

MEYER, E., 80

VERÖFFENTLICHUNGEN DER UNIVERSITÄT INNSBRUCK

125

Alpin-Biologische Studien geleitet von Heinz Janetschek

XIII

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

herausgegeben von Heinz Janetschek

IV. Aktivitätsdichte, Abundanz und Biomasse der Makrofauna
von
Erwin Meyer

Veröffentlichungen des Österreichischen MaB-6-Gesamtvorhabens Obergurgl



Herausgeber
Universität Innsbruck

VERÖFFENTLICHUNGEN DER UNIVERSITÄT INNSBRUCK
125

ALPIN-BIOLOGISCHE STUDIEN

geleitet von Heinz Janetschek

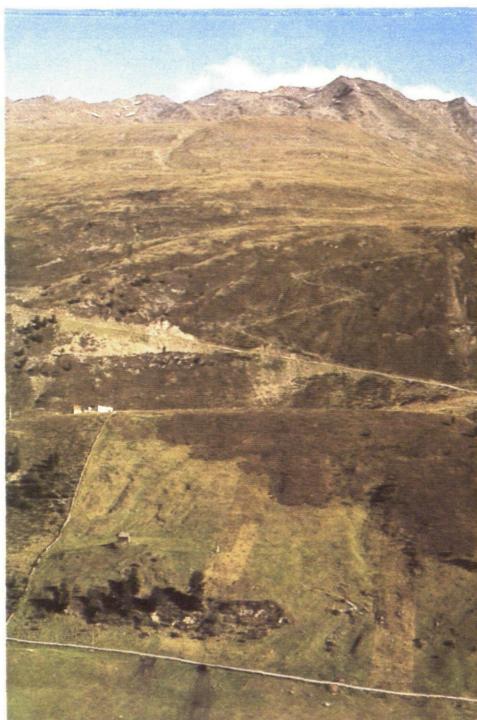
XIII

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



Gesamtansicht: Vergletscherte Hochgipfel von links nach rechts: Granatenkogel (3304 m), Hochfirst (3405 m), Liebener Spitze (3400 m). Von dieser zieht gegen den Beschauer 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 (Vaccinetum 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

IV. Aktivitätsdichte, Abundanz und Biomasse der Makrofauna¹⁾

von

Erwin Meyer

1980

Im Kommissionsverlag der
Österreichischen Kommissionsbuchhandlung Paul Sundt
Universitätsbuchhandlung Innsbruck

1) Beitrag zum Projekt "Jahreszyklus und Massenwechsel in terrestrischen Hochgebirgszoozönen" von Prof. Dr. H. Janetschek. Unterstützt vom "Fonds zur Förderung der wissenschaftlichen Forschung", Projekt Nr. 2336 und Fortsetzungsprojekt Nr. 2736.

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

©1980, Universität Innsbruck
Herstellung:
Kleinoffsetdruck: H. Kowatsch, Innsbruck

Inhalt

Zusammenfassung	9
Abstract	10
Einleitung	11
1. Untersuchungsgebiet	13
1.1. Lage und Beschreibung	13
1.2. Klima und Wetter	14
2. Methodik und Tiermaterial	19
2.1. Barberfallen	19
2.2. Sauggerät	20
2.3. Bodenproben	20
2.4. Tiermaterial	22
2.5. Biomassebestimmung	23
3. Barberfallenergebnisse	24
3.1. Gruppenspektren und Aktivitätsdichte	24
3.2. Dominanzverschiebungen	26
3.3. Die erfaßten Taxa	26
4. Abundanzstruktur nach Saugfängen	31
4.1. Zur Methode	31
4.2. Repräsentanz der Taxa in den Fraktionen	31
4.3. Gruppenspektrum und Gesamtabundanz	32
4.4. Biomasse	34
5. Analyse der Bodenproben	35
5.1. Abundanz	35
5.2. Massendominanz	37
5.3. Aspekt- und Massenwechsel	38
5.4. Die dominanten Taxa	40
6. Diskussion und Synthese	45
Dank	49
Literatur	50

Zusammenfassung

Als Beitrag zu ökologischen Untersuchungen an Wirbellosen im zentralalpinen Hochgebirge (Obergurgl, Tirol) werden zwischen 1975 und 1978 für die Makrofauna gewonnene Ergebnisse dargestellt.

Das Material stammt zum Großteil aus Barberfallen (106501 Ind.), weiters aus Saugfängen (6022 Ind.) und aus Bodenproben (3633 Ind., Kempson-Extraktion).

Die sich über einen Höhentransekt (1960 m bis 3100 m) erstreckenden Fallenfänge zeigen für Mähwiesen, extra- und intrasilvatische Zwergschnecken und offene Grasheiden deutlich unterscheidbare Gruppenspektren.

Die ausgesprägte Jahresrhythmisierung der fallengängigen Taxa bewirkt im Verlauf der Vegetationsperiode starke Dominanzverschiebungen. In höher gelegenen Standorten wird bei verkürzter Aperzeit unter Beibehaltung der Aspektfolge nur die Dauer des Auftretens eingeengt.

Den Hauptanteil am Fallenmaterial bilden Diptera (17 - 71 %), Aranei (9.3-51.3 %), Coleoptera (3.5 - 34.0 %), Hymenoptera (3.0 - 20.4 %), Opiliones (3.5 - 12.9 %) und Cicadina (1.2 - 11.3 %).

In der Abundanzstruktur der epigäisch-atmobilonten Makrofauna dominieren nach quantifizierenden Saugfängen in der Mähwiese Thysanoptera (35.2 %), Cicadina (18.9%) und Aphidina (11.1 %). Aranei (3.4 %), Coleoptera (1.9 %) und Opiliones (< 1 %) bleiben weit zurück. Im flechtenreichen Curvuletum überwiegen Coccina (58.9 %) und Cicadina (8.4 %). Im Hygrocurvuletum herrschen Nematocera (37.7 %) und Coccina (30 %) vor. Die größte Biomasse erreichen in der Mähwiese und im flechtenreichen Curvuletum Cicadina, im Hygrocurvuletum bodennahe Diptera.

Die Analyse der Bodenmakrofauna ergibt für die Mähwiese eine Besatzdichte von 2094 Ind./m², für das flechtenreiche Curvuletum 696 Ind./m². Es dominieren in beiden Böden Larven der Nematocera (40.0 - 57.7 %), Brachycera (5.9 - 10.9 %) und Coleoptera (9.2 - 9.9 %). Nach der Massendominanz herrschen in der Mähwiese Lumbricidae (73 %), im flechtenreichen Curvuletum Larven der Diptera (47 %) und Coleoptera (46.1 %) vor.

Der Makro-Avertebratenbesatz aller Straten verringert sich von der Mähwiese (1960 m) zum flechtenreichen Curvuletum (2600 m) von 10017 Ind./m² (davon 6372 Enchytraeidae) auf 1593 Ind./m², die Gesamtbiomasse von 11,9 g TG/m² (davon 10,8 g Lumbricidae) auf 0,3 g TG/m². Von der Gesamtbiomasse sind in der Mähwiese 97 % und im Curvuletum 82 % dem Hypogaion zuzurechnen.

Abstract

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

IV. Activity, abundance and biomass of the macrofauna

Group composition, seasonal activity, abundance and biomass of the macrofauna were studied in the Central High Alps from 1960 m to 3100 a.s.l. in 1975-1978.

The material was collected mostly from pitfall traps (106501 ind.), also using a suction trap (6022 ind.) and by extraction of soil samples (3633 ind., Kempson).

Pitfall catches are dominated by Diptera (17 - 71 %), Aranei (9.3 - 51.3 %), Coleoptera (3.3 - 34.0 %), Hymenoptera (3.0 - 20.4 %), Opiliones (3.5 - 12.9 %) and Cicadina (1.2 - 11.3%). There are differences in percentage distribution of the taxonomic groups between the life-zones: manured meadows, the dwarf-shrub heaths and the alpine sedge mats. Near the timberline there are marked changes in dominance structure during the vegetation period, caused by the seasonal activity of the main groups. These occur in the same sequence at higher altitudes, but restricted by the shorter snowcover-free season.

Quantifying suction catches are in the meadow dominated by Thysanoptera (35.2 %), Cicadina (18.9 %) and Aphidina (11.1 %). Aranei (3.4 %), Coleoptera (1.9 %) and Opiliones (< 1 %) rank behind. These catches show striking differences between the Caricetum curvulae (Coccina 58.9 %, Cicadina 8.4 %) and the Hygrocurvuletum (Nematocera 37.7 %, Coccina 30 %). In the manured meadow and in the Caricetum curvulae biomass was highest for Cicadina, in the Hygrocurvuletum for surface-dwelling Diptera.

In the meadow the total abundance of the soil macrofauna is 2094 ind./m², in the Caricetum curvulae 696 ind./m². In both sites larvae of Nematocera and Coleoptera are most abundant. The biomass standing crop is dominated by Lumbricidae in the meadow, by larvae of Diptera and Coleoptera in the Caricetum curvulae.

With increasing altitude there is a reduction of abundance and biomass from 10017 ind./m² (6372 ind.: Enchytraeidae) and 11.9 g dw/m² (10.8 g:Lumbricidae) in the manured meadow (1960 m a.s.l.), to 1593 ind./m² and 0.3 g dw/m² in the Caricetum curvulae (2600 m). There is a difference in the percentage of the biomass distribution between the field layers: in the meadow the soil fauna (Hypogaion) amounts to 97 % of the total biomass, in the Caricetum curvulae only to 82 %.

Einleitung

Die Wirbellosenfauna des zentralalpinen Hochgebirges wurde nach faunistischen und zönotischen Gesichtspunkten regional (Hohe Tauern: FRANZ, 1943; Brennergebiet: SCHMÖLZER, 1962; Südabdachung der Zillertaler Alpen: CHRISTANDL-PESKOLLER u. JANETSCHEK, 1976) umfassend studiert. Besonderes Interesse galt auch dem Sukzessionsgeschehen in den vom Gletscher freigegebenen Arealen (JANETSCHEK, 1949, 1958). Weitgehend unberücksichtigt blieben aber bisher Lebenszyklen, Jahresrhythmisik, Abundanz- und Massenverhältnisse hochalpiner Wirbelloser. Zu den im Rahmen des internationalen IBP durchgeföhrten Untersuchungen zum Energieumsatz von Avertebratenpopulationen (FUNKE, 1973, HUHTA u. KOSKENNIEMI, 1975, PERSSON u. LOHM, 1977, WEIDEMANN, 1978) liegen für hochalpine Zoozönosen daher auch keine Vergleichswerte vor.

Bei der in jüngster Zeit intensivierten zoologisch-terrestrischen Hochgebirgsforschung sind dementsprechend in erster Linie Ergebnisse über Abundanzen, Biomassen, deren saisonale und annuale Änderungen, Lebenszyklen und die sekundäre Produktion anzustreben (JANETSCHEK, 1974, FRANZ, 1979).

Folgende, zwischen 1975 und 1978 für die Makrofauna gewonnene Teilergebnisse, werden hier dargestellt: Barberfallenfänge geben über Gruppenspektren, Aktivitätsdichten und die Jahresrhythmisik von fallengängigen Taxa in den besammelten Höhenstufen und Vegetationstypen Auskunft. Mittels eines Sauggerätes wurde stichprobenhaft die Abundanzstruktur der epigäisch-atmobilonten Fauna einer Mähwiese und der hochalpinen Grasheide untersucht. Schließlich wurden flächenbezogene Bodenproben entnommen und in einem Kempson-Apparat extrahiert, um die Besatzdichten und die Zootomasse der Bodenmakrofauna abschätzen zu können. Davon ausgehend wären bei weiteren Arbeitsschritten Lebensgesetze dominanter Populationen zu klären, um das Ausmaß der Sekundärproduktion beurteilen zu können.

Die Arbeit entstand im Rahmen des Projektes "Jahreszyklus und Massenwechsel in terrestrischen Hochgebirgszoozönosen" (JANETSCHEK, 1979) und des UNESCO-Programmes "Man and the Biosphere" ²⁾ (MOSER u. MOSER, 1975).

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

1. Untersuchungsgebiet

1.1. Lage und Beschreibung

Die Untersuchungsgebiete liegen im Raum Obergurgl in den Tiroler Zentralalpen ca 100 km südwestlich von Innsbruck auf $46^{\circ} 52' \text{ n.B.}$ und $11^{\circ} 02' \text{ ö.L.}$ (Abb. 1).

Geologisch gehört das Gebiet um Obergurgl zur Ötztaler Masse, deren Hauptgestein Biotitplagioklasgneise sind. Eine Besonderheit sind die in den Granatglimmerschiefern des Schneebergerzuges eingelagerten mächtigen Karbonatlagen, die im hinteren Rotmoos- und Gaisbergtal anstehen.

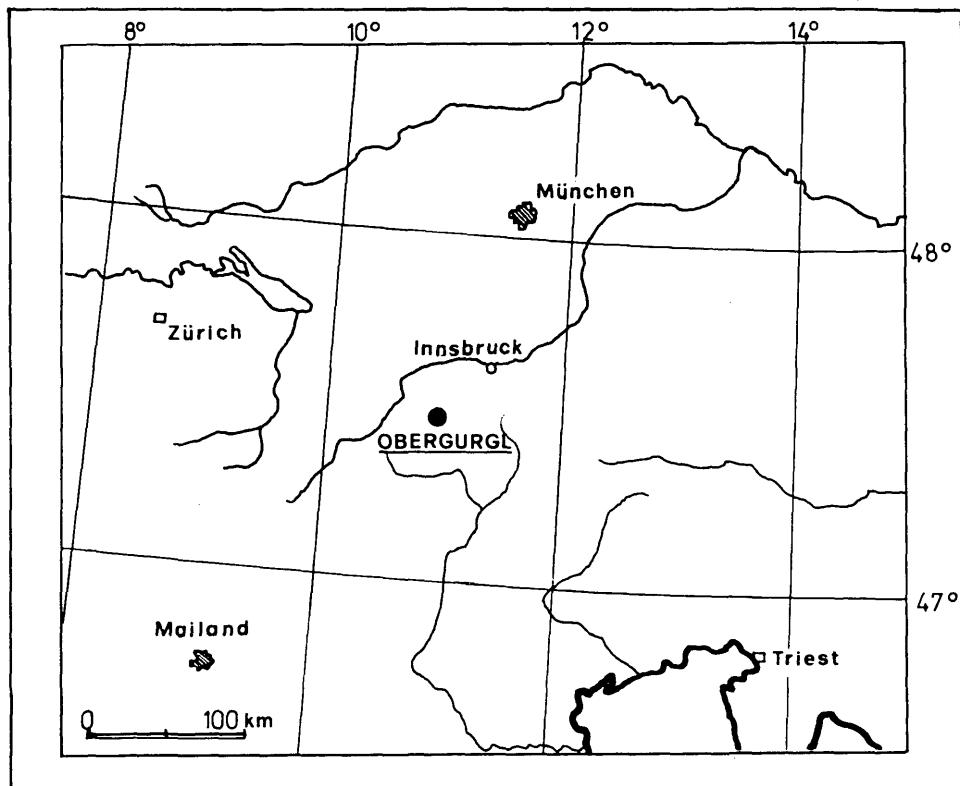


Abb. 1: Geographische Lage des Untersuchungsraumes Obergurgl.

In der folgenden Zusammenstellung werden die Untersuchungsgebiete, die sich von Mähwiesen (1960 m) bis zur Polsterpflanzenstufe (3100 m) erstrecken, durch Seehöhe, Vegetationsform, Bodentyp, Humusform und pH-Wert charakterisiert. Die angeführte Nummer kennzeichnet ihre Lage im Arealplan der Alpinen Forschungsstelle Obergurgl (Abb. 2). Die Angaben wurden auszugsweise einer von H. SCHATZ (1976) zusammengestellten Physiographie von Obergurgl entnommen.

- Mähwiesen, W, M, (1960–1980 m), *Peucedanum-ranunculus-acer* Aspekte daneben *trollius*reiche Grasflur und Flecken mit *Luzula alpino-pilosa* und *Poa pratensis*, podsolige Braunerde auf Podsolkolluvium, lehmiger Sand, Mull pH = 4.3. Ar.Nr. 7.
- Zirbenwald, Z, (2070 m), Alpenrosen-Zirbenwald (*Rhododendroto-Vaccinietum*) durchsetzt mit Weidewiese (*Calluno-Nardetum*), gestörter Eisenpodsol, steiniger Sand, Rohhumus, pH = 3.4. Ar.Nr. 27.
- Transekt, T1, (2100 m), *Rhododendroto-Vaccinietum* mit hohem Moosanteil, Podsolranker, Schutt mit Grobsand, Rohhumus, pH = 3.5. Ar.Nr. 46.
- Transekt, T2, (2190 m), *Rhododendroto-Vaccinietum* durchsetzt mit Weidewiesen (*Nardetum*), Eisenpodsol, steiniger Sand, Rohhumus, pH = 3.7. Ar.Nr. 46.
- Flechtenheide, F, (2230 m), *Empetrio-Vaccinietum* mit hohem Flechtenanteil, teilweise *Loiseleurietum*. Ar.Nr. 66.
- Transekt, T3, (2250 m), *Empetrio-Vaccinietum* mit hohem Flechtenanteil, Eisenhumuspodsol, steiniger Sand, Rohhumus, pH = 3.8. Ar.Nr. 66.
- Transekt, T4, (2340 m), *Loiseleurietum* mit Übergang zu flechtenreicher Grasheide (*Curvulo-Nardetum*), pH = 3.9. Ar.Nr. 66/40.
- Transekt, T5, (2500 m), von Schuttrinnen stark durchbrochenes flechtenreiches *Curvuletum* und *Loiseleurietum*, flachgründiger Eisenhumuspodsol, steiniger Sand, Rohhumus, pH = 4.4. Ar.Nr. 66/50.
- Transekt, T6, (2550 m), flechtenreiches, *Loiseleurietum*, flachgründiger Eisenhumuspodsol, steiniger Sand, Rohhumus, pH = 4.0. Ar.Nr. 66/60.
- Roßkar, R, (2650 m), *Hygrocurvuletum*, schwach podsolige, flachgründige Braunerde, stark steiniger Sand, Rohhumus. Ar.Nr. 106.
- Hohe Mut, U, (2600 m), flechtenreiches *Curvuletum* mit geringem Anteil von Krautartigen, *pseudo-vergleyte Rasenbraunerde*, pH = 3.8. Ar.Nr. 108.
- Liebener Rippe, L, (2800–3100 m), subnivales *Elynetum* und *Curvuletum* mit Flechten und Polsterpflanzen. Ar.Nr. 188.

1.2. Klima und Wetter

Obergurgl ist durch ein inneralpines kontinentales Klima gekennzeichnet. Der durchschnittliche Jahresniederschlag liegt bei 807 mm. Das Maximum der Niederschläge fällt in den Monaten Juni, Juli und August. Aus dem Klimadiagramm sind weitere Angaben über Temperatur- und Niederschlagsverlauf ablesbar. (Abb. 3). Das aktuelle Wetter der Untersuchungsjahre wurde auf die Fangperioden der Barberfallen bezogen dargestellt (Abb. 4). In den Mähwiesen dauert die winterliche Schneebedeckung von ca Mitte Oktober bis Mitte Mai. Die Aperzeit wird in der Regel von mehreren Kälteinbrüchen mit Schneefällen unterbrochen (vgl. auch Abb. 4). In den höher gelegenen Standorten (T3, F, T4, T5 und T6) dauert die Schneebedeckung von Anfang Oktober

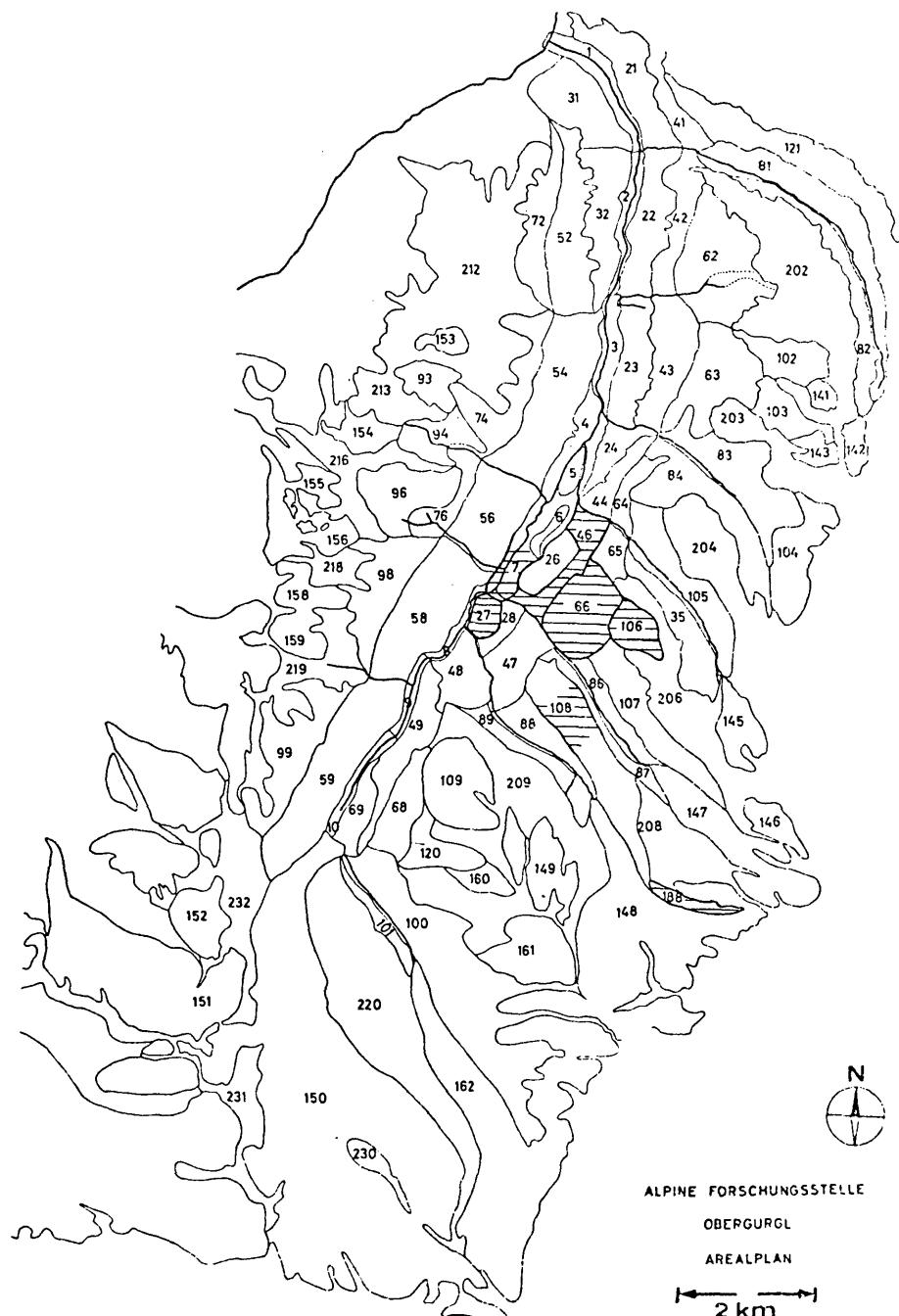


Abb. 2: Arealplan für den Raum Obergurgl.

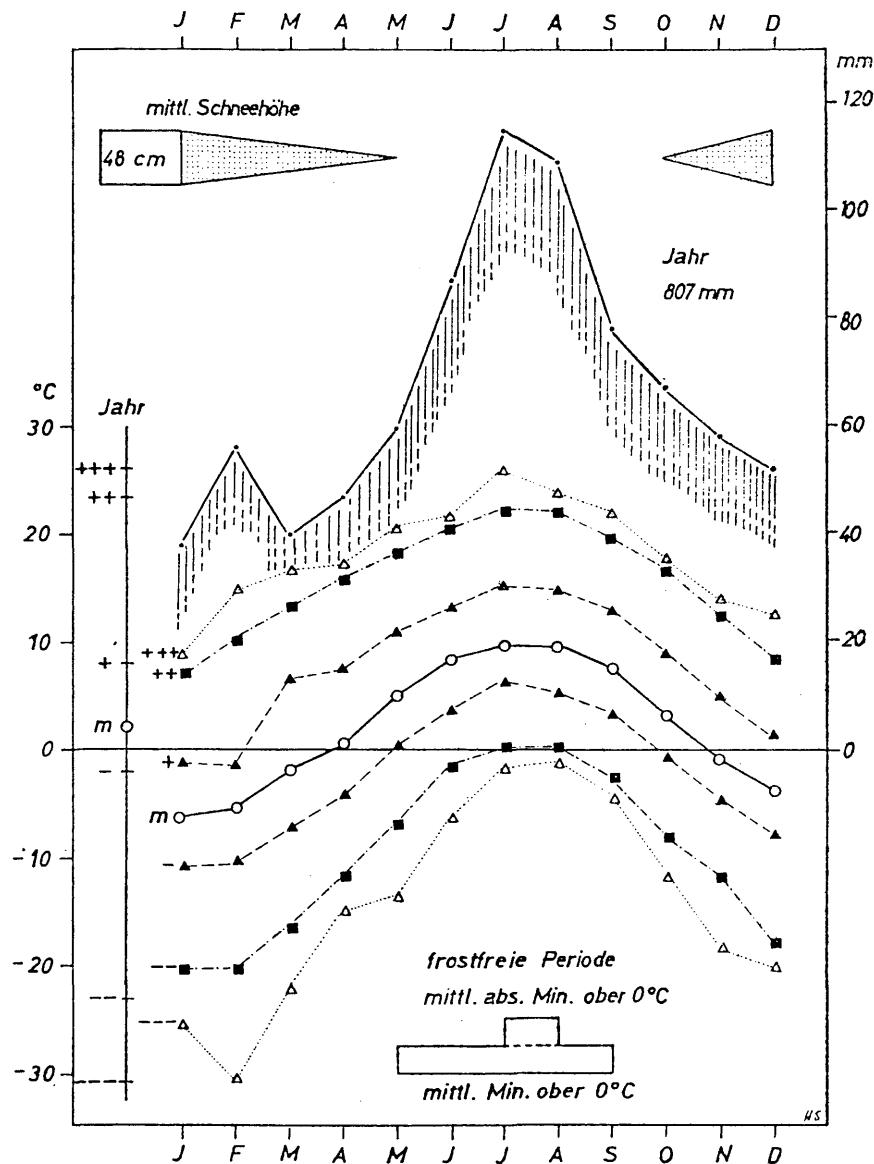


Abb. 3: Klimadiagramm Obergurgl (1950 m)

LEGENDE: Oberste Kurve: Niederschlag. Lufttemperatur (Zeichen am linken Kurvenbeginn). +++ = abs. Max.; ++ = mittleres abs. Max.; + = mittl. Max.; m = Mittel; - = mittl. Min.; -- = mittl. abs. Min., --- = abs. Min. (Niederschlag, ++ und --: nach FLIRI (1975); auf die Periode 1931–1960 reduzierte Werte; übrige Werte nach WINKLER (1970); Klimaverhältnisse im ötztaler und Innsbrucker Gebiet. – Unveröff. Ms; Periode 1951 – 1960).

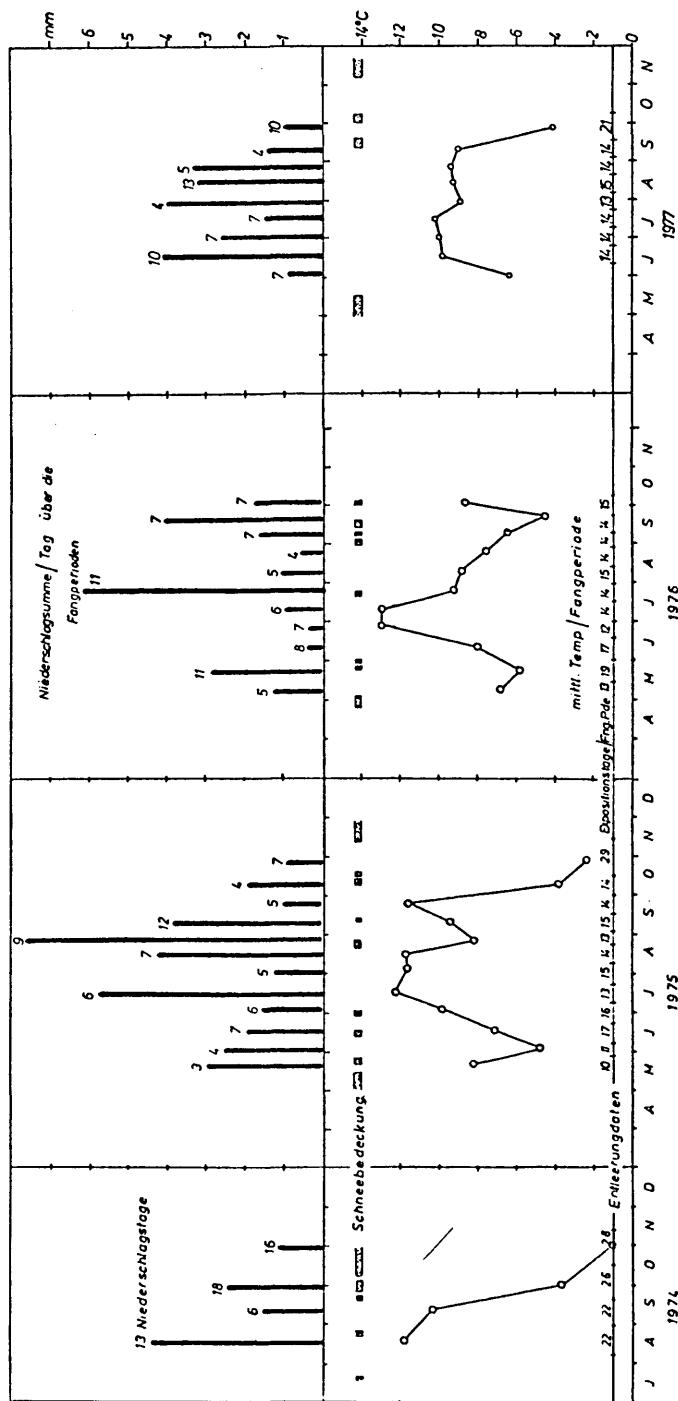


Abb. 4: Mittlere Lufttemperatur und Niederschlagssumme pro Barberfallen-Fangperiode, Wetterstation Obergurgl (1950 m).

bis Mitte Juni. In der hochalpinen Grasheide besteht die Schneedecke je nach Schneeverteilung von Anfang Oktober bis Ende Juni (U) oder bis Mitte Juli (R). Beginn des Einschneiens bzw. Zeit der Ausaperung waren aber in den Jahren 1975–1978 teilweise bis zu einem Monat verschoben. Einschneien: 1976 Anfang Oktober, 1975, 1977 und 1978 Ende Oktober; Ausapern: 1975 und 1978 Mitte Mai, 1976 Ende April und 1977 Ende Mai.

Für die Mähwiese (1960 m) und die hochalpine Grasheide (Hohe Mut 2600 m) werden zusätzlich die Tagesextremwerte der Bodentemperaturen (5 cm Bodentiefe) für die Aperzeit des Jahres 1978 angegeben (Abb. 5).

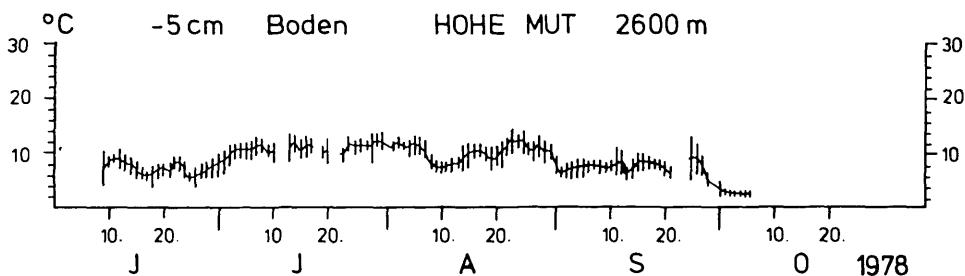
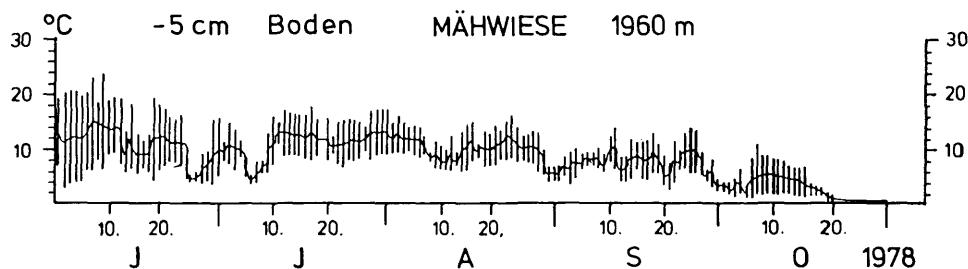


Abb. 5: Bodentemperaturen – Mähwiese M (1960 m) und Hohe Mut U (2600 m).

2. Methodik und Tiermaterial

2.1. Barberfallen

Seit TRETZEL (1955) wurden Bodenfallen wiederholt bei Untersuchungen der epigäischen Makroarthropoden eingesetzt. Diese leicht handzuhabende Methode führt relativ rasch zu Kenntnissen über Artengarnituren, saisonale Aktivitätsmuster und Aktivitätsdominanzverhältnisse der erfaßbaren Taxa. Die aus den Fängen zu ermittelnden zöologischen Parameter erlauben die Charakterisierung und den Vergleich von Standorten hinsichtlich der epigäischen tierischen Besiedlung (THALER et al., 1977, THALER et al., 1978, DE ZORDO, 1979, SCHAEFER u. HAAS, 1979, u.a.). Faktoren, die den Aussagewert von Bodenfallen einschränken, sind die standörtlich unterschiedliche Biotopstruktur (HEYDEMANN, 1957) und eine eventuelle Auswirkung der Fangflüssigkeit auf die vertretenen Taxa (ADIS u. KRAMER, 1975).

Für die vorliegenden Untersuchungen dienten als Fanggefäße zwei ineinandergesteckte Plastikbecher (10 cm hoch, 7 cm weit). Der untere blieb während der ganzen Untersuchungszeit im Boden versenkt. Der obere, niveaugleiche Becher wurde während der Vegetationszeit alle 14 Tage ausgewechselt, das enthaltene Tiermaterial im Labor aussortiert. Als Fangflüssigkeit diente im Jahr 1974 Formalin, ab 1975 wurde Kaliumbichromatlösung verwendet. Für eine schnelle Benetzung der Tiere sorgte ein dazugegebenes Entspannungsmittel. Vor Regen, Schnee und anderem Eintrag wurde die Falle durch ein auf zwei Füßen stehendes Blechdach (12 x 14 cm) geschützt. Mittels Markierungsstangen konnten die Fallen auch bei fallweise auftretenden Schneefällen leicht gefunden und ausgetauscht werden.

Über Fallenzahlen und Expositionszeiten in den einzelnen Standorten informiert eine nachfolgende Zusammenstellung. Auf den Mähwiesen (W und M) und in der Grasheide (R und U) wurden die Fallen nach Zufallszahlen in die nach Quadraten unterteilten Flächen (1024 m²) eingegraben. Im Zirbenwald (Z) geschah die Fallenanordnung vegetationsorientiert: Je zwei Fallen wurden in einen Juniperus-, Rhododendron-, Vaccinium- und Grasbestand gesetzt. In T1 bis T6 wurden die Fallen in einer Linie im Abstand von drei Metern eingegraben. Auf der Liebener Rippe (L) wurden die Fallen zwischen 2800 m und 3100 m an sechs verschiedenen Punkten installiert.

Übersicht über Standorte, Anzahl und Expositionsdauer der Barberfallen:

M :	20	Fallen,	9. Juli 1975 – 8. Oktober 1976
W :	20	,	18. Juli 1974 – 13. Mai 1976; 13 Fallen, bis 8. Oktober 1976
Z :	8	,	7. August 1974 – 5. Juni 1975; 16 Fallen, bis 8. Oktober 1976
T1 :	7	,	6. Juni 1975 – 4. Juni 1976
T2 :	7	,	6. Juni 1975 – 8. Oktober 1976
T3 :	7	,	10. Juni 1975 – 8. Oktober 1976
T4 :	7	,	10. Juni 1975 – 8. Oktober 1976
T5 :	7	,	22. Juni 1975 – 8. Oktober 1976
T6 :	7	,	22. Juni 1975 – 8. Oktober 1976
F :	6	,	7. August 1974 – 10. Juni 1976; 12 Fallen, bis 3. Juni 1976
R :	20	,	1. August 1974 – 8. Oktober 1976
U :	24	,	11. Juni 1977 – 8. Oktober 1977
L :	6	,	6. August 1974 – 23. August 1976

2.2. Sauggerät

Zur quantitativen Erfassung der epigäischen Arthropoden wurde in der Mähwiese (M) und in der hochalpinen Grasheide (R und U) in unregelmäßigen Abständen eine nach TURNBULL u. NICHOLLS (1966) und KAURI et al. (1969) modifizierte "Quick Trap" eingesetzt.³⁾ Als Sauggerät diente ein transportables (12 kg), mit einem 2-Takt Benzinmotor betriebenes Gerät der Fa. BURKHARD Manufacturing Co. Ltd. Rickmansworth, England. Die Ansauggeschwindigkeit im Schlauch (\varnothing 6 cm) beträgt bei voller Motorleistung ca 10 m/s; beim Absaugen ca 5 m/s.

Bei der Probenentnahme wurde zuerst ein mit Stoff bespannter unten offener Käfig (0.5 m² Grundfläche) auf die abzusaugende Stelle gesenkt. Durch eine verschließbare Öffnung gelangt man mit dem Saugschlauch ins Innere. Um die Effizienz des Saugens zu erhöhen, wurde der Saugvorgang in drei Arbeitsschritte zerlegt. Beim ersten wird die Vegetation und die Bodenoberfläche abgesaugt. Die Tiere werden dabei in einem auswechselbaren Säckchen aus feinem Diolenstoff aufgefangen. In einem zweiten Arbeitsschritt wird die Vegetation möglichst nahe am Boden abgeschnitten und zur Extraktion ins Labor gebracht. Der dritte Schritt besteht aus einem nochmaligen Absaugen der von der Vegetation befreiten Bodenoberfläche. In der Grasheide bestand der Saugvorgang wegen der geringen Bestandeshöhe (5–15 cm) nur aus einem Arbeitsschritt, ohne die Vegetation abzuschneiden.

Um bei der Behandlung der gesaugten Fraktionen im Extraktionsapparat sowohl die photophoben als auch die phototropen Tiere zu erfassen, wurden die Probeneinsätze verändert (vgl. auch SOUTHWOOD, 1978 : 155). Die Probe befindet sich dabei in einem konzentrischen gegenüber dem Probeneinsatz (siehe Abb. 6) nur halb so hohen Ring. Nach oben austretende Tiere werden durch eine Gaze-Abdeckung am Entkommen gehindert und fallen durch die groben Maschen seitlich in das Auffanggefäß.

2.3. Bodenproben

Zur Ermittlung der absoluten Abundanz der Bodenmakrofauna wurden in der Mähwiese (M), in der Flechtenheide (F) und in der Grasheide (U) während der Vegetationsperiode 1978 an vier Terminen je 3 Bodenproben (706 cm², 8 cm tief) entnommen. Zur Extraktion diente ein modifizierter Kempson-Apparat (KEMPSON, LLOYD u. GHELARDI, 1963). Die Rasenkiegel wurden vorsichtig in größere Stücke zerteilt und mit der Vegetation nach unten in die Probeneinsätze gegeben. Über die Bauart, Abmessungen und den Temperaturverlauf in den Bodenproben informiert Abb. 6.

3) Im Sommer 1977 war cand. Hans Stockner mit der Ausführung der Feld- und Sortierarbeit beauftragt.

EXTRAKTIONSAPPARAT

modifiziert nach KEMPSON, LLOYD & GHELARDI 1963

Pedobiologia 3: 1 - 21.

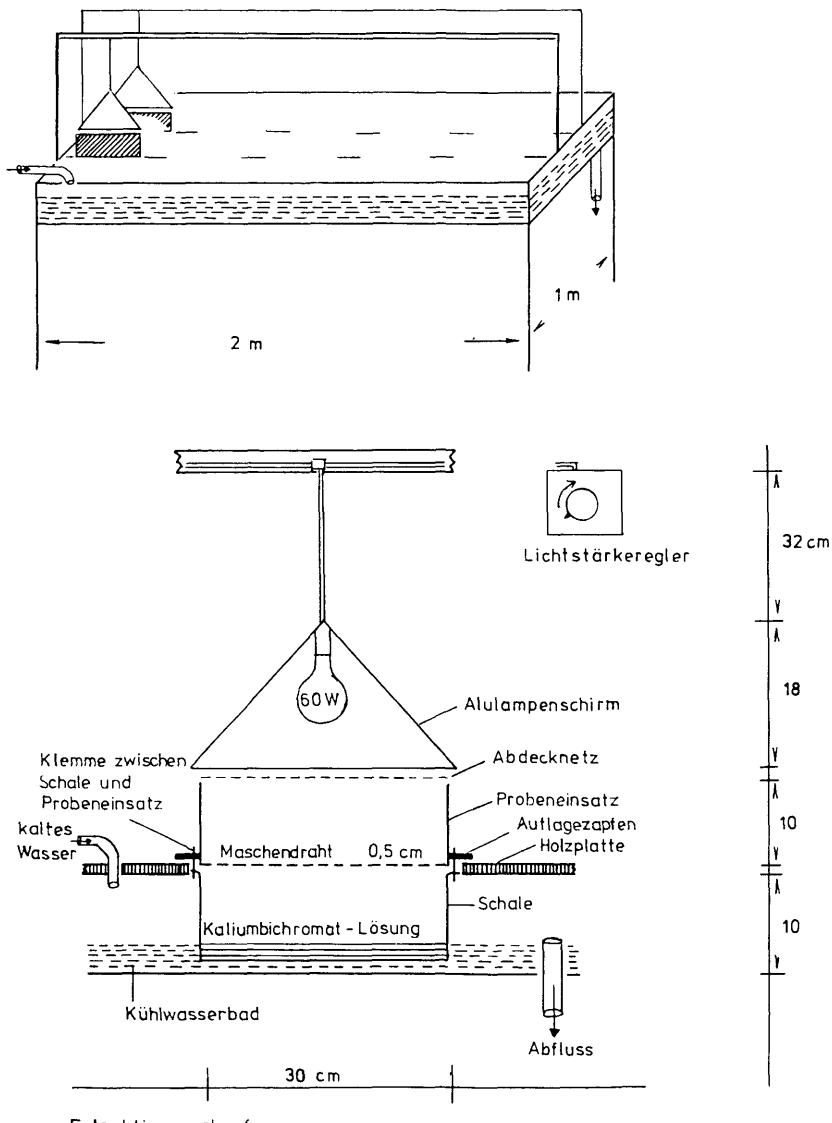


Abb. 6: Konstruktion und Maße des in der vorliegenden Untersuchung verwendeten modifizierten Kempson-Extraktionsapparates.

2.4. Tiermaterial

In Tab. 1 ist der Gesamtfang an Invertebrata aus Barberfallen, Saugfängen und Bodenproben zusammengestellt. Insgesamt gelangten 116 156 Individuen zur Auswertung. Das gesamte Fangspektrum aus den Barberfallen wurde nur 1975 (in U : 1977) berücksichtigt. Im Jahr 1976 wurden aus den Barberfallen nur Aranei, Opiliones, Chilopoda, Diplopoda und Coleoptera aussortiert. Aus den Saugfängen und dem Extrakt der Bodenproben wurde die gesamte Makrofauna ausgezählt.

	Barberfallen			Sauggerät	Bodenproben
	1975	1976	1977	1977	1978
Gastropoda	571	—	0	0	0
Lumbricidae	284	—	0	0	58
Aranei	11768	8702	1540	255	154
Opiliones	4328	4227	58	10	7
Pseudoscorpiones	8	—	0	0	0
Chilopoda	181	150	0	0	39
Diplopoda	676	510	0	1	0
Saltatoria	111	—	15	1	0
Thysanoptera	26	—	0	1972	—
Heteroptera	27	—	1	8	0
Cicadina	3224	—	632	1343	11
Coccina	67	—	0	838	—
Aphidina	89	—	19	498	—
Psyllina	0	—	0	39	—
Coleoptera Imag.	8807	9062	504	85	90
Coleoptera Larv.	1858	1770	57	44	369
Neuroptera	22	—	1	0	0
Mecoptera	54	—	0	0	0
Trichoptera	7	—	0	0	0
Lepidoptera Imag.	240	—	131	7	0
Lepidoptera Larv.	140	—	199	19	121
Diptera Imag.	30695	—	7890	470	192
Diptera Larv.	520	—	33	20	2548
Hymenoptera Imag.	5940	—	1270	400	44
Hymenoptera Larv.	131	—	42	12	0
Plecoptera	4	—	0	0	0
Summe	69688	24421	12392	6022	3633

Total: 116156 Individuen

Tab. 1: Verteilung des aussortierten Gesamtmaterials auf die Methoden

Aranei (PUNTSCHER, 1979), Coleoptera (DE ZORDO, 1979) und Diplopoda (MEYER, 1977) wurden im Rahmen von Dissertationen bearbeitet, Opiliones (BRAUN, 1976) und Hymenoptera (MÖST, 1976) als Magisterarbeiten.

Als Ergänzung zu Tab. 1 werden in Abb. 7 die Gruppenspektren aus Barberfallen, Saugfängen und Bodenproben gegenübergestellt. In den Aktivitätsfallen bilden Imagines der Diptera (47 %), Aranei (16.2 %), Coleoptera (11.3 %) und Hymenoptera (8.9 %) die Dominanzreihe. In den Saugfängen dominieren Thysanoptera (32.7 %) und Hemiptera (44.5 %). In den Bodenproben bilden Larven der Diptera (70.1 %) und Coleoptera (10.2 %) den wesentlichen Teil des Fanges.

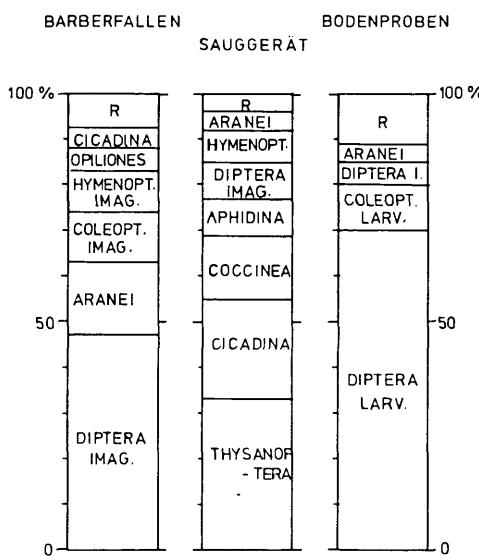


Abb. 7: Verteilung des Primärmaterials auf Barberfallen, Sauggerät und Bodenproben.

2.5. Biomassebestimmung

Die Zoomasse des Materials aus den Bodenproben und Saugfängen wurde gravimetrisch ermittelt. Das in 75%-igem Alkohol aufbewahrte Material wurde dazu auf ein feinmaschiges Sieb entleert, durch Absaugen von unten vom anhaftenden Alkohol befreit und auf einer Mettler-Analysenwaage gewogen. Die angegebenen Werte sind Alkoholfrischgewichte (FG) nach einer Konservierungszeit von ungefähr 12 Monaten. Eventuelle Gewichtsverluste wurden nicht korrigiert. Zur Ermittlung des Trockengewichts wurden von den angegebenen Taxa jeweils 5 Parallelproben getrocknet (80°C , 24 Stunden) und daraus die mittlere Trockenmasse errechnet (vgl. auch MEYER, im Druck).

3. Barberfallenergebnisse

In drei Untersuchungsjahren (1975–1977) wurden aus den Barberfallen insgesamt 106 501 Individuen der Makrofauna aussortiert. Den Hauptanteil am Gesamtmaterial bilden dabei Diptera (47 %), Aranei (16.2 %), Coleoptera (11.3 %), Hymenoptera (8.9 %), Opiliones (5.2 %) und Cicadina (4.7 %). Wie bereits oben erwähnt, wurden Aranei und Coleoptera in Spezialarbeiten ausführlich analysiert (PUNTSCHER, 1979, DE ZORDO, 1979).

3.1. Gruppenspektren und Aktivitätsdichte

In Tab. 2 sind Zusammensetzung und Aktivitätsdichte der epigäischen Makrofauna von Mähwiesen (W, M), des Zirbenwaldes (Z), von Zwergstrauchheiden (T1, T2 und T3), der Flechtenheide (T4), von Geröllfluren (T5), Loiseleuriaheiden (T6) und hochalpinen Grasheiden (R, U, L) dargestellt (1960 m–3100 m).

Die Aktivitätsdichten sind in den einzelnen Standorten sehr verschieden. Es ist zu bemerken, daß abgesehen von der unterschiedlichen Besiedlungsdichte vor allem auch die uneinheitliche Raumstruktur von Mähwiesen, Zwergstrauchheiden und Grasheiden das Fangspektrum und die Fangzahlen wesentlich beeinflussen dürfte.

In den beiden Mähwiesen stellen Diptera, Coleoptera, Aranei, Opiliones, Cicadina und Hymenoptera zusammen 96 % des Fanges. In den restlichen 4 % sind 14 weitere Taxa vertreten. Diese Zusammensetzung entspricht im wesentlichen den Befunden von PERTERER & THALER (1976) auf einer Tiroler Mittelgebirgsweise (900 m). In den subalpinen Mähwiesen (W, M) sind jedoch Diptera mit absolut höheren Fangzahlen vertreten. Ebenso ist ihr Anteil am Gesamtfang höher.

Das Arthropodenspektrum des Zirbenwaldes (Z) und der untersten Transekttstufe (T1) ist nahezu identisch und von den Wiesen deutlich abgegrenzt. Vorherrschend sind Aranei.

Die Zwergstrauchstufe (T2) weicht in der Zusammensetzung von den benachbarten Standorten stark ab. Ein nur 1975 beobachtetes Massenauftreten von *Liogluta nitiduscula* SHARP. (Staphylinidae, DE ZORDO, 1979) verursachte eine Verschiebung der Gruppenzusammensetzung zugunsten der Coleoptera.

Die Transekttstufe T3 stellt vegetationsmäßig einen Übergangsbereich zwischen Zwergstrauch- und Flechtenheide dar. Der hohe Anteil von Spinnen und Diplopoden entspricht den Verhältnissen in der Zwergstrauchheide. Die zunehmende Anzahl von Diptera mag typisch für die offenen, windausgesetzten Flechten- und Grasheiden sein.

Die nach der Vegetation nuancierenden Stationen T4 (Flechtengesellschaften), T5 (von Schuttrinnen aufgelöstes Curvuletum) und T6 (Windheide) gleichen sich im Gruppenspektrum: Diptera (60–70 %), Aranei (12–16 %), Hymenoptera (4–7 %) und Coleoptera (4–6 %).

Auffallend ist die unterschiedliche Besiedlung des flechtenreichen Curvuleums (U) und des Hygrocurvuleums (R): Im ersten sind die in R fehlenden Cicadina (9.5 %) stark vertreten, im letzteren fällt der hohe Anteil von Hymenoptera (20 %) auf. An der

Tiergruppe	W	M	Z	T1	T2	T3	T4	T5	T6	R	L	U
	\bar{x}	%										
Gastropoda	11.4	1.6	11.5	1.3	6.3	2.1	1.9	0.7	3.9	0.6	0.6	0.2
Lumbicidae	6.9	1.0	5.9	0.7	0.3	0.1	1.7	0.7	1.1	0.2	1.3	0.5
Aranei	116.6	16.0	79.5	9.3	133.2	51.3	83.6	34.0	150.8	24.0	80.2	25.4
Opilioes	73.4	10.0	88.5	10.4	14.8	5.0	19.4	8.0	48.7	8.0	40.8	12.9
Pseudoscorpiones											13.1	3.5
Chilopoda	0.6	0.1	0.9	0.1	4.6	1.5	3.3	1.3	7.2	1.1	2.3	0.7
Diplopoda	1.5	0.2	3.3	0.4	8.5	2.8	21.2	9.0	25.5	4.0	22.6	7.0
Saltatoria	0.3	0.1	0.3	0.1	1.8	0.6	1.9	0.3	1.0	0.3	1.1	0.3
Thysanoptera	0.1	0.1	1.1	0.2	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1
Heteroptera	0.3	0.1	0.6	0.1	0.2	0.1	0.9	0.4	0.4	0.1	0.1	0.1
Cicadina	47.6	7.0	96.8	11.3	1.0	0.3	0.7	0.3	1.3	0.2	3.7	1.2
Coccina	2.7	0.4	0.7	0.2	1.0	0.4	0.7	0.2	0.1	0.2	0.1	0.1
Aphidoidea	1.5	0.2	2.1	0.3	0.3	0.1	0.3	0.1	0.1	0.2	0.4	0.2
Coleoptera Imag.	135.9	19.0	155.0	18.2	32.5	10.8	38.9	16.0	211.8	34.0	20.1	6.3
Coleoptera Larv.	27.3	4.0	43.0	5.0	4.2	1.4	6.3	3.0	7.2	1.0	3.2	1.0
Neuroptera											2.7	0.7
Mecoptera	0.1	0.1	2.9	0.3	0.2	0.1	1.4	0.6	0.4	0.1	0.1	1.0
Trichoptera	0.2	0.1	0.1	0.1	0.2	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1
Lepidopt. Imag.	0.1	0.1	0.1	0.1	0.2	0.1	0.9	0.2	0.4	0.1	1.9	0.5
Lepidopt. Larv.	0.9	0.1	0.8	0.1	0.1	0.1	0.4	0.2	0.4	0.1	1.0	0.3
Diptera Imag.	252.3	36.0	325.1	38.1	60.8	20.4	43.5	17.0	135.9	22.0	103.1	32.7
Diptera Larv.	4.5	1.0	1.9	0.2	1.9	0.6	0.6	0.2	1.7	0.3	6.5	2.0
Hymenopt. Imag.	23.9	3.0	32.3	3.8	9.6	3.2	23.2	9.0	28.0	4.0	20.9	6.6
Hymenopt. Larv.	0.4	0.1	1.7	0.2	0.9	0.1	0.9	0.1	7.2	2.2	2.1	0.6
Plecoptera											0.3	0.1
Summe	708	854	302	248	629	315	382	262	263	864	186	387

Tab. 2: Aktivitätsdichte (\bar{x}) und Zusammensetzung (%) der Barberfallenfänge an 12 untersuchten Standorten. Angegeben ist die mittlere Fangzahl pro Falle während der Aperzeit 1975 (in U; 1977), Fangrate: W 171, M 129 (Beginn: 07–09), Z – T4 132, T5 T6 116, R 100, L 84, U 119. Vgl. auch JANETSCHKE et al. (1977).

oberen Grenze der hochalpinen Grasheide (L) dominieren Diptera (54 %) und Aranei (28.8 %).

Das Spektrum in den Barberfallen wird von den Mähwiesen bis zur höchsten Grasheide zunehmend einförmiger und das Dominanzgefälle steiler. Die allgemein vorherrschenden Diptera werden nur im Zirbenwald und in der Zwerstrauchheide von den Aranei bzw. Coleoptera übertrroffen. Zusammen mit Opiliones, Hymenoptera und Cicadina bilden diese sechs Gruppen bis zum Übergang in die Grasheide den wesentlichen Anteil des Fallenfanges. In der hochalpinen Grasheide treten besonders Opiliones und teilweise (R) auch Cicadina völlig zurück.

3.2. Dominanzverschiebungen

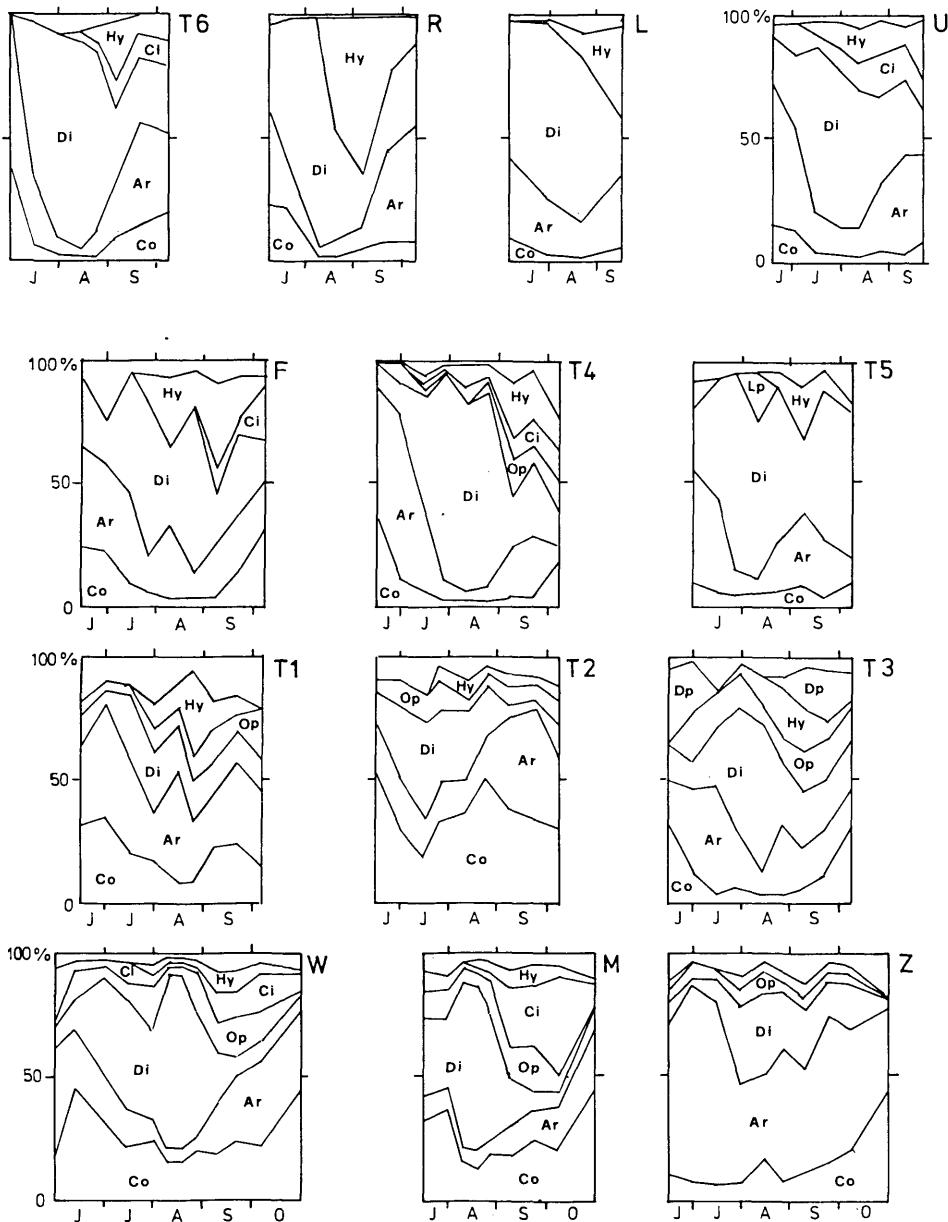
Die in den Fallen dominierenden Ordnungen (Diptera, Aranei, Coleoptera, Opiliones, Hymenoptera und Cicadina) verursachen an allen Standorten ausgeprägte Aspektwechsel im Verlauf einer Vegetationsperiode (Abb. 8).

Der Beginn der Aperzeit ist überall durch hohe Anteile von Coleoptera und Aranei gekennzeichnet. Zur Mitte der Vegetationsperiode beherrschen Diptera die Szene. Die größte Diversität wird im September erreicht: Aranei, Coleoptera, Hymenoptera, Diptera, Cicadina und Opiliones sind mit gleichen Anteilen vertreten. Bei einer Verkürzung der Aperzeit in den höher gelegenen Standorten wird unter Beibehaltung der Aspektfolge nur die Dauer des Auftretens entsprechend eingeengt.

3.3. Die erfaßten Taxa

Diptera

Diptera sind in den Standorten mit Anteilen von 17 – 71 % vertreten. Die Wirksamkeit der Bodenfallen für diese Tiergruppe wurde auch von anderen Autoren (PERTERER u. THALER, 1976, HAGVAR et al., 1978) aufgezeigt. Wie groß der tatsächliche Anteil der Diptera innerhalb der epigäischen Makrofauna ist, kann mit dieser Relativmethode nicht beurteilt werden. In hohen Fangzahlen traten Diptera besonders an windausgesetzten Standorten (T4 - T6, R, L, U) auf. Das Dach über der Falle, unter dem Diptera Schutz vor dem Wind suchen, scheint eine Ursache für dieses Phänomen zu sein. Nach Untersuchungen von TROGER (1978) ist die Schlüpfabundanz der Diptera in den Mähwiesen und Grasheiden nicht sehr unterschiedlich. Die Fallenaktivität ist in der Grasheide teilweise aber beträchtlich höher. Die jahreszeitliche Rhythmus wird jedoch von Schlüpftrichtern und Barberfallen gleichlaufend registriert: Nach einem ziemlich steilen Anstieg bleibt die Aktivität im Juli und August gleichmäßig hoch, um Anfang September ebenso plötzlich wieder abzufallen. In der Grasheide wird diese eingipflige Aktivitätskurve auf einen engeren Zeitraum zusammengedrängt mit einem Maximum im August.



Ar ARANEI

Ci CICADINA

Co COLEOPTERA

Di DIPTERA

Dp DIPLOPODA

Hy HYMENOPTERA

Lp LEPIDOPTERA

Op

Abb. 8: Dominanzwechsel der Gruppen während der Vegetationsperiode in den Standorten W, M, Z, T1, T2, T3, F, T4, T5, T6, R, L und U. Ordinate Dominanzprozente, Abszisse: Fallenperioden.

Im Hygrocurvuletum (R) bilden Larven der Tipulidae in den Barberfallen einen stark ausgebildeten Aspekt kurz nach der Schneeschmelze (20 % des Spektrums). Möglicherweise sind das Individuen des letzten Larvenstadiums, die kurz vor der Verpuppung nochmals eine sehr ausgeprägte Oberflächenaktivität entwickeln, eventuell begünstigt durch die Schmelzwasserstaunässe. Das Flugaktivitätsmaximum der Imagines liegt Ende Juli/Anfang August, also ca drei Wochen nach diesen "Massenwanderungen" (Malaisefalle, STOCKNER, mündl.). In den Schlüpfrichtern wurden Tipulidae nicht adäquat erfaßt, dementsprechend war das Schlüpfmaximum Mitte August nur schwach ausgebildet (TROGER, 1978).

Aus dem Fallenspektrum scheint auch der Fang von 66 Individuen der Gattung *Chionea* erwähnenswert. Nur 1 Individuum stammt aus der Grasheide (R), alle anderen wurden in der intra- und extrasilvatischen Zergstrauchheide (T1, T2 und Z) gefangen. Zeitlich traten diese Schneefliegen in den letzten zwei Fangperioden vor dem Wintereinbruch auf (Ende September bis Mitte November). Die mittlere Lufttemperatur betrug in diesen Perioden +4.9° C bzw. +2.4° C (Abb. 4).

Coleoptera und *Aranei*

Die beiden Gruppen sind die bedeutendsten epigäisch aktiven Arthropoden. Coleoptera erreichen an den verschiedenen Standorten Anteile von 3.3–34.0 %, Aranei 9.3–51.3 %. Nur in den Mähwiesen liegen Coleoptera vor den Aranei. In der Zergstrauch- und Grasheide werden die Käfer von den Spinnen zum Teil deutlich übertroffen. Anders scheinen die Verhältnisse in skandinavischen Grasheiden zu sein, wo fast durchwegs Coleoptera die vorherrschenden epigäischen Arthropoden sind (KOPONEN u. OJALA, 1975, HAGVAR et al., 1978). An dieser Stelle sei nochmals auf die in Spezialarbeiten analysierten Barberfallen ausbeuten von Coleoptera (DE ZORDO, 1979) und Aranei (PUNTSCHER, 1979) verwiesen.

Opiliones

Die Anteile der Webergnchte am Gesamtmaterial sind nur in den Wiesen und in der Zergstrauchheide bedeutsam (3.5.–12.9 %). Das fast völlige Fehlen in der hochalpinen Grasheide (< 0.9 %) entspricht nicht dem Verhalten von *Mitopus morio* in Norwegen. Dort trat dieser Webergncht vom Gletscherrand bis in die reife Grasheide mit höheren Aktivitätsdichten als Aranei und Coleoptera auf (HAGVAR et al., 1978).

Nach BRAUN (unveröff. Magisterarbeit, 1976) gehören 95 % der Opilioniden aus dem Barberfallenmaterial der Art *Mitopus morio* (FABRICIUS) an. Den Rest bilden die Arten *Platybunus bucephalus* (C.L. KOCH), *Mitostoma chrysomelas* (HERMANN) und *Strandibunus glacialis* (HEER). Die Aktivitätsdichte von *M. morio* ist auf den Mähwiesen (W, M) am größten und nimmt auf den hochgelegenen Flächen (T1–T4) stark ab. *P. bucephalus* weist die relativ höchste Aktivitätsdichte auf der Wiese M und auf der Zergstrauchheide T2 auf. *M. chrysomelas* in T1. Jungtiere von *M. morio* sind vom Beginn der Vegetationsperiode bis Anfang September anzutreffen. Eine Aktivitätsspitze wurde Anfang August ausgebildet. Adulte Tiere treten von Anfang August bis zum Win-

tereinbruch auf und erreichen Ende September das Aktivitätsmaximum. Dies entspricht der bekannten Phänologie und dem einjährigen Lebenszyklus von *M. morio* (STIPPERGER, 1928, SLAGSVOLD, 1976).

Hymenoptera

Hymenoptera sind in allen Gebieten mit zum Teil bedeutenden Anteilen am Gruppenspektrum beteiligt (3.0–20.4 %). Hervorzuheben sind die hohen Fangzahlen in der Grasheide (Tab. 2). Die Aktivitätsspitze ist in allen Gebieten einheitlich im September. Wie bei den Diptera wird dieses Aktivitätsmuster durch Schlüpftrichterfänge eindrucksvoll bestätigt (TROGER, 1978). Die Ausbeuten sind fast ausschließlich parasitische Kleinhymenoptera (MÖST, unveröff. Magisterarbeit, 1976). Es dominieren Ichneumonidae (63.9 %), Diapriidae (16.9 %), Ceraphrontidae (9 %) und Chalcidoidea (4.1 %). Die Anteile der Familien wechseln in den untersuchten Standorten sehr stark: In den Mähwiesen (W, M) überwiegen Ceraphrontidae, Ichneumonidae und Diapriidae, in den Zergstrauchgesellschaften (Z, T1, T2) Diapriidae und Ceraphrontidae, in den flechtenreichen Gesellschaften (T3, T4) Chalcidoidea, Diapriidae und Ichneumonidae und in der hochalpinen Grasheide (R, L) sehr stark Ichneumonidae und weniger bedeutend sind Diapriidae. Diese parasitischen Kleinhymenoptera dürften noch mehr als Diptera zum bodennahen Spektrum gehören. PERTERER u. THALER (1976) konnten mit stratifizierenden Fangschalen zeigen, daß sich apocrite Hymenoptera in den untersten Fangschalen (10 cm Höhe) am häufigsten fingen.

Cicadina

Zikaden treten in den Aktivitätsfallen besonders in den Wiesen (W: 7.0 %, M: 11.3 %), in der Flechtenheide (T3: 1.2 %, T4: 3.6 %), in der Windheide (T6: 3.6 %) und besonders im flechtenreichen Curvuletum (U: 9.5 %) auf. Nach LEISING (1977) ist mit zunehmender Seehöhe ein Trend zur Abnahme der Stetigkeit der Zikadenvorkommen festzustellen. Dabei spielen besonders mikroklimatische Faktoren und die Zusammensetzung der Vegetationsdecke eine Rolle. Diese Koloniebildungen spiegeln sich anscheinend in den Fallenfängen wider. Zur Erfassung des Gesamtspektrums der Zikaden eines Gebietes eignen sich Bodenfallen nach EMMRICH (1969, teste LEISING, 1977) nur wenig. In den Mähwiesen bildeten die Zikaden Anfang Juli und Mitte September zwei deutliche Aktivitätsgipfel aus. In der hochalpinen Grasheide konnte nur ein Aktivitätsmaximum im August, zur Mitte der Vegetationsperiode, registriert werden.

Diplopoda

Für Diplopoden scheinen Aktivitätsfallen nur an Standorten mit einer gewissen Streulage wirksam zu sein. In den Mähwiesen ist die Aktivitätsdichte sehr gering, in der hochalpinen Grasheide wurden überhaupt keine gefangen. Die bevorzugten Aufenthaltsorte sind in den offenen Grasheiden die Randzonen der Steine, die die Diplopoden nur selten verlassen. Umso bemerkenswerter sind die relativ hohen Fangzahlen von *Trimerophorella nivicomes* VERHOEFF in dem von Geröll durchbrochenen flechten-

reichen Curvuletum (T5). Artenspektrum, Ökologie und Biologie der Diplopoden des Gebietes wurden im Rahmen einer Dissertation bearbeitet (MEYER, 1977).

Lumbricidae

Als Mitfang wurden auch Lumbricidae aus den Barberfallen ausgewertet (KÜBEL-BÖCK, 1979). Die Fänge scheinen dabei nicht zufällig zu sein, sondern ein bestimmtes Aktivitätsmuster widerzuspiegeln. In der Mähwiese fällt das Abundanzmaximum mit der Zeit der höchsten Oberflächenaktivität zusammen. In den Barberfallen wurden überdies alle mit der Formalin-Gießmethode gewonnenen Arten nachgewiesen. Am höchsten ist die Aktivität der Förmawürmer *Dendrobaena octaedra* (SAVIGNY), *D. rubida* (SAVIGNY) und *Lumbricus rubellus* (HOFFMEISTER). Als Mineralerdewurm ist *Octolasium lacteum* (ÖRLEY) in überraschend hohen Zahlen an der Bodenoberfläche aktiv. Nach den Barberfallen war das höchste Lumbricidae-Vorkommen in 2500 m Seehöhe (T5).

Lepidoptera

In Barberfallen ausbeuten sind Lepidoptera bisher nur zufällig nachgewiesen worden (PERTERER u. THALER, 1976, HAGVAR et al., 1978). Bei unseren Untersuchungen waren jedoch Zygaenidae in der hochalpinen Grasheide (T5, T6 und U) besonders häufig (1.5–5.2 %) in den Fallen vertreten. Die Flugzeit für *Zygaena exulans* (REINER u. HOHENWARTH) liegt in Nordtirol je nach Höhenlage zwischen Anfang Juli und Ende August (TARMANN, 1975). Imagines dieser Art (det. K. Burmann) fingen sich in den Fallen zeitlich eng begrenzt vom 20.Juli bis 19.August. Mitte August waren die Falter besonders häufig.

Mecoptera

Zu den Schneelinsekten werden neben Chionea auch Vertreter der Gattung Boreus gezählt. Zwölf Individuen wurden von Mitte bis Ende September in der Zergstrauchheide (T1, T2) gefangen; zeitlich eindeutig früher als die nach STRÜBING (1958) an niedrigere Temperaturen angepaßte Chionea.

4. Abundanzstruktur nach Saugfängen

4.1. Zur Methode

Zur Bestimmung der absoluten Abundanzstruktur des Epigaions wurden verschiedenste Modifikationen von Saugapparaten entwickelt (SOUTHWOOD, 1978). Die Schwierigkeit liegt dabei in der quantitativen Erfassbarkeit der vagilen Bewohner der Bodenoberfläche und der Krautschicht über einem bestimmten Areal. Die Idee der von TURNBULL u. NICHOLLS (1966) entwickelten "Quick trap" besteht darin, ohne große Störung und möglichst schnell einen Netzkäfig auf das abzusaugende Areal zu setzen. Die Effizienz des nachfolgenden Absaugvorgangs wird unter anderem auch von der Höhe des Pflanzenbestandes beeinflußt. Nach KAURI et al. (1969) ist eine Optimierung durch mehrere Arbeitsschritte (erstes Absaugen, Vegetation entfernen und deren Behandlung im Labor und nochmaliges Absaugen) möglich (vgl. auch HENDERSON & WHITAKER (1977)).

Im Folgenden werden Ergebnisse aus der Mähwiese (M, Bestandeshöhe: 20–30 cm) und aus der hochalpinen Grasheide (U, Bestandeshöhe: 5–15 cm) dargestellt. Zur Ver vollständigung des Fangergebnisses wurde auf der abgesaugten Fläche auch noch eine Bodenprobe entnommen.

4.2. Repräsentanz der Taxa in den Fraktionen

Mähwiese (Tab. 3)

Die mit dem Sauggerät erfassbaren Taxa sind nicht in allen Fraktionen mit gleichen Anteilen vertreten. Cicadina wurden beim ersten Absaugen mit 72 % Effizienz erfaßt, der Anteil in der extrahierten Vegetation war unbedeutend, den Rest (27 %) erhielt man durch das zweite Absaugen. Aus der Bodenprobe wurden keine Zikaden extrahiert. Durch die alleinige Anwendung des Sauggerätes ließen sich in diesem Fall nur noch Opiliones, Psyllina und Brachycera vollständig erfassen. Aranei, Coleoptera, Hymenoptera und Nematocera wurden auch durch zweimaliges Absaugen nicht vollständig gewonnen, wie die Extraktion der Bodenprobe zeigte. Coccina und Thysanoptera wurden mit einem erheblichen Anteil durch die Hitzebehandlung der abgeschnittenen Vegetation gewonnen.

Hochalpine Grasheide (Tab. 4)

In den Curvuletten (U und R) wurde die untersuchte Fläche wegen der geringen Bestandeshöhe nur in einem Arbeitsschritt abgesaugt. Die in dem stellenweise bis zu 5 cm dicken Flechtenpolster zurückbleibenden Individuen wurden durch die Entnahme von Bodenproben zu erfassen versucht. Von den Krautschichtbewohnern wurden nur im flechtenreichen Curvuletum (U) Cicadina, Thysanoptera, Coleoptera, Hymenoptera und Brachycera mit dem Sauggerät zu 100 % erfaßt. Im Hygrocurvuletum (R) war dagegen die Effizienz des Absaugens für keine der angeführten Gruppen ausreichend. Der größere Anteil von Aranei, Coccina und Nematocera wurde in beiden Curvuletten erst durch die Entnahme von Bodenproben gewonnen.

Mähwiese (M) 7. Sept. 1977	Saugvorgang Ind./m ²				Summe Ind./m ²	Biomasse mgFG/m ²	Effizienz d. Saugvorgangs in %			
	Extraktion der Vegetation		Bodenprobe Ind./m ²							
	1. Absaugen	2. Absaugen								
Aranei	41.4 ± 9.8	—	26.0 ± 2.0	10.6 ± 10.6	78.0	28.9	86.4			
Opiliones	2.0 ± 1.2	—	—	—	2.0	82.2	100.0			
Thysanoptera	448.0 ± 96.0	88.0 ± 12.0	144.0 ± 36.0	131.0 ± 32.0	811.0	22.7	83.8			
Heteroptera	—	—	1.4 ± 1.4	49.4 ± 10.6	50.8	87.4	2.8			
Cicadina	314.0 ± 86.0	1.4 ± 0.6	122.0 ± 46.0	—	437.4	642.9	100.0			
Aphidina	186.0 ± 50.0	2.0 ± 1.2	58.0 ± 18.0	10.6 ± 10.6	256.6	71.8	95.9			
Psyllina	20.0 ± 18.0	2.0 ± 2.0	4.0 ± 4.0	—	26.0	28.6	100.0			
Coccina	50.0 ± 30.0	80.0 ± 78.0	48.0 ± 40.0	49.4 ± 49.4	227.4	122.8	78,3			
Coleoptera Imag.	20.0 ± 4.0	—	14.0 ± 5.0	10.6 ± 10.6	44.6	183.1	76,2			
Hymenoptera Imag.	80.0 ± 38.0	2.6 ± 0.6	40.8 ± 18.0	70.5 ± 35.3	193.1	37.5	63.5			
Nematocera Imag.	20.0 ± 12.0	2.0 ± 1.2	1.4 ± 0.8	49.4 ± 14.1	72.8	37.8	32.1			
Brachycera Imag.	18.0 ± 8.0	0.8 ± 0.8	2.8 ± 1.8	—	21.6	30.2	100.0			
Holometab. Larv.	24.0 ± 14.0	8.0 ± 2.0	52.0 ± 16.0	(225.7 ± 70.5)	84.0	290.7	27.1			
n	3	3	3	3						

Tab. 3: Abundanz (Ind./m²) und Biomasse (mgFG/m² der epigäisch-atmobionten Makrofauna in der Mähwiese (M, 1960 m) am 7. Sept. 1977, ermittelt durch zweimaliges Absaugen und Extraktion der Vegetation und der Bodenprobe in einem Kempson-Apparat.

4.3. Gruppenspektrum und Gesamtabundanz

Insgesamt ergaben die Saugfänge 6022 Individuen. Es herrschen Thysanoptera (32.7 %), Cicadina (22.3 %) und Coccina (13.9 %) vor. Zum Gruppenspektrum gehören weiters Aphidina (8.3 %), Diptera (7.8 %), Hymenoptera (6.6 %) und Aranei (4.2 %).

Mähwiese (Tab. 3)

In der Individuenabundanz der epigäisch-atmobionten Fauna der Mähwiese folgen in der Reihe zuerst die saftsaugenden Gruppen: Thysanoptera (35.2 %), Cicadina (18.9 %), Coccina (9.9 %) und Aphidina (11.1 %). Bedeutsam sind weiters in der Krautschicht lebende phytophage Larven (3.6 %). Die epigäischen Räuber (Aranei 3.4 %, Coleoptera 1.9 % und Opiliones < 1 %) bleiben zahlenmäßig weit zurück. Bei Berücksichtigung der gleichen Tiergruppen ergaben quantifizierend ausgeführte Kescherfänge in einer ostthüringischen Glatthaferwiese (Dauco-Arrhenatheretum, 400 m) eine fast identische Struktur (Zikaden, Diptera, Heteroptera, Coleoptera, Spinnen und Saltatoria) (MÜLLER et al., 1978).

Flechtenreiches Curvuletum (U) (Tab. 4)

Im flechtenreichen Curvuletum treten Coccina (58.9 %) stark hervor, die übrigen saftsaugenden Gruppen Cicadina (8.4 %) und insbesondere Thysanoptera (< 1 %) sind mit geringen Anteilen vertreten. Das epigäische Spektrum wird hier durch Diptera, Hymenoptera und Aranei ergänzt.

Hygrocurvuletum (R) (Tab. 4)

Im Hygrocurvuletum sind Vertreter der bodennahen Flugfauna vorherrschend: Nematocera (37.7 %) und Brachycera (11.7 %). Coccina sind mit einem Anteil von 30 % repräsentiert, Thysanoptera wiederum mit < 1 %, Cicadina fehlen ganz.

Die Zusammensetzung der mit der gleichen Methode untersuchten Invertebratenstruktur von subalpinen Standorten Skandinaviens (SOLHÖY, 1972) stimmt bemerkenswert gut mit den Ergebnissen aus den Mähwiesen überein, wo Pflanzensauber mit insgesamt 75 % vorherrschen. In der um mehr als die Hälfte niedrigeren Vegetation (< 15 cm) der Curvuleten treten die Pflanzensauber anteilmäßig zurück (U: 67.3 %, R: 30.0 %). Erstaunlich hoch wird hier der Anteil der bodennahen Flugfauna (R: 49.4 %). Vegetationsbewohnende Larven konnten in den Curvuleten nicht mehr erfaßt werden.

	Curvuletum, Hohe Mut (U, 2600 m) 26. August 1977					Hygrocurvuletum, Roßkar (2650 m), 4. August 1977				
	Absaugen	Bodenprobe	Summe Ind./m ²	mgFG pro m ²	Effiz. d. Abs. in %	Absaugen	Bodenprobe	Summe Ind./m ²	mgFG pro m ²	Effizienz d. Absaug. in %
Aranei	8.7 ± 4.8	35.0	43.7	24.2	19.5	28.7	49.0	77.7	42.9	36.9
Thysanoptera	4.7 ± 1.8	—	4.7	0.1	100.0	—	28.1	28.1	0.8	0
Cicadina	51.7 ± 22.6	—	51.7	41.3	100.0	—	—	—	—	—
Aphidina	—	—	—	—	—	0.7	—	0.7	0.3	100.0
Coccina	44.0 ± 14.2	317.0	361.0	50.9	12.2	56.0	141.6	197.5	27.6	28.4
Coleoptera Imag.	2.0 ± 1.2	—	2.0	26.1	100.0	—	—	—	—	—
Hymenoptera Imag.	32.7 ± 2.9	—	32.7	10.8	100.0	9.3	14.2	23.5	7.5	39.1
Nematocera Imag.	4.7 ± 1.8	71.1	75.8	41.0	6.2	50.0	198.2	248.2	128.9	20.1
Brachycera Imag.	34.7 ± 25.4	—	34.7	44.1	100.0	6.0	70.8	76.8	106.4	7.8
Holomet. Larv.	6.7 ± 3.3 (71.1)	—	6.7	445.7	8.6	5.3 (502.7)	—	5.8	2897.1	1.0

Tab. 4: Abundanz (Ind./m²) und Biomasse (mgFG/m²) der epigäisch-atmobilonten Makrofauna in den Curvuleten (R, 2650 m, 4. Aug. und U, 2600 m, 26. Aug. 1977), ermittelt durch einmaliges Absaugen und Extraktion einer Bodenprobe in einem Kempson-Apparat.

4.4. Biomasse (Tab. 3 und 4)

Die Biomasse der epigäisch-atmobilonten Wirbellosen ist im Vergleich zur übrigen Avertebratenmasse im Boden (vgl. Abschn. 6) sehr beträchtlich. Massenmäßig am bedeutendsten sind in der Mähwiese Cicadina (38.6 %), phytophage Larven (17.4 %), Coleoptera (11.0 %) und überraschenderweise auch Coccina (7.4 %). Im flechtenreichen Curvuletum herrschen ebenfalls noch Cicadina und Coccina vor. Im Hygocurvuletum überwiegt bei weitem die Masse der bodennahen Diptera.

5. Analyse der Bodenproben

Die Abschätzung der Abundanz der gesamten Bodenmakrofauna verursacht besonders methodische Schwierigkeiten. Sowohl händisches Aussuchen, wie mechanische als auch dynamische Extraktionsmethoden sind für diverse Bodentiere unterschiedlich gut geeignet. Die gebräuchlichen Extraktionsmethoden sind entsprechend vielfältig. Zum Zwecke der besseren Vergleichbarkeit der Ergebnisse ist eine Standardisierung der Methoden notwendig. Dies zeigte sich besonders im Rahmen der IBP-Studien (PHILLIPSON, 1971).

In Skandinavien wurden zur Untersuchung der Bodenfauna fast ausschließlich Tullgren-Trichter mit Beheizung verwendet (HUHTA u. KOSKENNIEMI 1975, SOLHÖY, 1972, PERSSON u. LOHM, 1977). Die deutsche IBP-Gruppe (Solling-Projekt) bevorzugte zur Untersuchung des Buchenwaldbodens den Kempson-Schalen-Apparat (WEIDEMANN, 1971). Als besonders vorteilhaft erweist sich beim Kempson-Apparat, daß die Feuchtigkeit während des Extraktionsvorgangs unterhalb der Probe erhalten bleibt. Außerdem wird durch die direkt an die Probeneinsätze anschließenden Auffangschalen verhindert, daß weichhäutige Tiere an den bei anderen Apparaten gebräuchlichen Trichterwänden kleben bleiben (SOUTHWOOD, 1978).

Die Abundanz von Avertebraten in alpinen Böden wurde bisher durch Handauslese, Aufschlemmen bzw. Behandlung mit Winkler-Automaten oder Berlese-Apparaten untersucht (JANETSCHEK, 1949, FRANZ, 1950). Bei der im folgenden dargestellten Analyse der Bodenmakrofauna wurde ein Kempson-Apparat verwendet.

Im gesamten aussortierten Tiermaterial dominieren Larven der Diptera (70.1 %) und Coleoptera (10.2 %). Weitere Gruppen sind Imagines der Diptera (5.3 %) und Aranei (4.2 %) (vgl. auch Abb. 7).

5.1. Abundanz

In den Tabellen 5, 6 und 7 werden Abundanzen der Bodenfauna in einer Mähwiese (M), einer Flechtenheide (F) und der hochalpinen Grasheide (U) angegeben. Der Gesamtbesatz an Makroinvertebraten ist in der Mähwiese dreimal größer als in der hochalpinen Grasheide (2094 Ind./m² bzw. 696 Ind./m²) und sogar fünfmal größer als in der Flechtenheide (351 Ind./m²). Nach der Individuendominanz sind mit geringen Verschiebungen die Larven von Nematocera 40–57.7 %), der Brachycera (5.9–13.9 %) und der Coleoptera (9.2–19.3 %) vorherrschend. Aranei erreichen Anteile von 4.1–8.8 %. Zu diesem Spektrum treten im Mähwiesenboden noch Lumbricidae (3.2 %) und imaginale Nematocera (3.2 %), in der Flechtenheide imaginale Coleoptera (4.4 %) und Nematocera (4.5 %), in der hochalpinen Grasheide besonders imaginale Nematocera (12.7 %) und Larven der Lepidoptera (15.6 %).

Mähwiese (M), 1960 m Ind./m ² ± S. E.	12. Juni	19. Juli	14. August	12. Okt. 1978	Mittel	%
Lumbricidae	80.2 ± 66.6	85.0 ± 32.7	56.6 ± 29.5	47.2 ± 25.1	67.3	3.2
Aranei	75.5 ± 54.5	141.6 ± 79.3	80.2 ± 18.9	42.6 ± 21.7	85.0	4.1
Opiliones	9.4 ± 9.4	9.9 ± 9.9	—	—	4.8	0.2
Chilopoda	151.0 ± 151.0	—	28.3 ± 21.6	—	44.8	2.1
Coleoptera Larv.	250.2 ± 74.2	169.9 ± 24.5	283.2 ± 92.9	122.7 ± 37.5	206.5	9.9
Coleoptera Imag.	33.0 ± 9.4	66.1 ± 21.2	99.1 ± 8.2	37.9 ± 4.7	59.0	2.8
Hymenoptera Imag.	51.9 ± 17.0	23.6 ± 17.0	14.2 ± 0	23.7 ± 17.1	28.4	1.4
Nematobera Larv.	188.8 ± 53.6	420.1 ± 33.0	2010.7 ± 555.2	2213.7 ± 1323.6	1208.3	57.7
Brachycera Larv.	94.4 ± 28.7	434.2 ± 54.4	184.1 ± 63.9	198.2 ± 45.5	227.7	10.9
Nematobera Imag.	61.4 ± 36.9	—	207.7 ± 193.7	—	67.3	3.2
Brachycera Imag.	37.8 ± 9.4	—	—	—	9.5	0.5
Diptera Pupae	—	—	33.0 ± 26.3	—	8.3	0.4
Lepidoptera Larv.	—	—	113.3 ± 113.3	4.7 ± 4.7	29.5	1.4
Summe	1033.6	1416.5	3110.4	2818.1	2094.1	100.0
n	3	3	3	3		

Tab. 5: Abundanz (Ind./m²) der Bodenmakrofauna in der Mähwiese (M, 1960 m) in vier Probenserien (Juni – Oktober 1978) und im Jahresmittel.

Flechtenheide (F), 2340 m Ind./m ² ± S. E.	12. Juni	14. August	12. Okt. 1978	Mittel	%
Aranei	—	37.8 ± 31.0	47.3 ± 12.5	28.4	8.1
Coleoptera Larv.	9.4 ± 4.7	89.7 ± 23.6	103.8 ± 26.3	67.6	19.3
Coleoptera Imag.	—	37.8 ± 17.9	18.9 ± 12.5	18.9	5.4
Hymenoptera Imag.	—	—	4.7 ± 4.7	1.6	0.5
Lepidoptera Larv.	—	4.7 ± 4.7	4.7 ± 4.7	3.1	0.9
Nematobera Larv.	70.8 ± 29.5	179.4 ± 58.0	217.1 ± 90.4	155.8	44.4
Brachycera Larv.	37.8 ± 4.7	66.1 ± 30.9	42.5 ± 8.2	48.8	13.9
Diptera Pupae	14.2 ± 8.2	—	—	4.7	1.3
Nematobera Imag.	23.6 ± 4.7	23.6 ± 12.5	—	15.7	4.5
Brachycera Imag.	9.4 ± 9.4	9.4 ± 9.4	—	6.2	1.8
Summe	165.2	448.5	439.0	350.9	100.0
n	3	3	3		

Tab. 6: Abundanz (Ind./m²) der Bodenmakrofauna in der Flechtenheide (F, 2340 m) in drei Probenserien (Juli – Oktober 1978) und im Mittel.

Curvuletum, Hohe Mut (U), 2600 m

Ind./m ² ± S. E.	4. Juli	19. Juli	14. August	12. Okt. 1978	Mittel	%
Aranei	42.5 ± 14.2	66.1 ± 38.6	14.2 ± 14.2	123.1 ± 45.2	61.5	8.8
Coleoptera Larv.	9.4 ± 4.7	28.3 ± 8.2	132.9 ± 74.1	84.9 ± 49.7	63.9	9.2
Coleoptera Imag.	23.6 ± 4.7	9.4 ± 9.4	14.2 ± 8.2	28.4 ± 14.2	18.9	2.7
Hymenoptera Imag.	18.9 ± 12.5	9.4 ± 4.7	23.6 ± 9.4	37.9 ± 20.6	22.5	3.2
Lepidoptera Larv.	—	4.7 ± 4.7	4.7 ± 4.7	424.8 ± 383.1	108.6	15.6
Nematoocera Larv.	278.5 ± 59.1	349.3 ± 46.5	254.9 ± 86.1	231.3 ± 80.7	278.5	40.0
Brachycera Larv.	37.8 ± 12.5	42.5 ± 0	14.2 ± 0	70.8 ± 24.5	41.3	5.9
Diptera Pupae	—	37.8 ± 18.9	—	—	9.5	1.4
indet. Larv.	—	—	—	4.7 ± 4.7	1.2	0.2
Nematoocera Imag.	14.2 ± 14.2	174.6 ± 45.0	165.2 ± 45.0	—	88.5	12.7
Brachycera Imag.	—	4.7 ± 4.7	—	—	1.2	0.2
Summe	424.9	726.8	623.9	1006.0	695.6	100.0
n	3	3	3	3		

Tab. 7: Abundanz (Ind./m²) der Bodenmakrofauna im Curvuletum (U, 2600 m) in vier Probenserien (Juli – Oktober 1978) und im Mittel.

5.2. Massendominanz

Die Zoomasse der Makrofauna beträgt in der Mähwiese annähernd 10 g FG/m². In der Flechtenheide und im Curvuletum wird die Masse der Wirbellosen hauptsächlich durch das Verschwinden der Regenwürmer auf 1.3 g/m² reduziert (Tab. 8).

Nach der Massendominanz herrschen in der Mähwiese Lumbricidae (73 %) eindeutig vor. Larven von Lepidoptera, Diptera und Coleoptera sowie imaginal Coleoptera erreichen Massenanteile von je 2.7–7.1 %.

In der Flechtenheide erreichen Larven der Diptera (83 %) die größte Biomasse, Larven und Imagines der Coleoptera ergänzen das Massenspektrum.

In der Grasheide wird das Gros der Biomasse der Bodenfauna von Larven der Diptera (47 %) und Coleoptera (46 %) gebildet. Die größte Veränderung von der Tiergemeinschaft des Mähwiesenbodens zu jener in der hochalpinen Grasheide ist jedenfalls das Zurücktreten der Regenwürmer. An ihre Stelle treten insbesondere Larven der Diptera (Tipulidae, Tab. 11–13). Unterschiedlich hohe Massenanteile erreichen in der Flechten- und Grasheide auch Larven und Imagines der Coleoptera.

Durchschnittliche Biomasse	Mähwiese (M) 1960 m		Flechtenheide 2340 m (F)		Curvuletum 2600 m, Hohe Mut (U)	
	mgFG/m ²	%	mgFG/m ²	%	mgFG/m ²	%
Lumbricidae	6601.3	73.0	—	—	—	—
Aranei	39.2	0.4	26.0	2.0	17.6	1.4
Opiliones	44.0	0.5	—	—	—	—
Chilopoda	15.4	0.2	—	—	—	—
Coleoptera Larv.	241.4	2.7	77.4	6.0	574.6	46.1
Coleoptera Imag.	555.1	6.1	104.6	8.1	37.6	3.0
Hymenoptera Imag.	27.8	0.3	0.8	0.1	9.7	0.8
Lepidoptera Larv.	639.1	7.1	1.3	0.1	11.8	0.9
Nematocera Larv.	445.3	4.9	843.5	65.4	316.4	25.4
Brachycera Larv.	382.9	4.2	226.9	17.6	269.5	21.6
Diptera Pupae	4.1	+	3.8	0.3	10.0	0.8
Diptera indet. Larv.	29.0	0.3	—	—	0.7	+
Nematocera Imag.	6.4	0.1	1.2	0.1	8.6	0.7
Brachycera Imag.	16.4	0.2	3.9	0.3	2.6	0.2
Summe	9047.4	100.0	1289.4	100.0	1259.1	100.0
n	12		9		12	

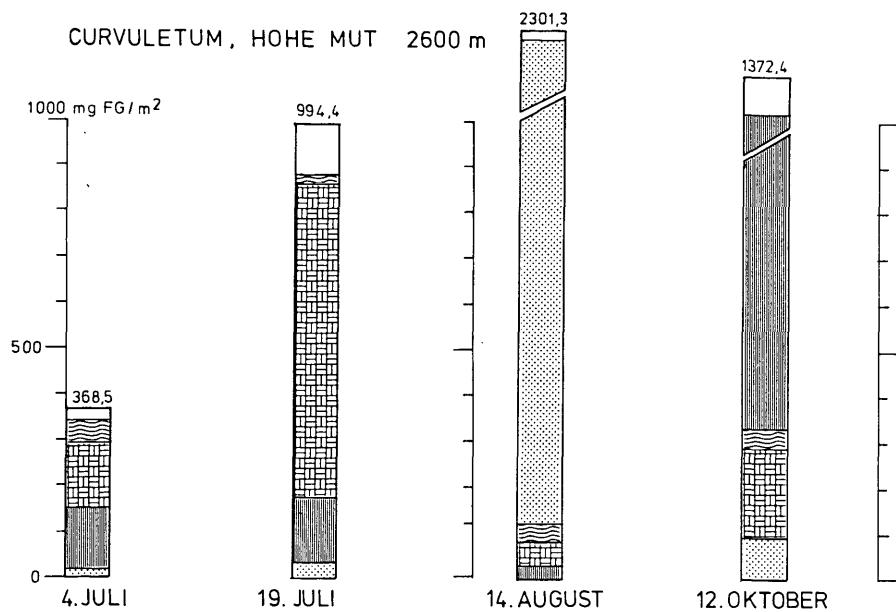
Tab. 8: Durchschnittliche Biomasse (mgFG/m²) der Bodenmakrofauna in der Mähwiese (1960 m), in der Flechtenheide (2340 m) und im Curvuletum (2600 m), Mittel aus den in den Tabellen 5–7 angegebenen Probenserien.

5.3. Aspekt- und Massenwechsel

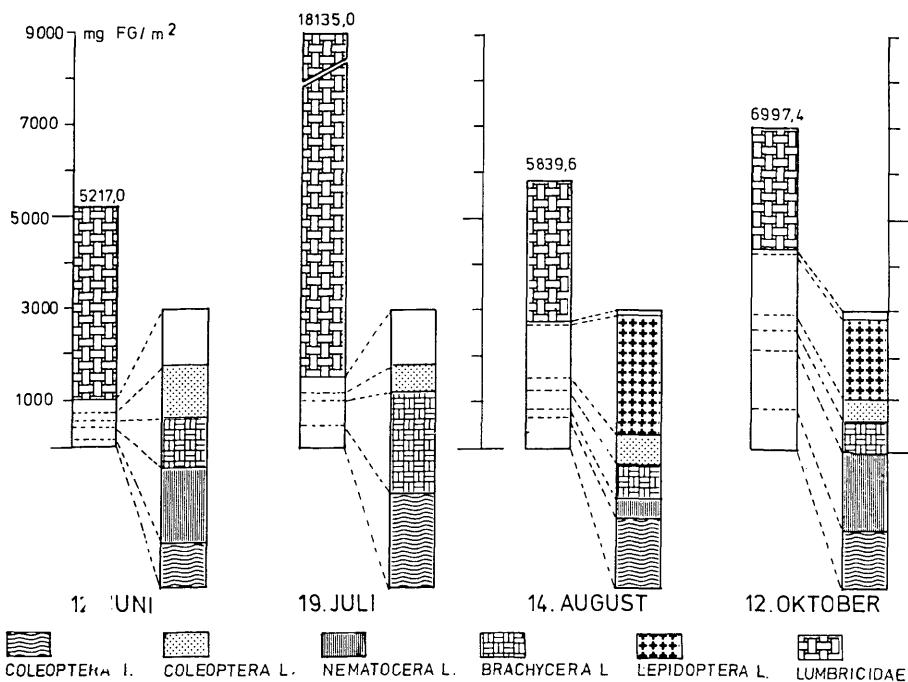
Nach den Ergebnissen aus den Aktivitätsfallen bilden die bewegungsaktiven Gruppen ausgeprägte Aktivitätsmuster und jahreszeitliche Aspektwechsel aus (vgl. Abschn. 3.2). Auch die Schlüpfabundanz der Insekten verläuft in einem zeitlichen Rhythmus (TROGER, 1978). Es ist also zu erwarten, daß auch die Abundanz und Biomasse der Bodenfauna eine Dynamik zeigt (Abb. 8).

Die geringste Abundanz zeigt sich in allen Gebieten im Juni. Bis August nimmt dann die Gesamtabundanz zu. Dieses Niveau bleibt anscheinend bis Oktober erhalten. Die Biomassenentwicklung verläuft ähnlich. Mit Ausnahme der Lumbricidae gipfelt der Massenwechsel der übrigen Bodenfauna in einem Maximum in der zweiten Hälfte der Vegetationsperiode.

CURVULETUM, HOHE MUT 2600 m



MÄHWIESE 1960 m



COLEOPTERA I. COLEOPTERA L. NEMATOCERA L. BRACHYCERA L. LEPIDOPTERA L. LUMBRICIDAE

Abb. 9: Massenwechsel (mgFG/m²) der Bodenfauna in der Mähwiese (1960 m) und im Curvuletum (2600 m) während der Vegetationsperiode 1978.

5.4. Die dominanten Taxa

Lumbricidae

Abundanz- und Massenwechsel der Lumbricidae des Untersuchungsraumes wurden von KÜBELBÖCK (1979) eingehend studiert. Die nach der Formalin-Gießmethode ermittelte Gesamtabundanz der Lumbricidae in der Mähwiese ist im Jahresmittel höher als die durch die Extraktion von Bodenproben erhaltene (135.7 Ind./m² bzw. 67.3 Ind./m²). Sowohl mit der Formalin-Methode als auch mit Bodenproben wurde übereinstimmend ein erstes Abundanzmaximum Ende Juli festgestellt, der zweite Abundanzgipfel am Ende der Vegetationsperiode ist in der Analyse der Bodenproben nicht erkennbar. Der Massenwechsel gipfelt nach beiden Methoden Ende Juli in einem Maximum, wobei auch hier wieder die absolute Biomasse nach den Bodenproben eine erhebliche Unterschätzung zu sein scheint. Mit den entnommenen Rasenriegeln werden ja auch nur die obersten 8 cm des Bodens erfaßt. Das aufgeschüttete Formol treibt auch tiefer sich aufhaltende Individuen an die Bodenoberfläche.

Aranei

In der Mähwiese entsprechen die Dichtewerte für Aranei weitgehend den Ergebnissen aus früheren Stichproben (PUNTSCHER, 1979). Gute Übereinstimmung besteht auch zu den aus den Saugfängen ermittelten Abundanzen, sodaß sich zumindest für Kleinspinnen mit beiden Methoden adäquate Angaben über ihre Besatzdichte und Biomasse ermitteln lassen.

Coleoptera (Tab. 9 und 10)

Sowohl nach der Aktivitätsdominanz (DE ZORDO, 1979) als auch nach absoluten Dichten herrschen in der Mähwiese Staphylinidae und Carabidae vor. Dies gilt auch für die Massendominanz. Allerdings macht sich bei den Curculionidae die umgekehrte Proportionalität von Individuen- und Massendominanz besonders deutlich bemerkbar, mit einer geringen Individuendichte scheinen sie Staphylinidae und sogar Carabidae massenmäßig zu übertreffen.

In der hochalpinen Grasheide treten zu den dominanten Staphylinidae noch Scarabaeidae. Die Biomasse der Scarabaeidae (Larven) macht dabei fast die Hälfte der gesamten Zoomasse aus (Tab. 8). In den Barberfallen war *Aphodius mixtus* VILLA (Scarabaeidae) die dominante Coleoptera-Art (DE ZORDO, 1980).

Nematocera (Tab. 11–13)

Larven der Nematocera erreichen in den untersuchten Standorten an der Gesamt-abundanz der Bodenfauna Anteile von 40 bis 60 %. Die dominanten Familien sind Sciaridae, Cecidomyiidae und Chironomidae. Trotz ihrer geringen Größe treten diese Familien auch massenmäßig hervor. Die größte Biomasse erreichen aber in allen Gebieten die Larven der Tipulidae.

Mähwiese (M), 1960 m	Ind./m ² ± S. E.				Abundanz Mittel	Biomasse Mittel mgFG/m ²
	12. Juni	19. Juli	14. August	12. Okt. 1978		
Coleoptera Larv.	250.2 ± 74.4	169.9 ± 24.5	283.2 ± 92.9	122.7 ± 37.5	206.5	241.4
Carabidae	4.7 ± 4.7	28.3 ± 28.3	47.2 ± 18.9	37.8 ± 17.0	29.5	80.9
Staphylinidae	212.4 ± 57.2	132.2 ± 12.5	236.0 ± 101.6	85.0 ± 37.5	166.4	143.6
Hydraenidae	9.4 ± 9.4	—	—	—	2.4	3.7
Chrysomelidae	18.9 ± 12.5	—	—	—	4.7	12.0
Byrrhidae	4.7 ± 4.7	9.4 ± 4.7	—	—	3.5	1.2
Coleoptera Imag.	33.0 ± 9.4	66.1 ± 21.2	99.1 ± 8.2	37.9 ± 4.7	59.0	555.1
Carabidae	4.7 ± 4.7	14.2 ± 8.2	14.2 ± 8.2	—	8.3	206.1
Staphylinidae	23.6 ± 4.7	28.3 ± 21.7	61.4 ± 9.5	9.4 ± 4.7	30.7	94.4
Hydraenidae	—	—	4.7 ± 4.7	9.4 ± 4.7	3.5	5.2
Hydrophilidae	4.7 ± 4.7	18.9 ± 18.9	9.4 ± 9.4	4.7 ± 4.7	9.4	9.2
Chrysomelidae	—	4.7 ± 4.7	—	4.7 ± 4.7	2.4	24.9
Curculionidae	—	—	4.7 ± 4.7	9.4 ± 4.7	3.5	214.6
Anobiidae	—	—	4.7 ± 4.7	—	1.2	0.1

Tab. 9: Coleoptera (Larven und Imagines): Abundanz (Ind./m²) und Biomasse (mgFG/m²) der Familien in vier Probenserien (Juni – Okt. 1978) in der Mähwiese (M, 1960 m).

Curvuletum, Hohe Mut (U), 2600 m	Ind./m ² ± S. E.				Abundanz Mittel	Biomasse Mittel mgFG/m ²
	12. Juni	19. Juli	14. August	12. Okt. 1978		
Coleoptera Larv.	9.4 ± 9.4	28.3 ± 8.2	132.9 ± 74.1	84.9 ± 49.7	63.9	594.6
Carabidae	—	—	—	4.7 ± 4.7	1.2	1.2
Staphylinidae	9.4 ± 4.7	14.2 ± 8.2	66.1 ± 38.6	80.2 ± 52.6	42.5	32.2
Hydraenidae	—	9.4 ± 9.4	—	—	2.4	6.7
Scarabaeidae	—	—	66.1 ± 36.9	—	16.5	533.8
Byrrhidae	—	4.7 ± 4.7	—	—	1.2	0.6
Coleoptera Imag.	23.6 ± 4.7	9.4 ± 9.4	14.2 ± 8.2	28.4 ± 14.2	18.9	37.6
Staphylinidae	23.6 ± 4.7	9.4 ± 9.4	9.4 ± 4.7	23.6 ± 12.5	16.5	32.7
Hydraenidae	—	—	4.7 ± 4.7	—	1.2	3.4
Anobiidae	—	—	—	4.7 ± 4.7	1.2	1.5
Flechtenheide 2340 m						
Coleoptera Larv.	9.4 ± 4.7	— — — —	89.7 ± 23.6	103.8 ± 26.3	67.6	77.4
Carabidae	—		4.7 ± 4.7	—	1.6	2.2
Staphylinidae	4.7 ± 4.7		51.9 ± 12.5	23.6 ± 23.6	26.7	12.4
Hydraenidae	4.7 ± 4.7		—	—	1.6	0.9
Scarabaeidae	—		9.4 ± 4.7	—	3.1	11.8
Cantharidae	—		14.2 ± 8.2	66.1 ± 38.6	26.8	35.4
Dasytidae	—		9.4 ± 4.7	14.2 ± 8.2	7.9	14.7
Coleoptera Imag.	—	— — — —	37.8 ± 17.9	18.9 ± 12.5	18.9	104.6

Tab. 10: Coleoptera (Larven und Imagines): Abundanz (Ind./m²) und Biomasse (mgFG/m²) der Familien in vier Probenserien (Juli – Okt. 1978) in der Flechtenheide (2340 m) und im Curvuletum (U, 2600 m).

Zwischen der Abundanz- und Massendynamik der Larven und der Schlüpfrhythmus (TROGER, 1978, SCHATZ W., 1979) scheinen sich Zusammenhänge herauslesen zu lassen: Sciaridae (Larven) zeigen ein eindeutiges Abundanz- und Massenmaximum im Oktober. Imagines schlüpfen vermehrt im Frühjahr kurz nach der Schneeschmelze. In der Malaisefalle erscheint Anfang Juli eine erhöhte Flugaktivität (STOCKNER, mündl.). Aus diesen Angaben könnte sich ein einjähriger Zyklus für das Gros der Arten ableiten lassen.

Mähwiese (M), 1960 m	Ind./m ² ± S. E.				Abundanz Mittel	Biomasse Mittel mgFG/m ²
	12. Juni	19. Juli	14. August	12. Okt. 1978		
Nematocera Larv.	188.8 ± 53.6	420.1 ± 33.0	2010.7 ± 555.1	2213.7 ± 1323.6	1208.3	445.3
Tipulidae	4.7 ± 4.7	9.4 ± 4.7	—	9.4 ± 4.7	5.9	249.8
Chironomidae	108.6 ± 17.0	179.4 ± 102.2	1137.5 ± 286.3	344.6 ± 173.5	442.5	53.1
Ceratopogonidae	18.9 ± 18.9	—	9.4 ± 9.4	—	7.1	3.3
Sciaridae	—	9.4 ± 9.4	335.1 ± 259.9	1670.9 ± 1370.3	503.9	119.5
Cecidomyiidae	56.6 ± 37.5	221.8 ± 74.2	528.6 ± 170.2	188.8 ± 47.9	249.0	19.9
Brachycera Larv.	94.4 ± 28.7	434.2 ± 54.4	184.1 ± 63.9	198.2 ± 45.5	227.7	382.9
Tabanidae	80.2 ± 33.0	297.4 ± 88.4	94.4 ± 41.1	85.0 ± 14.2	139.3	278.7
Rhagionidae	—	4.7 ± 4.7	—	—	1.2	3.5
Empididae	14.2 ± 8.2	94.4 ± 94.4	14.2 ± 8.2	42.5 ± 8.2	41.3	36.0
Phoridae	—	—	9.4 ± 9.4	—	2.4	3.2
Syrphidae	—	9.4 ± 4.7	9.4 ± 9.4	—	4.7	2.9
Muscidae	—	28.3 ± 8.2	56.6 ± 21.6	70.8 ± 43.3	38.9	58.7
indet. Larv.	—	66.1 ± 66.1	—	127.4 ± 63.9	48.4	29.0
Pupae	—	—	33.0 ± 26.3	—	8.3	4.1
Nematocera Imag.	61.4 ± 36.9	—	207.7 ± 193.7	—	67.3	6.4
Chironomidae	4.7 ± 4.7	—	—	—	1.2	0.1
Ceratopogonidae	4.7 ± 4.7	—	—	—	1.2	0.1
Sciaridae	28.3 ± 28.3	—	207.7 ± 193.7	—	59.0	5.9
Cecidomyiidae	23.6 ± 12.5	—	—	—	5.9	0.4
Brachycera Imag.	37.8 ± 9.4	—	—	—	9.5	16.4
Empididae	9.4 ± 4.7	—	—	—	2.4	3.1
Drosophilidae	4.7 ± 4.7	—	—	—	1.2	0.1
Muscidae	23.6 ± 9.4	—	—	—	5.9	13.2

Tab. 11: Diptera (Larven und Imagines): Abundanz (Ind./m²) und Biomasse (mgFG/m²) der Familien in vier Probenserien (Juni – Okt. 1978) in der Mähwiese (M, 1960 m).

Flechtenheide (F), 2340 m	12. Juni	Ind./m ² ± S. E.			Abundanz Mittel	Biomasse Mittel mgFG/m ²
		14. August	12. Okt. 1978			
Nematocera Larv.	70.8 ± 29.5	179.4 ± 58.0	217.1 ± 90.4		155.8	843.5
Tipulidae	—	14.2 ± 8.2	9.4 ± 4.7		7.9	812.9
Chironomidae	—	—	28.3 ± 28.3		9.4	1.1
Sciaridae	4.7 ± 4.7	—	136.9 ± 88.2		47.2	22.1
Cecidomyiidae	66.1 ± 26.3	165.2 ± 61.4	42.5 ± 14.2		91.3	7.3
Brachycera Larv.	37.8 ± 4.7	66.1 ± 30.9	42.5 ± 8.2		48.8	226.9
Therevidae	37.8 ± 4.7	14.2 ± 8.2	9.4 ± 4.7		20.5	185.2
Empididae	—	28.3 ± 16.4	9.4 ± 4.7		12.6	4.4
Syrphidae	—	—	9.4 ± 4.7		3.1	8.2
Muscidae	—	23.6	14.2 ± 8.2		12.6	29.1
Pupae	14.2 ± 8.2	—	—		4.7	3.8
Nematocera Imag.	23.6 ± 4.7	23.6 ± 12.5	—		15.7	1.2
Psychodidae	—	4.7 ± 4.7	—		1.6	
Ceratopogonidae	—	4.7 ± 4.7	—		1.6	
Sciaridae	23.6 ± 4.7	4.7 ± 4.7	—		9.4	1.0
Cecidomyiidae	—	9.4 ± 4.7	—		3.1	0.2
Brachycera Imag.	9.4 ± 9.4	9.4 ± 9.4	—		6.2	3.9
Phoridae	—	9.4 ± 9.4	—		3.1	0.9
Sphaeroceridae	9.4 ± 9.4	—	—		3.1	3.0

Tab. 12: Diptera (Larven und Imagines): Abundanz (Ind./m²) und Biomasse (mgFG/m²) der Familien in drei Probenserien (Juni – Okt. 1978) in der Flechtenheide (2340 m).

Brachycera

Innerhalb der Larven der Brachycera sind Tabanidae, Therevidae, Empididae und Muscidae die vorherrschenden Familien. Die saisonelle Dynamik ist sehr undeutlich. Die Familiendominanz in den Bodenproben und nach den Schlüpftrichtern stimmt bei den Brachycera nicht so gut überein wie bei den Nematocera.

Curvuletum, Hohe Mut (U), 2600 m		Ind./m ² ± S. E.				Abundanz Mittel	Biomasse Mittel mgFG/m ²
		12. Juni	19. Juli	14. August	12. Okt. 1978		
Nematocera Larv.		278.5 ± 59.1	349.3 ± 46.5	254.9 ± 86.1	231.3 ± 80.7	278.5	316.4
Tipulidae		9.4 ± 4.7	4.7 ± 4.7	—	9.4 ± 9.4	5.9	270.0
Chironomidae		—	9.4 ± 4.7	37.8 ± 37.8	14.2 ± 8.2	15.4	1.8
Sciaridae		37.8 ± 18.9	42.5 ± 21.6	18.9 ± 9.4	113.3 ± 37.5	53.1	28.2
Cecidomyiidae		231.3 ± 82.7	292.6 ± 33.0	198.2 ± 100.5	94.4 ± 45.0	204.1	16.4
Brachycera Larv.		37.8 ± 12.5	42.5 ± 0	14.2 ± 0	70.8 ± 24.5	41.3	269.5
Therevidae		—	33.0 ± 9.4	9.4 ± 4.7	4.7 ± 4.7	11.8	169.8
Empididae		14.2 ± 14.2	4.7 ± 4.7	4.7 ± 4.7	4.7 ± 4.7	7.1	1.4
Muscidae		23.6 ± 23.6	4.7 ± 4.7	—	61.4 ± 17.0	22.4	98.3
Pupae		—	37.8 ± 18.9	—	—	9.5	10.0
indet. Larv.		—	—	—	4.7 ± 4.7	1.2	0.7
Nematocera Imag.		14.2 ± 14.2	174.6 ± 45.0	165.2 ± 45.0	—	88.5	8.6
Sciaridae		—	132.2 ± 30.9	160.5 ± 40.3	—	73.2	7.9
Cecidomyiidae		14.2 ± 14.2	42.5 ± 14.2	4.7 ± 4.7	—	15.4	0.8
Brachycera Imag.		—	4.7 ± 4.7	—	—	1.2	2.6
Muscidae		—	4.7 ± 4.7	—	—	1.2	2.6

Tab. 13: Diptera (Larven und Imagines): Abundanz (Ind./m²) und Biomasse (mgFG/m²) der Familien in vier Probenserien (Juni – Okt. 1978) im Curvuletum (U, 2600 m).

6. Diskussion und Synthese

In den untersuchten Mähwiesen und hochalpinen Grasheiden stehen der tierischen Lebensgemeinschaft als dauernder Aktionsraum drei Straten zur Verfügung: das Bodeninnere, die Bodenoberfläche und eine Krautschicht. Wechselnde Anteile von Kryptogamen, Gräsern und Kräutern bestimmen die pflanzliche Bestandesstruktur, das Mikroklima und damit die Lebensbedingungen (CERNUSCA et al., 1978, CERNUSCA, 1977, GRABHERR et al., 1978). Auf Grund der unterschiedlichen Lebensgewohnheiten der Tiere sind zur Abschätzung der Besatzdichte mehrere und nach verschiedenen Prinzipien arbeitende Methoden notwendig. Eine alle Straten einschließende Abundanz- und Biomassenbestimmung verlangt also die Kombination der Ergebnisse aus den diversen Absolutmethoden. In diesem Fall konnte dieses nicht ohne Vorbehalt geschehen, da die Bodenfauna im Jahr 1978 und die epigäisch-atmobionte Fauna im Jahr vorher (1977) an anderen Terminen und mit geringerer Probenzahl analysiert wurde.

	Mähwiese (M), 1960 m		Curvuletum, Hohe Mut (U), 2600 m		Methode
	Ind./m ²	mgTG/m ²	Ind./m ²	mgTG/m ²	
Enchytraeidae	6372.4	430.4	518.5	11.6	KÜBELBÖCK, 1979 Naßtrichter
Lumbricidae	135.7	10793.1	—	—	KÜBELBÖCK, 1979 Formalin-Gießm.
Aranei	85.0	11.4	61.5	5.1	Bodenproben Kempson-Extr.
Opiliones	4.8	8.8	—	—	MEYER
Chilopoda	44.8	2.6	—	—	Mittelwert aus Veg.- Periode 1978
Coleoptera Larv.	206.5	36.2	63.9	86.2	Mähwiese: 12.6., 19.7., 14.8. u. 12.10.
Coleoptera Imag.	59.0	199.8	18.9	13.5	
Lepidoptera Larv.	29.5	63.9	108.6	1.2	Hohe Mut: 4.7., 19.7., 14.8. u. 12.10.
Nematocera Larv.	1208.3	48.9	278.5	38.4	
Brachycera Larv.	227.7	103.4	41.3	72.8	
Diptera Pupae	8.3	1.0	9.5	2.5	
Larv. indet.	48.4	5.8	1.2	0.1	
Nematocera Imag.	45.0	5.9	44.3	5.9	Sauggerät
Brachycera Imag.	33.0	9.4	15.3	4.4	Mittelwert
Hymenoptera Imag.	112.3	9.8	20.0	1.8	Mähwiese: 14.7., 20.7. u. 7.9.1977
Cicadina	329.7	122.1	41.7	8.5	
Aphidina	136.0	3.0	—	—	Hohe Mut: 25.7., 4.8. u. 26.8.1977
Coccina	225.5	16.7	361.0	6.9	
Thysanoptera	683.5	6.1	8.7	0.1	
Larv. indet.	21.6	0.6	—	—	
Summe	10017.0	11878.9	1592.9	259.0	

Tab. 14: Zusammenstellung der mit quantifizierenden Methoden gewonnenen Besatzdichten (Ind./m²) und Biomassen (mgTG/m²) der endo-und epigäischen Makrofauna der Mähwiese (M, 1960 m) und des Curvuletums (U, 2600 m).

In Tab. 14 werden die aus mehreren Methoden kombinierten Besatzdichten und Biomassen höherer Taxa der epi- und endogäischen Makrofauna zusammengestellt. Da in die errechneten Mittelwerte auch jahreszeitliche Aspekte mit eingegangen sind, können die Zahlen für das Untersuchungsjahr als standorttypisch gelten. Das Ausmaß der Standardfehler (S.E.) kann aus den vorangegangenen Tab. 3–13 abgelesen werden. Es wird wahrscheinlich auch bei Erhöhung der Probenzahl nur schwer möglich sein, die großen Fehler zu beseitigen, da das ausgeprägte Kleinrelief eine inhomogene Verteilung der Bodenfauna bewirkt. Das Ausaperungsmuster der Schneedecke beeinflußt wieder das Ausbreitungsmuster der epigäisch aktiven Arthropoden.

In den Mähwiesen und im Curvuletum sind Enchytraeidae und Nematocera (Larven) die individuenreichsten Tiergruppen des Bodeninneren. Auf der Bodenoberfläche erreichen Hemiptera und Thysanoptera (nur Mähwiesen) die größten Besatzdichten.

An der Zoomasse im Boden der Mähwiese haben Lumbricidae und Enchytraeidae den größten Anteil. Im Curvuletum stehen Larven von Diptera und Coleoptera massenmäßig an erster Stelle. In Abb. 10 und 11 wird versucht, über eine ökologisch motivierte Gliederung nach Strato-Zönosen und Trophie-Typen einen besseren Einblick in die Struktur der Makrofauna zu erlangen.

MÄHWIESE 1960 m

FLUGINSEKTEN: 25,1 (bodennah)	Diptera Imag.: 15,3 Hymenoptera Imag.: 9,8	Chrysomelidae L.: 1,8 Lepidoptera L.: 63,9 Chrysomelidae I.: 9,0 Cicadina: 122,1 Aphidina: 3,0 Coccina: 16,7 Thysanoptera: 6,1 Larv. indet.: 0,6
KRAUTSCHICHTBEWOHNER	HERBIVORE: 223,2	Aranei: 11,4 Opiliones: 8,8 Chilopoda: 2,6 Carabidae I.: 74,2 Staphylinidae I.: 34,2
EPIGAION	KARNIVORE: 131,2	
HYPOGAION	KARNIVORE: 120,0 mg TG/m ² HERBIVORE: 79,4 SAPROVORE: 11300,2	Staphylinidae L.: 21,5 Carabidae L.: 12,1 Tabanidae L.: 75,2 Rhagionidae L.: 0,9 Empididae L.: 9,7 Hydraenidae L.: 0,6
	Enchytraeidae: 430,4 Lumbricidae: 10795,1 Hydrophilidae I.: 3,3 Tipulidae L.: 27,4 Chironomidae L.: 5,8 Ceratopogonidae L.: 0,4 Sciaridae L.: 13,1 Cecidomyiidae L.: 2,2 Phoridae L.: 0,9 Muscidae L.: 23,6 Anobiidae I.: 0,1	Curculionidae I.: 77,3 Hydraenidae I.: 1,9 Byrrhidae L.: 0,2

Abb. 10: Gliederung der Zoomasse (mgTG/m²) in der Mähwiese (1960 m) nach Strato-Zönosen und Trophie-Typen.

		Diptera L.:10.3	Cicadina:0.5
FLUGINSEKTEN: 12.1 (bodennah)		Hymenoptera L.:1.6	Coccina:0.9
KRAUTSCHICHTBEWOHNER		Thysanoptera:0.1	Lepidoptera L.:1.2
HERBIVORE 17.9		Lydraenidae L.:1.2	
EPIGAION KARNIVORE 16.9			Aranei:5.1
			Staphylinidae L.:11.8
HYPOGAION KARNIVORE 52.2 mg TG/m ²			Staphylinidae L.:4.8
SAPROVORE 159.7		Enchytraeidae:11.6 Scarabaeidae L.:c0.1 Anoiiidae L.:0.5 Byrrhidae L.:0.1 Tipulidae L.:29.7 Chironomidae L.:0.2 Cecidomyiidae L.:0.2 Sciariidae L.:3.1 Diptera Pupae:2.5 Muscidae L.:26.5	Carabidae L.:0.2 Hydraenidae L.:1.0 Therevidae L.:45.8 Empididae L.:0.4

Abb. 11: Gliederung der Zoomasse (mgTG/m²) im Curvuletum (U, 2600 m) nach Strato-Zönosen und Trophie-Typen.

Mähwiese

Die Zoomasse der Makroinvertebraten aller Straten erreicht 11.9 gTG/m². Davon sind 96.8 % dem Hypogaion zuzurechnen. Innerhalb der Bodenfauna überwiegt die Biomasse der Saprovoen-Mikrobivoren (Lumbricidae, Enchytraeidae und Larven der Nematocera) bei weitem. Die Masse der bodenlebenden Karnivoren (ibs. Larven der Tabanidae, Staphylinidae und Carabidae) ist im Vergleich dazu sehr gering.

Auf der Bodenoberfläche und in der Krautschicht leben nur 3.2 % der gesamten Zoomasse. Es dominieren die phytophagen Krautschichtbewohner (Cicadina, Lepidoptera-Larven und Coccina). Im Vergleich zur hohen Aktivitätsdichte erscheint die absolute Biomasse der epigäischen Räuber (Carabidae, Staphylinidae und Aranei) gering.

Curvuletum

Die Avertebratenbiomasse im untersuchten Curvuletum ist sehr gering (0.3 gTG/m²). Im Bodeninneren fehlt vor allem die Masse der Lumbricidae. Auch Enchytraeidae treten nicht in der zu erwartenden Menge auf (NURMINEN, 1977). Die Gruppe der Saprovoen-Mikrobivoren wird hier von Larven der Scarabaeidae und Tipulidae dominiert. Bedeutsame endogäische Räuber sind Larven der Therevidae und Staphylinidae. Auf/über der Bodenoberfläche dominieren innerhalb der Phytophagen Cicadina und Coccina, innerhalb der Karnivoren Aranei und Staphylinidae.

Der Rückgang der Zoomasse von der Mähwiese (1960 m) zum Curvuletum (2600 m) ist enorm (Verringerung um 97.8 %). Erste Ursache ist das Verschwinden der Lumbricidae. Die Masse der saprovoen Insekten-Larven bleibt nämlich nahezu gleich. Bei den übrigen Gruppen ist der Massenrückgang unterschiedlich: bei endogäischen Karnivoren um 87 % und bei Phytophagen um 92 %. Diese Angaben lassen sich nicht auf andere

vergleichbare Standorte übertragen. Analysen der Bodenfauna in einem Curvuletum beim Wallackhaus an der Glocknerstraße (2300 m, Hohe Tauern) ergaben eine viermal größere Biomasse der Makroavertebrata (1.4 gTG/m^2) als im allerdings um 300 m höher gelegenen Curvuletum der Ötztaler Alpen (MEYER, im Druck).

Dank

Herrn Univ.-Prof. Mag. Dr. H. Janetschek, meinem Lehrer und Leiter der zoologischen Arbeiten in Obergurgl, danke ich für jegliche fachliche Hilfe und für finanzielle Unterstützung.

Danken möchte ich allen meinen Kolleginnen und Kollegen der "Arbeitsgruppe Obergurgl", besonders Herrn Hans Stockner und Herrn Wolfgang Schatz für ihre Hilfe bei der umfangreichen Feld- und Sortierarbeit.

Für Determinationen danke ich Dr. I. De Zordo (Coleoptera), Dr. H. Troger (Diptera) und K. Burmann (Lepidoptera).

Frau Dr. S. Puntscher danke ich für Hinweise bei der Fertigstellung des Manuskriptes.

Herrn Prof. Dr. W. Moser (jetzt Department of Botany, Edmonton, Canada) sei an dieser Stelle für die Unterbringung und die Arbeitsmöglichkeiten an der Alpinen Forschungsstelle Obergurgl gedankt.

Literatur

- ADIS, J. und E. KRAMER (1975): Formaldehyd-Lösung attrahiert *Carabus problematicus* (Coleoptera: Carabidae). – Entomol. Germanica 2(2): 121–125.
- BRAUN, G. (1976): Jahresgang der Aktivitätsdichte der Opilioniden im Raum Obergurgl (Tirol). – Magisterarbeit, 46 S., Innsbruck.
- CERNUSCA, A. (1977): Bestandesstruktur, Mikroklima und Energiehaushalt von Pflanzenbeständen des alpinen Grasheidegürtels in den Hohen Tauern. Erste Ergebnisse der Projektstudie 1976. – In: Cernusca, A. (ed.): Alpine Grasheide Hohe Tauern. Veröff. d. Österr. MaB-Hochgebirgsprogr. Hohe Tauern, Bd. 1 Univ. Verlag Wagner, Innsbruck: 25–46.
- CERNUSCA, A., M. SEEBER, R. MAYR und A. HORVATH (1978): Bestandesstruktur, Mikroklima und Energiehaushalt von bewirtschafteten und aufgelassenen Almflächen in Badgastein. – Veröff. d. Österr. MaB-Hochgebirgsprogr. Hohe Tauern, Bd. 2 Univ. Verlag Wagner, Innsbruck: 48–66.
- CHRISTANDL-PESKOLLER, H. und H. JANETSCHEK (1976): Zur Faunistik und Zönnotik 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 Zönnotik von Coleopteren. – Veröff. d. Univ. Innsbruck 118, Alpin-Biol. Stud. XI, 131 S.
- (1980): Auswirkung der Betrampelung auf epigäische Coleoptera (Insecta) der alpinen Grasheide (Obergurgl, Tiroler Zentralalpen). – Ber.nat.-med. Ver. Innsbruck 67, im Druck.
- FLIRI, F. (1975): Das Klima der Alpen im Raum von Tirol. – Monographien zur Landeskunde Tirols, Folge 1, Wagner Innsbruck, München: 454 pp.
- FRANZ, H. (1943): Die Landtierwelt der Mittleren Hohen Tauern. – Denkschr. Akad. Wiss. Wien, math-naturwiss. Kl. 107: 1–552.
- (1950): Bodenzoologie als Grundlage der Bodenpflege. – Akademieverlag, Berlin, 316 S.
- (1979): Ökologie der Hochgebirge. – Ulmer Verlag Stuttgart, 495 S.
- FUNKE, W. (1973): Rolle der Tiere in Wald-Ökosystemen des Solling. – In: Ellenberg, H. (ed.), Ökosystemforschung, Springer-Verlag Berlin, Heidelberg, New York: 143–164.
- 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.
- HAGVAR, S., E. ØSTBYE and J. MELAEN (1978): Pitfall catches of surface-active arthropods in some high mountain habitats at Finse, south Norway. II. General results at group level, with emphasis on Opiliones, Araneida, and Coleoptera. – Norw. J. Ent. 25: 195–205.
- HENDERSON, I.F. and T.M. WHITAKER (1977): The efficiency of an insect suction sampler in grassland. – Ecol. Entomol. 2: 57–60.

- HEYDEMANN, B. (1957): Die Biotopstruktur als Raumwiderstand und Raumfülle für die Tierwelt. — Verh. Dtsch. Zool. Ges. Hamburg, 20. Suppl.: 332–347.
- HUHTA, V. and A. KOSKENNIEMI (1975): Numbers, biomass and community respiration of soil invertebrates in spruce forests at two latitudes in Finland. — Ann. Zool. Fennici 12: 164–182.
- JANETSCHEK, H. (1949): Tierische Sukzessionen auf hochalpinem Neuland. — Ber. nat.med.Ver. Innsbruck 48/49: 1–215.
- (1958): Über die tierische Wiederbesiedlung im Hornkees-Vorfeld (Zillertaler Alpen). — Schlern-Schr. 188: 209–246.
 - (1974): Aktuelle Probleme der Hochgebirgsentomologie. — Veröff. d. Univ. Innsbruck 92, Alpin-Biol.Stud. IV, 23 S.
 - (1979): Ökologische Untersuchungen an Wirbellosen des zentralalpinen Hochgebirges (Obergurgl, Tirol), I. Einführung. — Veröff. d. Univ. Innsbruck 117, Alpin-Biol. Stud. X: 1–14.
- JANETSCHEK, H., I. DE ZORDO, E. MEYER, H. SCHATZ und H. TROGER (1977): Altitude- and time-related changes in arthropod fauna (Central-high Alps: Obergurgl-area, Tyrol). — Proc. 15th Int. Congr. Entomology, Washington (1976): 185–207.
- KAURI, H., T. MOLDUNG and T. SOLHÖY (1969): Turnbull and Nicholls' 'Quick Trap' for Acquiring Standing Crop of Evertebrates in High Mountain Grassland Communities. — Norsk ent. Tidsskr. 16: 133–136.
- KEMPSON, D., M. LLOYD and R. GHELARDI (1963): A new extractor for woodland litter. — Pedobiologia 3: 1–21.
- KOPONEN, S. and M.L. OJALA (1975): Quantitative Study of invertebrate groups in the soil and ground layer of the IBP sites at Kevo, northern Finland. — Rep. Kevo Subarctic Res. Stat. 12: 45–52.
- KÜBELBÖCK, G. (1979): Über Oligochaeten im zentralalpinen Hochgebirge Tirols (Obergurgl): Populationsdynamik; Zönotik; Anthropogene Beeinflussungen. — Diss. Univ. Innsbruck, 157 S.
- LEISING, S. (1977): Über Zikaden des zentralalpinen Hochgebirges (Obergurgl, Tirol). — Veröff. d. Univ. Innsbruck 107, Alpin-Biol. Stud. IX, 70 S.
- MEYER, E. (1977): Über Makroarthropoden aus Obergurgl 1. Barberfallenergebnisse 2. Diplopoden (Bionomie und Ökologie). — Diss. Univ. Innsbruck, 123 S.
- (im Druck): Abundanz und Biomasse von Invertebraten in zentralalpinen Böden (Hohe Tauern, Österreich). — Veröff. d. Österr. MaB-Hochgebirgsprogramms Hohe Tauern.
- MÖST, H. (1976): Die imaginalen Hymenoptera aus den Barberfallen im Raum Obergurgl (Ötztal, Tirol). — Magisterarbeit, Innsbruck, 56 S.
- MOSER, W. und M. MOSER (1975): Das MaB-6-Gesamtvorhaben Obergurgl. — Sitzber. d. Österr. Akad. Wiss., Mathem.-naturw. Kl. Abt. I 184 (6/7): 159–178.
- MÜLLER, H.J., R. BÄHRMANN, W. HEINRICH, R. MARSTALLER, G. SCHÄLLER und W. WIRSACK (1978): Zur Strukturanalyse der epigäischen Arthropodenfauna einer Rasen-Katena durch Kescherfänge. — Zool. Jb. Syst. 105: 131–184.

- NURMINEN, M. (1977): Enchytraeidae (Oligochaeta) from the Großglockner region of the Austrian Alps. — Ann. Zool. Fennici 14: 224–227.
- PERSSON, T. and U. LOHM (1977): Energetical Significance of the Annelids and Arthropods in a Swedish Grassland Soil. — Ecological Bulletins 23, NFR Stockholm, 211 S.
- PERTERER, J. und K. THALER (1976): Makroarthropoden im Grünland des Innsbrucker Mittelgebirges (Nordtirol, Österreich). — Anz. Schädlingskde., Pflanzenschutz, Umweltschutz 49: 102–106.
- PHILLIPSON, J. (1971): Methods of study in quantitative soil ecology. — IBP Handbuch Nr. 18, Blackwell, 318 S.
- PUNTSCHER, S. (1979): Verteilung und Jahresrhythmik von Spinnen im zentralalpinen Hochgebirge (Obergurgl, Ötztaler Alpen). — Diss. Univ. Innsbruck 117 S.
- SCHAEFER, M. und L. HAAS (1979): Untersuchungen zum Einfluß der Mahd auf die Arthropodenfauna einer Bergwiese. — Drosera (Oldenburg) 1: 17–40.
- SCHATZ, W. (1979): Schlüpfabundanz von Insekten im Raum Obergurgl (Tirol) und deren Beeinflussung durch den Sommertourismus. — Magisterarbeit, Innsbruck, 50 S.
- SCHMÖLZER, K. (1962): Die Kleintierwelt der Nunatakker als Zeugen einer Eiszeitüberdauerung. Ein Beitrag zum Problem der Prä- und Interglazialrelikte auf alpinen Nunatakkern. — Mitt. Zool. Mus. Berl. 38: 171–400.
- SLAGSVOLD, T. (1976): The phenology of *Mitopus morio* (Fabr.) (Opiliones) in Norway. — Norw. J. Ent. 23: 7–16.
- SOLHÖY, T. (1972): Quantitative Invertebrate Studies in Mountain Communities at Hardangervidda, South Norway. I. — Norks ent. Tidsskr. 19: 99–108.
- SOUTHWOOD, T.R.E. (1978): Ecological Methods. — Chapman and Hall London, 524 S.
- STIPPERGER, H. (1928): Biologie und Verbreitung der Opilioniden Nordtirols. — Arb. Univ. Innsbruck 3(2): 17–79.
- STRÜBING, H. (1958): Schneeinsekten. — Neue Brehm-Bücherei Nr. 220. — 47 S.
- TARMANN, G. (1975): Die Zygaeniden Nordtirols (Insecta: Lepidoptera). — Veröff. d. Mus. Ferdinandea Innsbruck 55: 113–251.
- THALER, K., J. AUSSERLECHNER und F. MUNGENAST (1977): Vergleichende Fallenfänge von Spinnen und Käfern auf Acker- und Grünlandparzellen bei Innsbruck, Österreich. — Pedobiologia 17: 389–399.
- THALER, K., I. DE ZORDO, E. MEYER, H. SCHATZ und H. TROGER (1978): Arthropoden auf Almflächen im Raum von Badgastein (Zentralalpen, Salzburg, Österreich). — Veröff. d. Österr. MaB-Hochgebirgsprogr. Hohe Tauern Bd. 2: 196–233. Univ. Verlag Wagner, Innsbruck.
- TRETZEL, E. (1955): Technik und Bedeutung des Fallenfanges für ökologische Untersuchungen. — Zool. Anz. 155: 276–287.
- TROGER, H. (1978): Schlüpfrhythmik und Schlüpfabundanz von Insekten im zentralalpinen Hochgebirge (Obergurgl, Tirol). — Diss. Univ. Innsbruck, 126 S.

- TURNBULL, A.L. and C.F. NICHOLLS (1966): A 'Quick Trap' for Area Samling of Arthropods in Grassland Communities. — J. econ. Ent. 59: 1100—1104.
- WEIDEMANN, G. (1971): Food and Energy Turnover of Predatory Arthropods of the Soil Surface. — In: Ellenberg, H. (ed.) Integrated Experimental Ecology. — Ecol. Stud. Vol. 2: 110—118.
- (1978): Über die Bedeutung von Insekten im Ökosystem Laubwald. — Mitt. dtsch. Ges. allg. angew. Ent. 1: 196—204.

Anschrift des Verfassers:

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

Bereits erschienen

- I Lang, Adolf
KOLOOPTERENFAUNA 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 ABHÄNGIG-
KEIT 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 Oert, Jürgen
CYTOLOGISCHE - 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.

