

<b>Zeitschrift:</b>	Mitteilungen der Schweizerischen Entomologischen Gesellschaft = Bulletin de la Société Entomologique Suisse = Journal of the Swiss Entomological Society
<b>Herausgeber:</b>	Schweizerische Entomologische Gesellschaft
<b>Band:</b>	45 (1972)
<b>Heft:</b>	1-3
<b>Artikel:</b>	Zur vergleichenden Synökologie und Faunistik der kryprozoischen Makroarthropoden Mitteleuropas und Süditaliens : 1. Beitrag zur Kenntnis des Epedaphons
<b>Autor:</b>	Würmli, Marcus
<b>DOI:</b>	<a href="https://doi.org/10.5169/seals-401685">https://doi.org/10.5169/seals-401685</a>

#### **Nutzungsbedingungen**

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. [Mehr erfahren](#)

#### **Conditions d'utilisation**

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. [En savoir plus](#)

#### **Terms of use**

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. [Find out more](#)

**Download PDF:** 16.01.2026

**ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>**

ZUR VERGLEICHENDEN SYNÖKOLOGIE UND FAUNISTIK DER  
KRYPTOZOISCHEN MAKROARTHROPODEN MITTELEUROPAS  
UND SÜDITALIENS \*) \*\*)

I. BEITRAG ZUR KENNTNIS DES EPEDAPHONS

MARCUS WÜRMLI  
Im finstern Boden 7, CH-4125 Riehen

1. Kryptozoen sind diejenigen Tiere, die unter Steinen, Brettern und dergleichen vorkommen. Die Fauna der Streuschicht gehört nicht zur kryptozoischen.

2. In 1.2 werden die folgenden Begriffe definiert: Hypoikon, Hypolithion, Hypoxylion, Substrat, Superstrat.

3. Unter dem Superstrat, das nie ein Wärmespeicher ist, verläuft die Temperatur viel gemässiger als im freien Boden; die Bodenfeuchtigkeit ist erhöht und konstant. Die Luft zwischen Substrat und Superstrat ist feuchtigkeitsgesättigt.

4. Das Hypoikon setzt sich aus epedaphischen Arten zusammen. Ihre Abundanzen sind proportional ihren Aktivitätsdichten.

5. Zwischen Hypolithion und Hypoxylion besteht kein Unterschied. Die einzigen Differentialarten des Hypoxylions sind xylophage Käfer. Asseln scheinen ebenfalls etwas häufiger zu sein.

6. Die wenig agilen Kryptozoen ackerbaulich nicht genutzter Triften Süditaliens sind Waldrelikte.

7. In der alpinen Stufe spielt selbst für die Kryptozoen die Exposition eine grosse Rolle. Hier lässt sich eine Art «zoologischen Spaliereffekts» beobachten: Vor allem Araneae, Opiliones und Formicidae hängen stets an der wärmern Steinunterseite.

8. Die Zahl der atmobiotischen Tiere im Hypoikon nimmt mit steigender Meereshöhe zu, so dass in der Nivalstufe sich fast das ganze Leben in Hypolithion abspielt.

9. Die Besiedlung der untersuchten Rohböden (besonders die der Gletschervorfelder) geht vom Hypolithion aus.

10. Die Kryptozoen lassen sich in 7 ökologische Gruppen teilen: Die Hauptgruppe stellen die (1) Ombrophilen dar, das heisst hyrophil – ± psychrophil – negativ phototaktisch – positiv thigmotaktische Tiere. Weiterhin sehr wichtig sind die (2) hyrophil-thermophilen Tiere, das heisst die Ameisen, die (3) thigmotaktisch-thermophilen Tiere und die (4) «physiologischen» Gäste. Unter die Ombrophilen fallen die echten Kryptozoen, wie Araneae, Opiliones, Isopoda, Diplopoda, Chilopoda, Carabidae.

11. Alle Kryptozoen der genannten 4 Gruppen haben eine relative Feuchte von 98–100% wenigstens zeitweilig nötig. Dies gilt auch für Tiere xerothermer Standorte. Deshalb ist eine Überprüfung aller Angaben (von Kryptozoen) über Euryökie, Thermo- und Xerophilie vonnöten, da eine solche Bezeichnung auf Grund der Physiognomie des Biotops und nicht der bewohnten Synusie aufgestellt wurde.

12. Dem Hypoikon fehlen interspezifische Relationen. Die Kryptozoen treffen zufällig zusammen, abgesehen von den Tieren, die sich eine Wohnung unter den Substrat gebaut haben.

13. Ein eusynusisches, streng kryptozoisches Tier gibt es nicht, wenn dem Hypolithion ähnliche Synusien zur Besiedlung offenstehen.

\*) Die Universität Basel verlieh dieser Arbeit den Preis, den die Korporation «Turnerschaft Alemannia» anlässlich ihres 150-jährigen Bestehens (1969) gestiftet hatte.

\*\*) Gedruckt mit freundlicher Unterstützung des Werenfels-Fonds.

1. The cryptozoa are those animals which are found beneath stones, boards and similar things. The litter fauna doesn't belong to the cryptozoic one.
2. The following notions are defined in 1.2.: hypoikon, hypolithion, hypoxylion, substratum, superstratum.
3. Under the superstratum which never stores heat the temperature takes a much more moderate course than in the open soil; the soil moisture is increased and constant. The air between substratum und superstratum is saturated with humidity.
4. The hypoikon consists in epedaphic species. Their frequency is in proportion to their activity.
5. There is no difference between hypolithion and hypoxylion. The only differential species of the hypoxylion are xylophagous animals and more frequently Isopoda.
6. The little agile cryptozoa of South Italien pastures are relicts of ancient forests.
7. In the alpine zone the exposure is of great importance even for the cryptozoa. Here a kind of zoological «espalier effect» can also be observed: Especially Araneae, Opiliones and Formicidae always hang on the warmer, lower side of the stone.
8. The number of the atmobiotic species found in the hypoikon increases with the rising altitude so that in the nival zone almost the whole life takes place in the hypolithion.
9. The colonization of the examined virgin soils (especially the glacial ones) starts from the hypolithion.
10. The cryptozoa can be divided into 7 ecological groups. The main group is represented by (1) the ombrophilic one, namely hygrophilous – ± psychrophilous – negative phototactical – thigmotactical animals. Further very important groups are (2) the hygrophilous – thermophilous animals, i. e. the ants, (3) thigmotactical – xerothermophilous ones and (4) the so-called physiological guests. All true cryptozoa, such as Araneae, Opiliones, Isopoda, Diplopoda, Chilopoda, Carabidae, belong to the ombrophilous group.
11. All the cryptozoa of the four above-mentioned groups need a relative humidity of 98–100% at least temporarily. This is also valuable for the animals living in xerothermic biotopes. For this reason it is necessary to check all the data about euryoecious, thermophilous and xerophilous behaviour of the cryptozoa because such a specification is based on the physiognomy of the whole biotope and not of the occupied synusia.
12. The hypoikon is a community lacking interspecific relations. Its members have come together at random, except those animals which have built a habitation under the stone.
13. It seems that there are not any eusynusic, strictly cryptozoic animals (exc. vide 5.4.) when they can occupy other synusia similar to the hypolithion.

## INHALTSVERZEICHNIS

1. Einleitung
- 1.1. Apologia, Synopsis
- 1.2. Nomenklatur der Begriffe
2. Analyse der abiotischen Faktoren
  - 2.1. Methodik
  - 2.2. Bodentemperatur
  - 2.3. Bodenfeuchtigkeit
3. Die Kryptozoen der einzelnen Biotope
  - 3.1. Methodik, Allgemeines
  - 3.2. Wälder
    - 3.2.1. Laubwälder
    - 3.2.2. Nadelwälder
    - 3.2.3. Zusammenfassung
    - 3.3. Bewaldete und unbewaldete Gebiete Südaladiens
  - 3.4. Alpine Stufe
    - 3.4.1. Alpine Rasen und Weiden
    - 3.4.2. Subnivale und nivale Stufe
    - 3.5. Sukzessionen auf alpinem und vulkanischem Neuland
      - 3.5.1. Vorfeld des Findelngletschers
      - 3.5.2. Lavafelder des Vesuv
      - 3.6. Litoraea
        - 3.6.1. Meereslitoral
        - 3.6.2. Litoraea des Süßwassers
      - 3.7. Anthropogaea
        - 3.7.1. Agrarbiotope des Tieflandes
        - 3.7.2. Montane und subalpine Wiesen und Weiden
        - 3.7.3. Ruderalfstellen

4. Die einzelnen Tiergruppen als Kryptozoen
5. Synthese der Ergebnisse
  - 5.1. Die Wirkung der abiotischen Faktoren. Die ökologischen Klassen der Kryptozoen.
    - 5.1.1. Ombrophile Tiere
    - 5.1.2. Hygrophil-thermophile Tiere
    - 5.1.3. Thigmotaktische Tiere
    - 5.1.4. «Physiologische» Gäste
    - 5.1.5. Inadulte Tiere
    - 5.1.6. Flüchtlinge vor dem Makroklima
    - 5.1.7. Partielle Bodentiere
    - 5.1.8. Allgemeines zur Sinnesökologie
    - 5.1.9. Die Rolle des Windes
  - 5.2. Die Rolle der edaphischen und orographischen Faktoren
  - 5.3. Zur Biologie der Kryptozoen: Vagilität und Vergesellschaftung. Trophische Relationen. Geschlechterverhältnis
  - 5.4. Die Stellung des Hypoikons in der umgebenden Biozönose. Beziehungen zu verwandten Biozönosen und Synusien.
6. Zitierte Literatur

## 1. EINLEITUNG

### 1.1. *Apologia. Synopsis*

Die Kryptozoen, die in vollkommener Weise die epikureische Forderung  $\lambda\alpha\delta\epsilon\beta\omega\alpha\sigma$  erfüllen, sind bisher nur wenige Male Gegenstand von Publikationen gewesen. DENDY (1895) prägte den Begriff Kryptozoa und gab eine sehr kurze Übersicht über das Gebiet von Australien und Neuseeland. In einer statistisch ausgerichteten, summarischen Arbeit studierte COLE (1946) die Kryptozoen eines Waldes in Illinois. Ähnlich gelagert sind die Untersuchungen von JENSEN (1959, 1968). SCHÖNBORN (1961) unterteilte das Hypolithion des Waldes in drei Merochoriozönosen (cf. 5.3.1.). TISCHLER (1966) untersuchte das Hypolithion einer Hausterrasse. Sodann ist in einigen ökologischen Handbüchern (BALOGH, 1958; MANI 1962, 1967; TISCHLER 1949, 1955) etwas Kurzes über das Hypolithion zu lesen. Die Arbeit von BALOGH (1938) verdient hier noch Erwähnung. Eine grössere zusammenfassende Arbeit fehlt. Das ist umso verwunderlicher, als doch das Sammeln unter Steinen und Brettern das A und O vieler Entomologen ist und auch bleibt.

Die Ziele meiner Arbeit waren folgende:

1. Nach Arten die qualitative und quantitative Zusammensetzung des Hypoikons (Def. unten) einiger Biozönosen zu beschreiben.
2. Vor allem die Gründe für das ökologische Verhalten der Kryptozoen zu finden und die Reaktionen dieser Synusie auf die verschiedensten Umweltfaktoren kennenzulernen und so zu einer Gesamtschau des Hypoikons und seines Verhältnisses zur einbettenden Biozönose zu gelangen.

Wir können im ganzen gesehen zwei einander entgegengesetzte Typen von Biochorien unterscheiden (WÜRMLI, 1971): Die Biochorien erster Ordnung sind kurzlebig, sukzessions- und regulationsfähig (Aas, Pilze, Früchte, etc.). Die Biochorien zweiter Ordnung bieten den Tieren nur Unterschlupf, keine Nahrung. Sie sind stabil und beherbergen weitgehend biotopeigene Arten, sind also zur Charakterisierung der sie einbettenden Biozönose sehr geeignet. Das Paradebeispiel für Chorozönosen 2. Ordnung ist die Fauna unter Steinen.

Im ganzen habe ich etwa 40 000 Steine und Bretter untersucht und dabei 10 000 Tiere gesammelt, die sich in meiner Sammlung befinden. Die Hauptaufsammlungen stammen von folgenden Gegenden: Basel, St. Galler Rheintal, Zermatt (Wallis), Campania, Basilicata, Calabria.

Es liegt im Wesen der Ökologie, vielseitig zu sein. Aus diesem Grunde ist sie eine schwer darstellbare Wissenschaft. Es geht nicht bloss darum, den roten Faden der Darstellung zu finden, sondern, um im Bild zu bleiben, das rote Netz der gegenseitigen Abhängigkeiten und Folgen zu weben. Der Leser, der über Wiederholungen verärgert ist, möge sich dies vor Augen halten. *Δισ καὶ τρὶς τὸ καλόν*

Schliesslich darf ich noch danken, besonders Herrn Dr. H. Kutter (Mändorf), der mir eine Menge zweifelhafter Ameisen bestimmt hat. Für Auskünte, Anregungen und Kritik bin ich dankbar den Herren Proff. W. Kühnelt (Wien), M. La Greca (Catania), H. Nüesch (Basel), P. Tongiorgi (Pisa), sowie den Herren B. Bari (Como), A. Linder (Uettligen), Dr. E. Sutter (Basel). Mein wärmster Dank gilt meinen Eltern, die nicht nur den Nervus rerum für die Arbeit stifteten, sondern auch dem Projekt mit Verständnis und Wohlwollen gegenüberstanden.

## 1.2. Nomenklatur der Begriffe

DENDY (1895) definiert die kryptozoische Fauna so: «An assemblage of small terrestrial animals found dwelling in darkness beneath stones, rotten logs and barks of tree, and in similar situations.» Ich verstehe darunter *jene Tiere, die sich unter Steinen, Holzstücken, Abfällen und dergleichen finden*. Bedingung ist, dass diese Superstrata (Def. unten) sich *nicht* in einem für die Kryptozoen *essbaren Zustand* befinden (also nicht Laubschichten u. dgl.).

Die Gesamtheit der unter einem Superstrat lebenden Tiere möchte ich *Hypoikon* (*ὑποικέω* = wohne darunter) nennen. Man könnte sie auch Kryptofauna heissen. Ähnliche Namen sind aber schon lange in Gebrauch: LAWRENCE (1953) und mit ihm (etwas modifiziert) LELEUP (1965) nennen die ganze humikole und endogäische Tierwelt der Wälder «faune cryptique» respektive «cryptic fauna». Unter diesen Begriff fallen, wie zu zeigen ist (cf. 3.2.1.2., 3.7.1. et al. loc.), die Kryptozoen nicht. Andererseits bezeichnete man früher mit kryptisch, heute eher mit kryptophylaktisch, in der Lehre von den Tiertrachten die unauffällige Verbergetracht (HEIKERTINGER, 1954). Ich werde stets nur die Termini Kryptozoa und Hypoikon verwenden.

TISCHLER (1949, 1955) nennt die Fauna unter Steinen *Hypolithion*. Analog möchte ich die Fauna unter Holzstücken *Hypoxylon* heissen. Das Adjektiv zu Hypolithion ist *lapidikol* (in der Tab. 1 von TISCHLER 1949 mit saxikol verwechselt, welches Gerölltiere kennzeichnet). Da Hypolithion analog dem Wort Biochorion (sensu TISCHLER 1949, 1955) gebildet sind, sollten sie eigentlich den Ort und nicht die Bewohnerschaft kennzeichnen. Ich werde sie, ebenso Hypoikon, in beiderlei Sinn gebrauchen.

Zum Zweck einer knapperen Verständigung will ich als Oberbegriff für «Stein», «Brett» u. dgl. das Wort *Superstrat* einführen. Mit *Substrat* bezeichne ich den unter dem Superstrat liegenden Teil des Bodens, meist nur die Bodenoberfläche.

Der bekannte Systematiker VERHOEFF (1929) hat sich bemüht gefühlt, einige ökologische Termini zu schaffen. Er unterscheidet primär peträische (= petrophil) und sekundär peträische Tiere. Jene kommen (sec. auct.) zu meist unmittelbar mit dem Gestein in Berührung, diese befinden sich auf felsigem Untergrund oder in dessen Nachbarschaft, müssen aber Steine nicht unmittelbar berühren. Die Lapidikolen heissen nach ihm Diasporisch-(primär)-peträische. Das ist, gelinde gesagt, Schreibtischökologie, besonders wenn man noch die a priori-Forderungen über Stenökie der einzelnen Peträischen betrachtet. Hingegen hat volle Berechtigung sein Terminus *Kataskaphische* (= «Bergsturztiere»), mit dem er die Tiere der Lückensysteme bestimmter Trümmerhalden im Gebirge bezeichnet. Inwieweit sich die Kataskaphischen mit den Saxikolen decken, kann ich nicht entscheiden.

Es sei auch noch an den *lithoklastischen* Lebensbereich (ORGHIDAN und DUMITRESCU, 1964) erinnert, die Synusie (nicht Biozönose) der Spalten, Klüfte und Risse der Steine und Gesteine, die einige Analogien zum Hypolithion aufweist.

## 2. ANALYSE DER ABIOTISCHEN FAKTOREN

### 2.1. Methodik

Die Faktoren, die mir einer zahlenmässigen Erfassung zugänglich waren, sind auch – meist als Faktorenkomplex – für die Tierwelt bestimmend. Es sind dies Bodentemperatur und Bodenfeuchtigkeit. Sie sind im folgenden so genau wie möglich zu analysieren. Ihre eminente Bedeutung für die Kryptozoen ist in 3.4.1. und 5.1. dargestellt.

Die Messung der Bodentemperatur erfolgte mit Quecksilberthermometern auf folgende Weise: Man dreht das Superstrat um und sticht das Thermometer bis in die gewünschte Bodentiefe (1, 5, 10, 15, 20 cm) ein. Man muss sich im klaren darüber sein, dass bei diesem Vorgehen nur die Temperatur des Substrates gemessen wird. Besonders in den Alpen hängen jedoch viele Arten regelmässig an der Steinunterseite. Eine befriedigende Messung von Temperaturen glatter Flächen ist nur mit Thermoelementen und Thermistoren (beati possidentes!) möglich. Auf jeden Fall ist die Methodik von STEINER (1929), das Thermometer waagrecht unter den Stein zu schieben, ganz abzulehnen, da auf diese Weise eine nicht definierte Mischtemperatur registriert wird, ganz abgesehen davon, dass durch den entstandenen Spalt anisotherme Luft hinzutreten kann. Der Umstand, dass viele Tiere, je nach Insolation, an der Steinunterseite hängen oder aber auf dem Substrat sitzen, zeigt deutlich, dass nicht die Lufttemperatur ihres Wohnorts, sondern die Unterlagenstemperatur entscheidend ist (cf. Temperaturorgel!).

Durch Modellversuche im Sandkasten liess sich nachweisen, dass durch öfters Umdrehen des Steins, etwa alle zwei Stunden, kein Fehler entsteht, der ausserhalb der Messtoleranzen von  $\pm 0,1^\circ\text{C}$  läge. Voraussetzung ist, dass man das blossgelegte Substrat mit Metallfolie abdeckt, und dass das Thermometer sich schnell einstellt.

Des weitern wurde der Gesamtwassergehalt des Bodens bestimmt. Dazu wurden ca. 50 g frischer Boden in Glastuben eingefüllt und im Vakuumtrockenschränk bei 12 mm Hg und 90–95°C getrocknet. Gewichtskonstanz

ist auch bei Böden mit sehr hohem Tonanteil nach 24 Stunden erreicht. Die Glastuben habe ich mit Polyäthylenstopfen verschlossen. Versuche haben gezeigt, dass so auch bei monatelanger Lagerung kein Wasser verlorengeht.

## 2.2. Bodentemperatur

Folgende Faktoren bestimmen den Wärmehaushalt des Bodens (nach GEIGER, 1929; DI GLERIA et al., 1962):

- a) Als temperaturerhöhende Faktoren
  - 1. Einstrahlung, sei es direkte Sonnenstrahlung oder diffuse Himmelsstrahlung
  - 2. Austausch und Wärmeleitung, Taubildung
  - 3. Wärmerer Regen
- b) Als temperaturmindernde Vorgänge
  - 1. Reflexion der auftreffenden Strahlung durch Albedo
  - 2. Langwellige Ausstrahlung
  - 3. Austausch und Wärmeleitung, Verdunstung
  - 4. Kälterer Regen

Betrachten wir zuerst in Gedanken einen Stein mit dem senkrecht darunterliegenden Teil des Substrats bis in eine gewisse Tiefe, und – in einem Abstand – ein gleiches Volumen des unbedeckten Bodens, das die gleiche Grundfläche wie der Stein aufweist. Die Strahlungsmenge, die auf den Stein fällt, ist gleich derjenigen, die auf das besagte Bodenstück auftrifft. Unter der meist berechtigten Annahme, dass die Albedines des Steins und des Bodens ungefähr gleich sind, steht dem Stein *und* seinem Substrat die gleiche Wärmemenge zur Verfügung wie der Masse freien Bodens, die dem Substrat volumengleich ist. Daraus wiederum folgt, dass die Durchschnittstemperatur des Substrats *gemittelt über einen ganzen Tag*, geringer sein wird als im freien Boden. Das Superstrat ist also auf keinen Fall ein Wärmespeicher. Hingegen ist zu erwarten, dass es die Temperaturschwankungen dämpft.

Die Raumdiagramme der Fig. 1 zeigen die Temperatur  $t$  in Abhängigkeit der Tageszeit  $h$  und der Bodentiefe  $d$ . Es ist deutlich erkennbar, dass der Temperaturverlauf unter dem Stein viel gemässigter ist. Wenn man die Temperaturkurve der Fig. 1a in 10 cm Tiefe mit der Kurve in 1 cm Tiefe des Substrats (Fig. 1b) vergleicht, sieht man, dass sie beinahe identisch sind. Dies gilt auch für die entsprechenden folgenden Kurven. Unser Stein weist eine *Dicke von 10 cm* auf. Da nach folgender Tabelle (zusammengestellt nach D'ANS-LAX, 1967; BOYOUCUS, 1913; BRACHT, 1949; DI GLERIA et al., 1962; LANDOLT-BÖRNSTEIN, 1923–36)

Material	spez. Wärme in cal g <sup>-1</sup> Grd <sup>-1</sup>	Wärmeleitzahl in cal cm <sup>-1</sup> sec <sup>-1</sup> Grd <sup>-1</sup>
Basalt	0,205–0,257	0,003–0,007
Gneis	0,196	0,004–0,008
Granit	0,192–0,218	0,003–0,006
Kalk	± 0,22	0,002–0,006
Lava	0,205	0,002
Serpentin	0,252	0,002–0,008
Boden, je nach Textur, Gehalt an Wasser, Luft und org. Substanz	0,193–0,253	0,001–0,005
Sand, feucht, Durchschnitt	0,3	0,003

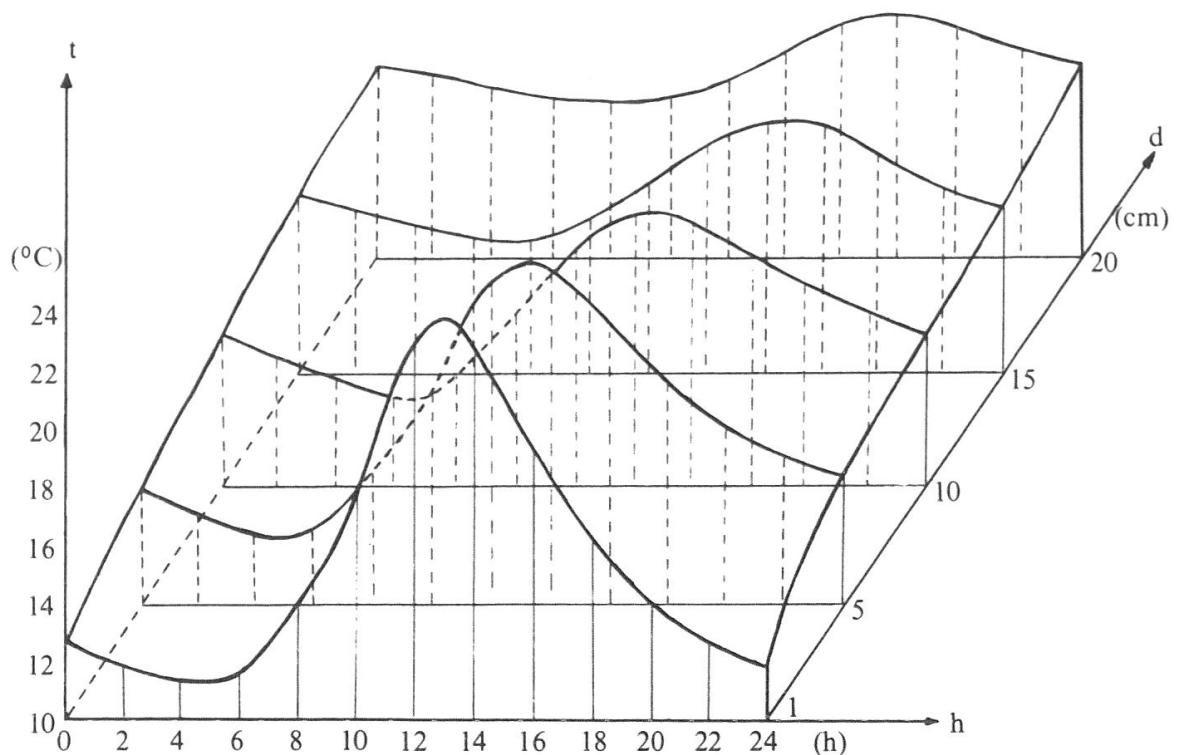


Fig. 1a

Aufnahme Riehen BS, 20. 6. 1968,  
Witterung: bedeckt  
Durchschnittstemperatur  $t = 15,0^{\circ}\text{C}$

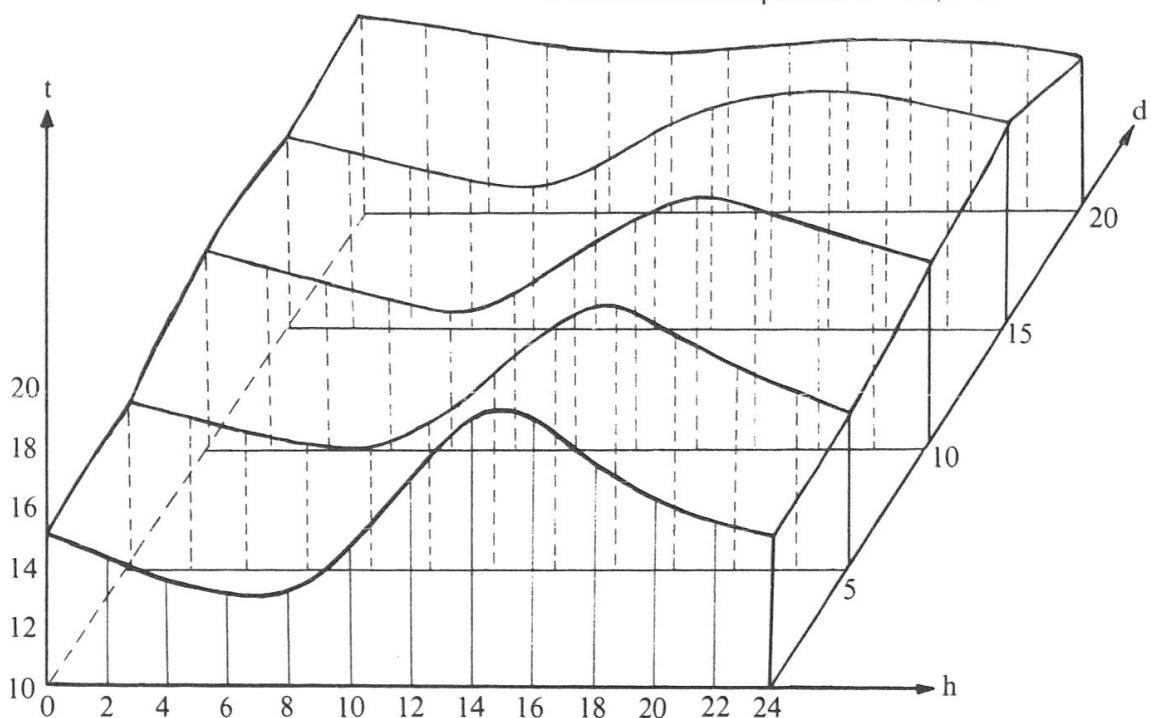


Fig. 1b

Aufnahme wie Fig. 1a  
unter Kalkstein 25 x 40 x 10,  
Durchschnittstemperatur  $t = 15,4^{\circ}\text{C}$

die spezifische Wärme und die Wärmeleitfähigkeit verschiedener nicht extremer Böden und Gesteine in der gleichen Größenordnung liegen, sind wir be-

rechtfertigt, in unserm früheren Gedankenexperiment den Stein durch Erdboden zu ersetzen. Eine Erdkuppe hätte somit, *cum grano salis*, die gleichen thermischen Wirkungen wie ein Stein. Eines ist jedoch nicht zu vergessen: «In der gleichen Größenordnung liegen» heisst noch lange nicht gleich sein. Die meist etwas grössere Wärmeleitfähigkeit der Gesteine wird oft dadurch ausgeglichen, dass der Stein nicht exakt am Boden anliegt, sondern dass meist eine wärmeisolierende Luftsicht vorhanden ist, in der die Tiere leben und die ein Analogon im Subelytralraum der Käfer hat. Die Steinunterseite zeigt tagsüber *stets* eine höhere Temperatur als das Substrat. Die Temperaturdifferenz kann in den Hochalpen infolge der starken Insolation bis  $10^{\circ}$  betragen. Für STEINER (1929) ist deshalb der Stein «eine in das Insulationsfeld hineinragende Wärmeantenne». Dieser Ausdruck hat aber nur für die tagsüber *stets* am Stein hängenden Tiere Berechtigung.

Kehren wir zur Fig. 1 zurück. Mit Erstaunen wird man davon Kenntnis nehmen, dass für  $d = 1$  cm die Mittelwerte der Temperaturen zugunsten des Substrates um  $0,4^{\circ}$  differieren. Das steht im Widerspruch zur Theorie. Die Erklärung ist jedoch einfach. Am frühen Morgen des Messstages fiel Regen. Ein Teil der Wärmeenergie, die der nackte Boden absorbierte, wurde nun zur Verdunstung des Regenwassers verbraucht. Dem Substrat ist diese Möglichkeit nicht gegeben, da der Stein eine unüberwindliche Schranke für den Wärmetransport darstellt. Es kann Wasser nur kapillar in einem Feuchtegradienten verlieren.

In den Alpen findet man frühmorgens oft Tautropfen an der Unterseite des Steins. Da im Substrat eine erhöhte Bodenfeuchtigkeit herrscht, ist die Luft zwischen Substrat und Superstrat *wasser dampfgesättigt*. Nachts wird der Taupunkt überschritten und durch die Kondensation Wärme frei. Auch dies ist ein Vorgang, der die Temperatur im Hypoikon erhalten hilft.

Bei meinen theoretischen Erwägungen bin ich von einigen Voraussetzungen ausgegangen, die im Felde beinahe nie erfüllt sind und denen ich noch Beachtung schenken will.

Als erstes haben wir stillschweigend angenommen, dass das Superstrat auf dem Boden aufliegt, nicht aber in ihn hineinragt. Man wird leicht erkennen, dass auch im entgegengesetzten Fall meine Approximation zulässig ist, so dass man im Substrat die gleiche Temperatur messen kann wie im nackten Boden in der Tiefe, die gerade der Steindicke entspricht. Wenn diese zunimmt, wird die Temperatur konstanter und im Durchschnitt tiefer.

Des weitern ist zu bedenken, dass zwischen dem Substrat und den benachbarten Bodenschichten ein Temperaturgradient und somit ein Wärmeaustausch besteht. Fig. 2 zeigt die Temperatur in verschiedenen Bodentiefen als Funktion des Abstands von der Steinmitte. Der Temperaturgradient ist demnach in einem Streifen von 5 cm jederseits des Steinrandes am grössten. Daraus folgt, dass mit zunehmender Grundfläche und Symmetrie des Superstrats die Temperaturkonstanz im Hypoikon wächst. Gleichzeitig sind Steine mit einer Seitenlänge, die kleiner als ein Dezimeter ist, thermisch wenig ausgeglichen.

Um zur Biologie zurückzukehren, will ich noch die überaus wichtige Rolle der Vegetation skizzieren. Je nach Höhe und Beschaffenheit der äusseren tätigen Oberfläche, «die die Strahlen direkt empfängt und nach dem interplanetaren Raum aussendet» (WOEIKOF, 1904), unterscheidet GEIGER

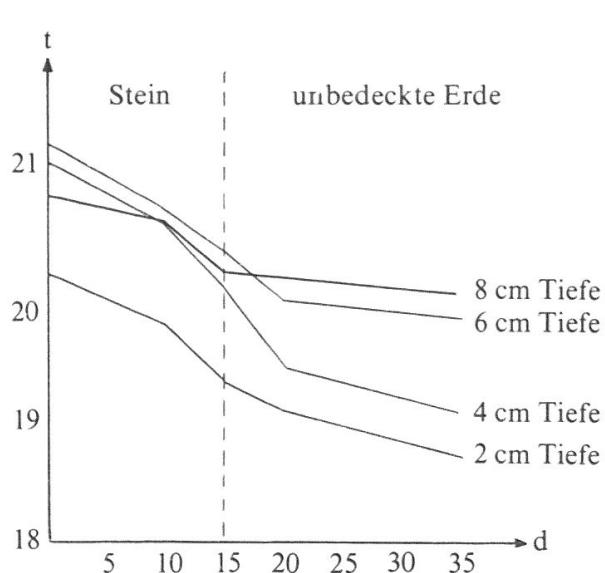


Fig. 2 Aufnahme: Riehen BS, 11. 6. 1968,  
unter Granitplatte 30 x 30 x 3

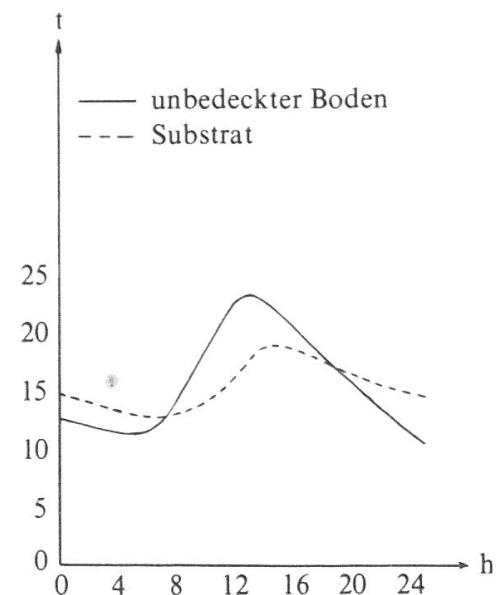


Fig. 3 Aufnahme: Riehen, 20. 6. 1968,  
bedeckt; Stein 25 x 40 x 10

(1930, sec. LÜTSCHG-LOETSCHER, 1947) vier Stadien der Klimabildung durch Pflanzen.

Dem ersten Stadium fehlt der Pflanzenwuchs oder er ist nur spärlich. Der Wärmeumsatz vollzieht sich an der Bodenoberfläche. Der Tagesgang der Temperatur in 1 cm Tiefe ist in Fig. 3 und 4 dargestellt. Im unbedeckten Boden ist die kältende und austrocknende Wirkung des Windes am grössten. Demgegenüber stellt ein Superstrat einen vollkommenen Schutz dar, dem in den hochalpinen Flächen mit ihren starken Winden eine besondere Bedeutung zukommt (cf. 5.1.4.). Bei höherem Pflanzenwuchs wird die Windgeschwindigkeit am Boden unbedeutend (MAZEK-FIALLA, 1941).

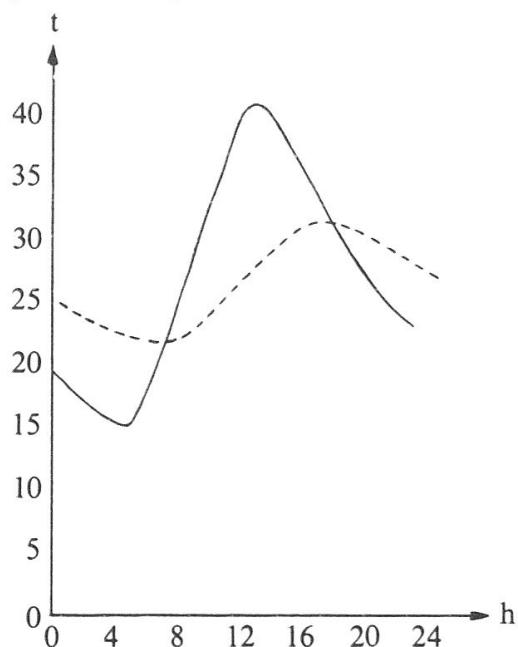


Fig. 4 Aufnahme: Riehen, 29. 6. 1968,  
sonnig; Stein 25 x 40 x 10

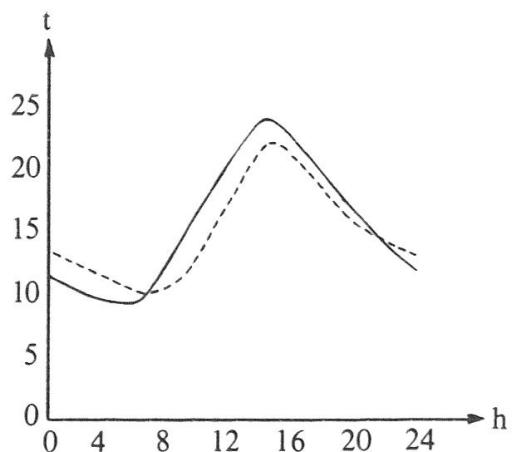


Fig. 5 Aufnahme: Riehen, 12. 8. 1968,  
Stein 20 x 20 x 10

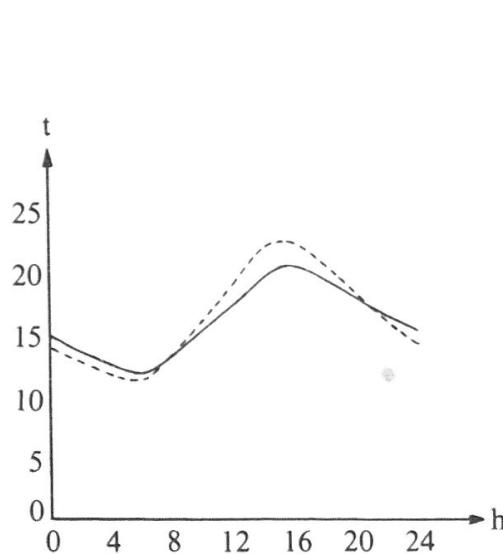


Fig. 6 Aufnahme: Riehen, 12. 8. 1968,  
Stein 30 x 30 x 10

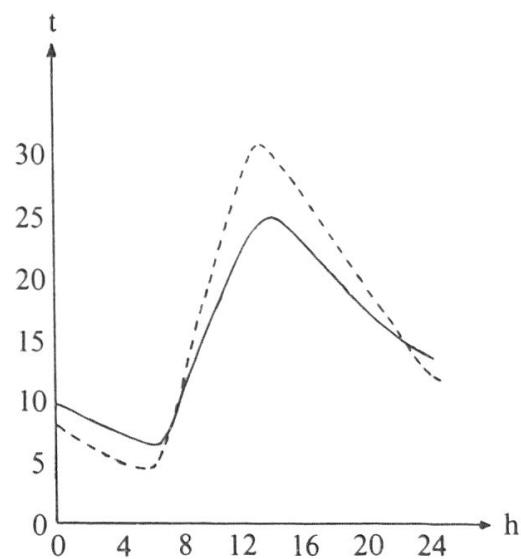


Fig. 7 Aufnahme: Stellisee, Zermatt,  
20. 7. 1968; Stein 30 x 30 x 1

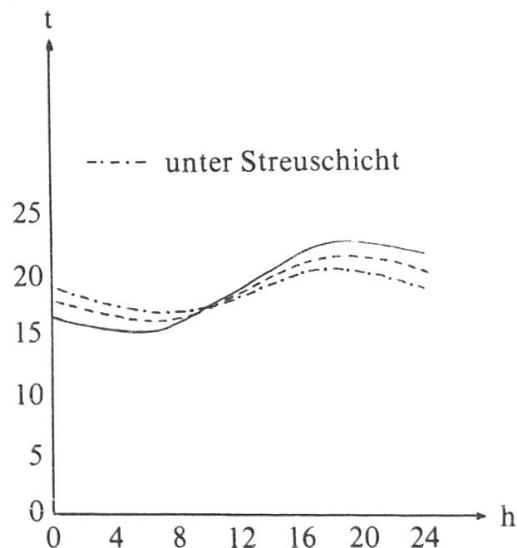


Fig. 8 Aufnahme: Riehen, BS,  
1. 7. 1968; Stein 20 x 20 x 10

Dem zweiten Stadium entspricht ein kurzer Rasen. Er bedeckt den ganzen Boden und schafft günstige Bedingungen für den Wärmeumsatz und den Feuchtigkeitshaushalt. Die äussere tätige Oberfläche verlagert sich auf die Grasschicht. Das Superstrat hat gegenüber dem Rasen nur noch wenig dämpfende Wirkung (Fig. 5). Im Stadium 3, dem Typus der hohen Wiese, ist sie sogar kleiner, das heisst, dass wir im Substrat grössere Temperaturschwankungen haben als im Wiesenboden (Fig. 6). Dieser Fall ist aber praktisch gesehen ohne Bedeutung, denn welcher Bauer liesse zu Wohle der Wissenschaft Steinbrocken in seiner fetten Wiese herumliegen? Fig. 7 zeigt, dass sehr dünne Steinplatten in alpinen Rasen, also schon im zweiten Stadium, wegen der grossen Insolation mehr Wärme an das Substrat abgeben können als die dichte Vegetation der Bodenoberfläche. Solche Steine sind zumeist unbesiedelt.

Das letzte Stadium ist der Wald. Der Wärmeumsatz findet im Kronenraum statt. Dies hat zur Folge, dass die Temperatur im Waldesinnern recht konstant und tief ist. Die Temperaturen des Substrats und der Bodenoberfläche differieren selten um mehr als 4 Grade (Fig. 8). Da organische Substanz eine Wärmeleitzahl von ca.  $10^{-3}$  aufweist, dämpft die Streuschicht besser ab als ein gleich dicker Stein.

Es hat sich herausgestellt, dass in vom Wasser beherrschten Standorten die Temperatur des Substrats weitgehend von der Wassertemperatur abhängig ist. Besonders an Schneefeldrändern ist die Wärmekonvektion deutlich erkennbar.

Ein wesentlicher Einfluss kommt auch der Art zu, wie das Substrat vom umgebenden Boden abgeschlossen ist. An Hängen eingeschlammtes Material und von Ameisen gebaute Erdwälle sind besonders wirksam.

Ganz andere Verhältnisse als die eben geschilderten finden wir in vulkanisch erhitzten Böden. Mit zunehmender Tiefe steigt hier auch tags die Bodentemperatur. Ob das Hypoikon nicht nur nachts (und im Winter), sondern auch bei Sonnenschein eine höhere Temperatur zeigt, hängt von seinem Abstand von der Fumarole ab. Dass dies eine gewisse Bedeutung hat, beweisen die Funde einiger Arthropodenarten in unmittelbarer Nähe von Fumarolen (cf. 3.5.2.).

Zu guter Letzt sei noch ein Blick auf die verschiedenen Superstratmaterialien geworfen. Holz hat eine Wärmeleitzahl (senkrecht zur Faser), die zehnmal niedriger liegt als die der Gesteine. Dementsprechend liegen die Temperaturen der Hypoxylia jeweilen um ca. 2 Grad tiefer als die entsprechenden Hypolithia. Weiterhin nimmt Holz, je nachdem, wie weit sein Abbau schon fortgeschritten ist, mehr oder weniger Wasser auf und tut so ein übriges, um die Feuchtigkeit und damit die Temperatur konstant zu erhalten.

Weitere Materialien, wie Papier, Textilien und Bleche, haben untergeordnete Bedeutung, obwohl unsere romanischen Nachbarländer oft einen bemerkenswerten Reichtum an derlei Stoffen aufweisen. Metalle leiten ausgezeichnet und sind infolge der hohen Temperaturschwankungen unbewohnt.

### 2.3. Bodenfeuchtigkeit

Der Rhythmus der kurzfristigen Witterungsschwankungen ist im Boden wohl im Temperatur-, nicht aber im Feuchtigkeitsverlauf ausgeprägt. Unter dem Superstrat, das einsteils wie ein Dach und andernteils als Verdunstungsschutz wirkt, ist die Feuchtigkeit auch über lange Zeiträume hinaus und stets grösser als im unbedeckten Boden. Die Differenzen des Wassergehaltes in 1 cm Tiefe schwanken von 0,82% bis 24,2%. Während im nackten Boden mit zunehmender Tiefe der Grad der Feuchtigkeit zuzunehmen pflegt, finden wir im Hypoikon die Hauptmenge des Wassers stets in den obersten Zentimetern. Die unteren Schichten sind jeweilen trockener. Diese Zonierung der Bodenfeuchte führt daher, dass aufsteigende wasserdampfgesättigte Bodenluft nachts an der kälteren Steinunterseite kondensiert.

In unsrern Breiten kommt es nur in extremen Sommern (BAUER, 1955) zu einer Austrocknung der Superstrata, während dies im Süden sehr häufig anzutreffen ist.

Die biologische Bedeutung der im Hypoikon herrschenden mikroklimatischen Bedingungen liegt darin, dass sie einen Schutz vor Austrocknung gewähren.

### 3. DIE KRYPTOZOEN DER EINZELNEN BIOTYPE

#### 3.1. Methodik, Allgemeines

Meine Fangmethoden waren die der Feldentomologie. Da ich nur die natürlichen Synusien zu untersuchen trachtete, habe ich darauf verzichtet, künstliche Superstrata auszulegen (cf. COLE, 1946). Aus dem gleichen Grunde bleiben die nur überwinternden Tiere unberücksichtigt. Überwinterungsge-sellschaften charakterisieren nur die mikroklimatische Eigenheit eines Biotops im Winter, nicht aber die biologische des Sommers (RENKEN, 1956).

Bei den Angaben über Dominanz und Präsenz ist zu beachten, dass sie vorerst nur für den bestimmten Ort und die Zeit der Aufnahme Gültigkeit haben. Auch darf man nie vergessen, dass jeder seine eigene Sammeltechnik hat, die statistische Angaben zu beeinflussen vermag. Von drei Spinnen fängt man höchstens eine, meist die grösste. Ich habe es nie erlebt, dass Spinnen sich artig in Reih und Glied davonmachten.

Zu den Begriffen (modifiziert nach TISCHLER, 1949):

Dominanz: Sie gibt den Prozentanteil der Individuen einer Art zum Gesamtindividuenbestand aller kryptozoischen Arten an, jedoch nur innerhalb einer vergleichbaren Gruppe. Ich glaube, man darf die Makroarthropoden als untereinander vergleichbar ansehen. Nur die Ameisen habe ich als eigene Gruppe behandelt. Bei ihnen gilt auch als Einheit nicht das Individuum, sondern die Kolonie. Das Zeichen + bedeutet, dass die betreffende Art ein Einzelfund ist. Diese wurden allerdings zur Berechnung der Dominanzen in die Grundgesamtheit einbezogen. Eine Einteilung in Dominanzklassen ist kompliziert, da es für jede Biozönose eines neuen Einteilungsschemas bedürft hätte.

Präsenz: Sie besagt, in wie viel getrennten Beständen eines Biotops eine Art im Hypoikon vorkommt.

Eine vollständige Erfassung der Kryptozoen habe ich nicht angestrebt, denn die Zahl der tycho- und xenosynusischen Arten ist Legion. Die behan-delten Gruppen zeigen schon deutlich eine Abhängigkeit von den besondern Lebensbedingungen dieses Biochorions.

Man macht die tröstliche Erfahrung, dass man nach zweistündigem, intensivem Sammeln die Tierwelt qualitativ und quantitativ schon recht gut erfasst hat. So habe ich in diesem Zeitraum in der Nivalstufe bereits die Hälfte aller von HANDSCHIN (1919) als lapidikol gemeldeten Arten erbeuten können.

Die Einteilung der Biozönosen ist zweckbedingt und nicht einheitlich. Sie lehnt sich an die pflanzensoziologische und – was die Grossräume betrifft – an die von TISCHLER (1955) an.

Alle Tiere wurden bis zur Art determiniert. Bei sehr vielen ♀♀ und Jung-tieren war dies jedoch nicht möglich. Nicht bearbeitet habe ich die Gruppen Linyphiidae sensu PETRUNKEWITCH (= Linyphiidae + Micryphantidae sec WIEHLE), Thomisidae, *Lycosa*, *Pardosa* und *Zelotes*.

### 3.2. Wälder

#### 3.2.1 Laubwälder

##### 3.2.1.1 Eichen – Hainbuchenwald

Das Querco-Carpinetum hat von allen behandelten Laubwaldtypen die beste Insolation, ist aber stellenweise doch recht feucht und kalt, was sich im Fehlen von Ameisen und im Vorhandensein von *Hyloniscus riparius* (C. L. KOCH) ausdrückt.

Es liegen nur sechs Aufnahmen aus dem Elsass (Bartenheim-Habsheim, Ht.-Rhin, Gallia, 27.–28.6.1968) und aus dem Hardwald bei Birsfelden (bei Basel, 26.6.1968) vor.

Sets vertretene und häufige Arten sind

*Lithobius forficatus* (L.) Dominanz in % : 28

*Abax parallelus* (DUFTSCH.) Dominanz in % : 17

Der letztere gilt im Sauerland als Charakterart des Querco-Carpinetums (LAUTERBACH, 1964).

*Glomeris hexasticha* BRANDT vermag stellenweise eine Dominanz von fast 50% zu erreichen. Mit ihrer Konstanz, geschweige denn Präsenz, ist es nicht weit her. Im Hardwald gehören 20% aller Individuen zu *Pterostichus vulgaris* (L.). Nach WILMS (1961) ist dieser um Münster ein dominierender Carabide (D. 37%) dieses Waldtyps, während LAUTERBACH (1964) von ihr kaum Notiz nimmt. Im Elsass habe ich sie nicht gefunden.

Als häufige Arten bemerken wir (Dom. 8%):

*Coelotes atropos* (WALCK.)

*Armadillidium pictum* BRANDT

*Polydesmus angustus* LATZ.

*Abax ater* (L.)

Es wird wohl Zufall sein, dass der in allen Fagetalia dominante *Abax ater* ins zweite Glied gerückt ist.

Als akzidentielle Arten schliesslich habe ich gefunden:

*Linyphiidae* sp.

*Hyloniscus riparius* (C. L. KOCH)

*Geophilus* sp.

*Mesocerus marginatus* (L.)

*Abax carinatus* (DUFTSCH.) (!) \*)

*Pterostichus madidus* (FABR.)

*Harpalus atratus* LATR.

Die Ameisen sind zu gleichen Teilen vertreten durch *Myrmica ruginodis* (NYL.), *Lasius niger* (L.) und *Formica fusca* (L.). Diese ist nur an sehr lichten Stellen unter Steinen anzutreffen. An beschatteten baut sie Kuppelnester.

##### 3.2.1.2. Rotbuchenwälder

Der mitteleuropäische Buchenwald ist feuchter und somit kälter als der Eichen-Hainbuchenwald. Er steht auf Kalk, was den Artenreichtum der Bodenfauna, auch der Kryptozoen, begreiflich macht.

Es wurden Buchenwälder von hauptsächlich folgenden Orten untersucht:

\*) Die mit (!) bezeichneten Arten sind faunistisch interessante Funde. Auf sie wird in 4. näher eingegangen.

Inzlingen, Umg. Basel, Germ., 8. 6. 1968	1.
St. Chrischona, Umg. Basel, Helv. 10. 6. 1968	2.
Riehen bei Basel, Helv., 19. 6. 1968	3.
Riehen bei Basel, Helv., 20. 6. 1968	4.
Wyhlen, Umg. Basel, Germ., 8. 7. 1968	5.
Riehen bei Basel, Helv., 13. 8. 1968	6.
Riehen bei Basel, Helv., 20.-29. 6. 1968	7.
Riehen bei Basel, Helv., 20. 6. 1968, 23 h-21. 6. 1968, 4 h	8.

	Hypoxylonion						Hypolithion		Hyp-	Prä- senz
	1	2	3	4	5	6	1	7	8	
<b>Araneae</b>										
<i>Coelotes atropos</i> (WALCK.)	10	12	35	25	13	+			11	88
Linyphiidae		+					10		5	33
<b>Isopoda</b>										
<i>Ligidium hypnorum</i> (Cuv.)		+					+			22
<i>Hyloniscus ri-</i> <i>parius</i> (C. L. KOCH)			+	12			20	14	15	55
<i>Platyarthrus</i> <i>hoffmannseggi</i> BRANDT										11
<i>Oniscus asellus</i> L.	10		13		12	13	20		6	11
<i>Trachelipus ratze-</i> <i>burgi</i> (BRANDT)	10						16		5	33
<i>Porcellio scaber</i> LATR.							25			11
<b>Diplopoda</b>										
<i>Glomeris conspersa</i> C. L. KOCH		+		+		13	9		5	55
<i>Orthochordeuma</i> <i>germanicum</i> (VERH.)							16			11
<i>Polydesmus an-</i> <i>gustus</i> LATZ.	30							10	+	33
<i>Cylindroiulus</i> <i>nitidus</i> (VERH.)		+	+							22
<b>Chilopoda</b>										
<i>Schendyla nemo-</i> <i>rensis</i> (C. KOCH)				+				+	+	44
<i>Cryptops hortensis</i> LEACH				+			10			22
<i>Lithobius</i> <i>forficatus</i> (L.)	20	22		38	49				21	15
<i>piceus</i> L. KOCH		9								66
<i>melanops</i> NEWP.		+				+				11
<i>crassipes</i> L. KOCH			+		+			+		22
										33
<b>Coleoptera</b>										
<i>Carabus coriaceus</i> L.				8		+		+		33
<i>monilis</i> FABR.		+						+		22
<i>nemoralis</i> MÜLL.	+				+					22
<i>Nebria brevicollis</i> (FABR.)			10							11
<i>Abax ater</i> (L.)	10		24	10	13			25	15	66
<i>ovalis</i> (DUFTSCH.)		9						+	5	33
<i>parallelus</i> (DUFTSCH.)		+	+					+	5	44

<i>Pterostichus</i>					
<i>pumilio</i> (DEJ.)	+	+			22
<i>cristatus</i> (DUF.)				20	11
<i>Dorcus parallelo-</i>					
<i>pedipodus</i> (L.)	+		+		22
<i>Systenocerus cara-</i>					
<i>boides</i> (L.)	+				22
<i>Tetropium casta-</i>					
<i>neum</i> (L.)	+				11
Hymenoptera					
<i>Mymica laevinodis</i>					
(NYL.)	100				11
<i>ruginodis</i> (NYL.)	100	100			22
<i>Lasius niger</i> (L.)			100		11
<i>brunneus</i> (LATR.)		100			11
<i>umbratus</i> (NYL.)				100	11

Besonders zahlreich sind die Arten, von denen nur Einzelexemplare vorliegen:

## Araneae

- Cicurina cicur* (FABR.)  
*Histopona torpida* (C. L. KOCH)  
*Pardosa* sp.  
*Theridium* sp.  
*Heliophanes cupreus* WALCK.

## Opiliones

- Odiellus palpinalis* (HERBST)

## Diplopoda

- Glomeris hexasticha* BRANDT  
*Chordeuma silvestre* LATZ.  
*Microchordeuma voigti* VERH.  
*Craspedosoma* sp.  
*Iulidae* sp.  
*Leptoijulus simplex glacialis* (VERH.)

## Chilopoda

- Lithobius agilis* C. L. KOCH  
*Lithobius mutabilis* C. L. KOCH

## Orthopteroidea

- Nemobius silvestris* (BOSC.)

## Diptera

- Tachinidae* sp.  
*Chloropidae* sp.

## Coleoptera

- Cyphrus caraboides* (L.)  
*Cyphrus attenuatus* (FABR.)  
*Bembidion nitidulum* (MARSH.)  
*Molops piceus* (PANZ.)  
*Pterostichus oblongopunctatus* (FABR.)  
*Pristonychus terricola* (HERBST)  
*Stenus fossulatus* ER.  
*Lathrobium* sp.  
*Othius punctulatus* (GOEZE)  
*Quedius lateralis* (GRAV.)  
*Quedius fuliginosus* (GRAV.)  
*Tachinus laticollis* (GRAV.)  
*Otiorrhynchus* sp.

## Hymenoptera

- Stenamma westwoodi* WESTW.  
*Lasius emarginatus* (OL.)

Zu den allgemeinen Fundumständen ist zu sagen, dass Superstrata, die auf der Streuschicht aufliegen, unbesiedelt sind. Dies gilt für alle Waldtypen.

Die meisten Tiere finden sich auf lockeren Boden unter Brettern. Steine sind zumeist sehr tief eingesenkt. Das hat zur Folge, dass ihr Substrat oft trocken und fast arthropodenleer ist, nicht zuletzt auch deswegen, weil Einstiegsmöglichkeiten fehlen. Das einzige Tier, das in dieser Tiefe vorkommt, ist *Schendyla nemorensis* (C. KOCH), nach VAN DER DRIFT (1950) ein typischer Bewohner des Hemiedaphons.

Wie aus der Tabelle recht gut hervorgeht, besteht zwischen Hypolithion und Hypoxylion kein wesentlicher Unterschied, ausser dass im ersteren die Isopoden häufiger vorzukommen scheinen. Die einzigen Differentialarten sind geoxene, xylophage Käfer, hier gerade (cf. 3.2.2.1.):

*Dorcas parallelolipedus* (L.)  
*Systenocerus caraboides* (L.)  
*Tetropium castaneum* (L.)

Diese Tiere suchen weniger einen Unterschlupf, sondern werden vom Material des Superstrats angelockt.

Sehr häufige Kryptozoen (Präsenz >70) sind (stets geordnet nach fallender Präsenz und Dominanz)

*Oniscus asellus* L.  
*Coelotes atropos* (WALCK.)  
 und als Gattungen

*Lithobius*

*Abax*

*Carabus.*

*Coelotes atropos* ist in allen Wäldern höherer Lagen anzutreffen, während *Oniscus asellus* an der Nord- und Ostsee als Charaktertier der Buchenwälder gilt (GRUNER, 1966; TISCHLER, 1944).

Als häufige Arten kommen in Frage:

*Lithobius forficatus* (L.)  
*Glomeris conspersa* C. L. KOCH  
*Abax ater* (L.)  
*Abax parallelus* (DUFTSCH.)  
*Hyloniscus riparius* (C. L. KOCH)  
*Schendyla nemorensis* (C. KOCH)

*Abax ater* und *A. parallelus* werden im zeitigen Frühjahr mengenmässig vertreten durch *Nebria brevicollis* (FABR.), einen hygrophilen Waldcarabiden. Ihm gesellt sich sehr häufig *Ocypus olens* (MÜLL.) zu.

Wenden wir uns der Nr. 8 zu, einer Nachtexkursion (23 h–4 h). Ganz wider Erwarten sind die Abundanzen nicht verschoben, obwohl die in der Tabelle genannten Arten eine nächtliche Lebensweise führen. Meinem Ergebnis ist allerdings keine grosse Bedeutung zuzumessen. LAUTERBACH (1964) hat nämlich für die Carabiden gezeigt, dass ihre nächtliche Aktivität sich von der Dämmerung bis etwa 22 h erstreckt.

Vergleichen wir noch unsere Ergebnisse mit denen, die VAN DER DRIFT (1950) bei der Untersuchung der allgemeinen Bodenfauna erhalten hat. Es fällt sofort auf, dass die von mir gefundenen Arten sich auch in seinen Tabellen in gleicher Abundanz finden. Die wenigen Unterschiede sind biogeographisch bedingt (*Coelotes atropos*, *Pterostichus oblongopunctatus*). Einzig die Silphiden fehlen bei mir völlig. Die genannten Arten gehören alle dem Epedaphon an, das ja weitgehend aus Makroarthropoden besteht. Ich darf hier den vor-

läufigen Schluss ziehen, dass – was die häufigeren Kryptozoen anbelangt – alle dem Boden aufliegenden Superstrata epedaphische Arten beherbergen. Unter tief im Boden eingebetteten Steinen wohnt eine hemi- oder sogar (cf. 5.4.) euedaphische Fauna. Der Vergleich mit den Arbeiten von WILMS (1961) und von LAUTERBACH (1964) erhärtet diese Feststellungen. Auch in den Tabellen von FRANZ (1950) und KÜHNELT (1943 b), die für die Ostalpen gelten, finden wir viele Arten wieder. Der letztere Autor meldet *Cryptops hortensis* LEACH als Charaktertier der Kärntner Buchenwälder; auch *Glomeris conspersa* C. L. KOCH ist dort häufig, wenn auch nicht euzön.

Ameisen sind im Buchenwald nur äusserst wenige zu finden. An den beschatteten und feuchten Stellen halten es nur *Myrmica laevinodis* (NYL), *Stenamma westwoodi* West. und *Lasius niger* (L.) aus. *Myrmica ruginodis* (NYL.), *Lasius brunneus* (LATR.), *L. emarginatus* (OL.) und *L. umbratus* (NYL.), die alle ziemlich trockenheits- und wärmeliebend sind, stammen von mikroklimatisch begünstigten Stellen.

Wenden wir uns noch den Buchenwäldern Südtaliens zu. Die folgenden Tiere stammen von Camigliatello Silano, La Sila, Cosenza, 17.–18. 9. 1968:

Aranae		
<i>Theridium redimitum</i> (L.)		10
Drassodidae sp.		10
<i>Gnaphosa</i> sp.		+
Linyphiidae sp.		+
Isopoda		
<i>Porcellio</i> sp.		24
Diplopoda		
<i>Glomeris</i> sp.		+
Chilopoda		
<i>Lithobius</i> sp.		+
<i>Chaetechelyne vesuviana</i> (NEWP.)		+
Coleoptera		
<i>Carabus intricatus</i> L.		+
<i>Cychrus italicus</i> BON.		37
<i>Nebria kratteri</i> DEJ.		+
<i>Notiophilus rufipes</i> CURT.		+
<i>Abax contractus</i> HEER		9
<i>Pterostichus cristatus</i> (DUF.)		9
<i>Pterostichus</i> sp.		+
<i>Calathus</i> sp.		+
<i>Anthophagus caraboides</i> (L.)		+
<i>Gyrohypnus fracticornis</i> (MÜLL.)		+
Hymenoptera		
<i>Ponera coarctata</i> (LATR.)		+
<i>Myrmica sabuleti</i> MEIN.		100

Der dortige Buchenwald ist je nach Standort mehr oder minder stark von *Pinus Laricio* POIR., *Castanea sativa* MILL., *Acer*, *Salix* und *Betula* durchsetzt. Man kann alle Übergänge zwischen einem reinen Buchenwald mittel-europäischen Gepräges und einem reinen Pinus-Wald (cf. 3.2.2.3.) finden. Der Wald ist viel trockener als der unsrige, besonders deswegen, weil er in einem wasser durchlässigen Boden wurzelt.

Das eindeutig häufigste Tier ist die für die Gebirge Südaladiens typische blauviolette *Nebria kratteri*. Ihr folgt *Porcellio* sp., *Myrmica sabuleti* ist wegen der relativen Trockenheit des Waldes nicht selten.

Es ist festzuhalten, dass zwischen den Kryptozoen der Buchenwälder Mitteleuropas und Südaladiens keine prinzipiellen Unterschiede bestehen.

### 3.2.1.3. Montaner Schluchtwald (= Aceri-Fraxinetum)

Von diesem kleinflächigen Waldtyp habe ich einige Aufnahmen in Altstätten (St. Gallen, Helv., 19.–22. 8. 1968) gemacht:

Araneae		
<i>Cybaeus tetricus</i> (C. L. KOCH)	11	
<i>Coelotes atropos</i> (WALCK.)	+	
<i>Pardosa</i> sp.	+	
Isopoda		
<i>Ligidium hypnorum</i> (CUV.)	13	
<i>Hyloniscus riparius</i> (C. L. KOCH)	10	
<i>Oniscus asellus</i> L.	8	
<i>Trachelipus rathkei</i> (BRANDT)	9	
<i>Trachelipus ratzeburgi</i> (BRANDT)	12	
<i>Armadillidium opacum</i> (C. L. KOCH)	3	
Diplopoda		
<i>Orobainosoma</i> sp.	5	
<i>Craspedosoma</i> sp.	+	
<i>Cylindroiulus nitidus</i> (VERH.)	+	
Chilopoda		
<i>Geophilus</i> sp.	+	
<i>Cryptops hortensis</i> LEACH	5	
<i>Lithobius forficatus</i> (L.)	+	
Hemiptera		
Nabidae sp.	+	
Coleoptera		
<i>Anisodactylus nemorivagus</i> (DUFTSCH.)	+	
<i>Trichotichnus laevicollis</i> (DUFTSCH.)	+	
<i>Harpalus latus</i> (L.)	+	
<i>Abax ater</i> (L.)	5	
<i>Pterostichus burmeisteri</i> (HEER)	+	
<i>Agonum sexpunctatum</i> (L.)	+	
<i>Stenus fossulatus</i> ER.	+	
<i>Stilicus rufipes</i> GERM.	+	
<i>Habrocerus capillaricornis</i> (GRAV.)	+	
Hymenoptera		
<i>Myrmica ruginodis</i> (NYL.)	10	
<i>Formica fusca</i> (L.)	90	

Die Wäldchen sind stets von einem Bach begleitet. Nahe diesem ist der Wald sehr dunkel, kühl und fast nass, was sich im gehäuften Auftreten der beiden Feuchtigkeitsindikatoren *Ligidium hypnorum* und *Hyloniscus riparius* ausdrückt. Auch *Stenus fossulatus* bevorzugt nasse Stellen. Andererseits haben wir Arten, die ihr Häufigkeitsmaximum im mesophilen Wald haben, etwa *Coelotes atropos*, *Trachelipus ratzeburgi*, *Armadillidium opacum*, *Cryptops*

*hortensis* und *Abax ater*. Dieser Waldtyp vermittelt also, faunistisch gesehen, zwischen dem mittelfeuchten Laubwald und dem Auenwald.

### 3.2.1.4. Auenwald

Der Auenwald bei der Mündung des Rheins in den Bodensee (Gaissau, Vorarlberg, Austria, 20. 8. 1968) ist der einzige, den zu untersuchen ich Gelegenheit hatte:

Araneae		
<i>Pardosa</i> sp.		+
Opiliones		
<i>Nemastoma quadripunctatum</i> (PERTY)		+
Isopoda		
<i>Ligidium hypnorum</i> (CUV.)	25	
<i>Hyloniscus riparius</i> (C. L. KOCH)	35	
<i>Trachelipus rathkei</i> (BRANDT)	3	
Diplopoda		
<i>Craspedosoma</i> sp.	3	
<i>Polydesmus denticulatus</i> C. L. KOCH	10	
<i>Cylindroiulus nitidus</i> (VERH.)	7	
Chilopoda		
<i>Lithobius piceus</i> L. KOCH	+	
Hemiptera		
<i>Gastrodes grossipes</i> (De G.)	+	
Coleoptera		
<i>Trechus quadristriatus</i> (SCHRK.)	3	
<i>Trechus discus</i> (FABR.)	+	
<i>Patrobus excavatus</i> (PAYK.)	2	
<i>Pterostichus oblongopunctatus</i> (FABR.)	4	
<i>Pterostichus niger</i> (SCHALL.)	4	
<i>Pterostichus anthracinus</i> (ILL.)	+	
<i>Pterostichus minor</i> (GYLLH.)	2	
<i>Philonthus laminatus</i> (CREUTZ.)	+	
Hymenoptera		
<i>Myrmica laevinodis</i> (NYL.)	60	
<i>Lasius niger</i> (L.)	40	

Die Asseln *Hyloniscus riparius* und *Ligidium hypnorum* haben endgültig obenausgeschwungen. Die letztere gilt als Charakterart der Erlenbrücher (GRUNER, 1966; HEROLD, 1930). Der hygrophile Wald bietet für Diplopoden ausgezeichnete Verhältnisse. Für die mehr trockenheits- und wärmeliebenden (HERTER, 1943) Chilopoden wirken sie sich eher nachteilig aus. Die Funde von *Lasius niger* zeigen die ausserordentliche Euryökie dieser Art.

In diesem Biotop hat das Hypoikon vom mikroklimatischen Standpunkt aus nicht viel zu bieten. Der freie Boden ist ohnehin schon nass und weist deshalb auch einen regelmässigen Temperaturgang auf.

### 3.2.2. Nadelwälder

#### 3.2.2.1. Tannenwald

Drei Sammeltage im Schwarzwald (Lehen bei Todtmoos, 1050 m, 23. 6., 30. 6., 1. 7. 1968) ergaben folgendes Bild:

## Araneae

<i>Histopona torpida</i> (C. L. KOCH)	+
<i>Coelotes atropos</i> (WALCK.)	3
<i>Coelotes inermis</i> (L. KOCH)	+
<i>Linyphiidae</i> sp.	5

## Opiliones

<i>Nemastoma quadripunctatum</i> (PERTY)	10
<i>Mitopus morio</i> (FABR.)	12
<i>Odiellus palpinalis</i> (HERBST)	+
<i>Platybunus pinetorum</i> (C. L. KOCH)	5

## Diplopoda

<i>Orthochordeuma germanicum</i> (VERH.)	+
<i>Polydesmus angustus</i> LATZ.	+
<i>Leptoiulus simplex glacialis</i> (VERH.)	+

## Chilopoda

<i>Lithobius forficatus</i> (L.)	10
<i>Lithobius melanops</i> NEWP.	+

## Diptera

<i>Lycoria</i> sp.
Chloropidae sp.

## Coleoptera

<i>Carabus glabratus</i> (PAYK.)	5
<i>Carabus auronitens</i> FABR.	3
<i>Notiophilus palustris</i> (DUFTSCH.)	3
<i>Patrobus excavatus</i> (PAYK.)	+
<i>Molops piceus</i> (PANZ.)	+
<i>Abax ater</i> (L.)	5
<i>Abax ovalis</i> (DUFTSCH.)	+
<i>Pterostichus oblongopunctatus</i> (FABR.)	+
<i>Pterostichus pumilio</i> (DEJ.)	12
<i>Quedius umbrinus</i> ER	+
<i>Tachinus rufipes</i> (DE G.)	+
<i>Pityophagus ferrugineus</i> (L.)	+
<i>Otiorrhynchus</i> sp.	+
<i>Curculio abietis</i> L.	+
<i>Plinthus caliginosus</i> FABR.	3
<i>Pissodes piceae</i> ILL.	5

## Hymenoptera

<i>Myrmica ruginodis</i> (NYL.)	+
<i>Formica nigricans</i> EM	+

Man sieht, dass keine Art eine starke Dominanz auszuüben vermag. Das Fehlen der Isopoden in Nadelwäldern ist schon lange bekannt. An ihre Stelle treten (mengenmäßig) die Opiliones, von denen nur *Platybunus pinetorum*, wie der Name sagt, mehr oder weniger an Nadelwälder gebunden ist. *Mitopus morio* ist der häufigste lapidikole Webergnecht der höheren Lagen.

*Lithobius forficatus* steht auch hier in vorderer Position. Andere Laubwaldtiere treten etwas zurück, nur *Pterostichus pumilio* wird häufiger. Caraben sind recht konstant im Nadelwald anzutreffen. Allerdings bevorzugt *C. auronitens* Baumstübben als Aufenthaltsort.

Die meisten Ameisen verschwinden ganz, weil hier die Arten der Untergattung *Formica* dominieren, die mit Ausnahme von *F. nigricans* nur Kuppelnester bauen. Für die weniger volkreichen Myrmicinen bilden sie eine über grosse biologische Konkurrenz.

Als Differentialarten des Hypoxylions sind zu nennen:

*Pityophagus ferrugineus* (L.)

*Curculio abietis* L.

*Pissodes piceae* (ILL.).

Die Fliegen waren nur am 23. Juni häufig. Sie hatten sich offensichtlich vor dem Unwetter versteckt, das den Ort am frühen Nachmittag erreichte. Das Hypoikon schützt also auch vor makroklimatischen Einflüssen.

### 3.2.2.2. Lärchen – Arvenwald

Die Tabellen umfassen folgende Exkursionen:

Zermatt, Wallis, Helv., Nordhang, 1700–1800 m, 15. 7., 23. 7. 1968	1.
Zermatt-Tuftern, Westhang, 1700–2200 m, 19. 7. 1968	2.
Zermatt-Furi, Nordhang, 1700–1900 m, 20. 7. 1968	3.
Zermatt, Stafel-Zmutt; Laubern, Nordhang, 2000–2300 m, 25.7, 28. 7. 1968	4.

1 2 3 4

#### Araneae

<i>Pardosa</i> sp.	+	+	10
<i>Gnaphosa petrobia</i> (L. KOCH)	8		
<i>Zelotes</i> sp.	+	+	
<i>Linyphiidae</i>	12		12

#### Opiliones

<i>Mitopus morio</i> (FABR.)	13	12
------------------------------	----	----

#### Isopoda

<i>Oroniscus helveticus</i> VERH. (!)	12		+
---------------------------------------	----	--	---

#### Diplopoda

<i>Glomeris transalpina</i> C. L. KOCH	18	12	10
<i>Cylindroiulus allobrogicus</i> BROL.		10	
<i>Leptoiulus simplex glacialis</i> (VERH.)			18
<i>Schizophyllum sabulosum</i> (L.)	+		12

#### Chilopoda

<i>Lithobius forficatus</i> (L.)	18	10	15
<i>Lithobius lucifugus</i> L. KOCH	4	+	10
<i>Lithobius agilis</i> C. KOCH	10		20

#### Dermoptera

<i>Chelidurella mutica</i> (KRAUSS) (!)	+	+
---	---	---

#### Coleoptera

<i>Nebria rufescens</i> (STRÖM.)			+	+
<i>Pterostichus apennensis</i> (DEJ.) (!)	+	8		
<i>Pterostichus multipunctatus</i> (DEJ.)	10	12	+	
<i>Calathus melanocephalus</i> (L.)	+	12	+	
<i>Calathus micropterus</i> (DUFTSCH.)			8	
<i>Othius melanocephalus</i> (GRAV.)		+	+	
<i>Crypticus quisquilius</i> (L.)		+	20	

#### Hymenoptera

<i>Myrmica ruginodis</i> (NYL.)	20
---------------------------------	----

<i>Myrmica sulcinodis</i> (NYL.)	20		
<i>Myrmica lobicornis alpina</i> STÄRCKE		30	10
<i>Manica rubida</i> (LATR.)		20	20
<i>Formica fusca</i> (L.)	40	100	50
<i>Camponotus h. herculeanus</i> (L.)	20		70

## Einzelfunde.

<i>Dictyna arundinacea</i> (L.)			
Drassodidae			
Clubionidae			
<i>Xysticus</i> sp.			
<i>Dicranopalpus gasteinensis</i> DOL.			
Iulidae			
<i>Lithobius lapidicola</i> MEIN.			
<i>Scolopostethus decoratus</i> (HHN.)			
<i>Anisodactylus nemorivagus</i> (DUFTSCH.)			
<i>Harpalus aeneus</i> (FABR.)			
<i>Amara praetermissa</i> (SAHLBG.)			
<i>Cymindis vaporarium</i> (L.)			
<i>Otiorrhynchus pauxillus</i> ROSENH.			
<i>Formica rufa</i> (L.)			
<i>Formica lugubris</i> ZETT.			
<i>Formica sanguinea</i> LATR.			

Ein Hypoxylion kann man hier selten beobachten. Oftmals ist der Hang stark geneigt, was den Kryptozoen nicht besonders zu bekommen scheint. In dieser Höhenstufe (cf. 3.4.1.) ist die Exposition noch nicht von Bedeutung.

*Lithobius lucifugus* ist überall vertreten. Beim Aufsteigen im Lärchenwald wird er immer häufiger auf Kosten von *Lithobius forficatus*, der oberhalb der Baumgrenze schliesslich ganz fehlt. Tiere zweithöchster Präsenz sind *Glomeris transalpina*, eine typisch subalpine Art, *Pterostichus multipunctatus*, der ausserordentlich euryöke *Calathus melanocephalus* und *Pardosa* spp.

Die Ameisen sind recht gut vertreten. Ihre Lebensbedingungen sind besser als im Laubwald, da hier wegen der Hanglage nie Staunässe auftreten kann. Aus diesem Grunde ist das Substrat oft recht trocken, was sich, wie eingangs erwähnt, negativ auf die Besiedlung auswirken kann.

## 3.2.2.3. Süditalienische Kiefernwälder

Einigermassen gründlich habe ich nur die Wälder der Sila (Camigliatello Silano, Cosenza, 17.–18. 9. 1968) untersucht. Sie bestehen zur Hauptsache aus *Pinus Laricio* POIR. Es kommen als Kryptozoen vor:

Araneae		
<i>Agelenidae</i> sp.		+
<i>Lycosa</i> sp.		5
Clubionidae sp.		12
Linyphiidae sp.		10
Opiliones		
<i>Liobunum</i> sp.		5
<i>Lacinius gallipoliensis</i> ROEW.		5
Isopoda		
<i>Armadillidium</i> sp.		+

<i>Philoscia affinis</i> VERH.	5
Diplopoda	
<i>Iulidae</i> sp.	5
Chilopoda	
<i>Cryptops savignyi</i> LEACH	7
<i>Polybothrus</i> sp.	10
Orthopteroidea	
<i>Ectobius livens chopardi</i> ADEL.	5
<i>Forficula silana</i> COSTA	7
Coleoptera	
<i>Carabus intricatus</i> L.	+
<i>Nebria kratteri</i> DEJ.	22
<i>Notiophilus rufipes</i> DURT	+
<i>Pterostichus</i> sp.	+
<i>Calathus</i> sp.	+
<i>Quedius semiobscurus</i> MARSH.	+
<i>Endomychidae</i> sp.	+
<i>Phausis</i> sp. larv.	+
Hymenoptera	
<i>Stenamma westwoodi</i> WESTW.	20
<i>Lasius brunneus</i> (LATR.)	20
<i>Formica fusca</i> (L.)	60

Bei einem faunistischen Vergleich mit den Buchenwäldern der Sila fällt die Ähnlichkeit sofort auf. Auch hier dominiert *Nebria kratteri*. Das gehäufte Auftreten von Webergnechten in Nadelwäldern halte ich für sehr charakteristisch (cf. 3.2.2.1., 3.2.2.2.). Auch im Süden verschwinden die Asseln: Die beiden Arten *Armadillidium* sp. und *Philoscia affinis* stammen von einem Mischwald.

Die Wälder und Haine der italienischen Küsten, die aus *Pinus pinaster* SOL. und *Pinus pinea* L. bestehen und auf reinem Sand stehen, enthalten sehr wenige oder keine Kryptozoen, da auch keine eigentliche Bodenfauna entwickelt ist.

### 3.2.3. Zusammenfassung

In der folgenden Tabelle sind die durchschnittlichen Dominanzen der einzelnen Gruppen verzeichnet:

	Eichen-Hainbuchenwald	Rotbuchenwald	Aceri-fraxinetum	Auenwald
Araneae	9	15	12	1
Isopoda	11	21	55	63
Diplopoda	15	11	6	20
Chilopoda	18	24	6	1
Coleoptera	32	24	15	14

Zunehmende Feuchtigkeit 

Mit zunehmender Feuchte des Waldes nimmt die Häufigkeit der Asseln zu, die der Käfer ab.

Den drei mesophilen Laubwäldern sind gemeinsam die Arten  
*Ceolotes atropos* WALCK.)  
*Lithobius forficatus* (L.)  
*Abax ater* (L.)

und die Gattungen *Pterostichus* und *Myrmica*, die sogar allen Laubwäldern und mitteleuropäischen Nadelwäldern gemeinsam sind. Für diese ist jedoch sicher *Lithobius* die typischste Gattung.

Eine gleiche Tabelle für den Nadelwald zeigt das bereits erwähnte Auftreten der Kanker und die Herrschaft der Käfer:

	Lärchen-Arven- wald	Tannen- wald	Kiefern- wald
Araneae	14	14	27
Opiliones	10	25	10
Diplopoda	25	5	5
Chilopoda	25	10	17
Coleoptera	32	40	30

Festzuhalten ist, dass das Hypoikon der Bodenoberfläche epedaphische Tiere beherbergt. Nicht jedes epedaphische Tier kommt aber im Hypoikon vor. Carabidae kommen häufiger vor als Staphyliniden, die in der Streuschicht dominieren (PFETTEN, 1925; PILLAI, 1922; VAN DER DRIFT, 1950) (cf. 3.7.1.). Silphiden und geophile Lamellicornier fehlen ganz.

Lapidikole Larven fehlen fast völlig. Für sie als reinen Fressstadien ist es besser, gleich in der eigenen Nahrung zu leben, besonders da die Streuschicht einen ähnlichen Schutz wie ein Superstrat zu geben vermag.

In Biotopen, in denen man keine dickere, kontinuierliche Schicht organischen Bestandesabfalls kennt, ist die Frage nach der Herkunft der Kryptozoen viel einfacher zu beantworten, da dort der Begriff Hemiedaphon nicht mehr sinnvoll ist.

### 3.3. Bewaldete und unbewaldete Gebiete Südtaliens

Die meisten Untersuchungen zu dieser Frage – eine grössere Arbeit darüber ist in Vorbereitung – habe ich gemacht in Castelluccio Inferiore (Potenza, 26. 3.–2. 4.; 19. 7.–27. 7. 1968), das an der Grenze zwischen Calabrien und der Basilicata liegt. Der Wald ist dort noch recht schön entwickelt und besteht hauptsächlich aus *Quercus pubescens* WILLD. mit einem dichten Unterwuchs von *Pteridium aquilinum* (L.) KUHN. Man kann folgende Arten in Hypolithion antreffen:

Araneae

- Dysdera crocata* C. L. KOCH
- Lycosa* sp.
- Pardosa* sp.
- Drassodes* sp.

Opiliones

- Lacinius gallipoliensis* ROEW.

Isopoda

- Platyarthrus hoffmannseggii* BRDT.
- Philoscia affinis* VERH.

<i>Armadillidium</i> sp.	
Diplopoda	
<i>Pachyiulus flavipes</i> C. L. KOCH	
<i>Ophyiulus</i> sp.	
Chilopoda	
<i>Chaetechelyne vesuviana</i> (NEWP.)	
<i>Polybothrus</i> sp.	
<i>Lithobius pusillus</i> LATZ.	
Orthopteroidea	
<i>Eugryllodes pipiens</i> (DUF.)	
<i>Gryllomorpha dalmatina</i> (OCSK.)	
<i>Mogoplistes brunneus</i> SERV.	
<i>Myrmecophila acervorum</i> (PANZ.)	
Coleoptera	
<i>Amorphocephalus coronatus</i> GERM	
Hymenoptera	
<i>Mymica sabuleti</i> MEIN.	+
<i>Aphaenogaster semipolita</i> NYL.	+
<i>Messor rufitarsis</i> (FABR.)	+
<i>Pheidole pallidula</i> (NYL.)	20
<i>Cremastogaster sordidula</i> NYL.	20
<i>Cremastogaster scutellaris</i> (M.)	+
<i>Leptothorax exilis</i> EM.	+
<i>Plagiolepis pygmaea</i> (LATR.)	20
<i>Formica cunicularia</i> LATR.	+
<i>Camponotus aethiops</i> (LATR.)	20
<i>Camponotus nylanderi</i> EM.	+

Alle Arten liegen in wenigen Exemplaren vor, bloss die Asseln, besonders *Armadillidium* sp., treten stärker hervor. Im Vergleich mit mitteleuropäischen Laubwäldern fällt der grosse Reichtum – auch in quantitativer Hinsicht – an Ameisen auf. In gleicher Weise sind die thermophilen Grylliden reichlich vertreten. Käfer fehlen ganz, der einzige Koleoptere ist myrmekophil.

Betrachten wir dagegen ein Triftgebiet, dessen ursprüngliche Bewaldung durch einen extensiven Weidebetrieb mit Schafen und Ziegen zerstört worden ist:

Araneae	
<i>Linyphiidae</i> sp.	+
<i>Theridium</i> sp.	+
<i>Gnaphosa</i> sp.	3
<i>Xysticus</i> sp.	3
<i>Euophris</i> sp.	3
<i>Heliophanus</i> sp.	6
Opiliones	
<i>Ischyropsalis herbstii</i> C. L. KOCH	+
<i>Lacinius gallipoliensis</i> ROEW.	+
Isopoda	
<i>Platyarthrus hoffmannseggii</i> BRDT.	6
<i>Chaetophiloscia sicula</i> VERH.	+
<i>Philoscia affinis</i> VERH.	3

<i>Porcellio</i> sp.	4
<i>Armadillidium</i> sp.	32
Diplopoda	
<i>Pachyiulus flavipes</i> C. L. KOCH	+
<i>Ophyiulus</i> sp.	5
Chilopoda	
<i>Dignathodon microcephalum</i> (LUCAS)	+
<i>Scolopendra cingulata</i> LATR.	4
<i>Polybothrus</i> sp.	3
<i>Lithobius pusillus</i> LATZ.	+
Orthopteroidea	
<i>Ectobius livens chopardi</i> ADEL.	+
<i>Loboptera decipiens</i> GERM.	+
<i>Eugryllodes pipiens</i> (DUF.)	+
Psocoptera	
<i>Neopsocus rhenanus</i> KOLBE	+
Coleoptera	
<i>Pterostichus</i> sp.	+
<i>Microlestes fissuralis</i> REITT.	+
<i>Xantholinus</i> sp.	+
<i>Aleochara</i> sp.	+
<i>Anthicus</i> sp.	+
<i>Phytonomus punctatus</i> (FABR.)	+
Hymenoptera	
<i>Aphaenogaster semipolita</i> NYL.	10
<i>Messor rufitarsis</i> FABR.	+
<i>Messor capitata</i> LATR.	+
<i>Messor semirufus wasmanni</i> KRAUSSE	+
<i>Pheidole pallidula</i> (NYL.)	30
<i>Cremastogaster sordidula</i> NYL.	+
<i>Tetramorium caespitum</i> (L.)	10
<i>Tetramorium ferox diomedea</i> EM.	10
<i>Tapinoma nigerrimum</i> (NYL.)	+
<i>Plagiolepis pygmaea</i> (LATR.)	+
<i>Camponotus aethiops</i> (LATR.)	10
<i>Camponotus lateralis</i> (OL.)	10

Die beiden Tabellen sind sich auffallend ähnlich. Die feuchtigkeitsliebenden, sessilen Formen, wie Opiliones, Isopoda und Diplopoda, sind die gleichen geblieben. Ich halte sie mit KÜHNELT (1943 a) für Waldrelikte, die die Möglichkeit hatten, unter Steinen zu überleben, nachdem der Wald verschwunden war.

Ein analoges Weidebiotop in Paola (Cosenza, 14. 9. 1968) beherbergte die genau gleichen sessilen Arten, unter den Ameisen jedoch dominierten *Messor rufitarsis* FABR.

*Pheidole pallidula* (NYL.)

*Camponotus aethiops* (LATR.) mit *C. universitatis* FOR. \*).

*Lasius carniolicus* MAYR. \*).

\*) cf. WÜRMLI, Boll. Soc. Ent. Ital. Vol. 99–101, p. 208, 1969

Den agilen Formen, wie den Ameisen, ist ein Reliktcharakter ganz abzusprechen.

Sobald der Mensch das ursprüngliche Weideland urbar zu machen versucht und die Steine wegräumt, verschwinden nach und nach die Waldrelikte, und die Kryptozoen der Felder, vor allem Carabiden, beginnen sich auszubreiten. Die primäre kryptozoische Besiedlung muss wegen der Tätigkeit des Menschen einer sekundären, später in die Felder eingewanderten Fauna (der Litoraea) weichen. In diesem Sinn ist die kryptozoische Tierwelt der landwirtschaftlich genutzten Gebiete Mitteleuropas (cf. 3.7.) überall eine sekundäre.

Für Italien will ich dies noch an zwei Beispielen illustrieren. Das erste ist das Agrargebiet um Castelluccio. Es herrscht dort eine wenig intensive Kleinfelderwirtschaft. Allenthalben finden sich noch Steinhaufen und andere Superstrata, die den Kryptozoen Schutz gewähren können. Es finden sich folgende Arten:

Scorpiones		
<i>Euscorpius italicus</i> (HERBST)		+
Araneae		
<i>Trochosa</i> sp.	5	
<i>Linyphiidae</i> sp.	4	
<i>Xysticus</i> sp.	4	
Pseudoscorpiones		
<i>Cheliferidae</i> sp.	+	
Opiliones		
<i>Nemastoma argenteolunulatum</i> (CAN.)	7	
Isopoda		
<i>Chaetophiloscia sicula</i> VERH.	4	
<i>Philoscia affinis</i> VERH.	3	
<i>Porcellio</i> sp.	9	
Diplopoda		
<i>Chordeuma silvestre</i> LATZ.	+	
<i>Craspedosoma</i> sp.	+	
<i>Polydesmus</i> sp.	9	
<i>Iulidae</i> sp.	7	
Chilopoda		
<i>Henia bicarinata</i> (MEIN.)	+	
<i>Eupolybothrus appenninigenus</i> (BROL.)	9	
<i>Scutigera coleoptrata</i> (L.)	+	
Orthopteroidea		
<i>Anisolabis annulipes</i> (LUCAS)	3	
<i>Forficula pubescens</i> GENE	+	
Coleoptera		
<i>Carabus intricatus</i> L.	7	
<i>Pseudophonus pubescens</i> (MÜLL.)	7	
<i>Pseudophonus griseus</i> (PANZ.)	+	
<i>Pterostichus</i> sp.	+	
<i>Oxytelus opacus</i> Kr.	+	
<i>Ocypus globulifer</i> (GEOFFR.)	+	
<i>Otiorrhynchus ligneus</i> OL.	+	

## Hymenoptera

<i>Messor rufitarsis</i> (FABR.)	4
<i>Pheidole pallidula</i> (NYL.)	39
<i>Leptothorax unifasciata</i> LATR.	+
<i>Tetramorium ferox diomedea</i> EM.	14
<i>Tapinoma nigerrimum</i> (NYL.)	17
<i>Camponotus aethiops</i> (LATR.)	10
<i>Lasius alienus</i> (FOERST.)	16

Die Faunenverschiebung ist deutlich. Die Carabiden rücken vor, während von den Asseln die typische *Armadillidium* sp. schon ganz fehlt.

Das zweite Beispiel stellen die Olivenhaine um Paola und Cosenza dar (14. – 16. 9. 1968). Die einzigen Superstrata sind neben vereinzelten Brettern vor allem ausgetrocknete Erdschollen.

## Araneae

<i>Pholcus phalangioides</i> (FUESSL.)
<i>Dysdera</i> sp.
<i>Hogna tarantula</i> ROSSI
<i>Heliophanus</i> sp.

## Isopoda

<i>Porcellio</i> sp.
<i>Armadillidium</i> sp.

## Diplopoda

<i>Iulidae</i> sp.
--------------------

## Chilopoda

<i>Lithobius pusillus</i> LATZ.
---------------------------------

## Orthopteroidea

<i>Reticulitermes</i> sp.
---------------------------

## Hymenoptera

<i>Aphaenogaster semipolita</i> NYL.	15
<i>Pheidole pallidula</i> (NYL.)	55
<i>Tetramorium ferox diomedea</i> EM.	30

Die intensive landwirtschaftliche Nutzung bewirkt eine Arten- und Individuenarmut, die wir in ähnlicher Weise in unseren Rebbergen (3.7.1.) vorfinden können.

## 3.4. Alpine Stufe

## 3.4.1. Alpine Rasen und Weiden

Es liegen Ausbeuten von folgenden Exkursionen vor:

Tuftern-Sattla, Zermatt, 2300 m, Westhang, 19.–23. 7. 1968	1.
Sunnegga-Stellisee, Zermatt, 2200–2500 m, Südhang, 22.–26. 7. 1968	2.
Stafelalp-Schwarzsee, Zermatt, 2200–2600 m, Nordhang, 25. 7. 1968	3.
Rifelberg-Rifelsee, Zermatt, 2500–2800 m, Nordhang, 29. 7. 1968	4.
Furgg-Auf der Mauer, Zermatt, 2300–2700 m, Nordhang, 1. 8. 1968, ± bewachsene Moräne	5.

1      2      3      4      5

## Araneae

<i>Pardosa</i> sp.	5	8	+	3	+
Linyphiidae				17	7

<i>Theridium notatum</i> (L.)		10			
<i>Gnaphosa petrobia</i> (L. KOCH)	+	6	+	19	10
<i>Drassodes</i> sp.			+	+	
<i>Drassodes heeri</i> (PAVESI)			10		10
<i>Zelotes</i> sp.		4		3	
<i>Thanatus alpinus</i> KULCZ.	+	+	+		
<i>Xysticus</i> sp.		12	+	3	
Pseudoscorpiones					
<i>Neobisium jugorum</i> L. KOCH					5
Opiliones					
<i>Mitopus morio</i> (FABR.)			52	14	37
Isopoda					
<i>Oroniscus helveticus</i> VERH. (!)		7	+		
Diplopoda					
<i>Glomeris helvetica</i> VERH.		17			
<i>Glomeris transalpina</i> C. L. KOCH		13	8		
<i>Schizophyllum sabulosum</i> (L.)			4		
Chilopoda					
<i>Lithobius lucifugus</i> L. KOCH	+	+	3	3	5
Orthopteroidea					
Acrididae iuv.	+	+	3		
<i>Anechura bipunctata</i> (F.)		20	30		3*)
Hemiptera					
Coccidae sp.					20
Coleoptera					
<i>Carabus concolor</i> FABR.			+		5
<i>Notiophilus pusillus</i> WATERH. (!)				3	
<i>Calathus erratus</i> (SAHLBG.)	7				
<i>Amara quenseli</i> (SCHÖNH.)			+	10	+
<i>Amara equestris cervini</i> STIERL.				3	
<i>Cymindis vaporarium</i> (L.)			+	10	+
<i>Crypticus quisquilius</i> (L.)	3				
<i>Chrysochloa</i> sp.				3	5
<i>Galeruca tanaceti</i> (L.)		10			
Hymenoptera					
<i>Manica rubida</i> (LATR.)		10			
<i>Leptothorax acervorum</i> (FABR.)			10		90
<i>Leptothorax tuberum</i> (L.)		10			
<i>Tetramorium caespitum</i> (L.)	30	40	30	+	+
<i>Formica lemani</i> BONDR.	60	40	60	100	10
<i>Formica lugubris</i> ZETT.		+		+	

Einzelfund.

## Araneae

*Titanoeca nivalis* (SIM.)

## Opiliones

*Dicranopalpus gasteinensis* DOL.

## Diplopoda

Iulidae sp.

\* lokale Südexposition

- Cylindroiulus allobrogicus* BROL.  
 Hemiptera  
*Capsodes gothicus* (L.)  
 Lepidoptera  
*Coleophora* sp.  
*Grapholitha* sp.  
 Diptera  
*Calliphora* sp.  
*Anthomyidae* sp.  
*Eribolus sudeticus* BECKER  
 Coleoptera  
*Harpalus fuliginosus* (DUFTSCH.)  
*Harpalus honestus* (DUFTSCH.)  
*Olophrum alpinum* (ER.)  
*Anthophagus alpinus* (F.)  
*Aleochara* sp.  
*Byrrhus fasciatus* FORST.  
*Malthodes* sp.  
*Luperus* sp.  
 Curculionidae  
*Otiorrhynchus pupillatus* GYLLH.  
*Otiorrhynchus difficilis* STIERL.  
*Otiorrhynchus fraxini* GERM.  
*Otiorrhynchus pauxillus* ROSENH.  
 Hymenoptera  
 Ichneumonidae  
*Gelis* sp.  
*Anthophora* sp.  
*Myrmica sulcinodis* NYL.  
*Formica rufa* (L.)  
*Lasius niger* (L.)  
*Lasius fuliginosus* (LATR.)

Auffallend ist, dass die eigentlichen Kryptozoen, wie wir sie bisher kennengelernt haben, einen starken Zuzug atmobiotischer Tiere erhalten. Einseitig lassen sich im alpinen Rasen drei Stratozönosen unterscheiden, die räumlich sehr eng beieinander liegen, so dass sich deren Glieder zufällig sehr leicht vermischen können. Andererseits ist es doch evident, dass das Hypolithion infolge seiner gemässigten Bedingungen für viele Tiere attraktiv wird (cf. 5.1.1., 5.1.3.). So beherbergt die Hälfte aller Steine Larven, besonders Schmetterlingsraupen und Puppen.

Der indirekte Genuss der Insolation kann durch zwei Lagen im Raum verstärkt werden:

1. Die orographische Lage: Sie spielt offensichtlich selbst für Kryptozoen eine Rolle, denn typische Nordhangtiere sind etwa der dominante *Mitopus morio*, *Drassodes* spp., *Amara quenseli* und *Leptothorax acervorum*. Diplopoden und Isopoden scheinen die Nordhänge zu meiden.

Ein Tier der Südhänge ist die sehr heliophile (FRANZ, 1954/61; MANI, 1962) *Anechura bipunctata*, deren Kolonien bis zu 30 Tieren enthalten.

2. Die Lage der Tiere im Hypolithion: Manche Tiere, besonders Araneae, Opiliones, Formicidae, machen davon Gebrauch, dass die Unterseite des Steins wegen der erhöhten Insolation oft beträchtlich wärmer als das Substrat wird. Sie hängen deshalb tagsüber an der Steinunterseite, was in tieferen Lagen selten beobachtet werden kann. Ihre Thermotaxis ist stärker als ihre Geotaxis. *Mitopus morio* gehört zu ihnen. Er kommt also nur an den mikroklimatisch begünstigten Lagen des Hypolithions der sonst kälteren Nordhänge vor. An den wärmeren Südhängen scheint er zu fehlen.

Sehr oft findet man Ameisenköniginnen mit vielen Puppen an der Steinunterseite. Des Nachts weichen alle diese Tiere der Kälte aus und führen vertikale (ev. horizontale) Wanderungen aus. Sie kommen so zu einer besseren Wärmebilanz als die an der Steinunterseite festgehefteten Stadien wie Puppen und Eier.

Bei diesem Phänomen dürfen wir wohl von einer Art zoologischen Spaliereffekts sprechen.

Das häufigste Tier in jeder Exposition ist *Formica lemani*, gefolgt von *Tetramorium caespitum*. Das Hypolithion ist in der alpinen Stufe der Hauptwohnort der Ameisen, da oberhalb der Baumgrenze Kuppelnester völlig fehlen. In diesem Zusammenhang ist die Beobachtung sehr interessant, dass *Leptothorax acervorum* im unwirtlichen Schuttstrom von Nr. 5 weitaus dominiert. Ihre biologische Schwäche macht sie durch eine ungeheure ökologische Plastizität wieder wett (cf. GöSSWALD, 1938, 1940). Bei der gleichen Moräne lassen sich noch weitere Feststellungen machen: Je mehr sich der Boden einer Klimax nähert, desto mehr Kryptozoen enthält er (cf. 3.5.1.). Besonders Vegetationsinseln wirken stark konzentrierend. Einen solchen Häufigkeitsgradienten kann man bei *Lithobius lucifugus* am schönsten beobachten.

Von *Lasius niger* und *Lasius fuliginosus* liegen nur Geschlechtstiere vor, die sich vom Wind in diese Höhe verfrachten lassen. Man kann sie auch häufig auf Gletschern finden. Bezeichnenderweise haben sie sich alle unter einige grosse Platten verkrochen, um sozusagen in einem Experiment der Natur den mikroklimatischen Einfluss der Steine zu demonstrieren!

### 3.4.2. Subnivale und nivale Stufe

Eine Exkursion auf den Gorner- und Hohtälligrat (Zermatt, 3100–3300 m, 29. 7. 1968) brachte folgende Tiere ein:

Araneae		
<i>Linyphiidae</i> sp.	9	
<i>Drassodes heeri</i> (PAVESI)	11	
Opiliones		
<i>Mitopus morio</i> (FABR.)	8	
Diplopoda		
<i>Glomeris transalpina</i> C. L. KOCH	19	
<i>Leptoiulus simplex glacialis</i> (VERH.)	8	
Chilopoda		
<i>Lithobius forficatus</i> (L.) (!)	+	
<i>Lithobius borealis</i> MEIN. (!)	+	
<i>Lithobius lapidicola</i> MEIN.	4	
<i>Lithobius lucifugus</i> L. KOCH	+	

Coleoptera		
<i>Bembidion glaciale</i> (HEER)	20	
<i>Amara quenseli</i> (SCHÖNH.)	10	
<i>Aphodius mixtus</i> VILLA	+	
<i>Byrrhus fasciatus</i> FORST.	6	
<i>Otiorrhynchus pupillatus</i> GYLH.	+	
Hymenoptera		
<i>Tetramorium caespitum</i> (L.)	20	
<i>Formica lemani</i> BONDR.	80	

Auf der Nordseite des Grates habe ich keine Tiere finden können. Der Einfluss der Exposition wächst also rasch mit zunehmender Höhe. In der nordwärts gerichteten Nivalzone von Trockener Steg (Zermatt, 2900–3000 m, 1. 8. 1968) habe ich nur sieben Arten gefunden:

*Pardosa* sp.

*Acantholycosa* sp.

*Linyphiidae* sp.

*Bembidion glaciale* (HEER)

*Selatosomus rugosus* (GERM.)

*Chrysochloa* sp.

Microlepidoptera indet.

Formiciden gehören nach HANDSCHIN (1919) nicht zur echten Nivalfauna. Wenn man die präzisen Fundortangaben des genannten Autors betrachtet, sieht man, dass das Leben der Makronivaltiere sich fast ausschliesslich im Hypolithion abspielt. Darauf weist auch mein Fang einiger Kleinschmetterlinge hin.

### 3.5. Sukzessionen auf alpinem und vulkanischem Neuland

Um einen quantitativen Vergleich zu ermöglichen, habe ich die Methode der Zeitfänge (3 h pro Standortseinheit) angewandt. Die Einteilung in die einzelnen Einheiten erfolgte nach dem Deckungsgrad der Vegetation.

#### 3.5.1. Vorfeld des Findelngletschers (Zermatt)

Die Untersuchungen wurden am 25. und 28. 7. 1968 durchgeführt.

##### 1. Rand des Gletschers und des Gletscherbachs

Da es sich hier um ripikole Formen handelt, darf ich, um Wiederholungen zu vermeiden, auf den Abschnitt 3.6.2. verweisen.

##### 2. Ruhsschutt, Deckungsgrad der Vegetation 0–1/8

Der Untergrund besteht aus Kies, der mit grösseren Blöcken durchsetzt ist. Die Kieselsteine sind meist mit feinstem Glimmersand verkittet, der auch grössere Steine gut gegen aussen abschliesst. Die Feuchtigkeit unter einem Brocken von 0,5 m<sup>2</sup> Grundfläche betrug 0,65 Gew.-%. Der freie Boden in 1 cm Tiefe war absolut trocken.

Unter zwei Steinen, die neben Pflanzen lagen, wohnten eine *Pardosa* sp. und eine Linyphiide. Unter fast allen kamen Collembolen in Mengen vor.

In Trümmerhaufen hätte man vielleicht mit der nötigen Geduld noch einige Kataskaphische finden können, besonders etwa *Parodiellus obliquus* (C. L. KOCH).

##### 3. Rohboden, Deckungsgrad der Vegetation 1/8–1/2

In diesem Abschnitt leben folgende Tiere:

*Pardosa* sp.  
*Linyphiidae*  
*Theridium notatum* (L.)  
*Robertus* sp.  
*Xysticus glacialis* L. KOCH  
*Lithobius lucifugus* L. KOCH  
*Coriscidae* sp.  
*Bembidion ustulatum* (L.)  
*Amara quenseli* (SCHÖNH.)  
*Chrysomela latecincta* DEM.

Die Spinnen dominieren bei weitem, besonders an den Stellen mit geringerem Pflanzenwuchs.

#### 4. Deckung der Vegetation 1/2 – (seltener) 1

Hier beginnen die ersten Holzpflanzen zu wachsen, etwa Erlen und Lärchen. Mit diesen haben wir stellenweise eine dünne Rohhumusschicht. Die Herrschaft der Spinnen ist gebrochen:

*Pardosa* sp.  
*Lithobius lucifugus* L. KOCH  
*Bembidion ustulatum* (L.)  
*Amara quenseli* (SCHÖNH.)  
*Aleocharinae*  
*Manica rubida* (LATR.)  
*Formica fusca* (L.)

Es dominieren bereits die Tiere der alpinen Rasen.

#### 5. Moosreiche Quellflur

Diese Fazies entsteht durch Stauwirkung des anstehenden Gesteins und findet sich in vielen Gletschersukzessionen. Unter den spärlichen, im Moostief eingesunkenen Steinen leben etwa:

*Pardosa* sp.  
*Schizophyllum sabulosum* (L.)  
*Lithobius lucifugus* L. KOCH  
*Eribolus sudeticus* (BECKER)  
*Myrmica sulcinodis* NYL.  
*Manica rubida* (LATR.)  
*Formica fusca* (L.)

Merkwürdigerweise ist keine dieser Arten als ripikol zu bezeichnen.

Steine sind für eine schnelle Besiedlung alpinen Neulands unerlässlich. Einsteils bieten sie den Tieren dieser nackten Flächen Schutz und andernfalls begünstigen sie den Pflanzenwuchs derart, dass sich die Vegetation, und damit auch organischer Abfall mit einer humikolen Fauna, um die Steine herum konzentriert.

Im übrigen folgt hier die Tiersukzession den Regeln, die JANETSCHEK (1948/49) für die Besiedlung von Gletschervorfeldern der Ötztaler Alpen aufgestellt hat.

Das anfängliche Artengemisch einer pflanzlichen oder tierischen Pioniergesellschaft ist autökologisch bestimmt (ELLENBERG, 1963; JANETSCHEK, 1948/49). Das Hypolithion selbst vereinigt Arten, denen ganz bestimmte autökologische Ansprüche gemeinsam sind (cf. 5.1.) und die keine interspezifischen Relationen zeigen (cf. 5.3.1.). Es wäre nun verfehlt, deswegen vom

Hypolithion als einer Pioniergesellschaft zu sprechen, aber ebenso verfehlt ist es, von ihm durchwegs als von einer Klimaxgesellschaft zu sprechen, wie MANI (1962) es tut. Die Frage nach einer Sukzession des Hypolithions ist – es sei denn, der Stein sänke ein – gar nicht sinnvoll. Das Hypoikon ist von der einbettenden Biozönose abhängig und macht nur in ihrem Rahmen eine faunistische Entwicklung mit. Selbst in den extremen Verhältnissen der Gletschervorfelder und der nivalen Stufe, wo es unbestritten die Hauptsynusie darstellt, kommt ihm jedoch kein Biozönosewert zu.

### 3.5.2. Lavafelder des Vesuvs

Ich publiziere hier nur die wenigen Ergebnisse, die im Rahmen dieser Untersuchung gemacht wurden. Eine umfassende Bearbeitung der Laven der süditalienischen Vulkane ist seit einiger Zeit im Gange. Die Aufsammlungen wurden am 11. und 12. 9. 1968 durchgeführt.

#### 1. Vulkanisch erhitzte Böden

In unmittelbarer Nähe der Fumarolen der Campi Flegrei (Pozzuoli, Napoli) habe ich gefunden je 10 Exemplare von *Xerolycosa* sp. iuv.

*Linyphiidae* sp.

*Leptopus marmoratus* (GOEZE).

In der sterilen Umgebung der heissen Stellen lebte regelmässig *Gryllo-morpha dalmatina* (OCSK.), *Anisolabis annulipes* (LUCAS) und *Egadroma marginatum* (DEJ.).

FRUHSTORFER (1921) schreibt von *Labidura riparia* (PALL.), dass sie von Costa im Vesuvkrater entdeckt und von Krauss in Menge wiedergefunden worden sei. Sie ist dort noch heute in grosser Zahl zu finden und scheint das ganze Jahr aktiv zu sein.

Im folgenden will ich versuchen, die kryptozoische Besiedlung der Lavaströme (Fladenlava) zu beschreiben.

#### 2. Ruhsschutt, Deckungsgrad der höheren Vegetation 0–1/8

Der Untergrund besteht wie beim Gletschervorfeld zum grossen Teil aus Kies, in dem grössere, dicht von Flechten überzogene Brocken eingebettet sind. Unter diesen habe ich gefunden:

<i>Euscorpius italicus</i> (HERBST)	60
<i>Phalangiidae</i> sp.	+
<i>Armadillidium</i> sp.	10
<i>Leptoiulus</i> sp.	+
<i>Polybothrus</i> sp.	10
<i>Scutigera coleoptrata</i> (L.)	20

In den Geröllhalden suchte ich vergeblich nach kataskaphischen Arthropoden. Ich zweifle daran, ob es am Vesuv echte Schutthaldentiere gibt, wie wir sie aus den Alpen kennen.

#### 3. Rohboden, Deckung der Vegetation 1/8–1/2

Die Pflanzendecke besteht hauptsächlich aus Leguminosensträuchern.

Die Artenliste:

Scorpiones	
<i>Euscorpius italicus</i> (HERBST)	40
Araneae	
<i>Dysdera crocota</i> C. L. KOCH	+

<i>Linyphiidae</i> sp.	+
<i>Gnaphosa</i> sp.	+
Isopoda	
<i>Armadillidium</i> sp.	+
Diplopoda	
<i>Iulidae</i> sp.	+
Chilopoda	
<i>Polybothrus</i> sp.	10
<i>Lithobius pusillus</i> LATZ.	20
<i>Scutigera coleoptrata</i> (L.)	10
Orthopteroidea	
<i>Loboptera decipiens</i> (GERM.)	+
<i>Acheta burdigalensis</i> (LATR.)	5
<i>Forficula auricularia</i> L.	+
Hymenoptera	
<i>Messor semirufus wasmanni</i> KRAUSSE	+
<i>Pheidole pallidula</i> (NYL.)	30
<i>Cremastogaster sordidula</i> NYL.	30
<i>Tapinoma nigerrimum</i> (NYL.)	30

#### 4. Deckung der Vegetation 1/2-1

Wie in den Alpen wachsen in diesem Abschnitt Nadelbäume. Die Aufsammlung stammt von einem Pinus-Hain mit Rohhumusauflage:

Agelenidae	
Linyphiidae	
<i>Leptoilulus</i> sp.	
<i>Scutigera coleoptrata</i> (L.)	
<i>Calathus</i> sp.	
<i>Xantholinus linearis</i> (OL.)	
<i>Philonthus fuscipennis</i> (MANNH.)	
<i>Hypoponera eduardi</i> (FOR.)	
<i>Leptothorax unifasciata</i> LATR.	
<i>Lasius emarginatus</i> (OL.)	

Wenn wir die beiden Sukzessionen miteinander vergleichen, sehen wir, dass diejenige Süditaliens in jedem Abschnitt artenreicher ist. Dies stimmt mit den Feststellungen JANETSCHEKS (1948/49) überein, der sagt, dass die Neubesiedlung mit abnehmender Meereshöhe schneller erfolgt. Zugleich stellt man bei beiden Aufnahmen fest, dass beim Auftauchen der Nadelhölzer die Arten- und Individuenzahl abnimmt.

#### 3.6. Litoraea

##### 3.6.1. Meereslitoral

Der Einfluss des Menschen in diesem Biotop ist besonders gross, was sich in einer uneinheitlichen Faunenzusammenstellung widerspiegelt.

Eine Aufsammlung an einem schwach benutzten Badestrand von Paola (Cosenza, 13. 9. 1968) ergab folgende Tiere:

Linyphiidae sp.	
<i>Leptocera</i> sp.	
<i>Lionychus maritimus</i> FAIRM.	
<i>Apristus subaeneus</i> CHAUD.	

*Anthicus hispidus* ROSSI

*Tapinoma nigerrimum* (NYL.)

*Lasius carniolicus* MAYR\*)

Die beiden Ameisen sind in dieses Biotop eingeschleppt und stammen von abgelagertem Bauschutt. An sehr feinsandigen Stellen der Küste kann man *Scarites buparius* (FORST.) und *Sc. terricola* BON. häufig finden.

In einem Abstand von 30 m vom Meeresufer habe ich unter einem Betonklotz zwei riesige Exemplare von *Bufo bufo* ssp. *spinosis* DAUDIN gefunden. Die Tiere waren trocken, brauchten also nicht zu transpirieren. Ein besserer Beweis für den Schutz, den ein Superstrat gewährt, kann nicht gegeben werden.

### 3.6.2. Litoraea des Süßwassers

An verschlammten, nährstoffreichen Ufern finden wir unter Steinen etwa folgende Arthropoden (Ufer der Wiese, Brombach bei Basel, Germ., 29. 6.–4. 7. 1968; Bodenseeufer bei Gaissau, Vorarlberg, Austria, 20. 8. 1968; Weiher bei Eichberg, Altstätten SG, 21. 8. 1968):

#### Araneae

*Trochosa terricola* (THOR.)

*Pardosa* sp.

*Pirata* sp.

#### Linyphiidae

#### Opiliones

*Nemastoma quadripunctatum* (PERTY)

#### Isopoda

*Ligidium hypnorum* (CUV.)

*Hyloniscus riparius* (C. L. KOCH)

*Oniscus asellus* L.

*Trachelipus rathkei* (BRANDT)

#### Ephemeroidea

*Habrophlebia lauta* MC LACHLAN, larv.

*Ephemerella ignita* (PODA), larv.

#### Plecoptera

*Leuctra* sp.

#### Hemiptera

*Saldidae* iuv.

#### Trichoptera

*Agapetus* sp. larv.

*Goerinae* sp. larv.

#### Diptera

*Bibionidae* sp.

*Lycoriidae* sp.

#### Coleoptera

*Clivina collaris* (HERBST)

*Tachys parvulus* (DEJ.)

*Bembidion fasciolatum* (DUFTSCH.)

*Bembidion tibiale* (DUFTSCH.)

*Bembidion decorum* (PANZ.)

\*) cf. WÜRMLI, Boll. Soc. Ent. Ital. 99–101, p. 208, 1969

- Bembidion ustulatum* (L.)  
*Bembidion prasinum* (DUFTSCH.)  
*Patrobus excavatus* (PAYK.)  
*Stenolophus teutonus* (SCHRANK)  
*Pterostichus anthracinus* (ILLIG.)  
*Pterostichus nigritus* (FABR.)  
*Pristonychus terricola* (HERBST)  
*Agonum sexpunctatum* (L.)  
*Agonum lugens* (DUFTSCH.)  
*Platynus ruficornis* (GOEZE)  
*Chlaenius vestitus* (PAYK.)  
*Chlaenius nitidulus* (SCHRANK.)  
*Stenus bimaculatus* GYLH.  
*Stenus bipunctatus* ER.  
*Paederus litoralis* GRAV.  
*Scopaeus laevigatus* GYLH.  
*Philonthus fulvipes* (F.)  
*Gabrius nigritulus* (GRAV.)  
 Aleocharinae  
 Hymenoptera  
*Myrmica laevinodis* (NYL.)  
*Lasius niger* (L.)

Es wurde jeweilen nur die Tierwelt in unmittelbarer Nähe der Gewässer berücksichtigt, es handelt sich also meist um Tiere ausgesprochen nasser Standorte. Viele sind nur Einzelfunde. Dominant sind die Gruppen *Bembidion*, besonders *B. tibiale* und *B. fasciolatum*, *Chlaenius*, *Stenus* und *Saldidae*.

Auch in Südalien dominieren diese Gruppen an entsprechenden Ufern. Stellenweise etwa (Castelluccio Inf. re, Potenza) tritt dort noch die gastronomisch wichtige Süßwasserkrabbe *Potamon edulis* LATR. in Erscheinung.

Zum eutrophen Ufertyp gehören auch die Bachränder in den Wäldern. Die Standorte sind dunkel und triefen oft vor Nässe.

Ich möchte in der Tabelle die Analoga der Systematik und Lebensform der folgenden Fundorte nebeneinanderstellen:

Altstätten, St. Gallen, Aceri-Fraxinetum, 19. – 22. 8. 1968	1.
Camigliatello Silano, Cosenza, Buchenwald, 17. – 18. 9. 1968	2.
Zermatt, Wallis, Lärchenwald, 15. – 30. 7. 1968	3.

1	<i>Nemastoma quadripunctatum</i> (PERTY)	+
	<i>Nelima</i> sp.	20
	<i>Hyloniscus riparius</i> C. L. KOCH	+
	Diptere	30
	<i>Bembidion tibiale</i> (DUFTSCH.)	30
	<i>Bembidion nitidulum</i> (MARSH.)	+
	<i>Bembidion elongatum</i> (DEJ.)	+
	<i>Platynus ruficornis</i> (GOEZE)	10
	<i>Stenus fossulatus</i> ER.	+
	Linyphiidae	8
	<i>Nelima</i> sp.	21
	<i>Philoscia affinis</i> VERH.	+
	<i>Lithobius</i> sp.	+

	<i>Protonemura intricata</i> RIS	8
	<i>Velia rivulorum</i> (F.)	25
2	<i>Bembid. bugnioni</i> DAN.	8
	<i>Bembid. geniculatum</i> HEER	12
	<i>Pterostichus cristatus</i> DUF.	8
	<i>Stenus guttula</i> MÜLL.	+
	<i>Stenus longipes</i> HEER	+
	<i>Pardosa</i> sp.	6
	<i>Linyphiidae</i>	12
	<i>Lithobius forficatus lucifugus</i> L. KOCH	19
	<i>Heptagenia lateralis</i> (CURT.) larv.	+
3	<i>Leuctra major</i> BRINCK	11
	<i>Agabus guttatus</i> PAYK.	+
	<i>Bemb. complanatum</i> (HEER)	19
	<i>Bemb. ustulatum</i> (L.)	24
	<i>Pterostichus apenninus</i> DEJ. (!)	+
	<i>Nebria laticollis</i> DEJ.	+

Man sieht deutlich, dass regelmässig ein kleiner Teil der Litoraea-Kryptozoen aquatische Tiere sind: Ephemerida, Plecoptera, Trichoptera, Dytiscidae.

Die sandigen Rheinufer des St. Galler-Rheintals beherbergen folgende Arthropoden:

<i>Trachelipus rathkei</i> (BRANDT)	+
<i>Chartoscirta cincta</i> (H. -SCH.)	+
<i>Limoniidae</i> sp.	+
<i>Tachys quadrisignatus</i> (DUFTSCH.)	+
<i>Bembidion tibiale</i> (DUFTSCH.)	+
<i>Bembidion ustulatum</i> (L.)	+
<i>Manica rubida</i> (LATR.)	50
<i>Formica lefrançoi</i> BONDR.	50
<i>Lasius niger</i> (L.)	+

Die Verarmung der Fauna ist deutlich sichtbar. In diesem oligotrophen Biotop dominieren die Ameisen, während die *Carabiden* zurücktreten. Im vorigen eutrophen Standort tritt gerade das Gegenteil ein.

In Südalien konnte ich an Bächen mit kiesigem Ufer *Paederus ruficollis* F. in unglaublichen Mengen fangen. Daneben liegen Einzelfunde vor von *Protonemura* sp., *Gerris costae* H. - SCH., *Hydrometra stagnorum* (L.) und *Eurynebria complanata* (L.). Die ersten drei sind wiederum aquatisch lebende Tiere.

Schotterbänke sind, wenn sie etwa einen Meter über dem Wasserstand liegen, sehr trocken und warm und beherbergen wenige hygrophile Arten mehr (Rhein bei Gaissau, Austria, 20. 8. 1968; Wiese bei Brombach, Germ., 29. 6. - 4. 7. 1968):

Araneae	
<i>Pardosa</i> sp.	+
<i>Linyphiidae</i> sp.	+
Isopoda	
<i>Trachelipus rathkei</i> (BRANDT)	+
Chilopoda	
<i>Geophilus</i> sp.	+

Orthoptera		
<i>Gryllus campestris</i> L.		+
Heteroptera		
<i>Bathysolen nubilus</i> (FALL.)		+
Coleoptera		
<i>Bembidion fasciolatum</i> (DUFTSCH.)		+
<i>Bembidion ustulatum</i> (L.)		+
<i>Tachys parvulus</i> (DEJ.)	20	
<i>Tachys quadrisignatus</i> (DUFTSCH.)	20	
<i>Tachys sexstriatus</i> (DUFTSCH.)	20	
<i>Microglossa genitilis</i> MÄRKEL	+	
<i>Hypnoidus dermestoides</i> HERBST	30	
<i>Crepidodera ferruginea</i> (SCOP.)	+	
<i>Phyllobius</i> sp.	+	
<i>Ceutorhynchus</i> sp.	+	
Hymenoptera		
<i>Formica lefrançoi</i> BONDR.	80	
<i>Lasius niger</i> (L.)	20	

*Tachys* und *Hypnoidus* sind Charaktertiere solch trockener Flussalluvionen.

Ich will nun noch die Gewässer der Alpen behandeln. Am Ufer der Mattervispa (Zermatt, 17. – 18. 7. 1968) lebten auf Schotterbänken, die sich 10 cm oberhalb des Wasserspiegels befanden und die durch Hochwasser einer stetigen Umlagerung unterliegen, folgende Tiere:

<i>Pardosa</i> sp.	+
<i>Drassodes lapidosus</i> (WALCK.)	+
<i>Cylisticus convexus</i> (DE GEER) (!)	+
<i>Saldula scotica</i> (CURT.)	48
Muscidae sp.	+
<i>Nebria jockischii</i> STURM	4
<i>Bembidion complanatum</i> (HEER)	43
<i>Calathus melanocephalus</i> (L.)	+

Diese Schotterbank muss schon einige Zeit nicht überschwemmt worden sein, denn die gefundenen *Nebria jockischii* wandern erst nach *Bembidion* und *Saldula* ein (KÜHNELT, 1943 c). An lehmigen etwas höher gelegenen Uferpartien trifft man ausser den obgenannten noch

<i>Lamycetes fulvicornis</i> MEIN.	
<i>Bembidion ustulatum</i> (L.)	
<i>Calathus ambiguus</i> (PAYK.)	
<i>Stenus bipunctatus</i> ER.	
<i>Otiorrhynchus ovatus</i> L.	
<i>Manica rubida</i> (LATR.)	

Die Dominanz der Bembidien ist sehr stark zurückgegangen.

Unter Steinen an Gewässern der alpinen Stufe wurden angetroffen:

Araneae	
<i>Acantholycosa</i> sp.	

- Pardosa* sp.
- Linyphiidae
- Opiliones
  - Dicranopalpus gasteinensis* DOL.
  - Mitopus morio* (FABR.)
- Chilopoda
  - Lithobius lucifugus* L. KOCH
- Plecoptera
  - Leuctra rosinae* KEMPNY
- Hemiptera
  - Saldula saltatoria* (L.)
  - Lygaeidae sp.
- Trichoptera
  - Acrophylax cerberus praecox* SCHMID
  - Limnophilus* sp. larv.
- Diptera
  - Thaumaleidae sp.
- Coleoptera
  - Nebria rufescens* (STRÖM.)
  - Nebria laticollis* DEJ.
  - Nebria castanea* BON.
  - Bembidion atrocoeruleum* (STEPH.)
  - Bembidion complanatum* (HEER)
  - Bembidion glaciale* (HEER)
  - Agabus solieri* AUBE
  - Eusphalerum alpinum* (HEER)
  - Olophrum alpinum* (ER.)
  - Aleocharinae

Von den meisten Arten liegt nur ein Fund vor. Bloß *Acrophylax cerberus praecox* fand sich zu Hunderten unter flachen Platten am Ufer des Rifelsees (Zermatt, 2700 m, 29. 7. 1968). In ähnlichen Mengen war *Leuctra rosinae* am 25. 7. 1968 am Bächlein des Furggletschers zu finden.

Als letzte spezialisierte Gemeinschaft, die nur einen Teil der eben genannten Arten umfasst, sei die Fauna der Schneefeldränder und Schneetälchen genannt:

- Mitopus morio* (FABR.)
- Lithobius lucifugus* L. KOCH
- Saldula saltatoria* (L.)
- Carabus concolor* FABR.
- Nebria jockischii* STURM
- Nebria rufescens* (STRÖM.)
- Nebria laticollis* DEJ.
- Nebria castanea* BON.
- Bembidion glaciale* (HEER)
- Bembidion bipunctatum pyritosum* ROSSI

Die kryophilen *Nebria* sind stets vertreten und weitaus dominant. Nordexponierte Schneefelder habe ich ausnahmslos unbewohnt gefunden.

3.7. *Anthropogaea*3.7.1. *Agrarbiotope des Tieflands*

Diese Biotope weisen, wie früher ausgeführt (cf. 3.3.), eine sekundäre Besiedlung auf, deren Glieder ursprünglich aus der Litoraea stammen (BONESS, 1953; TISCHLER, 1963). Abgesehen davon, dass Steine und Bretter hier recht selten anzutreffen sind, ist die Fauna wegen der Dauer und Intensität der Bodenbearbeitung sehr arm.

In Rebbergen (Umg. Basel, 5. 7., 1.–7. 9. 1968) ist wie in Olivenhainen die Kultivierung am grössten. Als Superstrata kommen nur ausgetrocknete Erdschollen in Frage:

<i>Pardosa</i> sp.	20
<i>Porcellio scaber</i> LATR.	10
<i>Armadillidium pictum</i> BRANDT	15
<i>Forficula auricularia</i> L.	40
<i>Geomyza combinata</i> (L.)	+
<i>Harpalus aeneus</i> FABR.	10
<i>Harpalus distinguendus</i> (DUFTSCH.)	+
<i>Tachyporus nitidulus</i> (F.)	+
<i>Myrmecina graminicola</i> (LATR.)	+
<i>Lasius niger</i> (L.)	100

Im Gegensatz zu den meisten bisher besprochenen Biozönosen sind die hier dominierenden Arten nicht mehr ausgesprochen hygrophil, sondern ziemlich wärme- und trockenheitsliebend.

Gärten und Wiesen zeigen ein weniger monotonen Bild (Riehen, 1.–7.9. 1968; Altstätten SG, 18.–22. 8. 1968; alles ± Einzelfänge):

Isopoda	
	<i>Trachelipus rathkei</i> (BRANDT)
	<i>Porcellio scaber</i> LATR.
Diplopoda	
	<i>Craspedosoma</i> sp.
	<i>Polydesmus denticulatus</i> C. L. KOCH
	Iulidae sp.
	<i>Cylindroiulus nitidus</i> (VERH.)
Chilopoda	
	<i>Lithobius forficatus</i> (L.)
	<i>Lithobius crassipes</i> L. KOCH
Orthopteroidea	
	<i>Gryllus campestris</i> L.
	<i>Tetrix tenuicornis</i> SAHLB.
	<i>Forficula auricularia</i> L.
Lepidoptera	
	<i>Plusia gamma</i> L.
Coleoptera	
	<i>Paederus litoralis</i> GRAV.
Hymenoptera	
	<i>Gelis</i> sp.
	<i>Tetramorium caespitum</i> (L.)
	<i>Lasius niger</i> (L.)

An feuchten Stellen sind häufig *Ligidium hypnorum* (CUV.) und *Hyloniscus riparius* C. L. KOCH. Carabiden und Formiciden werden deshalb so selten sein, weil sie als angeblich schädliche Tiere verfolgt werden.

Das artenreichste Hypoikon findet man – jedem Coleopterologen wohlbekannt – zur Zeit der Getreideernte unter Garben oder Strohpaketen (Elsass, Gallia, viele Fänge)\*):

- Araneae  
*Pardosa* sp.
- Linyphiidae
- Opiliones  
*Oligolophus tridens* (C. L. KOCH)
- Isopoda  
*Trachelipus rathkei* (BRANDT)
- Diplopoda  
*Craspedosoma* sp.
- Diptera  
*Phoridae* sp.
- Coleoptera
  - Carabus cancellatus* ILLIG.
  - Carabus arvensis* HERBST
  - Carabus monilis* FABR.
  - Carabus violaceus* L.
  - Notiophilus palustris* WATERH.
  - Broscus cephalotes* (L.)
  - Trechus quadristriatus* (SCHRANK)
  - Bembidion lampros* (HERBST)
  - Pseudophonus griseus* (PANZ.)
  - Pseudophonus pubescens* (MÜLL.)
  - Harpalus aeneus* (FABR.)
  - Poecilus cupreus* (L.)
  - Dolichus halensis* (SCHALL.)
  - Platynus dorsalis* (PONTOPP)
  - Drypta dentata* (ROSSI)
  - Brachynus crepitans* (L.)
  - Oxytelus rugosus* (GRAV.)
  - Stenus erichsoni* RYE
  - Ocyphorus similis* (F.)
  - Tachyporus hypnorum* (L.)

In grösseren Mengen tritt nur *Platynus dorsalis* auf. Man muss bedenken, dass diese Superstrata künstlich ausgelegt wurden und somit ein Experiment darstellen. Dies zeigt sich besonders im Fehlen von Ameisennestern.

Aus den Arbeiten von TISCHLER (1958) und BONESS (1953) wissen wir, dass im Epedaphon der Felder die Staphyliniden nach Arten- und Individuenzahl den Carabiden überlegen sind. Der letztere Autor meldet aber für ackerartige Kunstmärsche eine deutliche Anhäufung von Carabiden, aber auch Diplopoden, Chilopoden und Isopoden unter Heuhaufen, was man mit einem Blick auf meine Tabelle vollauf bestätigen kann. Wiederum bei BONESS (1958) lesen wir, dass im Epedaphon von Kunstmärschen nach Aktivitätsdichte die

\* ) Über die Fauna mittelitalienischer Getreidefelder werde ich demnächst eine Arbeit publizieren.

Carabiden vor den Staphyliniden und den Araneen herrschen. Je aktiver ein Tier ist, desto grösser ist die Möglichkeit, dass es auf ein Superstrat trifft, das ihm Unterschlupf gewähren kann. *Das Hypoikon wird also von epedaphischen Tieren proportional ihrer Aktivitätsdichte bewohnt.* Dass meine Abundanzen nicht genau mit denen der meisten Bodenzoologen übereinstimmen, röhrt daher, dass diese die *Besatzdichte* im Tullgrentrichter ermittelten.

### 3.7.2. Montane und subalpine Wiesen und Weiden

Für die Gegend von Zermatt lassen sich folgende Kryptozoen unterscheiden (14. 7. – 22. 8. 1968):

Araneae		
<i>Pardosa</i> sp.		+
<i>Linyphiidae</i> sp.		+
<i>Xysticus</i> sp.		+
Isopoda		
<i>Porcellio scaber</i> LATR.	25	
Diplopoda		
<i>Polydesmus testaceus</i> C. L. KOCH	5	
<i>Schizophyllum sabulosum</i> (L.)	10	
Chilopoda		
<i>Lithobius forficatus</i> (L.)	10	
<i>Lamyctes fulvicornis</i> MEIN.	5	
Hemiptera		
<i>Lygaeidae</i> sp. iuv.	+	
Lepidoptera		
<i>Hadena cucubali</i> ESP.	+	
Diptera		
<i>Anthomyidae</i> sp.	+	
Coleoptera		
<i>Trechus pertyi</i> HEER	+	
<i>Pseudophonus pubescens</i> (MÜLL.)	+	
<i>Harpalus aeneus</i> (FABR.)	+	
<i>Calathus melanocephalus</i> (L.)	10	
<i>Elateridae</i> sp.	5	
<i>Otiorrhynchus</i> sp.	5	
Hymenoptera		
<i>Myrmica laevinodis</i> (NYL.)	75	
<i>Formica fusca</i> (L.)	25	

Wesentlich reicher noch ist die Fauna der Klaubsteinhaufen und Steinmäuerchen, die die meisten Wege säumen. In deren Lückensystemen konnte ich feststellen:

Araneae		
<i>Harpactes hombergii</i> (SCOP.)		+
<i>Tegenaria silvestris</i> (L. KOCH)	2	
<i>Pardosa</i> sp.	+	
<i>Linyphiidae</i>	+	
<i>Theridium</i> sp.	+	
<i>Gnaphosa petrobia</i> (L. KOCH)	3	
<i>Drassodes lapidosus</i> (L. KOCH)	7	

<i>Drassodes troglodytes</i> (C. L. KOCH)	3
<i>Zelotes</i> sp.	+
<i>Zora nemoralis</i> (BLACKW.)	+
<i>Heliophanes muscorum</i> WALCK.	4
Opiliones	
<i>Mitopus morio</i> (FABR.)	+
Isopoda	
<i>Oroniscus helveticus</i> VERH. (!)	19
<i>Cylisticus convexus</i> (DE GEER) (!)	5
<i>Porcellio scaber</i> LATR.	6
Diplopoda	
<i>Glomeris helvetica</i> VERH.	3
<i>Glomeris transalpina</i> C. L. KOCH	13
Iulidae sp	+
<i>Schizophyllum sabulosum</i> (L.)	+
Chilopoda	
<i>Lithobius forficatus</i> (L.)	2
<i>Lithobius lucifugus</i> L. KOCH	+
Orthopteroidea	
<i>Ectobius silvestris discrepans</i> ADEL.	1
<i>Platycleis grisea</i> FABR.	+
Hemiptera	
Homoptera div. sp. iuv.	1
Jassidae sp. iuv.	3
<i>Legnotus picipes</i> FALL.	4
Aradidae sp. iuv.	+
Lygaeidae sp. iuv.	+
<i>Melanocoryphus albomaculatus</i> (GZE)	+
Reduviidae sp. iuv.	+
<i>Capsodes gothicus</i> (L.)	3
<i>Notostira erratica</i> (L.)	+
Neuroptera	
<i>Chrysopa</i> sp.	+
Lepidoptera	
<i>Rebelia</i> sp.	+
Diptera	
<i>Chrysotoma pluvialis</i> (L.)	+
Muscidae sp.	+
<i>Eribolus sudeticus</i> BECKER	+
Coleoptera	
<i>Bembidion ustulatum</i> (L.)	+
<i>Harpalus fuscipalpis</i> STURM (!)	+
<i>Harpalus froelichi</i> STURM (!)	+
<i>Calathus melanocephalus</i> (L.)	+
<i>Astilbus canaliculatus</i> F.	+
Elateridae sp.	+
<i>Lacon murinus</i> (L.)	+
<i>Niptus unicolor</i> PILL.	+
<i>Lagria hirta</i> (L.)	+

<i>Chrysochloa gloriosa</i> F.	+
<i>Luperus viridipennis</i> GERM.	+
<i>Otiorrhynchus</i> sp.	+
Hymenoptera	
<i>Anthophora</i> sp.	+
<i>Myrmica lobicornis alpina</i> STÄRCKE	3
<i>Myrmica laevinodis</i> (NYL.)	9
<i>Manica rubida</i> (LATR.)	+
<i>Leptothorax acervorum</i> (FABR.)	9
<i>Leptothorax tuberum</i> (L.)	15
<i>Tetramorium caespitum</i> (L.)	35
<i>Formica fusca</i> (L.)	2
<i>Formica nigricans</i> EM.	+
<i>Formica lugubris</i> ZETT.	+
<i>Formica sanguinea</i> LATR.	15
<i>Lasius brunneus</i> (LATR.)	+
<i>Lasius flavus</i> (FABR.)	7
<i>Lasius rabaudi</i> BONDR.	+

Ein Teil der vielen atmobiotischen Tiere wird wohl wegen der zeitweilig schlechten Witterung im Hypolithion Unterschlupf gesucht haben. Die Steinhaufen und Mäuerchen können den autökologisch verschiedensten Arten genügen, etwa *Leptothorax tuberum* und *Myrmica laevinodis*. Die Zusammensetzung ist also uneinheitlich. Ich halte diese Synusie für Untersuchungen in viva natura über Mikroklima und Artverteilung sehr geeignet.

### 3.7.3. Ruderalfstellen

Als noch naturnächsten Standort habe ich Steinbrüche und Rodungen im Buchenwald (Riehen, 11. 6.; Wyhlen bei Basel, Germ., 12. 6. 1968) untersucht:

Araneae	
<i>Dysdera erythrina</i> WALCK.	
<i>Xerolycosa miniata</i> (C. L. KOCH)	
<i>Pardosa</i> sp.	
<i>Aulonia albimana</i> (WALCK.)	
<i>Drassodes lapidosus</i> (WALCK.)	
<i>Phrurolithus festivus</i> (C. L. KOCH)	
<i>Euophrys aequipes</i> CAMBR.	
Opiliones	
<i>Trogulus</i> sp.	
Phalangiidae sp. iuv.	
Isopoda	
<i>Platyarthrus hoffmannseggii</i> BRANDT	
<i>Trachelipus rathkei</i> BRANDT	
<i>Armadillidium pictum</i> BRANDT	
Diplopoda	
Iulidae sp.	
<i>Schizophyllum sabulosum</i> (L.)	
Chilopoda	
<i>Cryptops hortensis</i> LEACH	

## Dermoptera

*Anisolabis annulipes* (LUCAS)

## Coleoptera

*Synuchus nivalis* (PANZ.)*Paederus litoralis* GRAV.

## Hymenoptera

Chalcididae sp.

*Myrmica laevinodis* (NYL.)*Lasius niger* (L.)*Lasius flavus* (FABR.)

Die inhomogene Fauna, die hygrophile wie xerophile Tiere vereinigt, lässt keinen Schluss zu und macht Dominanzangaben überflüssig.

Als nächstes kommen Müllplätze in Wiesen daran (Blotzheim bei Basel, Gallia, 13. 6. 1968; Bartenheim bei Basel, Gallia, 27. 6. 1968; Altstätten SG, 19. 8. 1968):

## Araneae

*Pardosa* sp.

## Isopoda

*Hyloniscus riparius* (C. L. KOCH)*Trachelipus rathkei* (BRANDT)*Porcellio scaber* (LATR.)*Armadillidium pictum* BRANDT

## Diplopoda

*Glomeris marginata* (VILL.)*Glomeris hexasticha* BRANDT*Craspedosoma* sp.*Polydesmus angustus* LATZ.*Polydesmus denticulatus* C. L. KOCH*Cylindroiulus teutonicus* C. L. KOCH

## Chilopoda

*Lithobius forficatus* (L.)

## Diptera

*Syritta pipiens* (L.)

## Coleoptera

*Clivina collaris* (HERBST)*Clivina fossor* (L.)*Ophonus angusticollis* (MÜLL.)*Pseudophonus pubescens* (MÜLL.)*Stomis pumicatus* (PANZ.)*Abax ater* (L.)*Pterostichus vulgaris* (L.)*Pterostichus madidus* (FABR.)*Amara lunicollis* SCHIODET*Badister bipustulatus* (FABR.)*Paederus litoralis* GRAV.*Ocypus brunneipes* (F.)*Ocypus olens* (MÜLL.)*Dorcus parallelolipedus* (L.)

## Hymenoptera

- Myrmica sabuleti* MEIN.  
*Manica rubida* (LATR.)  
*Tetramorium caespitum* (L.)  
*Tapinoma erraticum* (LATR.)  
*Formica cunicularia* LATR.  
*Lasius niger* (L.)

Schliesslich will ich noch die Artenliste des interessantesten Biotops, von Bauschutthalden im Kalkbuchenwald (Riehen, 12. 6. – 17. 8. 1968) wiedergeben:

## Araneae

- |                    |    |
|--------------------|----|
| <i>Pardosa</i> sp. | 3  |
| <i>Linyphiidae</i> | 11 |

## Opiliones

- |                             |   |
|-----------------------------|---|
| <i>Phalangium opilio</i> L. | 7 |
|-----------------------------|---|

## Isopoda

- |                                      |    |
|--------------------------------------|----|
| <i>Hyloniscus riparius</i> (L. KOCH) | 4  |
| <i>Trachelipus rathkei</i> (BRANDT)  | 4  |
| <i>Porcellio scaber</i> LATR.        | 14 |
| <i>Armadillidium pictum</i> BRANDT   | 7  |

## Diplopoda

- |   |   |
|---|---|
| <i>Polydesmus denticulatus</i> C. L. KOCH | 4 |
|---|---|

## Chilopoda

- |                                  |    |
|----------------------------------|----|
| <i>Lithobius forficatus</i> (L.) | 11 |
|----------------------------------|----|

## Orthopteroidea

- |                                 |    |
|---------------------------------|----|
| <i>Gryllus campestris</i> L.    | +  |
| <i>Forficula auricularia</i> L. | 10 |

## Hemiptera

- |                            |   |
|----------------------------|---|
| <i>Reduviidae</i> sp. iuv. | 3 |
| <i>Miridae</i> sp.         | + |

## Coleoptera

- |  |   |
|--|---|
| <i>Carabus coriaceus</i> L.            | + |
| <i>Clivina collaris</i> (HERBST)       | + |
| <i>Tachys parvulus</i> (DEJ.)          | + |
| <i>Bembidion nitidulum</i> (MARSH.)    | 3 |
| <i>Bembidion lampros</i> (HERBST)      | + |
| <i>Anisodactylus binotatus</i> (FABR.) | + |
| <i>Pseudophonus pubescens</i> (MÜLL.)  | + |
| <i>Pseudophonus griseus</i> (PANZ.)    | + |
| <i>Bradyceillus verbasci</i> (DFTSCH.) | + |
| <i>Stomis pumicatus</i> (PANZ.)        | + |
| <i>Poecilus cupreus</i> (L.)           | + |
| <i>Pterostichus madidus</i> (FABR.)    | + |
| <i>Pterostichus cristatus</i> (DUF.)   | + |
| <i>Platynus dorsalis</i> (PONT.)       | + |
| <i>Philonthus tenuis</i> (F.)          | + |
| <i>Astilbus canaliculatus</i> (F.)     | + |

## Hymenoptera

- |   |    |
|---|----|
| <i>Hypoponera punctatissima</i> (ROGER) (!) | 10 |
| <i>Myrmica laevinodis</i> (NYL.)            | 10 |

<i>Formica rufibarbis</i> FABR.	10
<i>Lasius niger</i> (L.)	70

Die Tabelle ist der vorigen sehr ähnlich. Auch dieses ist ein Mischbiotop: Am Fuss der Schutthalden leben hygrophile Tiere, die vielfach aus dem Buchenwald stammen: Isopoda, *Carabus coriaceus*, *Pterostichus* spp., *Myrmica laevigata*. Sehr xerotherm sind dagegen die sandigen Hänge. Dafür sprechen besonders *Tachys parvulus* und die seltene *Hypoponera punctatissima*. TISCHLER (1952) schreibt, dass diese Ameise an Ruderalstellen zeitweilig sehr häufig auftreten kann. Sie scheint in unsren Breiten eine Charakterart dieses Biotops zu sein.

Die qualitative und quantitative Zusammensetzung dieser Biozönose entspricht sehr genau derjenigen, die TISCHLER (1952) für die Ruderalstellen Schleswig-Holsteins ermittelte.

Hieher könnte man auch die unter 3.7.2 besprochenen, inhomogenen Klaubsteinhaufen zählen.

#### 4. DIE EINZELNEN TIERGRUPPEN ALS KRYPTOZOEN

In disem Kapitel will ich das Verhalten der einzelnen systematischen Gruppen als Kryptozoen behandeln, Neues aus der Faunistik bringen und einige sinnesphysiologische Angaben machen, die für das letzte Kapitel von Nutzen sein werden.

##### 4.1 *Scorpiones*

Der hygrophile *Euscorpius italicus* (HERBST) kommt in Mengen am Vesuv vor. Die positive Thigmotaxis mancher Skorpione ist stärker als ihre negative Phototaxis (CLOUDSLEY – THOMPSON, 1958). Im Gebiet ihres Vorkommens gehören die Skorpione zu den charakteristischen Kryptozoen.

##### 4.2. *Araneae*

Die echt kryptozoischen Spinnen zeichnen sich dadurch aus, dass sie kein grosses Gewebe spinnen, wie etwa die photophilen Araneidae, Uloboridae und Tetragnathidae. Sie können nach ihrer Lebensweise in vier Gruppen eingeteilt werden:

1. Arten, die weder Wohn- noch Fanggewebe spinnen: Lycosidae, Ctenidae. Freilebende Tagtiere – wenigstens in den tiefen Lagen – sind die Thomisidae. Im Gebirge gehen sie zum verborgenen Leben unter Steinen über.

2. Arten, die ein röhrenförmiges Wohngespinst unter dem Substrat fertigen: Dysderidae, Drassodidae, Clubionidae, Salticidae. Mit Ausnahme der letzteren jagen diese Tiere nachts im Freien.

3. Arten, die ein Fanggewebe spinnen: Dazu zählen die Micryphantiden und Linyphiiden, die kleine und kleinste Decknetze bauen. Von den letzteren sind nur die primitiven, einfarbig dunklen Tiere der Unterfamilien Donacochareae, Centromereae und Micronetae (sec. WIEHLE, 1956) kryptozoisch. Die höhern Gruppen leben in vollem Licht in der Krautschicht.

4. Arten, die ein Wohn- und Fanggewebe bauen: Hieher haben wir die Ageleniden zu zählen. Nur die im Freien lebenden Arten der Gattungen

*Tegenaria* und *Agelena* weben ausgedehnte Fang- (=Decken-) Netze, bei den kryptozoisch lebenden Arten sind diese reduziert oder fehlen, so dass diese Tiere de facto unter 2. einzureihen wären.

Die genannten echten Kryptozoen sind fast ausnahmslos hygrophil oder hygrobiont, negativ phototaktisch und vielfach kälteliebend (eig. Beob.; TRETZEL, 1952; et al.). Die meisten Spinnen, anscheinend selbst solche xerothermer Orte, sind für ihre Entwicklung auf einen hohen Grad lokaler Luftfeuchtigkeit angewiesen (WEESE, 1924).

#### 4.3. *Pseudoscorpiones*

Alle Afterskorpione sind positiv thigmotaktisch. Für die Neobisiiden (u.a.) ist hohe Luftfeuchtigkeit und relativ niedere Temperatur wichtig, während Cheliferiden eher trockenheits- und wärmeliebend sind. (WEYGOLDT, 1966). Die Tiere sind zudem photophob.

Man findet Pseudoskorpione recht selten im Hypolithion, häufig jedoch im Lithoklasion, die meisten passen aber ihrer Physiologie nach gut in jene Nische.

#### 4.4. *Opiliones*

Alle Kanker vielleicht mit Ausnahme von *Lacinius horridus* (PANZ.) und *Phalangium opilio* L., sind stark hygrophil, photophob und kälteliebend (eig. Beob.; PFEIFER, 1956). Die Gelehrten streiten sich noch, welche Arten zu den Tag- und welche zu den Nachttieren zu zählen sind. *Mitopus morio* (FABR.) ist im Gebirge auf keinen Fall ein Tagtier.

Die Webergnäthe hängen in höhern Lagen stets am Stein, den Rücken dem Boden zugewandt, während ich dies für tiefere Lagen nicht immer bestätigt finden konnte. Nach IMMEL (1954) soll *Nemastoma quadripunctatum* (PERTY) an Steine gebunden sein (cf. 5.4.). Von Nemastomatiden und von *Mitopus morio* habe ich öfters Kolonien gefunden, die bis zu zehn Stück enthielten.

Opiliones sind im Hypoikon nicht besonders stark vertreten, gehören aber dennoch zu den regelmässigen und charakteristischen Besuchern dieser Synusie.

#### 4.5. *Isopoda*

*Cylisticus convexus* (DE GEER): In Zermatt in der beträchtlichen Höhe von 1750 m an zwei Stellen gefunden (18./ 30.7.1968). Wahrscheinlich verschleppt. Die 4 ♀♀ massen 10,4 – 11,0 mm und hatten durchschnittlich 17 Eier im Marsupium. Ein ♂ war 11,5 mm lang.

*Oroniscus helveticus* VERH.: Recht häufig bei Zermatt. Höchster Fundort: Findelnalp, 2450 m (!), 22.7.1968. Die eitragenden ♀♀ massen 10,5 – 13,0 mm.

Asseln sind ausgesprochen hygrophil und führen ein nächtliches Leben. Der Grad der nächtlichen Aktivität ist allerdings korreliert mit dem Widerstandsvermögen gegenüber Wasserverlust durch Transpiration. Dieses wiederum steigt mit zunehmender morphologischer Anpassung an die Luftatmung, so dass *Oniscus asellus* L. am striktesten an ein nächtliches Leben gebunden

ist, *Armadillidium vulgare* LATR. am wenigsten (CLOUDSLEY – THOMPSON, 1956). Die Thigmotaxis vermag den Einfluss des Lichtes zu überdecken (BAUERS, 1953). Versuche von FISCHBACH (1954) haben ergeben, dass *Oniscus asellus* L. im Hypoikon eine hängende Stellung bevorzugt, während sich *Porcellio scaber* LATR. in dieser Beziehung indifferent verhält.

#### 4.6. Decapoda

*Potamon edulis* LATR. wird ausserhalb der Gewässer oft unter Steinen angetroffen.

#### 4.7. Diplopoda

Für diese charakteristischen Kryptozoen ist die Feuchtigkeit der lebenswichtigste Faktor, nur *Schizophyllum sabulosum* (L.) ist weitgehend euryhygr. Unter dem Einfluss von Trockenheit zeigen die Tiere positive Geotaxis, unternehmen also vertikale Wanderungen (CLOUDSLEY – THOMPSON, 1958). Nach den Forschungen von HAACKER (1968) hat die Skototaxis keinen Einfluss auf die Habitatwahl. Bestimmend sind nur die abiotischen Faktoren des Wohnorts.

Diplopoden sind des Nachts aktiv. Ihre starke Thigmotaxis kann allerdings ihre Photophobie überdecken (MÜLLER, 1923).

#### 4.8. Chilopoda

*Lithobius borealis* MEIN.: In der Schweiz bisher nur von der Furka (2000 m) bekannt (Verhoeff). Mein Fundort liegt sehr hoch, nämlich 3150 m auf dem Gornergrat, Zermatt, 29.7.1968.

*Lithobius forficatus* (L.): Ein Exemplar vom gleichen Fundort, wahrscheinlich eingeschleppt.

Auch COLE (1946) zählt die Lithobier zu den typischen Kryptozoen. Sie sind sicher die treuesten Glieder des Hypoikons und fast überall anzutreffen.

Die Chilopoden sind hygrophile Nachttiere (CLOUDSLEY–THOMPSON, 1958) und sehr stark positiv thigmotaktisch (eig. Beob.). Von BAUER (1955) wissen wir, dass *Lithobius forficatus* (L.) eurytherm und auf eine relative Feuchte von 90 °C angewiesen ist.

#### 4.9. Ephemeroidea, Plecoptera, Trichoptera

Diese aquatischen Tiere gehören – meist als Larven – zu den regelmässigen, aber der Art nach dennoch zufälligen Besuchern des Hypoikons der Litoraea. Die wenig beweglichen Trichopterenlarven können oft dem Rückgang des Wasserstandes nicht folgen und bleiben unter Steinen zurück. Larven der genannten Gruppen finden sich auch im Wasser oft unter Steinen ein, wo sie Algenrasen abweiden und auch Schutz vor der Strömung geniessen können. Sie vermitteln also zwischen dem Hypolithion des Landes und dem Hypolithion des Wassers, das gewiss auch einer Untersuchung würdig wäre.

Die Gerafflügler sind thermophil und leben im Freien, passen also ihrer Physiologie nach nicht in das Hypoikon. Eine Ausnahme bilden etwa die Rhaphidiphoriden und Grylloidea, die ausgesprochen hygrophil sind. Ein grosser Teil ihrer Arten lebt in Höhlen.

Blattodea und Dermaptera finden sich oft zusammen und sind sehr stark positiv thigmotaktisch. Sie sind nachts aktiv mit Ausnahme der Ectobien (HARZ, 1957). Ein Feuchtigkeitsbedürfnis scheint nicht sehr ausgeprägt zu sein. *Blatta orientalis* L. bevorzugt im Experiment eher trockene Luft (GUNN & COSWAY, 1938), ebenso *Parcoblatta pennsylvanica* DE GEER (COLE, 1946).

#### 4.11. Psocoptera, Hemiptera, Neuroptera, Lepidoptera, Diptera

Alle diese Gruppen enthalten keine oder nur sehr wenige echte Kryptozoen, sondern nur Irrgäste (cf. 5.1.4–5.1.7.). Inaktive Stadien wie Schmetterlingspuppen sind sehr häufig anzutreffen.

Von den thermophilen Hemiptera ist nur *Scolopostethus decoratus* (HHN.) ein epedaphisches Tier. Auffallend hoch liegt bei den Wanzen der Prozentsatz der inadulten Tiere (cf. 5.1.5.).

Die Nematocera sind an dunkelfeuchten Stellen oft häufig. Die meisten zählen zu den temporären Bodentieren. Einige Familien besitzen auch brachyptere, echt terrikole Vertreter (MOHRIG, 1967), die ich im Hypoikon jedoch nie antreffen konnte.

#### 4.12. Coleoptera

*Notiophilus pusillus* Waterh.: Riffelsee, Zermatt, 2750 m, 29.7.1968. Bisher aus dem Oberengadin und aus Fiesch (Oberwallis) gemeldet (LINDER, 1968).

*Harpalus fuscipalpis* STURM: Seltene Art. Der Fundort Zermatt fällt wegen der Höhe (1700 m) aus dem Rahmen (LINDER, in litt.).

*Harpalus froelichi* STURM: Zermatt, 1700 m, 18.7.1968. Seltene Art, von der Stierlin und Favre einige Fundorte angeben (LINDER, in litt.).

*Abax carinatus* (DUFTSCH.): Hardwald bei Birsfelden, Basel, 26.6.1968, 25.6.1969. Eine äusserst seltene Art, von Toumayeff bei Basel gefunden (LINDER, in litt.).

*Pterostichus apenninus* (DEJ.): Zermatt, 1700 m, 20./23.7.1968. Zermatt ist der erste Fundort nördlich der Walliser Alpen (LINDER, in litt.).

Aus den zahlreichen Angaben in der Literatur lässt sich entnehmen, dass die überwiegende Mehrheit der gefangenen Carabiden feuchtigkeits- und kältepräferent ist, zugleich sind sie meist negativ phototaktisch und skototaktisch. Diese vier Eigenschaften – natürlich gekoppelt mit nächtlicher Lebensweise – machen den Typus des Waldcarabiden aus (LAUTERBACH, 1964).

Die zweite grosse Gruppe der Käfer, die wenig agilen Staphyliniden, sind wohl häufig, aber keineswegs so charakteristisch wie die Carabiden. Dies mag man auch daraus ersehen, dass ich von allen Kurzflüglern, ausser *Ocypus olens* (MÜLL.) und *Paederus litoralis* (GRAV.) nur Einzelexemplare finde, konnte, während von den Carabiden oft grosse Serien vorliegen. Die Staphyliniden, wie auch die übrigen bodenbewohnenden Käfer, wie etwa *Otiorrhynchus* spp., *Crypticus quisquilius* (L.) u. a., zeigen dieselben physiologischen Eigenschaften wie die Mehrheit der Laufkäfer.

#### 4.13. Hymenoptera

*Hypoponera punctatissima* (ROGER): Riehen bei Basel, 13.8.1968. Bisher erst dreimal in der Schweiz gefangen (KUTTER, in litt.).

Die Hymenopteren, die nicht zu den Formiciden gehören, sind blosse Irrgäste. Nur das Genus *Gelis*, das aptere Formen umfasst, ist bodenbewohnend.

Trockenwarmes Makro- oder Lokalklima ist für ein reiches Ameisenleben unerlässlich. Dennoch sind alle Ameisen auf 100% rel. Feuchte angewiesen, die ihnen im Substrat sehr gut geboten werden kann. Eine Ausnahme machen *Leptothorax tuberum* (L.), *unifasciata* LATR. u. a., *Myrmecina graminicola* (LATR.), *Stenamma westwoodi* WESTW. u. a. m., die ihre biologische Schwäche durch Euryhygrie ausgleichen müssen. Sie wohnen in kleinen abgeschlossenen Kammern, können sich also vor den Unbillen der Witterung nicht zurückziehen. Sie ertragen eine relative Feuchtigkeit von 30%, die sie im Versuch freiwillig wählen, obwohl ihre Lebensdauer bei 100% r.F. am grössten ist (GÖSSWALD, 1938/40).

Die Wohnungen der Ameisen unter Steinen sind ziemlich kleine Miniernester. Im Süden bauen jedoch *Camponotus* und *Messor* sehr grosse Nester. In der alpinen Stufe kommt das nur kombinierte Nest vor, das stets mit einem Detrituswall umgeben ist, dem die Funktion der Kuppeln freier Erdnester zukommt (STÄGER, 1942).

In den Nestern unter den Steinen haben die Ameisen die Möglichkeit, sich auf ein Temperaturgefälle einzustellen. In diesem Nesttyp spielt nach STEINER (1929) die physiologisch erzeugte Wärme keine Rolle.

Schliesslich haben die Ameisen noch eine Wirkung auf den Stein: Sie fördern Erde aus dem Substrat auf die Erdoberfläche, wodurch der Stein einsinkt (STITZ, 1918). Ich habe in Mitteleuropa unter tief eingesenkten Steinen nie Ameisen gefunden, wohl aber in Südeuropa.

Im Gefolge der Ameisen habe ich auch einige Myrmekophile im Hypoikon angetroffen: *Platyarthrus hoffmannseggii* BRANDT, *Myrmecophila acervorum* (PANZ.), *Microglossa gentilis* MÄRKEL und *Amorphocephalus coronatus* GERM.

## 5. SYNTHESE DER ERGEBNISSE

### 5.1. Die Wirkung der abiotischen Faktoren. Die oekologischen Klassen der Kryptozoen

Die folgenden ökologisch-physiologischen Klassen der Kryptozoen sind nach fallender Charakteristik für das Hypoikon geordnet.

#### 5.1.1. Ombrophile Tiere

In diese Gruppe fallen per definitionem diejenigen Tiere, für die hohe Feuchtigkeit und relativ tiefe Temperatur attraktiv sind (ARNDT, 1924; MOHRIG et al., 1968). Diese beiden Faktoren sind nicht nur physikalisch eng verknüpft, sondern bilden auch für den Oekologen eine Einheit, weil sie den ganzen Wasserhaushalt eines Lebewesens bestimmen. Mit diesen beiden ist in der belebten Natur stets das Licht insofern gekoppelt, als ombrophile Tiere auch immer negativ phototaktisch sind. Arthropoden mit höher entwickelten Augen können auch skototaktisch sein (KLEIN, 1934). Sämtliche Nischen,

ausser der Höhle, die den Forderungen nach Feuchtigkeit, Kälte und Dunkelheit entsprechen, sind klein und eng. Ein ombrophiles Tier darf deshalb auf Berührungsreize nicht negativ reagieren. Wir haben im vorigen Kapitel gesehen, dass die echten Kryptozoen durchwegs stark positiv thigmotaktisch sind. Ombrophilie umfasst a posteriori demnach den Faktorenkomplex hygrophil – ± psychrophil – negativ phototaktisch – positiv thigmotaktisch. Die echten Kryptozoen sind ombrophil in diesem Sinne, wobei jedoch die einzelne Spezies auf einen Faktor sehr empfindlich oder ihm gegenüber weitgehend indifferent sein kann.

Die Arthropoden werden nach KÜHNELT (1931) nach der Art ihres Wasserhaushalts in Gruppen eingeteilt:

A. Einerseits haben wir die Arten mit vollkommenem Transpirationsschutz. Ihnen fehlt die kutikuläre Transpiration, da ihre Epikutikula mit einer Wachsschicht bedeckt ist, und die spirakuläre kann durch Stigmenschluss verhindert werden. Sie sind also imstande, ihre Evaporation zu regulieren, was besonders für die uns hier interessierenden Carabiden bewiesen wurde (KROGERUS, 1948; SCHMIDT, 1954).

B. Auf der andern Seite stehen die Tiere, die ganz ohne Verdunstungsschutz eine hohe kutikuläre Transpiration aufweisen. Ihre Evaporation ist ein rein physikalisches Phänomen. Forscher, die über Isopoda, Diplopoda und Araneae gearbeitet haben, sind zu diesen Ergebnissen gelangt (EDNEY, 1957; MILLOT & FONTAINE, 1937; PALMÉN & SUOMALAINEN, 1945; SAUDRAY, 1961; SAVORY, 1964; et mult. al.). Sie haben auch sehen können, dass die Tiere Wasser oral aufnehmen können, aber auch durch Osmose, weswegen sie auf Nässe sehr empfindlich sind (CLOUDSLEY-THOMPSON, 1958). Die Kutikula dieser Tiere ist oft dünner (sec. SAVORY, 1964). Zugleich berichtet JUBERTHIE (1964), dass Depigmentation mit einer Verdünnung der Kutikula einhergeht. Das ist im Hinblick auf die Kavernikolen besonders interessant. Selbstverständlich transpirieren die Tiere bei 100% r. F. nicht. EDNEY (1951) hat zudem nachgewiesen, dass Asseln einen etwaigen Wasserverlust nur in absolut feuchtigkeitsgesättigter Atmosphäre wieder wettmachen können. Daraus (und aus andern Angaben, cf. 4.13.) darf man wohl schliessen, dass die Luft im Hypoikon diesen Grad an Feuchtigkeit aufweist.

Zwischen diesen beiden extremen Gruppen existieren alle Übergänge. Unsere Ombrophilen stehen aber alle der letzten Gruppe mindestens sehr nahe, sonst hätten sie den Aufenthalt im Hypoikon nicht nötig. Für die Coleopteren, die doch eher einen Grenzfall darstellen dürften, hat BERGOLD (1934) nachgewiesen, dass die Stigmen der hygrophilen Arten einen grossen Querschnitt und keinen Reusenapparat besitzen, was auf eine geringe Regulationsfähigkeit schliessen lässt.

Viele Forscher haben gezeigt, dass die Richtung und Stärke der genannten Taxien von der allgemeinen physiologischen Stimmung abhängig ist. Temperatur, relative Luftfeuchtigkeit und Berührungsreize beeinflussen etwa die Phototaxis (BAUERS, 1953). Besonders nachts, wann die Kryptozoen auf Nahrungssuche (cf. 5.2) gehen müssen, verschieben sich die Taxien.

Auch tagsüber kann man, wiederum je nach der physiologischen Stimmung, ombrophile Kryptozoen im Freien antreffen. Das Umgekehrte gilt auch für die im Freien lebenden Tiere, die eher der Gruppe mit hohem Transpirationsschutz angehören. Ihnen ist in 5.1.4 grössere Aufmerksamkeit geschenkt.

### 5.1.2. *Hygrophil – Thermophile Tiere*

Hieher gehören vor allem die Ameisen. Sie sind fast alle auf 100% r.F. angewiesen (cf. 4.13.), daneben aber meist thermophil und, was den grösseren Standort anbelangt, xerophil. *Myrmica laevinodis* (NYL.) kann man als ombrophil betrachten. Die Ameisen nehmen auch wegen ihres dauernden sozialen Lebens eine Sonderstellung ein.

### 5.1.3. *Thigmotaktische Tiere*

Zu dieser Gruppe möchte ich die Scorpiones, Blattodea und Dermaptera zählen. Sie sind wärme- und eher trockenheitsliebend. Auffallenderweise handelt es sich hierbei um recht «primitive», phylogenetisch sehr alte Gruppen.

### 5.1.4. «Physiologische» Gäste

Wie in 5.1.1 schon angetönt, finden wir hier diejenigen Tiere des Atmobios und der Luft, die in besonderer physiologischer Verfassung sind, und zwar handelt es sich um etwas ausgetrocknete Individuen. Wie von vielen Zoologen nachgewiesen wurde (CLOUDSLEY – THOMPSON, 1956; GUNN & COSWAY, 1938; PERTTUNEN, 1951, 1953), bewirkt Austrocknung eine positiv hygrotaktische Reaktion und eine Verschiebung der Thermopräferenz nach tiefern Temperaturen hin, eine – sit venia verbo horribili – Ombrophilisierung sozusagen.

Die Kryptozoen selbst wandern bei Austrocknungsgefahr in den Boden, wie sich durch Nachgraben leicht beweisen lässt.

Es wäre nicht weiter als logisch, wenn die Zahl der physiologischen Gäste mit der Zunahme der Faktoren wüchse, die eine Erhöhung der Evaporation bewirken. Dem ist so. Während im Tiefland diese Tiere fast fehlen, sind sie in der alpinen Stufe sehr verbreitet. Dort ist die Transpirationsrate wegen der grossen atmosphärischen Trockenheit, der erhöhten Windgeschwindigkeit und Insolation und wegen des reduzierten Luftdrucks heraufgesetzt. Das hat zur Folge, dass viele Tiere, die – oder deren Verwandte – im Tiefland dem Atmobios angehören, sozusagen permanente physiologische Gäste des alpinen Hypolithions geworden sind.

### 5.1.5. Inadulte Tiere

Diese Gruppe ist besonders unter den Spinnen gut vertreten. Von einigen Hundert liegen nur ♀♀ (cf. 5.3!) und inadulte Tiere vor. Die Zahl der Larven und Puppen nimmt beim Aufsteigen im Gebirge schnell zu. Sehr häufig anzutreffen sind sich häutende Tiere, insbesondere unter den Orthopteren und Hemipteren.

### 5.1.6. Flüchtlinge vor dem Makroklima

Hieher müssen wir die Neuroptera, Lepidoptera und zum Teil Diptera rechnen. Sie flüchten vor Schauern und Gewittern gern ins Hypoikon, wo ihnen der Regen die Flügel nicht verkleben kann.

### 5.1.7. Partielle Bodentiere

Diese Gruppe ist mit der fünften eng verbunden. Die gefangenen Individuen gehören zu den Diptera und Coleoptera. Es sind jene Tiere, die gerade ihre Verwandlung vollendet haben und das Hypoikon demnächst verlassen.

### 5.1.8. Allgemeines zur Sinnesökologie

Die ersten vier ökologischen Gruppen umfassen die regelmässig anzutreffenden Kryptozoen. Sechs und sieben sind Irrgäste. Die juvenilen Tiere zählen zu den Hospites.

Ich bin der Ansicht, dass sämtliche, regelmässige Kryptozoen wenigstens zeitweise eine relative Feuchte von 98–100 % nötig haben. Dies gilt auch für die Tiere warmer oder gar xerothermer Standorte. Der physiologische Unterschied zwischen Kryptozoen feuchtkalter und trockenheisser Standorte müsste dann wohl in ihrer Temperaturpräferenz liegen oder aber ihr «Nachtleben» wird verschieden sein. *Die angebliche Euryökie gewisser Kryptozoen könnte demnach eine scheinbare sein, da die Tiere in jedem Biotop eine «Nische» finden, in der ihre Ansprüche befriedigt werden.* Wenn dem so ist, wäre eine Überprüfung aller Angaben über Euryökie und auch Thermophilie fällig, da sie auf Grund der Physiognomie der ganzen Biozönose, nicht aber des Mikroklimas der wirklich bewohnten Synusie aufgestellt worden wäre. Eurytopre Tiere können also stenök sein. Ich halte dies z. B. im Fall des «sehr euryöken» *Mitopus morio* (FABR.) für höchst wahrscheinlich, ohne es im Labor bewiesen zu haben. Ich selbst bin der Meinung, dass die regelmässig anzutreffenden Kryptozoen vagil-stenöke Tiere sind.

### 5.1.9. Die Rolle des Windes

Es bleibt noch, den direkten Einfluss des Windes zu besprechen: Asseln kommen nur in ziemlich windstilen Nächten aus ihren Verstecken. Bei hohen Windgeschwindigkeiten bleiben sie im Hypoikon (CLOUDSLEY-THOMPSON, 1958 b; GUPTA, 1960). *Forficula auricularia* L. soll nach HARZ (1957) empfindlich auf Änderungen des Luftzuges sein. Sie teilt diese Eigenschaft mit vielen Kavernikolen, etwa *Ceuthosphodrus*, die beim geringsten Luftzug in schwerste Krisen fallen können (JEANNEL, 1926).

### 5.2. Die Rolle der edaphischen und orographischen Faktoren

Ich darf mich hier ganz kurz fassen; für den Einfluss der Meereshöhe und Exposition verweise ich auf 3.4.1. Der Einfluss der Hangneigung (cf. 3.4.1.) ist auf reifen Böden längst nicht so gross wie auf Lockerschutthalden, die fast keine Kryptozoen beherbergen, da die stets nachrutschenden Steine – ähnlich wie an kiesigen Meeresküsten – die Tiere zerdrücken würden.

Da das Hypoikon gemäss der Aktivitätsdichte der edaphischen Tiere besiedelt ist, sollte die Anzahl der Kryptozoen pro Stein proportional seinem Umfang sein. Doch ist kein natürliches Hypoikon gleich wie ein anderes, und so kommt auch COLE (1946) bei der statistischen Bearbeitung dieser Frage zu keinen eindeutigen Schlüssen.

Für eine reichliche Besiedlung soll das Substrat nicht verdichtet sein und gute Einstiegsmöglichkeiten bieten.

### 5.3. Zur Biologie der Kryptozoen: Vagilität und Vergesellschaftung. Trophische Relationen. Geschlechter-Verhältnis.

Zuerst geht es um die Frage, ob es Arten gibt, die einem einmal gewählten Hypoikon treu bleiben. Für die Spezies, die ein Nest oder ein Gespinst unter

einem Stein anlegen, also Spinnen und Ameisen, ist dies ohne weiteres zu bejahen, ebenso für die Dermaptera, die eine Art Brutpflege treiben. SAVORY (1964) schreibt, dass eine *Lycosa* im Labor ein Revier von 2,5 m<sup>2</sup> braucht und dass sie ein stetes Heim unter einem Stein besitzt. Ich wage es, dies für die freie Natur zu bezweifeln. PARIS (1965) hat die Vagilität von P<sup>32</sup>-markierten Asseln untersucht und gefunden, dass *Porcellio scaber* LATR. und *Armadillidium* sp. keine Vorliebe und Konstanz für ein bestimmtes Brett oder Stein haben. Ich selbst habe dazu je 100 *Lithobius* spp. und *Abax* spp. in ihrem Aufenthaltsort mit einem Tupfen roter Vogelmarkierfarbe versehen. Während dreier Wochen kontrollierte ich nun alle zwei Tage die betreffenden Superstrata. Die Tiere wurden nicht mehr gesehen. Das Hypoikon scheint zu bestehen aus wenigen treuen Individuen und daneben aus dem Grossteil der andern Arten, die jeden Abend, sofern die Witterung es zulässt, ihre Unterkunft wechseln. Diese zufällige Gesellschaft neigt aber zur Bildung von Aggregationen. COLE (1946) hat eingehend die statistische Seite dieser Frage beleuchtet. Wir sind aber weit davon entfernt, die Gründe dieser Ansammlungen, etwa der Asseln, verstehen zu können.

Tagsüber scheint im Hypoikon der tiefste Frieden zu herrschen. Nur wenige Male habe ich Spinnen beim Verzehren einer Beute angetroffen. Man darf wohl allgemein sagen, dass die Kryptozoen nachts dem Nahrungserwerb nachgehen. Die Karnivoren jagen auf der freien Bodenoberfläche.

Ich möchte an dieser Stelle noch auf die Arbeit von SCHÖNBORN (1961) eingehen. Im wesentlichen decken sich seine Ergebnisse mit den meinen, wenn man bedenkt, dass ich seine C-Schicht nicht berücksichtigt habe. Ich kann mich aber nicht dazu entschliessen, das Hypoikon in zwei Merochoriozönosen, die A- und B-Schicht, zu unterteilen. Dort, wo ich eine solche Schichtung bemerkt habe, führe ich sie auf die Wirkung thermischer Faktoren zurück. Im übrigen scheinen mir seine daraus abgeleiteten Ernährungskonnexe noch um einiges hypothetischer zu sein als meine Auffassung, dass die Kryptozoen im Hypoikon in dieser Hinsicht inaktiv sind.

Es fällt auf, dass beinahe alle gefangenen adulten *Pardosa* ♀♀ sind. Auch bei den Diplopoden war das Geschlechtverhältnis stark zu Gunsten der ♀♀ verschoben. In einer Untersuchung über das Epedaphon mittelitalienischer Stoppelfelder (WÜRMLI, 1971 a) konnte ich nun nachweisen, dass 90% aller auf der Bodenoberfläche frei laufenden *Pardosa* ♂♂ sind. Die Geschlechter verteilen sich also in verschiedener Weise auf die zur Verfügung stehenden Synusien.

#### 5.4. Die Stellung des Hypoikons in der umgebenden Biozonenose. Beziehungen zu verwandten Biozonenosen und Synusien.

Geht man die Literatur nach ökologischen Daten über die Kryptozoen durch, so findet man als Habitate etwa angegeben: unter Steinen, unter organischem Abfall, unter Moos, im Boden, in Felsspalten, in Baumstrünken, unter Rinden. Diese Zitate und die eigene Erfahrung zeigen, dass es keine Charakterarten des Hypoikons gibt. Gerade *Lithobius*, den man gerne – nicht nur wegen des Namens – als ein dem Hypoikon eusynusisches Tier bezeichnet wüsste, kommt häufig unter Rinden und in Stubben vor. Die Untersuchungen von MEINERTZ (1942) über die Häufigkeit des Vorkommens der Asseln in den einzel-

nen Synusien lehren uns, dass das Hypoikon keineswegs ein begehrter Aufenthaltsort ist. In Wäldern sind Baumstrünke von Asseln viel dichter bewohnt. Wenn also eine Wahlmöglichkeit zwischen verschiedenen, mikroklimatisch aber ungefähr gleichwertiger Synusien gegeben ist, besteht bei keinem Tier eine Spezifität für das Hypolithion oder Hypoxylion. Eine Ausnahme bilden die in 4.13. genannten biologisch schwachen, aber euryhygryen Ameisen und eventuell die echten Kataskaphischen von Mittelgebirgen, sofern es welche gibt. In Biotopen, wo keine Wahlmöglichkeit besteht, etwa in den Hochalpen, bleibt den Kryptozoen gezwungenermassen nichts anderes übrig, als eusynusisch zu sein.

Weiter dem Hypoikon verwandte Chorozönosen sind die Faunen unter Rosetten- und Polsterpflanzen.

Das Hypoikon ist keinesfalls eine Biozönose, mag man die klassischen Biozönosedefinitionen oder die von SZELÉNYI (1955) für richtig erachten. Es fehlen ihm die Regulationsfähigkeit und die Produzenten. TISCHLER (1955) hat recht, wenn er das Hypolithion unter die Biochorien rechnet, unter die Konzentrationsstellen, von denen nachts eine Besiedlung der Bodenoberfläche erfolgt.

Im eiszeitlich vergletscherten Gebiet Mitteleuropas macht man die Feststellung, dass die Höhlenfauna den Arten nach einen Teil der kryptozoischen ausmacht (Listen u. a. nach LERUTH, 1939; STELLWAAG, 1929; VANDEL, 1964; WOLF, 1934–38). Unter die Höhlen fallen hier auch künstliche Gebilde wie Weinkeller, Bergwerksschächte und dergleichen. Ihre klimatischen Bedingungen sind für die Ombrophilen sehr günstig. Tief eingebettete Steine haben eine äusserst spärliche hemi- oder euedaphische Fauna. In den Hochalpen sind sie regelmässige Wohnorte gewisser Trechini (SCHÖNMANN, 1937).

In Südeuropa findet man unter tief eingebetteten Steinen euedaphische Carabiden, wie *Microtyphlus*, *Scotodipnus*, *Anillus* u. a. (JEANNEL, 1940/42). In den Höhlen haben wir echte Kavernikole wie *Geotrechus*, *Aphaenops*, *Speotrechus*, *Duvalius*, *Trichaphaenops* u. a. m. Viele Arten dieser Genera kann man auch endogäisch unter Steinen finden; doch COIFFAIT, (1958) hat gezeigt, dass bei den Käfern ein relativ grosser Unterschied zwischen Edapho- und Troglobionten besteht. Neben Troglobionten gibt es aber auch Trogophile, die bereits unter flach aufliegenden Steinen vorkommen. Man denke etwa an die häufigen *Dolichopoda geniculata* COSTA und *Gryllomorpha dalmatina* (OCSK.). Die künstlichen Höhlen sind – abgesehen davon, dass *Dolichopoda geniculata* COSTA oft anzutreffen ist (CAPOLONGO, 1966) – im gleichen Sinn besiedelt wie die natürlichen Höhlen des ehemals vergletscherten Mitteleuropas.

## 8. ZITIERTE LITERATUR

- D'ANS – LAX, 1967: Taschenbuch für Chemiker und Physiker. 3. Aufl., Springer, Berlin
- ARNDT, W., 1924: Die Dunkelfauna Schlesiens. Ostdt. Naturwart 3.
- BALOGH, J., 1938: Biosoziologische Studien über die Spinnenfauna des Sashegy (Adlerberg bei Budapest. Festschr. Strand 4, 464–497.
- 1958: Lebensgemeinschaften der Landtiere. Akademie-Verl., Berlin.
- BAUER, K., 1955: Sinnesökologische Untersuchungen an *Lithobius forficatus*. Zoo.Jb.(Allg. Zool.) 65, 267–300.
- BAUERS, CH., 1953: Über die Orientierung wirbelloser Tiere zum Licht. Ibrid. 64, 348–390
- BERGOLD, G., 1934: Die Ausbildung der Stigmen bei Coleopteren verschiedener Biotope. Z. Morph. Oekol. Tiere 29, 511–526.

- BONESS, M., 1953: Die Fauna der Wiesen unter besonderer Berücksichtigung der Mahd. *Ibid.*, 42, 225–277  
 1958: Biocoenotische Untersuchungen über die Tierwelt von Klee- und Luzernefeldern. *Ibid.*, 47, 309–373.
- BOYOUCOS, G. J., 1913: An investigation of soil temperature and some of the most important factors influencing it. *Tech. Bull. Mich. (St. Coll.) agric. Exp. Sta.* 17.
- BRACHT, J., 1949: Über die Wärmeleitfähigkeit des Erdbodens und des Schnees und den Wärmeumsatz im Erdboden. *Veröff. geophys. Inst. Univ. Lpz.*, Ser. 2 Bd. 14, H. 3.
- CAPOLONGO, D., 1966: Contributo alla conoscenza dell'entomofauna del Napoletano: Indagine ecologica e geonemica su Dolichopoda geniculata Costa. *Boll. Soc. Ent. Ital.* 96, 73–94.
- CLOUDSLEY-THOMPSON, J. L., 1956: Studies in diurnal rhythms VII. Humidity responses and nocturnal activity in woodlice (Isopoda). *J. Exp. Biol.* 33, 576–582.  
 1958 a: Spiders, scorpions, centipedes and mites. Pergamon Press, London.  
 1958 b: The effect of wind upon the nocturnal emergence of woodlice and other terrestrial arthropods, 1–3. *Ent. mon. Mag.* 49, 106–108; 184–185; 283–284.
- COIFFAIT, H., 1958: Contribution à la connaissance des coléoptères du sol. *Vie et Milieu*, Supp. 7, 1–204.
- COLE, L. C., 1946: A study of the cryptozoa of an Illinois woodland. *Ecol. Monogr.* 16, n. 1, 51–86.
- DENDY, A., 1895: The cryptozoic fauna of Australasia. *Rept. 6th meet. Austr. Ass. Adv. Sci.* 6, 99–119.
- EDNEY, E. B., 1957: The water relations of terrestrial arthropods. Univ. Press, Cambridge.
- ELLENBERG, H., 1963: Vegetation Mitteleuropas mit den Alpen. In: WALTER: Einführung in die Phytologie, Bd. 4, T. 2, Ulmer, Stuttgart.
- FRANZ, H., 1950: Bodenzoologie als Grundlage der Bodenpflege. Akademie-Verlag, Berlin.  
 1954/61: Die Nordostalpen im Spiegel ihrer Landtierwelt. Vol. I, II. Wagner, Innsbruck.
- FRUHSTORFER, H., 1921: Die Orthopteren der Schweiz und der Nachbarländer auf geographischer wie ökologischer Grundlage, mit Berücksichtigung der fossilen Arten. *Arch. Naturg.*, 87 A, 1–262.
- GEIGER, R., 1927: Das Klima der bodennahen Luftsicht. *Die Wissenschaft* Bd. 78, 2. Aufl., Vieweg, Braunschweig.  
 1930: Mikroklima und Pflanzenklima. In: *Handbuch der Klimatologie*, Bd. 1, T. D., Borntraeger, Berlin.
- DI GLERIA, J., KLIMES-SZMIK, A. und DVORACSEK, M., 1962: Bodenphysik und Bodenkolloidik. Fischer, Jena.
- GOSSWALD, K., 1938/40: Über den Einfluss von verschiedener Temperatur und Luftfeuchtigkeit auf die Lebensäußerungen der Ameisen, I. II. *Z. wiss. Zool.* 151, 337–381; 154, 247–344.
- GRUNER, H.-E., 1966: Isopoden, 2. Lfg., In: *Tierw. Deutschlands*, T. 53, Fischer, Jena.
- GUNN, D. L. und COSWAY, C. A., 1938: The temperature and humidity relations of the cockroach V. Humidity preference. *J. Exp. Biol.* 15, 555–563.
- GUPTA, M., 1960: Effect of wind speed on the emergence of woodlice (Isopoda). *Ent. mon. Mag.* 96, 172–173.
- HAACKER, U., 1968: Deskriptive, experimentelle und vergleichende Untersuchungen zur Autökologie rhein-mainischer Diplopoden. *Oecologia* 1, 87–129.
- HANDSCHIN, E., 1919: Beiträge zur Kenntnis der wirbellosen terrestrischen Nivalfauna der Schweizerischen Hochgebirge. *Diss. Basel* 1919.
- HARZ, K., 1957: Die Gerafflögler Mitteleuropas. Fischer, Jena.
- HEIKERTINGER, F., 1954: Das Rätsel der Mimikry und seine Lösung. Fischer, Jena.
- HEROLD, W., 1930: Beiträge zur Verbreitung der Landisopoden des Ostbaltikums. *Z. Morph. Oekol. Tiere* 18, 474–535.
- IMMEL, V., 1954: Zur Biologie und Physiologie von *Nemastoma quadripunctatum* (Opil. Dyspnoi). *Zool. Jb. (Syst.)* 83, 129–184.
- JANETSCHEK, H., 1948/49: Tierische Sukzessionen auf hochalpinem Neuland. *Ber. naturw.- med. Ver. Innsbruck* 48/49.
- JEANNEL, R., 1926: Faune cavernicole de la France, avec une étude des conditions d'existence dans le domaine souterrain. Lechevalier, Paris.  
 1941/42: Coléoptères carabiques. In: *Fauna de France*, vol. 39/40. Lechevalier, Paris.
- JENSEN, P., 1959: Fit of certain distribution functions to counts of two species of cryptozoa. *Ecol.* 40, 447–453.  
 1968: Changes in cryptozoan numbers due to systematic variation of covering boards. *Ecol.* 49, 409–418.
- JUBERTHIE, Ch., 1964: Recherches sur la biologie des opilions. *Thèse Univ. Toulouse*, 1964.
- KLEIN, K., 1934: Über die Helligkeitsreaktionen einiger Arthropoden. *Z. wiss. Zool.* 145, 1–38.

- KROGERUS, K., 1948: Oekologische Untersuchungen an Uferinsekten. *Acta Zool. Fenn.* 53.
- KÜHNELT, W., 1931: Beiträge zur Kenntnis des Wasserhaushaltes der Insekten. *Verh. 7. int. Kongr. f. Ent.* 2, 797–807.
- 1943 a: Die Leitformenmethode in der Oekologie der Landtiere. *Biologia gen.* 17, 106–146.
- 1943 b: Über Beziehungen zwischen Tier- und Pflanzengesellschaften. *Biologia gen.* 17, 566–593..
- 1943 c: Die litorale Landtierwelt der alpinen Gewässer. *Int. Revue ges. Hydrobiol. Hydrogr.* 43, 430–457.
- LANDOLT–BÖRNSTEIN, 1923–36: Physikalisch-chemische Tabellen. Hw. und Ergw., 5. Aufl., Springer, Berlin.
- LAUTERBACH, A. W., 1964: Verbreitungs- und aktivitätsbestimmende Faktoren bei Carabiden in sauerländischen Wäldern. *Abh. Landesmus. Natk. Münster* 26, H. 4.
- LAWRENCE, R. F., 1953: The biology of the cryptic fauna of forests, with special reference to South Africa. A. A. Balkema, Capetown/Amsterdam.
- LELEUP, N., 1965: La faune entomologique cryptique de l'Afrique Intertropicale. *Ann. Mus. r. Afr. centr., Sci. zool.*, no. 141.
- LERUTH, R., 1939: La biologie du domaine souterrain. *Mém. Mus. r. Hist. nat. Belg.*, no. 87.
- LINDER, A., 1968: Beitrag zur Coleopterenfauna der Schweiz. *Mitt. Schweiz. Ent. Ges.* 41, 211–232.
- LÜTSCHG-LOETSCHER, O., 1947: Beitrag zur Kenntnis des Wärmeaushaltes der obersten Bodenschicht der Schweizer Alpen. *Denkschr. Schw. naturf. Ges.* 77, Abh. 2.
- MANI, M. S., 1962: Introduction to high altitude entomology: Insect life about the timber-line in the North-west Himalaya. Methuen, London.
- 1968: Ecology and biogeography of high altitude insects. Den Haag, Junk.
- MAZEK-FIALLA, K., 1941: Die Körpertemperatur poikilothermer Tiere in Abhängigkeit vom Kleinklima. *Z. wiss. Zool.* 154, 170–246
- MEINERTZ, Th., 1942: Beiträge zur Ökologie der Landisopoden mit besonderer Berücksichtigung der Atmungsorgane. *Zool. Jb. (Syst.)* 76, 501–518.
- MILLOT, J. und FONTAINE, M., 1937: La teneur en eau des aranéides. *Bull. Soc. zool. France* 62, 113–119.
- MOHRIG, W., 1967: Beiträge zur Ökologie und Verbreitung brachypterer Dipteren in norddeutschen Biotopen. *Dtsch. Ent. Z., N. F.* 15.
- MOHRIG, W. et al., 1968: Beiträge zur Arthropodenfauna aus Grosshöhlen des Harzes und des Kyffhäuser. *Dtsch. Ent. Z., N. F.* 15, 367–387.
- MÜLLER, H., 1923: Untersuchungen zur Biologie der Diplopoden I. Die Lichtreaktionen von *Iulus fallax* und *Polydesmus complanatus*. *Zool. Jb. (Allg. Zool.)* 40, 399–487.
- OBRTEL, R., 1968: Carabidae and Staphylinidae occurring on soil surface in lucerne fields (Coleoptera). *Acta ent.-bohemosl.* 65, 5–20.
- ORGHIDAN, T. und DUMITRESCU, M., 1964: Das lithoklastische Lebensreich. *Zool. Anz.* 173, 325–332.
- PALMÉN, E. und SUOMALAINEN, H., 1945: Experimentelle Untersuchungen über die Transpiration bei einigen Arthropoden, insbesondere Käfern. *Ann. Zool. Soc. Zool.-Bot. Fenn. «Vanamo»* 11, no. 2, 1–52.
- PARIS, O. H., 1965: Vagility of  $P^{32}$  – labeled isopods in grassland. *Ecology* 46, 635–648.
- PERTTUNEN, V., 1951: The humidity preferences of Carabid species (Col. Carab.) of wet and dry habitats. *Ann. Ent. Fenn.* 17, 72–84.
- 1953: Reactions of Diplopods to the relative humidity of the air. *Ann. zool. Soc. zool.-bot. Fenn. «Vanamo»* 16, no. 1, 1–69.
- PFEIFER, H., 1956: Zur Ökologie und Larvalsystematik der Webergnechte. *Mitt. zool. Mus. Berlin* 32, 61–104.
- PILLAI, S. K., 1922: Beiträge zur Kenntnis der Fauna der Waldstreu. Kiefernstreuuntersuchungen. *Z. angew. Ent.* 11.
- RENKEN, W., 1956: Untersuchungen über die Winterlager der Insekten. *Z. Morph. Oekol. Tiere* 45, 34–103.
- SAUDRAY, Y., 1961: Recherches biologiques et physiologiques sur les Myriapodes Diplopodes. *Diss. Caen* 1961.
- SAVORY, Th., 1964: Arachnida. Acad. Press, London.
- SCHMIDT, G., 1954: Physiologische Untersuchungen zur Transpiration und zum Wassergehalt der Gattung *Carabus* (Ins. Coleopt.). *Zool. Jb. (Allg. Zool.)* 65, 460–495.
- SCHÖNBORN, W., 1961: Untersuchungen über die Schichtung im Hypolithion. *Biol. Zbl.* 80, 179–197.
- SCHÖNMANN, R., 1937: Die Artsystematik und geographische Verbreitung der hochalpinen Trechini in den Ostalpen. *Zool. Jb. (Syst.)* 70, 170–226.
- STÄGER, R., 1942: Beziehungen unserer einheimischen Ameisenarten zur Pflanzenwelt beim Nestbau. Bargezzi und Lüthy, Bern.

- STEINER, A., 1929: Temperaturuntersuchungen an Ameisennestern mit Erdkuppeln, im Nest von *Formica exsecta* Nyl. und in Nestern unter Steinen. *Z. vergl. Physiol.* 9, 1–66.
- STITZ, H., 1918: Die Beziehungen der Ameisen zum Menschen und ihre wirtschaftliche Bedeutung. *Z. angew. Ent.* 4.
- STELLWAAG, F., 1929: Die Fauna tiefer Weinkeller. *Arch. Naturg.* 90 A, 130–149.
- SZELÉNYI, G., 1955: Versuch einer Kategorisierung der Zoozönosen. *Beitr. Ent.* 5, 18–35.
- TISCHLER, W., 1944: Biozönotische Untersuchungen an Wallhecken. *Zool. Jb. (Syst.)* 77, 283–400.
- 1949: Grundzüge der terrestrischen Tierökologie. Vieweg, Braunschweig.
- 1952: Biozönotische Untersuchungen an Ruderalstellen. *Zool. Jb. (Syst.)* 81, 122–174.
- 1955: Synökologie der Landtiere. Fischer, Stuttgart.
- 1958: Synökologische Untersuchungen an der Fauna der Felder und Feldgehölze. *Z. Morph. Oekol. Tiere* 47, 54–114.
- 1965: Agrarökologie. Fischer, Jena.
- 1966: Untersuchungen über das Hypolithion einer Hausterrasse. *Pedobiol.* 6, 13–26.
- TRETZEL, E., 1952: Zur Oekologie der Spinnen (Araneae). Autökologie der Arten im Raum von Erlangen. *S.ber. phys.-med. Soz. Erlangen* 75, 36–160.
- VANDEL, A., 1964: Biospéologie. Villars. Paris.
- VAN DER DRIFT, J., 1950: Analysis of the animal community in a beech forest floor. *Diss. Leiden* 1950.
- VERHOEFF, K. W., 1929: Studien über Oekologie und Geographie der Diplopoden hauptsächlich der Ostalpen. 112. Diplopoden-Aufsatz. *Z. Morph. Oekol. Tiere* 15, 35–99.
- WEESE, A. O., 1924: Animal ecology of an Illinois elm-maple forest. *Illinois biol. Monogr.* 9, 154–210.
- WEYGOLDT, P., 1966: Moos- und Bücherskorpione. Neue Brehm-Bücherei 365. Ziemsen, Wittenberg Lutherstadt.
- WIEHLE, H., 1956: Linyphiidae – Baldachinspinnen. In: *Tierw. Dtschl.* T. 44, Fischer, Jena.
- WILMS, B., 1961: Untersuchungen zur Bodenkäferfauna in drei pflanzensoziologisch unterschiedenen Wäldern der Umgebung Münsters. *Abh. Landesmus. Naturk. Münster* 23, H. 1.
- WOEIKOF, A., 1904: Probleme der Bodentemperatur. Typen ihrer vertikalen Verbreitung. *Met. Z.* 21, 49–62.
- WOLF, B., 1934–38: *Animalium Cavernarum Catalogus.* 3 vol. Junk, s<sup>3</sup>Gravenhage.
- WÜRMLI, M., 1971 a: Zur Synökologie der Arthropodenmakrofauna mittelitalienischer Stoppelfelder. *Atti Accad. Gioenia Catania*, im Druck.
- 1971 b: Die strukturelle Betrachtungsweise in der Synökologie der Landtiere, ein Weg zur Erfassung der Oekosysteme. *Resumé. Mitt. Schweiz. Ent. Ges.* 44, 383–384.