

Über die Collembolenfauna verschiedener Waldböden.

Von Gabriele Haybach, Wien.

(Institut für Geologie und Bodenkunde, Hochschule für Bodenkultur in Wien).

Einleitung	35
Methodik	36
Die Collembolenfauna verschiedener Waldstandorte	37
Abhängigkeit der Collembolenfauna von Bodentyp und Bestand	49
Zusammenfassung	53
Schrifttum	53

Einleitung.

Die Collembolen sind eine der wichtigsten Tiergruppen der Bodenlebewelt, doch wurde ihre Bedeutung nicht sogleich erkannt. DIEM (1903) z. B. will sie nur im weiteren Sinn zur Bodenfauna rechnen. Auch JAUS (1934/35) und PILLAI (1922) behandeln sie ziemlich nebensächlich. Solche Anschauungen blieben allerdings vereinzelt. Dies ist vor allem Forschern zu verdanken, die bahnbrechend auf dem Gebiet der Collembolenforschung wirkten. Es sind dies LINNANIEMI mit seiner „Apterygotenfauna Finlands“ (1907, 1912), in der er bereits die Collembolenfauna verschiedener Standorte unterscheidet (Waldboden, Humusfauna, Laubfauna, Fjeldfauna) und HANDSCHIN, der sich in unzähligen Arbeiten mit dieser Tiergruppe befaßte. Nur zwei der größeren seien genannt: „Die Collembolenfauna des Schweizerischen Nationalparkes“ (1924) und „Die Collembolen des Zehlaubruches“ (1928). Wichtige ökologische und zum Teil biozönotische Arbeiten folgten. Ich möchte nur einige derjenigen erwähnen, die mir zum Vergleich mit dieser Mitteilung wichtig erscheinen. Die anderen sind aus dem Literaturverzeichnis ersichtlich (siehe auch das Literaturverzeichnis bei GISIN 1943).

KRAUSSE (1928/29) vergleicht Kiefern- mit Fichtenwald, nimmt jedoch nur die Nadeldecke samt den Moosen. SCHUBERT (1933) behandelt die Collembolenfauna verschiedenster Standorte einschließlich der Wälder (Buche, Fichte). Auch er untersuchte nur den Bestandesabfall und nicht den Boden selbst. Anders VOLZ (1934/35); da er die Mikroschichtung der Fauna von Waldböden untersuchte, ging er näher auf den Typus des Bodens ein. Wir finden bereits eine Art von Profilbeschreibung und eine genauere Bezeichnung der Humusformen. FRANZ (1945 und 1950) vergleicht die Collembolenfauna verschiedener Böden (Grünland, Acker, Wald) und deren verschiedene Schichten in Vertikalrichtung. Ebenso BUTSCHEK (1951); auch sie betrachtet neben anderen Kleintieren den Besatz an Collembolen alpiner Grünland- und Ackerböden und zieht zum Vergleich

drei Waldstandorte heran. Außerdem wird von ihr der Einfluß verschiedener Faktoren wie Bodenfeuchtigkeit, Hohlraumvolumen, Düngung etc. besprochen. Besonders SCHALLER (1949) ist zu nennen; seine Untersuchungen beziehen sich auf zwei gut unterschiedene Bodentypen (Rendsina und Terra fusca); sie geben ein klares Bild von der Collembolenfauna an Hand von quantitativen Artentabellen und berücksichtigen auch die jahreszeitlichen Schwankungen. PSCHORN-WALCHER (1952) und RONDE (1957) möchte ich deswegen gemeinsam nennen, weil beide ihre Untersuchungen mit der Absicht durchführten, die Ergebnisse für den Waldbau auswertbar zu machen.

Meine Arbeit ist auch aus dieser Zielsetzung hervorgegangen. Sie ist im Rahmen der bodenbiologischen Bearbeitung von Walddüngungsversuchen in Österreich und Deutschland entstanden*), über die von FRANZ und LOUB (1959) unter dem Titel: „Bodenbiologische Untersuchungen an Walddüngungsversuchen“ zusammenfassend berichtet wurde. Dieser Arbeit sind mehrere Vorberichte, so von FRANZ (1956), FRANZ und JELEM (1956) sowie LOUB (1959) vorangegangen.

Über Anregung von Herrn Prof. H. Franz, dem ich dafür auch an dieser Stelle herzlich danke, verglich ich einerseits die Zusammensetzung der Collembolenfauna verschiedener ungedüngter Waldböden und verfolgte andererseits die Veränderungen, die sich im Artenbestand nach Zufuhr verschiedener Mineraldünger vollzogen. In der vorliegenden Arbeit soll über die Ergebnisse des Vergleiches ungedüngter Waldflächen berichtet werden. Die untersuchten Waldflächen sind überwiegend Fichtenreinbestände, befinden sich aber in verschiedener klimatischer Lage und weisen recht verschiedene Bodenverhältnisse auf. Das machte es möglich, den Einfluß der Bodenbeschaffenheit auf die Zusammensetzung der Bodenfauna zu studieren. Da nur von einem Teile der Flächen zu mehreren Terminen Bodenproben entnommen werden konnten, von anderen nur zu verschiedenen Zeitpunkten eingesammelte Einzelproben vorliegen, ließen sich jahreszeitliche und witterungsbedingte Unterschiede nicht völlig ausschalten. Das Material ist auch noch zu wenig umfangreich, um eine abschließende Beurteilung der Wechselbeziehungen zwischen Bodenfauna und Bodenfaktoren zu ermöglichen. Trotzdem zeigt die statistische Verarbeitung des vorhandenen Materials doch schon gewisse Zusammenhänge.

M e t h o d i k.

Wie schon AGRELL (1941) ausführte, empfiehlt sich die Verwendung der Volumeinheit als Vergleichsmaß besonders bei der Untersuchung der Kleinfafa im Boden. Dies wurde insofern angewendet, als die Bodenproben mittels Metallrähmchen ($6 \times 8 \times 4$ cm) genommen wurden, nachdem die Förna entfernt worden war. Als Einheit wurden 5 Rähmchen je Standort entnommen, das entspricht dem Volumen von ca. 1 dm^3 Erde. Die Tiere wurden mittels der Anwendung der Tullgren'schen Modifikation

*) Diese Untersuchungen wurden vom Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft in dankenswerter Weise aus ERP Mitteln gefördert.

des Berlesetrichters gewonnen. Aus der Auffangflüssigkeit (78% Alkohol + einige Tropfen Glycerin) wurden sie dann mittels Pinsel unter dem Binokular ausgelesen und in die entsprechende Fixierflüssigkeit gebracht (Lösung nach Gisin, Mitteilungen an Korrespondenten, Feb. 1957). Zur mikroskopischen Bestimmung verwendete ich ebenfalls die von Gisin in den Mitteilungen angegebenen Lösungen. Als Bestimmungsliteratur kamen vor allem die Hilfstabellen zur Bestimmung der holarktischen Collembolen (1944) von GISIN, die Apterygotenfauna of Poland von STACH (1947 bis 1957) und Einzelbeschreibungen neuer Arten in Betracht (BUTSCHEK 1948, DELAMARE-DEBOUTTEVILLE und GISIN 1951, GISIN 1942, 1944, 1949, 1950, 1952, 1953, 1955, 1956, 1957).

Ich möchte an dieser Stelle Herrn Dr. H. Gisin herzlich für die stete Hilfe bei der Bestimmung schwieriger Arten danken. Auch für manchen wertvollen Ratschlag bin ich ihm zu Dank verpflichtet.

Die Collembolenfauna verschiedener Waldstandorte.

„Es steht fest, daß die Bodentiere nicht nur für die Durchmischung und Durchlüftung des Erdreiches, sondern auch für die Zersetzung organischer Abfallstoffe und die Humusbildung von außerordentlicher Wichtigkeit sind“ (FRANZ 1945). Setzt man statt Bodentiere „Collembolen“, so steht deren Bedeutung klar vor Augen. Man könnte vielleicht einwenden, daß sie infolge ihrer geringen Größe von einigen wenigen Millimetern doch nicht viel bewirken könnten. Doch dieser Mangel wird durch ihre Massentwicklung behoben.

Darminhaltsuntersuchungen bzw. Messungen des Darminhaltvolumens von SOUDEK (1928), SCHALLER (1950) und DUNGER (1956) liefern uns genauere Angaben über die Bedeutung der Collembolen. DUNGER (1956) ermittelte durch Laboratoriumsversuche, daß überwintertes Fallaub (schon bakteriell zersetzt) und Exkreme von verschiedenen größerer Tierarten (z. B. *Diplopoden*, *Isopoden*) gerne gefressen werden. Davon werden das Schwammparenchym, das Palisaden- und Mesophyllgewebe des Laubes weitgehend verdaut, während die zellulosereiche Epidermis und die verholzten Wandverdickungen nur mechanisch zerkleinert (bis 60 μ) werden. Die Untersuchung des Kotballenbefraßes zeigte, daß eine weitere Zerkleinerung und vollständige Zersetzung des Mesophylls und außerdem eine starke Auflösung der unverholzten Tracheenwände stattfindet. Dies ist insofern wichtig, als dadurch die Bloßlegung der ligninhaltigen Wandverdickungen erfolgt und die Bildung der Huminstoffe aus Lignin (LAATSCH 1948, FRANZ 1955) vorbereitet wird. SCHALLER (1950) erwähnt die Bedeutung der Collembolenexkreme bei den Anfangsbodenbildungen (es werden keine echten Tonhumuskomplexe erzeugt) und errechnet, daß 100.000 Collembolen pro 1 m² in einem Laubwaldboden pro Jahr ca. 183 cm³ „Humus“ erzeugen. Die primäre Bedeutung der Collembolen ist hiemit besprochen.

Ein Zweites darf nicht übersehen werden. GISIN (1942) bringt dies in Anlehnung an KSENEMAN (1938) in einem Satz zum Ausdruck: „Die Lebensgemeinschaften der Collembolen ermöglichen eine zoologische Charakteristik der Böden, die Aufschluß über deren biologische und wirt-

schaftliche Eigenschaften gibt“. GISIN versucht das bereits in seinen „... Lebengemeinschaften der Collembolen im Schweizerischen Exkursionsgebiet Basels“ (1943) mit der Aufstellung von Synusien. STRENZKE (1949) geht ähnlich vor und ordnet die von ihm gefundenen Gemeinschaften in die Synusien GISINS ein.

Es würde zu weit führen, hier an diese Aufgabe heranzugehen. Doch ist es möglich, die gefundenen Collembolen in das System der Lebensformen (GISIN 1943) einzureihen. Die meisten gehören dem Euedaphon und dem mesophilen Hemiedaphon an; vereinzelt fanden sich Vertreter des Atmobios.

Es soll nun die Besprechung der einzelnen Standorte und ihrer Collembolenfauna angeschlossen werden. Und zwar soll dies an Hand von Profilbeschreibungen (für deren Überlassung ich Herrn Dr. W. Loub sehr danke) und Tabellen geschehen. Die Standorte werden so zusammengefaßt, daß diejenigen mit gleichem Bodentyp aufeinanderfolgen. Die Nummern in der Klammer neben dem Standortnamen bezeichnen die Einzelproben. Es wird die absolute Individuenzahl pro 1 dm³ Erde angegeben.

A r b e s b a c h (W 138)

Niederösterreichisches Waldviertel

Bodentyp: Podsol

Vegetation: Fichte, daneben vereinzelt Kiefern und Birken, *Vaccinium myrtillus*, *Vaccinium Vitis Idaeae*, *Deschampsia flexuosa*, *Calluna vulgaris*, Moose und Flechten

Seehöhe: ca. 700 m

Profilbeschreibung:

A ₀₀ +A ₀	5(3)—0	cm	Nadelstreu und Grobmoder, pH = 3,5
A ₁	0 — 2(5)	cm	Humoser lehmiger Sand mit einigen blanken Quarzkörpern, Humusform mullartiger Moder, Einzelkornstruktur, gut durchwurzelt, Farbe 10 YR 2/1, pH = 3,3
A _{2e}	2(5)—4(6)	cm	Schwach lehmiger Sand, Einzelkornstruktur, gut durchwurzelt, Farbe 10 YR 4/2, pH = 3,3.
B _s	4(6)—20(35)	cm	Schwach lehmiger Sand, Einzelkornstruktur bis granuläre Struktur, gut bis mäßig durchwurzelt, Farbe 5 YR 4/4, pH = 4,2
(B)	20(35)—65	cm und tiefer	Sand oder Grobsand, Farbe 10 YR 5/4—5/5, pH = 4,5
Muttergestein			Granit

P i c h e l (W 125, W 128)

bei Mitterdorf im Mürztal, Steiermark

Bodentyp: Podsol

Vegetation: 40-jährige Fichte, *Vaccinium myrtillus*, etwas *Sphagnum*

Seehöhe: ca. 600 m

Profilbeschreibung:

A ₀₀ +A ₀	10	— 0	cm	Nadelförna, darunter Grobmoder
A ₁	0	— 2(4)	cm	Humoser, schwach lehmiger Feinsand, mit reichlichem Be- satz von Steinen (bis 3 cm im Durchmesser), Humusform mullartiger Moder, Einzelkorn- struktur, gut durchwurzelt
A _{2e}	2(4)	— 12(15)	cm	Schwach lehmiger Sand, stark von Grand durchsetzt, Einzel- kornstruktur, gut durchwurzelt
B _s	12(15)	— 18(22)	cm	Leicht verfestigter, schwach lehmiger Sand, granuläre Struk- tur bis undeutliche Schollen, mäßig durchwurzelt
BC	18(22)		cm und tiefer	Anlehmiger Sand mit Grus- besatz und größeren Steinen, schwach durchwurzelt bis 60 cm

B e c k e n b u c h e n b o d e n (W 114)

Kobernauserwald, OÖ, Unterabteilung 41 g (FRANZ und JELEM 1956)

Bodentyp: Podsol

Vegetation: Fichtenbestand mit einigen Tannen, *Vaccinium myrtillus*, *Di-
cranium scoparium*, *Hylocomium splendens*, *Sphagnum acutifolium*,
Pleurozium Schreberi

Jahresniederschlag: 1084 mm

Seehöhe: ca. 600 m

Geologischer Untergrund: Quarzschotter

Profilbeschreibung:

A ₀₀ +A ₀	8— 0	cm	Nadelförna, darunter Grobmoder, pH = 4,0
A ₁	0— 2	cm	Humoser, lehmiger Sand mit einigen blan- ken Quarzkörnern, Humusform mullartiger Moder, Einzelkornstruktur, gut durchwur- zelt, pH = 3,6
A _{2e}	2— 13	cm	Bleicher, schwach lehmiger Sand, Einzel- kornstruktur, gut durchwurzelt, pH = 3,8
B _s	13— 48	cm	Lehmiger Sand, Einzelkornstruktur bis granuläre Struktur, mäßig bis gut durch- wurzelt, pH = 4,3
BC	48— 60	cm	Lehmiger Sand, schwach von Schotter durchsetzt, pH = 4,5
C ₁	60	cm und tiefer	Schwach lehmiger Sand und Schotter

Der Collembolenbesatz und die Artenzahl (s. Tab. I) der verschiedenen untersuchten Podsolstandorte sind ziemlich hoch. Dies ist zweifellos darauf zurückzuführen, daß es sich um relativ schwach entwickelte Podsole mit noch günstiger Humusform (Moder) handelt und diese Böden in allen Fällen einen ziemlich günstigen Wasser- und Lufthaushalt aufweisen. Dies

Tabelle I. Podsole

Collembolenarten	Standorte			
	W 138	W 125	W 128	W 114
<i>Folsomia multisetata</i>	56/18	225/4	157/18	2
<i>Isotomiella minor</i>	31/7	15/4	16	57
<i>Sminthurus lubbocki</i>	21/6	9	4	1
<i>Friesea mirabilis</i>	45/2	8	—	33
<i>Neanura conjuncta</i>	—	4	3	3
<i>Onychiurus armatus</i>	54	—	1	12
<i>Lepidocyrtus curvic.</i>	—/12	3	—	2/2
<i>Friesea denisi</i>	—	17	23	—
<i>Micranurisa pygmaea</i>	—	—	1	1
<i>Hypogastrura denticul.</i>	—	3	1	—
<i>Onychiurus subnemorat.</i>	—	106/21	24	—
<i>Isotoma notabilis</i>	10/1	—	—	9/4
<i>Tomocerus minutus</i>	3/8	—	—	19
<i>Sminthurinus aureus</i>	19/29	1	—	—
<i>Folsomia 4-oculata</i>	—	—/1	—	53
<i>Tetracanthella alpina</i>	—	3	—	5
<i>Anurophorus laricis</i>	—	—/7	1	—
<i>Tomocerus minor</i>	—	—	1	3
<i>Sminthurus fuscus</i>	—	—	2	1
<i>Micranurida mirabilis</i>	—	—	2	—
<i>Willemia anophthalma</i>	—	—	—	1
<i>Tullbergia krausbaueri</i>	—	—	—	5
<i>Onychiurus pseudo-</i> <i>vanderdrifti</i>	—	—	—	2
<i>O. subarmatus</i>	1	—	—	—
<i>O. stiriacus</i>	1	—	—	—
<i>Isotoma sensibilis</i>	4/5	—	—	—
<i>I. cf. viridis</i>	1	—	—	—
<i>Tetracanthella stachi</i>	11/15	—	—	—
<i>Entomobrya nivalis</i>	—/2	—	—	—
<i>Sminthurides pumilis</i>	1	—	—	—
<i>Bourletiella sp. juv.</i>	—/5	—	—	—
<i>Pseudachorutes parvulus</i>	—	3	—	—
<i>Onychiurus silvarius</i>	—	7	—	—
<i>O. burmeisteri</i>	—	—	2	—
<i>Isotoma violacea</i>	—	—	—	1

zeigt auch die Populationsdichte in den tieferen Schichten — aus Platzmangel mußten die Zahlenangaben der Lage von 4—8 cm in der Tabelle weggelassen werden. Die Individuenzahlen der einzelnen Spezies bewegten sich in der Höhe von ca. 10 bis maximal 95. Natürlich fanden sich in größerer Bodentiefe vor allem euedaphische Arten wie *Onychiuriden*, *Neanura*, *Tullbergia*, *Friesea*, *Micranurida*. In den oberen Bodenschichten dominierte *Folsomia multisetata* mit über 100 bis 200 Exemplaren pro 1 cm³

(die Zahlen nach dem Schrägstrich bedeuten die juvenilen Individuen) in 3 Standorten, während sie überraschenderweise in einem Standort (W 114) nur in 2 Exemplaren auftritt. *Onychiurus subnemoratus* ist insofern erwähnenswert, da er nur auf Podsolen vorkommt (vergleiche auch Tab. VIII), doch könnte dies auch geographisch-standortsmäßig bedingt sein (er wurde nur in Pichel, W 125, W 128 gefunden).

Ochsenhausen-Schachen (DD 2 c, 2 e, 9 b, 12 b, 15 b)
Württemberg, Oberschwaben

Bodentyp: Semipodsol, schwach entwickelt

Vegetation: Reine Fichte (seit 1887), *Pleurozium Schreberi*, *Hylocomium splendens*, *Polytrichum*

Seehöhe: 630 m

Jahresmitteltemperatur: 7,3° C

Jahresniederschlag: 830 mm

Die Fläche liegt in der Deckenschotterlandschaft, die sich zwischen Ulm und Ochsenhausen erstreckt. Die Schotter sind von einer mehr oder weniger mächtigen Staublehmdecke, welche bis in bedeutende Tiefen entbast ist und zur Dichtlagerung neigt, überdeckt.

Profilbeschreibung:

Moosdecke + A ₀₀	7(6)—5	cm	Nadelstreu, vereinzelt Kleintierexkremete
A ₀	5 — 0	cm	Grobmoder, nach unten zu stärker zersetzt, pH = 3,5
A ₁	0 — 2(3)	cm	Stark humoser, schluffiger Lehm mit blanken Quarzkörnern, Einzelkornstruktur, stark mit feinen Wurzeln durchsetzt. Farbe 7,5 YR 3/2, pH = 3,2
AB _h	2(3)—4(6)	cm	Schwach sandiger, schluffiger Lehm, vereinzelt mit Quarzschotter durchsetzt, Einzelkornstruktur, schwächer durchwurzelt als der A ₁ , unregelmäßig wolkige Humuseinwaschungen. Farbe 7,5 YR 3/2—4/2 pH = 4,2
(B) ₁	4(6)—24(25)	cm	Schwach sandiger, schluffiger Lehm, unregelmäßig durchwurzelt mit einzelnen Steinen, granuläre bis undeutlich blockige Struktur, Farbe 10 YR 5/6
(B) ₂	24(25)—40	cm	Schwach sandiger, schluffiger Lehm mit starkem Grus- und Steinbesatz, gut durchwurzelt, Farbe 10 YR 5/8
(B) ₃	40 — 55	cm	Schwach lehmiger Sand, mäßig durchwurzelt, Farbe 10 YR 5/8—6/8
(B)C	55 — 95	cm	Lehmiger Sand, fast nicht durchwurzelt, und tiefer Farbe 7,5 YR 5/7

Obwohl der Semipodsol dem Podsol sehr nahe steht, zeigen sich doch Unterschiede im Collembolenbesatz (Tab. II). *Onychiurus armatus* ist zwar als eurytopes Tier bekannt, doch scheint es mir bemerkenswert, daß er hier die Dominanz erreicht, während er auf den Podsolstandorten mehr oder weniger in den Hintergrund tritt. *Isotomiella paraminor*, die nach GISIN mit *Isotomiella minor* vikariiert, tritt hier als neue Art auf, während *I. minor* nur in wenigen Exemplaren aufscheint. *Folsomia multiseta* verschwindet an diesem Standort vollkommen, ebenso *Neanura conjuncta*, *Lepidocyrtus curvicollis* und noch einige andere Arten, die aus der Tabelle

Tabelle II. Schwach entwickelter Semipodsol

Collembolenarten	Standorte				
	DD 2 c	2 e	9 b	12 b	15 b
<i>Onychiurus armatus</i>	128	65/7	29	149/2	72/4
<i>Friesea mirabilis</i>	6	64	8	31	5
<i>Isotoma notabilis</i>	10/5	34/16	9	25/11	5/1
<i>Isotomiella paraminor</i>	19/2	31/2	7	15	43/4
<i>Neanura muscorum</i>	1	1	1	2	—
<i>Tullbergia krausbaueri</i>	9	26	—	49	65
<i>Folsomia 4-oculata</i>	3/3	5/22	10	19	—
<i>Tomocerus minor</i>	5	9	—	21	1
<i>Pseudachorutes parvul.</i>	1	4	—	—	1
<i>Isotoma violacea</i>	19	2	—	11	—
<i>Willemia anophthalma</i>	—	15	—	19	41
<i>Onychiurus cf. subarmatus</i>	4	—	3	—	—
<i>Hypogastrura denticulata</i>	—	9	2	—	—
<i>Isotomiella minor</i>	—	3	—	—	7
<i>Micranurida mirabilis</i>	—	—	—	—	1
<i>Anurophorus laticis</i>	1	—	—	—	—
<i>Tomocerus cf. flavescens</i>	—	—	—	—	—/2
<i>Sminthurus lubbocki</i>	1	—	—	—	—
<i>S. fuscus</i>	1	—	—	—	—
<i>Odontella empodialis</i>	—	1	—	—	—
<i>Orchesella flavescens</i>	—	1	—	—	—
<i>Isotoma sensibilis</i>	—	—	1	—	—
<i>Micranurida pygmaea</i>	—	—	3	—	—
<i>Lepidocyrtus lanuginosus</i>	—	—	—	1	—
<i>Sminthurinus aureus</i>	—	—	—	3	—

ersichtlich sind. Außerdem wird die Artenzahl geringer, beim Podsol waren es 35, hier sind es nur 25 Spezies. Dies könnte darauf zurückzuführen sein, daß der Standort sehr kühl ist und daher die Temperatur als Faktor limitans zu werten ist. Eine gewisse Rolle könnte auch die Bodenart (schwach sandiger, schluffiger Lehm — kleineres Hohlraumvolumen) spielen.

S a n d l (W 112, W 134, W 143)

Domäne Rosenhof bei Sandl, Mühlviertel

Bodentyp: Semipodsol auf Mauthausner Granit

Vegetation: Fichtenbestand (*Vaccinium myrtillus*-Typ)

Seehöhe: 950 m

Lage: Hengstberg bei Schloß Rosenhof, flache Kuppe

Profilbeschreibung:

A ₀₀ +A ₀	4— 0 cm	Fichtennadelförna, darunter Grobmoder, Farbe 10 YR 2/2, pH = 4,5
A ₁	0— 4 cm	Stark humoser lehmiger Sand, Humusform mullartiger Moder, Einzelkornstruktur, gut durchwurzelt, Farbe 10 YR 7/3, pH = 3,7
B _s	4—19 cm	Sandiger Lehm, Einzelkornstruktur, mäßig durchwurzelt, Farbe 7,5 YR 4/4, pH = 4,5
BC	19—25 cm	Stark grusiger, sandiger Lehm, Farbe 7,5 YR 5/2, pH = 5,0
C ₁	25—30 cm	Granitgrus
C ₂	30 cm und tiefer	Granit

Zwischen Sandl und den Podsolstandorten finden sich gewisse Parallelen, was auf die Ähnlichkeit des Klimas und der Bodenart zurückführbar wäre. Hier tritt z. B. *Folsomia multisetata* wieder auf, ebenso *Tomocerus minutus* und *Neanura conjuncta*. Interessant ist, daß gerade in der Probe, wo *Neanura conjuncta* fehlt, *Neanura muscorum* an ihre Stelle tritt. Vielleicht handelt es sich um vikariierende Arten. Die Dominanz erreicht dies-

Tabelle III. Semipodsol

Collembolenarten	Standorte		
	W 112	W 134	W 143
<i>Friesea mirabilis</i>	150	208	208
<i>Neanura conjuncta</i>	14	—	4/1
<i>Onychiurus armatus</i>	44	55/22	91
<i>Tullbergia krausbaueri</i>	12	8	7
<i>Isotoma notabilis</i>	35/11	15/12	4/7
<i>I. violacea</i>	3	8/36	—/2
<i>Isotomiella minor</i>	63/9	84/15	64/21
<i>Folsomia multisetata</i>	39	17/5	—/3
<i>Tomocerus minutus</i>	5	2	1/8
<i>Willemia anophthalma</i>	5	4	—
<i>Folsomia 4-oculata</i>	5	—/13	—
<i>Pseudachorutes parvulus</i>	—	2	2
<i>Tomocerus flavescens</i>	—	5/4	1
<i>Sminthurinus aureus</i>	—	12	10
<i>Hypogastrura armata</i>	3	—	—
<i>Onychiurus vontörnei</i>	5/1	—	—
<i>O. cf. uliginatus</i>	1	—	—
<i>Tetracanthella alpina</i>	24	—	—
<i>Tomocerus minor</i>	4	—	—
<i>Lepidocyrtus sp.</i>	1	—	—
<i>Micranurida forsslundi</i>	—	—	6
<i>Tetracanthella stachi</i>	—	—	9
<i>Neanura muscorum</i>	—	5	—
<i>Tullbergis callipygos</i>	—	—/1	—
<i>Isotoma sensibilis</i>	—	—/1	—
<i>Tetracanthella cf. alpina</i>	—	13	—
<i>Orchesella flavescens</i>	—	1	—
<i>Lepidocyrtus cf. violaceus</i>	—	—/5	—
<i>Pseudosinella wahlgreni</i>	—	—/1	—

mal *Friesea mirabilis*. Was die Artenzahl betrifft, nähert sie sich mit ihren 30 Spezies mehr dem Podsol; auch was die maximale Populationsdichte anbelangt, zeigen sich Beziehungen zum Podsol. In Sandl fanden sich 568 Exemplare als Maximum in den oberen Horizonten, in Pichel 578. In der Tiefe von 4—8 cm überwiegt die Anzahl an Tieren im Podsol mit maximal 175 gegenüber dem Semipodsol mit 31 Individuen.

D o r n s t e t t e n (DD 4 b, 10 c, 14 c, 17 c, 18 c)
 Württembergischer Schwarzwald

Bodentyp: Sol lessivé auf Buntsandstein mit leicht podsoliger Dynamik
 (die Lessivierung wurde durch hier nicht wiedergegebene Analysen
 klargestellt: der Tongehalt steigt von 9,3% im A₁ Horizont auf 16%
 im B₁ Horizont)

Vegetation: Reine Fichtenpflanzung seit 1893, *Hyloconium splendens*,
 etwas *Mnium undulatum*

Grundgestein: Oberer Buntsandstein

Seehöhe: 600 m

Jahresmitteltemperatur: 7° C

Jahresniederschlagsmenge: 950 mm

Profilbeschreibung:

	Moosdecke + A ₀₀	
	8 (6) — 6 (4) cm	Nadelstreu fast unzersetzt
A ₀	6 (4) — 0 cm	Gegen den Mineralboden zunehmend zer- setzter Moder, Nadelstreureste und kopro- gener Humus
A ₁	0 — 1 (3) cm	Sehr schwach humoser lehmiger Sand mit einigen Wurzel- und Wurmrohren. Farbe 5 YR 2/1—2/2, pH = 3,7
A ₂	1 (3) — 35(40) cm	Schwach steiniger, schwach lehmiger Sand, von Buntsandsteingeröllen durchsetzt. Un- gleichmäßig durchwurzelt, im Wurzel- bereich gekrümelt, dazwischen große dichte Schollen. Farbe 5 YR 4/3—5/3, pH = 3,0
B ₁	35(40) — 60(70) cm	Lehmiger Sand, etwas dichter und bindiger als der A ₂ , ebenso schwächer durchwurzelt. Farbe 5 YR 4/3, pH = 4,2
C ₁	60(70) cm und tiefer	Verwitterter Buntsandstein

Dieser Standort dürfte sehr gute Bedingungen für das Gedeihen von Collembolen bieten. Denn die maximale Populationsdichte erreicht die Höhe von 1645 Individuen, die Artenzahl beläuft sich auf 33, auch die tieferen Lagen sind relativ gut besiedelt (Maximum 140 Tiere). Es sind wieder euedaphische Arten wie *Tullbergia krausbaueri*, *Onychiurus armatus*, die den Hauptbestandteil der Tiere in 4—8 cm Tiefe ausmachen. Als neue Art tritt *Onychiurus 4-ocellatus* auf, der sich nur hier in Dornstetten findet (vgl. Tab. VIII). Bemerkenswert erscheint mir, daß *Folsomia*

multisetata mit *Folsomia 4-oculata* und *Isotomiella minor* mit *I. paraminor* gemeinsam vorkommen. Vergleicht man jedoch die Zahlen in der Tabelle (Tab. IV), so sieht man, daß *Folsomia multisetata* gegenüber *F. 4-oculata* überwiegt — somit wäre eine Ähnlichkeit mit dem Podsol gegeben. Ebenso dominiert *Isotomiella minor* über *I. paraminor*, was wieder zum Semipodsol hinweisen würde.

Tabelle IV. Sol lessivé

Collembolenarten	Standorte					
	DD 4 b	10 c	12 b	14 c	17 c	18 c
<i>Willemia anophthalma</i>	1	9	19	35	68	96
<i>Tullbergia krausbaueri</i>	39	40	49	26	231	865
<i>Onychiurus armatus</i>	3	3	149/2	25/7	2	15/4
<i>Folsomia 4-oculata</i>	75/89	45/17	19	115/32	16/12	45/27
<i>Isotomiella paraminor</i>	2	39	15	14/11	80/6	45/3
<i>Isotoma notabilis</i>	4	56	25/11	49	43/26	49/17
<i>Onychiurus 4-ocellatus</i>	11	13/2	—	3/15	8	16/1
<i>Folsomia multisetata</i>	103/35	164/22	—	210/98	16/8	152/59
<i>Isotomiella minor</i>	9/7	19	—	70/59	94/8	136/6
<i>Lepidocyrtus curvicollis</i>	—/14	1	—	1/37	2/1	1
<i>Sminthurinus aureus</i>	—	1	3	1	7	—/1
<i>Willemia inermis</i>	1	—	—	—	4	3
<i>Friesea mirabilis</i>	—	—	31	49	—	53
<i>Micranurida pygmaea</i>	—	—	—	7	15	10
<i>Pseudachorutes parvulus</i>	3	59	—	—	—	2
<i>Neanura muscorum</i>	3/1	1	2	—	—	—
<i>Isotoma violacea</i>	1	—	11	—	—	—
<i>Orchesella</i> sp.	—/59	—	—	—/5	—	—
<i>Sminthurus lubbocki</i>	—	3	—	2/9	3	—
<i>Tomocerus flavescens</i>	—	—	—	—	2	—/2
<i>Tomocerus minor</i>	—	1	21	—	—	—
<i>Lepidocyrtus lanuginosus</i>	—	—	1	—	—	—
<i>Tomocerus longicornis</i>	—	—	—	1/1	—	—
<i>Willowsia nigromaculata</i>	—	—	—	1	—	—
<i>Friesea denisi</i>	—	—	—	3	—	—
<i>Odontella empodialis</i>	—	3	—	1	—	—
<i>Dicyrtoma minuta</i>	—	—	—	1	—	—
<i>Onychiurus absoloni</i>	—	—	—	—	3	—
<i>Micranurida mirabilis</i>	—	—	—	—	—	7
<i>M. handschini</i>	—	—	—	—	—	1
<i>Pseudachorutes subcrassus</i>	—	—	—	—	—	—/2
<i>Pseudosinella wahlgreni</i>	—	—	—	—	—	2

Ochsenhausen-Ottobühl (DD 13 b)

Württemberg, Oberschwaben

Bodentyp: Stagnogley

Vegetation: Reine Fichte seit 1884, *Sphagnum acutifolium*, *Pleurozium Schreberi*, *Polytrichum attenuatum*, *Dicranum scoparium*, stellenweise *Vaccinium myrtillus* und *Lycopodium* sp.

Seehöhe: 693 m

Geologischer Untergrund: Nach Prof. Kraus (mündliche Mitteilung) Geschiebelehm mit Moränenschotter

Profilbeschreibung:

A ₀₀ +A ₀	5— 0 cm	Sphagnum, darunter Grobmoder, stellenweise verfestigter Trockentorf, stark durchwurzelt, pH = 2,9
A ₁	0—20 cm	Stark humoser, sandiger Lehm, granuläre bis undeutlich blockige Struktur, mäßig durchwurzelt, pH = 3,3
G	20 cm und tiefer	Lehm, blockige Struktur, sehr schwache Durchwurzelung, deutliche Gleyfleckung, nach unten zu stärker

Ochsenhausen-Reichenbach (DD 8 c, 16 a)

Württemberg, Oberschwaben

Bodentyp: Pseudogley

Vegetation: Reine Fichte, 85-jährig, *Hylocomium splendens*, *Polytrichum*, *Rhytidiadelphus triqueter*, *Sphagnum sp.*

Seehöhe: 605 m

Profilbeschreibung:

A ₀₀ +A ₀	10— 0 cm	Moosdecke, darunter Moder, unter <i>Sphagnum</i> beginnende Vertorfung, pH = 3,0
A ₁	0— 5 cm	Humoser, schluffiger Lehm, Humusform mullartiger Moder bis Mull, granuläre bis undeutlich blockige Struktur, mäßig durchwurzelt, pH = 3,5
A ₂ P	5—25 cm	Schwach humoser, schluffig feinsandiger Lehm mit schwacher Gleyfleckung, Humusform mullartiger Moder bis Mull, undeutlich blockige Struktur, schwach durchwurzelt
P	25—80 cm und tiefer	Schluffiger Lehm, deutlich blockig, wenig gerundete Quarzschotter, schwach durchwurzelt

Nach starkem Regen steigt das Tagwasser bis 5 cm unter die Bodenoberfläche an.

Kobernauuserwald (W 122)

Bezirk Mattighofen, OÖ, Abteilung 40e, Weißen (FRANZ u. JELEM 1956)

Bodentyp: Pseudogley

Vegetation: Fichtenbestand mit einigen Tannen, *Vaccinium myrtillus*, *Hylocomium Schreberi*, *Hylocomium splendens*, *Polytrichum attenuatum*, *Sphagnum acutifolium*

Jahresniederschlag: 1084 mm

Seehöhe: ca. 600 m

Geologischer Untergrund: Staublehmdecke

Profilbeschreibung:

$A_{00} + A_0$	10—0 cm	<i>Sphagnum</i> , oben hell, unten schwach zersetzt, beginnende Naßtorfbildung, pH = 5,0
A_1	0—10 cm	Humoser Schluff, Humusform mullartiger Moder bis Mull, undeutlich blockige Struktur, wenig durchwurzelt, Farbe 10 YR 3/2, pH = 4,8
g_1	10—50 cm	Schwach toniger Schluff, schwach mit Kies durchsetzt, grobprismatische Struktur, wenig durchwurzelt, Grundfarbe 2,5 Y 5/2—6/2, Flecken 2,5 YR 3/4—5 YR 4/5, pH = 5,4
g_2	50—95 cm	unterscheidet sich von g_1 nur in der Farbe — 5 Y 5/2
D	95 cm und tiefer	Kies in Packung von tonigem Sand

Tabelle V. Stagnogley + Pseudogley.

Collembolenarten	Standorte			
	DD 8 c	16 a	W 122	DD 13 b
<i>Isotomiella minor</i>	6	9	222/46	3
<i>Tomocerus minor</i>	4	36/6	1	3
<i>Friesea mirabilis</i>	6	68	33	7
<i>Onychiurus pseudovanderdrifti</i>	16	—	52/13	1
<i>Tullbergia krausbaueri</i>	2	21	1	1
<i>Isotoma notabilis</i>	12	1	2	4
<i>I. sensibilis</i>	4	21/4	—	—
<i>Willemia anophthalma</i>	2	39	—	2
<i>Neanura muscorum</i>	1	5	—	7
<i>Sminthurus lubbocki</i>	62	—	1	3
<i>S. fuscus</i>	10	—	2	—
<i>Onychiurus armatus</i>	—	1/3	80/4	52/1
<i>O. subarmatus</i>	—	2	—	—
<i>O. sibiricus</i>	14	—	—	—
<i>Isotomiella paraminor</i>	9	—	—	9
<i>Folsomia 4-oculata</i>	13	—	—	15
<i>Anurida ellipsoides</i>	—	—	18	—
<i>Neanura conjuncta</i>	—	—	4	—
<i>N. muscorum</i>	—	—	—	7
<i>Hypogastrura denticulata</i>	—	—	3	2
<i>Onychiurus s-vontörnei</i>	—	—	4	—
<i>O. subuliginatus</i>	—	—	1	—
<i>O. austriacus</i>	—	—	1	—
<i>O. stiriacus</i>	—	—	5	—
<i>Folsomia multiseta</i>	—	—	—/3	—
<i>Tetracanthella alpina</i>	—	—	13	—
<i>Anurophorus laricis</i>	—	—	—	1
<i>Tomocerus minutus</i>	—	—	18	—
<i>Onychiurus absoloni</i>	—	38	—	—
<i>Lepidocyrtus violaceus</i>	—	2	—	—
<i>Friesea denisi</i>	—	—	—	10
<i>Isotoma violacea</i>	—	—	—	2

Die drei oben beschriebenen Standorte werden deshalb gemeinsam besprochen, da es sich um Bodentypen handelt, die in wesentlichen ökologischen Eigenschaften übereinstimmen. Obwohl der Wasserstau bei Pseudogley und Stagnogley verschieden lang andauert und verschieden intensiv ist, kommen doch in beiden in den tieferen Schichten zeitweise oder dauernd anaerobe Verhältnisse zustande. Außerdem handelt es sich um kalte Böden, bei denen die Erwärmung auch der oberen Schichten des Bodens langsamer vor sich geht als bei den bisher behandelten. Diese Feststellungen würden erwarten lassen, daß auch die Collembolenfauna entsprechende Ähnlichkeiten zeigt. Vergleichen wir den Pseudogley und den Stagnogley in Ochsenhausen (s. Tabelle V), so zeigen beide Standorte sowohl geringe Populationsdichte (durchschnittlich 200) wie auch sehr kleine Artenzahl (12—17 gegenüber z. B. 35 im Podsol). Die Collembolenfauna des Kobernauserwaldes hebt sich jedoch von den vorigen ab. Sowohl die Besatzdichte (516 Ind.) wie auch die Artenzahl (19) in beiden Horizonten *) sind hier höher. Qualitativ allerdings zeigen die vergleyten Böden eine gewisse Übereinstimmung. *Onychiurus pseudovanderdrifti* z. B. findet sich in allen drei Standorten; er könnte für vergleyte Böden vielleicht charakteristisch sein (an anderen Standorten nicht in nennenswerten Mengen gefunden).

Klauswald (W 130)

Hühnerkogel, bei Puchenstuben, NÖ

Bodentyp: Terra fusca

Vegetation: 100-jährige Fichte, ehemals Buchenwald (*Fagus sylvatica*),

Oxalis-Typ mit Resten von Waldmeister-Sanikel-Typ

Seehöhe: 1000 m

Profilbeschreibung:

$A_{00}+A_0$	0,5—0 cm	Nadelstreuauflage
A_1	0—4 cm	Humoser schluffiger Lehm, Humusform Mull, feinkrümelig, gut durchwurzelt, Farbe 10 YR 2/2—2/3, pH = 5,4
A/E	4—25 cm	Schwach humoser Lehm mit schwachem Grusbesatz, krümelig bis schwach blockige Struktur, gut durchwurzelt, Farbe 10 YR 4/2—5/3, pH = 5,1
$A_{2e}E$	25—45 cm	Toniger Lehm, schwach gleyfleckig, blockige Struktur, schwach durchwurzelt, Farbe 7,5 YR 4/4, Flecken 7,5 YR 5/5—5/3, pH = 5,2
Bg E	45—70 cm	Toniger Lehm, stark fleckig, undeutlich blockig, Farbe 2,5 Y 5/2, Flecken 7,5 YR 5/6
D	70 cm und tiefer	Dunkelgraue Mergelverwitterung mit einzelnen Rhätkalkbrocken

*) Populationsdichte in 4—8 cm 199 Tiere.

Rotwald (W 133)

Urwald bei Lunz, NÖ

Bodentyp: Terra fusca

Vegetation: Urwald von Buchen, Tannen

Seehöhe: 600—700 m

Profilbeschreibung:

$A_{00} + A_0$	2(1)— 0 cm	Buchenstreu, darunter Grobmoder
A_1	0— 3 cm	Stark humoser schluffiger Lehm, Humusform Mull, undeutlich blockige Struktur, gut durchwurzelt, pH = 5,5
$A_{2e}E_1$	3—40(60) cm	Schluffiger Lehm, nach unten etwas gleyfleckig, gut durchwurzelt, prismatisch-blockige Struktur, Farbe 10 YR 4/4—5/4, helle Flecken bis zu 2,5 YR 6/2
$B E_2$	40(60)—50(70) cm	Tonig schluffiger Lehm, blockige Struktur, dunkler als E_1 , Farbe 10 YR 4/3, pH = 5,7
E_2D	50(70)—110 cm	Grus von Dachsteinkalk, in Braunlehm-packung
D	110 cm und tiefer	Dachsteinkalk

Die Böden dieser Standorte zeichnen sich vor allem durch hohen Tongehalt und die entsprechende Bindigkeit aus. Wenn sie auch dichter sind als die vorhin besprochenen vergleyten Böden, so sind sie trotzdem besser durchlüftet, da hier der Wasserstau fehlt oder doch nur vorübergehend eintritt. Diese Verhältnisse spiegeln sich in der Collembolensiedlung wieder. Die Populationsdichte ist hier im Durchschnitt höher als in den durch Staunässe beeinflussten Biotopen (maximal ca. 640 in der Terra fusca gegenüber rund 200 im Pseudogley). Der faunistische Unterschied liegt nicht sosehr in der Erhöhung der Artenzahl als in dem Hinzukommen verschiedener neuer Arten. *Onychiurus pseudogranulosus* und *O. trivontörnei* wären in dieser Richtung hervorzuheben. Auch die zahlenmäßig starke Entwicklung von *Onychiurus s-vontörnei* im Klauswald erscheint irgendwie charakteristisch zu sein. Eine weitere Betrachtung der Tabelle VI zeigt uns, daß die Collembolenfauna gleicher Bodentypen sehr verschieden sein kann. Nur ein Viertel der Arten sind beiden Standorten gemeinsam. Mit dieser Feststellung ist ein Problem aufgerollt, das in diesem Rahmen nicht gelöst werden kann.

Abhängigkeit der Collembolenfauna von Bodentyp und Bestand.

„Die Zusammensetzung der Apterygotenfauna hängt in erster Linie von den gesamten ökologischen Eigenschaften der Standorte ab“ (KSENE-MAN 1938). Es ist jedoch sehr schwer bis beinahe unmöglich, alle Eigenschaften der Standorte zu untersuchen und ihr Zusammenwirken zu erkennen. So werden sich die einzelnen Untersuchungen immer darauf beschränken müssen, die wichtigsten Faktoren herauszugreifen und gesondert zu behandeln. Welche sind nun die wichtigsten Faktoren? Die meisten

Autoren sind sich darüber einig, daß die Feuchtigkeit von maßgebendem Einfluß ist (z. B. FRANZ 1945, GUNHOLD 1954), doch auch die Temperatur, die allerdings die Feuchtigkeit maßgebend beeinflusst, und die Durchlüftung (SCHIMITSCHEK 1938) können begrenzend wirken.

Die Bodenkunde hilft uns nun mit ihrer Bodentypologie, im großen und ganzen die wichtigsten Gegebenheiten, die von Einfluß auf die Bodenfauna sind, an einem Standort zu erkennen. Eine Charakterisierung auf

Tabelle VI. Terra fusca

Collembolenarten	Standorte	
	W 130	W 133
<i>Isotomiella minor</i>	273/70	48
<i>Isotoma notabilis</i>	28/8	46
<i>Onychiurus absoloni</i>	2	9
<i>O. s-vontörnei</i>	70/24	2
<i>O. 3-vontörnei</i>	1	9
<i>Tullbergia krasbaueri</i>	9	1
<i>Lepidocyrtus curvicollis</i>	1/4	—/1
<i>Friesea mirabilis</i>	1	—
<i>Neanura conjuncta</i>	1	—
<i>Onychiurus armatus</i>	1	—
<i>O. stiriacus</i>	2	—
<i>Isotoma violacea</i>	16/5	—
<i>Folsomia 4-oculata</i>	3/44	—
<i>Onychiurus burmeisteri</i>	11	—
<i>Tomocerus minor</i>	1	—
<i>T. minutus</i>	7/7	—
<i>Cf. Entomobrya nivalis</i>	1	—
<i>Sminthurinus aureus</i>	2	—
<i>Sminthurides pumilis</i>	38	—
<i>Dicyrtoma minuta</i>	2	—
<i>Micranurida pygmaea</i>	—	2
<i>Neanura muscorum</i>	—	4
<i>Onychiurus vontörnei</i>	—	4
<i>O. pseudovanderdrifti</i>	—	2
<i>O. silvarius</i>	—	13/2
<i>O. pseudodranulosus</i>	—	31/3
<i>Isotomiella paraminor</i>	—	5
<i>Isotoma viridis</i>	—	14
<i>Folsomia multiseta</i>	—	—/5
<i>Tetracanthella alpina</i>	—	3
<i>Arrhopalites pygmaeus</i>	—	1

diesem Wege wurde im vorigen Kapitel versucht. Andererseits geben auch die Biozönosen, ebenso wie die Bodentypen, wichtige Hinweise auf die Gesamtwirkung der Standortsfaktoren. Die Lebensgemeinschaften spiegeln die Verhältnisse auch deshalb oft genauer wieder als physikalische und chemische Einzelanalysen, weil sie auf Veränderungen, die sich auf den Bodentyp selbst nicht oder kaum auswirken, leichter ansprechen (z. B. Bestandesabfalldifferenzen, Pilzmyzelentwicklung, Fäulnisherde etc.). So kommt es, daß die Synusien gleicher Bodentypen, in unserem Falle die der Collembolen, sehr verschieden zusammengesetzt sein kann, umso mehr

Tabelle VIII

	Podsol				Semipodsol				Sol lessivé			Gley *			Terra fusca			Anmerkungen														
	W 138	W 125	W 128	W 114	DD 2c	DD 2e	DD 9b	DD 12b	DD 15b	W 112	W 134	W 143	DD 4b	DD 10c	DD 14c	DD 17c	DD 18c		DD 13b	DD 8c	DD 16a	W 122	W 130	W 133								
<i>Folsomia multiset</i> Stach	5	6	5	1					4	4	2		5	5	6	4	6				2	2				gemeine Vertreterin des Edaphon ¹ , Freilandart ² im Bodenlaub des Waldes ¹						
<i>Isotomiella minor</i> Schäff.	4	3	3	5		2		3	5	5	5		3	3	5	5	5				2	2	3	6	6		4					
<i>Sminthurus lubbocki</i> Tullb.	4	3	2	1	1									2	3	2				2	5				1			eurypop, selten bei extremer Feuchtigkeit oder Trockenheit ¹ acidiphil ² , Humusform und Rindenbewohner ²				
<i>Onychiurus armatus</i> Tullb.	5	1	3		5	5	4	5	5	4	5	5	2	2	4	2	3				5	2				5	1					
<i>Frieesea mirabilis</i> Tullb.	4	3	4		3	5	3	4	2	5	6	6			4	5				3	2	5				4	1					
<i>Neanura conjuncta</i> Stach	2	2	2						3		2															1						
<i>Lepidocyrtus curvicolis</i> Bourl.	3	2	2										3	1	4	3	1										2	1				
<i>Frieesea denisi</i> Ksen.	3	4												2						3									acidiphil ¹			
<i>Micranurida pygmaea</i> C. B.		1	1			2								3	3	3	3										1					
<i>Hypogastrura denticulata</i> (Bagn.) Gis.	2	1			3	1														1						2						
<i>Onychiurus subnemoratus</i> Gisin	5	4																														
<i>Isotoma notabilis</i> Schäff.	3		3		3	4	3	4	3	4	4	3	2	5	4	5	5				2	3	1	1	4	4		eurytopye Bewohnerin der oberen Bodenschicht ¹				
<i>Tomocerus minutus</i> Tullb.	3		3						2	1	3															3	3					
<i>Sminthurinus aureus</i> Lubbock	4	1					2		3	3				1	1	3	1										1			in der oberen Bodenschicht, in Laub- und Nadelwäldern ¹ gemein in den oberen Bodenschichten ¹ , heliophil ²		
<i>Folsomia 4-oculata</i> Tullb.	1	5			3	4	3	3	2	3				5	5	4	5				3	3				4						
<i>Tetracanthella alpina</i> Carl	2	2							4																	3	2		hygrophil ² xerophile Form der Rinden ¹			
<i>Anurophorus laricis</i> Nic.	3	1			1															1												
<i>Tomocerus minor</i> Lubbock	1	2			2	3	4	1	2				1		2					2	2	4				1	1		Charakterart des feuchten Waldgenistes ¹			
<i>Sminthurus fuscus</i> L.	1	1			1															3						1						
<i>Micranurida mirabilis</i> Den.	1							1							3	2											1	4		im acidiphilen und xerophilen Edaphon ¹ euryon ¹		
<i>Willemia anophthalma</i> C. B.		1			3	3	4	2	2			1	3	4	5	5				1						1	3	1				
<i>Tullbergia krausbaueri</i> C. B.		2			3	4	4	5	3	3	3	4	4	4	6	6				1	1	3				1	3	1				
<i>Onychiurus pseudovanderdrifti</i> Gisin		1																		1	3					5	1					
<i>O. subarmatus</i> Gisin	1				2	2															1											
<i>O. stiriacus</i> Stach	1																															
<i>Isotoma sensibilis</i> Tullb.	3				1				1												2	4							2	1		Grobmoder- und Rohhumusform, acidiphil ² Charakterart der Rinden ¹
<i>Isotoma cf. viridis</i> Bourl.	1																															
<i>Tetracanthella stachi</i> Cass.	4										3																					
<i>Entomobrya nivalis</i> L.	1																															
<i>Sminthurides pumilis</i> Krsb.	1																															
<i>Bourletiella sp. juv.</i>	2																															
<i>Pseudachorutes parvulus</i> C. B.	2				1	2		1	1	1		2	5		2																	Leitform versauernder Nadelwaldböden ¹
<i>Onychiurus silvarius</i> Gisin	3																												3	3		euryon ¹ , hygrophil, vorwiegend Waldbewohner ²
<i>O. burmeisteri</i> Lubbock	1																															
<i>Isotoma violacea</i> Tullb.			1		3	1	3	2	4	1		1								1						4						
<i>Neanura muscorum</i> Templ.					1	1	1	1	2			2	1							3	1	2				2						
<i>Isotomiella paraminor</i> Gisin					3	4	3	3	4			1	4	4	5	4				3	3					2						gemeine Vertreterin des Edaphon ¹ , Waldart ² in Waldstreu ¹
<i>Tomocerus flavescens</i> Tullb.							1		3	1					2	2																
<i>Odontella empodialis</i> Stach					1								2	1																		
<i>Orchesella flavescens</i> Bourl.					1				1																							Charakterart der Makrophyten des Waldes ¹
<i>Lepidocyrtus lanuginosus</i> Gmel.							1																									
<i>Hypogastrura armata</i> Nic.									2																							
<i>Onychiurus vontörnei</i> Gisin									2																							2
<i>O. cf. uliginatus</i> Gisin									1																							
<i>Lepidocyrtus sp.</i>									1																							
<i>Micranurida forsslundi</i> Gisin											2																					
<i>Tullbergia callipygos</i> C. B.									1																							
<i>Tetracanthella cf. alpina</i> Carl									3																							
<i>Lepidocyrtus cf. violaceus</i> Lubbock									2																							
<i>Pseudosinella wahlgreni</i> C. B.									1																							
<i>Dicyrtoma minuta</i> Fabr.														1																		
<i>Onychiurus absoloni</i> C. B.															2																	
<i>Willemia inermis</i> C. B.												1		2	2																	
<i>Onychiurus 4-ocellatus</i> Gisin												3	3	3	3	3																
<i>Orchesella sp.</i>												5		2																		
<i>Tomocerus longicornis</i> Müll.														1																		
<i>Willowsia nigromaculata</i> Nic.														1																		
<i>Micranurida handsechini</i> Gisin																																
<i>Pseudachorutes suberassus</i> Tullb.																																
<i>Onychiurus sibiricus</i> Tullb.																																
<i>Anurida ellipsoidea</i> Stach																																
<i>Onychiurus s-vontörnei</i> Gisin																																
<i>O. subuliginatus</i> Gisin																																
<i>O. austriacus</i> Butsch.																																
<i>O. trivontörnei</i> Gisin																																
<i>Cf. Entomobrya nivalis</i> L.																																
<i>Onychiurus pseudogranulosus</i> Gisin																																
<i>Isotoma viridis</i> Bourl.																																
<i>Arrhopalites pygmaeus</i> Stach																																

als auch die historisch-biogeographischen Verhältnisse von großem Einfluß sind.

Zunächst sei zur besseren Übersicht noch kurz eine Tabelle (Tab. VIII) besprochen, in der alle untersuchten Standorte nach Bodentypen geordnet zusammengefaßt sind. Die absoluten Zahlenangaben wurden wegen der Deutlichkeit in den Spalten durch Ziffern ersetzt, welche den Abundanzklassen nach GISIN (1943) entsprechen. Die Anordnung der Spezies erfolgte nach ihrer Stetigkeit innerhalb der einzelnen Standorte, beginnend beim Podsol, endend bei der Terra fusca. Die Tabelle zeigt, daß einzelne Arten wie *Onychiurus armatus*, *Isotomiella minor*, *Friesea mirabilis*, *Isotoma notabilis*, *Folsomia quadrioculata*, *Tomocerus minor*, *Tullbergia krausbaueri* und *Isotoma violacea* an sämtlichen Fundorten vertreten. Da es sich dabei nicht durchwegs um „Ubiquisten“ oder besser „eurytope“ Tiere handelt, könnte dies wieder ein Hinweis auf die geringen faunistischen Unterschiede zwischen den einzelnen Bodentypen sein. Andererseits könnten schon früher besprochene Arten wie *Onychiurus subnemoratus*, *O. quadricellatus*, *O. pseudovanderdrifti* u. a., die nur an bestimmten Standorten gefunden wurden, als Gegenbeispiel angeführt werden. Doch dürften hier — wie schon erwähnt — klimatische, geographische und historische Faktoren maßgebend sein. Außerdem ist zu beachten, daß wir es mit Ausnahme des Rotwaldes (W 133) nur mit Fichtenwaldstandorten zu tun haben.

Dies gibt nun den Anlaß, im folgenden den Versuch zu unternehmen, die Collembolenfauna der oben beschriebenen Fundorte mit derjenigen von Buchen-, Misch- und Auwäldern und auch mit waldfreiem Gelände zu vergleichen. Es soll dies an Hand von Literaturangaben und Bestimmungsergebnissen von E. v. TÖRNE (die am hiesigen Institut verblieben sind) geschehen.

Es ist dies wohl ein einigermaßen schwieriges Unterfangen, da viele Autoren keine oder wenig vergleichbare Zahlenangaben liefern. Immerhin war es möglich, durch Umrechnen der Werte auf einen gemeinsamen Nenner (1 m² Bodenfläche) ein zumindest in Bezug auf die Populationsdichte ziemlich klares Bild zu gewinnen*). So zeigte es sich, daß der Nadelwald mit seinem im Mittel 12.000—18.000 Individuen/m² sich deutlich vom Auwald mit rund 1000—3000/m² unterscheidet. Der geringe Collembolenbesatz der Auböden ist zweifellos eine Folge geringer Streuauflage, periodischer Überschwemmung und vielfach schlechter Bodendurchlüftung. Andererseits nähert sich der Nadelwald dem Wiesenboden mit (allerdings maximal) rund 14.000—15.000/m² (nach FRENZEL 1936) und dem Laubwald mit rund 20.000 Individuen/m² (nach SCHALLER 1949 u. a.). Man könnte sagen, er steht zwischen beiden. Bei der Betrachtung der Artenzahl jedoch stellt sich überraschenderweise heraus, daß die Collembolenfauna des Fichtenwaldes mit 65 Spezies (73 im subalpinen Fichtenwald nach FRANZ 1950) vor dem Buchenwald mit 60 (nach FRANZ 1950), dem Dauergrünland mit 45 (BUTSCHEK 1951), den hochalpinen Grasheiden mit 42 (FRANZ 1950) bzw. 36 (BUTSCHEK 1951), den Wechselwiesen mit 38 (BUTSCHEK 1951) und

*) Dabei ist zu beachten, daß es sich bei den Zahlen um Relativwerte handelt, die von der Art der Auslese abhängig sind.

dem Auwald mit 36 (FRANZ, GUNHOLD und PSCHORN-WALCHER 1959) an der Spitze liegt. Vielleicht wäre dieses Ergebnis darauf zurückzuführen, daß zum Teil weniger Aufsammlungen vorliegen als dieser Art zugrundeliegen.

Beim qualitativen Vergleich der verschiedenen Standorte hoben sich einige Arten heraus, die in gewissem Sinn vielleicht als „Nadelwaldarten“ zu bezeichnen wären. Zur besseren Übersicht seien diese Arten der Reihe nach genannt und gleichzeitig mit den Ergebnissen aus der Literatur verglichen.

Friesea denisi KSENNEMANN

Sie wurde von KSENNEMANN (1938) einmal in einem Fichtenwald, einmal in Eichenwald gefunden. GISIN (1943) fand in Rohhumus zahlreiche Exemplare; er nennt die Art acidiphil. Meine Funde sprechen auch dafür, daß es sich um eine Art handelt, die saure Nadelwaldböden bevorzugt.

Pseudachorutes parvulus C. B.

GISIN (1943) nennt sie eine Leitform versauernder Nadelwaldböden. Dies bestätigen meine Funde. Auch FRANZ (1950) fand sie nur in Fichtenwäldern.

Micranurida handschini GISIN

Bis GISIN (1943) stammen alle Funde aus Nadelwald.

Micranurida mirabilis DENIS

TÖRNE (1958) fand sie in einem Bestand von *Pinus silvestris* und in einem Fichten-Buchen-Mischwald. Das relativ zahlreiche Vorkommen an den untersuchten Standorten könnte es rechtfertigen, sie als „Nadelwaldart“ zu bezeichnen.

Neanura (Lathriopyga) conjuncta STACH

BUTSCHEK (1951) gibt sie als Waldart an; auch von ihr nur im Nadelwald gefunden. TÖRNE allerdings stellte ein Exemplar in einem Kahlschlag nach Buchenwald (W 62 - Klauswald) fest. STACH (1951) gibt sie auch von verschiedenen Standorten an (Nadelstreu, unter loser Rinde, unter Steinen). Meine Funde würden für Nadelwald sprechen.

Onychiurus subnemoratus GISIN

GISIN (1957) gibt außer der gleichen Stelle (W 125) noch Funde aus Nadelwald, von Torf, einmal aus *Fagus*-Wald an. Es müßten noch weitere Funde abgewartet werden, um Genaueres sagen zu können.

Onychiurus pseudovanderdrifti GISIN

Wurde bis jetzt nur in Nadelwäldern gefunden (GISIN 1957).

Onychiurus subarmatus GISIN

Das Gleiche gilt von dieser Art.

Folsomia multiseta STACH

Wurde von den verschiedenen Autoren (STACH 1947, FRANZ 1950, BUTSCHEK 1951, PSCHORN-WALCHER 1952, FRANZ, GUNHOLD und PSCHORN-WALCHER 1959, TÖRNE) an verschiedenen Orten festgestellt; jedoch nicht so zahlreich wie in meinen Proben. Außerdem fand sie sich häufiger in Nadel- und Mischwald als im Auwald oder im Freiland.

Damit sei nicht gesagt, daß sich diese Liste nicht noch um einige Arten aus Tabelle VIII verlängern ließe. Jedoch wurde davon Abstand genommen, da sich zum Teil die Standortgebundenheit dieser Arten nicht so deutlich zeigte, zum Teil keine Vergleiche in der Literatur vorhanden waren.

Um ein vollständiges Bild geben zu können, müßte man natürlich sämtliche ökologischen Ansprüche dieser „Nadelwaldarten“ kennen. Nach dem heutigen Stand der Collembologie muß es einstweilen bei der Feststellung ihres Vorkommens bleiben.

Z u s a m m e n f a s s u n g.

Die Collembolenfauna verschiedener Waldböden wurde untersucht. Die Untersuchungsflächen lagen in Österreich und Deutschland. Es handelte sich mit Ausnahme eines Falles, eines Buchenwaldes, um Fichtenbestände. Die Standortcharakterisierung hatte Profilbeschreibungen als Grundlage. Die beschriebenen Böden entsprechen typologisch dem Podsol, dem Semi-podsol, dem Sol lessivé mit podsoliger Dynamik, dem Stagnogley, dem Pseudogley und der Terra fusca. In der gleichen Reihenfolge, in der die Böden hier genannt sind, wurde die Collembolenfauna der entsprechenden Waldbestände an Hand von Tabellen näher besprochen. Dabei zeigten sich sowohl qualitative als auch quantitative Eigenheiten.

Es ließ sich keine ausschließliche Bindung an den Bodentyp, vielmehr außerdem auch an den Pflanzenbestand erkennen. Ein Vergleich der vorhandenen Fichtenwaldstandorte mit Buchen-, Misch- und Auwäldern und waldfreiem Gelände nach Literaturangaben führte zu dem Versuch, einige für Nadelwald typische Arten herauszuheben.

S c h r i f t t u m.

- AGRELL, I., 1941: Zur Ökologie der Collembolen. Opusc. Ent. Suppl. Vol. III, 236 p.
- BUTSCHEK, E., 1948: Einige neu und wenig bekannte Collembolen aus den Nordostalpen. Ztschr. Wien. Ent. Ges. Jg. 33, p. 25—34.
- 1951: Der Kleintierbesatz alpiner Grünland- und Ackerböden. Eigenverl. BA f. alp. Ldwtsch., Admont, 79 p.
- DELAMARE DEBOUTTEVILLE, CL. et GISIN, H., 1951: Collemboles cavernicoles de l'Italie meridionale récoltés par M. La Greca. Ann. Ist. Mus. Zool. Univ. Napoli, Vol. III, N. 4, p. 1—4.
- DIEM, K., 1903: Untersuchungen über die Bodenfauna in den Alpen. Diss. St. Gallen. Zit. nach Schaller 1949.
- DUNGER, W., 1956: Untersuchungen über Laubstreuersetzung durch Collembolen. Zool. Jb. (Syst.), Bd. 84, H. 1, p. 75—98.
- FRANZ, H., 1945: Untersuchungen über die Kleintierwelt ostalpiner Böden. II. Die Collembolen. Zool. Jb. (Syst.), Bd. 77, H. 2, p. 81—162.
- 1950: Bodenzoologie als Grundlage der Bodenpflege. Akad. Verl. Berlin.
- 1955: Die Bedeutung der Kleintiere für die Humusbildung. Ztschr. Pfl. Ern. Düng. Bok. 69. (114.) Bd., H. 1—3, p. 176—181.
- 1956: Die Walddüngung im Lichte der Bodenbiologie, AFZ 1956, H. 25.
- FRANZ, H., JELEM, H., und FINK, J., 1956: Untersuchungen zur forstlichen Standortverbesserung. Mitt. Forst. BVA Mariabrunn, H. 53, 88 p.
- FRANZ, H., und LOUB, W., 1959: Bodenbiologische Untersuchungen an Walddüngungsversuchen. Cbl. ges. Forstwesen 76, H. 3, p. 129—162.

- FRANZ, H., GUNHOLD, P. und PSCHORN-WALCHER, H., 1959: Die Kleintiergemeinschaften der Auwaldböden der Umgebung von Linz und benachbarter Flußgebiete. Naturkundl. Jb. d. Stadt Linz, p. 7—63.
- FRENZEL, G., 1936: Untersuchungen über die Tierwelt des Wiesenbodens. Jena.
- GISIN, H., 1942: Materialien zur Revision der Collembolen: I Neue und verkannte Isotomiden. Rev. Suisse Zool. Tom. 49, N. 20, p. 283—298.
- 1943: Ökologie und Lebensgemeinschaften der Collembolen im Schweizerischen Exkursionsgebiet Basels. Rev. Suisse Zool. 50, N. 4, p. 131—224.
- 1944: Materialien zur Revision der Collembolen: II Weiteres Basler Material. Mitt. Schweiz. Ent. Ges., Bd. XIX, H. 4/5, p. 121—156.
- 1944: Hilfstabellen zum Bestimmen der holarktischen Collembolen. Basel 1944.
- 1949: Notes sur les Collemboles avec description de quatorze espèces et d'un genre nouveaux. Mitt. Schweiz. Ent. Ges. Vol. XXII, N. 4, p. 385—410.
- 1950: Notes sur les Collemboles avec une espèce, un nom et trois synonymes nouveaux. Mitt. Schweiz. Ent. Ges. Vol. XXIII, N. 4, p. 411—416.
- 1952: Notes sur les Collemboles, avec démbrement des *Onychiurus armatus*, *ambulans* et *fimetarius auctorum*. Mitt. Schweiz. Ent. Ges. Vol. XXV, N. 1, p. 1—22.
- 1953: Notes sur les Collemboles, avec description de cinq espèces nouvelles découvertes dans le canton de Genève. Mitt. Schweiz. Ent. Ges. Vol. XXVI, N. 1, p. 56—62.
- 1955: Notes sur divers Collemboles de la Suisse. Mitt. Schweiz. Ent. Ges. Vol. XXVIII, N. 1, p. 141—148.
- 1956: Nouvelles contributions au démbrement des espèces d'*Onychiurus* (*Collembola*). Mitt. Schweiz. Ent. Ges. Vol. XXIX, N. 4, p. 329—352.
- 1957: Sur la faune européenne des Collemboles I. Rev. Suisse Zool. 64, fasc. 3, p. 475—496.
- GUNHOLD, P., 1954: Vergleichende bodenzoologische Untersuchungen an Wald-, Wiesen- und Ackerböden im pannonischen Klimagebiet. Ztschr. Pfl. Ern. Düng. Bok. 66. (111.) Bd., p. 19—29.
- HAMMER, M., 1944: Studies on the Oribatides and Collemboles in Greenland. Medd. an Grønland, Vol. 141.
- 1953: Investigations on the microfauna of Northern Canada. Part II Collembola. Acta Arctica Fasc. VI.
- HANDSCHIN, E., 1924: Die Collembolenfauna des schweizerischen Nationalparkes. Denkschr. Schweiz. Naturf. Ges. 60/2, p. 89—174.
- 1924: Ökologische und biologische Beobachtungen an der Collembolenfauna des schweizerischen Nationalparkes. Verh. Naturf. Ges. Basel, Vol. 35, II., 71 p.
- 1928: Die Collembolen des Zehlaubruches. III. Schrift. Phys.-ökon. Ges. Königsberg, Vol. 65, 124 p.
- JAUS, I., 1934/35: Faunistisch-ökologische Studien im Anningergebiet, mit besonderer Berücksichtigung der xerothermen Formen. Zool. Jb. (Syst.) 66, p. 291—362.
- KRAUSSE, A., 1928/29: Collembolen des Waldbodens. Int. Ent. Ztschr. Jg. 22, N. 11., p. 117—118.
- KSENEMAN, M., 1938: Beitrag zur Kenntnis der Beziehungen der Apterygoten zu den Eigenschaften ihrer Standorte mit besonderer Berücksichtigung der Waldböden. Bull. Inst. Nat. Agron. Brno, Sign. D. 26, 56 p.
- KÜHNELT, W., 1950: Bodenbiologie. Wien.
- LAATSCH, W., 1954: Dynamik der mitteleuropäischen Mineralböden. Dresden und Leipzig 1954.
- LINNANIEMI, W. M., 1907: Die Apterygotenfauna Finlands I. Acta Soc. Scient. Fennicae, Vol. 34, N. 7.
- 1912: Die Apterygotenfauna Finlands II. Acta Soc. Scient. Fennicae, Vol. 40, N. 5, 359 p.

- LOUB, W., 1959: Walddüngungsmaßnahmen im Lichte der Bodenmikrobiologie. *AFZ.*, Jg. 14, Nr. 20, p. 369—371.
- PILLAI, S. K., 1922: Untersuchungen über die Fauna der Kiefernstreu. *Ztschr. angew. Ent.*, Vol. 8, p. 1—30.
- PSCHORN-WALCHER, H., 1952: Vergleich der Bodenfauna in Mischwäldern und Fichtenmonokulturen der Nordostalpen. *Mitt. Forstl. BVA. Mariabrunn* 48, 1952/1, p. 44—111.
- RONDE, G., 1957: Studien zur Waldbodenkleinfaua. *Forstwirtsch. Centralbl.* 76, p. 95—126.
- SCHALLER, Fr. 1949: Zur Ökologie der Collembolen in Kalksteinböden. *Zool. Jb. (Syst.)* 78, H. 3, p. 263—293.
- 1950: Biologische Beobachtungen an humusbildenden Bodentieren, insbesondere an Collembolen. *Zool. Jb. (Syst.)* 78, H. 5/6, p. 471—640.
- SCHIMITSCHEK, E., 1937: Einfluß der Umwelt auf die Wohndichte der Milben und Collembolen im Boden. *Z. angew. Ent.*, Vol. 24, p. 216—247.
- SCHUBERT, K., 1933: Ökologische Studien an schlesischen Apterygoten. *Deutsche Ent. Ztschr.* 1933, p. 177—272.
- SOUDEK, St., 1928: Fauna lesni hrabanki (Fauna of the forest soil). *Bull. Ecole sup. d'agr., Brno R.C.S., Fac. silv., D.* 8, p. 1—24.
- STACH, J., 1947—1957: The Apterygotan Fauna of Poland in relation to the world fauna of this group of insects. *Acta Mon. Mus. Hist. Nat. Krakow.*
- STREBEL, O., 1932: Beiträge zur Biologie, Ökologie und Physiologie einheimischer Collembolen. *Ztschr. Morph. Ökol. Tiere*, Bd. 25, H. 1, p. 31—153.
- STRENZKE, K., 1949: Ökologische Studien über die Collembolengesellschaften feuchter Böden Ost-Holsteins. *Archiv f. Hydrobiol.*, Bd. XLII, p. 201—203.
- TÖRNE, E. v., 1958: Faunistische Befunde einer Untersuchung des Collembolenbesatzes im Exkursionsgebiet von Innsbruck. *Acta Zool. Cracov.*, Tom. II., Nr. 23, p. 638—680.
- VOLZ, P., 1934: Untersuchungen über Mikroschichtung der Fauna von Waldböden. *Zool. Jb. (Syst.)* 66, p. 153—210.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Verhandlungen der Zoologisch-Botanischen Gesellschaft in Wien. Früher: Verh. des Zoologisch-Botanischen Vereins in Wien. seit 2014 "Acta ZooBot Austria"](#)

Jahr/Year: 1959

Band/Volume: [98-99](#)

Autor(en)/Author(s): Haybach Gabriele

Artikel/Article: [Über die Collembolenfauna verschiedener Waldböden. 31-51](#)