© Naturwiss.-med. Ver. Innsbruck; download unter www.biologiezentrum.at

| Ber. nat.-med. Verein Innsbruck | Band 84 | S. 287 – 306 | Innsbruck, Okt. 1997 |
|---|---|---|---|

# Verteilung, Aktivität und Besiedlungsdichte von Diplopoden in Wäldern Vorarlbergs (Österreich)

(Myriapoda: Diplopoda)

von

Erwin MEYER & Andreas SINGER *)

## Distribution, Seasonal Activity and Abundance of Millipedes in Forests of Vorarlberg (Austria)

(Myriapoda: Diplopoda)

Synopsis: The millipede fauna of six woodland habitats (590 -1590 m a.s.l.) in western Austria is described. 25 species were caught in pitfall traps during two years, 20 of them were also extracted from samples of soil and litter over five years. Species number (12 spp.) and millipede abundance (70 - 94 ind./m$^2$) was highest at the mixed woods with Mullhumus on calcareous soils and lowest at the coniferous sites on other than calcareous sites with Rawhumus (4 spp., 17 - 30 ind./m$^2$). 90 % of the species in the lowland mixed deciduous forests belong to six species *Glomeris conspersa & undulata, Allaiulus nitidus, Melogona voigti, Polydesmus denticulatus, Tachypodoiulus niger* and *Ochogona caroli.* In the coniferous forests over the whole altitudinal range *Haasea flavescens, Leptoiulus simplex* and *O. caroli* are most abundant. Glomerida and Polydesmida have their peak activity from June to August, Chordeumatida are winteractive between October and April and Julida fell into the traps in the spring between March and June. Measure of similarity (Bray & Curtis) revealed three groups of sites: deciduous forest group on calcareous soil, mixed forest group on other than calcareous soil and the coniferous forest group at higher altitudes. Especially in the Alps the biogeography determines the distribution of the species.

## 1. Einleitung:

Die Diplopoden von Vorarlberg sind durch eine eingehende faunistisch-ökologische Untersuchung von MATHIS (1951) in den mittleren und nördlichen Landesteilen gut bekannt. Seine Dissertation blieb allerdings unveröffentlicht. Frühere Angaben über das Vorkommen und die Verbreitung von Diplopoden in Vorarlberg gehen hauptsächlich auf die Exkursions- und Sammeltätigkeit der bekannten Myriapodenforscher ATTEMS (1904) und VERHOEFF (1916) in der Umgebung von Bludenz und im Pfändergebiet zurück. JANETSCHEK (1952) meldet Diplopodenfunde aus dem Bregenzerwald, HAACKER (1966) gibt eine Artenlistefür das Kleine Walsertal. Über Diplopoden aus dem Rätikon berichten THALER & MEYER (1974) und MEYER (1975). Nach einer von E.M. erarbeiteten "kritischen Artenliste" (MEYER 1973) sind bisher 39 Diplopodenarten für Vorarlberg gemeldet.

In den Jahren 1987 - 1991, an 6 Waldstandorten Vorarlbergs mit qualitativer und quantitativer Methodik durchgeführte bodenzoologische Arbeiten erbrachten auch eine umfangreiche Ausbeute an Diplopoden (MEYER & STEINBERGER 1994). Damit können einerseits die fauni-

*) Anschrift der Verfasser: Univ.-Doz. Dr. E. Meyer und Mag. A. Singer, Institut für Zoologie der Universität Innsbruck, Technikerstraße 25, A-6020 Innsbruck, Österreich.

© Naturwiss.-med. Ver. Innsbruck; download unter www.biologiezentrum.at

stischen Kenntnisse für bisher wenig beachtete Teile Vorarlbergs erweitert werden, andererseits erlaubt das gewonnene Material erstmals auch Angaben über die Abundanzverhältnissse, Dominanzstrukturen, Aktivitätsdichten und die Vertikalverteilung von Diplopoden in Waldböden Vorarlbergs (SINGER 1993).

**2. Untersuchungsgebiete:**

Die Waldstandorte wurden von Seiten der Vorarlberger Forstbehörde nach den Vorgaben des Projektes "Waldökosystemforschung und Waldbodensanierung" ausgewählt. Sie sind sehr verschieden und repräsentieren für Vorarlberg charakteristische und verbreitete Waldökosystemtypen. Die Lage der einzelnen Orte ist in Abb. 1 gekennzeichnet. Die nachfolgenden bodenkundlichen Daten wurden GLATZEL et. al (1989), die vegetationskundlichen Angaben GRABHERR & PETER (1989) entnommen.

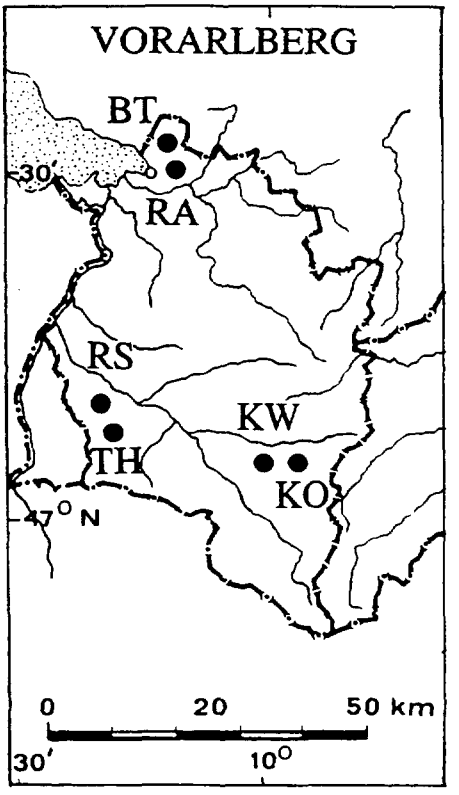


Abb. 1: Lage der 6 untersuchten Waldstandorte in Vorarlberg.
BT Buchheimer Tobel, RA Ramsach, RS Rabenstein, TH Trinahalda, KW Kristberg West, KO Kristberg Ost.

Ramsach (RA) und Buchheimer Tobel (BT) liegen auf dem niederschlagsreichen Pfänderrücken am nördlichen Alpenrand auf 700 bis 900 m Meereshöhe (Jahresniederschlag: 1550 - 1700 mm; Temperatur-Jahresmittel: 6,3° - 7,2° C). Moränenüberlagerte Gesteine der Molassezone bilden das Ausgangsmaterial für die Bodenbildung. Geringe Hangneigung und feinbodenreiches Material begünstigen in den Böden Wasserstau. In RA hat sich dadurch und auf-

© Naturwiss.-med. Ver. Innsbruck; download unter www.biologiezentrum.at

grund des basenarmen Ausgangsmaterials (Naßgley, pH 3,3) ein hydromorpher Auflagehumus angesammelt. Der Wald ist als Peitschenmoos-Tannen-Fichtenwald anzusprechen, im Unterwuchs üppige Moosmatten, mitunter der Bärlapp bodendeckend. In BT ist das Ausgangsmaterial basenreicher (Pseudogley, pH 3,6) und die Humusakkumulation dementsprechend geringer (Moder-Mull), der Wald entspricht einem Hainsimsen-Buchen-Tannenwald mit Brombeere, Waldsegge und Sanikelkraut im Unterwuchs.

Rabenstein (RS, 590 m) und Trinahalda (TH, 870 m) sind Hangstandorte im Raum Nenzing (Jahresniederschlag: 1250 - 1350 mm; Temperatur-Jahresmittel: 6,0° - 7,8° C). Kalksandsteine und heterogenes nacheiszeitliches Flußgeschiebe (RS) und Muschelkalke (TH) bilden das Ausgangsmaterial für die Bodenbildung (RS: Braunerde, pH 5,6; TH: Pararendsina, pH 5,8). Die gute Basenversorgung spiegelt sich im raschen Umsatz der Streu wider, typischer Mull im wärmebegünstigten RS, mullartiger Moder im höher gelegenen und kühleren TH. In RS entspricht der Wald einem Hainsimsen-Buchen-Tannenwald mit artenreichem und dichtem Unterwuchs (nach Auflassung der Waldweide um die Jahrhundertwende allerdings noch in Sukzession begriffen), in TH einem Fichten-Tannen-Buchenwald mit lückiger Bodenvegetation.

Kristberg West (KW) und Kristberg Ost (KO) liegen im Silbertal im Altkristallin der Silvretta auf 1550 m Seehöhe (Jahresniederschlag: 1580 mm; Temperatur-Jahresmittel: 3,9° C). Die Böden haben sich auf sehr basenarmem Ausgangsmaterial entwickelt (KW: Braunerde, pH 3,3; KO: Podsol, pH 3,3). Dieses und das kühlfeuchte Klima führten zur Bildung mächtiger Rohhumusdecken. Der Waldbestand beider Flächen entspricht der typischen Ausbildung des subalpinen Brandlattich-Fichtenwaldes. Das Kleinrelief bedingt jedoch starke Unterschiede im Unterwuchs: im steilen SSW-Hang von KW fällt das massive Auftreten des Rippenfarns auf, KO ist durch vernäßte Mulden und Hangneigungen nach allen Richtungen geprägt, mit dichten Torfmoosmatten und Heidelbeere im Unterwuchs.

## 3. Methodik:

### 3.1. Bodenproben:

An jedem der 6 Waldstandorte wurden an insgesamt sieben Terminen zwischen Sommer 1987 und Herbst 1991 mittels Stechrahmen jeweils 3 - 5 Bodenproben (ø 30 cm, unterteilt in 0 - 7 und 8 - 15 cm Tiefe) entnommen. Daraus wurde die Bodenmakrofauna mit Hilfe eines Kempson-Apparates extrahiert.

Termine: RA und BT Tobel: 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.

### 3.2. Bodenfallen:

Zur Erfassung der epigäischen Arthropoden dienten Bodenfallen (je 8 Plastikbecher, ø 7 cm, niveaugleich eingegraben, Fangflüssigkeit: Formalin 4 %, Expositionszeiten: 6. August 1987 - 12. August 1988 und 17. August 1990 - 15. Oktober 1991, Entleerungstermine: 15.9., 27.10., 11.12.1987, 11.4., 23.5., 1.7., 12.8.1988, 1.10., 12.11.1990 und 16.3., 1.5., 6.6., 11.7., 30.8., 15.10.1991. Am Kristberg konnten aufgrund der Schneelage nicht alle Entleerungstermine wahrgenommen werden.

## 4. Ergebnisse:

### 4.1. Verteilung der Ausbeute auf die zwei Fangmethoden:

Über die Verteilung der Ausbeute an Diplopoden auf die zwei Fangmethoden gibt Tab. 1 Auskunft. Mit Hilfe von Barberfallen und Bodenproben wurden insgesamt 1783 Indivi-

© Naturwiss.-med. Ver. Innsbruck; download unter www.biologiezentrum.at

Tab. 1: Verteilung des Primärmaterials auf die beiden Methoden (BF Barberfallen und BP Bodenproben). Angegeben sind die Gesamtfangzahlen (bei BF aus den Jahren 1987/88 und 1990/91, bei BP von 1987-1991), getrennt nach Männchen, Weibchen und Juvenile (j).

| | | BF | | | BP | | | Σ | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | ♂ | ♀ | j | ♂ | ♀ | j | ♂ | ♀ | j |
| | Polyxenida | | | | | | | | | |
| 1 | *Polyxenus lagurus* (LINNÉ) | – | 8 | 1 | – | 2 | – | – | 10 | 1 |
| | Σ Polyxenida | – | 8 | 1 | – | 2 | – | – | 10 | 1 |
| | Glomerida | | | | | | | | | |
| 2 | *Glomeris connexa* C.L. KOCH | 19 | 8 | 1 | 1 | 1 | – | 20 | 9 | – |
| 3 | *G. transalpina* C.L. KOCH | 19 | 15 | 6 | – | 1 | 2 | 19 | 16 | 8 |
| 4 | *G. verhoeffi* BROLEMANN | 27 | 6 | 2 | 1 | – | – | 28 | 6 | 2 |
| 5,6 | *G. consp. & undu.* C.L. KOCH | 80 | 48 | – | 7 | 9 | – | 87 | 57 | – |
| | Juv. Glomerida | – | – | 24 | – | – | 231 | – | – | 255 |
| | Σ Glomerida | 145 | 77 | 33 | 9 | 11 | 233 | 154 | 88 | 266 |
| | Chordeumatida | | | | | | | | | |
| 7 | *Atractosoma meridionale* (FANZAGO) | 5 | 4 | 2 | – | – | – | 5 | 4 | 2 |
| 8 | *Chordeuma sylvestre* C.L. KOCH | 6 | 10 | 9 | 1 | 4 | 9 | 7 | 14 | 18 |
| 9 | *Craspedosoma taurinorum* SILVESTRI | 3 | 5 | – | – | – | – | 3 | 5 | – |
| 10 | *Haasea flavescens* (LATZEL) | 21 | 19 | 12 | 11 | 12 | 90 | 32 | 31 | 102 |
| 11 | *Iulogona tirolensis* (VERHOEFF) | 7 | 8 | – | – | – | – | 7 | 8 | – |
| 12 | *Melogona voigti* (VERHOEFF) | 5 | 2 | – | 5 | 3 | 55 | 10 | 5 | 55 |
| 13 | *Ochogona caroli* (ROTHENBÜHLER) | 41 | 19 | 15 | 1 | 1 | 31 | 42 | 20 | 46 |
| 14 | *Orthochordeumella pallida* (ROTHENBÜHLER) | 13 | 17 | 1 | 1 | – | 5 | 14 | 17 | 6 |
| 15 | *Pseudocraspedosoma grypischium* (ROTHENBÜHLER) | 10 | 9 | 3 | – | – | 12 | 10 | 9 | 15 |
| | Juv. Chordeumatida | – | – | 2 | – | – | 16 | – | – | 18 |
| | Σ Chordeumatida | 111 | 93 | 44 | 19 | 20 | 218 | 130 | 113 | 262 |
| | Polydesmida | | | | | | | | | |
| 16 | *Polydesmus complanatus* (LINNÉ) | 18 | 7 | – | – | – | – | 18 | 7 | – |
| 17 | *P. denticulatus* C.L. KOCH | 13 | 3 | – | 1 | 2 | 25 | 14 | 5 | 25 |
| 18 | *P. helveticus* VERHOEFF | 2 | 1 | – | – | – | – | 2 | 1 | – |
| | Juv. Polydesmida | – | – | – | – | – | 20 | – | – | 20 |
| | Σ Polydesmida | 33 | 11 | – | 1 | 2 | 45 | 34 | 13 | 45 |
| | Julida | | | | | | | | | |
| 19 | *Allajulus nitidus* VERHOEFF) | 5 | 5 | 3 | 5 | 20 | 51 | 10 | 25 | 54 |
| 20 | *Cylindroiulus meinerti* (VERHOEFF) | 18 | 32 | – | – | 10 | 19 | 18 | 42 | 19 |
| 21 | *C. zinalensis* (FAES) | 2 | 6 | – | 1 | – | 2 | 3 | 6 | 2 |
| 22 | *Julus scandinavius* LATZEL | 24 | 14 | – | – | – | 3 | 24 | 14 | 3 |
| 23 | *Leptoiulus simplex* (VERHOEFF) | 71 | 66 | 21 | 2 | 12 | 2 | 73 | 78 | 23 |
| 24 | *Ophyiulus pilosus* (NEWPORT) | 40 | 19 | 4 | 1 | 4 | 4 | 41 | 23 | 8 |
| 25 | *Tachypodoiulus niger* (LEACH) | 74 | 25 | 40 | – | – | 24 | 74 | 25 | 64 |
| | Juv. Julida | – | – | 28 | – | – | 10 | – | – | 38 |
| | Σ Julida | 234 | 167 | 96 | 9 | 46 | 115 | 243 | 213 | 211 |
| | Summe | 523 | 356 | 174 | 38 | 81 | 611 | 561 | 437 | 785 |
| | Total | | 1053 | | | 730 | | | 1783 | |

© Naturwiss.-med. Ver. Innsbruck; download unter www.biologiezentrum.at

duen aus 25 Arten gefangen. Dabei stammen 1053 (523 ♂, 356 ♀, 174 juv.) Tiere (59 %) mit 25 Arten aus den Barberfallen und 730 (38 ♂, 81 ♀, 611 juv.) Individuen (41 %) mit 20 Arten aus den Bodenproben. In den Bodenproben fehlten die Arten *A. meridionale, C. taurinorum, I. tirolensis, P. complanatus* und *P. helveticus.*

Während in den Barberfallen 879 (82,5 %) Adulte und 174 (11,5 %) juvenile Tiere gefangen wurden, waren es bei den Bodenproben 119 (16,3 %) Adulte und 611 (83,7 %) juvenile Tiere. Außerdem wurden in den Barberfallen in der Regel mehr Männchen als Weibchen gefangen (SI = 0,41), mit Ausnahme von *Ch. sylvestre* (6 ♂, 10 ♀), *C. taurinorum* (3 ♂, 5 ♀), *I. tirolensis* (7 ♂, 8 ♀), *O. pallidum* (13 ♂, 17 ♀), *C. meinerti* (18 ♂, 32 ♀) und *C. zinalensis* (2 ♂, 6 ♀). Aus den Bodenproben wurden immer mehr Weibchen als Männchen extrahiert (SI = 0,68). Lediglich *M. voigti* (5 ♂, 3 ♀) machte eine Ausnahme.

In den Barberfallen dominieren Julida (47 %), gefolgt von Glomerida (24 %) und Chordeumatida (24 %) sowie Polydesmida (4 %). In den Bodenproben hingegen stehen Chordeumatida (35 %) und Glomerida (35 %) an erster Stelle. Julida erreichen 23 und Polydesmida 7 %.

### 4.2. Abundanz und Artenzusammensetzung der Diplopoden in den untersuchten Waldstandorten (Tab. 2):

#### 4.2.1. Laubmischwälder auf kalkalpinem Untergrund:

Trinahalda

Mit 94 Ind./m² ist die Abundanz der Diplopoda in diesem Waldtyp am höchsten. Auch die Artenzahl (S = 12) ist hier sehr hoch. Auf Muschelkalk hat sich eine Pararendzina mit Mull-Moderhumus gebildet (pH: 5,8 - 6,4). Dieser Mull-Moderhumus scheint für eine Diplopoden-Besiedlung ideal. Andererseits dürfte die Ausbildung des Mull-Moderhumus zu einem wesentlichen Teil auch auf die Tätigkeit der saprotrophen Diplopoda zurückgehen.

Bemerkenswert ist, daß in diesem Tannen-Buchen-Fichten-Mischbestand 50 % der vorhandenen Diplopoda Glomerida (*G. conspersa* und *G. undulata*) sind. Die restlichen 50 % sind Julida und Chordeumatida. Bei den Julida sind wie in Rabenstein *A. nitidus* und *T. niger* eudominant. Chordeumatida sind durch *M. voigti, O. caroli* und *P. grypischium* vertreten. Polydesmida waren nur mit 3 Juvenilen vertreten.

Rabenstein

In diesem Laubmischwald leben 70 Diplopoden pro m² mit 12 Arten. Der wechselnde Untergrund aus Gneis und Kalkgeröll in lehmiger Matrix oder Flyschsandstein und mergelige Schiefer ermöglichten die Entwicklung einer seichtgründigen Pararendsina mit Mullhumus oder einer mittelgründigen Braunerde mit Mullhumus.

Bei dem noch in Sukzession befindlichen Waldökosystem (aufgegebene Waldweide) fällt die hohe Besiedlungsdichte des Chordeumatiden *M. voigti* (17,4 Ind./m²) auf. *M. voigti* kommt nur in den beiden Laubwäldern TH und RS vor. Aber auch innerhalb der Julida haben *A. nitidus* mit 12 Ind./m² und *T. niger* mit 4 Ind./m² eine relativ hohe Besiedlungsdichte. Die Besiedlungsdichte der Glomerida ist gegenüber Trinahalda viel geringer (13 Ind./m²).

Acht Arten sind beiden Standorten gemeinsam. Bemerkenswert ist, daß *H. flavescens* diesen beiden Laubwald-Standorten fehlt.

#### 4.2.2. Fichten-Tannen-Buchenwälder auf heterogenem Moränenmaterial im Raum Möggers:

Buchheimer Tobel

Die Gesamtbesiedlungsdichte auf diesem saurem Waldboden ist mit 38,8 Ind./m² nur mehr halb so hoch wie in den Laubwäldern von Rabenstein und Trinahalda. Außerdem sind nur mehr 7 Arten vertreten. In diesem Hainsimsen-Buchen-Tannenwald entwickelte sich auf kristallinem

© Naturwiss.-med. Ver. Innsbruck; download unter www.biologiezentrum.at

Tab. 2: Abundanz (Ind./m²) der Diplopoden in 6 Waldstandorten Vorarlbergs nach Ergebnissen aus Bodenproben. Angegeben ist die jeweils aus allen Entnahmeterminen (1987 - 1991) gemittelte Besiedlungsdichte, sowie die Gesamtfangzahl (Σ) und Artenzahl (S).

| | Entnahmeorte | TH | RS | BT | RA | KO | KW | Σ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | Polyxenida | | | | | | | |
| 1 | *Polyxenus lagurus* | 0,4 | 0,4 | – | – | – | – | 2 |
| | Glomerida | | | | | | | |
| 2 | *Glomeris connexa* | – | – | – | 0,7 | – | – | 2 |
| 3 | *G. transalpina* | – | – | – | – | – | 1,1 | 3 |
| 4 | *G. verhoeffi* | – | – | 0,4 | – | – | – | 1 |
| 5, | *G. conspersa & undulata* | 5,8 | – | – | – | – | – | 16 |
| | Juvenile indet. | 48,3 | 13,4 | 21,8 | 0,4 | – | – | 231 |
| | Chordeumatida | | | | | | | |
| 8 | *Chordeuma sylvestre* | – | 1,5 | – | 3,6 | – | – | 14 |
| 10 | *Haasea flavescens* | – | – | 0,4 | 2,9 | 24,7 | 13,1 | 113 |
| 12 | *Melogona voigti* | 5,4 | 17,4 | – | – | – | – | 63 |
| 13 | *Ochogona caroli* | 3,6 | 2,9 | 1,1 | 0,7 | 3,3 | 0,4 | 33 |
| 14 | *Orthochordeumella pallida* | 1,1 | 0,4 | – | 0,7 | – | – | 6 |
| 15 | *Pseudocraspedosoma grypischium* | 4,4 | – | – | – | – | – | 12 |
| | Juvenile indet. | 0,7 | 3,6 | – | 1,1 | 0,4 | – | 16 |
| | Polydesmida | | | | | | | |
| 17 | *P. denticulatus* | – | 5,1 | 5,1 | – | – | – | 28 |
| | Juvenile indet. | 1,1 | 2,9 | 2,9 | – | 0,4 | – | 20 |
| | Julida | | | | | | | |
| 19 | *Allajulus nitidus* | 15,6 | 12,0 | – | – | – | – | 76 |
| 20 | *Cylindroiulus meinerti* | 0,7 | 1,5 | 5,8 | 2,2 | 0,4 | – | 29 |
| 21 | *C. zinalensis* | 1,1 | – | – | – | – | – | 3 |
| 22 | *Julus scandinavius* | – | 1,1 | – | – | – | – | 3 |
| 23 | *Leptoiulus simplex* | – | 0,4 | 0,7 | 1,1 | 1,1 | 2,5 | 16 |
| 24 | *Ophyiulus pilosus* | 0,7 | 2,5 | – | – | – | – | 9 |
| 25 | *Tachypodoiulus niger* | 4,4 | 4,0 | 0,4 | – | – | – | 24 |
| | Juvenile indet. | 1,1 | 1,5 | 0,4 | – | 0,4 | 0,4 | 10 |
| | Summe (Ind./m²) | 94,3 | 70,4 | 38,8 | 13,4 | 30,1 | 17,4 | 730 |
| | S: | 12 | 12 | 6 | 7 | 3 | 4 | 20 |

Geröll und Sandstein ein tiefgründiger, wechsel-feuchter, lehmiger Mullpseudogley. Erstaunlich ist die hohe Besiedlungsdichte der Glomerida mit 22 Ind./m². *G. verhoeffi* ist auf diesen Standort beschränkt. Chordeumatida sind nur mehr mit zwei Arten vertreten. Auch *H. flavescens* ist vertreten, wobei ihre Abundanz aber vernachlässigbar gering ist. Unter den Julida ist *C. meinerti*, wie auch im benachbarten Ramsach, eudominant. Dieser Julide hat hier seine höchste Besiedlungsdichte. Auch der euryöke *P. denticulatus* ist hier eudominant.

© Naturwiss.-med. Ver. Innsbruck; download unter www.biologiezentrum.at

Ramsach

In diesem insgesamt sehr saurem Boden (pH: 3,0 - 3,6) beträgt die mittlere Abundanz der Diplopoden 13,4 Ind./m$^2$ mit 7 Arten. Damit ist die Besiedlungsdichte der Diplopoden an diesem Standort am geringsten im Vergleich zu den anderen 5 Standorten. Der tiefgründige lehmige Naßgley entwickelte sich aus der dichtgelagerten Grundmoräne. Kleinflächig kommt es bei hochanstehendem Grundwasser zur Ausbildung von Mooren. Am besten sind die Chordeumatida (mit 4 Arten) vertreten, und zwar mit *Ch. sylvestre, H. flavescens, O. caroli* und *O. pallida.* Bemerkenswert ist auch, daß nur *O. caroli* alle 6 Waldstandorte bewohnt.

Unter den Julida sind die "euryöken Arten" *C. meinerti* und *L. simplex* vertreten. Die typischen Buchenwaldarten wie *O. pilosus, I. scandinavius* und *T. niger* fehlen hier. Auch Glomerida treten hier stark zurück. Zu erwähnen ist, daß *G. connexa* nur an diesem sauren, niederschlagsreichen Standort anzutreffen war.

### 4.2.3. Subalpine Fichtenbestände auf kristallinem Moränenmaterial:

Kristberg West (KW)

Die Besiedlungsdichte in diesem subalpinen Fichtenwald mit Rippenfarn im Unterwuchs ist mit 17,4 Ind./m$^2$ erstaunlich hoch. Dies ist auf die gute Repräsentanz von *H.flavescens* (12 Ind./m$^2$) zurückzuführen. Julida sind nur mehr mit einer Art (*L. simplex,* 3 Ind./m$^2$) vertreten. *G. transalpina* tritt im trockeneren KW noch relativ häufig auf, in Kristberg Ost nicht mehr. Insgesamt setzt sich die Diplopodengesellschaft an diesem subalpinen Fichtenbestand aus nur 4 Arten zusammen, wobei dies vorwiegend "alpine Formen" sind.

Kristberg Ost (KO)

Mit 30,5 Ind./m$^2$ (S = 4) ist die Besiedlungsdichte in diesem kühlfeuchten subalpinen Fichtenwald mit mächtigen Moosmatten doppelt so hoch wie am Kristberg West. Wiederum ist *H. flavescens* (24,6 Ind./m$^2$) der bedeutendste Diplopode. Auch *O. caroli* ist erwähnenswert. Diese beiden Chordeumatida scheinen durch die mächtigen Moosmatten und das durchgehend hohe Feuchtigkeitsangebot begünstigt zu werden. Die Abundanz der Juliden (z.B. *C. meinerti* und *L. simplex*) ist unbedeutend.

## 4.3. Aktivitätsdichte und Phänologie:

### 4.3.1. Aktivitätsdichte (Tab. 3, Abb. 2):

Insgesamt konnten mit 48 Barberfallen 1053 Tausendfüßer (25 Arten) gefangen werden (Expositionszeit: vom 6. August 1987 bis 12. August 1988 und vom 17. August 1990 bis 15. Oktober 1991).

Trinahalda

Aus diesem Buchen-Tannen-Fichtenwald gelangten 297 Individuen (17 Arten) zur Auswertung. Es dominieren wie in den Bodenproben in beiden Untersuchungsjahren die beiden Glomeriden *G. conspersa & undulata.* Unter den Julida treten die typischen laufaktiven Laubstreubewohner *T. niger* und *O. pilosus* in den Vordergrund. Chordeumatiden scheinen im Vergleich zu ihrer relativ hohen Abundanz aus den Bodenproben (z.B. *P. grypischium, O. caroli, M. voigti*) nur wenig in den Fallen auf.

Rabenstein

In diesem Tannen-Fichten-Buchenwald mit Weißsegge im Unterwuchs wurden insgesamt 230 Individuen (17 Arten) gefangen. Julida haben in diesem Standort die höchste Aktivitätsdichte, wobei *T. niger, I. scandinavius* und *O. pilosus* dominieren. Innerhalb der Chordeumatida treten *I. tirolensis* und *O. caroli* in den Vordergrund. Die Oberflächenaktivität der Glomerida ist im Vergleich zu jener in Trinahalda unbedeutend.

© Naturwiss.-med. Ver. Innsbruck; download unter www.biologiezentrum.at

Tab. 3: Diplopoden aus Barberfallen von 6 Waldstandorten in Vorarlberg. Angegeben sind die mittleren Fangzahlen (Ind./Falle) aus den beiden Untersuchungsperioden (1988: 6. August 1987 - 12. August 1988; 1991: 17. August 1990 - 15. Oktober 1991), sowie die Gesamtfangzahl (Σ) und die Artenzahl (S).

| | Standorte | TH 88 | TH 91 | RS 88 | RS 91 | BT 88 | BT 91 | RA 88 | RA 91 | KW 88 | KW 91 | KO 88 | KO 91 | Σ 88 | Σ 91 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | Polyxenida | | | | | | | | | | | | | | |
| 1 | *Polyxenus lagurus* | + | – | + | – | – | – | – | – | 0,9 | – | – | – | 9 | – |
| | Glomerida | | | | | | | | | | | | | | |
| 2 | *Glomeris connexa* | – | – | – | – | – | + | 0,9 | 2,5 | – | – | – | – | 7 | 21 |
| 3 | *G. transalpina* | – | – | – | – | – | – | – | – | 0,5 | 4,3 | – | 0,3 | 4 | 36 |
| 4 | *G. verhoeffi* | – | – | – | – | 0,3 | 4,0 | – | + | – | – | – | – | 2 | 33 |
| 5,6 | *G. conspersa & undulata* | 5,3 | 6,5 | 1,8 | 0,5 | – | 2,2 | – | – | – | – | – | – | 56 | 72 |
| | Juvenile indet. | 2,6 | 0,3 | – | – | – | – | – | + | – | – | – | – | 21 | 3 |
| | Chordeumatida | | | | | | | | | | | | | | |
| 7 | *Atractosoma meridionale* | – | 0,5 | – | – | – | 0,6 | – | 0,3 | – | – | – | – | – | 11 |
| 8 | *Chordeuma sylvestre* | – | – | – | + | – | – | 2,3 | 0,8 | – | – | – | – | 18 | 7 |
| 9 | *Craspedosoma taurinorum* | – | – | – | – | 0,3 | 0,8 | – | – | – | – | – | – | 2 | 6 |
| 10 | *Haasea flavescens* | – | – | – | – | 0,3 | 0,9 | 0,4 | – | 1,0 | 0,4 | 2,6 | 1,0 | 34 | 18 |
| 11 | *Iulogona tirolensis* | + | – | 1,0 | 0,8 | – | – | – | – | – | – | – | – | 9 | 6 |
| 12 | *Melogona voigti* | + | – | 0,3 | 0,5 | – | – | – | – | – | – | – | – | 3 | 4 |
| 13 | *Ochogona caroli* | 0,3 | 1,4 | 0,9 | 0,8 | 0,4 | 1,8 | 0,8 | 0,6 | – | + | 0,4 | 2,1 | 21 | 54 |
| 14 | *Orthochordeumella pallida* | 0,4 | 0,4 | 0,4 | + | – | – | 1,3 | 0,9 | – | 0,3 | – | 0,3 | 16 | 15 |
| 15 | *Pseudocraspedosoma grypischium* | 0,9 | 1,3 | – | 0,3 | – | – | – | – | – | – | + | 0,3 | 8 | 14 |
| | Juvenile indet. | – | – | 0,3 | – | – | – | – | – | – | – | – | – | 2 | – |
| | Polydesmida | | | | | | | | | | | | | | |
| 16 | *Polydesmus complanatus* | – | – | – | – | – | – | – | – | 0,5 | + | 0,6 | 1,3 | 9 | 11 |
| 17 | *P. denticulatus* | – | – | 0,6 | 1,0 | – | 0,9 | – | + | – | – | – | – | 5 | 16 |
| 18 | *P. helveticus* | – | 0,3 | + | – | – | – | – | – | – | – | – | – | 1 | 2 |
| | Julida | | | | | | | | | | | | | | |
| 19 | *Allajulus nitidus* | – | + | 0,3 | 0,6 | 0,5 | + | – | – | – | – | – | – | 6 | 7 |
| 20 | *Cylindroiulus meinerti* | – | 0,4 | 1,1 | + | 0,5 | 1,0 | 2,0 | 0,5 | 0,3 | + | – | 0,3 | 31 | 19 |
| 21 | *C. zinalensis* | + | – | – | – | – | – | 0,4 | 0,5 | – | – | – | – | 4 | 4 |
| 22 | *Julus scandinavius* | + | + | 1,9 | 2,6 | – | – | – | – | – | – | – | – | 16 | 22 |
| 23 | *Leptoiulus simplex* | 1,1 | 1,1 | 0,3 | 0,4 | 0,8 | 0,9 | 0,5 | 1,5 | 3,9 | 5,8 | 0,9 | 2,8 | 59 | 99 |
| 24 | *Ophyiulus pilosus* | 2,9 | 2,9 | 1,3 | 0,6 | + | – | + | – | – | – | – | – | 35 | 28 |
| 25 | *Tachypodoiulus niger* | 3,8 | 2,6 | 4,0 | 5,0 | 0,9 | 1,0 | – | + | – | – | – | – | 69 | 70 |
| | Juvenile indet. | 1,5 | 0,3 | 1,3 | – | + | – | – | – | 0,3 | – | + | – | 26 | 2 |
| | Summe | 154 | 143 | 123 | 107 | 32 | 113 | 68 | 64 | 59 | 90 | 37 | 63 | 473 | 580 |
| | S: | 13 | 13 | 15 | 15 | 9 | 13 | 9 | 11 | 7 | 8 | 4 | 7 | 24 | 24 |

© Naturwiss.-med. Ver. Innsbruck; download unter www.biologiezentrum.at

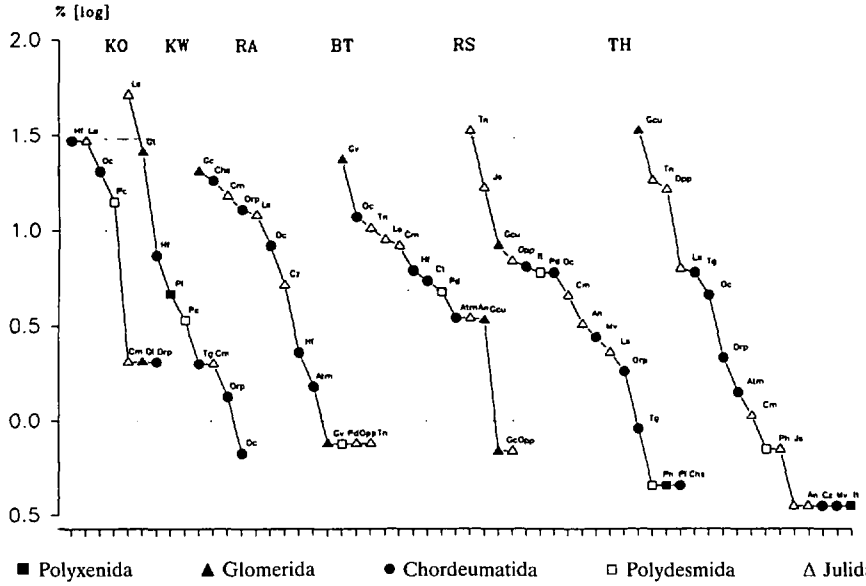


Abb. 2: Dominanzstruktur der Diplopoden nach Ergebnissen aus BF von 6 Waldstandorten in Vorarlberg. Ordinate: log Dominanz, eingezeichnet sind die Dominanzstufen 1%, 5%, 10%, 30%. KW, KO: Kristberg West und Ost, subalpiner Fichtenwald; BT: Buchheimer Tobel, Buchen-Tannenwald; RA: Ramsach, Tannen-Fichtenwald; RS, TH: Rabenstein, Trinahalda, Laubmischwälder. – Abkürzungen der Arten: An *Allajulus nitidus*, Atm *Atractosoma meridionale*, Chs *Chordeuma sylvestre*, Cm *Cylindroiulus meinerti*, Ct *Craspedosoma taurinorum*, Cz *Cylindroiulus zinalensis*, Gc *Glomeris connexa*, Gcu *Glomeris conspersa & undulata*, Gt *Glomeris transalpina*, Gv *Glomeris verhoeffi*, Hf *Haasea flavescens*, It *Iulogona tirolensis*, Js *Julus scandinavius*, Ls *Leptoiulus simplex*, Mv *Melogona voigti*, Oc *Ochogona caroli*, Opp *Ophyiulus pilosus*, Orp *Orthochordeumella pallida*, Pc *Polydesmus complanatus*, Pd *Polydesmus denticulatus*, Ph *Polydesmus helveticus*, Pl *Polyxenus lagurus*, Tg *Pseudocraspedosoma grypischium*, Tn *Tachypodoiulus niger*.

Buchheimer Tobel

In diesem Hainsimsen-Buchen-Tannenwald mit mullartigem Moder und einem pH von 3,0 wurden in beiden Untersuchungsjahren 145 Individuen (14 Arten) gefangen. Die Gesamtfangzahl stieg von 32 (1987/88) auf 113 Individuen (1990/91) an und auch die Zahl der gefangenen Arten stieg von 9 auf 13. Diese Verdreifachung der Aktivitätsdichte, die bei allen Familien auftritt, ist möglicherweise auf die durch die Gesteinsmehlapplikation veränderten Bedingungen an der Bodenoberfläche zurückzuführen (MEYER & STEINBERGER 1994). Die Aktivitätssteigerung ist bei *G. verhoeffi* besonders markant. Während 1987/88 nur zwei Individuen gefangen wurden, waren es 1990/91 32 Individuen. Weiters kamen 1991 *G.connexa* und *G. undulata & conspersa* an diesem Standort neu hinzu. Vor allem *G. verhoeffi* und *G. conspersa & undulata* zeigen hier eine sehr hohe Aktivität. Auch die Aktivitätsdominanz änderte sich innerhalb der zwei Jahre: 1987/88 dominierten die Juliden, 1990/91 hingegen dominierten die Glomerida.

Ramsach

Der Boden in diesem Tannen-Fichtenwald mit üppiger Moosmatte und Bärlapp im Unterwuchs ist sehr sauer (pH 2,8). Die Aktivitätsabundanz der Diplopoden liegt bei insgesamt 132 Individuen, die Artenzahl bei 13. An diesem feuchten Standort dominieren ausnahmsweise die Chordeumatida (*Ch. sylvestre, O. pallida* und *O. caroli*) sowohl in der Zahl der Arten als auch in der Aktivitätsdichte. 1991 ging die Aktivität dieser Arten zurück, bei *Ch. sylvestre* sogar sehr

© Naturwiss.-med. Ver. Innsbruck; download unter www.biologiezentrum.at

stark. Wie schon im Buchheimer Tobel sind auch hier wieder *C. meinerti* und *L. simplex* die aktivsten Julida. Fast ausschließlich auf diesem Standort kommt *C. zinalensis* vor, wobei seine Aktivität in beiden Untersuchungsjahren gleich war. Auch *G. connexa* beschränkt seine Aktivität auf diesen Standort, wobei 1991 die Aktivitätsdichte besonders stark war.

Kristberg West

In diesem subalpinen Fichtenwald mit Rippenfarn im Unterwuchs wurden in beiden Jahren insgesamt 149 Individuen (9 Arten) gefangen. Die Fangzahlen waren 1991 fast doppelt so hoch wie 1988. Dieser Anstieg ist vor allem auf die Aktivitätssteigerung von *L. simplex* und *G. transalpina* zurückzuführen. *L. simplex* dominiert in beiden Untersuchungsjahren. Der subalpine Fichtenwald scheint das Vorzugshabitat dieser Art zu sein. *G. transalpina* hat hier eine hohe Aktivität, zudem ist diese Art in ihrem Vorkommen auf den subalpinen Fichtenwald beschränkt. Bei den Chordeumatida dominiert *H. flavescens*. Ihre Aktivitätsdichte ist im Vergleich zur absoluten Siedlungsdichte deutlich geringer. Zu erwähnen ist der Erstnachweis von *P. complanatus* für Vorarlberg.

Kristberg Ost

Bei diesem Standort handelt es sich ebenfalls um einen subalpinen Fichtenwald, allerdings in einer feuchteren Variante mit dichten Moosmatten im Unterwuchs. 100 Individuen (7 Arten) wurden gefangen. Auch hier ist die Fallenausbeute im Jahr 1991 fast doppelt so hoch wie 1988, verursacht durch *O. caroli, L. simplex* und *P. complanatus*. An diesem feuchten Standort dominieren wie schon in den Bodenproben die beiden Chodeumatida *H. flavescens* und *O. caroli*. Die Aktivitätsdichten der beiden Arten waren in beiden Jahren allerdings sehr unterschiedlich.

### 4.3.2. Phänologie:

Tabellen 4 und 5 zeigen die jahreszeitliche Aktivitätsdynamik der Diplopoden in den beiden Untersuchungsjahren. Dazu wurden die Fallenergebnisse aus den Waldstandorten der Tallagen (Buchheimer Tobel, Ramsach, Rabenstein und Trinahalda) und die Fangdaten aus den subalpinen Standorten zu jeweils einer Tabelle zusammengefaßt.

Glomerida:

Die Hauptaktivitätszeit der Glomerida (z.B. *G. conspersa & undulata* und *G. verhoeffi*) fällt auf den Sommer (Juni bis August). Ab April treten die ersten Tiere in den Fallen auf, gegen den Herbst zu nehmen die Fangzahlen rasch ab, während der Wintermonate wurden keine Glomeriden gefangen. Im Juni fällt die große Zahl aktiver Männchen auf. Die meisten Weibchen wurden im August/September gefangen. Im Herbst und Frühjahr ist der Anteil der Juvenilen am höchsten. *G. transalpina* zeigt in den subalpinen Lagen ein ähnliches Aktivitätsmuster (Hauptaktivität der Männchen im Juni, der Weibchen im September).

Chordeumatida:

Chordeumatida (z.B. *O. caroli, P. grypischium, O. pallida*) sind deutlich winteraktiv (Oktober bis April). Die Tiere der Tallagen haben meist eine einjährige Entwicklung, in den Sommermonaten (Juli, August) dominieren die Entwicklungsstadien. Die Reifehäutungen finden im Herbst statt, die Adulten überwintern und sterben dann ab. Kopulationen sind im Herbst und Frühjahr zu beobachten. *A. meridionale* ist von Mitte August bis November aktiv, wobei die Männchen nur bis Oktober auftreten und dann von den Weibchen abgelöst werden. Mitte September werden *H. flavescens* und *I. tirolensis* aktiv. Die Weibchen beider Arten treten erst im November vermehrt auf. *C. taurinorum* wird erst im November aktiv. *O. caroli* ist eine Herbst- und Frühjahrsart. Bei ihr liegt das Aktivitätsmaximum im Spätwinter/Vorfrühling. Im Fangzeitraum November-März wurden 1991 9 Männchen und 8 Weibchen gefangen, 1988 7 Männchen und kein Weibchen.

© Naturwiss.-med. Ver. Innsbruck; download unter www.biologiezentrum.at

*Ch. sylvestre* ist der einzige Chordeumatide, bei dem das ganze Jahr über Adulte gefangen wurden. In den Sommermonaten Juli und August allerdings nur Weibchen. Ihr Verbreitungsschwerpunkt liegt im kühlfeuchten Nadelwaldboden von Ramsach, die Tiere sind dadurch von der sommerlichen Trockenheit nicht betroffen. Das Aktivitätsmaximum liegt aber doch im Herbst. Auch in den subalpinen Fichtenwäldern am Kristberg zeigen *Haasea flavescens* und *Ochogona caroli* die bekannte Winteraktivität, wobei im Juli und August adulte Tiere in den Fallen fehlen.

Polydesmida:

Die Polydesmiden (z.B. *P. denticulatus*) sind Frühjahr-Sommer-Diplopoden (Juni-August). Eier werden im Sommer abgelegt. Die Männchen sterben schon im Frühherbst. Von Oktober bis Mai waren keine Polydesmiden anzutreffen. Am Kristberg ist *Polydesmus complanatus* von Juni bis Oktober aktiv. Bemerkenswert ist, daß 1987/88 nur Männchen gefangen wurden, während 1990/91 doppelt so viele Weibchen wie Männchen in den Fallen waren.

Julida:

Nach den vorliegenden Ergebnissen erstreckt sich die Hauptaktivität der Juliden von März bis Juli. Wobei *Tachypodoiulus niger, Julus scandinavius* und *Leptoiulus simplex* schon im März bis Mai ihre Aktivitätsspitze erreichen, *Ophyiulus pilosus* und *Cylindroiulus meinerti* dagegen erst im Juni. In dieser Hauptaktivitätszeit dominieren in der Regel die Männchen, während die Weibchen ihr Aktivitätsmaximum meist erst danach aufweisen. *Tachypodoiulus niger* und *Leptoiulus simplex* sind ausgesprochen eurychron und treten das ganze Jahr über mit Adulten auf. *Cylindroiulus meinerti* und *Ophyiulus pilosus* weisen größere Fanglücken (Nov. - April) auf. Die wenigen Exemplare (10 Adulte) von *Allajulus nitidus* wurden hauptsächlich im Spätherbst gefangen. Der häufigste Julide am Kristberg ist *Leptoiulus simplex,* diese Art hat hier auch ihren Verbreitungsschwerpunkt. Auffallend ist die gleichmäßig hohe Aktivität während des ganzen Jahres.

### 4.4. Vertikalverteilung:

Um Aussagen über die Vertikalverteilung machen zu können, sind die Bodenproben schichtweise entnommen worden. Stratum (Schicht) a erstreckt sich von 0 - 7 cm (beginnend an der Streuoberfläche), Stratum b von 8 - 15 cm.

Die Verteilung der Diplopoden auf die einzelnen Schichttiefen der untersuchten Waldböden ist in Abb. 3 zusammenfassend dargestellt.

Trinahalda

Der Fichten-Tannen-Buchenwald von Trinahalda hat mit 94,3 Ind./m$^2$ die höchste Besiedlungsdichte. In diesem mullartigem Moder leben 62 % der Diplopoden im a-Horizont, 38 % im b-Horizont. Die starke Besiedlung des b-Horizontes ist auf die gleichmäßige Verteilung der Glomeriden auf beide Straten zurückzuführen. Aber auch die Juliden sind mit 21 % im Stratum b gut vertreten. Vor allem *A. nitidus* und *T. niger* sind sehr häufig in tieferen Schichten zu finden. Von den 5 vorkommenden Julidenarten geht nur *A. meinerti* nicht in die Tiefe. Erstaunlich ist die Vertikalverteilung der Chordeumiden. Von den vier vorkommenden Arten waren drei Arten (*M. voigti, O. caroli* und *T. grypischium*) auch im Stratum b zu finden.

Rabenstein

Der typische Mullhumus wird von 70 Ind./m$^2$ besiedelt, wobei 80 % aller Diplopoden im Stratum a und 20 % im Stratum b leben. Auch hier sind wieder 35 % der Glomeriden im Stratum b vertreten. Alle extrahierten Glomeriden waren juvenil. Die Juliden sind ebenfalls mit 24 % im b-Horizont aufgetreten. Bei den Chordeumiden drang von den vier aus den Bodenproben vorkommenden Arten nur *M. voigti* nach Stratum b vor.

© Naturwiss.-med. Ver. Innsbruck; download unter www.biologiezentrum.at

Tab. 4: Aktivitätsrhythmik von Diplopoden in Wäldern Vorarlbergs während zweier Untersuchungsperioden (1987/88 und 1990/91). Angegeben sind die Gesamtfangzahlen der pro Entleerung in insgesamt 32 Fallen gefangenen Individuen (♂, ♀, j (Juvenile) aus den 4 Gebieten (BT, RA, RS, TH).

| Fangperioden | 06.08.-15.09. ♂/♀/j | 15.09.-27.10. ♂/♀/j | 27.10.-11.12. ♂/♀/j | 11.12.-14.04. ♂/♀/j | 14.04.-23.05. ♂/♀j | 23.05.-01.07. ♂/♀/j | 01.07.-12.08. ♂/♀/j |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Polyxenida | | | | | | | |
| *Polyxenus lagurus* | – | –/1/– | – | – | –/1/– | – | – |
| Glomerida | | | | | | | |
| *Glomeris connexa* | – | 1/1/– | – | – | 1/1– | 1/1/0 | 1/–/– |
| *G. transalpina* | – | – | – | – | – | – | – |
| *G. verhoeffi* | – | – | – | – | – | 1/–/– | –/1/– |
| *G. conspersa & undulata* | 2/7/– | –/1/– | –/1/– | – | 4/4/– | 10/7/– | 14/6/– |
| Glomerida juv. | –/–/1 | –/–/4 | – | – | –/–/6 | –/–/6 | –/–/4 |
| Σ Glomerida | 2/7/1 | 1/2/4 | –/1/– | – | 5/5/6 | 12/8/– | 15/7/4 |
| Chordeumatida | | | | | | | |
| *Atractosoma meridionale* | – | – | – | – | – | – | – |
| *Chordeuma sylvestre* | 1/2/2 | 3/1/2 | –/1/– | – | – | 1/–/– | –/–/5 |
| *Craspedosoma taurinorum* | – | – | 1/–/– | –/1/– | – | – | – |
| *Haasea flavescens* | – | 1/–/1 | –/3/– | – | – | – | – |
| *Iulogona tirolensis* | – | 2/1/– | 2/3/– | –/1/– | – | – | – |
| *Melogona voigti* | – | – | –/1/– | 1/–/– | – | 1/–/– | – |
| *Ochogona caroli* | 2/–/1 | –/2/1 | 3/–/– | 7/–/– | – | – | –/–/2 |
| *Orthochordeumella pallida* | –/1/– | 2/2/– | –/4/– | –/1/1 | 1/2/– | 1/1/– | – |
| *Pseudocraspedosoma grypischium* | 1/–/– | –/–/1 | 2/1/1 | – | – | – | –/–/1 |
| Chordeumatida juv. | – | – | – | – | – | –/–/2 | – |
| Σ Chordeumatida | 4/3/3 | 8/6/5 | 8/12/1 | 9/3/1 | 1/2/– | 3/1/2 | –/–/8 |
| Polydesmida | | | | | | | |
| *Polydesmus denticulatus* | – | – | – | – | – | 1/–/– | 4/–/– |
| *P. helveticus* | – | – | – | – | – | 1/–/– | – |
| Σ Polydesmida | – | – | – | – | – | 2/–/– | 4/–/– |
| Julida | | | | | | | |
| *Allajulus nitidus* | – | – | 3/1/1 | – | – | – | –/–/1 |
| *Cylindroiulus meinerti* | –/2/– | 1/4/– | –/1/– | – | 2/1/– | 2/9/– | 2/5/– |
| *C. zinalensis* | – | – | – | –/1/– | –/2/– | – | 1/–/– |
| *Julus scandinavius* | –/1/– | – | 2/–/– | 7/1/– | 2/–/– | –/2/– | –/1/– |
| *Leptoiulus simplex* | –/–/1 | 1/1/– | 1/1/– | 4/1/– | 5/1/3 | 1/1/– | – |
| *Ophyiulus pilosus* | 2/5/– | 2/–/– | – | – | 5/–/2 | 8/4/2 | 4/1/– |
| *Tachypodoiulus niger* | –/1/4 | –/2/2 | 2/2/2 | 4/2/4 | 16/4/4 | 4/3/7 | –/2/4 |
| Julida juv. | –/–/2 | –/–/5 | –/–/1 | – | –/–/2 | –/–/4 | –/–/9 |
| Σ Julida | 2/9/7 | 4/7/7 | 8/5/4 | 15/5/4 | 30/8/11 | 15/19/13 | 7/9/14 |
| Summe | 8/19/11 | 13/16/16 | 16/19/5 | 23/8/5 | 36/16/17 | 32/28/21 | 26/16/26 |
| S: | 11 | 13 | 14 | 9 | 11 | 14 | 14 |

© Naturwiss.-med. Ver. Innsbruck; download unter www.biologiezentrum.at

| Σ 1987/88 ♂/♀/j | 17.08.-01.10. ♂/♀/j | 01.10.-11.11. ♂/♀/j | 11.11.-16.03. ♂/♀/j | 16.03.-01.05. ♂/♀j | 01.05.-06.06. ♂/♀/j | 06.06.-11.07. ♂/♀/j | 11.07.-30.08. ♂/♀/j | 30.08.-15.10. ♂/♀/j | Σ 1990/91 ♂/♀/j |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | | | | | |
| –/2/– | – | – | – | – | – | – | – | – | – |
| | | | | | | | | | |
| 4/3/– | – | – | – | – | 2/1/1 | 6/2/– | 5/2/– | 2/–/– | 15/5/1 |
| – | – | – | – | – | – | – | – | – | – |
| 1/1/– | –/–/1 | 1/2/1 | – | – | – | 8/1/– | 16/1/– | 1/1/– | 26/5/2 |
| 30/26/– | 1/3/– | –/1/– | –/1/– | – | 3/5/– | 22/4/– | 23/7/– | 1/1/– | 50/22/– |
| –/–/21 | –/–/1 | – | – | – | – | – | –/–/1 | –/–/1 | –/–/3 |
| 35/32/21 | 1/3/2 | 1/3/1 | –/1/– | – | 5/6/1 | 36/7/– | 44/10/1 | 4/2/1 | 91/32/6 |
| | | | | | | | | | |
| – | 2/1/– | –/2/– | –/1/– | – | – | – | –/–/1 | 3/–/1 | 5/4/2 |
| 5/4/9 | – | – | –/1/– | 1/–/– | –/1/– | –/2/– | –/1/– | –/1/– | 1/6/– |
| 1/1/– | – | – | 2/3/– | –/1/– | – | – | – | – | 2/4/– |
| 1/3/1 | – | 2/1/– | – | – | – | – | –/–/1 | –/1/2 | 2/2/3 |
| 4/6/– | – | – | 3/3/– | – | – | – | – | – | 3/3/– |
| 2/1/– | – | – | 3/–/– | –/1/– | – | – | – | – | 3/1/– |
| 12/2/4 | –/2/1 | –/–/1 | 9/8/– | 4/1/– | –/–/1 | – | –/–/7 | –/–/1 | 14/11/11 |
| 4/11/1 | – | –/2/– | 2/1/– | 3/1/– | – | – | – | 2/–/– | 7/4/– |
| 3/1/3 | 2/3/– | 1/–/– | 1/4/– | – | 1/–/– | – | – | – | 5/7/– |
| –/–/2 | – | – | – | – | – | – | – | – | – |
| 32/29/20 | 4/6/1 | 3/5/1 | 20/21/– | 8/4/– | 1/1/1 | –/2/– | 1/1/9 | 5/2/3 | 42/42/16 |
| | | | | | | | | | |
| 5/–/– | –/1/– | – | – | – | 2/–/– | 6/2/– | 5/–/– | – | 13/3/– |
| 1/–/– | – | – | – | – | 1/1/– | – | – | – | 1/1/– |
| 6/–/– | –/1/– | – | – | – | 3/1/– | 6/2/– | 5/–/– | – | 14/4/– |
| | | | | | | | | | |
| 3/1/2 | –/1/– | –/2/– | 1/–/– | – | – | 1/–/– | – | –/1/1 | 2/4/1 |
| 7/22/– | – | –/1/– | – | 1/–/– | 3/3/– | 5/1/– | 1/–/– | –/1/– | 10/6/– |
| 1/3/– | – | – | –/2/– | –/1/– | 1/–/– | – | – | – | 1/3/– |
| 11/5/– | – | – | 2/1/– | 3/2/– | 4/2/– | 4/2/– | –/2/– | – | 13/9/– |
| 12/5/4 | 1/3/1 | 2/1/– | 2/–/– | 3/–/– | 2/4/1 | 2/1/2 | 2/1/– | 2/1/– | 16/11/4 |
| 21/10/4 | 2/1/– | 1/–/– | – | – | 1/–/– | 9/2/– | 6/6/– | – | 19/9/– |
| 26/16/27 | –/2/3 | 1/3/1 | 4/–/– | 22/1/1 | 9/2/– | 11/1/3 | –/–/3 | 1/–/3 | 48/9/14 |
| –/–/23 | – | – | – | – | – | – | –/–/2 | – | –/–/2 |
| 81/65/60 | 3/7/4 | 4/7/1 | 9/3/– | 29/4/1 | 20/11/1 | 32/7/5 | 9/9/5 | 3/3/4 | 106/51/21 |
| 154/122/101 | 8/17/7 | 8/15/3 | 29/25/- | 37/8/1 | 30/19/3 | 74/18/5 | 58/20/15 | 12/7/9 | 256/129/43 |
| 21 | 11 | 12 | 14 | 10 | 14 | 12 | 14 | 13 | 23 |

© Naturwiss.-med. Ver. Innsbruck; download unter www.biologiezentrum.at

Tab. 5: Aktivitätsrhythmik der Diplopoden in subalpinen Fichtenwäldern Vorarlbergs (Kristberg West und Ost) während zweier Untersuchungsperioden (1987/88 und 1990/91). Angegeben ist die Gesamtfangzahl der pro Entleerungperiode gefangenen Individuen (♂, ♀, j (Juvenile)).

| Fangperioden | 06.08.-15.09. ♂/♀/j | 15.09.-27.10. ♂/♀/j | 27.10.-23.05. ♂/♀/j | 23.05.-01.07. ♂/♀/j | 01.07.-12.08. ♂/♀j | Σ 87/88 ♂/♀/j |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Polyxenida | | | | | | |
| *Polyxenus lagurus* | – | – | – | – | –/6/1 | –/6/1 |
| Glomerida | | | | | | |
| *Glomeris transalpina* | –/1/– | – | –/1/1 | – | –/1/– | –/3/1 |
| Chordeumatida | | | | | | |
| *Haasea flavescens* | –/–/1 | 3/1/– | 10/5/– | –/2/– | 1/–/3 | 14/8/7 |
| *Ochogona caroli* | – | – | 1/–/– | 1/1/– | – | 2/1/– |
| *Orthochordeumella pallida* | – | – | – | – | – | – |
| *Pseudocraspedosoma grypischium* | – | – | 1/–/– | – | – | 1/–/– |
| Σ Chordeumatida | –/–/1 | 3/1/– | 12/5/– | 1/3/– | 1/–/3 | 17/9/7 |
| Polydesmida | | | | | | |
| *Polydesmus complanatus* | 5/–/– | 3/–/– | – | – | 1/–/– | 9/–/– |
| Julida | | | | | | |
| *Cylindroiulus meinerti* | – | – | – | –/1/– | –/1/– | –/2/– |
| *Leptoiulus simplex* | –/4/3 | 1/6/– | 8/–/– | 5/4/1 | 5/2/1 | 19/16/5 |
| Julida juv. | – | – | – | – | –/–/2 | –/–/2 |
| Σ Julida | –/4/3 | 1/6/– | 8/–/– | 5/5/1 | 5/3/3 | 7/6/5 |
| Summe | 5/5/4 | 7/7/– | 20/6/1 | 6/8/1 | 7/10/7 | 45/36/13 |
| S: | 4 | 3 | 5 | 4 | 5 | 8 |

| Fangperioden | 16.08.-01.10. ♂/♀/j | 01.10.-06.06. ♂/♀/j | 06.06.-11.07. ♂/♀/j | 11.07.-30.08. ♂/♀/j | 30.08.-15.10. ♂/♀j | Σ 90/91 ♂/♀/j |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Polyxenida | | | | | | |
| *Polyxenus lagurus* | – | – | –/–/1 | – | –/1/– | –/1/1 |
| Glomerida | | | | | | |
| *Glomeris transalpina* | 4/5/1 | 1/2/1– | 8/2/3 | 3/–/– | 3/3/1 | 19/12/5 |
| Chordeumatida | | | | | | |
| *Haasea flavescens* | 1/–/– | 2/5/1 | 1/1/– | – | – | 4/6/1 |
| *Ochogona caroli* | –/1/– | 9/2/– | 4/2/– | – | – | 13/5/– |
| *Orthochordeumella pallida* | – | 2/1/– | – | –/1/– | – | 2/2/– |
| *Pseudocraspedosoma grypischium* | – | 1/1/– | – | – | – | 1/1/– |
| Σ Chordeumatida | 1/1/– | 14/9/1 | 5/3/– | –/1/– | – | 20/14/1 |
| Polydesmida | | | | | | |
| *Polydesmus complanatus* | 2/–/– | – | –/2/– | –/3/– | 1/2/– | 3/7/– |
| Julida | | | | | | |
| *Cylindroiulus meinerti* | – | –/1/– | 1/–/– | – | –/1/– | 1/2/– |
| *Leptoiulus simplex* | 3/2/3 | 16/9/– | 4/5/2 | 1/6/– | 2/12/2 | 26/34/7 |
| Julida juv. | – | – | – | – | – | – |
| Σ Julida | 5/2/3 | 16/10/– | 5/5/2 | 1/6/– | 2/13/2 | 27/36/7 |
| Summe | 10/8/4 | 30/21/2 | 18/12/5 | 4/10/– | 8/19/4 | 69/70/15 |
| S: | 5 | 7 | 7 | 4 | 5 | 9 |

© Naturwiss.-med. Ver. Innsbruck; download unter www.biologiezentrum.at

Buchheimer Tobel

In diesem Pseudogleyboden leben nur mehr 39 Diplopoden/m², wobei 78 % in Stratum a und 22 % in Stratum b leben. Die Besiedlung von Stratum b durch die Glomeriden (28 %) ist wiederum beträchtlich. Auch die Juliden sind mit 20 % in Stratum b vertreten, wobei aber nur *A. meinerti* in die Tiefe vordringt. Die Chordeumatiden sind nur mit 2 Arten vertreten (*H. flavescens* und *O. caroli*). Sie leben nur in der Streu. Die Polydesmiden traten nur hier und in Rabenstein auf. In beiden Fällen leben 85 % in Stratum a und 15 % in Stratum a.

Ramsach

An diesem saurem Standort sind nur mehr 13 Diplopoden/m² zu finden. Die meisten leben im oberen Horizont. Nur *Ch. sylvestre* und *O. pallida* sowie *A. meinerti* und *L. simplex* wurden in Einzelexemplaren auch in Stratum b gefunden.

Kristberg West

In diesem subalpinen Fichtenwald ist die Besiedlungsdichte etwas höher als in Ramsach. Die Diplopoden dringen wie in Ramsach nur wenig in den Rohhumus ein. 94 % der Chordeumatiden und 75 % der Juliden (*L. simplex*) stammen aus Stratum a.

Kristberg Ost

Wie schon oben festgestellt ist die Diplopodenbesiedlung in diesem kühlfeuchten Rohhumus mit 30,5 Ind./m² relativ hoch. 90 % der Tiere leben in den obersten Schichten der mächtigen Sphagnum-Polster. Die dominierenden Arten sind *H. flavescens* und *O. caroli.* Aus der tieferen Mooslage stammen hauptsächlich Jungtiere.

### 4.5. Zönotik:

In Tab. 6 sind die mittels Barberfallen und Bodenproben gefangenen Diplopodenarten nach ihrem Vorkommen in den 6 Waldstandorten angeordnet. Angegeben sind die Gesamtfangzahlen (Männchen, Weibchen und Juvenile; Juvenile nur insoweit sie einer Art zuordenbar waren) aus Barberfallenfängen (1987/88 und 1990/91) und Bodenproben (1987 - 1991).

Es ergeben sich 4 Artengruppen: Die erste Gruppe bilden 3 Arten (*Ch. sylvestre, G. connexa, G. verhoeffi*), die hier kaum in die Alpen vordringen und nur an kühlen niederschlagsreichen Standorten sei es in Nadel- oder Laubmischstreu aber auch in Moosmatten (Ramsach und Buchheimer Tobel) vorkommen. Die zweite Gruppe besteht ebenfalls aus mehrheitlich westlichen oder außeralpin weit verbreiteten Arten (z.B. *T. niger, O. pilosus, A. nitidus, I. scandinavius, G. conspersa & undulata, M. voigti*), die im wesentlichen euryöke Waldstreubewohner sind. Diesen Voraussetzungen entsprechen die Lage und die Standortbedingungen im Buchheimer Tobel, Trinahalda und Rabenstein. In der dritten Gruppe sind Arten vereint, deren Verbreitung sich über alle erfaßten Höhenstufen von 570 m bis 1570 m erstreckt (z.B. *O. pallida, O caroli, C. meinerti* und *L. simplex*). Eine Präferenz für bestimmte Standortsbedingungen (Laubstreu, Nadelstreu, erhöhte Feuchtigkeit, kalkalpiner oder kristalliner Untergrund) scheint nicht gegeben. *H. flavescens* gehört prinzipiell auch zu dieser Artengruppe, fehlt aber offensichtlich in den Laubmischwaldstandorten auf Kalk. Mangelndes Feuchtigkeitsangebot mag eine Ursache dafür sein. *G. transalpina* und *P. complanatus* sind nach den vorliegenden Ergebnissen auf die subalpinen Fichtenwälder beschränkt, wobei *G. transalpina* eine typische alpine Form darstellt, die im allgemeinen nicht unter 1400 m vorkommt. *P. complanatus* gilt zwar als Waldtier, dringt aber auch in die Grasheide vor.

Nach den im Dendrogramm (Abb. 3) dargestellten Ähnlichkeitswerten (Curtis-Index) ordnen sich die Standorte zu drei Gruppen: Höchste Ähnlichkeiten im Artenbestand und in der Gesamtfangzahl der Diplopoden zeigen die beiden Laubmischwaldstandorte auf Kalk (TH und RS). Eine zweite Gruppe mit 50 % Identität bilden die subalpinen Fichtenwaldstandorte. Trotz des

© Naturwiss.-med. Ver. Innsbruck; download unter www.biologiezentrum.at

Tab. 6: Gruppierung der Diplopodenarten in den 6 Waldstandorten Vorarlbergs. Angegeben sind die Gesamtfangzahlen aus Barberfallenfängen (1987/88 und 1990/91) und Bodenproben (1987 - 1991), sowie die Artenzahlen (S). Verteilung der Arten auf die Untersuchungsflächen in Prozent.

| Entnahmeorte | RA | BT | TH | RS | KW | KO | Σ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| *Chordeuma sylvestre* | 97 | | | 3 | | | 35 |
| *Glpmeris connexa* | 97 | 3 | | | | | 30 |
| *G. verhoeffi* | 3 | 97 | | | | | 35 |
| *Craspedosoma taurinorum* | | 89 | 11 | | | | 9 |
| *Atractosoma meridionale* | 18 | 46 | 36 | | | | 11 |
| *Cylindroiulus zinalensis* | 58 | 8 | 34 | | | | 12 |
| *Tachypodoiulus niger* | 1 | 10 | 38 | 51 | | | 164 |
| *Ophyiulus pilosus* | 1 | 1 | 67 | 31 | | | 72 |
| *Polydesmus denticulatus* | 2 | 42 | 2 | 54 | | | 50 |
| *Glomeris conspersa & undulata* | | 12 | 75 | 13 | | | 144 |
| *Allajulus nitidus* | | 6 | 49 | 45 | | | 89 |
| *Melogona voigti* | | | 23 | 77 | | | 70 |
| *Iulogona tirolensis* | | | 7 | 93 | | | 15 |
| *Julus scandinavius* | | | 5 | 95 | | | 41 |
| *Polydesmus helveticus* | | | 75 | 25 | | | 4 |
| *Pseudocraspedosoma grypischium* | | | 85 | 6 | 9 | | 33 |
| *Orthochordeumella pallida* | 55 | | 18 | 15 | 6 | 6 | 34 |
| *Ochogona caroli* | 12 | 18 | 21 | 20 | 2 | 27 | 108 |
| *Cylindroiulus meinerti* | 34 | 35 | 6 | 18 | 4 | 3 | 77 |
| *Leptoiulus simplex* | 11 | 9 | 10 | 3 | 48 | 19 | 175 |
| *Haasea flavescens* | 6 | 6 | | | 28 | 60 | 170 |
| *Glomeris transalpina* | | | | | 95 | 5 | 43 |
| *Polydesmus complanatus* | | | | | 25 | 75 | 20 |
| Σ: | 164 | 181 | 376 | 348 | 187 | 185 | 1441 |
| S: | 13 | 14 | 17 | 15 | 8 | 7 | 23 |

unterschiedlichen Waldcharakters, aber wohl aufgrund der örtlichen Nähe haben BT und RA noch eine Ähnlichkeit von 41 %. Das gemeinsame Merkmal der Gruppe TH, RS, BT und RA (Ähnlichkeit im Artenbestand: 26 %) liegt wahrscheinlich in der gleichen Höhenlage (590 - 870 m) und in der relativen Alpenrandlage. Von dieser Gruppe heben sich die Kristberg-Standorte wegen ihrer Nähe zum Alpenhauptkamm und wegen der subalpinen Lage ab.

## 5. Diskussion und Zusammenfassung:

Dieser Arbeit liegt eine Gesamtfangzahl von 1783 Diplopoden zugrunde, die in den Jahren 1987 - 1991 an sechs Waldstandorten in Vorarlberg (Fichten-Tannen-Buchenwälder im Pfändergebiet bei Bregenz, 720 bis 820 m; Laubmischwälder im Raum Nenzing, 600 bis 900 m und subalpine Fichtenbestände im Silbertal, 1520 bis 1590 m) mittels Barberfallen (1053 Ind.) und durch Extraktion von Bodenproben (730 Ind.) gesammelt wurden. Während in den Barberfallen die Adulten (83,5 %) und die Männchen (SI = 0,41) dominieren, herrschen in den Bodenproben die juvenilen Individuen (83,7 %) und die Weibchen (SI = 0,68) vor.

Je nach Erfassungsmethode ergibt sich ein sehr unterschiedliches Bild von der Struktur der Diplopodenfauna in den Waldgesellschaften. Auf der Grundlage der Fallenergebnisse reihen sich

© Naturwiss.-med. Ver. Innsbruck; download unter www.biologiezentrum.at

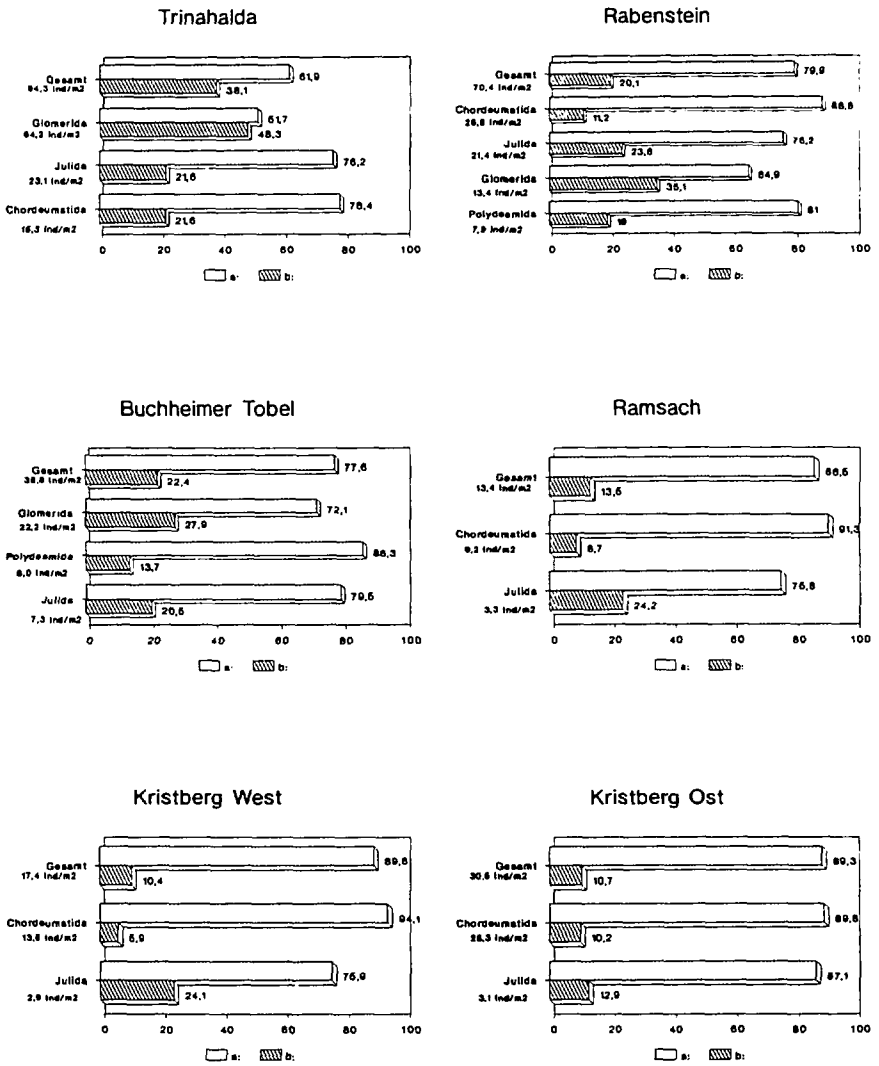


Abb. 3: Vertikalverteilung der Diplopoden in Waldböden Vorarlbergs nach Ergebnissen aus Bodenproben. Angegeben sind die aus insgesamt 8 Terminen (1987 - 1991) gemittelte Besiedlungsdichte und die prozentuelle Verteilung der Tiere auf die Tiefen 0 - 7 cm (a:) und 8 - 15 cm (b:).

Juliden (47 %) klar vor Glomeriden und Chordeumatiden (je 24 %). Nach den Befunden aus den Bodenproben sind die Anteile ausgeglichen (Glomerida und Chordeumatida je 35 %, Julida 23 %). Diplopoden-Fallenfänge in einem Eichenmischwald im Inntal erbrachten 59 % Julida, 27 % Chordeumatida und 14 % Glomerida (KURNIK & THALER 1985). Interessant ist in diesem Zusammenhang ein Methodenvergleich mit einer ähnlichen Untersuchung im Schweizer Jura (PEDROLI-CHRISTEN 1981). In den dortigen Wäldern herrschen nach den Befunden aus den Barberfallen Glomeriden (60 %) klar vor, gefolgt von den Juliden mit 30 % und Chordeumatiden mit 6 %. Nach Ergebnissen aus Bodenproben sind die Standorte deutlich von Juliden (72 %) do-

© Naturwiss.-med. Ver. Innsbruck; download unter www.biologiezentrum.at

miniert, Glomeriden erreichen 24 % und Chordeumatida nur 4 %. Die Ordnungen (Lebensformen) der Diplopoden verhalten sich also gegenüber den Erfassungsmethoden nicht einheitlich. Das könnte bedeuten, daß in erster Linie die Charakteristik des Standorts (Geomorphologie, Streulage, Unterwuchs) und die Positionierung der Fallen bzw. der Ort der Probenentnahme die Dominanzstruktur der Diplopoden mehr beeinflussen als die relative oder absolute Methodik.

Insgesamt umfaßt die Ausbeute aus den 6 Wäldern in Vorarlberg 25 Arten. In sechs Waldgesellschaften im Schweizer Jura wurden im ganzen 26 Arten gefunden (PEDROLI-CHRISTEN 1981). Aus jener Untersuchung stammt auch die bisherige maximale Zahl von 20 Arten in einem Waldtyp. In Laubwäldern Europas ist durchschnittlich mit 13 Diplopodenarten zu rechnen (z.B. BORNEBUSCH 1930, BLOWER & GABBUTT 1964, BLOWER 1970, 1979, PEDROLI-CHRISTEN 1981, GEOFFROY 1981, 1985, LÖSER et. al. 1982, PHILLIPSON & MEYER 1984, SCHAEFER 1990, SCHALLNASS et al. 1992, DAVID et al. 1993). Mit 15 bzw. 17 Arten liegen die beiden Vorarlberger Laubwälder auf kalkalpinem Untergrund deutlich über dem Durchschnitt. Nur in den subalpinen Nadelwaldstandorten ist das Artenspektrum deutlich geringer (8 spp.). Unter günstigen Umständen können in subalpinen Waldlagen der Alpen bis zu 14 Arten gefunden werden (HENSLER & THALER 1980, BOLLER 1986). Mit Barberfallen werden generell mehr Arten erfaßt als mit Bodenproben. Im vorliegenden Fall wurden alle 25 Arten mit Barberfallen erbeutet, in den Bodenproben fehlten 3 Chordeumatida-Arten und 2 *Polydesmus*-Arten.

Ein Vergleich der Artengarnituren von Diplopoden in Wäldern Europas ist aus tiergeographischen Gründen schwierig. Es fällt aber auf, daß sich unter den häufigen Arten eines Waldtyps regelmäßig jeweils (1-)2 Glomerida-Arten, (1-)2 Chordeumatida, 2 Julida und 1 Polydesmus-Art befinden. Die untersuchten Waldstandorte in Vorarlberg umfassen die Molasseberge im Norden, die Nördlichen Kalkalpen im Walgau und das Kristallin der Silvretta im Süden. In erster Linie dürften die relative Alpenrandlage, die Nähe von Nord- und Zentralalpen und der Grenzbereich von West- und Ostalpen die Artenzusammensetzung der Diplopoden bestimmen. Verbreitungsbilder der vorkommenden Arten sind in der Faunistik der Tausendfüßer der Schweiz (PEDROLI-CHRISTEN 1993) und teilweise in einem europäischen Atlas (KIME 1990) gut dokumentiert. Auch die Faunistik der Diplopoda im angrenzenden Nordtirol wurde aktualisiert (THALER et al. 1987, 1990, 1993) und bietet gute Vergleichsmöglichkeiten. Nur 4 der 25 Arten aus den Wäldern Vorarlbergs sind in Europa großräumig verbreitet (*P. lagurus, P. complanatus, P. denticulatus* und *O. pilosus*). Die größte Zahl (12) der Arten (*G. conspersa & undulata, Ch. sylvestre, H. flavescens, M. voigti, O. caroli, I. scandinavius*) ist aus West- und Mitteleuropa nach Vorarlberg vorgedrungen, einige haben hier ihre östliche Verbreitungsgrenze (*P. helveticus, A. nitidus, T. niger*) oder dringen nur wenig weiter nach Osten vor (*O. pallida, C. zinalensis*). Nur zwei Arten haben ihre Hauptverbreitung in den Ostalpen und erreichen hier ihre Westgrenze (*G. connexa, C. meinerti*). Vertreten sind auch 4 Arten, deren Ursprungsgebiet südlich der Alpen liegt (*G. verhoeffi, A. meridionale, C. taurinorum* und *P. grypischium*). Drei Arten sind in den Alpen endemisch (*G. transalpina, I. tirolensis* und *L. simplex*).

Naturgemäß fehlen in der Ausbeute typische Bewohner offener Habitate. Wie in Tab. 6 gezeigt, sind aber auch die ökologischen Ansprüche der Waldarten und deren Verteilung recht unterschiedlich. *Ch. sylvestre* und *G. connexa* bewohnen extrem feuchte und auch saure Waldböden der Tallagen. Eurytope Waldarten, ebenfalls im collinen Bereich, sind u.a. *A. nitidus, I. scandinavius, O. pilosus, T. niger.* In subalpinen Nadelwäldern leben sowohl einige euryzonale Waldarten wie *H. flavescens, O. caroli, O. pallida* und *C. meinerti* als auch Bewohner alpiner Grasheiden (*G. transalpina* und *L. simplex*).

Die quantitativ reichste Diplopodenbesiedlung (70 - 94 Ind./$m^2$) zeigen die beiden Laubmischwälder auf kalkalpinem Untergrund. Seit den Arbeiten von BORNEBUSCH (1930) sind in Europa von zahlreichen Autoren in mehr als 50 unterschiedlichen Laubmischwäldern Diplopoda quantitativ untersucht worden. Zusammenstellungen von entsprechenden Abundanzwerten ge-

© Naturwiss.-med. Ver. Innsbruck; download unter www.biologiezentrum.at

ben u.a. GEOFFROY (1981), PEDROLI-CHRISTEN (1981), GEOFFROY (1985), SCHALLNASS et al. (1992), DAVID et al.(1993). Die Hälfte der festgestellten Abundanzwerte liegt unter 50 Ind./ $m^2$ und je ein Viertel zwischen 50 und 100 bzw. 100 - 300. In Ausnahmefällen werden auch Besiedlungsdichten von nahe 1000 Diplopoden/ $m^2$ gemeldet (BLOWER 1979, MEYER et al. 1984). Die Abundanz der Diplopoden in den kalkalpinen Laubwäldern Vorarlbergs kann also als durchschnittlich beurteilt werden. In den randalpinen, von Nadelbäumen geprägten und durch hohe Niederschläge gekennzeichneten Waldstandorten auf saurer Moränenunterlage ist die Besiedlungsdichte (13 - 39 Ind./ $m^2$) nur mehr halb so groß. Im Rohhumus der subalpinen Fichtenwälder ist die Diplopoden-Abundanz (17 - 30 Ind./ $m^2$) immer noch beachtlich.

D a n k : Die Untersuchungen wurden durch das Amt der Vorarlberger Landesregierung ermöglicht und finanziell unterstützt. Die Betreuung der Barberfallen lag in den Händen von Dr. K.H. Steinberger. Für technische Assistenz bei der Bearbeitung der Bodenproben im Labor und bei der Sortierarbeit danken wir Frau Regina Medgyesy.

## 6. Literatur:

ATTEMS, C. (1904): Neue palaearktische Myriapoden nebst Beiträgen zur Kenntnis einiger alter Arten. — Arch. f. Naturgeschichte **1904(1):** 179 - 196.

BLOWER, J.G. (1970): The millipedes of a Cheshire wood. — J. Zool. London **160:** 455 - 496.

— (1979): The millipede Faunas of two British limestone woods. — In: CAMATINI, M.(ed.), Myriapod Biology, Acad. Press, London: 203 - 214.

BLOWER, J.G. & P.D. GABBUTT (1964): Studies on the millipedes of a Devon oak wood. — Proc. zool. Soc. London **143:** 143 - 176.

BOLLER, F. (1986): Diplopoden als Streuzersetzer in einem Lärchenwald. — Nationalpark-Berchtesgaden Forschungsbericht **9/1986,** 88 pp.

BORNEBUSCH, C.H.(1930): The fauna of forest soil. — Forst. Forsvaes. Danmark (Kopenhagen) **11:** 1 - 225.

DAVID, J.F., J.F. PONGE & F. DELECOUR (1993): The saprophagous macrofauna of different types of humus in beech forests of the Ardenne (Belgium). — Pedobiologia **37:** 49 - 56.

GEOFFROY, J.J. (1981): Étude d'un écosystème forestier mixte — V. Traits généraux du peuplement de Diplopodes édaphiques. — Rev. Écol. Biol. Sol **18(3):** 357 - 372.

— (1985): Les diplopodes d'un écosystème forestier tempéré; Répartition spatio-temporelle des populations. — Bijdragen tot de Dierkunde **55(1):** 78 - 87.

GLATZEL, G., K. KATZENSTEIN & M. SIEGHARDT (1989): 3. Das Teilprojekt "Forstökologie". — Amt der Vorarlberger Landesregierung, Band 3 (Waldforschung in Vorarlberg): 117 - 143.

GRABHERR, G. & C. PETER, (1989): 4. "Das Teilprojekt Pflanzensoziologie". — Amt der Vorarlberger Landesregierung, Band 3 (Waldforschung in Vorarlberg): 143 - 151.

HAACKER, U. (1966): Diplopoden aus der Umgebung von Obersdorf/Allgäu. — Ent. Zeitschr. (Stuttgart) **76(10):** 109 - 112.

HENSLER, I. & K. THALER (1980): Über einige subalpine Diplopoden des Silltales (Nordtirol, Österreich). — Ber. nat.-med. Verein Innsbruck **67:** 95 - 102.

JANETSCHEK, H. (1952): Beitrag zur Kenntnis der Höhlentierwelt der Nördlichen Kalkalpen. — Jb. Ver. Schutz Alpenpflanzen u. -tiere (München) **17:** 69 - 92.

KIME, R.D. (1990): A provisional atlas of European Myriapods, Part I. — Fauna Europaea Evertebrata **1** (Luxemburg), 109 pp.

KURNIK, I. & K. THALER (1985): Weitere Diplopoden-Fallenfänge in Nordtirol (Österreich). — Ber. nat.-med. Verein Innsbruck **72:** 145 - 154.

LÖSER, S., E. MEYER & K. THALER (1982): Laufkäfer, Kurzflügelkäfer, Asseln, Webespinnen, Weberknechte und Tausendfüßer des Naturschutzgebietes "Murnauer Moos" und der angrenzenden westlichen Talhänge. — Entomofauna Suppl. **1** (Linz): 369 - 446.

MATHIS, J.A. (1951): Zur Kenntnis der Diplopoden des nördlichen Vorarlberg. — Diss. Univ. Innsbruck, 115 pp.

MEYER, E. (1973): Über die Diplopoden Nordtirols und Vorarlbergs (Kritische Artenliste, mit biologischen Daten aus der Literatur). — Magisterarbeit Innsbruck, 102 pp.

— (1975): Über einige Diplopoden aus dem Rätikon (Vorarlberg, Österreich). — Ber. nat.-med. Ver-

© Naturwiss.-med. Ver. Innsbruck; download unter www.biologiezentrum.at

ein Innsbruck **62:** 63 - 69.

MEYER, E., I. SCHWARZENBERGER, G. STARK & G. WECHSELBERGER (1984): Bestand und jahreszeitliche Dynamik der Bodenmakrofauna in einem inneralpinen Eichenmischwald (Tirol, Österreich). — Pedobiologia **27:** 115 - 132.

MEYER, E. & K.H. STEINBERGER (1994): Über die Bodenfauna in Wäldern Vorarlbergs (Österreich) — Bestand und Auswirkungen von Gesteinsmehlapplikationen. — Verh. Ges. Ökol. **23:** 149 - 164.

PEDROLI-CHRISTEN, A. (1981): Etude des peuplements de Diplopodes dans six associations forestieres du jura et duplateau suisse (Region Neuchateloise). — Bull. Soc. neuchatel. Sci. nat. **104:** 89 - 106.

— (1993): Faunistik der Tausendfüßer der Schweiz (Diplopoda). — Doc. Faun. Helv. Vol. **14:** 167 pp. + LXIII Anhang.

PHILLIPSON J. & E. MEYER (1984): Diplopod numbers and distribution in a British beechwood. — Pedobiologia **26:** 83 - 94.

SCHAEFER, M. (1990): The soil fauna of a beech forest on limestone: trophic structure and energy budget. — Oecologia **82:** 128 - 136.

SCHALLNASS, H.J., J. RÖMBKE & L. BECK (1992): Zur Biologie eines Buchenwaldbodens 15. Die Doppelfüßer (Diplopoda). — Carolinea **50:** 145 - 170.

SINGER, A. (1993): Verteilung, Aktivität und Besiedlungsdichte von Diplopoden an Waldstandorten in Vorarlberg. — Diplomarbeit, Univ. Innsbruck, 90 pp.

THALER, K. & E. MEYER (1974): Fragmentica Faunistica Tirolensia-II. — Ber. nat.-med Verein Innsbruck **61:** 93 - 99.

THALER, K., A. KOFLER & E. MEYER (1987): Fragmenta Faunistica Tirolensia-VII. — Ver. Mus. Ferdinamdeum Innsbruck **67:** 131 - 154.

— (1990): Fragmenta Faunistica Tirolensia-IX. (Arachnida: Aranei, Opiliones; Myriapoda: Chilopoda, Diplopoda, Glomerida; Insecta: Dermaptera, Coleoptera: Staphylinidae). — Ber. nat.- med. Verein Innsbruck **77:** 225 - 243.

THALER, K., B. KNOFLACH & E. MEYER (1993): Fragmenta Faunistica Tirolensia-X (Arachnida, Acari: Caeculidae; Myriapoda: Diplopoda; Insecta, Nematocera: Limoniidae, Sciaridae). — Ber. nat.-med. Verein Innsbruck **80:** 311 - 325.

VERHOEFF, K.W. (1916): Über Diplopoden. 83. Aufsatz: Zur Kenntnis der Diplopoden-Fauna Tirols und Vorarlbergs, ein zoogeographischer Beitrag. — Z. Naturw. **86:** 81 - 151.

# ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: Berichte des naturwissenschaftlichen-medizinischen Verein Innsbruck

Jahr/Year: 1997

Band/Volume: 84

Autor(en)/Author(s): Meyer Erwin, Singer Andreas

Artikel/Article: Verteilung, Aktivität und Besiedlungsdichte von Diplopoden in Wäldern Vorarlbergs (Österreich) (Myriapoda: Diplopoda). 287-306