

VERÖFFENTLICHUNGEN DER UNIVERSITÄT INNSBRUCK

130

Alpin-Biologische Studien geleitet von Heinz Janetschek

XV

Ökologische Untersuchungen an Wirbellosen des zentralalpinen
Hochgebirges (Obergurgl, Tirol)

herausgegeben von Heinz Janetschek

VI. Abundanz und Biomasse der Oligochaeta
(Lumbricidae, Enchytraeidae)
von

Gerhard Kübelböck und Erwin Meyer

Veröffentlichungen des Österreichischen MaB-6-Gesamtvorhabens Obergurgl



Herausgeber
Universität Innsbruck

VERÖFFENTLICHUNGEN DER UNIVERSITÄT INNSBRUCK
130

Herausgeber: Universität Innsbruck – **Redaktion:** Publikationsstelle der Universität

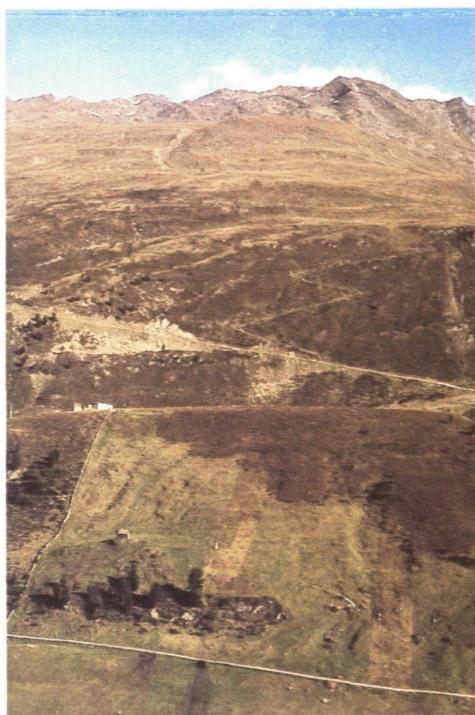
ALPIN-BIOLOGISCHE STUDIEN
geleitet von Heinz Janetschek
XV

**Der Untersuchungsraum bei Obergurgl: rechte Flanke des Gurgler Tales am Gurgler Kamm
(Zentralalpenhauptkamm)**



Gesamtansicht: Vergletscherte Hochgipfel von links nach rechts: Granatenkogel (3304 m), Hochfürst (3405 m), Liebener Spitze (3400 m). Von dieser zieht gegen den Besucher der Rücken der Hohen Mut (rund 2600 m) zwischen Gaisbergtal (links) und Rotmoostal, und gegen das Rotmoostal die gletscherumsäumte Liebener Rippe (2800-3100 m), die höchste Untersuchungslokalität (L). Links im Bild NW-Hang zum Festkogel (3035 m) mit den Transekttstufen (T).

phot. E. Meyer, 4.7.1976



NW-exponierter Hang zum Festkogel: Von unten nach oben die Intensivstationen "Talwiesen" W, M (1960-1980 m), gefolgt von einem breiten Zwergstrauchheidengürtel mit den Transekttstufen T1, T2 (Rhododendro-Vaccinietum, 2100-2190 m); T3, T4 (Vaccinietum myrtilli und uliginosi, Arctostaphyletum uva ursi, Loiseleurietum, Alectorietum, 2250-2340 m); T5 (Schuttflur, 2500 m), T6 (Loiseleurieto-Cetrarietum, 2550 m) und, verdeckt unterhalb des Grates, die Intensivstation Roßkar R (Hygrocurvuletum, 2650 m).

phot. E. Meyer, 27.9.1975

**Ökologische Untersuchungen an Wirbellosen des zentralalpinen
Hochgebirges (Obergurgl, Tirol)**

herausgegeben von Heinz Janetschek

**VI. Abundanz und Biomasse der Oligochaeta
(Lumbricidae, Enchytraeidae)**

von

Gerhard Kübelböck und Erwin Meyer

1981

Im Kommissionsverlag der
Österreichischen Kommissionsbuchhandlung Paul Sundt
Universitätsbuchhandlung Innsbruck

Alle Rechte, insbesondere das der Übersetzung in fremde Sprachen, vorbehalten

©1981, Universität Innsbruck
Herstellung:
Kleinoffsetdruck: H. Kowatsch, Innsbruck

Inhalt

Zusammenfassung	9
Abstract	10
Einleitung	11
1. Untersuchungsgebiet	13
1.1. Lage und Geologie	13
1.2. Beschreibung der untersuchten Standorte	13
1.2.1. Intensivgebiete	13
1.2.2. Extensivgebiete	13
1.3. Klima und Wetter	18
1.4. Boden	18
1.4.1. Bodenstruktur der einzelnen Untersuchungsstandorte	18
1.4.2. Wasser im Boden	20
2. Material und Methodik	21
2.1. Lumbricidae	21
2.1.1. Austreibung mittels Formalinlösung	21
2.1.2. Handfang	21
2.1.3. Barberfallen	21
2.2. Enchytraeidae	22
2.2.1. Bodenextraktion	22
2.3. Tiermaterial und Determination	22
2.4. Biomassebestimmung	22
3. Artenbesprechung	24
4. Ergebnisse aus den intensiv untersuchten Standorten	26
4.1. Mähwiese (M, 1960 m)	26
4.1.1. Abundanz	26
4.1.2. Biomasse	27
4.1.3. Individuen- und Massendominanz	29
4.1.4. Altersaufbau und Größenklassen	29
4.1.4.1. <i>Octolasion lacteum</i>	29
4.1.4.2. <i>Lumbricus rubellus</i>	32
4.1.4.3. <i>Dendrobaena octaedra</i> und <i>D. rubida</i>	35
4.2. Curvuletum Hohe Mut (U, 2600 m)	35
5. Vergleich mit Ergebnissen aus ausgewählten Biotopen in Europa	36
6. Oberflächenaktivität	37
7. Ergebnisse aus den extensiv untersuchten Standorten	39
8. Artenbündelungen	42
9. Abundanz und Biomasse der Enchytraeiden	44
9.1. Mähwiese (M, 1960 m)	44
9.2. Curvuletum Hohe Mut (U, 2600 m)	44
9.3. Diskussion	47
10. Literatur	49

Zusammenfassung

Von Mai 1978 bis September 1979 wurde die Verteilung und Besiedlungsdichte von Lumbriciden von der Waldgrenze (1870 m) bis in die hochalpine Stufe (2640 m) an 11 ausgewählten Standorten extensiv, die Abundanzdynamik und der Massenwechsel von Lumbriciden und Enchytraeiden in einer subalpinen Mähwiese (1960 m) und in einem Curvuletum (2600 m) intensiv untersucht.

Mit der Formalin-Gießmethode, Handfang und mit Barberfallen (11 %) wurden insgesamt 2584 Lumbriciden, durch Extraktion von Bodenproben (6,5 cm Ø) 5600 Enchytraeiden erfaßt.

Insgesamt wurden sechs Lumbricidenarten festgestellt.

In der Mähwiese beträgt die mittlere Abundanz der Lumbriciden 135,7 Ind/m² (1978) bzw. 121,5 (1979), die mittlere Biomasse 40,5 g FG/m² (1978) bzw. 41,4 (1979). Nach der Individuenabundanz dominiert *Octolasion lacteum* (49 %), gefolgt von *Lumbricus rubellus* (31) und *Dendrobaena octaedra* und *D. rubida* (20), nach der Biomasse *L. rubellus* (50 %), gefolgt von *O. lacteum* (44) und *D. octaedra* und *D. rubida* (6).

Die Größenklassenstruktur der vier Lumbriciden-Arten der Mähwiese zeigt im Ablauf des Jahres saisonale Schwankungen.

Das Curvuletum (2600 m) scheint frei von Lumbriciden.

Die Periode der maximalen Oberflächenaktivität der Lumbriciden fällt in der Mähwiese mit der maximalen Abundanzentwicklung zusammen. Die höchste Aktivitätsdichte erreichen die Förmawürmer *Dendrobaena octaedra* und *D. rubida* (50 %), es folgt der Mineralerdewurm *Octolasion lacteum* (32) und *Lumbricus rubellus* (18).

Die Extensivgebiete gliedern sich nach abnehmender Besiedlungsdichte/Biomasse in drei Gruppen: (1) Bergmahl und Grünerlenbestand, (2) Weideflächen im Bereich der Zwergstrauchheide, (3) ursprüngliche Zwergstrauchheide, Schipiste und Schneetälchen. Nach dem Index von SØRENSEN stehen die bewirtschafteten Standorte mit der Zwergstrauchheide den flachgründigen Standorten (Gletschervorfeld, Schneetälchen, Schipiste) gegenüber.

In der Mähwiese (1960 m) beträgt die mittlere Abundanz der Enchytraeiden 6384 Ind/m² (1978) bzw. 4207 (1979), die mittlere Biomasse 2,420 g FG/m² (1978) bzw. 1,490 (1979).

Im Curvuletum (2600 m) beträgt die mittlere Abundanz der Enchytraeiden 1183 Ind/m² (1978) bzw. 1281 (1979), die mittlere Biomasse 0,389 g FG/m² (1978) bzw. 0,391 (1979).

In der Mähwiese ist die jahreszeitliche Vertikalwanderung undeutlich, im Curvuletum erfolgt während der schneefreien Zeit eine Abwärtswanderung der Enchytraeiden.

Abstract

Ecological studies of invertebrates in the Central High-Alps (Obergurgl, Tyrol)

VI. Abundance and biomass of the Oligochaeta (Lumbricidae, Enchytraeidae)

The distribution and density of earthworms were studied between May 1978 and September 1979, including manured meadows, dwarf-shrub heaths and alpine meadows from 1970 m to 2640 m a.s.l.

The seasonal dynamic of the population and biomass density of lumbricids and enchytraeids in a manured meadow (1960 m) and in a Curvuletum (2600 m) was investigated by a detailed study.

A total number of 2584 earthworms (six species) was collected by the formaldehyde method, hand sorting and from pitfall traps (11 %), 5600 enchytraeids were extracted from soil cores (\varnothing 6,5 cm) by the wet funnel method.

The mean annual population density of earthworms was found to be $135,7 \text{ m}^{-2}$ (1978) and $121,5 \text{ m}^{-2}$ (1979), the mean biomass density was $40,5 \text{ g life wt m}^{-2}$ (1978) and $41,4 \text{ g life wt m}^{-2}$ (1979). *Octolasion lacteum* (49 % and 44 %), *Lumbricus rubellus* (31 and 50), *Dendrobaena octaedra* and *D. rubida* (20 and 6) are well represented in individuals and biomass.

The size class structure of the earthworms indicates seasonal variations. There seem to be no earthworms in the Curvuletum (2600 m).

The most surface-active species in the meadow (1960 m) were *D. octaedra* and *D. rubida* (50 %), *O. lacteum* (32) and *L. rubellus* (18) rank behind.

The population density of the earthworms decreases from (1) manured meadows and alder-communities to (2) the grazed dwarf-shrub heath and (3) the ungrazed dwarf-shrub heath, snow bed and the glacier fore-field.

A coenological comparison of the sites according to species (similarity measures of SØRENSEN) shows: The catches may be grouped in communities of the manured sites (meadow, dwarf-shrub heath) and of the "poor" sites (glacier fore-field, snow bed).

The mean annual population density of enchytraeids in the manured meadow (1960 m) was found to be 6384 m^{-2} (1978) and 4207 m^{-2} (1979). The mean biomass was estimated to be $2,420 \text{ g wet wt m}^{-2}$ (1978) and $1,490 \text{ g wet wt m}^{-2}$ (1979). The population density in the Curvuletum (2600 m) approximated 1183 m^{-2} (1978) and 1281 m^{-2} (1979), the mean biomass $0,389 \text{ g wet wt m}^{-2}$ (1978) and $0,391 \text{ g wet wt m}^{-2}$ (1979).

There is no seasonal pattern of the vertical distribution of the enchytraeids in the manured meadow. A vertical migration downwards was shown to occur during the snowcover-free season in the Curvuletum.

Einleitung

Taxonomische und faunistische Beiträge zur Kenntnis der Lumbriciden der Ostalpen stammen vor allem von POP (1947), ZICSI (1965a, b, c) und SEEWALD (1979). Über die Stellung der Lumbriciden in Tiergemeinschaften ausgewählter Standorte der Zentralalpen von Salzburg und Tirol berichten Arbeiten von FRANZ (1943, 1954); JANETSCHEK (1949); CHRISTANDL-PESKOLLER & JANETSCHEK (1976); SCHMÖLZER (1962). Angaben zur Besatzdichte und Biomasse der Lumbriciden in alpinen Standorten fehlen weitgehend, oder sie basieren auf einzelnen Stichproben.

Noch unzureichender scheint die Kenntnis der Enchytraeidae im Ostalpen-Bereich zu sein (SCHMIDEGG, 1938; NURMINEN, 1977). Der vorliegenden Arbeit liegt die umgearbeitete und ergänzte Dissertation von KÜBELBÖCK (1979) zugrunde. Sie entstand als Beitrag zu den Untersuchungen im Rahmen des Projektes "Jahreszyklus und Massenwechsel in terrestrischen Hochgebirgszoozönosen" 1) (JANETSCHEK, 1979; SCHATZ, 1979; DE ZORDO, 1979; MEYER, 1980; PUNTSCHER, 1980) und des UNESCO-Programmes "Man and the Biosphere" 2).

Der Erstautor übersiedelte nach Abschluß der Untersuchungen nach Venezuela. Da die für die Drucklegung nötige völlige Überarbeitung im Wege einer transatlantischen Korrespondenz äußerst umständlich gewesen wäre, erhielt der Zweitautor im Einverständnis mit dem Erstautor vom Projektleiter und Herausgeber Prof. Dr. H. Janetschek, den Auftrag, diese Überarbeitung zu besorgen.

1) Projekt Nr. 2336 und Fortsetzungsprojekt Nr. 2736 des "Fonds zur Förderung der wissenschaftlichen Forschung" von Univ.-Prof. Dr. H. Janetschek.

2) MAB-6-Obergurgl, Projekt 5 – "Wirbellose", Projektleiter Univ.-Prof. Dr. H. Janetschek.

1. Untersuchungsgebiet

1.1. Lage und Geologie

Die Untersuchungsgebiete liegen im Raum von Obergurgl (1930 m ü. M.) im hintersten Ötztal auf $46^{\circ} 52'$ n.B. und $11^{\circ} 02'$ ö.L. in den Tiroler Zentralalpen.

Das Hauptgestein der "Ötztaler Masse" besteht aus schiefrigen Silikatgesteinen, namentlich Biotitplagioklasgneisen. Auffällig sind die mächtig ausgebildeten Karbonatlagen, die in den Schneebergerzug südwestlich von Obergurgl eingelagert sind. Sie bestehen zum Teil aus reinen Marmoren und treten im Rotmoostal und am hinteren Gaisberg an die Oberfläche, wobei sie sich mit den Granatglimmerschiefern verzähnen.

Dieser geologische Unterbau wurde durch die Eiszeiten mit ihren Vergletscherungen glazial geformt. Der Talboden wird durch ein Trogtal mit Moränenresten gebildet. An den Seitenhängen ist die Trogshulter in Form eines Geländeknickes gut erkennbar.

1.2. Beschreibung der untersuchten Standorte

Die Lage der intensiv und extensiv untersuchten Standorte ist im Arealplan der Alpinen Forschungsstelle Obergurgl gekennzeichnet (Abb. 1). Die Extensivstandorte wurden basierend auf dem Katalog über die Flächennutzung (KIRCHMAYR, 1977) und den vorherrschenden Vegetationseinheiten ausgewählt.

1.2.1. Intensivgebiete

Mähwiese (M, 1960 m, Ar. Nr. 7): Westexponierte, gedüngte Talwiese südlich von Obergurgl mit blattreicher, krautiger Vegetation (80 % Kräuter und 20 % Gräser).

Hohe Mut (U, 2600 m, Ar. Nr. 108): Flechtenreiches Curvuletum mit geringem Anteil von Krautartigen (GRABHERR et al., 1978).

1.2.2. Extensivgebiete

Kuhweiden (KW 1, 2100 m, Ar. Nr. 26; KW 2, 1870 m, Ar. Nr. 4): Die beiden Standorte liegen im Bereich der Zwergstrauchheide. Das ursprüngliche Rhododendroto-Vaccinietum wurde zu Gunsten einer krautreichen Grasvegetation zurückgedrängt.

Bergmahl (BM, 1950 m, Ar. Nr. 58): Die Vegetation entspricht weitgehend der Mähwiese. Die Humusauflage ist an den teilweise steilen Hängen dünn, die Wasserversorgung entsprechend schlecht.

Grünerlenbestand (GE, 1950 m, Ar. Nr. 56): Südostexponiert, Alnetum viridis adenostyloletosum vermischt mit zahlreichen Weiden (*Salix pubescens*, *hastata*, *helvetica* und *glaucia*).

Schipiste Gaisberg (G-Pi, 1950 m, Ar. Nr. 26): Sie wurde im Jahre 1967 im Bereich der potentiellen Zwergstrauchheide angelegt und 1968 künstlich begrünt (Deckungsgrad < 10 %).

Schipiste Mähwiese (M-Pi, 1960 m, Ar. Nr. 7): Im oberen, steileren Teil der Mähwiese entstanden insbesondere an Bodenkonvexitäten durch den Wintertourismus Scher-

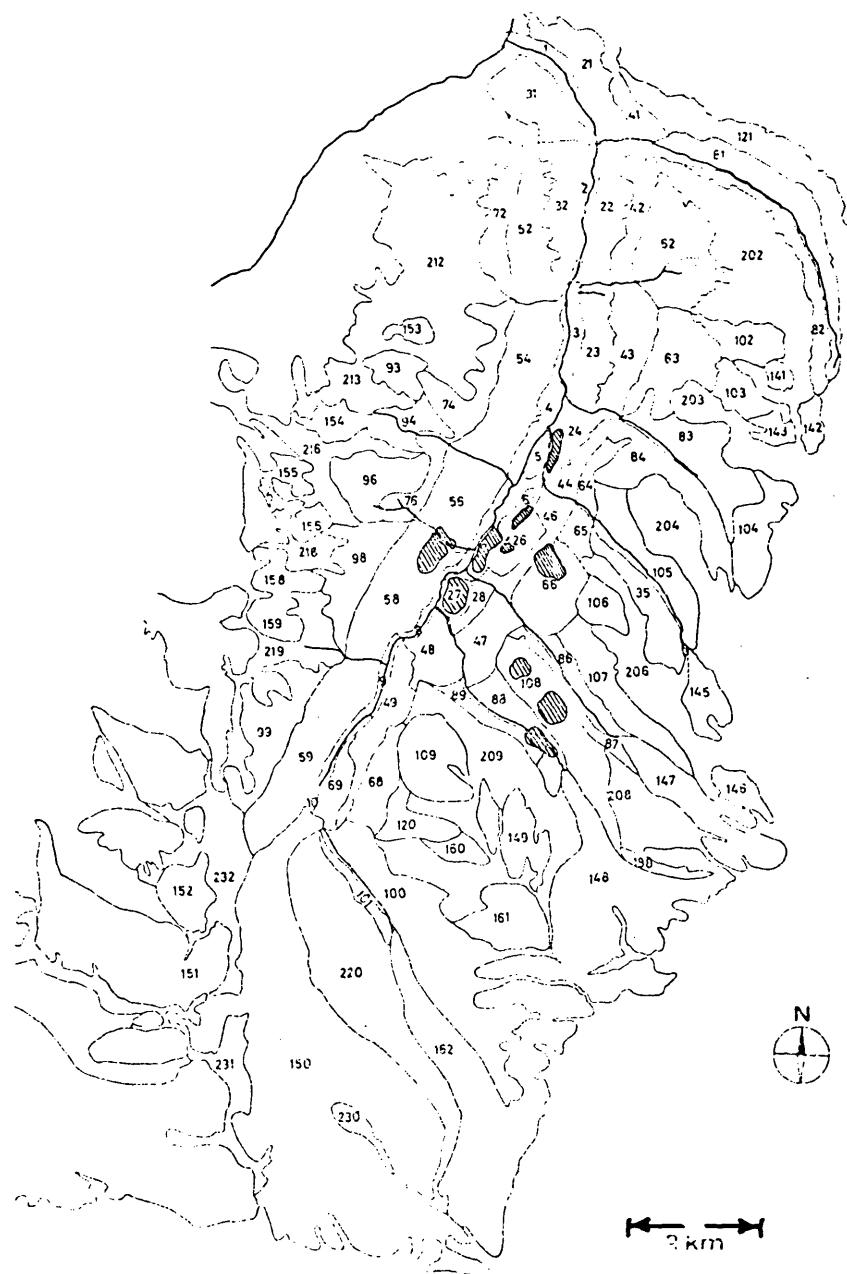
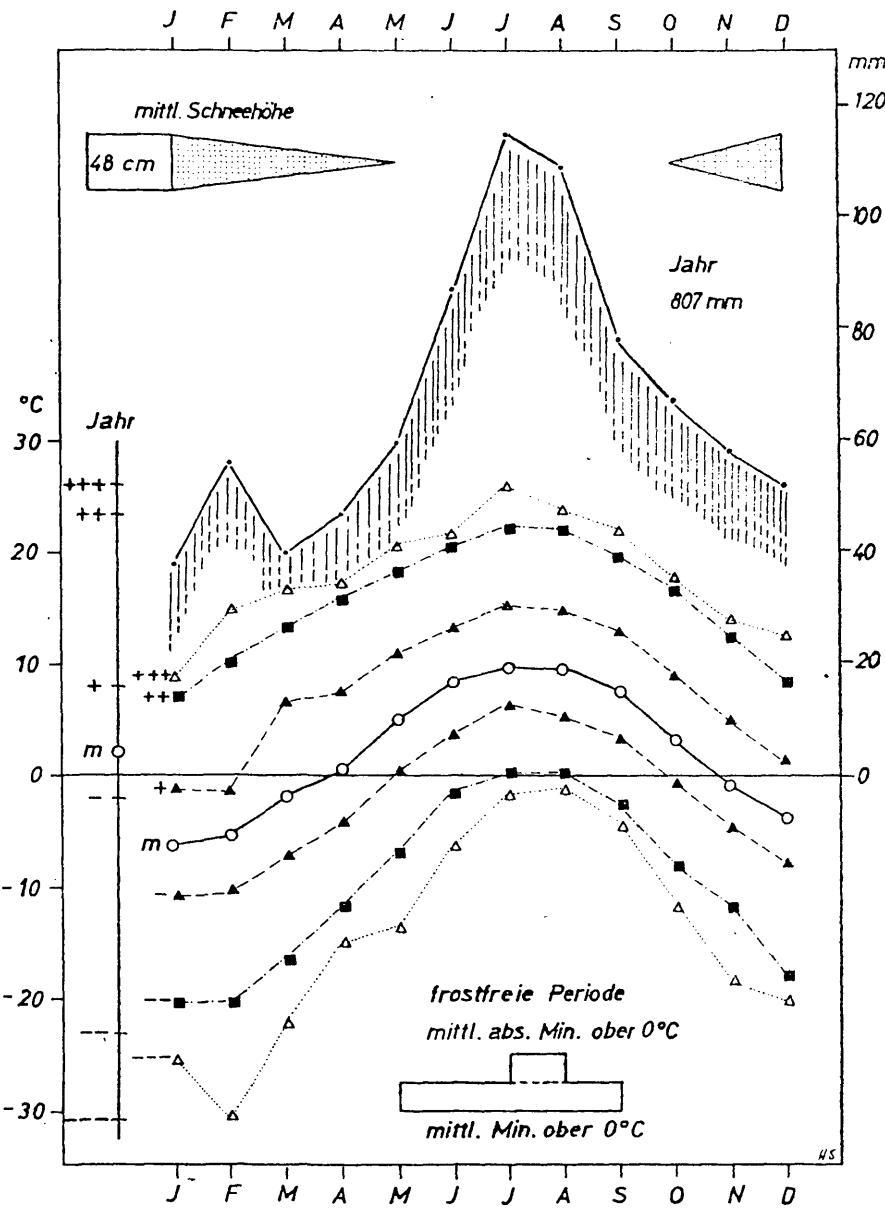


Abb. 1: Arealplan des Raumes Obbergurgl. Untersuchungsgebiet schraffiert.



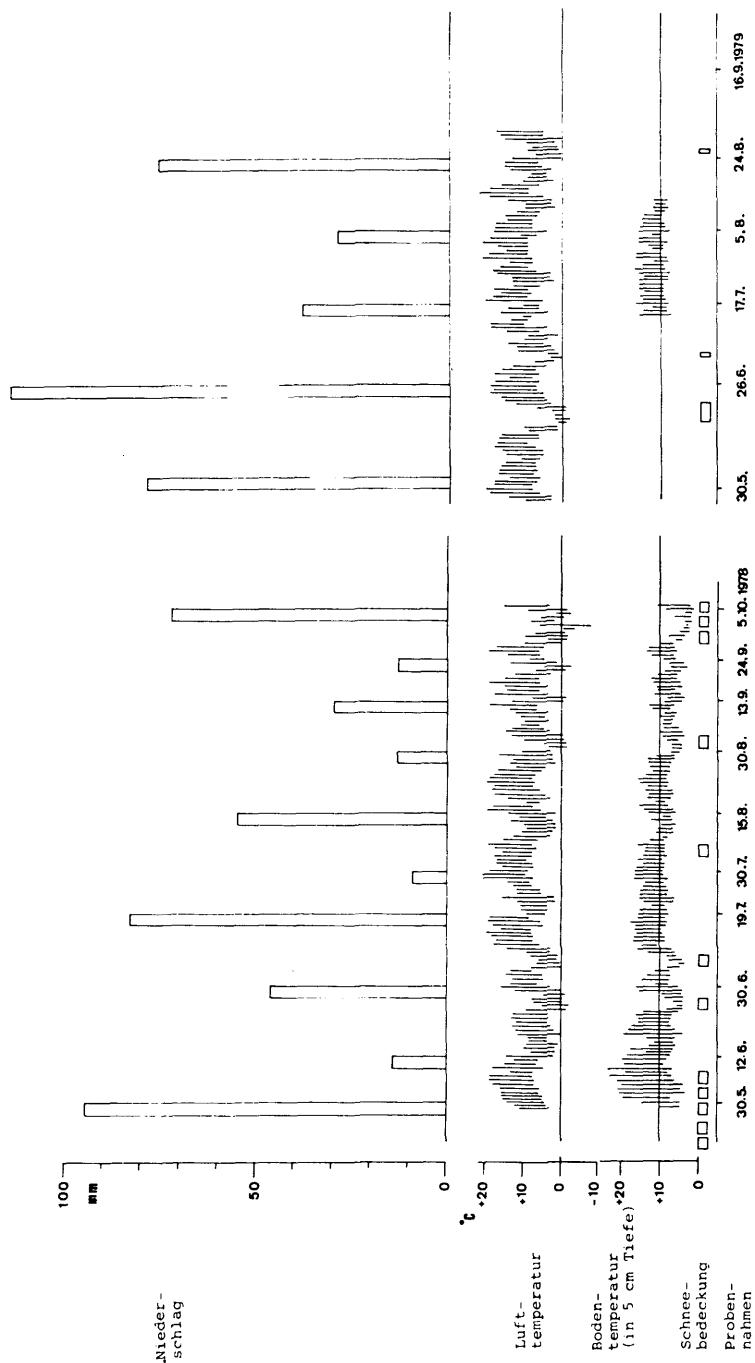


Abb. 3: Niederschlag und Tagessextemperaturen während der Vegetationsperioden 1978 und 1979 auf der Wiese W (Obergurgl, 1980 m)

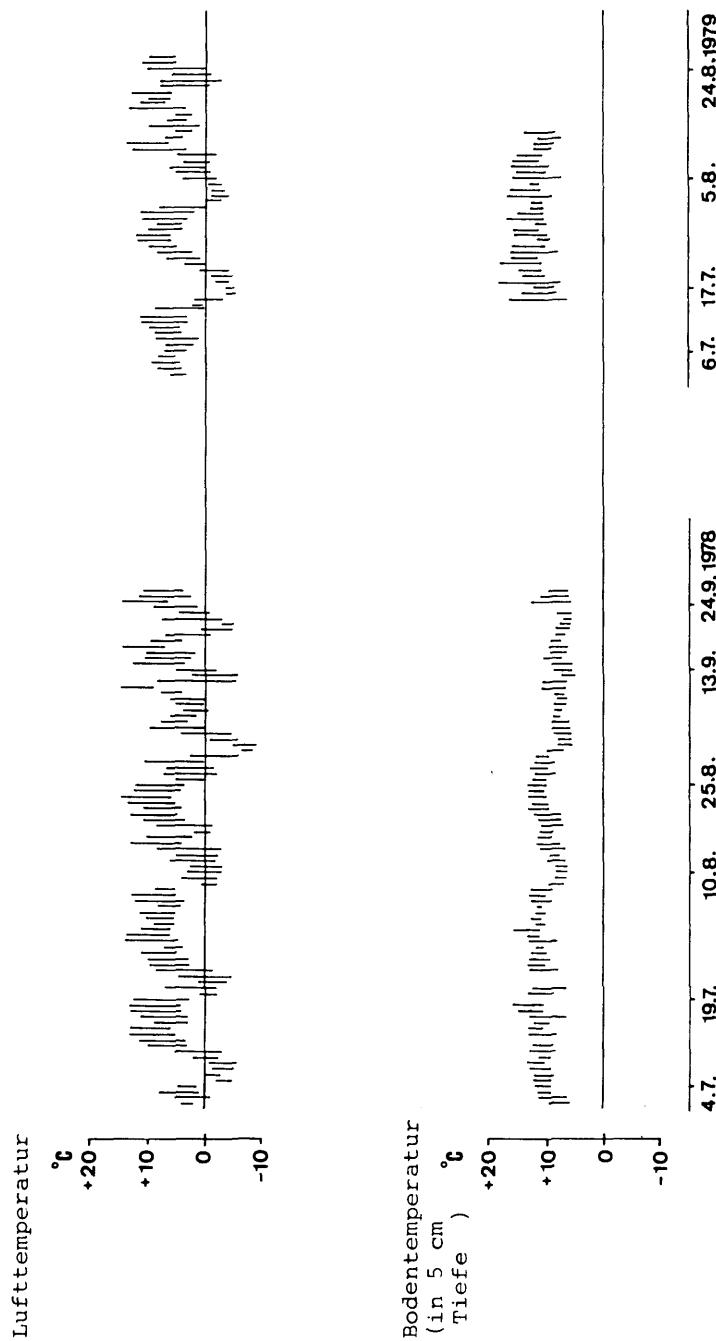


Abb. 4: Tagessextremtemperaturen während der Untersuchungsperioden 1978 und 1979 auf der Hohen Mut (Obergurgl, 2600 m)

stellen. Auf solchen Barflecken tritt im Winter starker Bodenfrost auf, im Sommer trocknet der Boden durch die fehlende Vegetationsdecke stark aus.

Zirbenwald (Z, 2070 m, Ar. Nr. 27): Untersucht wurden sumpfigfeuchte Stellen mit subalpiner Niedermoorevegetation im Bereich des Zirbenwaldes.

Zwergstrauchheide (T2, 2190 m, Ar. Nr. 66): Rhododendroto-Vaccinietum durchsetzt mit Weidewiesen (Nardetum).

Zwergstrauchheide (T3, 2250 m, Ar. Nr. 66): Empetro-Vaccinietum mit hohem Flechtenanteil.

Gletschervorfeld im Rotmoostal (GV, 2350 m, Ar. Nr. 88): Untersucht wurde die dikotyle Polsterpflanzenvegetation (*Silene* sp., *Saxifraga* sp.) innerhalb der Stirnmoräne 1850.

Schneetälchen auf der Hohen Mut (ST, 2640 m, Ar. Nr. 108): Am Rande des Schneetälchens findet sich eine Krautweidengesellschaft mit *Salix herbaceum*, *Ligusticum mutellina* u.a. Hier wurde hauptsächlich unter Steinen und Schafexkrementen gesucht.

1.3. Klima und Wetter

Der Raum Obergurgl liegt im Bereich des inneralpinen, kontinentalen Klimas, welches durch große Temperaturschwankungen, sowie geringe Niederschläge und Bewölkung gekennzeichnet ist. Von den 807 mm Jahresniederschlag fallen allein in den Sommermonaten Juni, Juli und August 311 mm (Abb. 2).

Durch diese Niederschlagsmaxima im Sommer ist die Schneehöhe relativ niedrig (im Durchschnitt 480 mm), was auch ein schnelleres Abschmelzen und somit eine verlängerte Vegetationsperiode mit sich bringt.

Die Monatsmittel der Lufttemperatur, des Niederschlags sowie der Schneehöhe und Schneebedeckung sind dem Klimadiagramm entnehmbar. Die mittleren Minima liegen nur von Mai bis September über 0° C. Sommertage mit einem Tagesmaximum von 25° C sind ziemlich selten.

Das Wetter der Jahre 1978/79 ist in Abb. 3/4 dargestellt.

1.4. Boden

Die Zonierung der Bodenformen scheint in den Zentralalpen generell ausgeprägter als in den Kalkalpen zu sein. Diese Zonierung ist jedoch in erster Linie durch die Höhe beeinflusst. Die Einflüsse des Reliefs sind in der Zwergstrauchheide und an der Baumgrenze am größten. Aus der Übereinstimmung von Bodenform und Vegetation leitet sich der hohe ökologische Aussagewert, besonders für die Bodenfauna, ab (NEUWINGER, 1970).

1.4.1. Bodenstruktur der einzelnen Untersuchungsstandorte

Bodenkundliche Analysen stammen von Dr. J. Neuwinger und F.H. Passecker. Diesbezügliche Ergebnisse wurden von JANETSCHEK et al. (1977) publiziert.

Mähwiese (M, 1960 m)

Profil M₁:

Standort: Wiese M (1960 m), oberer Teil; mager

Bodentyp: Braunerde auf Podsolkolluvium

Horizont	Mächtigkeit in cm	pH (KCL)	Farbe	Munsell
(L/O)/Ah ₁	2	4,3		5 YR 2/2
Ah ₂	12			
Ah ₂ /B	15	4,3		10 YR 4/4
B _s	20			
B/C	25			

Profil M₂:

Standort: Wiese M (1960 m), unterer Teil; fetter

Bodentyp: Braunerde auf Podsolkolluvium

L/O _f /Ah	1 - 2			
(O)/Ah ₁	10	4,3		10 YR 3/3
Ah ₂	30	4,3		
A/B	20			10 YR 2/2

Zirbenwald (Z, 2070 m)

Profil Z₁:

Standort: Zirbenwald, in der zoologischen Untersuchungsfläche

Vegetation: Vergraste Rhododendron-Vaccinienheide

Bodentyp: Durch Beweidung und Übersandung gestörter Eisenpodsol

O _f	6	3,4	5 YR 2/2	
O _h	4			
A _e	3 - 6	3,7	2,5 Y 4/2	
C _M	20	4,3	7,4 YR 4/4	
B _{s/g}	15 - 25	4,4	5 YR 4/8	
B/C	20	4,5	2,5 Y 4/4	

Profil T₂:

Standort: Gurgler Heide, 2190 m

Vegetation: Rhododendron ferrugineum, Deschampsia flexuosa, Homogyne alpina

Bodentyp: degenerierter Eisenpodsol

O _{f/h}	10 - 15	3,7	5 YR 3/2 - 2/2	
C _M	10 - 15	4,4	10 YR 4/3 - 2,5	
B _s	20	4,1	Y 5/2 7,5 YR 4/4 + 5/6	

Hohe Mut (U, 2600 m)

Profil Mu1:

Standort: Intensivstation

Vegetation: Curvuletum

Bodentyp: Pseudovergleyte Rasenbraunerde

Horizont	Mächtigkeit in cm	pH (KCL)	Farbe	Munsell
Ah1	10	3,8		
Ah2	6	3,9		
Bs/g	10	4,3	7,5	YR 4/4

Profil Mu3:

Standort: Schneetälchen im Sattel zwischen Bergstation und Intensivstation

Vegetation: Moose, Soldanella

Bodentyp: Pseudogley

Ah	7	4,1	10	YR 2/2
Bs/g	4 - 6	4,6	5	YR 4/6
C	20	4,8	2,5	Y 5/4

1.4.2. Wasser im Boden

Tab. 1 gibt einen Überblick über den Wassergehalt des Bodens in verschiedenen Untersuchungsflächen.

Profil	Horizont	PV _t	FK _f	WK _{max} 0,01 at (10 cm)	0,1 at (1 m)	WK _{min} 0,3 at	FK _e	BV	SpGew
Mähwiese M ₁	Ah2	73,7		70,1	48,5	45,3	57,7	26,3	2,0
	Ah2/B	66,0		54,8	34,1	31,6	43,2	34,0	2,5
Mähwiese M ₂	(O)/Ah1	70,6		67,5	49,6	48,2	57,8	29,4	1,8
	Ah2	55,4	26,6	47,7	28,5	26,4	36,9	44,6	2,3
Zirbenwald Z ₁	Of/h	40,0		67,2	47,2	44,1	55,7		
	A _e	65,7	44,5	55,8	40,0	37,2	46,5	34,3	2,7
	C _M	64,0	46,1	58,6	41,3	38,6	48,6	36,0	2,5
	Bs/g	70,2	54,9	59,8	48,2	45,2	52,5	29,8	2,6
	B/C	59,8	45,2	51,2	36,7	34,3	42,7	40,2	2,8
Zwergstrauch- heide T ₂	O	61,6	25,1	56,7	36,1	34,1	45,4	38,4	1,9
	C _M		22,6	42,5	20,7	17,9	30,2		
	B	63,4	43,7	26,1	39,6	36,9	49,5	36,6	2,6
Hohe Mut Mu ₁ Curvuletum	Ah1		29,0	59,9	38,8	36,1	48,0		
	Ah2		28,2	60,9	31,0	27,7	44,3		
	Bs/g		23,5	45,1	27,9	22,5	33,8		
Schneetäl- chen Mu ₃	Ah		47,1	60,4	48,9	47,1	53,7		
	Bs/g	60,0	21,5	44,5	18,4	16,6	30,5	39,4	2,6

Tab. 1: Wassergehalt des Bodens an ausgewählten Standorten (M₁, M₂: Mähwiese, 1960 m; Z₁: Zirbenwald, 2070 m; T₂: Zwergstrauchheide, 2190 m; Mu₁: Curvuletum Hohe Mut, 2600 m; Mu₃: Schneetälchen Hohe Mut, 2640 m). Weitere Abkürzungen vgl. KUBIÉNA (1953).

2. Material und Methodik

2.1. Lumbricidae

2.1.1. Austreibung mittels Formalinlösung

Bei jeder Probenentnahme wurden vier Quadrate zu $0,25 \text{ m}^2$ mit 0,4 %-iger Formalinlösung möglichst gleichmäßig besprengt. Dabei wurden pro Quadrat 10 l dieser Lösung in zwei Durchgängen appliziert, wie es auch von RAW (1959) und SATCHELL (1969) in ähnlicher Weise beschrieben und von ZICSI (1969) verfeinert wurde.

Bezüglich der Effizienz dieser Methode konnte in den flachgründigen Böden in Oberburgl keine Abhängigkeit von Bodenfeuchte und Bodentemperatur festgestellt werden, wie das bei SATCHELL (1969) in englischen Tieflandböden der Fall war. Der von SATCHELL (1963) errechnete und später modifizierte (LAKHANI & SATCHELL, 1970) Korrekturfaktor wurde deshalb nicht verwendet.

Übersicht über die Anzahl der entnommenen Proben in den Intensivgebieten:

Methode/Untersuchungsgebiet	Mähwiese		Hohe Mut	
	1978	1979	1978	1979
Lumbricidae: Formalin-Gießmethode (pro Termin vier Quadrate à $0,25 \text{ m}^2$)	10 Ter.	6 Ter.	4 Ter.	—

In den Extensivgebieten wurden im Jahr 1978 zweimal (Juli und August) und 1979 einmal (Juli) unterschiedlich große Areale gesammelt.

2.1.2. Handfang

Handaufsammlungen erfolgten hauptsächlich in den von Lumbriciden nur dünn besiedelten, flachgründigen Böden der Extensivgebiete ($> 2200 \text{ m}$), wobei besonders unter Steinen, bzw. Schaf- und Kuhexkrementen gesucht wurde.

Angaben über die Effizienz der händischen Methode im allgemeinen sind unterschiedlich: SATCHELL (1969) gibt eine Auffindungsquote von 52 % an, während PERSSON & LOHM (1977) 80 % und AXELLSSON (1971) sogar über 90 % angeben. Da meistens die kleinen Individuen übersehen werden, liegen die Quoten für die Biomassen noch höher. AXELLSSON (1971) fand erst bei zweimaligem Durchsuchen von Bodenproben 99 % der Lumbricidenmassen.

2.1.3. Barberfallen

Die aus einer Barberfallenserie (124 Fallen) des Jahres 1975 (5.6. - 13.11.) stammende Lumbricidenausbeute (284 Ind.) wurde bearbeitet (MEYER, 1980). Die Barberfallen (weiße Plastikbecher, Ø 7 cm, 10 cm tief, Kaliumbichromat als Fangflüssigkeit) waren entlang eines Höhentransektes von der subalpinen Mähwiese (1960 m), extra- und intrasilvatischen Zergstrauchheiden und offenen Grasheiden bis in die subnivale Zone (3090 m) installiert. Das Lumbricidenmaterial lag in 75 %-igem Alkohol konserviert vor.

2.2. Enchytraeidae

2.2.1. Bodenextraktion

Die Bodenproben (Dicke 5 cm, 6,5 cm $\varnothing = 33,2 \text{ cm}^2$) wurden in eine obere und untere Hälfte von je 2,5 cm geteilt und jeweils getrennt extrahiert (NURMINEN, 1977). Zur Extraktion wurde ein modifizierter Baermann-Apparat verwendet (O' CONNOR, 1962 und 1967). Übersicht über die Anzahl der entnommenen Proben:

Enchytraeidae: Bodenproben (pro Termin 16 Proben à 6,5 cm $\varnothing =$ $= 33,2 \text{ cm}^2$, Dicke 5 cm)	Mähwiese		Hohe Mut	
	1978	1979	1978	1979
	10 Ter.	5 Ter.	5 Ter.	4 Ter.

2.3. Tiermaterial und Determination

Insgesamt wurden 2584 Lumbriciden bearbeitet. Davon stammen 2086 Individuen (610 Adulte / 1476 Juv.) aus der Mähwiese, 214 Individuen aus den Extensivgebieten und die restlichen 284 aus Barberfallenfängen.

Die Extraktion von Bodenproben aus der Mähwiese und der Hohen Mut ergab 5600 Enchytraeiden.

Als Grundlage zur Determination der Lumbriciden diente ein Bestimmungsschlüssel von ZICSI (1965 c). Mit Ausnahme der Juvenilen von *Dendrobaena octaedra* und *D. rubida*, die nicht unterschieden werden konnten, wurden alle gefangenen Lumbriciden bis auf die Art bestimmt. Die determinierten Arten wurden von Dr. F. Seewald, Salzburg, revidiert.

Das Enchytraeiden-Material wurde nicht bestimmt.

2.4. Biomassebestimmung

Die Zoomasse des Oligochaeten-Materials wurde gravimetrisch ermittelt. Barberfallenfänge wurden nicht herangezogen. Die mit der Formalin-Gießmethode erbeuteten Lumbriciden wurden sofort mit Wasser abgespült und lebend in Plastikbehältern ins Labor transportiert. Das anhaftende Wasser wurde mit Fließpapier entfernt; die aus Handfängen stammenden Lumbriciden wurden von anhaftenden Partikeln befreit.

Die Enchytraeiden wurden nach der Extraktion auf feiner Gaze von unten her mit einer Wasserstrahlpumpe vom anhaftenden Wasser befreit.

Die Bestimmung des Frischgewichtes (FG) der noch lebenden Lumbriciden und Enchytraeiden erfolgte mit einer Mettler-Analysenwaage. Die Biomasse wird in Gramm Frischgewicht (g FG) angegeben. Es wurden keine Korrekturen für die Schleimabsonderung, bzw. den Ausstoß von Coelomflüssigkeit gemacht. Auch wurden keine Korrekturfaktoren für den Darminhalt angewendet, weil bei den meisten Lumbriciden im Gefolge der doppelten Reizung durch das Fangen mit Formalin und das Hantieren bei der

Wägung häufig eine kräftige Darmentleerung erfolgte. PERSSON & LOHM (1977) geben bei ihren Untersuchungen der Biomasse für die Gattungen *Dendrobaena* und *Lumbricus* einen Korrekturfaktor von 10 % für den Darminhalt an.

3. Artenbesprechung

Insgesamt wurden 6 Arten festgestellt, die nachfolgend besprochen werden.

A b k ü r z u n g e n :

- S Taxonomische Bemerkungen
- O Funde im Untersuchungsgebiet Obergurgl, Lebensansprüche und Vorzugshabitate der Art
- A Funde anderer Autoren in vergleichbaren Biotopen
- V Allgemeine Verbreitung.

Dendrobaena octaedra (SAVIGNY 1826) f. typica

O: In allen untersuchten Standorten (1960 - 2640 m), auch an Extremstandorten (Gletschervorfeld, 2350 m; Schneetälchen, 2640 m; Schipiste Gaisberg, 1950 m; Schipiste Mähwiese, 1960 m) (vgl. JANETSCHEK, 1949; BALTZER, 1956). – Vertreter der hemiedaphischen Lumbricidenunion (HÜBNER, 1952; "Les épigés", BOUCHE, 1977). Dieser Förmawurm hat eine mittlere Wohntiefe von 3,3 cm (NORDSTRÖM & RUNDGREN, 1973).

In der Mähwiese (1960 m) hat *D. octaedra* mit *D. rubida* die größte Oberflächenaktivität (Kap. 6). Am engsten mit *Lumbricus rubellus* vergesellschaftet (Kap. 8.1.).

A: Nach CHRISTANDL-PESKOLLER & JANETSCHEK (1976) kommt die Art in den Zillertaler Alpen noch in 2970 m Höhe vor; JANETSCHEK (1949) fand die Art im Vorfeld des Hintereisferrners.

V: Kommt als eurytoper Regenwurm in beinahe allen von Lumbriciden bewohnbaren Biotopen vor; Europa, Nordamerika und Sibirien (STÖP-BOWITZ, 1969).

Dendrobaena rubida (SAVIGNY 1826), (= *Bimastus tenuis* (EISEN))

S: Die drei bekannten Varietäten wurden, da sie durch Übergänge miteinander verbunden und daher taxonomisch nur äußerst schwierig zu trennen sind, als eine einzige Art behandelt (GRAFF, 1953 a; BÖSENER, 1964; ZICSI, 1965 c und 1968; SEEWALD, 1979).

O: In allen untersuchten Standorten außer in der Zergstrauchheide (T2 und T3). Höchstfund in 2640 m am Rande des Schneetälchens der Hohen Mut (ST). – Ähnliches ökologisches Verhalten wie *D. octaedra* (JANETSCHEK, 1949). Nach SEEWALD (1979) besonders in feuchten und sauren Biotopen.

In der Mähwiese mit *D. octaedra* größte Oberflächenaktivität (Kap. 6).

A: JANETSCHEK (1949) fand die Art im Vorfeld des Niederjochferrners (2530 m, Ötztaler Alpen), CHRISTANDL-PESKOLLER & JANETSCHEK (1976) in den Zillertaler Alpen in 2700 m.

V: Mittel- und Nordeuropa (STÖP-BOWITZ, 1969).

Eisenia foetida (SAVIGNY 1826)

O: Nur in der Bergmahd (1950 m), wahrscheinlich durch Düngung verschleppt (vgl. JULIN, 1949: 15). – Die Art lebt vorzugsweise in Kompost-, Abfall- oder Misthaufen.

A: SEEWALD (1979).

V: Süd- und Mitteleuropa bis mittleres Skandinavien (STÖP-BOWITZ, 1969). Durch Verschleppung nahezu kosmopolitisch (MICHAELSEN, 1903; STÖP-BOWITZ, 1969).

Eiseniella tetraedra tetraedra (SAVIGNY 1826) = *E. tetraedra* f. *typica*

O: Am Ufer eines kleinen Gerinnes, das die Gaisberg-Schipiste (1950 m) entwässert. – Amphibische Lebensweise (BORNEBUSCH, 1930; FÜLLER, 1954); gelegentlich limnisch (JULIN, 1949).

A: SEEWALD (1979); HÜBNER (1952); FRANZ (1954).

V: Als peregrine Art (SEEWALD, 1979) in ganz Europa verbreitet und in andere Kontinente verschleppt (STÖP-BOWITZ, 1969).

Lumbricus rubellus (HOFFMEISTER 1843)

O: Von der Mähwiese über Grünerle und Zwergrauwurzheide bis in das Gletschervorfeld (1960 - 2350 m); fehlt im Schneeboden. – Vertreter der hemiedaphischen Lumbricidenunion (HÜBNER, 1952; "Les épigés", BOUCHE, 1977); mittlere Wohntiefe 6,0 cm (NORDSTRÖM & RUNDGREN, 1973). Die Art stellt wenig Ansprüche an die Bodenqualität (HÜBNER, 1952; SEEWALD, 1979). Oberflächenaktivität (vgl. Kap. 6). Höchste Massendominanz in der Mähwiese (1960 m) (vgl. Kap. 4.3.). Am engsten mit *D. octaedra* vergesellschaftet.

A: Nach CHRISTANDL-PESKOLLER & JANETSCHEK (1976) in den Zillertaler Alpen in 2670 m.

V: Peregrine Art (SEEWALD, 1979), in ganz Europa verbreitet und in andere Erdteile verschleppt (STÖP-BOWITZ, 1969).

Octolasion lacteum (ÖRLEY 1885)

O: Höchste Individuendominanz in der Mähwiese, ferner in der Bergmahd, im Grünerlenbestand bis in die Zwergrauwurzheide (1960 - 2230 m). – Vertreter der euedaphischen Lumbricidenunion (HÜBNER, 1952; "Les endogés", BOUCHE, 1977). Anspruchslose Art, die in allen Bodenarten vorkommt (PESKOLLER, 1970, SEEWALD, 1979). Als Mineralerdewurm entwickelt die Art eine bemerkenswerte Oberflächenaktivität (vgl. Kap. 6).

A: HÜBNER (1952); CHRISTANDL-PESKOLLER & JANETSCHEK (1976).

V: Europa bis mittleres Skandinavien, Nordafrika, Küstengebiete der USA, stellenweise in Südamerika und Nordindien (STÖP-BOWITZ, 1969).

4. Ergebnisse aus den intensiv untersuchten Standorten

4.1. Mähwiese (M, 1960 m)

4.1.1. Abundanz

Nach den Ergebnissen der Formalin-Gießmethode beträgt die mittlere Abundanz im Jahr 1978 135,7 Ind/m² (Mittel aus 10 Probenentnahmen), im Jahr 1979 121,5 Ind/m² (Mittel aus 6 Probenentnahmen) (Tab. 2).

Mähwiese (1960 m)	Abundanz Ind./m ² (S.E.)										Mittel 1978
	30.5.	12.6.	30.6.	19.7.	30.7.	15.8.	30.8.	13.9.	24.9.	5.10.	
<i>Octolasmium lacteum</i>	15 (5,7)	20 (5,6)	31 (10,5)	45 (18,8)	116 (28,7)	103 (30,4)	23 (10,9)	133 (57,4)	50 (23,2)	145 (125,1)	68,1 (5,1)
<i>Lumbricus rubellus</i>	2 (2,0)	25 (9,3)	18 (6,2)	20 (6,3)	55 (18,6)	57 (12,8)	42 (7,7)	68 (10,2)	107 (63,3)	37 (7,9)	43,1 (7,7)
<i>D. rubida u. octaedra</i>	10 (3,5)	18 (6,8)	5 (3,8)	33 (9,7)	35 (8,4)	33 (11,8)	25 (6,4)	23 (4,1)	32 (9,1)	31 (7,0)	24,5 (3,3)
Gesamt	27 (13,9)	63 (25,8)	54 (24,1)	98 (46,1)	206 (74,9)	193 (55,9)	90 (11,6)	224 (66,5)	189 (66,6)	213 (133,3)	135,7 (24,1)

Mähwiese	30.5.	26.6.	17.7.	5.8.	24.8.	16.9.	Mittel 1979
<i>Octolasmium lacteum</i>	24 (9,5)	43 (15,8)	64 (19,9)	80 (29,8)	35 (10,3)	69 (25,7)	52,2 (8,9)
<i>Lumbricus rubellus</i>	4 (2,8)	25 (8,1)	64 (19,0)	37 (13,1)	37 (6,0)	77 (16,8)	40,8 (10,8)
<i>D. rubida u. octaedra</i>	6 (1,2)	13 (3,4)	53 (7,0)	23 (10,4)	26 (7,6)	49 (11,8)	28,3 (7,8)
Gesamt	34 (9,3)	81 (23,8)	181 (18,0)	140 (43,7)	98 (8,0)	195 (35,5)	121,5 (25,5)

Tab 2: Abundanz (Ind/m²) der Lumbriciden in der Vegetationsperiode 1978 und 1979 in der Mähwiese (1960 m)

Während der Vegetationsperiode ist die Individuendichte starken Schwankungen unterworfen. Das Muster der Abundanzdynamik ist in beiden Untersuchungsjahren ähnlich. Maxima treten im Juli (1978: 206 Ind/m²; 1979: 181 Ind/m²) und September/Oktober auf (1978: 224/213; 1979: 195). Am Beginn der Vegetationsperiode (Mai) ist die Besatzdichte minimal (30.V.1978: 27 Ind/m²; 30.V.1979: 34 Ind/m²). Ende August tritt ein Abundanzrückgang ein (Abb. 5).

Nach NOWAK (1975) sind die Abundanzschwankungen von Lumbriciden in Grasland-Ökosystemen der kühl-gemäßigten Zonen durch das Auftreten von zwei Maxima charakterisiert: eine Abundanzspitze im Frühling und eine weniger ausgeprägte im Herbst.

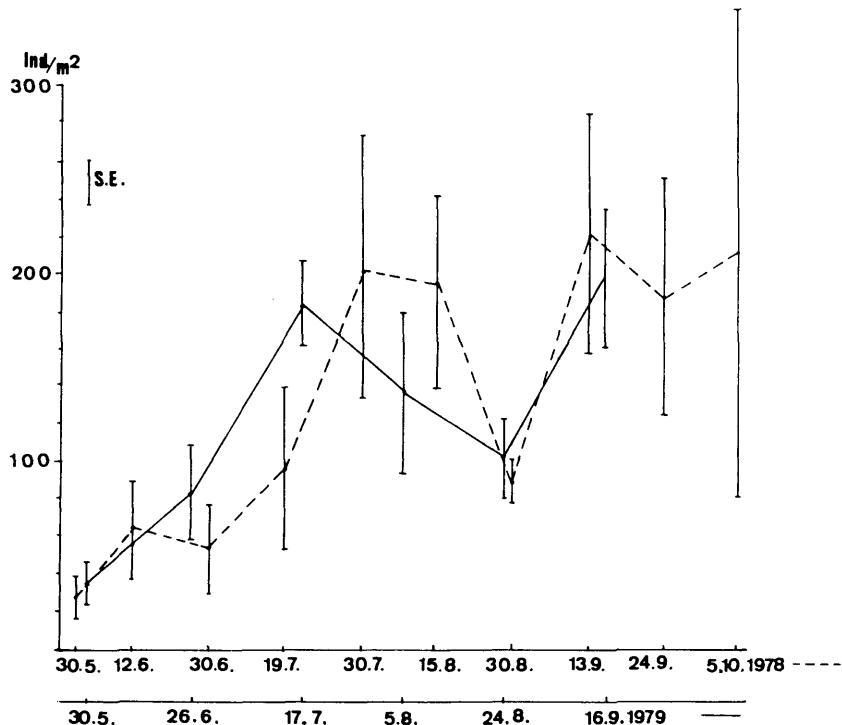


Abb. 5: Abundanzdynamik der Lumbriciden in den Jahren 1978 und 1979 in der Mähwiese (1960 m)

Entsprechend den klimatischen Gegebenheiten im Untersuchungsgebiet fällt das erste Maximum in den Monat Juli und das zweite in die Monate September/Oktober. In den von NOWAK (1975) in der Nähe von Warschau, in Tieflandwiesen durchgeföhrten Untersuchungen, fielen die Abundanzmaxima in die Zeit von Mai bis Anfang Juni, bzw. in den August.

4.1.2. Biomasse

Die mittlere Gesamtbiomasse der vier Lumbriciden-Arten der Mähwiese ist in beiden untersuchten Vegetationsperioden erstaunlich konstant (1978: 40,5 g FG/m²; 1979: 41,4 g FG/m²) (Tab. 3). Die Massenentwicklung zeigt wie die Besiedlungsdichte zwei Maxima. Das erste Maximum weist die absolut höchste Regenwurmbiomasse auf (30.7.1978: 84,624 g/m²; 5.8.1979: 58,683 g/m²). Mit Ausnahme von *Lumbricus rubellus* (höchste Biomasse Ende September, 1978: 45,534 g/m²; 1979: 28,990 g/m²) erreichen die anderen drei Arten (*Octolasion lacteum*, *Dendrobaena rubida* und *D. octaedra*) die größte Massenentwicklung ebenfalls Ende Juli bis Anfang August. Mitte bis Ende September steigt die Gesamtbiomasse nochmals an. Am Beginn der Vegetationsperiode ist die Gesamtbiomasse wie die Besatzdichte minimal.

Mähwiese 1960 m	30.5.	12.6.	30.6.	19.7.	30.7.	15.8.	30.8.	13.9.	24.9.	5.10.	Mittel 1978
<i>Octolasmium lacteum</i>	4,930 (4,517)	5,690 (3,386)	19,658 (13,218)	15,769 (12,547)	40,672 (14,591)	21,180 (7,538)	5,891 (2,879)	24,040 (8,752)	7,009 (2,432)	14,901 (12,833)	14,974 (7,800)
<i>Lumbricus rubellus</i>	0,778 (0,778)	10,550 (4,610)	8,510 (3,285)	15,251 (6,383)	40,108 (12,200)	25,932 (10,135)	18,821 (6,032)	40,067 (10,017)	45,534 (20,866)	26,492 (7,456)	23,204 (3,122)
<i>D. rubida</i> u. <i>octaedra</i>	0,546 (0,200)	3,020 (1,252)	0,466 (0,396)	2,784 (0,802)	3,844 (0,654)	3,684 (1,493)	1,945 (0,558)	2,555 (0,774)	2,803 (0,974)	1,693 (0,264)	2,334 (0,400)
Gesamt	6,254 (4,379)	19,260 (8,477)	28,634 (14,695)	33,804 (16,290)	84,624 (23,930)	50,796 (16,039)	26,657 (7,151)	66,662 (15,078)	55,346 (22,545)	43,086 (11,683)	41,512 (7,821)
Mähwiese	30.5.	26.6.	26.6.	17.7.	17.7.	5.8.	5.8.	24.8.	24.8.	16.9.	Mittel 1979
<i>Octolasmium lacteum</i>	7,871 (3,291)	25,280 (6,945)	23,731 (14,623)	34,478 (17,789)	20,355 (3,856)	13,754 (3,697)	13,754 (3,697)	20,912 (3,798)	20,912 (3,798)	13,754 (3,697)	20,912 (3,798)
<i>Lumbricus rubellus</i>	1,212 (0,709)	13,457 (5,082)	20,483 (1,337)	22,065 (11,050)	18,650 (3,335)	28,990 (5,452)	28,990 (5,452)	17,476 (3,930)	17,476 (3,930)	28,990 (5,452)	17,476 (3,930)
<i>D. rubida</i> u. <i>octaedra</i>	0,510 (0,165)	0,919 (0,143)	6,709 (1,188)	2,140 (1,193)	2,855 (0,811)	4,998 (1,468)	4,998 (1,468)	3,022 (1,004)	3,022 (1,004)	4,998 (1,468)	3,022 (1,004)
Gesamt	9,593 (3,290)	39,656 (11,494)	50,923 (13,622)	58,683 (27,649)	41,860 (5,300)	47,742 (6,888)	47,742 (6,888)	41,410 (7,082)	41,410 (7,082)	41,410 (7,082)	41,410 (7,082)

Tab. 3: Biomasse (g FG/m²) der Lumbriciden in den Jahren 1978 und 1979 in der Mähwiese (1960 m)

4.1.3. Individuen- und Massendominanz

Für die Mähwiese ergibt sich folgende mittlere Individuendominanz:

Individuendominanz (%)	1978	1979
<i>Octolasmium lacteum</i>	50,2	47,9
<i>Lumbricus rubellus</i>	31,8	30,3
<i>Dendrobaena octaedra</i> und <i>D. rubida</i>	18,0	21,8

Die dominante Stellung von *O. lacteum* wurde in den beiden Untersuchungsjahren nur bei wenigen Terminen von *L. rubellus* durchbrochen. Besonders groß ist die Individuendominanz von *O. lacteum* Ende Mai, was für eine hohe Überwinterungsrate sprechen dürfte. Bei *L. rubellus* strebt die Populationsdichte einem herbstlichen Maximum entgegen, dementsprechend übertrifft diese Art nur am Ende der Vegetationsperiode die sonst dominante Art *O. lacteum* (Abb. 15/16).

Die Massendominanz zwischen *O. lacteum* und *L. rubellus* erscheint in beiden Untersuchungsjahren komplementär:

Massendominanz (%)	1978	1979
<i>Octolasmium lacteum</i>	37,0	50,5
<i>Lumbricus rubellus</i>	57,3	42,0
<i>Dendrobaena octaedra</i> und <i>D. rubida</i>	5,8	7,2

Erste Ursache für diese Dominanzumkehr in den aufeinanderfolgenden Jahren ist die Populationsentwicklung von *O. lacteum*. Die mittlere Besatzdichte dieser Art sank von 1978 auf 1979 um 23 %. Die Biomasse war in Folge des höheren Anteils von Adulten im Jahr 1979 um 29 % höher, weiters wurde diese Dominanzumkehr durch den Rückgang der absoluten Biomasse von *L. rubellus* verstärkt.

4.1.4. Altersaufbau und Größenklassen

Alle erbeuteten Individuen von *Octolasmium lacteum*, *Lumbricus rubellus*, *Dendrobaena rubida* und *D. octaedra* wurden nach dem Stand der Geschlechtsreife (Adulte: Männliche Poren, *Tubercula pubertatis* und *Clitellum* voll entwickelt; Juvenile: ohne äußere erkennbare sexuelle Charaktere) unterteilt.

In der Mähwiese ist das Verhältnis von Juvenilen zu Adulten 69,9:30,1 (1978) bzw. 63,5:36,5 (1979).

Die individuelle Gewichtsbestimmung ermöglichte bei allen Arten eine Wachstumsanalyse auf der Basis der Gewichtsklassenverschiebung an den aufeinanderfolgenden Sammelterminen.

4.1.4.1. *Octolasmium lacteum*

Die Gesamtabundanz von *O. lacteum* steigt mit zwei Unterbrechungen (30.8. und 24.9. vom Beginn bis zum Ende der Vegetationsperiode 1978 stetig an (Abb. 6). An

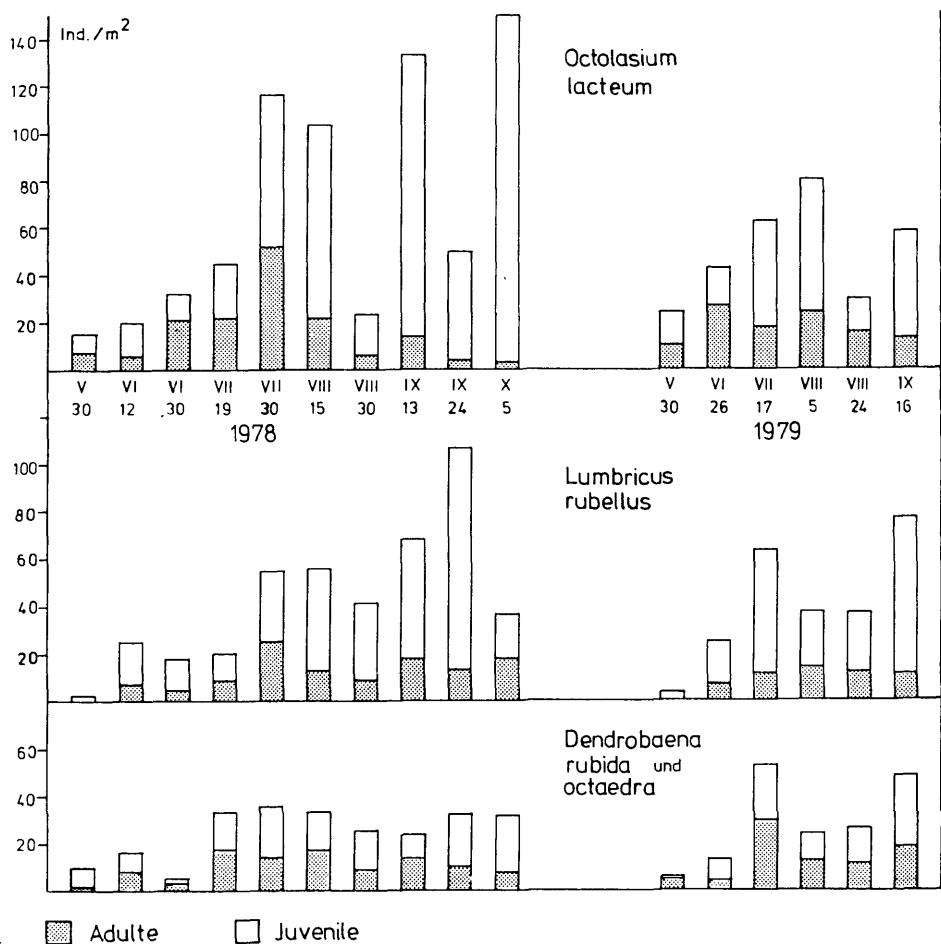


Abb. 6: Abundanzdynamik von *Octolasmium lacteum*, *Lumbricus rubellus*, *Dendrobaena octaedra* und *D. rubida* in den Jahren 1978 und 1979 in der Mähwiese (1960 m)

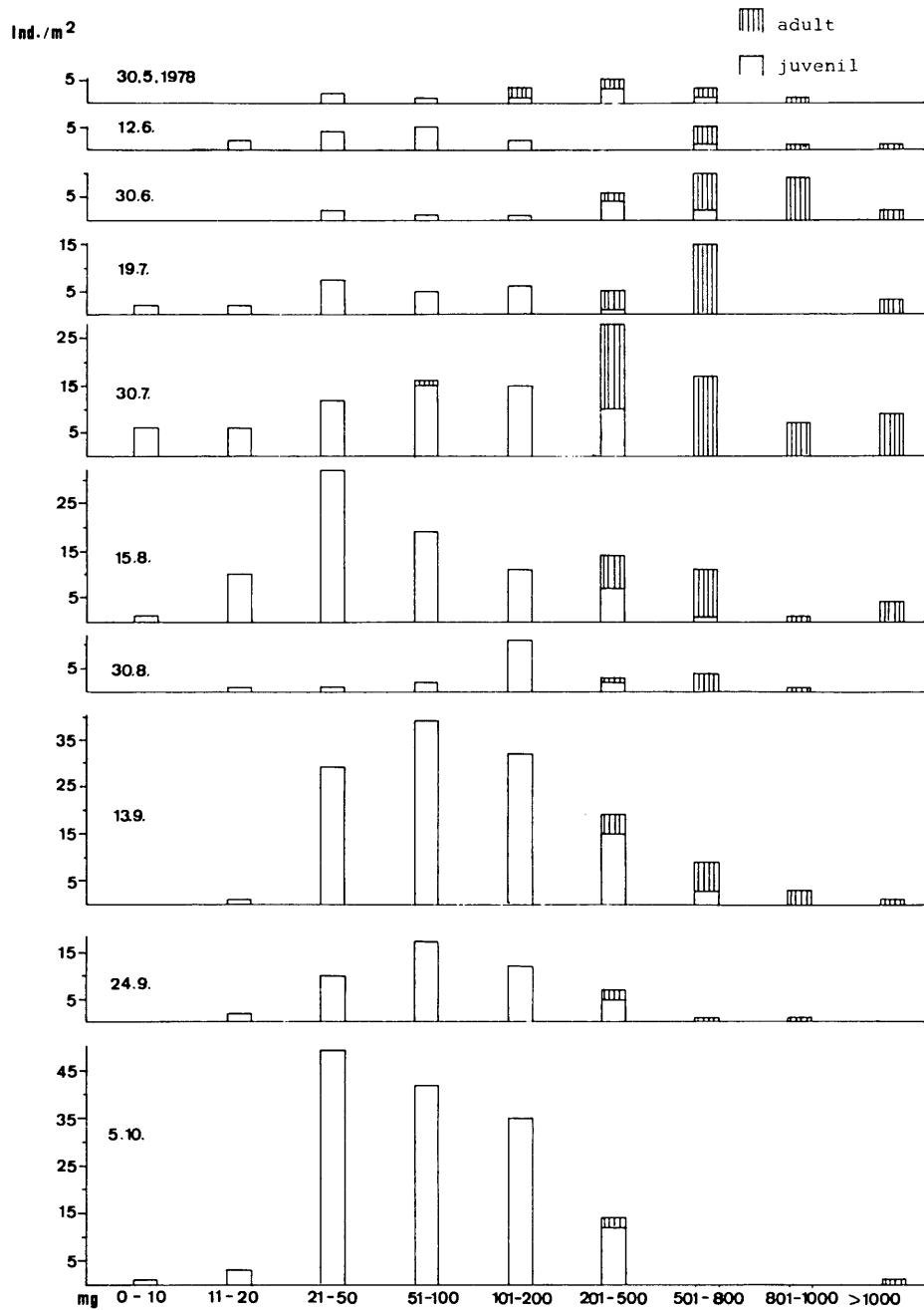


Abb. 7: Saisonaler Wechsel der Größenklassenstruktur von *Octolasmis lacteum* in der Mähwiese (1960 m) im Jahr 1978. Abszisse: Gewichtsklassen (mg FG); Ordinate: Individuen/m²

dieser Abundanzzunahme sind Adulte und Juvenile nicht gleichmäßig beteiligt. Die Adulten zeigen ihr maximales Auftreten Ende Juli, dann nimmt ihre Besiedlungsdichte stetig ab. Die Juvenilen erreichen ihre höchste Besatzdichte erst Anfang Oktober. Für das Jahr 1979 fehlen vergleichbare Daten für das Ende der Vegetationsperiode.

Die Gewichtsklassenanalyse zeigt für *O. lacteum* bei allen Fangterminen ein breitgefächertes Spektrum von Größenklassen (Abb. 7). Frisch geschlüpfte Tiere traten vom 19.7. bis 15.8. und am 5.10.1978 auf. Wegen der geringen Fangzahlen kann dies nicht eindeutig als zweiphasige Schlüpfrythmik gedeutet werden, wie sie nach RUNDGREN (1977) für schwedische Mineraderwürmer typisch ist. Die Hauptschlüpfzeit (Ende Juli) fällt in Obergurgl mit der maximalen Abundanz der schwersten adulten Tiere zusammen.

Nach Abb. 7 scheinen die von Mitte Juli bis Mitte August geschlüpften Jungtiere bis zum Herbst vier Größenklassen von 11 bis 200 mg zu durchlaufen. In einigen Fällen erreichen die schwersten Juvenilen noch Individualgewichte von 500 bis 800 mg. Von der Schneeschmelze bis Ende Juli sind die Anteile von Juvenilen und Adulten ausgeglichen. Das Gewicht der Adulten liegt zwischen 200 und > 1000 mg. Am häufigsten sind Tiere der Größenklasse 501 - 800 mg, es folgen die Klassen 201 - 500, 801 - 1000 und > 1000 mg.

4.1.4.2. *Lumbricus rubellus*

Die Gesamtabundanz von *L. rubellus* steigt in beiden Jahren mit dem Fortgang der Vegetationsperiode (Abb. 6). Mit Ausnahme des ersten Fangtermins (30.5.1978 und 1979) sind Adulte während der ganzen Aperzeit ohne erkennbaren Abundanzgipfel vertreten (1 - 25 Ind/m²). Die Juvenilen erreichen ihre höchste Besatzdichte am Ende der Vegetationsperiode (24.9.1978: 94 Ind/m²; 16.9.1979: 66 Ind/m²).

Die Individualgewichte für *L. rubellus* liegen zwischen 10 und 1300 mg. Innerhalb dieses Bereiches wurden acht Gewichtsklassen unterschieden (Abb. 8). Vertreter der niedersten Klasse (10 - 20 mg) waren am 12.6., 30.7. und 24.9.1978 vorhanden. Als Schlüpftermine kommen also Ende Juli und Ende September in Frage. Die anderen Gewichtsklassen der Juvenilen (21 - 1000 mg) sind in allen Fangterminen vertreten, ihre Individuendichte und die Anteile der Größenklassen wechseln.

Besonders gering ist der Anteil aller Größenklassen der Juvenilen von der Ausape rung bis Ende Juli; dann bestimmen bis Ende September die mittleren Gewichtsklassen (51 - 1000 mg) das Spektrum. Das Gewicht der Adulten liegt zwischen 500 - 1300 mg. Die innerhalb dieses Bereiches unterschiedenen Gewichtsklassen sind an allen Terminen mit nahezu gleichen Anteilen vertreten. Nach dem Auftreten der schwersten Individuen wäre während der ganzen schneefreien Periode eine Kokonproduktion möglich. Bestimmende Faktoren wie Bodenfeuchte und Futterversorgung (EDWARDS & LOFTY, 1972) dürften auch nicht begrenzend wirken. Tatsächlich wurden in der Mähwiese, allerdings nur zufällig, am 14.10.1978 sieben Kokons gefunden (mittleres Gewicht: 15,9 ± 1,7 mg).

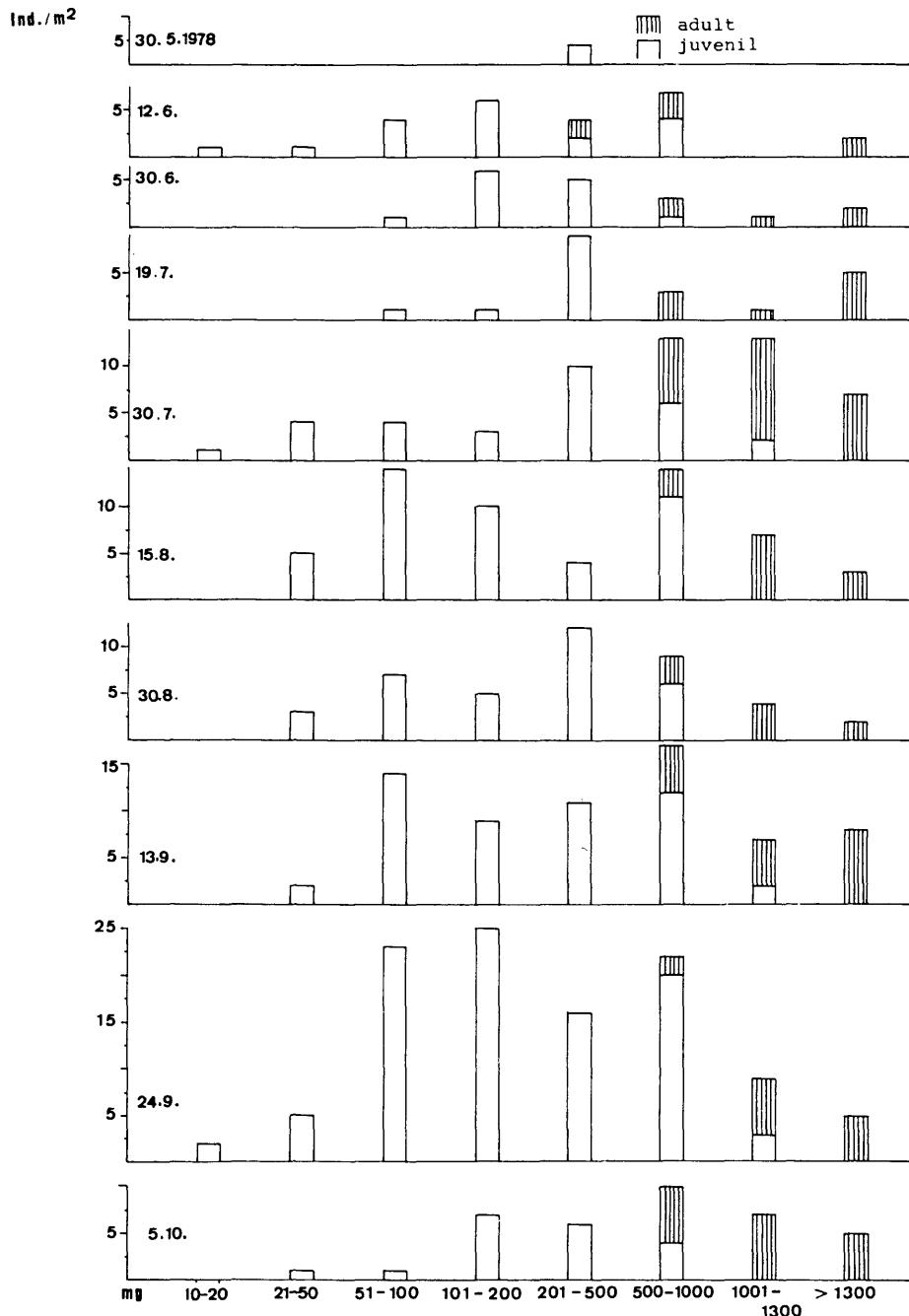


Abb. 8: Saisonaler Wechsel der Größenklassenstruktur von *Lumbricus rubellus* in der Mähwiese (1960 m) im Jahr 1978. Abszisse: Gewichtsklassen (mg FG); Ordinate: Individuen/m²

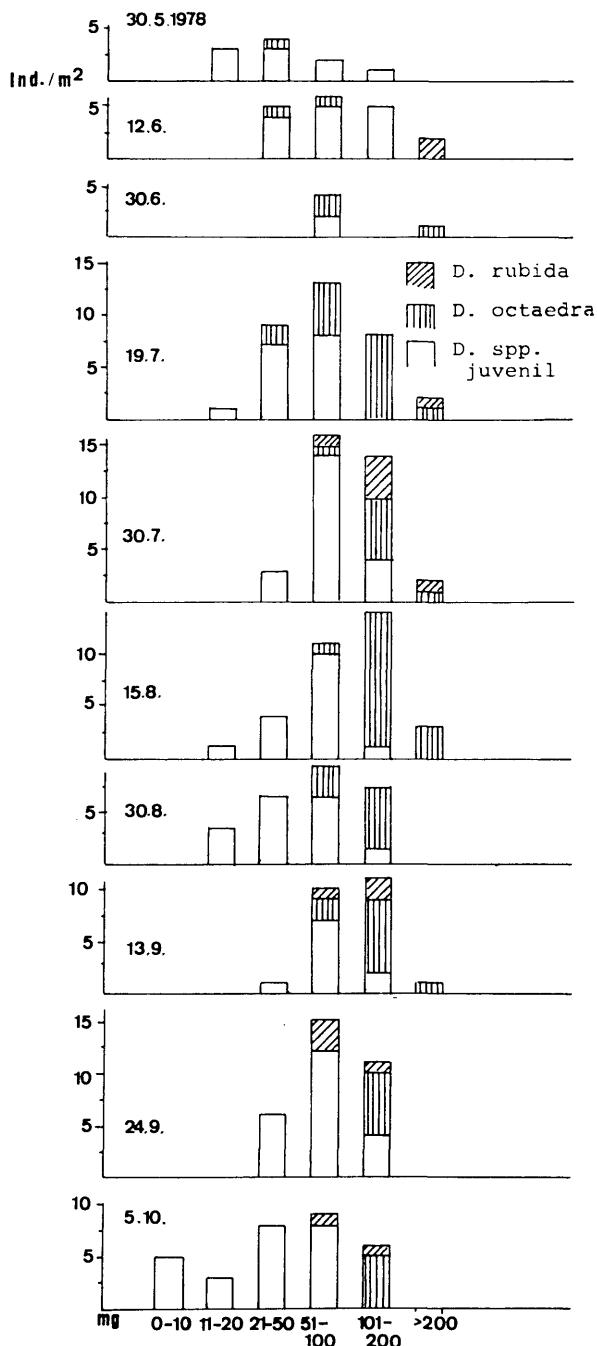


Abb. 9: Saisonaler Wechsel der Größenklassenstruktur von *Dendrobaena octaedra* und *D. rubida* in der Mähwiese (1960 m) im Jahr 1978.
 Abszisse: Gewichtsklassen (mg FG); Ordinate: Individuen/m²

4.1.4.3. *Dendrobaena octaedra* und *D. rubida*

Der Abundanzverlauf von *Dendrobaena octaedra* und *D. rubida* zeigt im Untersuchungsjahr keine starken Schwankungen (Min-Max-Wert: 1978, 5 - 35 Ind/m²; 1979: 6 - 53 Ind/m²) (Abb. 6). Adulte treten an vereinzelten Fangterminen in geringen Zahlen und ohne erkennbare Gesetzmäßigkeit auf. Die Juvenilen zeigen ebenfalls keine bevorzugte Erscheinungszeit während des Jahres.

Die Mehrheit der Tiere konnte vier Gewichtsklassen zwischen 0 und 200 mg zugeordnet werden (Abb. 9). Geschlechtsreife Tiere fehlen nur in den beiden untersten Klassen (0 - 10 und 11 - 20 mg).

Innerhalb der Juvenilen war die Gewichtsklasse von 51 - 100 mg an allen Fangterminen die individuenreichste. Frischgeschlüpfte Tiere traten Anfang Oktober (5.10. 1978) auf. Adulte gehörten mehrheitlich der Gewichtsklasse von 101 - 200 mg an, Vertreter dieser Klasse fehlten nur im Juni. Schwerste Individuen traten vermehrt von Mitte Juni bis Mitte September auf.

Bei einer gezielten Handsuche konnten am 14. Oktober 1978 64 Kokons von *Dendrobaena spp.* gefunden werden (mittleres Gewicht: 5,2 ± 1,7 mg).

4.2. Curvuletum Hohe Mut (U, 2600 m)

Im Curvuletum konnten keine Lumbriciden nachgewiesen werden. Dieser negative Befund steht in Einklang mit den Ergebnissen aus Bodenextraktionen (MEYER, 1980). Dies soll nicht überbewertet werden, denn Analysen der Bodenfauna in einem Curvuletum beim Wallackhaus an der Glocknerstraße (2300 m, Hohe Tauern) ergaben eine Bevölkerungsdichte von 7,1 bis 35,4 Ind/m² (MEYER, im Druck).

5. Vergleich mit Ergebnissen aus ausgewählten Biotopen in Europa

Tab. 4 informiert über Besatzdichten von Lumbriciden in verschiedenen Standorten von Europa. Ein Vergleich mit Befunden aus verschiedenen bewirtschafteten Graslandböden zeigt, daß die Gesamtbesatzdichte der subalpinen Mähwiese in Obergurgl (135,7 bzw. 121,5 Ind/m²) nur von wenigen, meist artenreicherem Gemeinschaften übertroffen wird. Jedenfalls scheint ein höhenmäßig bedingter Abundanzrückgang (1960 m) nicht einzutreten. Obwohl in Obergurgl großkörperige Regenwürmer fehlen, ist die Biomasse nicht wesentlich geringer als in anderen Wiesen Europas. Durch regelmäßige Gaben von Stallmist scheinen limitierende Faktoren (HUHTA, 1976) ausgeglichen zu werden.

Biotop	Abundanz Ind/m ²	Biomasse g FG/m ²	Autor
Nadelwälder	15	5,9	Zajonc 1971
	0,8 - 43	0,2 - 17,0	Edwards u. Loft 1972
	9,8 - 33,1	0,68 - 3,18	Nordström u. Rundgren 1974
Ackerland	441 - 484	112 - 120	Reynoldsson 1955
	67 - 160	24 - 51	Baltzer 1956
	2,3 - 287	1,3 - 76	Atlavinyté 1965, 1973
	87	27,1	Edwards u. Loft 1972
Buchenwälder	0 - 356	0 - 142	Bornebusch 1930
	129	42	Lindquist 1938
	33 - 86	11 - 31	Baltzer 1956
	67,4 - 89,8	12,39 - 25,60	Nordström u. Rundgren 1974
	164,6	41,0	Phillipson et al. 1978
Wiesen & Weiden	45 - 590	7 - 145	Atlavinyté 1973, Graff 1971
	351	72,7	Edwards u. Loft 1972
Wiese	82 - 225	5,3 - 11,9 ⁺	Nowak 1971
Grasland	83 - 99	14,5 - 24,7	Nowak 1975
Wiese	45,2	19,14	Nordström u. Rundgren 1973
Dauerweide	109	59,35	Nordström u. Rundgren 1973
Grasland	133,0 (\pm 10,3)	5,93 (\pm 0,46) ⁺	Persson u. Lohm 1977

⁺ = Gewicht alkoholfixierter Würmer

Tab. 4: Abundanz und Biomasse von Lumbriciden in verschiedenen Biotopen von Europa

6. Oberflächenaktivität

Die Barberfallen ausbeute des Jahres 1975 ergab 284 Lumbriciden (124 Fanggefäße vom 5.6. bis 13.11.1975 in 14 Untersuchungsflächen von der wirtschaftlich genutzten Mähwiese bis in die Polsterpflanzenstufe; 1960 - 3090 m). Vier Arten konnten gefangen werden.

Von den 284 Individuen entfallen 193 (68 %) auf die Mähwiese, wo auch die Aktivitätsindividuendichte am höchsten war (5,9 Ind/Falle während der Vegetationsperiode). Der Rest (91 Individuen) stammt vom Zirbenwald (Z, 2070 m): 0,3 Ind/Falle, aus der beweideten Zwergstrauchheide (2100 - 2250 m): 1,1 - 1,7 Ind/Falle und von einem von Schuttrinnen stark durchbrochenen Curvuletum und Loiseleurietum (2500 m): 0,1 Ind/Falle. Oberhalb von 2500 m konnten mit Barberfallen keine Lumbriciden erbeutet werden.

Tab. 5 zeigt das jahreszeitliche Aktivitätsmuster der festgestellten Arten in der Mähwiese (1960 m). Die höchste Oberflächenaktivität von Juvenilen und Adulten (61 Individuen vom 2. bis 16. September 1975) fällt mit dem Saisonmaximum der Be-

Fangperiode: 1975	0605	- 0621	- 0707	- 0721	- 0805	- 0819	- 0902	- 0916	- 0929	- 1015	- 1113	- 0114
<i>D. octaedra</i> adult	—	—	2	2	5	3	16	5	1	2	—	—
Ind/Falle	—	—	0,2	0,1	0,25	0,15	0,8	0,25	0,05	0,1	—	—
Durchschnittsgew.	—	—	0,14	0,09	0,17	0,16	0,18	0,24	0,07	0,10	—	—
<i>D. rubida</i> adult	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	—	—
Ind/Falle	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0,05	—	—
Durchschnittsgew.	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0,03	—	—
<i>D. spp.</i> juvenil	4	5	2	6	6	3	16	10	3	3	1	—
Ind/Falle	0,2	0,25	0,15	0,3	0,3	0,15	0,8	0,5	0,15	0,15	0,05	—
Durchschnittsgew.	0,07	0,04	0,07	0,05	0,07	0,06	0,09	0,1	0,03	0,03	0,08	—
<i>O. lacteum</i> adult	2	1	—	—	3	4	3	4	—	—	—	—
Ind/Falle	0,1	0,05	—	—	0,15	0,2	0,15	0,2	—	—	—	—
Durchschnittsgew.	0,38	0,40	—	—	0,43	0,55	0,39	0,49	—	—	—	—
<i>O. lacteum</i> juvenil	—	2	2	4	7	6	17	3	4	—	—	—
Ind/Falle	—	0,1	0,15	0,2	0,35	0,3	0,85	0,15	0,2	—	—	—
Durchschnittsgew.	—	0,02	0,06	0,13	0,11	0,09	0,09	0,09	0,03	—	—	—
<i>L. rubellus</i> adult	—	—	—	1	2	—	—	—	—	1	—	—
Ind/Falle	—	—	—	0,05	0,1	—	—	—	—	0,05	—	—
Durchschnittsgew.	—	—	—	0,35	0,93	—	—	—	—	0,93	—	—
<i>L. rubellus</i> juvenil	1	2	1	4	2	1	9	6	1	4	—	—
Ind/Falle	0,05	0,1	0,05	0,2	0,1	0,05	0,45	0,3	0,05	0,2	—	—
Durchschnittsgew.	0,13	0,57	0,02	0,16	0,07	0,29	0,16	0,27	0,08	0,15	—	—
Individuen-Gesamt	7	10	7	17	25	17	61	28	9	11	1	—
Juvenile	5	9	5	14	15	10	42	19	8	7	1	—
Adulte	2	1	2	3	10	7	19	9	1	4	—	—

Tab. 5: Oberflächenaktivität (Fangsumme und Ind/Falle) von Lumbriciden nach Barberfallenfängen aus dem Jahr 1975 in der Mähwiese (1960 m). Durchschnittsgewicht in g Trockengewicht

siedlungsdichte (224 Ind/m² am 13. September 1978) zusammen. Bemerkenswert ist der hohe Anteil der Juvenilen an der Gesamtaktivität (69 %). In diesem Zusammenhang mag interessieren, daß bei stratifizierenden Fängen in einer Tiroler Mittelgebirgsweise (950 m) Jungtiere vermehrt oberflächenaktiv waren und in bodennahe Fangschalen gelangten (PERTERER & THALER, 1976).

Vertikale und horizontale Wanderungen von Lumbriciden wurden bereits mehrfach festgestellt (GATES, 1961; DOESKEN, 1967; EDWARDS & LOFTY, 1972).

Octolasmium lacteum

Insgesamt wurden in der Mähwiese 62 Ind. gefangen. Als Mineralerdewurm ist *O. lacteum* epigäisch sehr aktiv (32 % der Aktivitätsdichte der Lumbriciden). Im Gegensatz zu den Adulten bewohnen die juvenilen Tiere vorwiegend die oberen Bodenschichten (RUNDGREN, 1977). Kennzeichnend hierfür ist der hohe Anteil der Juvenilen an der Aktivitätsindividuendichte (72 %). Die maximale Oberflächenaktivität der Juvenilen (2. - 16. September 1975) fällt mit der Zeit ihrer maximalen Abundanzentwicklung zusammen. Mit Ausnahme der kleinsten Größenklassen (0 - 20 mg) scheinen alle juvenilen Stadien an der Bodenoberfläche aktiv zu sein. Stärkste Aktivität entwickeln jeweils die abundantesten Größenklassen (21 - 200 mg).

Die Abundanzentwicklung der Adulten (Abb. 6) entspricht nicht dem Verlauf der Oberflächenaktivität.

Lumbricus rubellus

Insgesamt wurden in der Mähwiese 35 Individuen erbeutet, Juvenile überwiegen stark (31 Individuen). Sie traten von der Schneeschmelze (Anfang Juni) bis Mitte November mehr/weniger regelmäßig auf. In der letzten Fangperiode (14.10. - 13.11.) betrug die mittlere Lufttemperatur + 2,4° C. HÜBNER (1952) fand die Art im Frühjahr an der Oberfläche zwischen Schneeflächen kriechend.

Am 30. Mai 1978 wurde unter einer 20 cm dicken Schneedecke ein juveniler *L. rubellus* gefunden.

Dendrobaena octaedra und *D. rubida*

Die Barberfallen der Mähwiese ergaben 96 Exemplare, Juvenile überwiegen (61 %). Unter den Adulten gehörte nur 1 Exemplar *D. rubida* an.

Diese zu den Förmwürmern gehörenden Arten sind am stärksten oberflächenaktiv (50 % der Aktivitätsdichte der Lumbriciden). Nach der absoluten Abundanz betrug ihr Anteil nur 18 % (1978) bzw. 22 % (1979). Die Juvenilen waren am stärksten in der ersten Septemberhälfte aktiv. Eine stichprobenhafte Kontrolle der fängigen Barberfallen der Mähwiese während der Schneebedeckungszeit ergab 1 juveniles Exemplar von *Dendrobaena* sp. (Fangperiode: 13.11.1975 - 1.4.1976). Nach Untersuchungen von NORDSTRÖM (1975) war *Dendrobaena octaedra* die Art mit der kürzesten Bodenaktivitätspause (Ende Januar bis Ende Februar), gefolgt von *D. rubida* und *L. rubellus* (Oktober - März). Bodenaktivität bedeutet in jenem Fall die Reaktion der Tiere auf chemische Austreibungsmittel. Aktivitätsmuster und Abundanzdynamik zeigen unterschiedliche Spitzen.

7. Ergebnisse aus den extensiv untersuchten Standorten

Den Angaben über die Lumbricidenbesiedlung der extensiv untersuchten Standorte liegen die Ergebnisse aus der Formalin-Gießmethode und der Handsuche zugrunde. Tab. 6 und 7 geben eine Übersicht über Artenspektrum, Abundanz und Biomasse der Lumbriciden an den Extensivstandorten.

Nach der Besiedlungsdichte (Ind/m²) ergeben sich folgende Gruppen:

46,5 - 72 BM, GE

7,8 - 18,5 Z, M - Pi, KW₂, KW₁, G - Bf

0,2 - 0,8 T₂, T₃, G - Pi, ST

Nach der Biomasse (g FG/m²) ergeben sich folgende Gruppen:

23,5 - 23,8 BM, GE

1,5 - 7,0 KW₂, M - Pi, KW₁, Z, G - Bf

0,1 - 0,4 T₂, T₃, ST, G - Pi

Höchste Besiedlungsdichte/Biomasse weisen die Bergmahd und der Grünerlenbestand auf, niedrige Besiedlungsdichte/Biomasse die Extremstandorte der Zwergstrauchheide (HÜBNER, 1952), der Gaisberg-Schipiste und des Schneetälchens auf. Die übrigen Standorte zeigen intermediäre Werte, darunter die untersuchten Scherstellen im oberen Bereich der Mähwiese. Die Besatzdichte an solchen Stellen erreicht nur mehr 1/10 des ungestörten Wiesenareals. In der Zwergstrauchheide sind beweidete Standorte (KW₁, KW₂) deutlich dichter besiedelt.

Standort Art, Ind/m ²	<i>Dendrobaena</i> <i>oct.</i>	<i>Dendrobaena</i> <i>rub.</i>	<i>L.</i> <i>rub.</i>	<i>O.</i> <i>lact.</i>	<i>E-lla</i> <i>tetr.</i>	<i>E.</i> <i>foet.</i>	Total Ind/m ²
Bergmahd (BM, 1950 m)							
1978	21	2	16	32	—	1	72
1979	24	—	8	16	—	—	48
Grünerle (GE, 1950 m)							
1978	7	2	25	13	—	—	47
1979	6	—	12	28	—	—	46
Zirbenwald (Z, 2070 m)							
1978	16	6	5	—	—	—	27
1979	10	—	—	—	—	—	10
Zwergstrauchheide:							
KW ₁ 1978 (2100 m)	4	1	5	3	—	—	13
KW ₁ 1979 (2100 m)	6	—	4	—	—	—	10
KW ₂ 1978 (1870 m)	5	1	10	3	—	—	19
KW ₂ 1979 (1870 m)	6	—	6	4	—	—	16
T ₂ 1978 (2190 m)	0,5	—	0,3	—	—	—	0,8
T ₂ 1979 (2190 m)	0,3	—	0,4	0,1	—	—	0,8
T ₃ 1978 (2250 m)	0,7	—	—	0,1	—	—	0,8
T ₃ 1979 (2250 m)	0,4	—	0,1	0,1	—	—	0,6
Schneetälchen (ST, 2640 m)							
1978	0,3	—	—	—	—	—	0,3
1979	0,1	—	—	—	—	—	0,1
Schipiste Mähwiese (M - Pi, 1960 m)							
1978	5,1	—	10,9	4,6	—	—	20,6
1979	4,8	—	5,6	0,8	—	—	11,2
Schipiste Gaisberg (G - Pi, 1950 m)							
1979	0,3	0,2	—	—	—	—	0,5
Bachfazies (G - Bf, 1950 m)							
1979	2,5	1,5	1,3	—	2,5	—	7,8

Tab. 6: Abundanz (Ind/m²) der Lumbriciden in Extensivstandorten nach Stichproben aus den Jahren 1978 und 1979. Angegeben sind für *D. rubida* nur die Abundanz der Adulten, *D. octaedra* schließt alle Jungtiere von *Dendrobaena spp.* ein. Für das Gletschervorfeld können keine absoluten

Besatzdichten angegeben werden; die Artenzusammensetzung entspricht dem Zirbenwald.

Abkürzungen: *Dendrobaena oct.*: *Dendrobaena octaedra*, *Dendrobaena rub.*: *Dendrobaena rubida*, *L. rub.*: *Lumbricus rubellus*, *O. lact.*: *Octolasmium lacteum*, *E-lla tetr.*: *Eiseniella tetraeda*, *E. foet.*: *Eisenia foetida*.

Standort	Art, g FG/m ²	<i>Dendrobaena</i> <i>oct.</i>	<i>Dendrobaena</i> <i>rub.</i>	<i>L.</i> <i>rub.</i>	<i>O.</i> <i>lact.</i>	<i>E-lla</i> <i>tetr.</i>	<i>E.</i> <i>foet.</i>	Total FG/m ²
Bergmäh (BM, 1950 m)								
1978	2,0	0,3		7,5	12,5	—	1,5	23,8
1979	1,3	—		2,1	1,7	—	—	5,1
Grünerle (GE, 1950 m)								
1978	0,7	0,2		24,3	6,4	—	—	31,6
1979	1,1	—		7,3	6,9	—	—	15,3
Zirbenwald (Z, 2070 m)								
1978	1,3	0,8		0,6	—	—	—	2,7
1979	1,0	—		—	—	—	—	1,0
Zwergstrauchheide:								
KW ₁ 1978 (2100 m)	0,5	0,1		1,9	1,8	—	—	4,3
KW ₁ 1979	1,1	—		4,7	—	—	—	5,8
KW ₂ 1978 (1870 m)	0,5	0,2		4,1	2,2	—	—	7,0
KW ₂ 1979	1,3	—		4,7	1,1	—	—	7,1
T ₂ 1978 (2190 m)	0,1	—		0,2	—	—	—	0,3
T ₂ 1979	0,1	—		0,3	0,1	—	—	0,5
T ₃ 1978 (2250 m)	0,1	—		—	0,1	—	—	0,2
T ₃ 1979	0,1	—		0,1	0,1	—	—	0,3
Schneetälchen (ST, 2640 m)								
1978	0,2	—		—	—	—	—	0,2
1979	0,1	—		—	—	—	—	0,1
Schipiste Mähwiese (M - Pi, 1960 m)								
1978	0,4	—		3,8	2,2	—	—	6,4
1979	0,4	—		3,8	0,2	—	—	4,4
Schipiste Gaisberg: (G - Pi, 1950 m)								
1979	0,1	—		—	—	—	—	0,1
Bachfazies (G - Bf, 1950 m)								
1979	0,3	0,3		0,7	—	0,2	—	1,5

Tab. 7: Biomasse (g FG/m²) der Lumbriciden in Extensivstandorten nach Stichproben aus den Jahren 1978 und 1979. Erläuterungen s. Tab. 6.

8. Artenbündelungen

Von den sechs Arten, die im Raum Obergurgl nachgewiesen wurden, treten vier mehr / minder regelmäßig auf. *Dendrobaena octaedra* wurde in allen 12 untersuchten Standorten nachgewiesen, *Lumbricus rubellus* in 10, *D. rubida* in 8 und *Octolasmium lacteum* in 6 Standorten. *Eiseniella tetraedra* und *Eisenia foetida* (Verschleppung) wurden in Einzelexemplaren jeweils nur an einem Standort gefunden.

Nach dem Index von SØRENSEN (SOUTHWOOD, 1978) zeigen die vier häufigen Arten eine enge Assoziation ($QS > 70$). *D. octaedra* und *L. rubellus* sind dabei am engsten "vergesellschaftet" ($QS = 83$). Diesem Artenpaar schließt sich *D. rubida* ($QS = 80$) an. Die Affinität von *O. lacteum* zu dieser Artengruppe ist ebenfalls hoch ($QS = 72$). Die bewirtschafteten Standorte (BM, KW₁, KW₂) und der Grünerlenstandort können infolge der hohen Artenübereinstimmung als *Dendrobaena octaedra* – *Lumbricus rubellus* – *Octolasmium lacteum* Gemeinschaft bezeichnet werden. Eine gewisse Sonderstellung zeigt die Mähwiese, wo *O. lacteum* dominiert. Nach Untersuchungen von NORDSTRÖM & RUNDGREN (1973) klassieren sich in verschiedenen Biotopen Südschwedens die neun häufigsten Arten in drei Gruppen. Eine davon ist die *D. octaedra* – *D. rubida* – *L. rubellus*-Gemeinschaft, deren Bindung in Nadelholzpflanzungen und aufgelassenem Grasland am höchsten war. *O. lacteum* wurde in Südschweden selten nachgewiesen und ist keiner der dort vorkommenden Gemeinschaften zuzuordnen. In Deutschland gehört diese Art zu Lumbricidengemeinschaften in Buchenwäldern, gemischten Laubwäldern und offenem Grasland (BALTZER, 1956). Nach SEEWALD (1979) sind die genannten Arten "Durchläufer" aller Vegetationsformen und Bodentypen.

Mit dem Index der Vertikalverteilung (NORDSTRÖM & RUNDGREN, 1973) können Standorte nach dem Anteil an Arten mit bestimmter Wohntiefe charakterisiert werden.

$$I_V = \frac{1.0a + 1.5b + 2.0c}{n}$$

a = Anzahl der Förmawürmer (bis ca. 5 cm tief)

b = Anzahl der Lumbriciden der oberen Bodenschicht (ca. 5 - 10 cm)

c = Anzahl der Mineralerdewürmer (> 10 cm)

n = a + b + c

Dendrobaena octaedra und *D. rubida* werden der Gruppe a, *Lumbricus rubellus* der Gruppe b und *Octolasmium lacteum* der Gruppe c zugeordnet. Den höchsten I_V -Wert zeigt die Mähwiese (Abb. 10), wo *O. lacteum* dominiert. Den geringsten I_V -Wert (1,01) zeigen die von *D. octaedra* dominierten Standorte (G - Pi, ST, Z). Mittlere I_V -Werte weisen die *D. octaedra* – *L. rubellus* – *O. lacteum* Assoziationen (BM, M - Pi, GE, KW₂, KW₁) auf. In Südschweden zeigen Föhren- und Fichtenpflanzungen ähnlich niedere I_V -Werte (bis 1,2) wie die Zwergstrauchheide (T₂, T₃) (NORDSTRÖM & RUNDGREN, 1973).

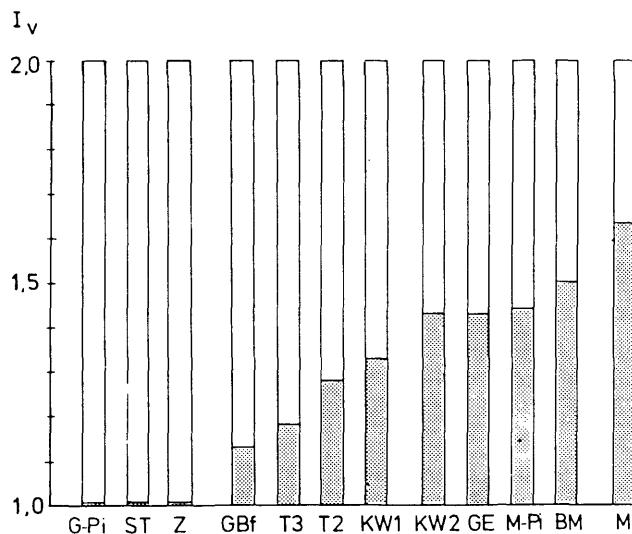


Abb. 10: Index der Vertikalverteilung (I_v) in den untersuchten Standorten (G - Pi bis M)

Nach dem Index von SØRENSEN ergibt sich für die untersuchten Lokalitäten folgende Beziehung (Abb. 11): Die bewirtschafteten Standorte mit der Zwergstrauchheide stehen den flachgründigen Standorten (Gletschervorfeld, Schneetalchen, Gaisberg-Schiphalle) gegenüber.

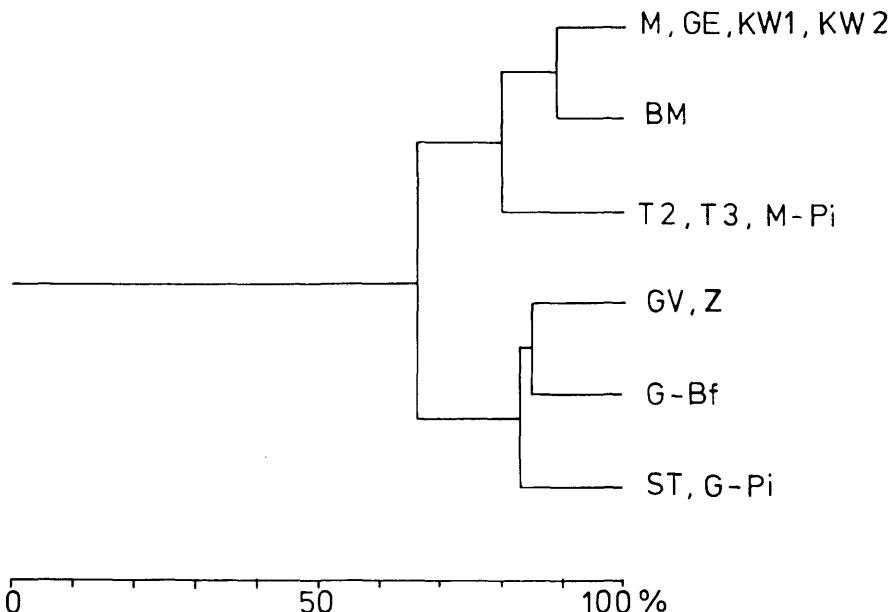


Abb. 11: Gruppierung der untersuchten Standorte nach dem Index von SØRENSEN

9. Abundanz und Biomasse der Enchytraeiden

Enchytraeiden bewohnen die obersten Bodenschichten und spielen bei entsprechender Wohndichte als Primärzersetzer eine große Rolle (O' CONNOR, 1971), besonders dort, wo für Lumbriciden die Standortbedingungen nicht mehr genügen (z.B. Hochgebirge, SCHMIDEGG, 1938).

9.1. Mähwiese (M, 1960 m)

Aus 10 (5) Probenentnahmen ergibt sich für das Jahr 1978 (1979) eine mittlere Abundanz von 6384 (4207) Ind/m² (Tab. 8). Die Abweichungen von diesem Jahresmittelwert sind im Jahr 1978 besonders groß: 1055 Ind/m² am 12.6., 15640 Ind/m² am 30.5. Die höchste Besatzdichte erreichen die Enchytraeiden zu Beginn und am Ende der Vegetationsperiode.

Die Biomasse der Enchytraeiden erreicht im Jahr 1978 (1979) 2.420 (1.490) g FG/m². Aus dem Verhältnis von Besatzdichte zu Biomasse ergibt sich für die Enchytraeiden aus beiden Jahren ein mittleres Individualgewicht von 0,367 mg FG (Bereich: 0,264 - 0,797 mg FG). Die schwersten Tiere traten am 12.6., 30.6. und 19.7.1978 auf (0,519, 0,797 und 0,716 mg FG). Das geringste Individualgewicht wurde am 13.9.1978 (0,326) und am 16.9.79 (0,264 mg FG) registriert.

Aus der oberen Fraktion (0 - 2,5 cm) stammen im Jahresmittel (1978) 80 % aller Individuen. Die jahreszeitliche Vertikalwanderung ist undeutlich (Abb. 12). In der oberen Fraktion ist das mittlere Individualgewicht (1978 und 1979) geringer (0,366 mg FG) als in der unteren (0,431 mg FG). Der Anteil der Gesamtbiomasse ist in der oberen Schicht höher (78 %), die jahreszeitliche vertikale Massenverschiebung folgt dem Muster der Individuenverteilung.

9.2. Curvuletum Hohe Mut (U, 2600 m)

Aus 5 (4) Probenentnahmen ergibt sich für das Jahr 1978 (1979) eine mittlere Abundanz von 1183 (1281) Ind/m² (Tab. 9). Die jahreszeitlichen Schwankungen sind 1978 nur schwach, im Jahr 1979 deutlicher (Min: 377; Max: 2714 Ind/m²). Das Jahresmittel der Biomasse ist in beiden Jahren auffallend konstant (1978: 0,389 g FG/m²; 1979: 0,391 g FG/m²). Der Massenwechsel lässt in beiden Jahren keine Regelmäßigkeit erkennen.

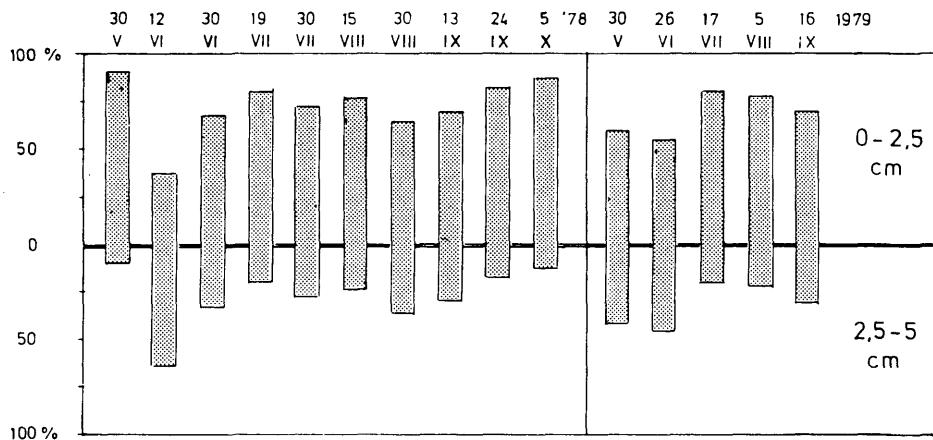
Das mittlere Individualgewicht für die Enchytraeiden aus beiden Jahren beträgt 0,317 mg FG. Die Schwankungen (Min: 0,200; Max: 0,457 mg FG) scheinen nicht jahreszeitlich bedingt zu sein.

Bemerkenswert ist die jahreszeitliche Vertikalverteilung (Abb. 12). Nach der Schneeschmelze finden sich 93 % der Individuen (93 % der Enchytraeidenmasse) in der oberen Fraktion (0 - 2,5 cm). Am Ende der Vegetationsperiode sind nur mehr 15 % der Individuen (15 % der Enchytraeidenmasse) in der oberen Bodenschicht vertreten. Diese jahreszeitliche Vertikalwanderung wiederholte sich im Jahr 1979 nach dem gleichen Muster.

	Ind m^{-2} (S.E.)	12.6.	30.6.	19.7.	30.7.	15.8.	30.8.	13.9.	24.9.	5.10.	$\bar{x} m^{-2}$ 1978
obere Frakt.	14120 (6291)	395 (198)	791 (340)	5708 (2854)	2675 (1337)	8081 (4040)	2581 (1290)	2242 (1121)	2750 (1121)	11962 (1375)	5130
0 - 2,5 cm											
untere Frakt.	1520 (760)	660 (330)	414 (207)	1583 (791)	998 (499)	2524 (1262)	1469 (735)	961 (480)	546 (273)	1865 (273)	1254
Summe	15640	1055	1205	7291	3673	10605	4050	3203	3296	13827	6384
g FG m^{-2} (S.E.)											
obere Frakt.	0,207 (0,103)	0,621 (0,310)	3,842 (1,921)	1,375 (0,687)	3,240 (1,620)	1,054 (0,527)	0,706 (0,353)	1,168 (0,584)	4,709 (2,354)	1,880	
0 - 2,5 cm											
untere Frakt.	0,339 (0,170)	0,339 (0,169)	1,375 (0,687)	0,396 (0,348)	0,772 (0,386)	0,499 (0,250)	0,339 (0,169)	0,169 (0,084)	0,631 (0,315)	0,540	
2,5 - 5 cm											
Summe	0,546	0,960	5,217	1,771	4,012	1,553	1,045	1,337	5,340	2,420	
Ind m^{-2} (S.E.)		30.5.		26.6.		17.7.		5.8.		16.9.	$\bar{x} m^{-2}$ 1979
obere Frakt.	3016 (1365)		999 (725)		2470 (1448)		3940 (1765)		4298 (2152)	2944	
0 - 2,5 cm											
untere Frakt.	1959 (557)		811 (251)		603 (254)		1093 (467)		1848 (946)	1263	
2,5 - 5 cm											
Summe	4975		1810		3073		5033		6146	4207	
g FG m^{-2} (S.E.)											
obere Frakt.	1,507 (0,275)		0,436 (0,333)		0,848 (0,524)		1,169 (0,549)		1,188 (0,522)	1,030	
0 - 2,5 cm											
untere Frakt.	0,980 (0,582)		0,359 (0,233)		0,170 (0,072)		0,358 (0,142)		0,434 (0,208)	0,460	
2,5 - 5 cm											
Summe	2,487		0,795		1,018		1,527		1,622	1,490	

Tab. 8: Abundanz (Ind/ m^2) und Biomasse (g FG/ m^2) der Enchytraeiden der oberen (0 - 2,5 cm) und unteren (2,5 - 5 cm) Fraktion in den Jahren 1978 und 1979 in der Mähwiese (1960 m).

MÄHWIESE (1960 m)



HOHE MUT (2600 m)

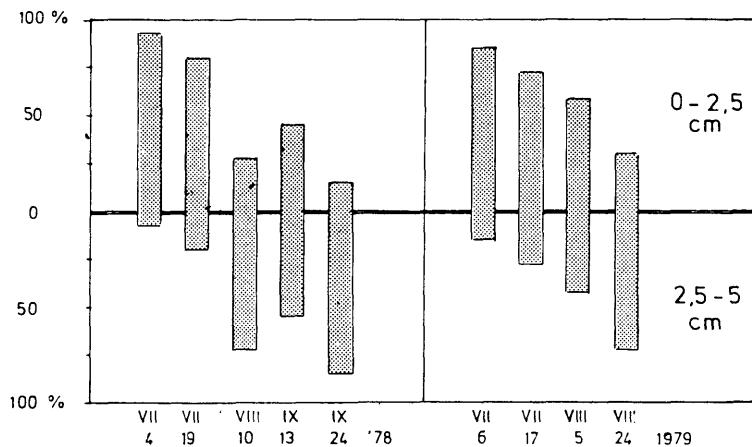


Abb. 12: Prozentuelle Verteilung den Enchytraeiden auf die obere (0 - 2,5 cm) und untere (2,5 - 5 cm) Fraktion im Ablauf der Vegetationsperioden 1978 und 1979 in der Mähwiese (1960 m) und auf der Hohen Mut (2600 m)

Ind m^{-2} (S.E.)	4.7.78	19.7.78	10.8.78	13.9.78	24.9.78	$\bar{x} m^{-2}$ 1978
0 - 2,5 cm	980 (410)	603 (300)	226 (91)	829 (399)	226 (141)	573
2,5 - 5 cm	75 (42)	151 (81)	603 (130)	943 (304)	1281 (592)	610
Summe	1055	754	829	1772	1507	1183
g FG m^{-2} (S.E.)						
0 - 2,5 cm	0,352 (0,109)	0,181 (0,090)	0,051 (0,019)	0,325 (0,120)	0,045 (0,018)	0,191
2,5 - 5 cm	0,025 (0,010)	0,051 (0,018)	0,176 (0,075)	0,484 (0,190)	0,256 (0,091)	0,198
Summe	0,377	0,232	0,227	0,809	0,301	0,389
Ind m^{-2} (S.E.)	6.7.79	17.7.79	5.8.79	24.8.79	$\bar{x} m^{-2}$ 1979	
0 - 2,5 cm	1281 (521)	1960 (912)	226 (120)	151 (75)	904	
2,5 - 5 cm	226 (122)	754 (354)	151 (75)	377 (151)	377	
Summe	1507	2714	377	528	1281	
g FG m^{-2} (S.E.)						
0 - 2,5 cm	0,355 (0,105)	0,603 (0,290)	0,075 (0,038)	0,075 (0,038)	0,277	
2,5 - 5 cm	0,075 (0,038)	0,226 (0,108)	0,045 (0,020)	0,111 (0,041)	0,114	
Summe	0,430	0,829	0,120	0,186	0,391	

Tab. 9: Abundanz (Ind/ m^2) und Biomasse (g FG/ m^2) der Enchytraeidae der oberen (0 - 2,5 cm) und unteren (2,5 - 5 cm) Fraktion in den Jahren 1978 und 1979 im Curvuletum der Hohen Mut (2600 m)

9.3. Diskussion

Aus den Alpen liegen für Enchytraeiden nur wenig vergleichbare Ergebnisse über Besatzdichten und Biomassen vor. Nach Angaben von NURMINEN (1977) kann auf subalpinen Weidewiesen (1900 m) die Besatzdichte der Enchytraeiden bis 20683 Ind/ m^2 ansteigen. Allerdings handelt es sich hier um Stichproben, die das Frühjahrsmaximum repräsentieren. Wie in der Mähwiese in Obergurgl hielten sich 80 % der Individuen in der oberen Bodenschicht auf. Nach PHILLIPSON et al. (1979) lösen ansteigende Bodentemperaturen und ein hoher Feuchtigkeitsgehalt des Bodens eine Aufwärtswanderung bei den Enchytraeiden aus.

Die Besatzdichte und Biomasse der Enchytraeiden beträgt im Curvuletum der Hohen Mut (2600 m) nur mehr 1/5 der subalpinen Mähwiese (1960 m). Die Besatzdichte der Hohen Mut entspricht weitgehend einem vergleichbaren Standort im Glocknergebiet (2645 Ind/ m^2 : NURMINEN, 1977).

Auf der Hohen Mut treten schon früh oberflächliche Bodenfröste auf, die eine Aufwärtswanderung der Enchytraeiden noch vor Wintereinbruch zu verhindern scheinen. Niedere Bodentemperatur ($< 0^\circ C$) und ein hoher Feuchtigkeitsgehalt mit Bodenfrost bedingen nach PHILLIPSON et al. (1979) eine Abwärtsbewegung.

Dank des Erstautors

Ich danke meinem Lehrer, Univ.-Prof. Mag. Dr. H. JANETSCHEK für die Überlassung des interessanten Themas, für den Arbeitsplatz am Institut und für viele Ratschläge während der Arbeit; Univ.-Ass. Mag. Dr. E. MEYER für Anregungen und gute Betreuung; der Leitung der Alpinen Forschungsstelle Obergurgl (Univ.-Doz. Dr. W. MOSER und Univ.-Doz. Dr. G. PATZELT) für die Unterbringung und Arbeitsmöglichkeit in Obergurgl und den Dozenten des Zoologischen Institutes Innsbruck, besonders Dr. K. THALER, für jegliche Unterstützung und Hinweise; den Kolleginnen und Kollegen am Zoologischen Institut, besonders Dr. H. SCHATZ und Dr. I. DE ZORDO, für Hilfen bei dieser Arbeit; Mag. Dr. F. SEEWALD, Salzburg, für die Hilfe bei der Determination und beim Fangen von Lumbriciden, sowie für die anregenden Diskussionen; der Landesregierung für Oberösterreich unter Landeshauptmann Dr. J. RATZENBÖCK für die finanzielle Förderung dieser Arbeit.

Zu großem Dank bin ich schließlich meiner lieben Gattin für die umfangreichen Schreibarbeiten und meinem Bruder Klaus für Sortierarbeiten verpflichtet.

10. Literatur

- ATLAVINYTÉ, O. (1965): The effect of erosion on the population of earthworms in the soils under different crops. *Pedobiol.*, 5: 178 - 188.
- (1973): *Pedobiologičeskaja charakteristika pôcv Litovskoj SSR* — Liet. TSR Mosklu Akad. Darb. C, 1: 93 - 107.
- AXELLSSON, B., D. GÄRDEFORS, U. LOHM, T. PERSSON und O. TENOW (1971): Reliability of estimating standing crop of earthworms by hand-sorting. *Pedobiol.* 11: 338 - 340.
- BALTZER, R. (1956): Die Regenwürmer Westphalens. Eine tiergeographische, ökologische und sinnesphysiologische Untersuchung. *Zool. Jb. (Syst.)* Jena 84 (4/5): 355 - 414.
- BÖSENER, R. (1964): Die Lumbriciden des Tharandter Waldes. Beitrag zur faunistischen Erforschung eines Waldgebietes. *Zool. Abh. Staat. Mus. Tierkd.* Dresden 27 (9): 194 - 263.
- BORNEBUSCH, C.H. (1930): The fauna of forest soil. *Forstl. Forsögsv. Dan.* 11: 1 - 224.
- BOUCHE, M.B. (1977): Strategies Lombriennes. *Ecol. Bull. Stockholm NFR* 25: 122 - 132.
- CHRISTANDL-PESKOLLER, H. und H. JANETSCHEK (1976): Zur Faunistik und Zoozönotik der südlichen Zillertaler Hochalpen. *Veröff. d. Univ. Innsbruck* 101 *Alpin-Biol. Stud.* VII: 134 S.
- DE ZORDO, I. (1979): Ökologische Untersuchungen an Wirbellosen des zentralalpinen Hochgebirges (Obergurgl, Tirol). III. Lebenszyklen und Zönotik von Coleopteren. — *Veröff. d. Univ. Innsbruck* 118, *Alpin-Biol. Stud.* XI, 131 S.
- DOEKSEN, J. (1967): Notes on the activity of earthworms. V. Some causes of mass migration. *Meded. Inst. biol. Scheik. Onderz. Landb. Gewass.* 353: 199 - 221.
- EDWARDS, C.A. & LOFTY, J.R. (1972): *Biology of Earthworms*. Chapman and Hall LTD, London, 282 S.
- FRANZ, H. (1943): Die Landtierwelt der Mittleren Hohen Tauern. Ein Beitrag zur tiergeographischen und soziologischen Erforschung der Alpen. *Denkschrift Akad. Wiss. Wien, Math.-naturw. Kl.*, 107: 48 - 51.
- (1954): Die Nordostalpen im Spiegel ihrer Landtierwelt. Eine Gebietsmonographie. *Wagner Innsbruck* (1): 193 - 208.
- FÜLLER, H. (1954): Die Regenwürmer. Die neue Brehm-Bücherei, A. Ziemsen, Wittenberg Lutherstadt, 96 S.
- GATES, G.E. (1961): Ecology of some earthworms with special reference to seasonal activity. — *Am. Midl. Nat.* 66: 61 - 86.
- GRABHERR, G., E. MÄHR und H. REISIGL (1978): Nettoprimärproduktion und Reproduktion in einem Krummseggenrasen (*Caricetum curvulae*) der Ötztaler Alpen, Tirol. *Oecol. Plant.* 13 (3): 227 - 251.
- GRAFF, O. (1953): Investigations in soil zoology with special reference to the terricole Oligochaeta. *Z. Pfl. Ernähr. Düng.* 61: 72 - 77.

- GRAFF, O. (1953 a): Die Regenwürmer Deutschlands. Schaper Hannover, 81 S.
- (1971): Stickstoff, Phosphor und Kalium in der Regenwurmlosung auf der Wiesenversuchsfläche des Solingprojekts. IV. Colloquium pedobiologiae, Di-jon (IX): 503 - 511.
- HÜBNER, L. (1952): Die Lumbriciden des Exkursionsgebietes von Innsbruck unter besonderer Berücksichtigung der hochalpinen Grasheidestufe. Diss. Innsbruck, 81 S.
- HUHTA, V. (1976): Effects of clear-cutting on numbers, biomass and community respiration of soil invertebrates. Ann. Zool. Fennici 13: 63 - 80.
- JANETSCHKEK, H. (1949): Tierische Successionen auf hochalpinem Neuland. Ber. nat.-med. Ver., Innsbruck, 48/49: 1 - 215.
- (1979): Ökologische Untersuchungen an Wirbellosen des zentralalpinen Hochgebirges (Obergurgl, Tirol) I: Einführung, Veröff. Univ. Innsbruck 117, Alpin-Biol. Stud., X: 7 - 14.
- JANETSCHKEK, H., I. DE ZORDO, E. MEYER, H. SCHATZ, H. TROGER (1977): Altitude- and time-related changes in Arthropod fauna (Central-high alps: Obergurgl-area, Tyrol). Proc. 15th Int. Congr. Entomologa, Washington (1976): 185 - 207.
- JULIN, E. (1948): Vessers Udde; Mark och vegetation i en igenväxande löväng vid Bjärka-Säby. Akademisk Avhandling Uppsala, 81 S.
- (1949): De svenska daggmaskarterna. Stockholm, 58 S.
- KIRCHMAYR, U. (1977): Flächennutzung im Raum Gurgl (Ötztal, Tirol) Hausarbeit Zoologie, Univ. Innsbruck, 110 S.
- KUBIËNA, W.L. (1953): Bestimmungsbuch und Systematik der Böden Europas. Enke Stuttgart, 392 S.
- KÜBELBÖCK, G. (1979): Über Oligochaeten im zentralalpinen Hochgebirge Tirols (Obergurgl): Populationsdynamik, Zönotik; Anthropogene Beeinflussungen. Diss. Univ. Innsbruck, 157 S.
- LAKHANI, K.H. & SATCHELL, J. (1970): Production by *Lumbricus terrestris* (L.). J. Anim. Ecol. 39: 473 - 492.
- LINDQUIST, B. (1938): Investigations on the significance of some Scandinavian earth-worms in decomposition of leaf litter and the structure of mull soil. Svensk Skogs v Fören Tidskr. 39 (3): 179 - 242.
- MEYER, E. (1980): Ökologische Untersuchungen an Wirbellosen des zentralalpinen Hochgebirges (Obergurgl, Tirol). IV. Aktivitätsdichte, Abundanz und Biomasse der Makrofauna. Veröff. d. Univ. Innsbruck 125. Alpin-Biol. Stud. XIII 54 S.
- MEYER, E. (im Druck): Abundanz und Biomasse von Invertebraten in zentralalpinen Böden (Hohe Tauern, Österreich). — Veröff. d. Österr. MaB-Hochgebirgsprogramms Hohe Tauern.
- MICHAELSEN, W. (1903): Die geographische Verbreitung der Oligochaeten. Friedländer & Sohn Berlin, 183 S.
- MURCHIE, W.R. (1958): Biology of the oligochaeta *Eisenia rosea* (SAVIGNY) in an upland forest soil of Southern Michigan. Am. Midl. Nat. 66 (1): 113 - 131.

- NEUWINGER, I. (1970): Böden der subalpinen und alpinen Stufe in den Tiroler Alpen. Mitt. ostalp. din. Ges. f. Vegetkde., 11: 135 - 150.
- NORDSTRÖM, S. (1975): Seasonal activity of lumbricids in southern Sweden. *Oikos* 26: 307 - 315.
- und S. RUNDGREN (1973): Associations of lumbricids in southern Sweden. *Pedobiol.* 13: 301 - 326.
 - und S. RUNDGREN (1974): Environmental factors and lumbricid associations in southern Sweden. *Pedobiol.* 14: 1 - 27.
- NOWAK, E. (1971): Productivity investigation of two types of meadows in the vistula valley. *Ekol. Pol.* XIX (10): 130 - 137.
- (1975): Population density of earthworms and some elements of their production in several grassland environments. *Ekol. Pol.* XXIII (3): 459 - 491.
- NURMINEN, M. (1977): Enchytraeidae (Oligochaeta) from the Groß-Glockner region of the Austrian Alps. *Ann. Zool. Fennici* 14: 224 - 227.
- O' CONNOR, F.B. (1962): The extraction of Enchytraeidae from soil. In: MURPHY (ed.): *Progress in Soil Zoology*. Butterworths London: 279 - 285.
- (1967): The Enchytraeidae. In: BURGES & RAW (eds.): *Soil Biology*. Academic Press London: 212 - 257.
 - (1971): The Enchytraeids. In: PHILLIPSON (ed.): *Methods of Study in Quantitative Soil Ecology*. IBP Handbook 18: 83 - 106.
- PERSSON, T. & LOHM, U. (1977): Energetical Significance of the Annelids and Arthropods in a Swedish Grassland Soil. *Ecol. Bull. Stockholm NFR* 23: 34 - 43 and 46 - 53.
- PERTERER J. and K. THALER (1976): Makroarthropoden im Grünland des Innsbrucker Mittelgebirges (Nordtirol, Österreich). *Anz. Schädlingskde., Pflanzenschutz, Umweltschutz* 49: 102 - 106.
- PHILLIPSON, J., R. ABEL, J. STEEL and S.R.J. WOODELL (1978): Earthworm Numbers, Biomass and Respiratory Metabolism in a Beech Woodland-Wytham Woods, Oxford. *Oecologia (Berl.)* 33: 291 - 309.
- (1979): Enchytraeid Numbers, Biomass and Respiratory Metabolism in a Beech Woodland-Wytham Woods, Oxford. *Oecologia (Berl.)* 43: 173 - 193.
- POP, V. (1947): Die Lumbriciden der Ostalpen. *An. Acad. Rom.* 22: 1 - 49.
- PUNTSCHER, S. (1980): Ökologische Untersuchungen an Wirbellosen des zentralalpinen Hochgebirges. V. Verteilung und Jahresrhythmik von Spinnen. *Veröff. d. Univ. Innsbruck* 126 Alpin-Biol. Stud. XIV 108 S.
- RAW, F. (1959): Estimating earthworm populations by using formalin. *Nature London* 184, 1661 S.
- REYNOLDSON, T. (1955): Observations on earthworms of North Wales. *North Wales Nat.* 3: 291 - 304.
- RUNDGREN, S. (1977): Seasonality of emergence in lumbricids in southern Sweden. *Oikos* 28: 49 - 55.
- SATCHELL, J. (1963): Nitrogen turnover by a woodland population of *L. terrestris*. In: DOEKSEN & v. d. DRIFT (eds.): *Soil organisms*. North Holland Publishing

- Co., Amsterdam: 60 - 66.
- (1969): Studies on methodical and taxonomical questions. *Pedobiol.* 9: 20 - 25.
 - SCHATZ, H. (1976): Physiographie von Obergurgl. Unveröff. Manuskript, 58 S.
 - (1979): Ökologische Untersuchungen an Wirbellosen des zentralalpinen Hochgebirges (Obergurgl, Tirol). *Alpin-Biol. Stud. X*, Veröff. d. Univ. Innsbruck 117: 15 - 120.
 - SCHMIDEGG, E. (1938): Die Enchytraeiden des Hochgebirges der Nordtiroler Kalkalpen. *Ber. nat.-med. Ver. Innsbruck*, 45 S.
 - SCHMÖLZER, K. (1962): Die Kleintierwelt der Nunatakker als Zeugen einer Eiszeitüberdauerung. *Mitt. Zool. Mus. Berl.* 38 (2): 171 - 400.
 - SEEWALD, F. (1979): Die Regenwürmer (Lumbricidae) des Landes Salzburg. Veröff. d. Univ. Innsbruck 122, *Alpin-Biol. Stud. XII*, 60 S.
 - SOUTHWOOD, T.R.E. (1978): Ecological Methods. Chapman and Hall London, 524 S.
 - STÖP-BOWITZ, C. (1969): A Contribution to our Knowledge of the Systematics and Zoogeography of Norwegian Earthworms (Annelida, Oligochaeta: Lumbricidae). *Nytt Mag. Zool.* 17 (2): 170 - 276.
 - WILCKE, D.E. (1953): Zur Kenntnis der Lumbricidenfauna Deutschlands. *Zool. Anz.* 151: 104 - 106.
 - ZAJONC, I. (1971): La distribution quantitative des lombrices (Lumbricidae, Oligochaeta) dans les grands types mondiaux d' écosystèmes forestiers. In: DUVIGNEAUD (Ed.): Productivity of forest ecosystems. UNESCO, Paris: 453 - 462.
 - ZICSI, A. (1965 a): Beiträge zur Kenntnis der Lumbricidenfauna Österreichs. *Opusc. Zool. Budapest* 5 (2): 247 - 265.
 - (1965 b): Bearbeitung der Lumbricidensammlung des Naturhistorischen Museums von Wien. *Opusc. Zool. Budapest* 5 (2): 267 - 272.
 - (1965 c): Die Lumbriciden Oberösterreichs und Österreichs unter Zugrundeliegung der Sammlung Karl Wesselys mit besonderer Berücksichtigung des Linzer Raumes. *Naturkund. Jb. Stadt Linz* 11: 125 - 201.
 - (1968): Über die Auswirkung der Nachfrucht und Bodenbearbeitung auf die Aktivität der Regenwürmer. *Pedobiol.* 9: 141 - 145.
 - (1969): Neue Regenwurmarten (Lumbricidae) aus den österreichischen Karawanken. *Opusc. Zool. Budapest* 9 (2): 279 - 384.

Anschrift der Verfasser:

Mag. Dr. Gerhard Kübelböck, Berggasse 34, A-4150 ROHRBACH.

Mag. Dr. Erwin Meyer, Institut für Zoologie der Universität Innsbruck, Universitätsstraße 4, A-6020 INNSBRUCK.

Bereits erschienen

- I Lang, Adolf
KOLEOPTERENFAUNA UND -FAUNATION IN DER ALPINEN STUFE DER STUBAIER ALPEN (KÜHTAI)
1975, 81 S., 12 Fig., div. Tab., brosch.
- II Jochimsen, Maren
DIE VEGETATIONSENTWICKLUNG AUF MORÄNENBÖDEN IN ABHÄNGIGKEIT VON EINIGEN UMWELTFAKTOREN
1970, 22 S., 2 Mehrfarbenkarten, Tab., brosch.
- III Heiss, Ernst
ZUR HETEROPTERENFAUNA NORDTIROLS - I: WASSERWANZEN (CORIXIDAE - HYDROMETRIDAE).
1969, 28 S., 1 Karte, brosch.
- IV Heiss, Ernst
NACHTRAG ZUR KÄFERFAUNA NORDTIROLS
1971, 180 S., 1 Kunstdruckbeilage, brosch.
- V Oleret, Jürgen
CYTOLOGISCH - MORPHOLOGISCHE UNTERSUCHUNGEN AN DER WALDSPITZ-MAUS (*Sorex araneus* LINNÉ 1758) UND DER SCHABRACKENSPITZMAUS (*Sorex gemellus* OTT 1968). (Mammalia-Insectivora)
1973, 76 S., brosch.
- VI Janetschek, Heinz
AKTUELLE PROBLEME DER HOCHGEBIRGSENTOMOLOGIE
1974, 23 S., brosch.
- VII Christandl-Peskoller, Hildegard und Janetschek, Heinz
ZUR FAUNISTIK UND ZOOZÖNOTIK DER SÜDLICHEN ZILLERTALER HOCHALPEN
1976, 134 S., 5 Tab., 7 Textfiguren und 3 Ausschlagtafeln, brosch.
- VIII Scheidl, Wolfgang
UNTERSUCHUNGEN AN PFLANZENWESPEN (HYMENOPTERA: SYMPHYTA) IN DER SUBALPINEN BIS ALPINEN STUFE DER ZENTRALEN ÖTZTALER ALPEN (TIROL, ÖSTERREICH)
1976, 88 S., 16 Abb., Tab., brosch.
- IX Leising, Susanne
ÜBER ZIKADEN DES ZENTRALALPINEN HOCHGEBIRGES (OBERGURGL, TIROL)
1977, 70 S., 6 Tab., 2 Fig., brosch.
- X Janetschek, Heinz (Hrsg.)
ÖKOLOGISCHE UNTERSUCHUNGEN AN WIRBELLOSEN DES ZENTRALALPINEN HOCHGEBIRGES (OBERGURGL, TIROL)
Janetschek, Heinz, I. EINFÜHRUNG
Schatz, Heinrich, II. PHÄNOLOGIE UND ZÖNOTIK VON ORIBATIDEN (ACARI)
1979, 121 S., 2 Farbbilder, 14 Tab., 27 Abb., brosch.
- XI Janetschek, Heinz (Hrsg.)
ÖKOLOGISCHE UNTERSUCHUNGEN AN WIRBELLOSEN DES ZENTRALALPINEN HOCHGEBIRGES (OBERGURGL, TIROL)
De Zordo, Irene, III. LEBENSZYKLEN UND ZÖNOTIK VON COLEOPTEREN
1979, 132 S., 2 Farbbilder, 24 Tabellen, 37 Abb., brosch.
- XII Seewald, Friedrich
DIE REGENWÜRMER (LUMBRICIDAE) DES LANDES SALZBURG
1979, 60 S., 14 Tab., 12 Fig., brosch.
- XIII Janetschek, Heinz (Hrsg.)
ÖKOLOGISCHE UNTERSUCHUNGEN AN WIRBELLOSEN DES ZENTRALALPINEN HOCHGEBIRGES (OBERGURGL, TIROL)
Meyer, Erwin, IV. AKTIVITÄTSDICHTE, ABUNDANZ UND BIOMASSE DER MAKROFAUNA
1980, 54 S., 14 Tab., 11 Abb., brosch.

- XIV Janetschek, Heinz (Hrsg.)
ÖKOLOGISCHE UNTERSUCHUNGEN AN WIRBELLOSEN DES ZENTRALALPINEN
HOCHGEBIRGES (OBERGURGL, TIROL)
Puntscher, Sieglinde, V. VERTEILUNG UND JAHIRESRHYTHMIK VON SPINNEN.
1980, 108 S., 2 Farbbilder, 23 Tabellen, 18 Abbildungen, brosch.
- XV Janetschek, Heinz (Hrsg.)
ÖKOLOGISCHE UNTERSUCHUNGEN AN WIRBELLOSEN DES ZENTRALALPINEN
HOCHGEBIRGES (OBERGURGL, TIROL)
Kübelöck, Gerhard und Meyer, Erwin, VI. ABUNDANZ UND BIOMASSE
DER OLIGOCHAETA (Lumbricidae, Enchytraeidae)
1981, 52 S., 2 Farbbilder, 9 Tabellen, 12 Abbildungen, brosch.

