor,* 28 *O. armatus,* 22 *M. pygmaea,* 101 *S. pumilis,* 4 *C. denticulata,* 75 *L. lignorum,* 83 *T. flavescens* und 85 *T. minutus.* Den Ausführungen von PETERSEN (1980) folgend, sind epedaphische Formen an hochwertige Nahrungsressourcen gebunden und bilden meist nur individuenarme Populationen (allerdings stellen sie oft das Biomas-

©Naturwiss. med. Ver. Innsbruck, download unter www.biologiezentrum.at

se-Maximum). Diese Arten können schon ernährungsbedingt schwer größere Populationen aufbauen, pflanzen sich zudem bisexuell fort und bringen daher meist auch nur eine Generation pro Jahr hervor, während die euedaphischen, parthenogenetischen Formen polyvoltin sind und sich unabhängig von der Jahreszeit vermehren (PETERSEN 1980).

Eine eigene Gruppe bilden in der Zönotik-Tabelle die sub- bis hochalpinen Formen. Abundanteste Arten sind 48 *P. binoculatus,* ein typischer, arktoalpiner Rohhumusbewohner und 1 *H. crassaegranulata.* Für 13 *F. mirabilis* dürfte mitentscheidend sein, daß sie Kalkstandorte meidet und saure Böden bevorzugt.

Im Gegensatz dazu sind 73 *L. cyaneus* (acidophob), 34 *O. silvarius* (troglophil), 88 *O. reyersdorfensis* (troglophil), 24 *N. muscorum* (kosmopolitisch), 52 *F. penicula,* 33 *O. sibiricus* (acidophil) und 100 *S. parvulus* (hygrophil) solche Arten, die unterschiedlichste Bodenansprüche stellen, aber den subalpinen Bereich meiden (nicht besiedeln können).

Das selbe gilt für 50 *F. fimetaria,* 60 *I. paraminor,* 41 *M. hylophila* und 66 *H. nitidus,* die aber offensichtlich basische (Mull)böden bevorzugen. Bemerkenswert ist für 41 *M. hylophila,* daß diese Art im sauren Stammablaufbereich von Buchenbäumen die dominierende Art ist, solange sich überhaupt noch Collembolen im Wurzeltaschenbereich aufhalten (KOPESZKI 1991, 1992). Sie zeigt sich aber in Vorarlberg auf Grund ihrer Repräsentanz als typisch basophile Art, während sie im Kalkbuchenwald als acidophile Art erschien (KOPESZKI 1991). An diesem Beispiel erkennt man wiederum, daß ökologische Charakterisierungen einzelner Arten, die noch dazu nicht sehr abundant auftreten, ohne physiologische und autökologische Studien sehr schwierig sind.

5. Literatur:

AMT d. VLBG. LANDESREGIERUNG (Hrsg.) (1993): Projekt Waldökosystemforschung – Waldbodensanierung. Abschließender Bericht. – Schriftenreihe Lebensraum Vlbg. Bd. **16,** 157 pp., Umweltinformationsdienst Vlbg., Montfortstr. 4, 6901 Bregenz.

ANDERSON, J.M. (1975): The enigma of soil animal species diversity. – In VANEK, J. (ed.): Progress in Soil Zoology. Proc. 5th Int. Coll. Soil Zool. The Hague: W. Junk and Prague: Academia, 51 - 58.

ANDERSON, J.M., P. INESON & S.A. HUISH (1983): Nitrogen and cation mobilization by soil fauna feeding on leaf litter and soil organic matter from decidous woodland. – Soil Biol. Biochem. **15:** 463 - 467.

BECK, L. (1989): Lebensraum Buchenwaldboden. 1. Bodenfauna und Streuabbau – eine Übersicht. – Verh. Ges. Ökol., **17:** 47 - 54.

BENGTSSON, G., T. GUNNARSSON & S. RUNDGREN (1983): Growth changes caused by metal uptake in a population of *Onychiurus armatus* (Collembola) feeding on metal polluted fungi. – Oikos **40:** 216 - 225.

BENGTSSON, G., L. OHLSSON & S. RUNDGREN (1985): Influence of fungi on growth and survival of *Onychiurus armatus* (Collembola) in a metal polluted soil. – Oecologia (Berlin) **68:** 63 - 68.

BÅÅTH, E., B. BERG, U. LOHM, H. LUNDKVIST, T. ROSSWALL, B. SÖDERSTRÖM & A. WIREN (1980): Effects of experimental acidification and liming on soil organisms and decomposition in a Scots pine forest. – Pedobiologia **20:** 85 - 100.

CHRISTIAN, E. (1985): Springschwänze (Collembolen) aus Vorarlberg. – Jb. Vorarlb. Landesmus.-ver., **1984:** 83 - 89.

– (1987): Catalogus Faunae Austriae, Teil XIIa: U.-Kl.: Collembola (Springschwänze). – Österr. Akad. d. Wiss., Wien, 83 pp.

CHRISTIANSEN, K., M.M. DA GAMA & P. BELLINGER (1983): A Cataloque of the Species of the Genus Pseudosinella. – Cienc. Biol. Syst. Ecol. (Portugal) **5:** 13 - 31.

DEHARVENG, L. (1982) A propos des *Folsomia* du groupe *quadrioculata* Tullberg, 1871. – Rev. Ecol. Biol. Sol. **19:** 613 - 627.

FUNKE, W. (1986): Tiergesellschaften im Ökosystem "Fichtenforst" (Protozoa, Metazoa – Invertebrata) – Indikatoren von Veränderungen in Waldökosystemen. – Kernforschungszentrum Karlsruhe (KfK) – Projekt Europäisches Forschungszentrum zur Maßnahmen der Luftreinhaltung (PEF), **9:** 150 pp.

– (1991): Tiergesellschaften in Wäldern – Ihre Eignung als Indikatoren für den Zustand von Ökosystemen. – KfK-PEF **84:** 202 pp.

GISIN, H. (1960): Collembolenfauna Europas. – Genf (Mus. d'Hist. Nat.), 312 pp.

– (1964) Collemboles d'Europe. VI. – Rev. Suiss Zool. **71:** 383 - 399.

©Naturwiss. med. Ver. Innsbruck, download unter www.biologiezentrum.at

HÜTHER, W. (1962): Beitrag zur Gattung *Willemia* Börner. (Collembola). – Beitr. Entomol. **12:** 511 - 526.

HUHTA, V., R. HYVÖNEN, P. KAASALAINEN, A. KOSKENNIEMI, J. MAUNA, I. MÄKELÄ, M. SULANDER & P. VILKAMAA (1986): Soil fauna of Finnish coniferous forests. – Ann. Zool. Fennici **23:** 345 - 360.

HÅGVAR, S. (1982): Collembola in Norwegian coniferous forest soils. I: Relations to plant communities and soil fertility. – Pedobiologia **24:** 255 - 296.

– (1983): Collembola in Norwegian coniferous forest soils. II. Vertical distribution. – Pedobiologia **25:** 383 - 401.

HÅGVAR, S. & G. ABRAHAMSEN (1984): Collembola in Norwegian coniferous soils. III. Relations to soil chemistry. – Pedobiologia **27:** 331 - 339.

JANETSCHEK, H. (1961): Das Tierreich. – In: K. ILG (Hrsg.), Landes- und Volkskunde, Geschichte, Wirtschaft und Kunst Vorarlbergs: 173 - 240, Wagner, Innsbruck.

KOPESZKI, H. (1991): Abundanz und Abbauleistung der Mesofauna (Collembolen) als Kriterien für die Bodenzustandsdiagnose im Wiener Buchenwald. – Zool. Anz. **227:** 136 - 159.

– (1992): Veränderungen der Mesofauna eines Buchenwaldes bei Säurebelastung. – Pedobiologia **36:** 295 - 305.

PALISSA, A. (1964): Apterygota – Urinsekten. – Die Tierwelt Mitteleuropas (Leipzig). – V. 4, Lfg. **1a,** 407 pp.

PETERSEN, H. (1980): Population dynamic and metabolic characterization of Collembola species in a beech forest ecosystem. – In: D. DINDAL (ed.) Soil biologyas related to land use practices. – Proc. VII. Int. Coll. Soil Zool. Syracuse: 806 - 833. EPA, Washington D.C.

PETERSEN, H. & M. LUXTON (1982): A comperative analysis of soil fauna population and their role in decomposition processes. – Oikos **39:** 286 - 387.

RUSEK, J. (1971): Zur Taxonomie der Tullbergia (*Mesaphorura*) *krausbaueri* (Börner) und ihrer Verwandten (Collembola). – Acta ent. bohemoslov. **68:** 188 - 206.

– (1973): Zur Collembolenfauna (Apterygota) der Praealpe Venetae. – Boll. Mus. Civ. Venezia **24:** 71 - 95.

– (1974): Zur Taxonomie der Tullbergiinae (Apterygota: Collembola). – Vestnik cs. Spolec. zool. **38:** 61 - 70.

– (1976): New Onychiuridae (Collembola) from Vancouver Island. – Can. J. Zool. **54:** 19 - 41.

– (1982): European *Mesaphorura* species of the *sylvatica*-group (Collembola, Onychiuridae, Tullbergiinae). – Acta ent. bohemoslov. **79:** 14 - 30.

SANTOS, F.P. & W.G. WHITFORD (1981): The effects of microarthropods on litter decomposition in a Chihuahuan desert ecosystem. – Ecology **62:** 654 - 663.

SCHÄFER, M. (1989): Die Bodentiere eines Kalkbuchenwaldes: ein Ökosystemforschungsprojekt. – Verh. Ges. Ökol. **17:** 203 - 212.

– (1991): 14. Fauna of the European temperate deciduous forests. – In: RÖHRING, E. & B. ULRICH (eds.) Ecosystems of the World 7, Temperate deciduous forests: 503 - 525. Elsevier, Amsterdam, Tokyo.

SCHÄFER, M. & J. SCHAUERMANN (1990): The soil fauna of beech forests: comparison between a mull and a moder soil. – Pedobiologia **34:** 299 - 314.

SEASTEDT, T.R. (1984): The role of microarthropods in decomposition and mineralization processes. – Ann. Rev. Entomol. **29:** 25 - 46.

VOGEL, J. (1988): Zur Collembolenfauna unterschiedlicher Waldbiotope in Schleswig-Hollstein. – Faun.-Ökol. Mitt. **6:** 53 - 60.

WEIDEMANN, G. & J. SCHAUERMANN (1986): Die Tierwelt, ihre Nahrungsbeziehungen und ihre Rolle. – In: ELLENBERG, MAYER & SCHAUERMANN (Hrsg.), Ökosystemforschung, Ergebnisse des Solling-Projektes. Ulmer, Stuttgart: 179 - 266.

WOLTERS, V. (1983): Ökologische Untersuchungen an Collembolen eines Buchenwaldes auf Kalk. – Pedobiologia **25:** 73 - 85.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: Berichte des naturwissenschaftlichen-medizinischen Verein Innsbruck

Jahr/Year: 1994

Band/Volume: 81

Autor(en)/Author(s): Meyer Erwin, Kopeszki Hubert

Artikel/Article: Artenzusammensetzung und Abundanz von Collembolen in Waldböden Vorarlbergs (Österreich). 151-166