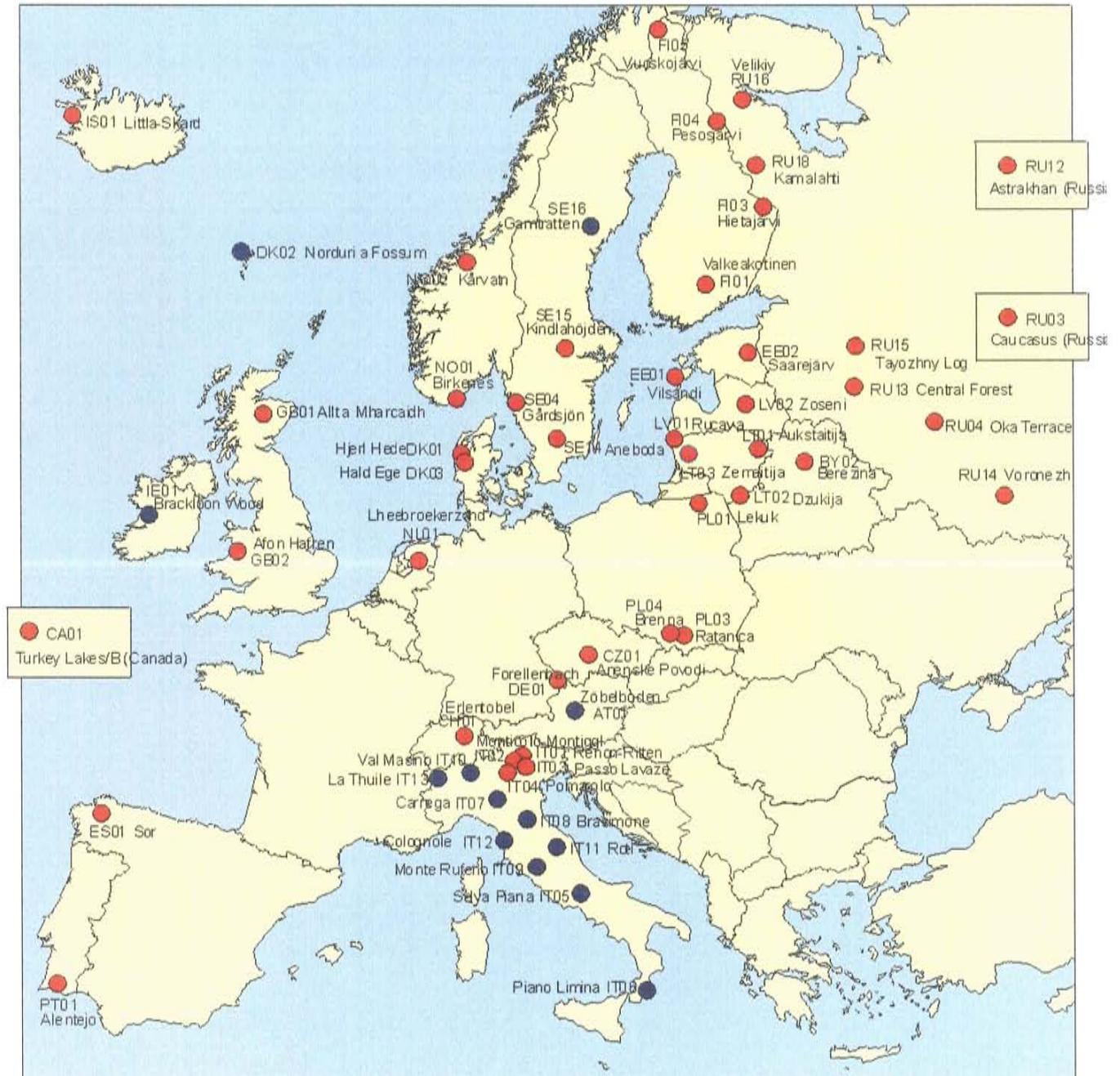




UN-ECE CONVENTION ON LONG-RANGE TRANSBOUNDARY OF AIR POLLUTION

INTERNATIONAL COOPERATIVE PROGRAMME ON INTEGRATED  
MONITORING ON AIR POLLUTION EFFECTS ON ECOSYSTEMS



## Bodenzoologische Untersuchungen auf den Waldstandorten IT01 Ritten - IT02 Montiggli

Erhebungsjahr 1993

Univ.-Doz. Dr. E. MEYER

Institut für Zoologie – Universität Innsbruck

# **BODENZOOLOGISCHE UNTERSUCHUNGEN**

im Rahmen des Projektes

"International Cooperative Programme on Assessment and Monitoring  
of Air Pollution Effects on Forests"

im Auftrag

des Forstwirtschaftsinspektorats Bozen und  
des I'Istituto Agrario di San Michele all'Adige (Settore Foreste Ambiente)

## **Bericht**

über Arbeiten und Ergebnisse aus dem Jahr

**1993**

Projektleitung: Univ. Doz. Dr. Erwin Meyer

Wissenschaftliche Mitarbeit: Mag. Ulrike Plankensteiner

Institut für Zoologie  
Technikerstraße 25  
A-6020 INNSBRUCK

**März 1994**

# Inhalt

<b>1. Einleitung</b> . . . . .	1
<b>2. Versuchsflächen</b> . . . . .	3
2.1. Provinz Trient . . . . .	3
Pomarolo	
Lavazè	
2.2. Provinz Bozen . . . . .	3
Montiggl	
Ritten	
<b>3. Methodik</b> . . . . .	9
3.1. Probenentnahme und Probenbearbeitung . . . . .	9
3.2. Ermittlung der Biomasse . . . . .	10
<b>4. Primärmaterial</b> . . . . .	11
<b>5. Ergebnisse</b> . . . . .	13
5.1. Pomarolo . . . . .	13
5.2. Lavazè . . . . .	18
5.3. Montiggl . . . . .	22
5.4. Ritten . . . . .	27
<b>6. Zusammenfassung</b> . . . . .	31
<b>7. Literatur</b> . . . . .	37

## 1. Einleitung

Der Boden ist die Schaltstelle des Stoffkreislaufs in terrestrischen Ökosystemen. Zu den steuernden Faktoren des Stoffumsatzes zählen neben dem mineralogischen Untergrund, dem Klima, dem Relief, dem Pflanzenbestand ganz besonders die Mikroorganismen und Tiere. Die saprotrophen Tiere übernehmen in erster Linie die Rolle der primären und sekundären Zerkleinerung des pflanzlichen Bestandesabfalls und tragen zur Durchmischung von Bodenpartikeln und zur Strukturbildung bei. Wechselwirkungen mit den Mikroorganismen bestehen besonders bei der chemischen Aufbereitung der Nahrung außerhalb und innerhalb des Darmes sowie bei der passiven Verbreitung von Keimen im Boden. Die Diversität der Bodenfauna ist bemerkenswert. In erster Linie dürfte das in vielen Fällen unlimitierte Nahrungsangebot die Koexistenz und den hohen Grad an Diversität innerhalb der Bodenfauna ermöglichen. Unterhalb der Ebene des reinen Nahrungsangebotes spielen aber mikroklimatische, strukturelle und biochemische Komponenten eine wichtige Rolle für die vielfältigen Einnischungsmöglichkeiten und die Habitatnutzung der Bodentiere (KÜHNELT 1950, WALLWORK 1976, GHILAROV 1978, DUNGER 1983, GISI 1990, KILLHAM 1994).

Qualitative Unterschiede zwischen den verschiedenen Streuarten und der unterschiedliche Zersetzungsgrad bieten besonders für saprotrophe Bodentiere ein breite Palette von Mikrohabitaten im horizontalen und vertikalen Bereich. Bei hohem C/N-Verhältnis und hohem Polyphenolgehalt des Bestandesabfalls und unter sauren Bedingungen gedeihen Bodenpilze gut. An Bodentieren herrschen dann Kleinstarthropoden, Nematoden und Enchytraeen vor, die sich hauptsächlich von Pilzen ernähren. Höherer Stickstoffgehalt der Streu und wenig Phenolgehalt begünstigen die Besiedlung mit Bakterien und den Direktfraß der Makrofauna an der Streu. Unter solchen Bedingungen werden Lumbricidae, Diplopoda und Isopoda gefördert. Die klimatischen Verhältnissen und die Qualität des Bestandesabfalls bestimmen also zusammen mit Mikroorganismen und der Bodentiergemeinschaft die Entwicklung der verschiedenen Humusformen: Bei entsprechender Präsenz der makrosaprotrophen Bodenfauna wird die Entwicklung von Mullhumus gefördert. Bei Dominanz der Mesofauna entsteht Moder oder Rohhumus. Diese Erkenntnisse beruhen auf einer Vielzahl von einzelnen Untersuchungen an Tiergesellschaften von Waldböden und auf zusammenfassenden Übersichten (BORNEBUSCH 1930, VAN DER DRIFT 1962, VOLZ 1962, PETERSEN & LUXTON 1982, WEIDEMANN & SCHAUERMANN 1986, HUHTA

et al. 1986, FUNKE 1986, 1991, REHFUESS 1990, SCHAEFER & SCHAUERMANN 1990, SCHAEFER 1991, WOLTERS 1991, BECK 1993, DAVID et al. 1993).

Die Aufgabe der vorliegenden Arbeit war es, je zwei Waldstandorte in den Provinzen Trient und Bozen, mit Hilfe quantitativer bodenzoologischer Methodik zu untersuchen und den Istzustand zu charakterisieren. Zur Bewertung der Standorte werden die Besiedlungsdichte und die Biomasse der einzelnen Tiergruppen sowie die Zusammensetzung und Dominanzstruktur der Bodentiergemeinschaft herangezogen. Weitere Beurteilungskriterium bilden das Verhältnis zwischen Abundanz und Biomasse (= mittleres Individualgewicht der Boden-Makrofauna (z.B. Lumbricidae, Coleoptera, Diptera-Larven, Diplopoda, Chilopoda) sowie die Biomasse-Relation zwischen Makrofauna, Enchytraeidae und Mesofauna (Milben u. Collembolen). Zur Charakteristik einer Bodentiergemeinschaft gehört weiters auch deren vertikale Verteilung auf die organischen Auflage und den Mineralboden. Eine Analyse bestimmter Tiergruppen auf Artniveau war im Rahmen dieses Auftrags nicht vorgesehen, ist aber zum Teil schon vorhanden (z.B. Collembola durch H. KOPESZKI). Die Einbeziehung dieser Daten wird die Interpretationsmöglichkeit bedeutend verbessern.

Die bodenzoologischen Arbeiten wurden mit den bodenmikrobiologischen Untersuchungen (SCHINNER & v.MERSI 1994) und den Arbeiten am Feinwurzelsystem mykotropher Waldbäume (PÖDER et al. 1994) standörtlich und zeitlich konzertant durchgeführt. Eine Zusammenführung der zoologischen und mikrobiologischen Ergebnisse verspricht interessante Aufschlüsse über bodenbiologische Wechselwirkungen. Eine entsprechende Diplomarbeit (E. HILKERSBERGER) ist im Entstehen.

Die Arbeiten erfolgten im Rahmen des "Integrated Monitoring Programme". Dieses Ökosystem-Überwachungs-Programm wurde 1989 von der "United Nations Economic Commission for Europe" (UN ECE) ins Leben gerufen. In dessen Rahmen sollen in Form eines europaweiten Netzes von Dauerbeobachtungsflächen Waldökosysteme durch ein verbindlich festgelegtes und standardisiertes Meß- und Untersuchungsprogramm ganzheitlich überwacht werden. Die dabei erzielten Ergebnisse sollen sowohl dem Vergleich mit ausländischen Standorten, als auch späteren Vergleichen über Veränderungen im eigenen Land dienen. In den beiden Provinzen Trient und Bozen wurden von den zuständigen Forstbehörden im Jahr 1992 je zwei solcher Langzeit-Versuchsflächen ausgewiesen und nach den Zielsetzungen des internationalen Monitoring Programmes mit den Apparaturen zur Erfassung abiotischer (z.B. Wetter, Niederschlag- u. Luftchemie, Stammabfluß) und biotischer Parameter ausgestattet.

## 2. Versuchsflächen

### 2.1. Provinz Trient

#### **Pomarolo** (oberhalb Savignano)

Die Versuchfläche liegt ca 14 km südwestlich von Trient rechts der Etsch in 650 bis 700m Seehöhe, südostexponiert, Hangneigung ca 40%.

Jahresmitteltemperatur: 11 °C; Jahresniederschlag (Rovereto): 980 mm.

Geologischer Untergrund: Jura- und Kreidekalke überlagert von Moränenmaterial.

Bodentyp: Mullhumus-Braunerde, pH: 6,5-8,0.

Vegetation: lichter, ehemals beweideter Laubmischwald mit Stieleiche (*Quercus robur*), Hasel (*Corylus avellana*), Birke (*Carpinus betulus*) Mannaesche (*Fraxinus ornus*), Föhre (*Pinus silvestris*). Im Unterwuchs dominieren Anemonen, Wiesenprimel, Veilchen, Mandelblättrige Wolfsmilch, Strauchige Kronwicke und Kreuzblume.

#### **Lavazè**

Die Fläche befindet sich unmittelbar nördlich des Lavazè-Joches an der Grenze zwischen den Provinzen Trient und Bozen in einer Seehöhe von 1790m. Das Gelände ist schwach nordwestexponiert mit unruhigem Relief.

Jahresmitteltemperatur: 3 °C; Jahresniederschlag (Cavalese): 806 mm.

Geologischer Untergrund: Bozner Quarzporphyr teilweise überlagert von Moränenmaterial.

Bodentyp: Eisenhumus-Podsol, pH: 3,2-4,2.

Vegetation: subalpiner Fichtenwald (*Picea excelsa*) mit 2-5% Zirbe (*Pinus cembra*). Im Unterwuchs Heidelbeere (*Vaccinium myrtillus*), Gräser, Moose (z.B. *Sphagnum*).

### 2.2. Provinz Bozen

#### **Montiggl**

Das Untersuchungsgebiet liegt ca 9 km südlich von Bozen auf dem Rücken des Mitterbergs in 550m Seehöhe. Das Relief ist unregelmäßig nach verschiedenen Richtungen geneigt.

Jahresmitteltemperatur: 11,4 °C; Jahresniederschlag: 782 mm.

Geologischer Untergrund: Bozner Quarzporphyr

Bodentyp: saure Braunerde pH: 4,5-5,0, zum Teil sehr flachgründig mit anstehendem Fels.

Vegetation: Flaumeichenbuschwald (*Quercus pubescens*) mit Edelkastanie (*Castania sativa*), Mannaesche (*Fraxinus ornus*) Hainbuche (*Ostrya carpinifolia*) and Föhre (*Pinus silvestris*). Im Unterwuchs Schneeheide (*Erica carnea*), Hainsimse (*Luzula nivea*), Salmonssiegel (*Polygonatum officinale*), Mäusedorn (*Ruscus aculeatus*)

### **Ritten**

Die Versuchsfläche liegt ca 7 km nördlich von Bozen am Fuß des Rittner Horns in 1770m Seehöhe. Das Gelände ist südwestexponiert mit einer Neigung von 35%. Jahresmitteltemperatur: 4,1°C; Jahresniederschlag:1021 mm.

Geologischer Untergrund: Bozner Quarzporphyr

Bodentyp: Eisenhumus-Podsol, pH: 4,5-5,5

Vegetation: subalpiner Fichtenwald (*Picea excelsa*) mit Zirbe (*Pinus cembra*) und Lärche (*Larix decidua*). Im Unterwuchs Heidelbeere (*Vaccinium myrtillus*), Preiselbeere (*Vaccinium vitis-idaea*), Gräser, Arnika (*Arnica montana*).

## Ritten

(1770 m, Prov. Bozen)

Vegetation: subalpiner Fichtenwald auf Quarzporphyr

Bodentyp: Eisenhumus-Podsol

pH: 4,5 - 5,5

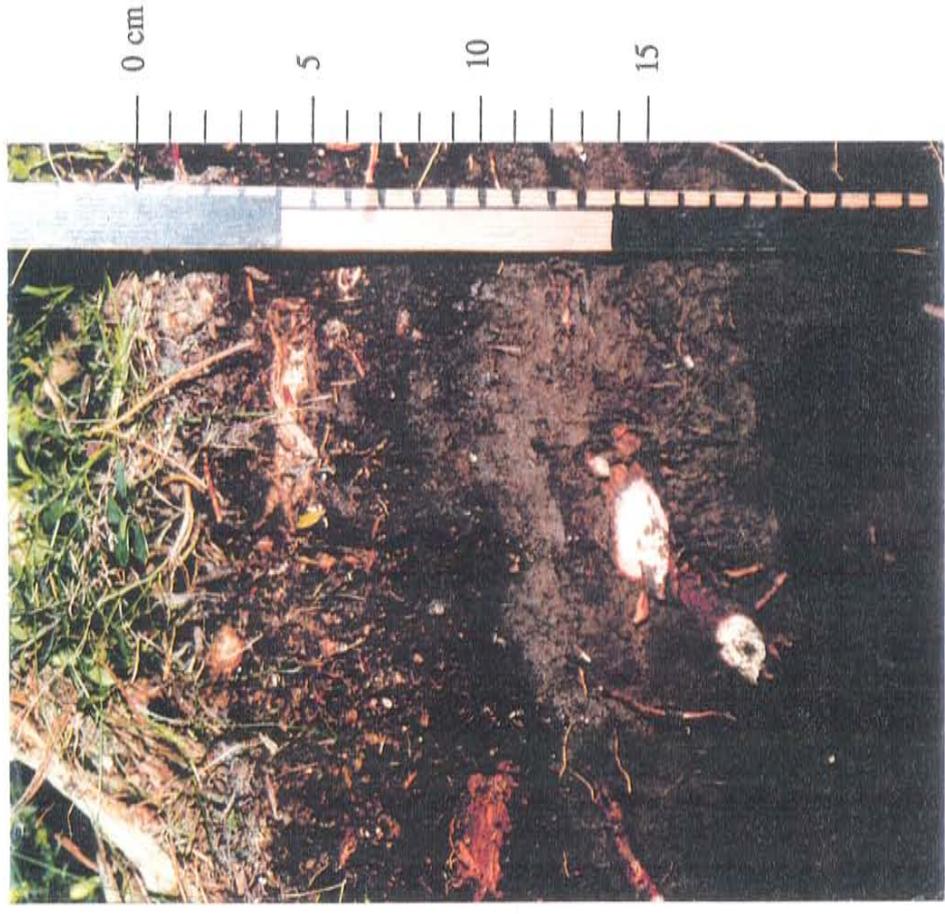
### Profilansicht

des obersten Bodenhorizontes im Bereich

einer Fichte (*Picea excelsa*) (Nr. 6)



einer Zirbe (*Pinus cembra*) (Nr. 24)

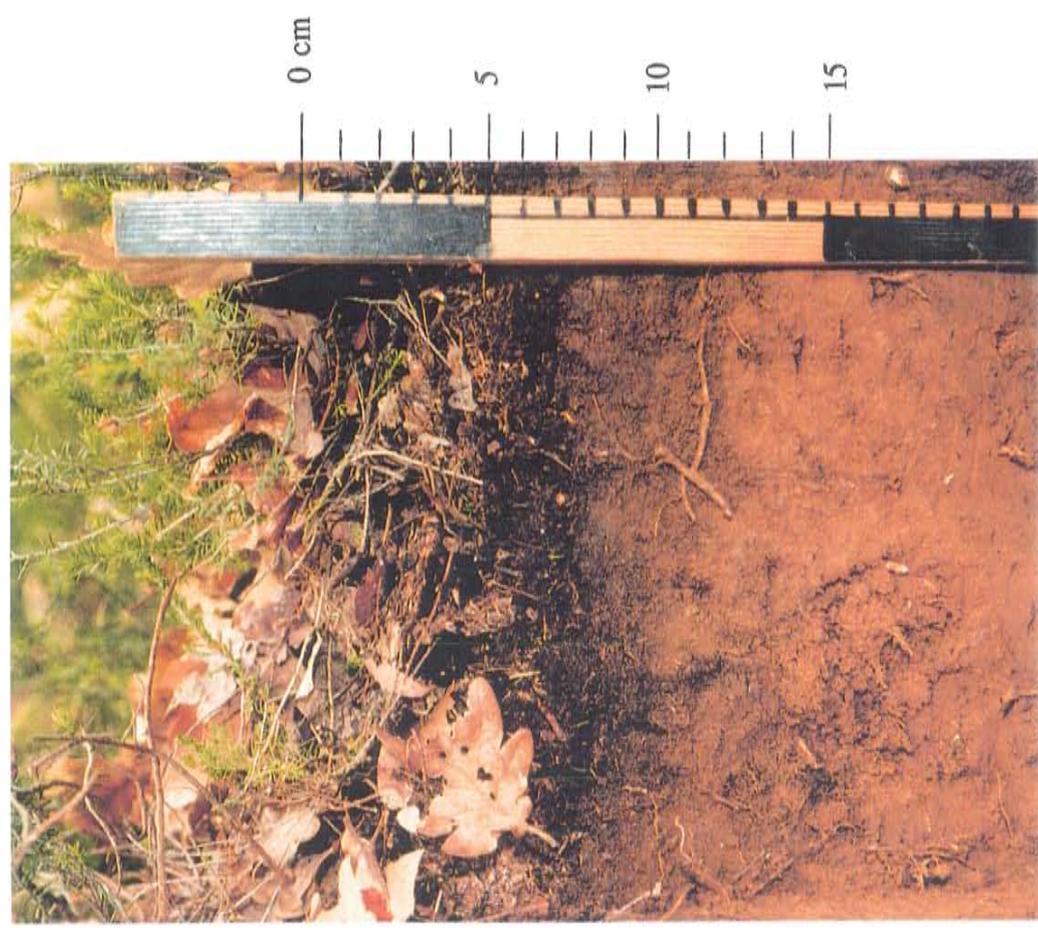


# Montiggl (550 m, Prov. Bozen)

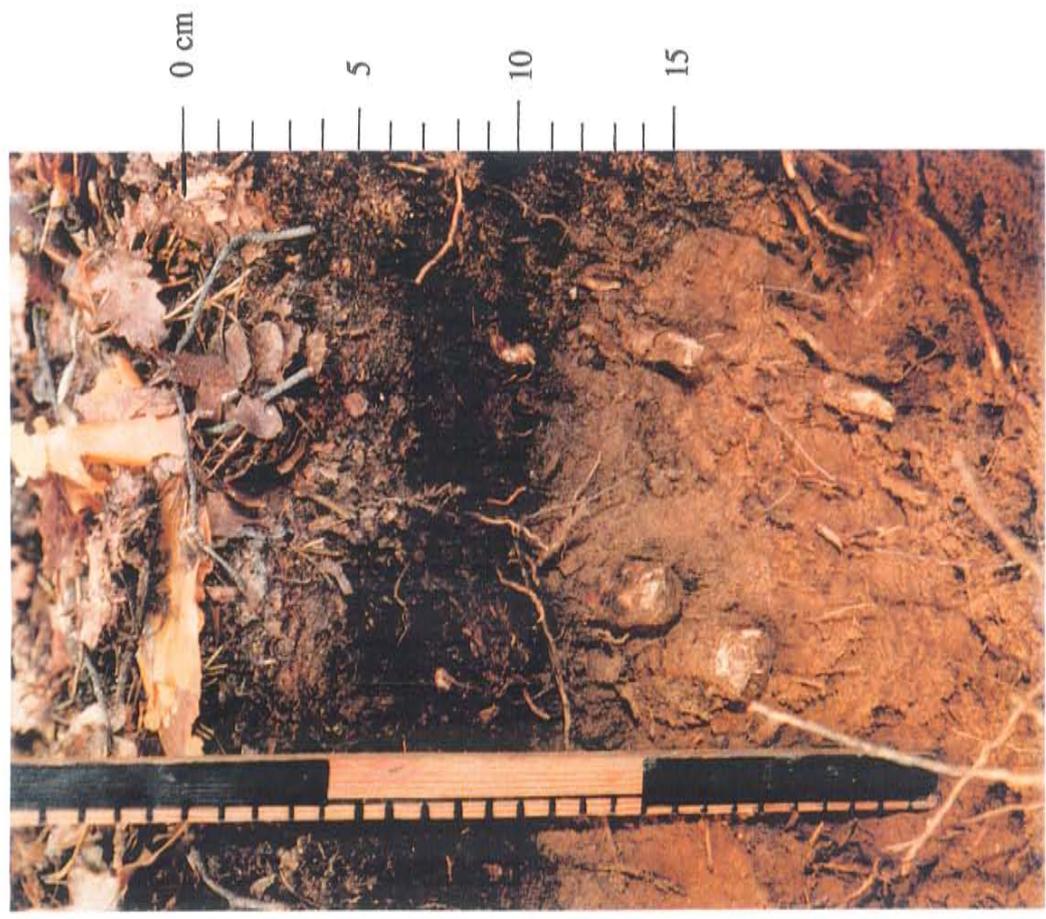
Vegetation: Flaumeichenbuschwald auf Quarzporphyr  
Bodentyp: saure Braunerde  
pH: 4,5 - 5,0

Profilansicht  
des obersten Bodenhorizontes im Bereich

einer Flaumeiche (*Quercus pubescens*) (Nr. 4)



einer Föhre (*Pinus silvestris*) (Nr. 19)



## Lavazé

(1790 m, Prov. Trient)

Vegetation: subalpiner Fichtenwald

Bodentyp: Eisenhumus-Podsol

pH: 3,2 - 4,2

### Profilansicht

des obersten Bodenhorizontes im Bereich

einer Fichte (*Picea excelsa*) (Nr. 19)



einer Zirbe (*Pinus cembra*) (Nr. 12)

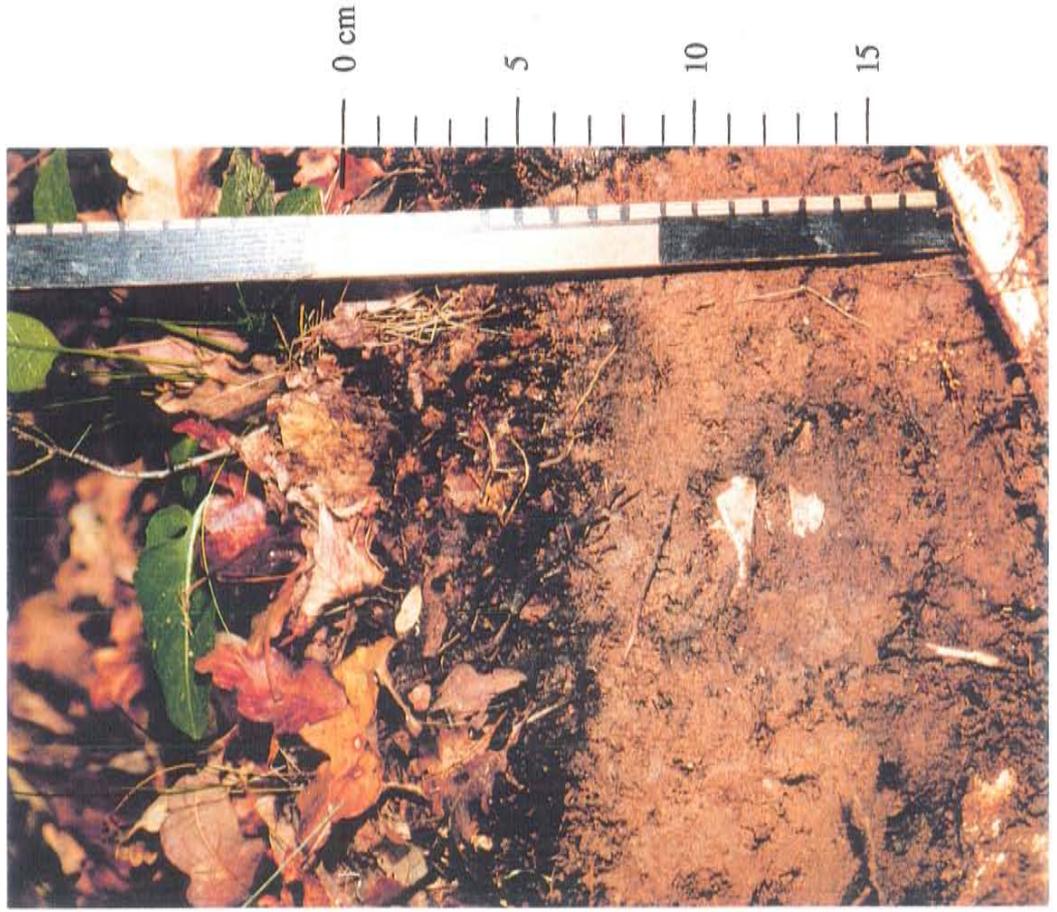


**Pomarolo**  
(650 m, Prov. Trient)

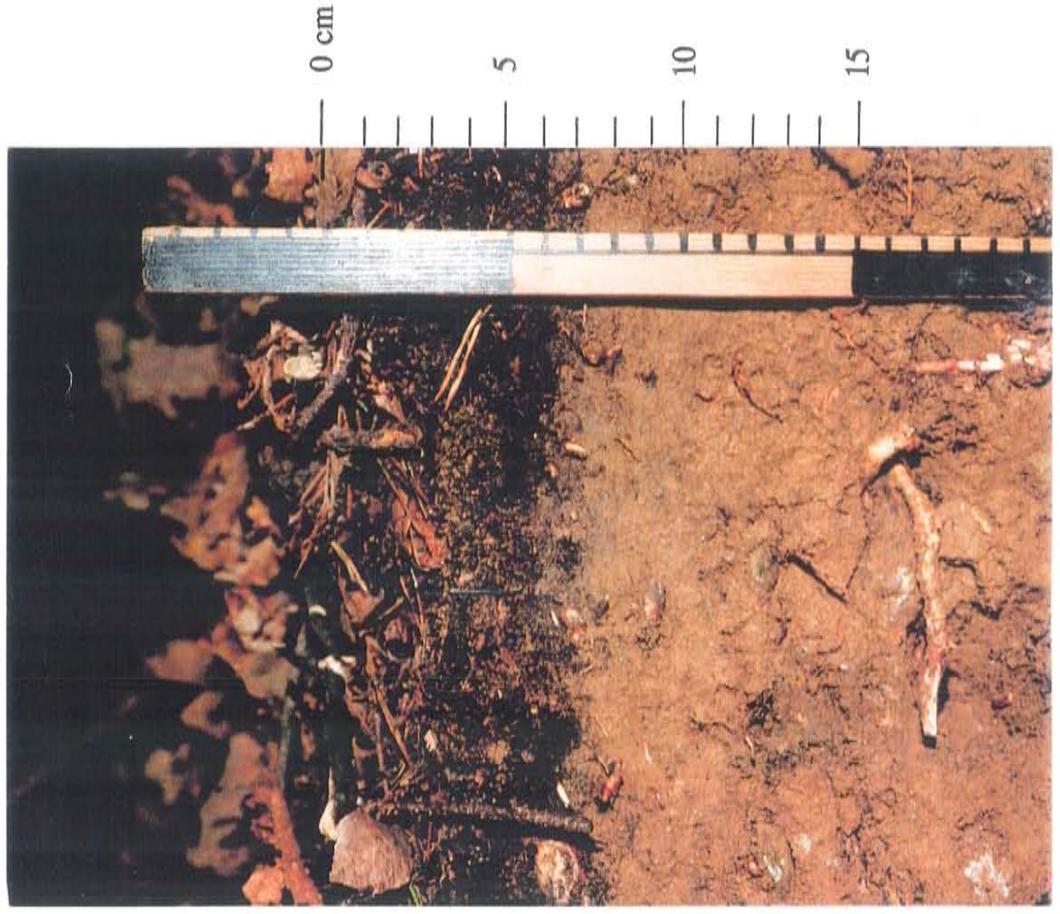
Vegetation: Laubmischwald auf Kalk  
Bodentyp: Braunerde  
pH: 6,5 - 8,0

**Profilansicht**  
des obersten Bodenhorizontes im Bereich

einer Stieleiche (*Quercus robur*) (Nr. 17)



einer Föhre (*Pinus silvestris*) (Nr. 10)



### 3. Methodik

#### 3.1. Probenentnahme, Probenbearbeitung

An jedem Standort wurden an zwei Terminen Bodenproben entnommen. In Pomarolo und Montiggl am 12. Mai u. 15. Oktober 1993, in Lavaze und Ritten am 8. Juni und 22. September 1993.

Anzahl und Größe der Bodenproben:

- 5 große ( $\phi$  30 cm) Bodenproben unterteilt in 2 Schichten (0-7, 8-15 cm Tiefe) zur Analyse der Makrofauna = insgesamt 10 Einzelproben,
- 6 mittlere ( $\phi$  6 cm) Bodenproben unterteilt in 2 Schichten (0-7, 8-15 cm Tiefe) zur Analyse der Enchytraeidae = insgesamt 12 Einzelproben,
- 7 kleine ( $\phi$  5 cm) Bodenproben unterteilt in 3 Schichten (0-5, 6-10 und 11-15 cm Tiefe) zur Analyse der Mesofauna (Milben u. Collembolen) = insgesamt 21 Einzelproben.

Die Entnahmestellen wurden in Abstimmung mit den Kollegen aus den anderen beteiligten Disziplinen (Dr. Pöder-Mykorrhiza und Prof. Schinner-Bodenmikrobiologie) festgelegt.

Im Laubmischwald von Pomarolo lagen die Probenpunkte in der Nähe von zwei Föhren (Bäume Nr. 7 und 10) und drei Stieleichen (Bäume Nr. 1, 4 und 17).

Im subalpinen Fichtenwald am Lavaze-Joch lagen die Probenpunkte im Traufenbereich einer Zirbe (Baum Nr. 12) und von vier Fichten (Bäume Nr. 8, 19, 20 und 22).

Im Flaumeichenwald von Montiggl lagen die Probenpunkte in der Nähe von zwei Föhren (Bäume Nr. 13 und 19) und drei Flaumeichen (Bäume Nr. 4, 15 und 16).

Im subalpinen Fichtenwald am Ritten lagen die Probenpunkte im Traufenbereich einer Zirbe (Bäume Nr. 24) und von vier Fichten (Bäume Nr. 6, 8, 12 und 25).

Die Bodenproben wurden mittels drei entsprechend modifizierter Extraktionsapparate ausgetrieben (Makrofauna - Kempson Apparatur; Mesofauna - Macfadyen Apparatur; Enchytraeidae - O'Connor Apparatur)(DUNGER & FIEDLER 1989, MEYER 1993). Das gewonnene Tiermaterial wurde nach systematischen Gruppen sortiert, gezählt und in 75%igem Alkohol konserviert.

### 3.2. Ermittlung der Biomasse

Die Biomasse der Makrofauna und der Enchytraeidae wurde gravimetrisch ermittelt. Die alkoholfixierten Tiere werden aus den Probenröhrchen auf ein feinmaschiges Sieb entleert. Der noch an den Tieren haftende Alkohol wird von der Unterseite des Siebes abgesaugt und die Tiere werden auf einer Mikrowaage gewogen. Die Biomasse von Acari und Collembola wurde rechnerisch ermittelt. Dazu wurden geeignete Werte für die mittlere Individualmasse der beiden Gruppen aus der Literatur entnommen und die vorhandenen Individuenzahlen damit multipliziert. Als Kriterien für die Wahl der mittleren Individualgewichtes eines Tieres an den einzelnen Standorten dienten dabei die allgemeine Charakteristik und die Kennzeichnung des Humustyps am Standort und bei Collembolen auch das Familienspektrum. Über die eingesetzten mittleren Individualgewichte ( $\mu\text{g}$  Frischmasse pro Individuum) für Acari und Collembola aus den vier Versuchsflächen informiert nachfolgende Tabelle.

Tab.1: Mittlere Individualgewichte für Acari und Collembola aus verschiedenen Waldböden nach Angaben aus der Literatur. Die Fremdstandorte wurden nach ihrer allgemeinen Charakteristik und dem Bodenzustand ausgesucht und den vier Versuchsflächen (Pomarolo, Lavaze, Montiggl und Ritten) zugeordnet.

$\mu\text{g}$ Frischmasse/Ind.	<b>Acari</b>	Vergleichstandort, Literatur	<b>Collembola</b>	Vergleichstandort Literatur
<b>Pomarolo</b>	13,8	Buchenwald, Solling Weidemann & Schauer mann (1986)	10,6	Kalkbuchenwald, Göttingen Wolters (1983)
<b>Lavaze</b>	4,2	Nadelwald, Finnland Huhta et al. (1986)	3,6	Nadelwald, Finnland
<b>Montiggl</b>	8,5	Almbrache, Mte. Bondone Neurauter (1994)	3,6	Nadelwald, Finnland
<b>Ritten</b>	4,2	Nadelwald, Finnland	3,6	Nadelwald, Finnland

#### 4. Primärmaterial

Tabelle 2 informiert über den Umfang und die Zusammensetzung des Primärmaterials, das aus den Bodenproben gewonnen wurde. Demnach beruhen die in weiterer Folge jeweils auf 1 m<sup>2</sup> Waldboden bezogenen Aussagen auf einer Gesamtzahl von ca 60.000 Individuen von verschiedenen Bodentieren. Die vorgefundenen Tiergruppen sind in systematischer Reihenfolge aufgelistet. **Mollusca:** Schnecken (Gastropoda) sind nur in geringer Zahl vertreten und dürften in den untersuchten Waldböden nur eine untergeordnete Rolle spielen. **Annelida:** Von den beiden Wurm-Familien spielen Enchytraeidae besonders in den Nadelwaldstandorten eine wichtige Rolle. Die für den Stoffumsatz im Boden und die Umlagerung des organischen Materials in den Mineralhorizont bedeutsamen Lumbricidae sind dagegen nur in Pomarolo in der entsprechender Anzahl vertreten. **Arthropoda-Arachnida:** Innerhalb der räuberischen Arachniden zählen besonders Spinnen zu den regelmäßigen Bewohnern der Streulage des Waldbodens. Die Präsenz der Pseudoskorpione scheint dagegen sehr von lokalen Faktoren bestimmt zu sein. Den Individuenzahlen nach dominieren in allen Waldböden selbstverständlich die Milben (Acari). **Arthropoda-Crustacea:** Die extreme Bindung der Isopoda (Asseln) an Kalkstandorte wird durch die hohen Fangzahlen in Pomarolo deutlich. **Arthropoda-Myriapoda:** Die Wohndichte der räuberischen Hundertfüßer (Chilopoda) scheint mit dem Vorhandensein von Laubstreu zusammenzuhängen. Diplopoda sind Primärersetzer. Ähnlich wie bei Asseln spielt auch bei dieser Gruppe neben der Streuqualität auch der Kalkuntergrund eine gewisse Rolle. Pauropoda und Symphyla sind euedaphische Kleinst-Myriapoden mit einer möglichen Affinität zu humosen Böden. **Arthropoda-Insecta:** Aus der Verwandtschaft der Insekten erreichen Collembola in Waldböden ähnliche konstant hohe Besiedlungsdichten wie die Milben. Protura stehen ernährungsmaßig in enger Wechselwirkung mit der Mykorrhiza höherer Pflanzen. Die hohen Fangzahlen in Lavazè scheinen aber auch mit der günstigen Bodenfeuchte zusammenzuhängen. An größeren bodenlebenden Insekten sind natürlich Käfer (Larven und Imagines und Dipter-Larven hervorzuheben. Letztere sind bei ausreichender Bodenfeuchte und genügend organischer Auflage besonders zahlreich vertreten. Bei warmen und trockenen Bodenverhältnissen (Montiggl) treten Hymenoptera (Ameisen) stark in den Vordergrund.

Tab. 2: Primärmaterial aus den Bodenproben. Angegeben ist jeweils die Zahl der aus allen Bodenproben gewonnenen Individuen. An jedem Standort wurden an einem Frühjahrs- und Herbsttermin im Jahr 1993 insgesamt 10 große (Makrofauna), 12 mittlere (Enchytraeidae) und 14 kleine (Mesofauna) Proben entnommen. Die Bodenproben wurden bis 15 cm Tiefe entnommen. Große und mittlere Proben unterteilt in die Schichten 0-7 cm und 8-15 cm, die kleinen Proben unterteilt in 0-5 cm, 6-10 cm, 11-15 cm.

	Pomarolo	Lavaze	Montiggl	Ritten	Summe
Gastropoda	12	12	-	1	25
Enchytraeidae	320	639	307	686	1952
Lumbricidae	125	36	30	18	209
Aranei	129	177	68	235	609
Opiliones	2	1	-	4	7
Pseudoscorpiones	278	-	9	2	289
Acari	5987	11948	7887	6741	32563
Chilopoda	335	22	296	34	687
Diplopoda	140	85	13	12	250
Paupoda	124	93	104	70	391
Symphyla	376	38	1192	196	1802
Isopoda	982	-	2	-	984
Collembola	1596	1881	1282	2413	7172
Protura	451	2008	212	63	2734
Diplura	-	-	-	3	3
Coleoptera Larv.	252	359	362	438	1411
Coleoptera Imag.	21	219	16	130	386
Lepidoptera Larv.	8	11	17	3	39
Lepidoptera Imag.	1	-	-	-	1
Hymenoptera Imag.	55	45	474	16	590
Diptera Larv.	1721	3228	359	1284	6592
Brachycera	1	1	3	6	11
Nematocera	21	174	6	69	270
Homoptera	62	96	6	283	447
Heteroptera	10	-	-	-	10
Thysanoptera	69	21	95	7	192
Blattodea	1	-	-	-	1
Ho. Puppen	2	2	-	1	5
<b>Makrofauna Summe</b>	<b>13081</b>	<b>21096</b>	<b>12740</b>	<b>12715</b>	<b>59632</b>

## 5. Ergebnisse

### 5.1. Pomarolo

**Besiedlungsdichte:** Makrofauna 7.300 Individuen/m<sup>2</sup> (Diptera-L. 33%, Isopoda 19%, Protura 9%, Symphyla 7%, Chilopoda 6%), Enchytraeidae 8.700 Ind./m<sup>2</sup>, Mesofauna 302.000 Ind./m<sup>2</sup> (Acari 80%, Collembola 20%). Die Zusammensetzung der Bodenfauna in diesem Laubmischwald ist sehr reichhaltig und vielfältig. Neben den zahlenmäßig vorherrschenden Diptera-Larven und Isopoda treten noch eine Reihe weiterer Tiergruppen mit Dominanzanteilen  $\geq 5\%$  (Protura, Symphyla, Chilopoda, Pseudoscorpiones, Coleoptera) in Erscheinung. Zusammen mit der hohen Abundanz von Milben und Collembolen ergibt sich eine ausgeglichene Präsenz von größeren streubewohnenden Primärzersettern (z.B. Isopoda, Diplopoda, Diptera-Larven), kleineren euedaphischen Bodentieren (z.B. Symphyla, Protura) und räuberischen Bodenbewohnern (z.B. Chilopoda, Pseudoscorpiones, Aranei).

**Biomasse:** Makrofauna 21.000 mg FM/m<sup>2</sup> (Lumbricidae 36%, Diptera-L. 29%, Coleoptera 12%, Chilopoda 9%), Enchytraeidae 1.720 mg FM/m<sup>2</sup>, Mesofauna 3.970 mg FM/m<sup>2</sup> (Acari 84%, Collembola 16%). Mittleres Individualgewicht der Makrofauna 2,9 mg.

Die Gesamtbiomasse (26.700 mg FM/m<sup>2</sup>) entspricht annähernd den Verhältnissen in einem Laubmischwald auf Kalk. Die Massenanteile von Makrofauna, Enchytraeidae und Mesofauna betragen 80% und 15%. Für eine typische Mullbraunerde ist die Biomasse der Regenwürmer zu gering, dafür aber die Biomasse der Diptera-Larven relativ hoch. Das mittlere Individualgewicht der Bodenmakrofauna ist dementsprechend gering. Der Anteil der Mesofauna an der Gesamtbiomasse ist relativ hoch.

**Vertikalverteilung:** Makrofauna 84% in 0-7cm, 16% in 8-15cm; Enchytraeidae 73% in 0-7 cm, 27% in 8-15cm; Acari 79% in 0-5cm, 15% in 6-10 cm und 6% in 11-15cm; Collembola 77% in 0-5cm, 17% in 6-10 cm und 6% in 11-15cm.

Die organische Auflage ( $O_1 + O_f$ ) ist an diesem Standort ungefähr 4-5 cm mächtig, der humifizierte Horizont ( $O_h$ ) ist nur knapp 1 cm dick. Darunter folgt ein ca 20 cm mächtiger A-Horizont. Wie bereits erwähnt wurden die Bodenproben unabhängig von der jeweiligen Mächtigkeit der organischen Auflage und vom Aufbau des Bodenprofils in Schichten von 0-7 und 8-15 cm Tiefe (gemessen von der Oberfläche der Streuauflage) unterteilt. (Bei der Mesofauna unterteilt in 3 Schichten: 0-5, 6-10 u. 11-15cm). Im vorliegenden Fall leben also ca 80% der Bodentiere in der organischen Auflage und ca 20% dringen in den

Mineralhorizont vor. Es sind aber nicht die Regenwürmer, die im Mineralhorizont vorgefunden wurden, sondern hauptsächlich Symphyla, Coleoptera L.+I. und Ameisen). Eine wirksame Durchmischung des organischen Materials mit dem Mineralboden ist also aufgrund der Vertikalverteilung der grabfähigen Bodentiere nicht zu erwarten. Die mangelnde Bioturbation kommt auch in der relativ scharfen Trennlinie zwischen organischer Auflage und Mineralboden zum Ausdruck.

**Saisonale Aspekte:** In Summe ist die Besiedlungsdichte der Bodenmakrofauna zwischen Frühling und Herbst ausgeglichen. Auf Gruppenniveau gibt es Unterschiede: Lumbricidae zeigen das für Regenwürmer typische Frühjahrsmaximum. Bemerkenswert ist die deutliche Abundanzspitze der Protura im Frühjahr. Bis zum Herbst bleiben nur noch 24% des Frühjahrswertes. Aufgrund der trophischen Affinität der Protura zur Mykorrhiza ist ein Querverweis auf die Ergebnisse der Arbeitsgruppe R. Pöder (Mykorrhiza) angebracht. Die Anzahl der lebenden mykorrhizierten Wurzelspitzen als auch der Mykorrhizierungsgrad sanken vom Frühjahr bis zum Herbst ebenfalls auf 30% bis 40% ab. Die streubewohnenden räuberischen Aranei und Pseudoscorpiones und ganz besonders die Diptera-Larven haben ihr Abundanz-Maximum im Herbst. Bei Milben und Collembolen ist die Abundanz im Herbst sogar dreimal so groß als im Frühjahr.

**Homogenität innerhalb der Versuchsfläche:** Als Maß für die Inhomogenität der Fläche bzw. die Ungleichmäßigkeit der Verteilung der Bodenfauna in den Einzelproben kann das Verhältnis zwischen dem Standardfehler (= Fehler des Mittelwertes, S.E.) und dem Mittelwert aus den Stichproben herangezogen werden (S.E. angegeben als % des Mittelwertes). In Pomarolo produzieren Eichen und andere Laubhölzer bzw. Föhren qualitativ unterschiedlichen Bestandesabfall. Die Profilansicht (Tafel 1) zeigt die unterschiedliche Zusammensetzung der organischen Auflage. Werden die Proben, die aus dem Bereich von Eichen entnommen wurden, getrennt von denen aus dem Bereich der Föhren ausgewertet so ist die Gesamtabundanz der Makrofauna (hauptsächlich Diptera-Larven und Isopoda, Abb. 9) im Bereich der Föhren um ca ein Drittel höher. Die Abundanz der Mesofauna dagegen ist in der Eichenstreu um das Doppelte größer.

Im Bereich der Eichen ist auch eine bessere Durchdringung des Mineralhorizontes zu beobachten. Je nach Tiergruppe liegt der S.E. bei 13% bis 24% des Mittelwertes. Im Vergleich zu den anderen Flächen ist die Verteilung der Bodenfauna in Pomarolo eindeutig am homogensten.

Tab. 3: **Besiedlungsdichte** (Ind./m<sup>2</sup> ± S.E.) und **Dominanzstruktur** (%) der Bodenfauna am Standort

	12. Mai 1993		15. Oktober 1993		Mittel		
	Ind.	S.E.	Ind.	S.E.	Ind.	S.E.	(%)
	Gastropoda	34,0 ±	30,5	0,0 ±	0,0	17 ±	15,5
Lumbricidae	226,4 ±	50,4	127,3 ±	49,4	177 ±	60,2	2,4
Aranei	133,0 ±	73,0	232,0 ±	130,1	183 ±	112,5	2,5
Opiliones	0,0 ±	0,0	5,7 ±	3,5	3 ±	1,9	0,0
Pseudoscorpiones	260,3 ±	64,3	534,8 ±	144,2	398 ±	158,7	5,4
Chilopoda	503,6 ±	78,2	444,2 ±	95,0	474 ±	169,4	6,5
Paupoda	195,2 ±	129,7	155,6 ±	29,3	175 ±	83,2	2,4
Symphyla	438,6 ±	160,7	625,3 ±	252,2	532 ±	239,0	7,3
Diplopoda	203,7 ±	119,0	192,4 ±	92,3	198 ±	119,4	2,7
Isopoda	1.672,2 ±	992,8	1.106,3 ±	137,7	1.389 ±	678,9	19,0
Protura	1.029,9 ±	307,0	246,2 ±	104,5	638 ±	253,3	8,7
Coleoptera Larv.	314,1 ±	92,8	398,9 ±	106,3	357 ±	141,7	4,9
Coleoptera Imag.	22,6 ±	8,5	36,8 ±	9,6	30 ±	11,2	0,4
Lepidoptera Larv.	5,7 ±	3,5	17,0 ±	8,2	11 ±	5,9	0,2
Lepidoptera Imag.	2,8 ±	2,8	0,0 ±	0,0	1 ±	1,4	0,0
Hymenoptera Imag.	135,8 ±	62,4	19,8 ±	10,6	78 ±	42,5	1,1
Diptera Larv.	1.615,6 ±	184,5	3.253,8 ±	1.052,2	2.435 ±	988,8	33,2
Brachycera	0,0 ±	0,0	2,8 ±	2,8	1 ±	1,4	0,0
Nematocera	59,4 ±	16,4	0,0 ±	0,0	30 ±	12,6	0,4
Homoptera	53,8 ±	21,6	121,7 ±	48,3	88 ±	41,6	1,2
Heteroptera	28,3 ±	28,3	0,0 ±	0,0	14 ±	14,1	0,2
Blattodea	0,0 ±	0,0	2,8 ±	2,8	1 ±	1,4	0,0
Thysanoptera	11,3 ±	6,9	183,9 ±	109,8	98 ±	62,1	1,3
<b>Makrofauna Summe</b>	<b>6.946 ±</b>	<b>996</b>	<b>7.707 ±</b>	<b>1.025</b>	<b>7.326 ±</b>	<b>2.568</b>	<b>100</b>
<b>Enchytraeidae</b>	<b>8.701 ±</b>	<b>1.133</b>	<b>8.771 ±</b>	<b>1.469</b>	<b>8.736 ±</b>	<b>3.137</b>	<b>100</b>
Acari	108.092,5 ±	18.283,0	372.908,0 ±	38.716,3	240.500,2 ±	81.183,4	79,7
Collembola	30.173,1 ±	5.244,4	92.729,6 ±	28.765,1	61.451,4 ±	24.854,6	20,4
<b>Mesofauna Summe</b>	<b>138.266 ±</b>	<b>20.939</b>	<b>465.638 ±</b>	<b>62.869</b>	<b>301.952 ±</b>	<b>103.446</b>	<b>100</b>

Tab. 4: **Biomasse** (mg FM/m<sup>2</sup> ± S.E.) und **Dominanzstruktur** (%) der Bodenfauna am Standort

	12. Mai 1993		15. Oktober 1993		Mittel		
	mg ±	S.E.	mg ±	S.E.	mg ±	S.E.	(%)
	Gastropoda	26,3 ±	26,0	2.181,5 ±	2.181,5	1.104 ±	1.089,4
Lumbricidae	9.343,3 ±	3.247,9	5.642,1 ±	3.548,1	7.493 ±	3.279,6	35,6
Aranei + Opiliones	50,1 ±	23,2	132,5 ±	41,7	91 ±	38,5	0,4
Pseudoscorpiones	250,1 ±	66,8	271,8 ±	96,4	261 ±	108,9	1,2
Chilopoda	1.747,4 ±	249,5	2.002,5 ±	569,8	1.875 ±	705,0	8,9
Diplopoda	325,9 ±	145,1	896,7 ±	207,3	611 ±	246,8	2,9
Isopoda	552,3 ±	272,6	229,6 ±	33,5	391 ±	184,6	1,9
Coleoptera Larv.	2.317,0 ±	481,1	1.825,4 ±	477,7	2.071 ±	770,5	9,8
Coleoptera Imag.	325,9 ±	150,2	697,6 ±	327,5	512 ±	233,1	2,4
Lepidoptera	37,1 ±	31,7	52,6 ±	36,7	45 ±	35,2	0,2
Hymenoptera Imag.	672,0 ±	444,1	68,1 ±	44,2	370 ±	244,2	1,8
Diptera Larv.	1.155,0 ±	223,9	11.212,7 ±	8.596,7	6.184 ±	4.471,7	29,4
Brachycera	0,0 ±	0,0	1,1 ±	1,1	1 ±	0,6	0,0
Nematocera	11,9 ±	4,8	0,0 ±	0,0	6 ±	3,0	0,0
Homoptera	20,1 ±	9,9	38,9 ±	20,0	30 ±	16,9	0,1
Heteroptera	2,8 ±	2,8	0,0 ±	0,0	1 ±	1,4	0,0
<b>Makrofauna Summe</b>	<b>16.837 ±</b>	<b>2.801</b>	<b>25.253 ±</b>	<b>8.755</b>	<b>21.045 ±</b>	<b>8.643</b>	<b>100</b>
<b>Enchytraeidae</b>	<b>1.686 ±</b>	<b>219</b>	<b>1.756 ±</b>	<b>300</b>	<b>1.721 ±</b>	<b>622</b>	<b>100</b>
Acari	1.489,9 ±	253,1	5.144,9 ±	535,7	3.317,4 ±	1.119,9	83,6
Collembola	320,5 ±	56,6	980,3 ±	305,3	650,4 ±	263,4	16,4
<b>Mesofauna Summe</b>	<b>1.810 ±</b>	<b>281</b>	<b>6.125 ±</b>	<b>786</b>	<b>3.968 ±</b>	<b>1.354</b>	<b>100</b>

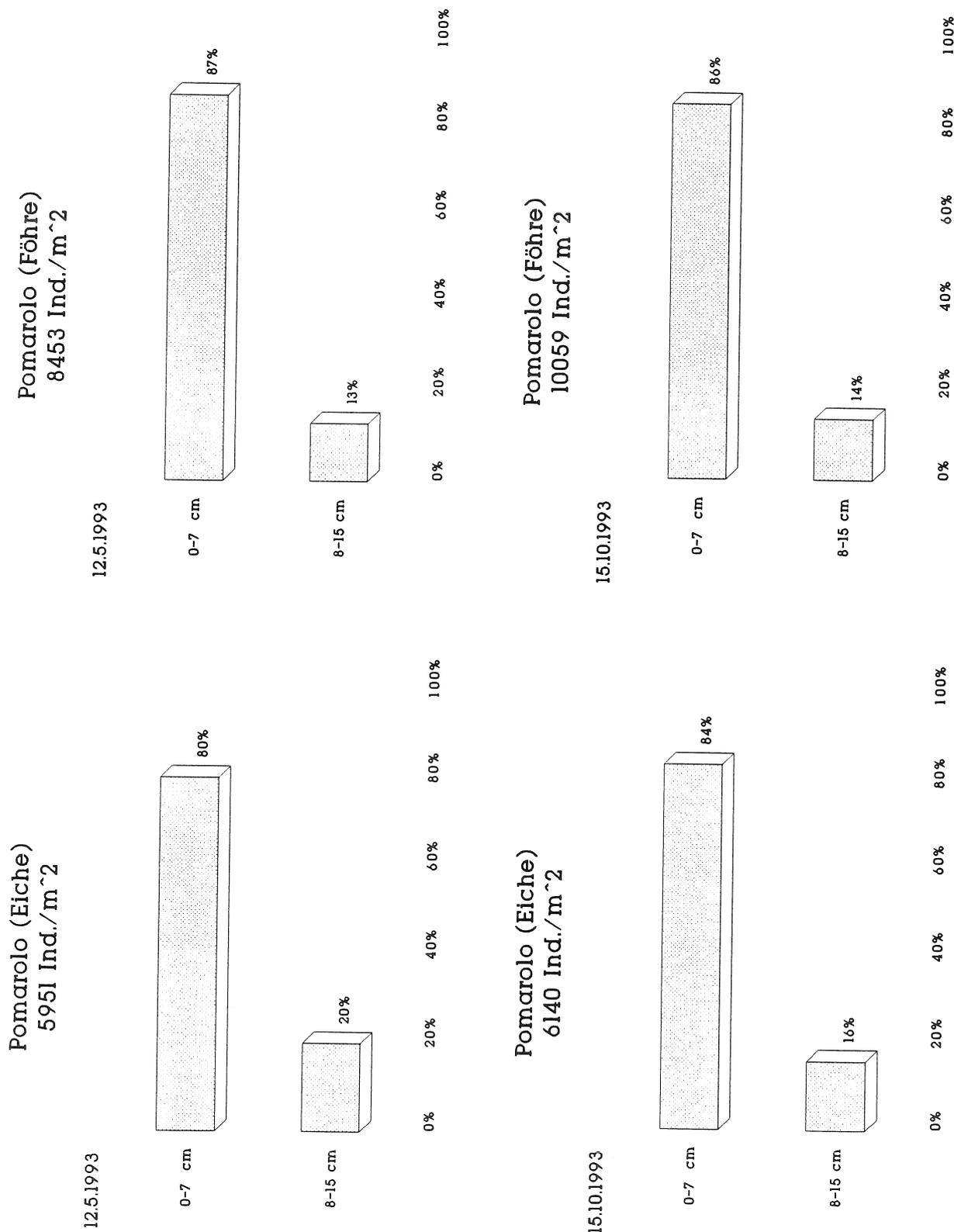


Abb. 1: Vertikalverteilung der Bodenmakrofauna am Standort Pomarolo im Frühjahr und im Herbst. Angegeben ist die mittlere Besiedlungsdichte (Ind./m<sup>2</sup>) und die prozentuelle Verteilung der Bodentiere auf die Tiefen 0-7 cm und 8-15 cm im Traufenbereich einer Eiche und einer Föhre. Unabhängig von der Art des Profilaufbaues entspricht 0 cm jeweils der Streuoberfläche.

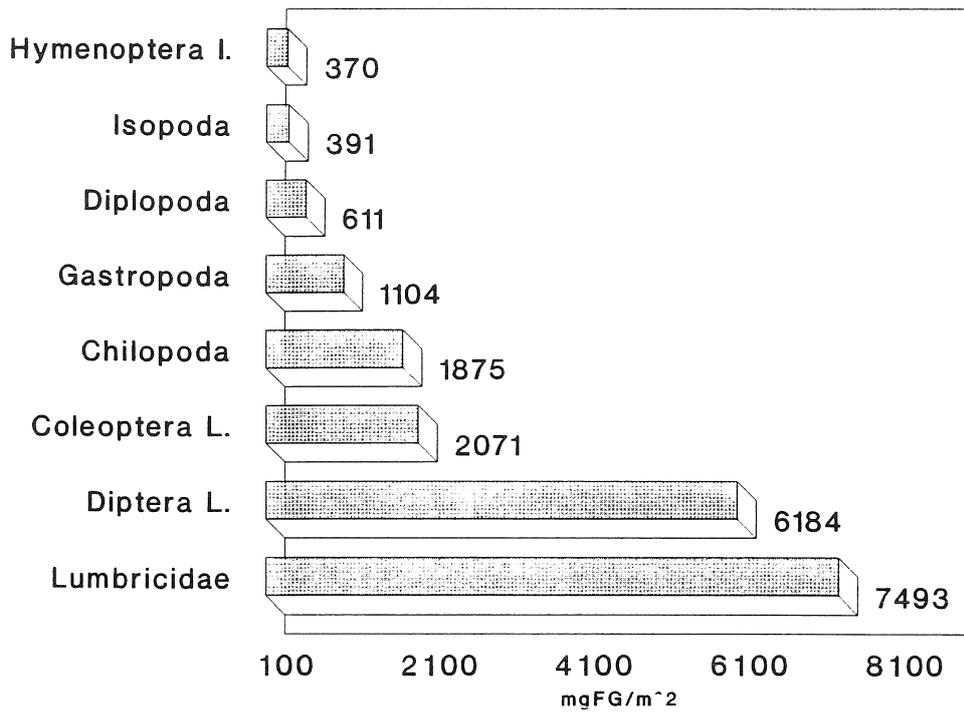


Abb. 2: Biomassendominanz der Bodenfauna am Standort Pomarolo (Vergleiche auch Tab. 4).

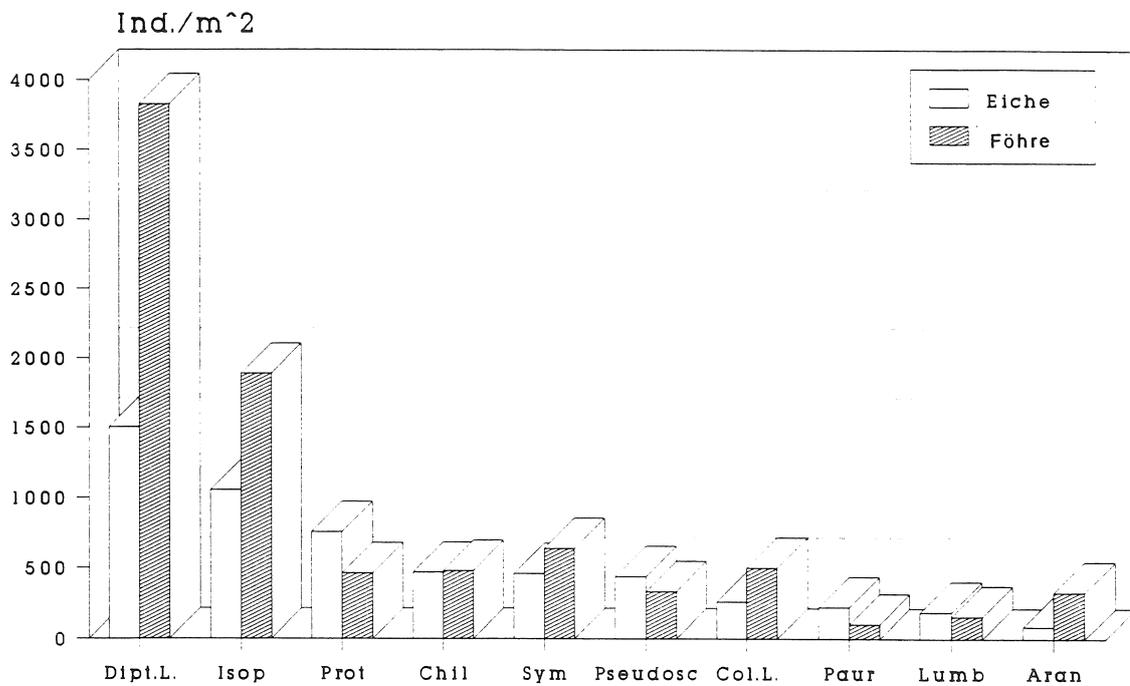


Abb. 3: Vergleich der Besiedlungsdichte ausgewählter Bodentiergruppen am Standort Pomarolo in Abhängigkeit vom Traufenbereich der Baumart. Angegeben ist das Mittel aus beiden Entnahmetermen.

## 5.2. Lavazè

**Besiedlungsdichte:** Makrofauna 9.400 Ind./m<sup>2</sup> (Diptera-L. 49%, Protura 30%, Coleoptera 9%, Aranei 3%), Enchytraeidae 19.600 Ind./m<sup>2</sup>, Mesofauna 501.000 Ind./m<sup>2</sup> (Acari 85%, Collembola 15%). Den Individuenzahlen nach steht dieser Standort im Vergleich zu den anderen drei Gebieten bei weitem an erster Stelle. Das Dominanzgefüge ist jedoch sehr einförmig, Diptera-Larven und Proturen stellen ca 80% der Makrofauna, an dritter Stelle folgen Coleoptera, die Streutiere des Laubmischwaldes (Isopoda, Chilopoda) treten stark zurück. Die Wohndichten von Milben und Colembolen liegen im Bereich der Maximalwerte, die für Fichtenwaldböden beobachtet wurden (Huhta et al. 1986). Das Spektrum der Bodentiere wird also klar von Kleinstformen beherrscht.

**Biomasse:** Makrofauna 8.500 mg FM/m<sup>2</sup> (Diptera-L. 36%, Lumbricidae 28%, Coleoptera 12%, Diplopoda 12%), Enchytraeidae 1.820 mg FM/m<sup>2</sup>, Mesofauna 1.620 mg FM/m<sup>2</sup> (Acari 76%, Collembola 24%). Mittleres Individualgewicht 0,9 mg.

Ähnlich wie die Besiedlungsdichte liegt auch die Gesamtbiomasse (11.900 mg FM/m<sup>2</sup>) der Bodenfauna über den Werten aus vergleichbaren subalpinen Fichtenwäldern. Im Vordergrund stehen massenmäßig Diptera-Larven. Aber auch Lumbricidae, Coleoptera und überraschenderweise auch Diplopoda kommen zur Geltung. Die Biomassen der Makrofauna, Enchytraeidae und Mesofauna verhalten sich wie 71:15:14. Der Anteil der Makrofauna an der Gesamtbiomasse ist also für einen Nadelwaldboden relativ hoch. Vom feuchten Rohhumusprofil profitieren auch Enchytraeidae, deren Anteil an der Gesamtbiomasse der Bodenfauna in keinem der anderen Standorte einen so hohen Wert erreicht.

**Vertikalverteilung:** Makrofauna 92% in 0-7cm, 8% in 8-15cm; Enchytraeidae 67% in 0-7 cm, 33% in 8-15cm; Acari 60% in 0-5cm, 32% in 6-10 cm und 8% in 11-15cm; Collembola 58% in 0-5cm, 24% in 6-10 cm und 18% in 11-15cm.

Die organische Auflage ist an diesem Standort ungefähr 15 cm mächtig. Wobei O<sub>1</sub> + O<sub>f</sub> ca 7cm einnehmen und O<sub>h</sub> ca 7cm. Bei der Probenentnahme (Gesamttiefe 15cm) wurde also der Mineralhorizont nicht erfaßt. Es zeigt sich trotzdem eine extreme Konzentration (92%) der gesamten Makrofauna in der oberen Hälfte der organischen Auflage. Von den Destruenten vermögen nur Enchytraeen sowie Milben und Collembolen den Rohhumus einigermaßen zu durchdringen. Ihnen folgen zu einem gewissen Grad auch die räuberischen Spinnen und Chilopoda.

**Saisonale Aspekte:** In Summe ist sowohl die Besiedlungsdichte als auch die Biomasse der

Tab. 5: **Besiedlungsdichte** (Ind./m<sup>2</sup> ± S.E.) und Dominanzstruktur (%) der Bodenfauna am Standort

	8. Juni 1993		22. September 1993		Mittel		
	Ind.	S.E.	Ind.	S.E.	Ind.	S.E.	(%)
	Gastropoda	8,5 ±	3,5	25,5 ±	11,3	17 ±	8,9
Lumbricidae	11,3 ±	6,9	90,5 ±	28,2	51 ±	20,8	0,5
Aranei	70,7 ±	21,5	492,3 ±	374,2	282 ±	203,6	3,0
Opiliones	2,8 ±	2,8	0,0 ±	0,0	1 ±	1,4	0,0
Pseudoscorpiones	2,8 ±	2,8	0,0 ±	0,0	1 ±	1,4	0,0
Chilopoda	34,0 ±	14,6	28,3 ±	10,0	31 ±	13,5	0,3
Paupoda	181,0 ±	89,5	82,1 ±	28,4	132 ±	59,9	1,4
Symphyla	53,8 ±	16,4	53,8 ±	27,0	54 ±	24,0	0,6
Diplopoda	84,9 ±	26,5	155,6 ±	43,4	120 ±	45,5	1,3
Protura	3805,6 ±	1353,0	1878,7 ±	1735,1	2.842 ±	1135,9	30,2
Coleoptera Larv.	379,1 ±	74,9	636,6 ±	74,7	508 ±	172,5	5,4
Coleoptera Imag.	220,7 ±	32,4	398,9 ±	180,9	310 ±	138,8	3,3
Lepidoptera Larv.	14,1 ±	6,3	17,0 ±	10,4	16 ±	7,7	0,2
Hymenoptera Imag.	99,0 ±	74,7	28,3 ±	11,8	64 ±	43,2	0,7
Diptera Larv.	1491,1 ±	558,1	7642,2 ±	6137,7	4.567 ±	3159,7	48,5
Brachycera	2,8 ±	2,8	0,0 ±	0,0	1 ±	1,4	0,0
Nematocera	461,2 ±	106,7	31,1 ±	2,8	246 ±	96,6	2,6
Homoptera	96,2 ±	22,5	175,4 ±	81,6	136 ±	59,5	1,4
Thysanoptera	19,8 ±	16,5	39,6 ±	36,2	30 ±	19,7	0,3
Makrofauna-Summe	7.039 ±	1.242	11.776 ±	5.591	9.408 ±	3.854	100
Enchytraeidae	24.192 ±	5.676	14.925 ±	3.016	19.558 ±	6.773	100
Acari	167.996,5 ±	68.185,3	685.801,4 ±	171.844,8	426.899,0 ±	178.678,0	85,2
Collembola	24.315,3 ±	11.750,2	123.565,8 ±	12.053,7	73.940,6 ±	26.151,0	14,8
Mesofauna-Summe	192.312 ±	79.186	809.367 ±	174.881	500.840 ±	202.485	100

Tab. 6: **Biomasse** (mg FM/m<sup>2</sup>) und Dominanzstruktur (%) der Bodenfauna am Standort

	8. Juni 1993		22. September 1993		Mittel		
	mg ±	S.E.	mg ±	S.E.	mg ±	S.E.	(%)
	Gastropoda	364,1 ±	325,1	362,4 ±	229,2	363 ±	216,2
Lumbricidae	517,8 ±	323,6	4.202,8 ±	2.055,4	2.360 ±	1.206,2	27,9
Aranei + Opiliones	39,0 ±	24,3	175,7 ±	139,7	107 ±	85,0	1,3
Pseudoscorpiones	2,0 ±	2,0	0,0 ±	0,0	1 ±	1,0	0,0
Chilopoda	83,5 ±	39,5	11,5 ±	4,8	48 ±	25,1	0,6
Diplopoda	375,2 ±	229,8	1.572,8 ±	1.051,3	974 ±	604,2	11,5
Coleoptera Larv.	374,6 ±	190,3	448,7 ±	110,2	412 ±	156,0	4,9
Coleoptera Imag.	269,6 ±	75,7	928,5 ±	296,8	599 ±	251,4	7,1
Lepidoptera	155,9 ±	118,0	7,9 ±	6,2	82 ±	61,7	1,0
Ho. Puppen	5,9 ±	5,9	0,0 ±	0,0	3 ±	3,0	0,0
Hymenoptera Imag.	811,8 ±	779,2	118,1 ±	72,0	465 ±	419,4	5,5
Diptera Larv.	2.297,2 ±	1.616,7	3.756,9 ±	1.296,3	3.027 ±	1.237,6	35,7
Brachycera	1,7 ±	1,7	0,0 ±	0,0	1 ±	0,8	0,0
Nematocera	42,2 ±	13,2	6,3 ±	1,6	24 ±	10,6	0,3
Homoptera	10,8 ±	10,0	5,0 ±	2,4	8 ±	5,0	0,1
Makrofauna-Summe	5.351 ±	1.844	11.597 ±	2.002	8.474 ±	3.275	100
Enchytraeidae	2.247 ±	527	1.386 ±	281	1.817 ±	629	100
Acari	1.045,6 ±	284,3	1.410,3 ±	366,7	1.227,9 ±	507,8	75,8
Collembola	402,3 ±	145,4	382,4 ±	140,6	392,4 ±	163,6	24,2
Mesofauna-Summe	1.448 ±	324	1.793 ±	506	1.620 ±	659	100

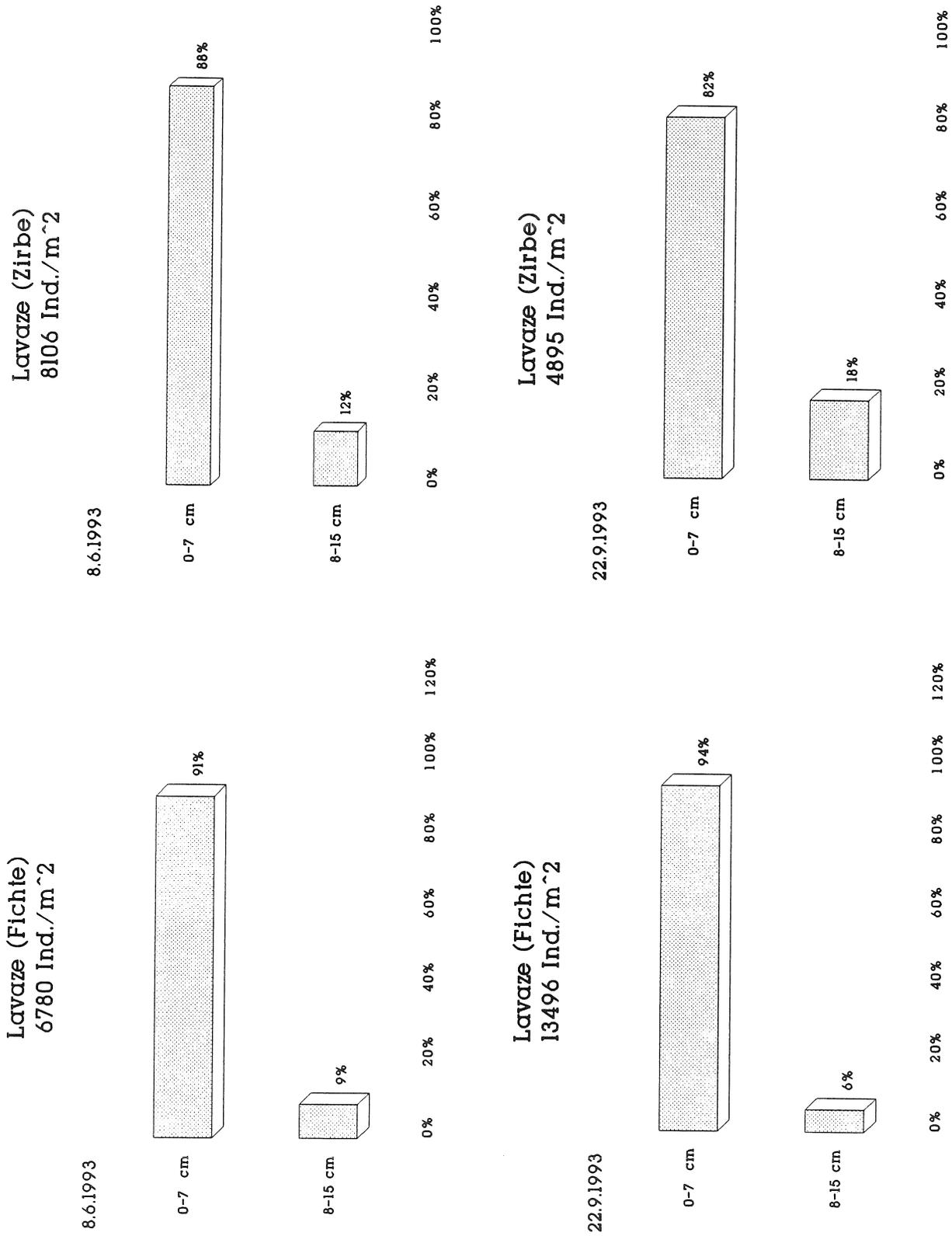


Abb. 4: Vertikalverteilung der Bodenmakrofauna am Standort Lavaze im Frühjahr und im Herbst. Angegeben ist die mittlere Besiedlungsdichte (Ind./m<sup>2</sup>) und die prozentuelle Verteilung der Bodentiere auf die Tiefen 0-7 cm und 8-15 cm im Traufenbereich einer Fichte und einer Zirbe. Unabhängig von der Art des Profilaufbaues entspricht 0 cm jeweils der Streuoberfläche.

Bodenfauna im Herbst ungefähr doppelt so groß als im Frühjahr. Die deutlichsten Steigerungen zeigen Diplopoda, Coleoptera und vor allem Diptera-Larven (5fache Individuenzahl im Herbst). Extrem sind die saisonalen Abundanzunterschiede bei der Mesofauna: Frühjahr 192.000, Herbst 809.000. Wie schon in Pomarolo verhalten sich Proturen auch in Lavazè als einzige Gruppe anders. Deren Frühjahrsabundanz liegt bei 3800 Ind./m<sup>2</sup>, der Herbstwert beträgt 1879 Ind./m<sup>2</sup>. Wiederum fällt der Frühjahrspeak der Protura mit der im Frühjahr höheren Anzahl von lebenden mykorrhizierten Wurzelspitzen zusammen.

**Homogenität innerhalb der Versuchsfläche:** Die Unterschiede in der Abundanz und Biomasse der Bodentiere im Bereich von Fichten gegenüber dem Bereich von Zirben sind unerwartet groß: Die Abundanz der wichtigsten Gruppen ist im Bereich der Fichten um ca ein Drittel höher, im Bereich der Zirben ist dagegen die Biomasse der Bodenfauna fast doppelt so hoch. Zirben stehen in diesem nach außen hin einheitlichen subalpinen Fichtenwald zum Teil als Einzelbäume auf erhöhten Stellen in kleinen Lichtungen. Möglicherweise bedingen die Lichtverhältnisse oder wechselnde Bodenwasserhaushalt diese Unterschiede. Einschränkend ist jedoch zu vermerken, daß bei insgesamt 5 Parallelproben 4 aus dem Fichtenbereich stammen und nur 1 aus dem Bereich einer Zirbe. Gemessen am Fehler des Mittelwertes (der S.E. beträgt je nach Tiergruppe 22% -33%) waren die Tiere in den einzelnen Bodenproben sehr ungleichmäßig verteilt.

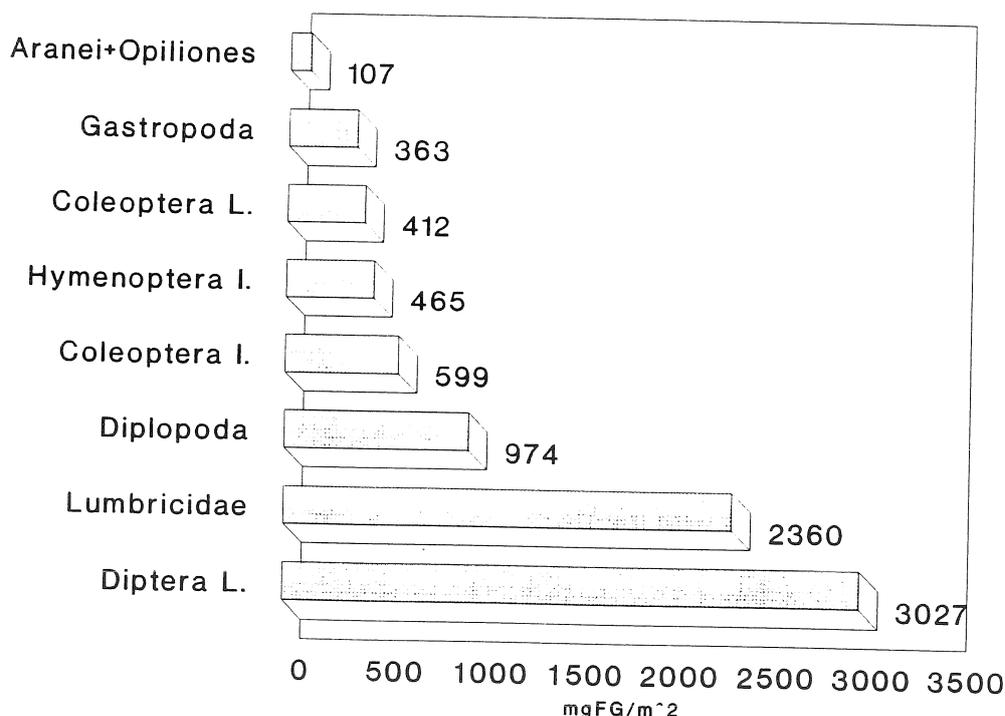


Abb. 5: Biomassendominanz der Bodenfauna am Standort Lavaze (Vergleiche auch Tab. 6).

### 5.3. Montiggl

**Besiedlungsdichte:** Makrofauna 4.600 Ind./m<sup>2</sup> (Symphyla 36%, Hymenoptera 15%, Coleoptera 11%, Diptera-Larven 11%, Chilopoda 9%), Enchytraeidae 8.700 Ind./m<sup>2</sup> Mesofauna 399.000 Ind./m<sup>2</sup> (Acari 87%, Collembola 13%). An vorderster Stelle stehen einerseits euedaphische Humusbewohner (Symphyla) andererseits auch wärmeliebende Formen (Hymenoptera, Ameisen), auch die Komponente der bodenlebenden Insekten-Larven (Coleoptera und Diptera) und die Streuafauna (Chilopoda) ist gut vertreten. Insgesamt ergibt sich also ein ausgewogenes Dominanzgefüge. Die Individuenzahlen von Milben und Collembolen sind ebenfalls beeindruckend.

**Biomasse:** Makrofauna 8.500 mg FM/m<sup>2</sup> (Diptera-L. 34%, Coleoptera 25%, Lumbricidae 23%, Chilopoda 8%), Enchytraeidae 760 mg FM/m<sup>2</sup>, Mesofauna 3.140 mg FM/m<sup>2</sup> (Acari 94%, Collembola 6%). Mittleres Individualgewicht 1,8 mg.

Die Gesamtbiomasse (12.400 mg FM/m<sup>2</sup>) der Bodenfauna ist für einen collinen Laubmischwald auf Braunerde zu gering. Es fehlt die zu erwartende Biomasse der Regenwürmer. Aber auch Enchytraeidae, die üblicherweise bei sauren Bodenbedingungen die Lumbricidae ersetzen sind unterrepräsentiert. Im vorliegenden Fall dürfte besonders die standortbedingte periodische Trockenheit des Bodens einer besseren Besiedlung durch "Würmer" hinderlich sein. Statt dessen stehen Insekten-Larven (Diptera und Coleoptera) im Vordergrund. Die Biomassenanteile von Makrofauna, Enchytraeidae und Mesofauna verhalten sich wie 69:6:25%. Der Anteil der Makrofauna ist also ähnlich wie im Rohhumusprofil des Fichtenwaldes von Lavazè. Den verminderten Anteil der Enchytraeidae übernimmt die Mesofauna.

**Vertikalverteilung:** Makrofauna 71% in 0-7cm, 29% in 8-15cm; Enchytraeidae 90% in 0-7 cm, 10% in 8-15cm; Acari 77% in 0-5cm, 20% in 6-10 cm und 3% in 11-15cm; Collembola 83% in 0-5cm, 11% in 6-10 cm und 6% in 11-15cm.

Die organische Auflage ( $O_1 + O_f$ ) ist an diesem Standort ungefähr 4-6 cm mächtig, der humifizierte Horizont ( $O_h$ ) ist ca 2 cm dick. Darunter schließt eine saure Braunerde an. Nahezu 30% der Makrofauna dringt in den Mineralboden vor, darunter besonders Symphyla, Coleoptera- und Diptera-Larven sowie Chilopoda. Bei ungefähr gleicher Mächtigkeit der organischen Auflage ist die Tiefenverteilung der Bodentiere in Montiggl also ausgeglichener als in Pomarolo. Die bessere tierische Durchdringung des Mineralhorizontes dürfte mit der fallweisen oberflächlichen Austrocknung zusammenhängen.

**Saisonale Aspekte:** In Montiggl verhält sich die Bodenfauna bezüglich des saisonalen Höchstwertes anders als in Pomarolo und Lavazè. Individuenabundanz und Biomasse sind im Frühjahr zwei- bzw. dreifach höher. Mit Ausnahme der Milben haben alle anderen dominierenden Tiergruppen im Frühjahr ihr Abundanz-Maximum.

**Homogenität innerhalb der Versuchsfläche:** Der Standort Montiggl liegt auf einer Kuppe, die Exposition wechselt also innerhalb der Versuchsfläche sehr stark. Dazu kommt der Mischbestand aus Flaumeichen und Föhren. Die Profilansicht in Tafel 3 zeigt sehr deutlich den unterschiedlichen Aufbau der organischen Auflage im Eichen- bzw. Föhrenbereich. Wie schon in Pomarolo ist die Gesamtzahl der Bodentiere in der mächtigeren Moderauflage im Bereich einer Föhre deutlich höher (Abb.10 z.B.Symphyla, Hymenoptera-Ameisen, Protura, Acari, Collembola). Nach der Biomasse sind die Verhältnisse umgekehrt. Die Biomasse der Lumbricidae und Diptera-Larven ist im Bereich der Eichen mehr als zwanzigmal höher. Unterschiedliche Exposition und Wasserhaushalt sowie verschiedene Streuqualität bedingen also eine sehr heterogene Verteilung der Fauna in den Bodenproben. Bezogen auf alle entnommenen Proben liegt der S.E. je nach Tiergruppe zwischen 27% und 36% und ist damit am höchsten innerhalb der vier Versuchsflächen.

Tab. 7: **Besiedlungsdichte** (Ind./m<sup>2</sup> ± S.E.) und **Dominanzstruktur** (%) der Bodenfauna am Standort

## Montiggl

	12. Mai 1993		15. Oktober 1993		Mittel		
	Ind.	S.E.	Ind.	S.E.	Ind.	S.E.	(%)
Lumbricidae	22,6 ±	7,2	62,2 ±	44,2	42 ±	26,7	0,9
Aranei	116,0 ±	43,5	76,4 ±	33,7	96 ±	38,1	2,1
Opiliones	0,0 ±	0,0	0,0 ±	0,0	0 ±	0,0	0,0
Pseudoscorpiones	11,3 ±	8,2	14,1 ±	7,7	13 ±	8,6	0,3
Chilopoda	537,6 ±	107,9	299,9 ±	130,4	419 ±	170,7	9,1
Paupoda	220,7 ±	199,9	73,6 ±	36,5	147 ±	104,3	3,2
Symphyla	2.249,4 ±	1.028,3	1.123,3 ±	281,7	1.686 ±	800,9	36,5
Diplopoda	25,5 ±	22,1	11,3 ±	8,2	18 ±	11,6	0,4
Isopoda	2,8 ±	2,8	2,8 ±	2,8	3 ±	1,9	0,1
Protura	546,1 ±	308,9	53,8 ±	35,1	300 ±	170,7	6,5
Coleoptera Larv.	664,9 ±	161,7	359,3 ±	125,1	512 ±	216,7	11,1
Coleoptera Imag.	28,3 ±	15,5	17,0 ±	8,2	23 ±	10,8	0,5
Lepidoptera Larv.	25,5 ±	10,4	22,6 ±	13,1	24 ±	11,2	0,5
Hymenoptera Imag.	690,4 ±	266,6	650,8 ±	518,3	671 ±	423,1	14,5
Diptera Larv.	735,6 ±	527,8	280,1 ±	47,0	508 ±	290,7	11,0
Brachycera	2,8 ±	2,8	5,7 ±	5,7	4 ±	3,0	0,1
Nematocera	8,5 ±	5,7	8,5 ±	8,5	9 ±	4,8	0,2
Homoptera	0,0 ±	0,0	17,0 ±	5,3	9 ±	3,8	0,2
Thysanoptera	223,5 ±	167,8	45,3 ±	41,8	134 ±	108,4	2,9
<b>Makrofauna Summe</b>	<b>6.112 ±</b>	<b>1.672</b>	<b>3.124 ±</b>	<b>838</b>	<b>4.618 ±</b>	<b>1.922</b>	<b>100</b>
Enchytraeidae	13.157 ±	4.284	4.386 ±	1.717	8.771 ±	3.381	100
Acari	225.690,0 ±	60.633,9	470.500,7 ±	209.549,8	348.095,4 ±	172.061,8	87,3
Collembola	78.472,0 ±	28.426,9	22.546,9 ±	3.873,9	50.509,5 ±	21.080,2	12,7
<b>Mesofauna Summe</b>	<b>304.162 ±</b>	<b>85.859</b>	<b>493.048 ±</b>	<b>208.495</b>	<b>398.605 ±</b>	<b>191.365</b>	<b>100</b>

Tab. 8: **Biomasse** (mgFM/m<sup>2</sup>) und **Dominanzstruktur** (%) der Bodenfauna am Standort

## Montiggl

	12. Mai 1993		15. Oktober 1993		Mittel		
	mg ±	S.E.	mg ±	S.E.	mg ±	S.E.	(%)
Lumbricidae	2.497,2 ±	1.770,7	1.480,1 ±	928,2	1.989 ±	1.401,0	23,4
Aranei + Opiliones	41,0 ±	12,2	32,4 ±	21,9	37 ±	15,9	0,4
Pseudoscorpiones	10,5 ±	6,6	14,7 ±	9,0	13 ±	8,3	0,2
Chilopoda	785,7 ±	185,1	524,2 ±	219,4	655 ±	271,9	7,7
Diplopoda	365,6 ±	351,6	21,5 ±	16,7	194 ±	175,6	2,3
Isopoda	8,5 ±	8,5	0,6 ±	0,6	5 ±	4,2	0,1
Coleoptera Larv.	2.569,1 ±	522,2	1.063,2 ±	384,8	1.816 ±	708,6	21,4
Coleoptera Imag.	545,5 ±	375,0	116,5 ±	64,6	331 ±	204,1	3,9
Lepidoptera	158,7 ±	117,3	23,7 ±	13,2	91 ±	60,8	1,1
Hymenoptera Imag.	479,0 ±	170,2	415,1 ±	291,3	447 ±	253,5	5,3
Diptera Larv.	5.553,0 ±	5.443,1	255,6 ±	80,2	2.904 ±	2.744,0	34,2
Brachycera	0,3 ±	0,3	1,7 ±	1,7	1 ±	0,9	0,0
Nematocera	0,6 ±	0,3	2,8 ±	2,8	2 ±	1,4	0,0
Homoptera	0,0 ±	0,0	2,8 ±	1,8	1 ±	1,0	0,0
<b>Makrofauna Summe</b>	<b>13.015 ±</b>	<b>5.617</b>	<b>3.955 ±</b>	<b>997</b>	<b>8.485 ±</b>	<b>3.747</b>	<b>100</b>
Enchytraeidae	907 ±	295	606 ±	101	756 ±	286	100
Acari	1.920,9 ±	516,5	4.001,0 ±	1.781,2	2.961 ±	1.463,4	94,3
Collembola	281,8 ±	102,4	78,5 ±	14,6	180 ±	75,4	5,7
<b>Mesofauna Summe</b>	<b>2.203 ±</b>	<b>605</b>	<b>4.080 ±</b>	<b>1.777</b>	<b>3.141 ±</b>	<b>1.532</b>	<b>100</b>

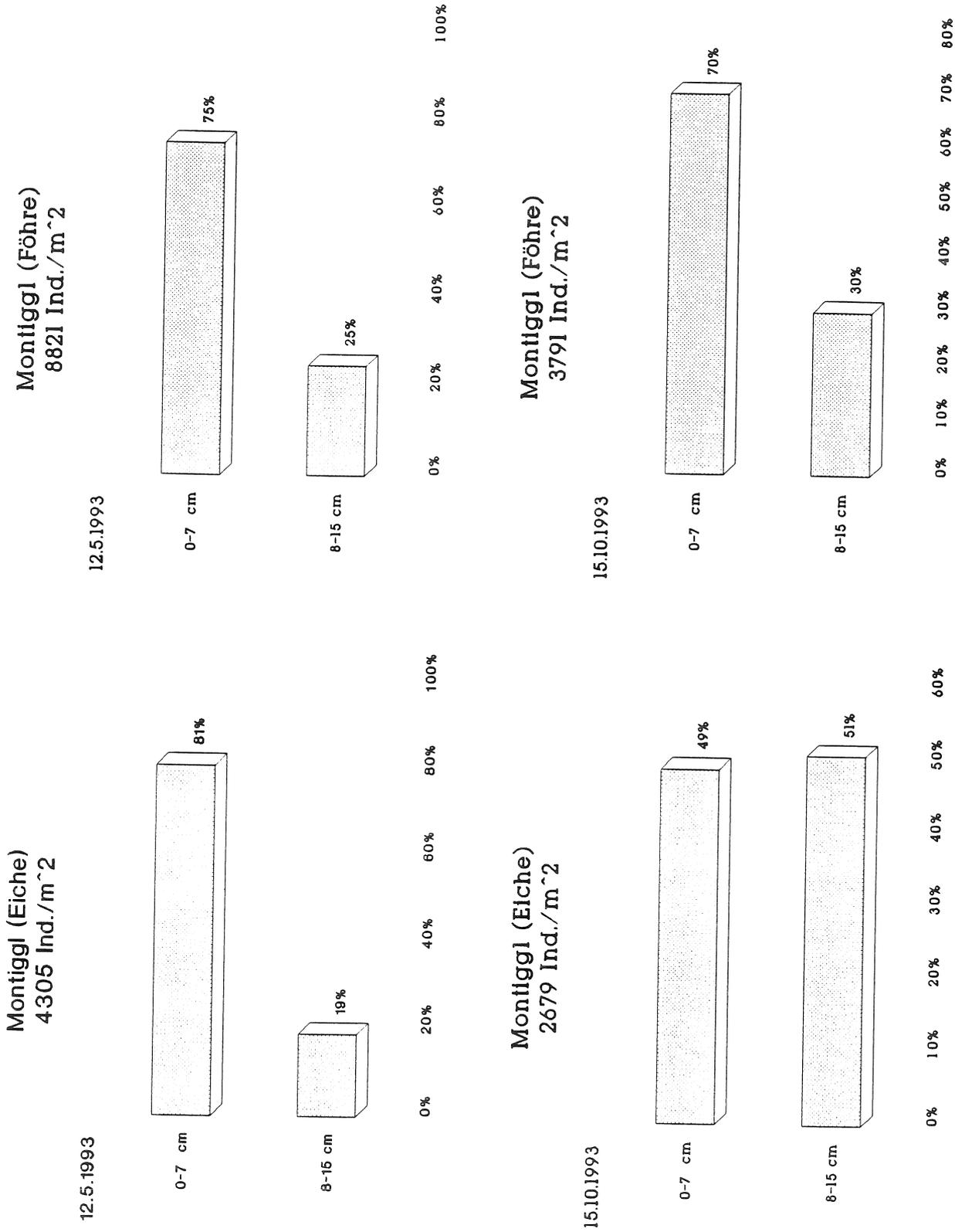


Abb. 6: Vertikalverteilung der Bodenmakrofauna am Standort Montiggl im Frühjahr und im Herbst. Angegeben ist die mittlere Besiedlungsdichte (Ind./m<sup>2</sup>) und die prozentuelle Verteilung der Bodentiere auf die Tiefen 0-7 cm und 8-15 cm im Traufenbereich einer Eiche und einer Föhre. Unabhängig von der Art des Profilaufbaues entspricht 0 cm jeweils der Streuoberfläche.

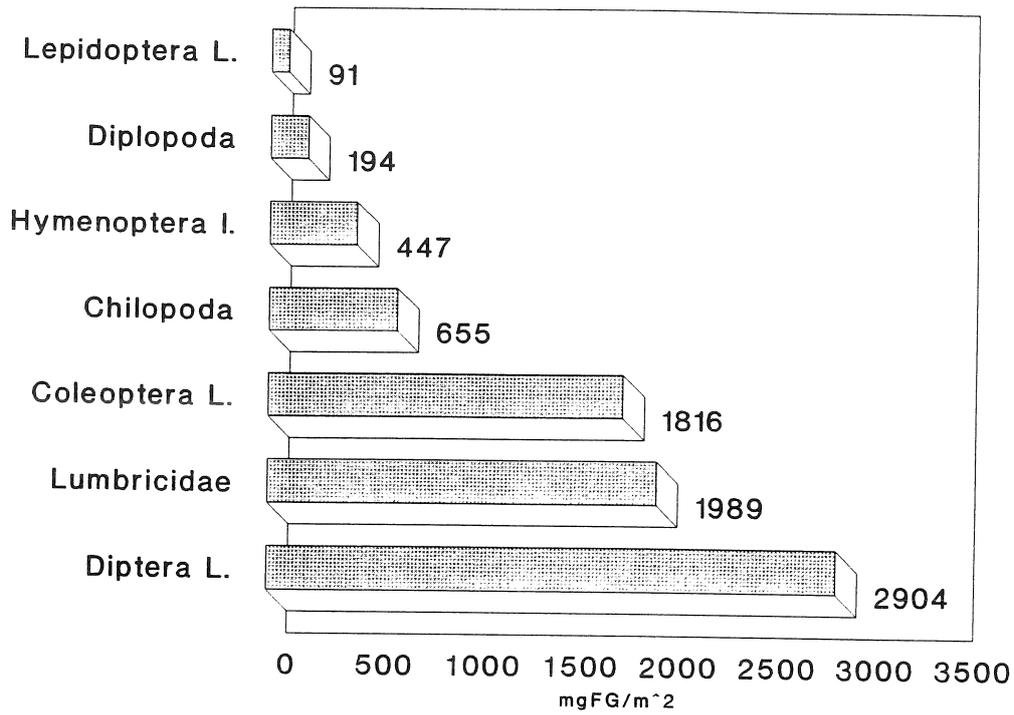


Abb. 7: Biomassendominanz der Bodenfauna am Standort Montiggl (Vergleiche auch Tab. 8).

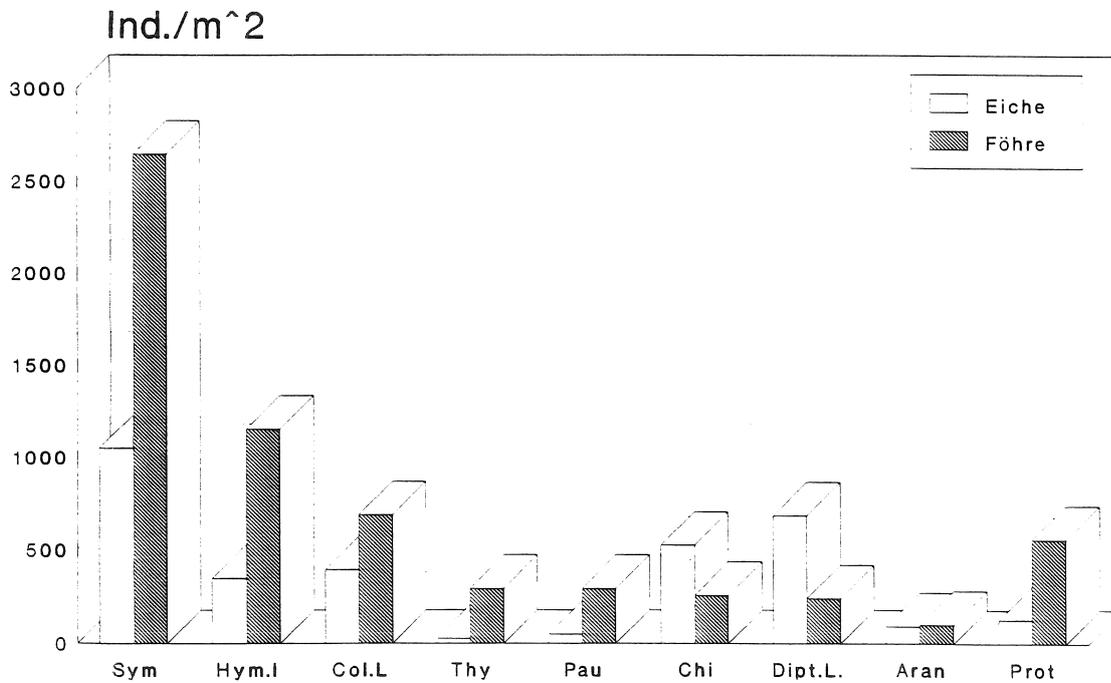


Abb. 8: Vergleich der Besiedlungsdichte ausgewählter Bodentiergruppen am Standort Montiggl in Abhängigkeit vom Traufenbereich der Baumart. Angegeben ist das Mittel aus beiden Entnahmetermen.

#### 5.4. Ritten

**Besiedlungsdichte:** Makrofauna 4.060 Ind./m<sup>2</sup> (Diptera-Larven 45%, Coleoptera 20%, Homoptera 10%, Aranei 8%, Symphyla 7%), Enchytraeidae 20.200 Ind./m<sup>2</sup>, Mesofauna 402.000 Ind./m<sup>2</sup> (Acari 73%, Collembola 27%). Individuenmäßig stellen Diptera und Coleoptera 65% der Bodenfauna in diesem subalpinen Fichtenwald. Weitere 20% stellen epigäische Spinnen und bodennahe Pflanzensauger. Die Komponente der Kleinstarthropoden wird fast ausschließlich durch Milben und Collembolen vertreten. Weitere Kleinformen wie insbesondere Protura fehlen beinahe vollständig.

**Biomasse:** Makrofauna 4.100 mg FM/m<sup>2</sup> (Coleoptera 50%, Lumbricidae 22%, Diplopoda 12%, Diptera-Larven 6%), Enchytraeidae 650 mg FM/m<sup>2</sup>, Mesofauna 2.060 mg FM/m<sup>2</sup> (Acari 87%, Collembola 13%). Mittleres Individualgewicht 1,0 mg.

Mit 6.800 mg FM/m<sup>2</sup> zeigt die Gesamtbiomasse der Bodenfauna an diesem Standort den geringsten Wert unter allen vier Standorten. Im Vergleich zu anderen subalpinen Nadelwäldern kann dieser Wert noch als typisch bezeichnet werden. Auch das Biomassen-Dominanzgefüge (z.B. Vorherrschen von Coleoptera innerhalb der Makrofauna) entspricht den Verhältnissen in einem subalpinen Fichtenwaldboden. Das geringe mittlere Individualgewicht der Makrofauna erlaubt für die größeren Bodentiere einen Massenteil von nur noch 60%. Der Anteil der Mesofauna liegt bei 30%, der der Enchytraeidae bei 10%.

**Vertikalverteilung:** Makrofauna 92% in 0-7cm, 8% in 8-15cm; Enchytraeidae 81% in 0-7 cm, 19% in 8-15cm; Acari 88% in 0-5cm, 9% in 6-10 cm und 3% in 11-15cm; Collembola 90% in 0-5cm, 6% in 6-10 cm und 4% in 11-15cm.

Die organische Auflage ist an diesem Standort ungefähr 8-9cm mächtig, also nur halb so mächtig wie in Lavazè. Wobei O<sub>1</sub> + O<sub>f</sub> ca 5-6cm einnehmen und O<sub>h</sub> ca 3cm. Bei der Probenentnahme (Gesamttiefe: 15cm) in diesem Rohhumus wurde also auch der obere Teil des Mineralhorizonts erfaßt. Auch hier zeigt sich eine extreme Konzentration (92%) der gesamten Makrofauna in der organischen Auflage. Milben und Collembolen sind ebenfalls in extremer Form oberflächennah konzentriert. Nur Enchytraeen und Käfer-Larven dringen einigermaßen bis zum Mineralboden vor. Die fehlende Durchmischungstätigkeit der Bodentiere kommt in der scharfen Zonierung der organischen Horizonte zum Ausdruck.

**Saisonale Aspekte:** Die saisonale Abundanz-Dynamik der Bodenfauna ist an diesem Standort nicht sehr ausgeprägt. Die dominierenden Diptera-Larven zeigen den üblichen Herbstpeak. Protura haben wiederum ihr Abundanzmaximum im Frühjahr, ebenso die Symphyla. Die

Tab. 9: **Besiedlungsdichte** (Ind./m<sup>2</sup> ± S.E.) und **Dominanzstruktur** (%) der Bodenfauna am Standort

## Ritten

	8. Juni 1993		22. September 1993		Mittel		
	Ind.	S.E.	Ind.	S.E.	Ind.	S.E.	(%)
Gastropoda	2,8 ±	2,8	0,0 ±	0,0	1 ±	1,4	0,0
Lumbricidae	17,0 ±	10,4	34,0 ±	10,6	26 ±	11,7	0,6
Aranei	274,5 ±	183,9	390,5 ±	206,8	333 ±	182,7	8,2
Opiliones	8,5 ±	5,7	2,8 ±	2,8	6 ±	3,8	0,1
Pseudoscorpiones	0,0 ±	0,0	5,7 ±	3,5	3 ±	1,9	0,1
Chilopoda	39,6 ±	25,5	56,6 ±	30,7	48 ±	25,5	1,2
Paupoda	141,5 ±	19,0	56,6 ±	20,0	99 ±	34,5	2,4
Symphyla	418,8 ±	139,4	135,8 ±	76,8	277 ±	135,2	6,8
Diplopoda	11,3 ±	5,3	22,6 ±	11,5	17 ±	8,4	0,4
Protura	152,8 ±	103,0	25,5 ±	5,3	89 ±	56,5	2,2
Diplura	2,8 ±	2,8	0,0 ±	0,0	1 ±	1,4	0,0
Coleoptera Larv.	591,3 ±	114,0	647,9 ±	175,8	620 ±	230,5	15,3
Coleoptera Imag.	212,2 ±	62,0	155,6 ±	51,2	184 ±	67,5	4,5
Lepidoptera Larv.	2,8 ±	2,8	5,7 ±	3,5	4 ±	3,0	0,1
Hymenoptera Imag.	39,6 ±	9,4	5,7 ±	3,5	23 ±	8,5	0,6
Diptera Larv.	1.233,6 ±	291,4	2.399,3 ±	628,5	1.817 ±	680,2	44,7
Brachycera	14,1 ±	14,1	2,8 ±	2,8	9 ±	7,1	0,2
Nematocera	155,6 ±	33,5	39,6 ±	15,8	98 ±	37,6	2,4
Homoptera	483,8 ±	188,9	316,9 ±	168,9	400 ±	171,3	9,9
Thysanoptera	8,5 ±	8,5	11,3 ±	8,2	10 ±	6,7	0,2
<b>Makrofauna Summe</b>	<b>3.811 ±</b>	<b>371</b>	<b>4.315 ±</b>	<b>1.057</b>	<b>4.063 ±</b>	<b>1.456</b>	<b>100</b>
<b>Enchytraeidae</b>	<b>21.008 ±</b>	<b>4.072</b>	<b>19.382 ±</b>	<b>8.068</b>	<b>20.195 ±</b>	<b>8.849</b>	<b>100</b>
Acari	248.789,5 ±	67.638,8	335.550,9 ±	87.063,4	292.170,2 ±	120.757,5	72,7
Collembola	112.071,3 ±	40.117,9	107.097,8 ±	39.129,8	109.584,6 ±	45.550,9	27,3
<b>Mesofauna Summe</b>	<b>360.861 ±</b>	<b>80.180</b>	<b>442.649 ±</b>	<b>125.904</b>	<b>401.755 ±</b>	<b>163.025</b>	<b>100</b>

Tab. 10: **Biomasse** (mg FM/m<sup>2</sup> ± S.E.) und **Dominanzstruktur** (%) der Bodenfauna am Standort

## Ritten

	8. Juni 1993		22. September 1993		Mittel		
	mg ±	S.E.	mg ±	S.E.	mg ±	S.E.	[%]
Gastropoda	11,6 ±	11,6	37,1 ±	37,1	24 ±	18,8	0,6
Lumbricidae	211,4 ±	193,8	1.637,1 ±	526,9	924 ±	434,4	22,3
Aranei + Opiliones	110,7 ±	56,0	152,9 ±	60,3	132 ±	65,1	3,2
Chilopoda	251,3 ±	204,5	207,0 ±	139,9	229 ±	132,2	5,5
Diplopoda	121,7 ±	57,2	892,4 ±	680,0	507 ±	365,0	12,3
Coleoptera Larv.	1.601,7 ±	344,7	1.091,4 ±	235,9	1.347 ±	499,2	32,5
Coleoptera Imag.	925,5 ±	387,6	483,2 ±	178,6	704 ±	290,6	17,0
Lepidoptera	0,0 ±	0,0	7,3 ±	4,7	4 ±	2,5	0,9
Hymenoptera Imag.	3,5 ±	1,4	0,5 ±	0,3	2 ±	0,9	0,1
Diptera Larv.	144,3 ±	17,8	336,1 ±	136,9	240 ±	99,7	5,8
Nematocera	10,2 ±	1,6	7,1 ±	5,1	9 ±	3,8	0,2
Homoptera	9,1 ±	6,3	27,2 ±	13,6	18 ±	10,8	0,4
<b>Makrofauna Summe</b>	<b>3.401 ±</b>	<b>920</b>	<b>4.879 ±</b>	<b>843</b>	<b>4.140 ±</b>	<b>1.493</b>	<b>100</b>
<b>Enchytraeidae</b>	<b>703 ±</b>	<b>101</b>	<b>606 ±</b>	<b>253</b>	<b>654 ±</b>	<b>272</b>	<b>100</b>
Acari	705,1 ±	287	2879,2 ±	721	1792 ±	750	87,08
Collembola	86,2 ±	43,3	445,4 ±	44,2	266 ±	94,4	12,92
<b>Mesofauna Summe</b>	<b>791 ±</b>	<b>327</b>	<b>3.325 ±</b>	<b>733</b>	<b>2.058 ±</b>	<b>836</b>	<b>100</b>

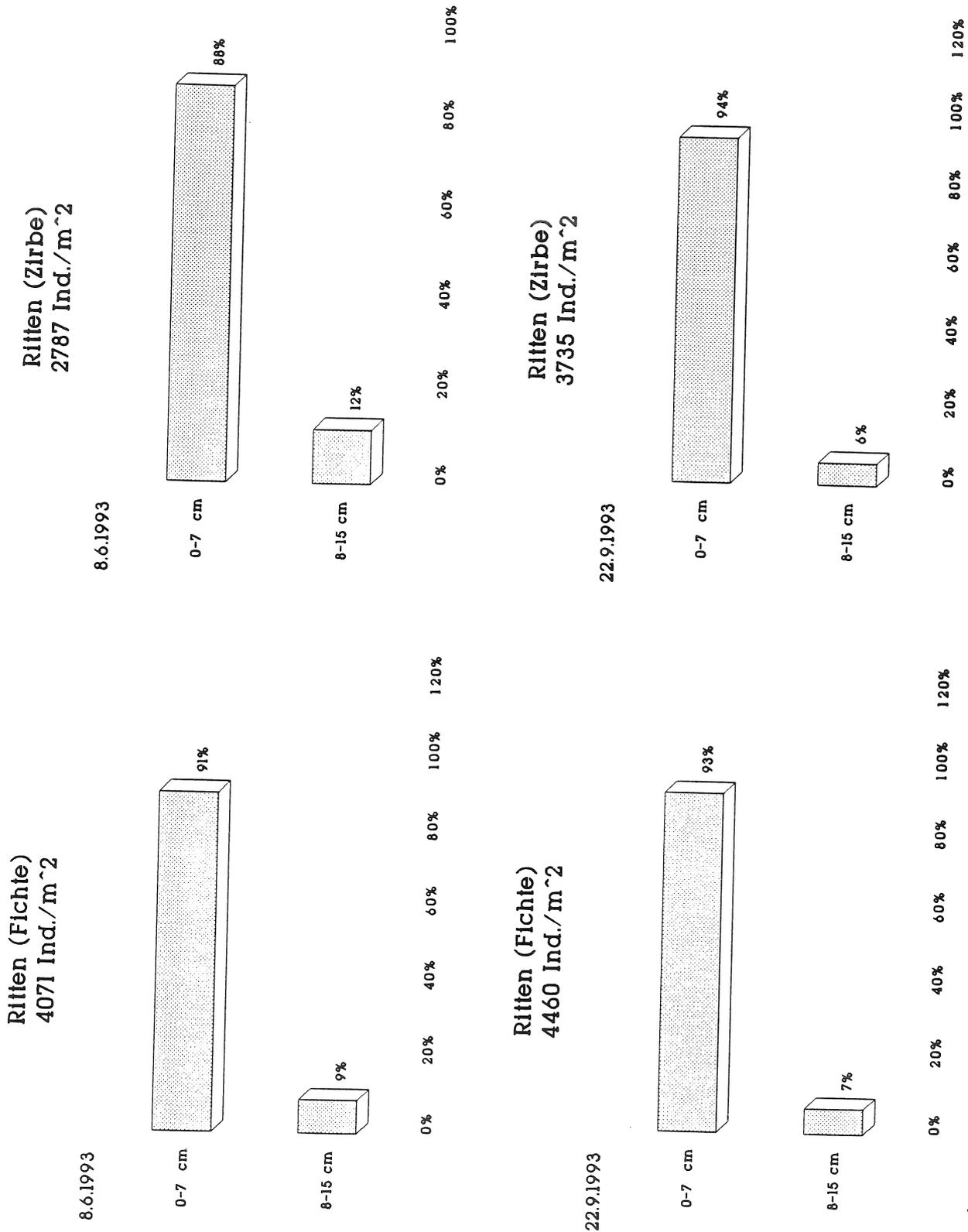


Abb. 9: Vertikalverteilung der Bodenmakrofauna am Standort Ritten im Frühjahr und im Herbst. Angegeben ist die mittlere Besiedlungsdichte (Ind./m<sup>2</sup>) und die prozentuelle Verteilung der Bodentiere auf die Tiefen 0-7 cm und 8-15 cm im Traufenbereich einer Fichte und einer Zirbe. Unabhängig von der Art des Profilaufbaues entspricht 0 cm jeweils der Streuoberfläche.

Mesofauna und die Enchytraeen verhalten sich indifferent.

**Homogenität innerhalb der Versuchsfläche:** Die Abundanz- und Massenunterschiede der Bodenfauna im Fichten- oder Zirbenbereich sind nur undeutlich. Insgesamt besteht ein Trend zu einer höheren Abundanz im Fichtenbereich. Allerdings gilt wieder einschränkend, daß bei 5 Parallelproben 4 aus dem Fichtenbereich und 1 aus dem Bereich einer Zirbe stammt. Bezüglich der gleichmäßigen Verteilung der Bodentiere liegt der Ritten an zweiter Stelle hinter Pomarolo. Für die Makrofauna errechnet sich ein S.E. von 17%, bei Milben (27%) und Collembolen (37%) ist die zahlenmäßige Heterogenität in den Proben größer.

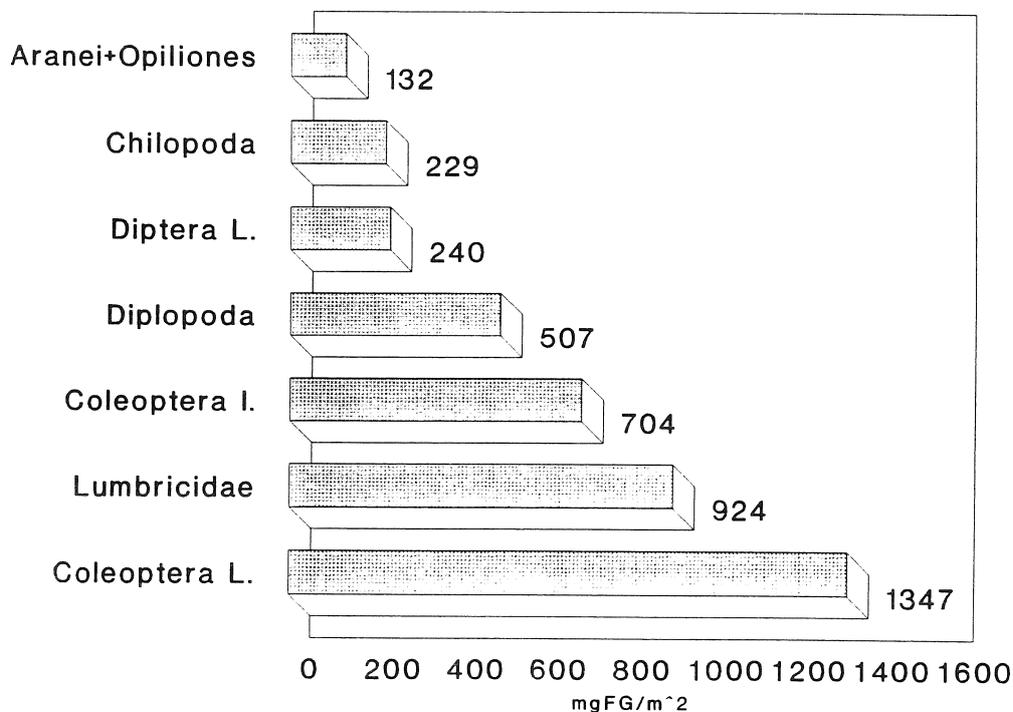


Abb. 10: Biomassendominanz der Bodenfauna am Standort Ritten (Vergleiche auch Tab. 10).

## 6. Zusammenfassung

Im Rahmen des "Integrated Monitoring Programme" wurden in der Provinz Trient ein lichter Laubmischwald (Pomarolo) und ein subalpiner Fichtenwald (Lavazè) in der Provinz Bozen ein Flaumeichenbuschwald (Montiggl) und ein subalpiner Fichtenwald (Ritten) bodenzoologisch untersucht. An jedem Standort wurden an zwei Terminen Bodenproben entnommen. In Pomarolo und Montiggl am 12. Mai u. 15. Oktober 1993, in Lavaze und Ritten am 8. Juni und 22. September 1993.

Zur Bewertung der Standorte werden quantitative Parameter wie z.B. die Besiedlungsdichte und die Biomasse der vorgefundenen Tiergruppen sowie die allgemeine Zusammensetzung der Bodentiergemeinschaft herangezogen. Ein Beurteilungskriterium bildet auch das Verhältnis zwischen Abundanz und Biomasse (= mittleres Individualgewicht der Boden-Makrofauna (z.B. Lumbricidae, Coleoptera, Diptera-Larven, Diplopoda, Chilopoda) sowie die Biomasse-Relation zwischen Makrofauna und Mesofauna (Milben u. Collembolen). Zur Charakteristik einer Bodentiergemeinschaft gehört weiters auch deren vertikale Verteilung auf die organischen Auflage und den Mineralboden.

**Pomarolo:** Alle Größenklassen und systematischen Gruppen der Bodentiere sind mit großen Individuenzahlen und mit ausgeglichenen Anteilen repräsentiert. Das mittlere Individualgewicht der Bodenmakrofauna ist allerdings für einen mesophilen Laubmischwald auf Kalk zu gering. Regenwürmer und andere grabfähige Primärersetzer vermögen die organische Auflage nur ungenügend mit dem Mineralboden zu vermischen. Die mangelnde Bioturbation kommt in der relativ scharfen Trennlinie zwischen organischer Auflage und Mineralboden zum Ausdruck. Als Humusform hat sich ein mullartiger Moder eingestellt. Die Bodenfauna ist stark in der organischen Auflage konzentriert. Nur im Bereich der Eichen ist eine bessere Durchdringung des Mineralhorizontes zu beobachten. In Summe sind die Unterschiede in der Besiedlungsdichte der Bodenmakrofauna zwischen Frühling und Herbst nur sehr gering. Auf Gruppenniveau gibt es Unterschiede: Lumbricidae zeigen das für Regenwürmer typische Frühjahrsmaximum. Bemerkenswert ist die deutliche Abundanzspitze der Protura im Frühjahr. Die streubewohnenden räuberischen Aranei und Pseudoscorpiones und ganz besonders die Diptera-Larven haben ihr Abundanz-Maximum im Herbst. Bei Milben und Collembolen ist die Abundanz im Herbst sogar dreimal so groß als im Frühjahr. Im Vergleich zu den anderen Flächen ist die Verteilung der Bodenfauna in den Stichproben

relativ homogen.

**Lavazè:** Das Spektrum der Bodentiere wird klar von Kleinstformen beherrscht. Entsprechend der mittleren Individualgröße der Makrofauna und der überaus hohen Abundanz der Mesofauna ist die Bodentiergesellschaft dieses Rohhumusprofils als typisches Mesosaprotrophen-System einzustufen. Sowohl die Besiedlungsdichte als auch die Gesamtbiomasse der Bodenfauna liegen über den Werten aus vergleichbaren subalpinen Fichtenwäldern. Im Vordergrund stehen massenmäßig Diptera-Larven. Vom feuchten Rohhumusprofil profitieren auch Enchytraeidae, deren Anteil an der Gesamtbiomasse der Bodenfauna in keinem der anderen Standorte einen so hohen Wert erreicht. Die Konzentration der gesamten Makrofauna in der oberen Hälfte der organischen Auflage ist extrem. In Summe ist sowohl die Besiedlungsdichte als auch die Biomasse der Bodenfauna im Herbst ungefähr doppelt so groß als im Frühjahr. Die deutlichsten Steigerungen zeigen Diplopoda, Coleoptera und vor allem Diptera-Larven. Extrem sind die saisonalen Abundanzunterschiede auch bei der Mesofauna. Das unruhige Kleinrelief mit den kleinräumig wechselnden abiotischen Verhältnissen bedingen eine relativ inhomogene Präsenz der Bodentiere in den einzelnen Bodenproben.

**Montiggl:** Im Spektrum der Bodentiere stehen einerseits euedaphische Humusbewohner andererseits auch wärmeliebende Formen im Vordergrund. Auch die Komponente der bodenlebenden Insekten-Larven und die Streufauna ist gut vertreten. Die Individuenzahlen von Milben und Collembolen sind beeindruckend. Der saure geologische Untergrund und die standortbedingte periodische Trockenheit des Bodens dürfte einer besseren Besiedlung durch Regenwürmer oder Enchytraeen hinderlich sein. Die sommerliche Trockenheit prägt offensichtlich auch die Saisonalität. Im Unterschied zu den anderen 3 Standorten sind Individuenabundanz und Biomasse der Bodenfauna im Frühjahr zwei- bzw. dreifach höher als im Herbst. Bei ungefähr gleicher Mächtigkeit der organischen Auflage ist die vertikale Durchdringung des Bodens mit Tieren deutlich besser als in Pomarolo. Es ist höchstwahrscheinlich der oberflächennahe Mangel an Feuchtigkeit, die die Tiere besonders im Herbst in die Tiefe vordringen läßt. Die standörtlichen Verhältnisse (Relief und Vegetation) bedingen auch eine starke Inhomogenität in der Präsenz der Bodenfauna. Die Abweichungen der Einzelproben von errechneten Mittel sind in Montiggl unter allen Standorten am höchsten.

**Ritten:** Das Spektrum der Bodentiere wird in diesem subalpinen Fichtenwald von Kleinstformen beherrscht. Im Vergleich zu Lavazè ist die Abundanz der Bodenfauna zwar allgemein deutlich geringer aber die Zusammensetzung ist typisch für einen Nadelwaldboden. Als Ursache für die Abundanzeinbuße kommen ungenügende Feuchtigkeit und stark saure Bodenverhältnisse in Frage. Betroffen sind einerseits Proturen und Diptera-Larven aber auch Lumbricidae. Die Konzentration der Bodenfauna in der organischen Auflage ist extremst. Nur Enchytraeen und Käfer-Larven dringen einigermaßen bis zum Mineralboden vor. Die saisonalen Unterschiede in der Abundanz der Bodenfauna sind unbedeutend. Bezüglich der Homogenität der Verteilung der Bodentiere liegt der Ritten an zweiter Stelle hinter Pomarolo.

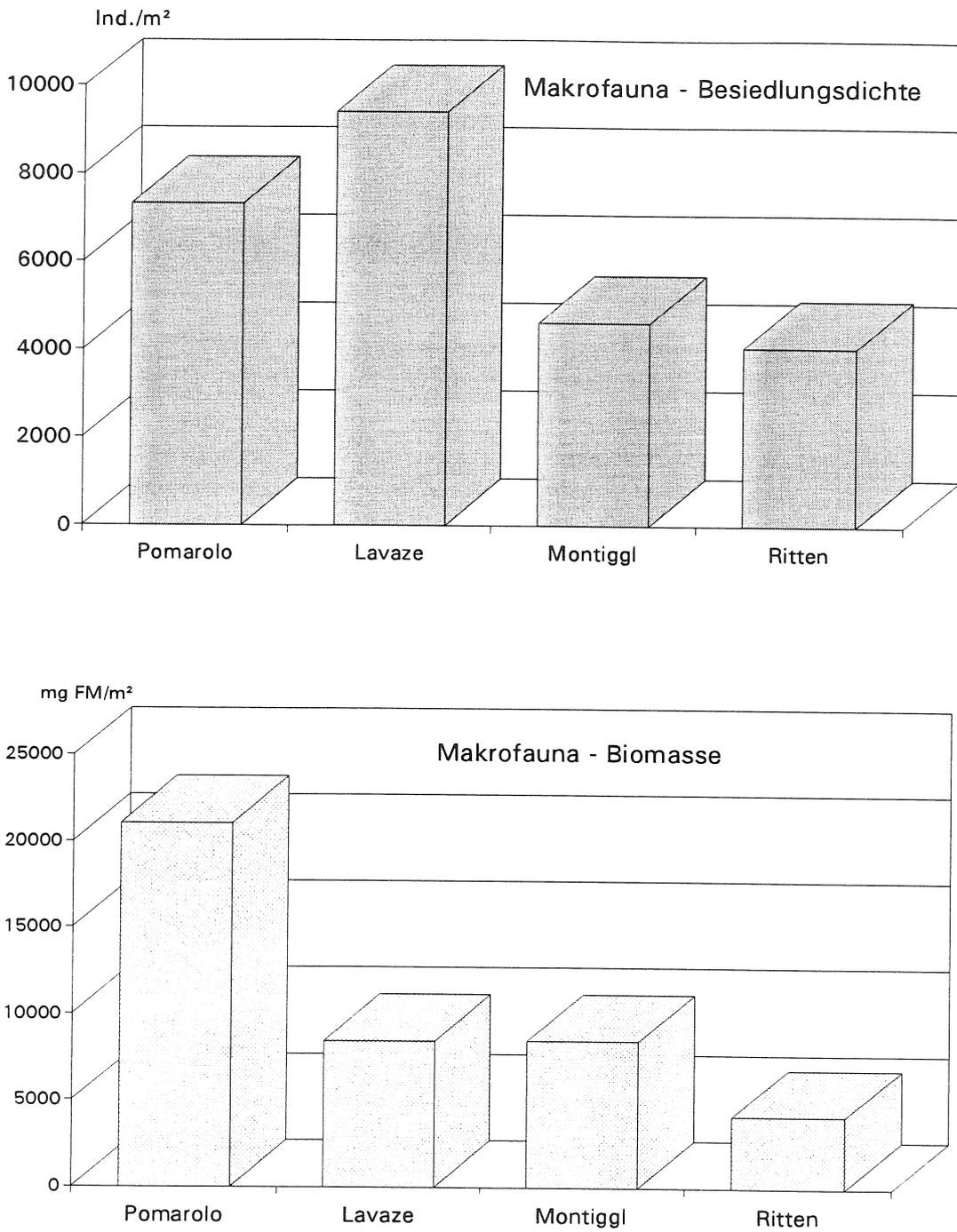


Abb. 11:  
 Mittlere Besiedlungsdichte und Biomasse der Makrofauna an den 4 Standorten Pomarolo, Lavaze, Montiggl und Ritten. Bezüglich der Originalwerte mit Standardfehlern siehe Tab. 3 -10.

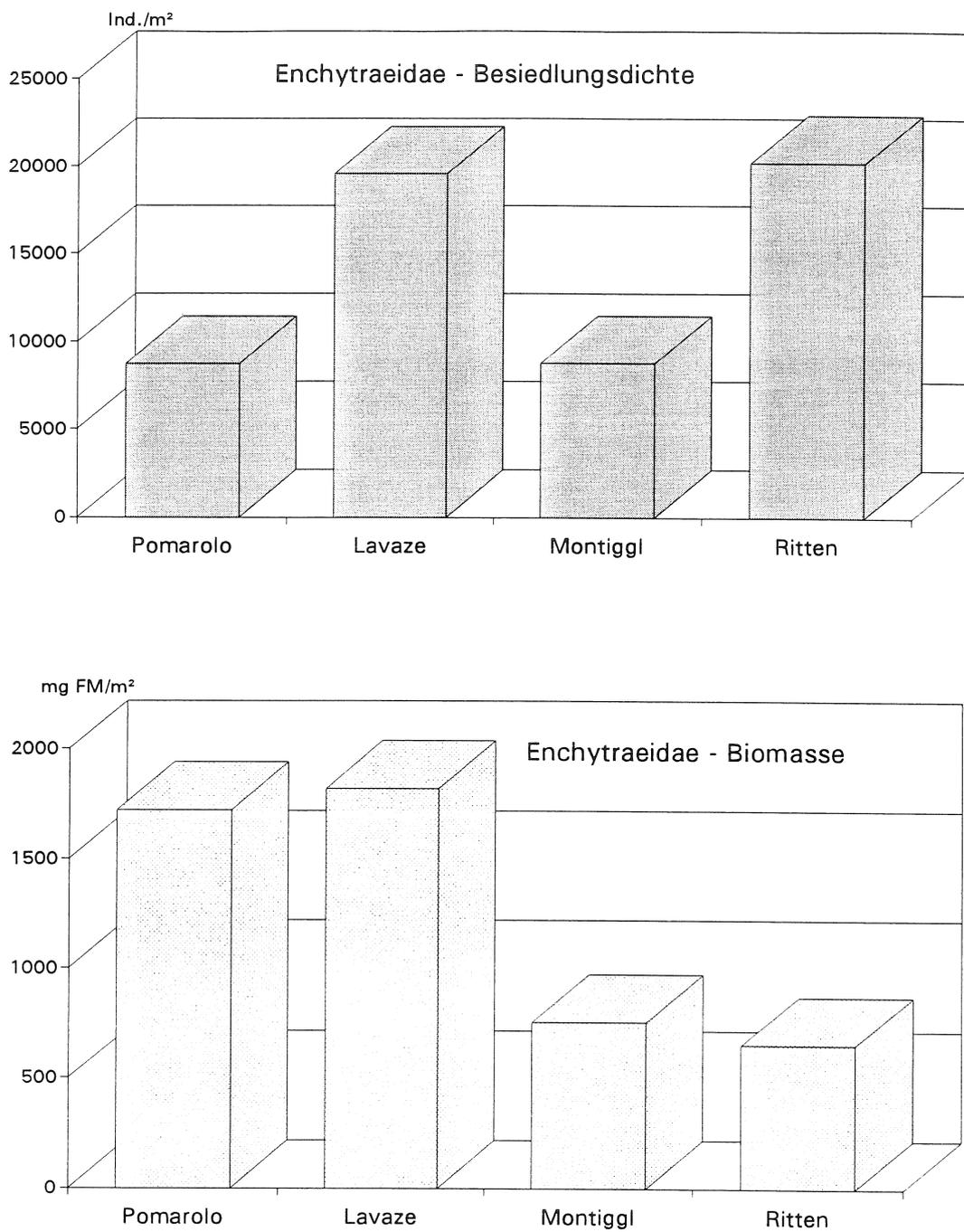


Abb. 12:  
Mittlere Besiedlungsdichte und Biomasse der Enchytraeidae an den 4 Standorten Pomarolo, Lavaze, Montiggl und Ritten. Bezügliche der Originalwerte mit Standardfehlern siehe Tab. 3-10.

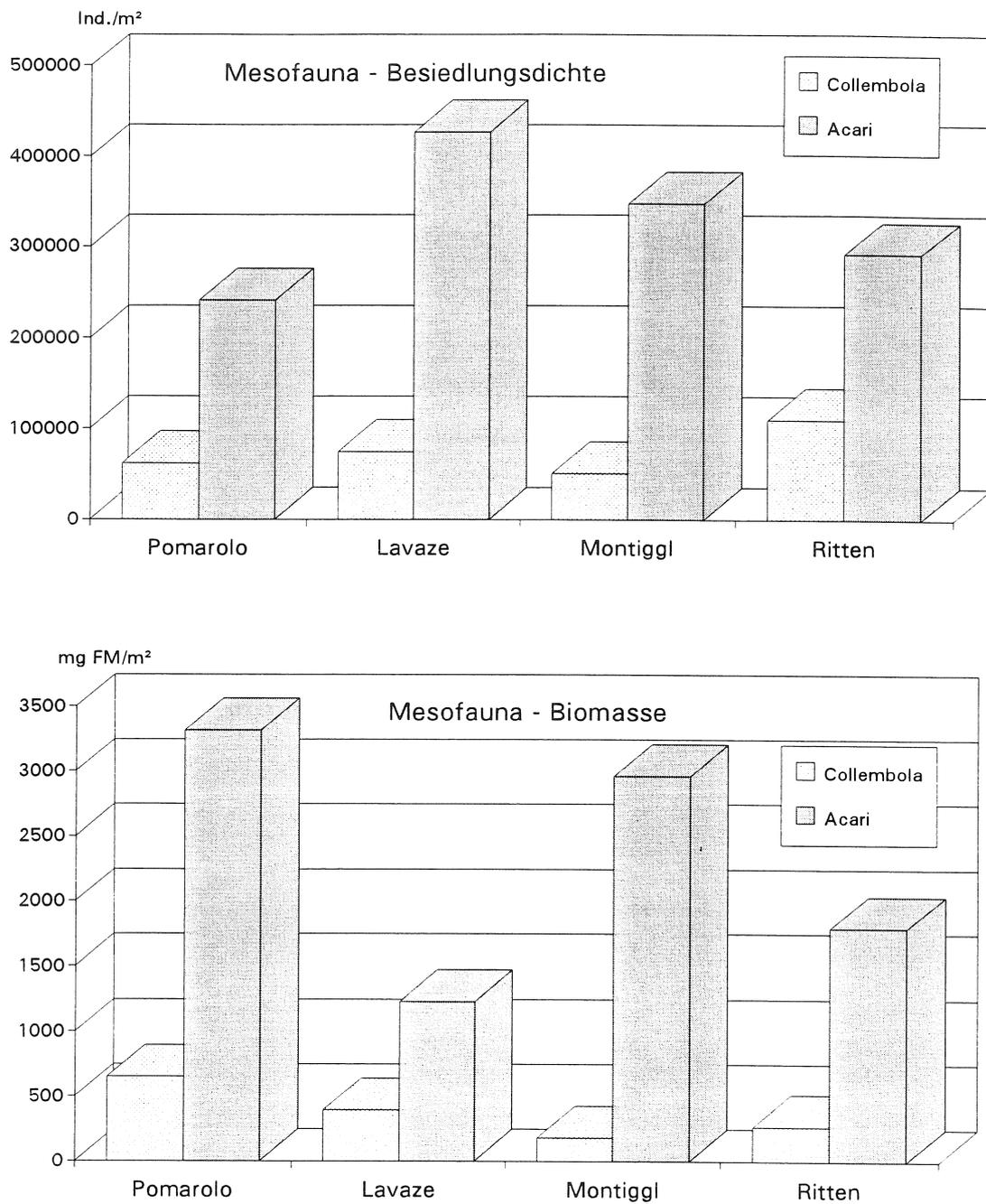


Abb. 13:  
Mittlere Besiedlungsdichte und Biomasse der Mesofauna an den 4 Standorten Pomarolo, Lavaze, Montiggl und Ritten. Bezüglich der Originalwerte mit Standardfehlern siehe Tab. 3-10.

## 7. Literatur

- BECK, L. (1993): Zur Bedeutung der Bodentiere für den Stoffkreislauf in Wäldern. *Biologie in unserer Zeit* 23(5):286-294.
- BORNEBUSCH, C.H. (1930): The fauna of forest soil. *Forst. Fors. Vaes. Danmark* 11:1-256.
- 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.
- DUNGER, W. (1983): *Tiere im Boden*. A.Ziemsen, Wittenberg Lutherstadt, 280 S.
- DUNGER, W. & H.J. FIEDLER (Hrsg.)(1989): *Methoden der Bodenbiologie*. 432 S., Fischer, Jena.
- FUNKE, W. (1986): Tiergesellschaften im Ökosystem "Fichtenforst" (Protozoa, Metazoa - Invertebrata) - Indikatoren von Veränderungen in Waldökosystemen. Kernforschungszentrum Karlsruhe (KfK)- Projekt Europäisches Forschungszentrum zur Maßnahmen der Luftreinhaltung (PEF), 9: 150 S.
- FUNKE, W. (1991): Tiergesellschaften in Wäldern - Ihre Eignung als Indikatoren für den Zustand von Ökosystemen. *KfK-PEF* 84: 202 S.
- GHILAROV, M. S. (1978): Bodenwirbellose als Indikatoren des Bodenhaushaltes und von bodenbildenden Prozessen. *Pedobiologia*, 18: 300-309.
- GISI U. (1990): *Bodenökologie*. G. Thieme, Stuttgart, 304 S.
- HUHTA, V., R. HYVÖNEN, P. KAASALAINEN, A. KOSKENNIEMI, J. MAUNA, I.MÄKELÄ, M. SULANDER & P. VILKAMAA (1986): Soil fauna of Finnish coniferous forests. - *Ann. Zool. Fennici*, 23: 345-360.
- KILLHAM, K. (1994): *Soil ecology*. Cambridge Univ. Press, Cambridge, 242 S.
- KÜHNELT, W. (1950): *Bodenbiologie*. Herold, Wien, 368 S.
- MEYER, E. (1993): Bodenzologische Methoden. In: Schinner et al.(Hrsg.) *Bodenbiologische Arbeitsmethoden*. Springer, Berlin: 312-342.
- MEYER, E. & H. STEINBERGER (1994): Über die Bodenfauna in Wäldern Vorarlbergs (Österreich) Bestand und Auswirkungen von Gesteinsmehlapplikationen. *Verh. Ges. Ökol.* 23 (im Druck)
- NEURAUTER, M. (1994): Die Bodenfauna auf Almflächen des Mt.Bondone bei Trient (Italien). Diplomarbeit, Univ. Innsbruck, 80 S.

- PETERSEN, H. & M. LUXTON (1983): A comparative analysis of soil fauna populations and their role in decomposition processes. *Oikos* 39:288-388.
- PÖDER, R., B. PERNFUß, W. RIENECK & S. THURNER (1994): Untersuchungen am Feinwurzelsystem mykotropher Waldbäume in Pomarolo und in Lavazè sowie im Montiggler Wald und am Ritten. Inst. f. Mikrobiologie, Univ. Innsbruck, 2 Berichte mit je 43 S.
- REHFUESS, K.E. (1990): Waldböden - Entwicklung, Eigenschaften und Nutzung. Pareys Studentexte, 29: 294 S.
- SCHAEFER, M. (1991): 14. Fauna of the European temperate deciduous forests. In: Röhrig E. & B. Ulrich (eds.) *Ecosystems of the World 7, Temperate deciduous forests*: 503-525. Elsevier, Amsterdam ... Tokyo.
- SCHAEFER, M. & J. SCHAUERMANN (1990): The soil fauna of beech forests: comparison between a mull and a moder soil. *Pedobiologia* 34: 299-314.
- SCHINNER, F. & W. v. MERSI (1994): Bodenmikrobiologische Untersuchungen im Rahmen des Projektes "International....effects on forests-IMP". Inst. f. Mikrobiologie, Univ. Innsbruck, 2 Berichte mit je S.
- WALLWORK, J.A. (1976): The distribution and diversity of soil fauna. Acad. Press, London, 355 S.
- WEIDEMANN, G. & J. SCHAUERMANN (1986): Die Tierwelt, ihre Nahrungsbeziehungen und ihre Rolle. In: Ellenberg, Mayer & Schauer mann (Hrsg), *Ökosystemforschung, Ergebnisse des Solling-Projektes*. Ulmer, Stuttgart: 179-266.
- VAN DER DRIFT J. (1962): The soil animals in an oak-wood with different types of humus formation. In: Murphy, P.W. (ed) *Progress in soil zoology*. Butterworth London, p 343-347.
- VOLZ, P. (1962): Beiträge zu einer pedozoologischen Standortslehre. *Pedobiologia* 1:242-290.
- WOLTERS, V. (1983): Ökologische Untersuchungen an Collembolen eines Buchenwaldes auf Kalk. *Pedobiologia* 25:73-85.
- WOLTERS, V. (1991): Soil invertebrates: Effects on nutrient turnover and soil structure: a review. *Z. Pflanzenernähr. Bodenkd.* 154: 389-402.