

Zoogeographische Bedeutung Kaltluft erzeugender Blockhalden im außeralpinen Mitteleuropa: Untersuchungen an Arthropoda, insbesondere Coleoptera

Von
ROLAND MOLEND, Hamburg

Mit 36 Abbildungen und 16 Tabellen

Abstract: Stony debris formations are azonal insular ecosystems in the Central European landscape. Some of them form so-called wind-tube systems. They establish a specific microclimatic environment: at the bottom part of the debris cold air streams out, forming extrazonal permafrost soil with temperatures constantly near freezing. In contrast, the top part never freezes. These localities with exceptional microclimatic conditions are characterized by the new term "Kaltluft erzeugende Blockhalde" (i.e. cold-air producing debris). The deeper layer of boulder taluses or rock debris, a particular kind of underground biotope, is similar to the "Milieu souterrain superficiel". The area of the present research ranges from Trentino (Northern Italy) to the northern part of Germany; 12 Central European localities were studied, with special reference to Coleoptera, Chilopoda, Diplopoda and Araneae. Some invertebrate species are specifically adapted for living in debris. Specimens exclusively living in stony debris ecosystems (e.g. *Leptusa simoni* [Coleoptera] and *Bathyphantes eumenis* [Araneae]) were collected by means of special pitfall traps. These and other species are highly disjunct in their distribution. They represent potential glacial or periglacial relics, which are frequently boreo-alpine or arcto-alpine in their distribution.

Inhalt

A. Einleitung	7
I. Ursachen von Disjunktion	7
II. Lebensräume von Kaltzeit-Relikten	9
III. Blockhalden	9
B. Blockhalden	10
I. Allgemeines	10
1. Definition	10
2. Genese	11
II. Mikroklima	12
C. Untersuchungsgebiete, Material und Methode	14
I. Untersuchungsgebiete, Übersichtskarte	14
1. Trentino	16
2. Südtirol	16

3. Schwarzwald	16
4. Vogesen	17
5. Westerwald	7
6. Hessische Rhön	18
7. Ardennen/Hohes Venn	18
8. Harz	18
9. Weserbergland	19
II. Mikroklima-Messungen	19
III. Erfassung der Fauna	20
1. Langzeit-Fallen	20
2. Boden- und Gesiebeproben	20
3. Aufbewahrung, Präparation und Determination	22
4. Raster-Elektronenmikroskopie	22
5. Verbreitungstypen	22
6. Diversität der Standorte	22
7. Faunen-Ähnlichkeit der Standorte	23
8. Danksagung	23
D. Ergebnisse	24
I. Mikroklima-Messungen	24
II. Fauna	33
1. Arten-Inventar	33
a) Coleoptera	33
b) Araneae	35
c) Chilopoda	35
d) Diplopoda	35
2. Phänologie	35
3. Vergleich der Untersuchungsgebiete	43
a) Prozentuale Verteilung der Arten	43
b) Diversität der Standorte	45
c) Faunen-Ähnlichkeit nach SØRENSEN	45
4. Morphologische Differenzierungen	56
E. Diskussion	59
I. Mikroklima-Messungen	59
1. Methode	59
2. Untersuchungsgebiete	60
3. Thermische Gliederung der Blockhalde	61
II. Fauna	63
1. Methoden	63
a) Fallen	63
b) Gesiebe-Proben	63
c) SØRENSEN-Quotient	64
d) Diversität	64
2. Arten-Besprechung	64
a) Coleoptera	65
b) Araneae	75
3. Phänologie	76
4. Vergleich der Untersuchungsgebiete	76
a) Prozentuale Verteilung der Familien	76
b) Faunen-Ähnlichkeit	77
c) Tiergruppen-Vergleich	78
5. Morphologische Differenzierungen	78
III. Zoogeographie	80
1. Disjunkte Areale	80
2. Ursachen disjunkter Verbreitung	81

F. Biotop-Schutz	84
1. Schutzwürdigkeit der Kaltluft erzeugenden Blockhalden	84
2. Schutzbedürftigkeit und Gefährdung	84
3. Erforderliche Maßnahmen	85
G. Zusammenfassung	86
H. Literatur	87

A. Einleitung

Geschlossene Verbreitungsgebiete von Arten oder auch höheren Taxa stehen im Gegensatz zu einander separierten Vorkommen, disjunkten Arealen. Dieses Phänomen einer diskontinuierlichen Verbreitung hat Biogeographen und Evolutionisten seit jeher veranlaßt, nach plausiblen Erklärungen hierfür zu suchen. Darüber hinaus hat die Analyse disjunkter Areale eine wesentliche Rolle bei der Herausbildung heute gültiger Vorstellungen über die Mechanismen allopatrischer Speziation gespielt: „The geographic isolate is the key unit in the process of geographic speciation“ (MAYR 1963: 496).

I. Ursachen von Disjunktion

Disjunktionen können unterschiedliche Ursachen haben. Das Spektrum reicht von ökologischer Bedingtheit (vgl. z.B. HESSE 1924) einerseits bis zu historischen bzw. paläogeographischen Faktoren.

Ökologische Ursachen für disjunkte Areale können mit Standortbedingungen gleichgestellt werden, die allein das Vorkommen limitieren. Verbreitungsbilder halobionter Coleopteren stellen hierfür ein gutes Beispiel dar (HORION 1935, 1959). Eine ganze Reihe mitteleuropäischer Käfer-Arten kommt nicht nur an den Meeresküsten, sondern auch an zum Teil weit voneinander entfernten Salzstellen des Binnenlandes vor (z.B. Salzböden am Neusiedler See, Salzwiesen bei Wisselsheim [östl. Bad Nauheim, Hessen], Abraumhalden des Kali-Bergbaues, Salinen). In diesem Zusammenhang stellt sich die Frage nach den „Verbreitungsmitteln“. Handelt es sich hierbei um Arten, deren Vertreter über besonders effiziente Ausbreitungsmöglichkeiten verfügen? Im Extremfall würde das darauf hinauslaufen, daß – etwa durch aktiven oder passiven Flug oder auch Verdriftung – unterschiedliche Lebensräume erreicht werden können, wobei es von den jeweiligen Standortfaktoren abhängt, ob die betreffende Art einen Biotop auch tatsächlich besiedeln kann oder nicht. In diesem Zusammenhang ist wiederholt DARWIN'S Feststellung zitiert worden, der weit vor der südamerikanischen Küste in den Masten der „Beagle“ zahlreiche Spinnen fand, die dort mit dem Fadenfloß gestrandet waren (vgl. DARWIN 1845).

Für die Zielsetzung dieser Arbeit ist der Hinweis wichtig, daß eine rein ökologische Bedingtheit von Disjunktionen vielfach nicht verläßlich zu belegen ist. Als Beispiel sei die Wolfsspinne *Acantholycosa norvegica* THORELL, 1872 (Lycosidae) angeführt, deren

Haupt-Verbreitungsgebiet von Norwegen über Finnland bis nach Sibirien reicht. Ein isoliertes Vorkommen am Achtermann, also in höheren Lagen des Harzes (WIEHLE 1965), kann auf einem Zusammenwirken von Ausbreitungsmöglichkeit (Fadenfloß) mit der Existenz geeigneter Standort-Faktoren beruhen. Es ist jedoch ebensogut möglich, daß das Auftreten im Harz ein Relikt darstellt, also historisch zu erklären wäre.

Historische Ursachen von Disjunktionen sind bereits im vorigen Jahrhundert lebhaft erörtert worden. Bereits DE CANDOLLE (1855) bemerkte: „Überall herrschen in der Verbreitung der Lebewesen die früheren Ursachen vor über die Bedingungen des gegenwärtigen Zustandes“ (übers. u. zit. in REINIG 1937). Der Versuch einer kausalen Erklärung disjunkter Areale unter Heranziehung paläogeographischer Phänomene muß – um voreilige Spekulationen zu vermeiden – verschiedene Prinzipien des Argumentierens streng beachten (KRAUS 1978). Wesentliche Bedeutung kommt hierbei dem phylogenetischen Alter der betreffenden Taxa zu. Historisch-biogeographische Ursachen für die disjunkten Verbreitungsbilder z.B. der Spirostreptoidea unter den Tausendfüßern (Diplopoda) sind wahrscheinlich mit plattentektonischen Ereignissen zu korrelieren und wurzeln deshalb im Mesozoikum (KRAUS 1966). Demgegenüber ist die Disjunktion der Areale der Tapire oder diejenige der Kamele (Tapiridae; Camelidae) in Ereignissen des ausgehenden Pliozän und des Pleistozän zu sehen (THENIUS 1980).

Disjunktionen von Art-Arealen lassen sich hingegen zumeist mit Ereignissen der jüngsten geologischen Vergangenheit in Verbindung bringen, insbesondere mit der letzten Kaltzeit des Pleistozän (Würm bzw. Weichsel) sowie mit dem anschließenden Holozän. Das Instrumentarium einer kausal orientierten Analyse wurde vor allem durch REINIG (1937), HOLDHAUS (1954) und LINDROTH (1969) entwickelt; die zusammenfassende Darstellung durch DE LATTIN (1967) fußt wesentlich auf REINIGS Konzept. Danach werden disjunkte Verbreitungsbilder, wie z.B. dasjenige der Silberwurz *Dryas octopetala* LINNÉ, 1758 (WALTER 1973: 49, Abb. 38) oder der Ringdrossel *Turdus torquatus* LINNÉ, 1758 (DE LATTIN 1967: 415, Abb. 152), als glazial-reliktär erklärt. Entsprechendes gilt für das nicht-arktische Vorkommen des Schneehasen (*Lepus timidus* LINNÉ, 1764). Da jedoch der Ausdruck „Glazialrelikt“ in der Vergangenheit vielfach unreflektiert, ja sogar fahrlässig angewandt worden ist, sollte in jedem Fall mit besonderer Sorgfalt geprüft werden, ob eine historisch-biogeographische Interpretation allein gerechtfertigt ist. Kann mit hinlänglicher Verlässlichkeit ausgeschlossen werden, daß disjunkte Vorkommen der Silberwurz womöglich teilweise oder ganz auf Verschleppung oder auf der Wirksamkeit von Ausbreitungsmechanismen beruhen? Inwieweit muß damit gerechnet werden, daß arкто-alpine bzw. arкто-montane Verbreitungsbilder auch durch rezente ökologische Faktoren bedingt sind, insbesondere dann, wenn es sich, wie im Falle der Ringdrossel, um flugfähige Tiere handelt? Auch hier stellt sich die Frage nach der Effizienz von Verbreitungsmitteln. – Weniger Anlaß zum Zweifel besteht demgegenüber bei einigen Relikt-Vorkommen im aquatischen Milieu. Als Beispiel sei der Krebs *Mysis relicta* LOVÉN, 1862 angeführt, dessen Vorkommen in Teilen der Ostsee mit hoher Wahrscheinlichkeit als Glazialrelikt zu deuten ist (SEGERSTALE 1957).

Es sind allerdings nicht nur Glazialrelikte, die durch den erdgeschichtlichen Wechsel von Umweltbedingungen ihre Areal-Zersplitterung, -Verlagerung oder -Verkleinerung erfahren haben. Dazu gehören auch Tertiär-, Xerotherm- und Steppenrelikte. Trotz ihres unterschiedlichen Alters (Tertiär, Pleistozän, Holozän) ist allen Relikten gemeinsam, daß sie bis in die Gegenwart in Biotopen mit für sie günstigen ökologischen Bedingungen überdauern konnten. Hier treffen die beiden Erklärungsansätze für Disjunktionen zusammen: ökologische Bedingtheit und historische Ursachen.

II. Lebensräume von Kaltzeit-Relikten

Aussagen über tatsächliche oder vermeintliche Glazialrelikte in Mitteleuropa basieren auf Untersuchungen, die zumeist unter primär faunistischem Aspekt erfolgt sind. Hierbei wurden verschiedene Lebensräume bevorzugt und mit besonderer Intensität bearbeitet. Das gilt insbesondere für Nunatakker (SCHMÖLZER 1962), alte Seen, Grundgewässer und Quellen (THIENEMANN 1950; ILLIES 1971), Höhlen (VANDEL 1965) und Moor-Biotope (PEUS 1932).

Es verwundert, daß ein weiterer Biotop bislang nahezu unbeachtet geblieben ist: die Blockhalden. Forstlich sind sie nicht nutzbar. Hinzu kommt die erschwerte Zugänglichkeit solcher Halden, die zudem vielfach in eher abgelegenen Gebieten anzutreffen sind. Somit zählen sie zu den durch den Menschen bislang kaum beeinflussten und deshalb ursprünglich gebliebenen Elementen der Landschaft.

III. Blockhalden

Geobotaniker und Pflanzensoziologen haben mehrfach auf diese „örtlich begrenzten Sonderstandorte“ (ELLENBERG 1986: 288) hingewiesen (vgl. PFAFF 1933; FURRER 1961). Ferner ist seit BALCH (1900) bekannt, daß es innerhalb einiger Blockhalden „Eiskeller“ gibt. So müßte es nahe liegen, die Fauna dieser Blockhalden endlich genauer zu untersuchen, mit dem Ziel festzustellen, welche Arten die Tiefen dieses Lebensraumes bewohnen. Darauf fußend ist zu klären, ob sich darunter potentielle Glazialrelikte feststellen lassen. Sollte das für derartige „Eiskeller“ zutreffen, muß unter Beachtung der in Abschnitt I erläuterten Aspekte geprüft werden, ob solche Vorkommen tatsächlich historisch-biogeographisch bedingt sind. Oder lassen sie sich zwanglos mit den speziellen Gegebenheiten des Standorts – im Sinne von „ökologischer Tiergeographie“ – erklären? Kann die Analyse der Verbreitungsmittel zur Beantwortung dieser Frage führen?

Zur Klärung der ökologischen Verhältnisse ist nur wenig beigetragen worden, denn bei den bisherigen Untersuchungen standen punktuelle Ansätze im Vordergrund (zur Problematik landschaftsökologischer Forschung vgl. PLACHTER 1991: 7). Der bisherige Stand der Kenntnisse könnte nicht dürftiger sein: Neben den bereits genannten Botanikern, wird hier auf RICHARDS Untersuchung (1972) verwiesen, denn seine Resultate verhinderten eine forst-ökonomische „Inwertsetzung“ von Blockhalden. So

kommt es, daß bislang überhaupt nur der Fuß einer Blockhalde in Österreich (Matzen, Karawanken) genauer untersucht worden ist. Neben landeskundlichen und botanischen Arbeiten (CANAVAL 1893; FRIEDEL 1935; GRESSEL 1962; REZNIK 1963; SCHEIBER 1967; SCHINDLER et al. 1976; LANGER & MIXANIG 1982) erfolgte eine faunistische Erfassung des leicht zugänglichen Fußes der Halden durch HÖLZEL (1963) und CHRISTIAN (1985, 1987).

Ungleich schwieriger stellt sich die Erfassung der Fauna des Spaltensystems ganzer Blockfelder und -halden dar. Die Entwicklung geeigneter Erfassungs-Methoden begann überhaupt erst 1988 (RUZICKA). Danach konnten erstmals Daten wenigstens über die Spinnenfauna tschechischer Blockhalden gewonnen werden (RUZICKA 1988, 1990). Darüber hinaus gibt es bisher keine einzige weitere faunistische Untersuchungen zu Blockhalden.

Deshalb zielt die Arbeit – unter übergeordnetem zoogeographischem Aspekt – darauf ab, die Fauna dieser Lebensräume genauer und zugleich vergleichend zu erfassen. Hierbei werden, soweit möglich, verschiedene Organismengruppen berücksichtigt. Konkrete Aussagen sind aber nur möglich, wenn die entsprechenden Taxa bereits in ihrer Formenmannigfaltigkeit und Verbreitung gut genug bekannt sind. Nur dann bestehen Voraussetzungen für generelle Folgerungen. Deshalb bleiben z. B. die Chilopoda wegen eines nur stichprobenhaften Erforschungsstandes weitgehend unberücksichtigt; das gilt insbesondere mit Blick auf die mangelnde Kenntnis der jeweiligen Areale der Arten. Umgekehrt werden einige Gruppen der Käfer (Coleoptera) bevorzugt, weil hier ein relativ guter Forschungsstand gegeben ist – sowohl in taxonomischer als auch in biogeographischer Hinsicht (vgl. BUCK & KONZELMANN 1985). Chilopoda, Diplopoda und Araneae werden nur zur vergleichenden Untersuchung der Biozöosen der untersuchten Standorte herangezogen.

Vor allem wegen des vergleichenden Aspekts wurden 12 Blockhalden analysiert. Ein Teil davon ist erst jetzt gefunden worden. Die Untersuchungsgebiete reichen vom Harz im Norden bis zum Trentino im Süden und vom Hohen Venn im Westen bis zur Rhön im Osten. Diese Auswahl schließt sowohl Blockhalden in ehemals eisfreien als auch in vergletschert gewesenen Gebieten ein.

B. Blockhalden

I. Allgemeines

1. Definition

Der Begriff „Blockhalde“ ist zu trennen von den oft synonym verwendeten Bezeichnungen „Blockmeer“, „Blockstrom“, „Blockfeld“ und „Blockstreu“, diese können u. a. auf abweichende Entstehungsweise Bezug nehmen. WILHELMY (1981) nennt als wesentliche Besonderheit der Blockhalde einen steilen Böschungswinkel von mindestens 23 Grad – im Gegensatz zu Blockmeeren usw. (s. o.). Diese Trennung wird aber nicht

allgemein akzeptiert. DEECKE (1934), LINCK (1935) und MAULL (1938) sehen keinen Unterschied zwischen Blockhalden und Blockmeeren (zit. nach WILHELMY).

Eine weitere Erörterung dieser Frage ist aber nicht Gegenstand dieser Arbeit. Deshalb wird unter Verweis auf SALOMON (1926), SCHOTT (1931), MORTENSEN (1932) und WILHELMY (1981) die Definition von ULLMANN (1960) zugrundegelegt: „(1) Die überwiegende Zahl der Blöcke ist mindestens kopfgroß; sie bestimmt den Gesamteindruck. (2) Feinmaterial und Schutt (Gesteinsbruchstücke kleiner als kopfgroß) spielen nur eine untergeordnete Rolle. (3) Ein Nährfeld, Felswand, Felspartie (Felsstutzen), Felsrippen oder -klippen für die Blockzufuhr sind vorhanden oder wenigstens angedeutet, und zwar anschließend an den Haldenkopf. (4) Der steile Böschungswinkel ($> 25^\circ$) erklärt den Aufbau aus dem freien Fall. Damit soll aber nicht gesagt werden, daß keine Rutschbewegung der gesamten Trümmermasse oder eines Teiles davon vor sich geht oder ging und keinen Einfluß auf die Ausgestaltung der Halde ausübt. Im wesentlichen wird aber immer das Abstürzen der Felstrümmer entscheidend sein. (5) Nur eine spärliche, fleckenhafte Vegetation überzieht die Halde. Dieses Merkmal darf aber nur als sekundär gewertet werden, denn es ist von der Menge des Feinmaterials, von der Mächtigkeit der übereinander getürmten Blöcke und von der Exposition (Luv-, Lee-, Sonnen-, Schattenseite) abhängig.“

Eine Schutthalde weicht in Position (1) ab: „Feinmaterial und scherbiger, kleinstückiger Schutt überwiegen. Alle anderen Anzeichen sind die gleichen wie bei einer Blockhalde. Eine Schutthalde unterscheidet sich demnach von jener allein durch die Gesteinsfraktion.“

Im oberflächlichen Aufbau einer Blockhalde werden drei Abschnitte unterschieden (ULLMANN): (1) Haldenfuß mit $\frac{1}{5}$ Anteil an der Gesamtstruktur; (2) eigentliche Halde mit $\frac{3}{5}$ Anteil bestimmend für den Gesamteindruck; (3) Haldenkopf mit $\frac{1}{5}$ Anteil am Gesamtaufbau.

ULLMANN weist auf auffällige Beziehungen zwischen Trümmerquelle einerseits und Größe der Halde andererseits hin: Große Felspartien mit geringer Trümmer-Ansammlung finden sich im pleistozänen Vereisungsgebiet; umgekehrte Verhältnisse werden für eisfreie Gebiete angegeben. Für Vertikal-Struktur und Mächtigkeit der Halden können keine gesicherten Angaben gemacht werden. Nach ULLMANN ist für Schutthalden eine „sehr große“ Mächtigkeit des Lockermaterials anzunehmen, für Blockhalden sollen derartige Angaben nicht möglich sein, da bei den wenigen vorhandenen Aufschlüssen nie der anstehende Fels sichtbar war.

2. Genese

In Mittelgebirgslagen Mitteleuropas ist der größte Teil der Block- und Schutthalden unter periglazialen Bedingungen entstanden (ULLMANN 1960; LIEHL 1935, 1982; SCHREINER 1977). Eine Verallgemeinerung ist jedoch unzulässig, denn: „... überall und zu allen Zeiten können am Fuß von Felswänden Blockhalden entstehen, die in Abhängigkeit vom jeweiligen Klima einen mehr oder weniger langen Bestand haben ...“ (WILHELMY 1981: 17). Blockhalden sind ein Ergebnis von Wand-Verwitterung. Für

die Größe der abgesonderten Bruchstücke ist in erster Linie die Ausbildung des Kluftnetzes des Nährfelsens oberhalb des Haldenkopfes bestimmend. Blockbildung erfolgt zumeist aus grobkörnigen Graniten, Anatexiten, Misch- und Orthogneisen (im südlichen Schwarzwald vor allem Meta- und Diatexite); Paragneise, Kulm-Konglomerate und Gang-Granite zeigen dagegen keine Tendenz zur Blockbildung (ULLMANN). Frostsprengung gilt als wichtigster Verwitterungs-Faktor; hierfür spricht u. a. die Höhenlage der Trümmerquellen bzw. Nährfelsens zwischen 700–900 m: das ist die Zone der häufigsten Frostwechsel (ULLMANN). Die Verwitterungskräfte unter den gegenwärtigen klimatischen Verhältnissen reichen für die Entstehung von Blockhalden in Mittelgebirgslagen nicht aus; die rezente Verwitterung kann lediglich ein Anwachsen von Schutt-Halden durch losgelöstes feinscherbiges Material bewirken (ULLMANN: 242).

II. Mikroklima

Einige Blockhalden und ebenso Spaltensysteme anderer geomorphologischer Zugehörigkeit (z. B. Oser, s. u.) bilden unterschiedlich stark ausgeprägte Windröhren-Systeme. Hieraus resultieren mikroklimatische Sonderstandorte mit unterschiedlicher Struktur der jeweiligen Biozönos. Als beobachtbare Beispiele seien genannt: (a) „Sommereis-Vorkommen“, (b) kleinräumige Kaltluft-Strömungen (verschiedentlich als „unterirdische Jahreszeitenwinde“ bezeichnet), (c) relative Warmluft-Austritte, die auch bei tiefen Außentemperaturen (–30 °C) Schneeschmelze bewirken und damit eine permanent frostfreie Zone erzeugen und schließlich (d) die Kontaktzonen zu den Lebensräumen der angrenzenden Landschaft.

In zahlreichen historischen Beschreibungen und Beobachtungen wurde bereits auf auffällige Luftströmungen, Sommereis-Bildungen sowie das Auftreten azonaler Vegetation hingewiesen (u. a. HEIM 1923). Eine verlässliche Darstellung der komplexen physikalisch-landschaftsökologischen Zusammenhänge fehlt jedoch bis heute, obgleich die durch „Windröhren“ oder „Windlöcher“ erzeugten Phänomene schon recht früh aus dem Alpenraum geschildert worden sind.

1661 beschrieb LEOPOLD CYSAT in seiner „Chronik über den Vierwaldstätter See“ die am Fuß von Blockhalden errichteten sogenannten „Milchkeller“ (FURRER 1961): „Es habe auf denselbigen Alpen / besonders auf Niederbauen / Emmetten und dann auff der Beckenrieder Allp Träbern / auf dem Schwalmis und anderswo / vil Windlöcher ...“, und nach Hinweisen auf die kühlen Weingrotten von Chiavenna und auf „... Klüfften / Athem / und Luftlöcher im Gebürg ...: ... Also bawet man dieser Enden für solche Windlöcher die Milchkeller / welches den Bergleüthen und Sennen zu großem Nutzen reicht / und ihnen die Milch nicht sawr werden noch gerinnen laßt ...“. – Die nicht selten auftretende Bezeichnung „Wetterlöcher“ läßt sich auf GABRIEL WALSER zurückführen der 1740 schrieb: „... Man kann an nichts die bevorstehende Witterung besser abnehmen, als an diesen Luftlöchern. Immassen wenn es gut Wetter geben will, so blasen diese Löcher so starck, daß einige davon einen Huth abhalten mögen, und man es mit keiner Hand darin erleiden mag. Hingegen bey entstehendem Regenwetter sind sie ganz schwach und Laulicht ...“ (FURRER 1961).

Grundsätzlich zeigen stark bewetterte Blockhalden-Systeme folgende Luftströmungsverhältnisse (Abb. 1): Liegt die Außentemperatur über den Werten der Temperatur im Kern der Halde, der in den meisten Fällen aus abschmelzendem Eis besteht, tritt Kaltluft am Fuß der Blockhalden aus; liegen die Außentemperaturen jedoch deutlich

unter dem Wert der Innentemperatur der Halde, tritt die Luft im Felskörper an die Oberfläche. Mikroklimatisch führt das u. a. zu einer Herabsetzung der Jahresmitteltemperatur im Fußbereich der Blockhalde und zu einer Erhöhung des Jahresmittels an den Luftaustritten im oberen freien Haldenkörper – mit jeweils unterschiedlichen Konsequenzen für die dort siedelnde Flora und Fauna. Die Winter-Zirkulation ist weitaus schwieriger zu beobachten. Sie wurde bisher nur in zwei Fällen durch Messungen belegt (STREIFF-BECKER 1945: 253; KUBAT 1974: 57). STREIFF-BECKERS Beobachtung vom 24. Januar 1942 sei an dieser Stelle auszugsweise wiedergegeben:

„... Zu jener Zeit lag auf dem Talboden von Glarus eine Schneeschicht von über 1 m und es herrschte seit längerer Zeit grimmige Kälte, welche oft -20°C überschritt Am auffälligsten war eine aperc Stelle oben beim Fälschenritt, wo aus zwei faustgroßen Löchern warme Luft unter brausendem Geräusch entströmte. Hingeworfene nasse Laubblätter wurden sofort zurückgeblasen. In einem der zwischen groben Gehängeschutt heraufkommenden Kanäle haben wir eine Temperatur von $+10^{\circ}\text{C}$, im anderen $+9,5^{\circ}\text{C}$ gemessen, und mittels Handanemometer die Ausströmungsgeschwindigkeit der Warmluft mit $2,5\text{ m/sec}$. bestimmt ...“. – Aufgrund des großen Temperatur-Unterschieds vermutete STREIFF-BECKER zunächst einen Gasaustritt vulkanischer Herkunft. Erst Messungen über die Jahreszeiten hinweg bestätigten den anfangs geäußerten Verdacht, daß es sich hier um das Prinzip des Kaminzuges handeln mußte.

Ähnliche Phänomene, denen gleiche physikalische Gesetzmäßigkeiten zugrunde liegen, wurden außerhalb des Alpenraumes für die fluvioglazialen, schutthaldeähnlichen Strukturen der finnischen Oser (engl. Esker) von OKKO (1957) nachgewiesen. Hier sind die „Warmluft-Austritte“ bei extrem niedrigen Umgebungstemperaturen besonders auffällig. Es wurden ca. 25 Fälle permanent schneefreier Stellen festgestellt, auf welche (wegen auffallender kleinräumiger Abweichungen der Vegetation) zunächst in botanischen Beschreibungen hingewiesen worden ist (STERNER 1922; HÅRD & SEGERSTAD 1924 zit. bei TROLL 1959).

In einem ersten Erklärungsmodell der Strömungsverhältnisse wurde der Kaltluft-Austritt in Blockhalden mit der Luftströmung in Bergwerksschächten verglichen (KELLER 1839). Die heutige Klimatechnik bezeichnet mit „freier Lüftung“ (bzw. „Lüftung ohne Gebläse“) einen Luftwechsel durch Druckunterschiede zwischen innen und außen (IHLE & BOTZ 1974). Die notwendige Druckdifferenz wird durch zwei Kräfte erzeugt: (1) Temperatur-Unterschiede zwischen innen und außen bewirken (infolge der verschie-

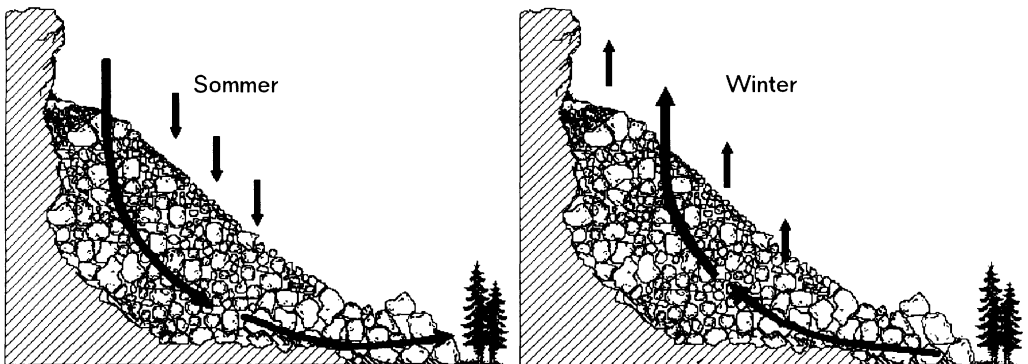


Abb. 1: Jahresrhythmus der Luftzirkulation.

denen Dichten der warmen und der kalten Luft) eine unterschiedliche Druckverteilung; (2) die Windverhältnisse der Umgebung können die Wirkung von (1) verringern oder aber potenzieren.

Eine rechnerische Annäherung findet sich in der Gleichung zur Beschreibung des Schornsteinzuges (= natürlicher Auftriebsdruck = H):

$$\begin{aligned} H &= h * g * (p_{La} - p_{Li}); && [N/m^2] \\ h &= \text{wirksame Schornsteingröße} = \text{absolute Höhe eines} \\ &\quad \text{durchströmten Spaltes im Blockhalden-Körper} \\ p_{La} &= \text{Dichte der Außenluft (kg/m}^3\text{)} \\ p_{Li} &= \text{Dichte der Innenluft} \\ g &= \text{Erdbeschleunigung} \end{aligned}$$

Die Auftriebskräfte und Luftgeschwindigkeiten sind durch IHLE et al. (1985: 211) tabellarisch dargestellt worden. Die Herabsetzung der Temperaturen erfolgt durch das Zusammenspiel der Faktoren Evaporation und Luftbewegung. Dieses Erklärungsmodell wurde bereits früh von zahlreichen Autoren für die Entstehung von unterirdischem Eis angeführt (Übersicht bei BALCH 1900). Unabhängig davon gab STEINBACH (1954) (aufgrund eigener Beobachtungen und Messungen) fast gleichlautende Bedingungen an für die Eis-Bildung und Eis-Erhaltung im Sommer.

Luftströmung und Eisbildung werden beeinflusst durch (a) das Vorhandensein von winterlichen Temperaturen im Jahreszyklus; (b) die Exposition; (c) die Größe und Höhenausdehnung der Halde; (d) die Größe und Tiefe der Hohlräume; (e) die innere Oberfläche des Haldenkörpers; (f) die Zufuhr von Wasser in das Innere der Halde; (g) den Eintrag von Feinmaterial; (h) die Wärmekapazität des die Halde aufbauenden Gesteins. Darüber hinaus kommt der Existenz eines kommunizierenden Spaltensystems entscheidende Bedeutung zu; es kann über den Haldenkörper hinaus bis in den Ursprungsfelsen reichen. Dieser so gebildete „Kühlschrank“ ist aber nur funktions-tüchtig wenn keine Versiegelung der Ein- und Ausström-Öffnungen auftritt.

Die hier im Zusammenhang mit Blockhalden beschriebenen mikroklimatischen Phänomene sowie Literaturdaten lassen auf eine weltweite Verbreitung schließen. Das Auftreten subterranean Sommer-Eisvorkommen ist nach BALCH (1900) (er nennt bereits ca. 300 Vorkommen, davon 50 in Nordamerika) auf Klimate beschränkt, bei denen die Temperaturen im Jahreszyklus den Nullpunkt für einige Tage unterschreiten.

C. Untersuchungsgebiete, Material und Methode

I. Untersuchungsgebiete, Übersichtskarte

Die Auswahl der Untersuchungsgebiete orientierte sich zunächst an bereits bekannten kaltluftführenden Felsspalten-Systemen. Darüber hinaus lieferten faunistisch bemerkenswerte Fundorte bestimmter Indikator-Arten (z. B. der Kurzflügel-Käfer *Leptusa simoni* EPPELSHEIM, der Laufkäfer *Nebria castanea* BONNELLI, die Schneemaus *Microtus nivalis* MARTINS oder die Karpaten-Birke *Betula carpathica* W. & K.) Hinweise auf

kleinräumige Kalt-Standorte. Danach wurden 12 Biotope für die Untersuchung ausgewählt (Abb. 2). Sie finden sich in folgenden Großlandschaften: Trentino, Südtirol, Schwarzwald, Vogesen, Westerwald, Hessische Rhön, Ardennen/Hohes Venn, Harz und Ith im Weserbergland. Es folgen die wichtigsten Angaben (Lage, Geologie, Exposition, Meereshöhe, Klima und Vegetation). Daten zum Makroklima der Untersuchungsgebiete beziehen sich auf die nächst gelegene Klima-Station; wenn nicht anders vermerkt, entstammen die Daten der Jahresmittelwerte dem Deutschen Wetterdienst (1985). Biotope, für die noch keine ausreichenden Beschreibungen vorliegen, sind hier ausführlicher behandelt. Die jeweils vorangestellten Kurzbezeichnungen werden im weiterführenden Text benutzt.

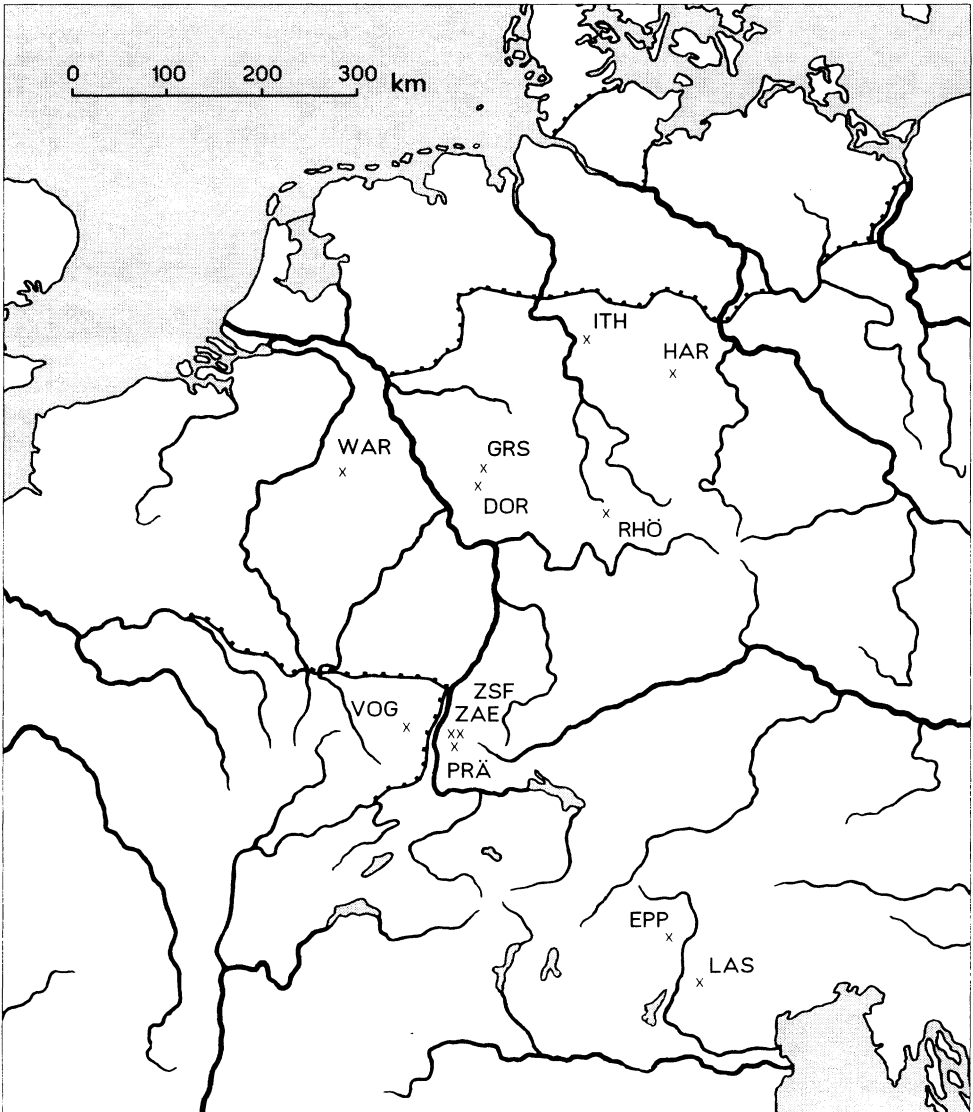


Abb. 2: Lage der Untersuchungsgebiete.

1. Trentino

a) LAS: Lases, Val fredda

Lage: 46,14 N; 011,28 E. Kompass-Karte Nr. 74. Das Untersuchungsgebiet befindet sich in einem kleinen, von Porphy-Blockhalden flankiertem Tal bei Lases oberhalb des Lases-Sees. Biotop-Beschreibung vgl. FRONZA (1980). Die Entstehung der Blockhalden kann auf den Einfluß des Avisio-Gletschers zurückgeführt werden (HANTKE 1983: 228). Exposition: NW und SE, Hänge flankieren den Talverlauf. Meereshöhe: 690m. Klima: Jahresmittelwerte: Niederschlag 902 mm, Temperatur 10,2 °C (Werte für Cembra: vgl. FRONZA 1980). – Vegetation: Im Fußbereich herrscht das *Piceetum subalpinum myrtilletosum* vor. Einzelne Inseln auf halber Haldenhöhe sind mit *Betula verrucosa* und *Populus tremula* besetzt; ausführliche Darstellung der Vegetationsverhältnisse durch PFAFF (1933a) und FRONZA (1980). Wie im Biotop 2.a) ist hier eine Höhenstufen-Umkehr der Vegetation deutlich ausgeprägt.

2. Südtirol

a) EPP: Bozen, Eppan

Lage: 46,42 N; 011,23 E. Kompass-Karte Nr. 54. Das Untersuchungsgebiet liegt am Fuße des Bergsturzes der „Eppaner Gand“ (Porphy-Blockhalde) sw. von Bozen. Die vorgelagerte Mulde bildet das „Eppaner Eisloch“ – mittlerweile eine Touristenattraktion. Die Entstehung der in diesem Gebiet verbreiteten Blockhalden – bei PFAFF (1933: 4) kontrovers diskutiert – steht in Zusammenhang mit dem Rückzug des Etschtal-Gletschers (HANTKE 1983: 197). Ausführliche Biotop-Beschreibung vgl. PFAFF (1933). Exposition: W, Meereshöhe: 515 m. Klima: Jahresmittelwerte: Temperatur 12,1 °C, Niederschlag 781 mm. – Vegetation: Höhenstufen-Umkehr der Vegetations-Zonierung: vom *Poion alpinae* mit *Rhododendron ferrugineum* im Muldenbereich, über das *Piceetum subalpinum myrtellitosum* bis zum *Orno-Ostryetum* im Haldenbereich (vgl. PEDROTTI 1980). Eine ausführliche Darstellung der Vegetationsverhältnisse und des Mikroklimas erfolgte durch PFAFF (1933). MORTON (1958, 1959, 1962) untersuchte das Mikroklima unterschiedlicher *Rhododendron*-Standorte in den Eislöchern.

3. Schwarzwald

a) PRÄ: Todtnau-Präg, Seehalde

Lage: 47,80 N; 007,97 E. TK 8213 „Zell im Wiesental“. Talkessel von Präg, Gletscher-Konfluenz im Einzugsbereich des Wiese-Gletschers: 6 Kargletscher vereinigten sich auf engstem Raum. Das Untersuchungsgebiet, die Seehalde (Tonschiefer), ging aus einer würmzeitlichen Erosionsrinne mit kleinen Seen hervor (PFANNENSTIEL & RAHM 1961: 198–200, Fig.196). Exposition: SE. Meereshöhe: 700 m. Klima: Mittlere Jahreswerte: Temperatur 8,1 °C, Niederschlag 1580 mm (Werte für Schönau). – Vegetation: *Vaccinium*-Rasen (*Vaccinium myrtillus*, *V. uliginosum*) bedecken neben Flechten- und Moos-Gesellschaften den Fußbereich der von höherer Vegetation freien Halde (zur Flechtenvegetation vgl. WIRTH 1972).

b) ZAE: Zastlertal, Zastler Eislöcher

Lage: 47,80 N; 007,97 E. TK 8014 „Hinterzarten“. Die Mulde, die sich unter einer bewaldeten Halde (Diatexit) erstreckt, liegt im oberen Bereich des Zastlertales, welches vom Feldberg in ca. 8 km Länge nach Nordwesten ins Zartener Becken ausläuft. Ausführliche Biotop-Beschreibung bei MÜLLER (1948) und BOGENRIEDER et al. (1982). Exposition: NW. Meereshöhe: 750 m. Klima: Mittlere Jahreswerte: Temperatur 8 °C, Niederschlag 1500 mm. – Vegetation: *Vaccinio-Piceetum* mit „Kümmer-Fichten“ und besonders stark ausgebildeter Moos-Schicht (vgl. MÜLLER 1948; LIEHL 1982).

c) ZSF: Zastlertal, Scheibenfelsen

Lage: 47,92 N; 007,98 E. TK 8013 „Freiburg/Br.-SO“. Die aus Diatexiten aufgebaute Halde (ULLMANN 1960) befindet sich am Rande der Maximal-Ausdehnung der würmzeitlichen Vergletscherung (LIEHL 1982; EGGERS 1964; BOGENRIEDER et al. 1982). Durch Südwest-Exposition bedingt, sind rezente Verwitterungsercheinungen ausgeprägt (Anreicherung von Schutt), so daß der ursprüngliche Blockhalden-Charakter nur noch in Teilbereichen erhalten geblieben ist. Ein ausgeprägtes Windröhren-System befindet sich im letzten talauswärts gelegenen Abschnitt unterhalb des Scheibenfelsens. Exposition: SW. Meereshöhe: 590 m. Klima: Jahresmittelwerte: Temperatur 8 °C, Niederschlag 1500 mm. – Vegetation: Ein warm-trockener Linden-Blockwald (*Tilio-Aceretum*) bedeckt die Schuttstreifen der Halde, die zum Teil mit *Betula verrucosa* und *Sorbus aucuparia* besetzt sind (vgl. LÜTH 1990; dort auch Untersuchung der Moos-Gesellschaften). Die Gefäßpflanzen wurden z.T. durch DENZ (1991), und die Flechtengesellschaften durch MÖBIUS (1993) erfaßt.

4. Vogesen

a) VOG: La Glacière

Lage: 48,11 N; 006,97 E. TK 3618 ouest, „Gérardmer, serie bleue“. Das Untersuchungsgebiet umfaßt eine Blockhalde (Granit) mit vorgelagerten Eislöchern, die in Frankreich als „La Glacière“ bezeichnet werden (bereits von ROZET, Encyclopédie Moderne, 1858 erwähnt). Die Eislöcher liegen im Tal der Petite Meurthe, das sich nordöstlich von Gérardmer im „Défilé de Straiture“ tief einschneidet und beidseitig von großflächig ausgebildeten Blockhalden gesäumt wird. Hier zeigt sich der von ULLMANN (1960) zitierte Fall, einer im Verhältnis zum Haldenkörper nur gering ausgebildeten Trümmerquelle, der entweder auf eine petrographisch-tektonische Ursache oder auf eine Entstehung in ehemals eisfreiem Gebiet hindeutet. Für das Tal der Petit Meurthe, gelegen am Rande einer Transfluenz, wird für das letzte Glazial eine Eismächtigkeit von 200 m angegeben (HANTKE 1978). Exposition: NO. Meereshöhe: 680 m. Klima: Jahresmittelwerte: Temperatur 7,8 °C, Niederschlag 1600 mm (Werte für Gérardmer: BICK 1986). – Vegetation: *Vaccinio-Abietum* im Fußbereich. Eingestreute Inseln im Haldenbereich sind dem *Betulo carpaticae-Sorbetum aucupariae* zuzuordnen. Flechten und Gefäßpflanzen wurden von MÖBIUS (1993) untersucht. Die umgebene zonale Waldgesellschaft sind Buchen-Tannenwälder der montanen Stufe der Vogesen (SCHLOSS 1979:13).

5. Westerwald

a) DOR: Dornburg

Lage: 50,52 N; 008,83 E. TK 5414 „Mengerskirchen“. Die Dornburg ist ein Basalt-Kegel im Westerwald nördlich Hadamar, nahe Wilsenroth. Die südliche Seite des Kegels wird von einer baumfreien Halde von kopfgroßen Basalt-Blöcken gebildet. In ihrer Struktur kann diese Halde mit dem Untersuchungsgebiet GRS verglichen werden. Im nördlichen Bereich ist die Kuppe bereits zur Hälfte durch Basalt-Abbau abgetragen. Durch die Errichtung einer Brauerei im Jahre 1869, die das „ewige Eis“ der Dornburg zu Kühl-Zwecken nutzte, wurde der Fußbereich der Halde durch die Anlage von „Eiskellern“ zerstört (Geschichte der Dornburg; vgl. BALCH 1900; Mikroklima-Untersuchungen und Geländebeschreibung; vgl. STEINBACH 1954). Dieses Gebiet gehört zu anthropogen stark belasteten Biotopen. Exposition: SW. Meereshöhe: 300 m. Klima: Jahresmittelwerte: Temperatur 8 °C, Niederschlag 840 mm. – Vegetation: Im Fußbereich finden sich sekundäre *Larix*- und *Picea*-Bestände mit einer weitgehend zerstörten Krautschicht (Naturschutzgebiet mit Tourismus-Wirkung). Der Kopfbereich der Halde wird von einem Buchen-Eichen-Mischwald begrenzt, der im Plateau-Bereich durch Wiesen und Weiden abgelöst wird.

b) GRS: Großer Stein

Lage: 50,72 N; 008,13 E. TK 5214 „Burbach“. Der Große Stein (Basalt-Kegel), gelegen auf dem aus Koblenz-Quarziten aufgebauten Quarzit-Sattel von Haigerseelbach, befindet sich in der Gemarkung Holzhausen im äußersten S-Zipfel Westfalens nahe der Grenze des Siegerlandes zum Westerwald hin. Innerhalb

dieses Gesteins münden Basalt-Schlote aus abesondertem Feldspat-Basalt, welcher die kegelförmige Basalt-Kuppe des Großen Steins aufbaut. Die Kuppe des „Großen Steins“ ist ein flacher Kegel von ca. 150 m Durchmesser. Sie besteht aus Basalt-Blöcken mit einer Mindestgröße von etwa 30×30×50 cm (STEINHOFF 1970). Das Blockmeer dürfte durch glaziale Rutschungen im Pleistozän entstanden sein (MÜLLER 1972). Die Spitze der Kuppe ist mit Feinmaterial angefüllt, so daß dort Wald entstehen konnte. Der Nordosthang ist auf einer Fläche von 60×100 m frei von höherer Vegetation. Basalt-Entnahme vor der Unterschutzstellung im Jahre 1951. Ein Teilgebiet des Großen Steins wurde als „Naturwaldzelle“ ausgewiesen, in dem forstliche Maßnahmen unterbleiben (RUNGE 1978). Exposition: Basalt-Block-Kegel von SE über E bis N. Meereshöhe: Fuß des Blockfeldes 520 m; Kuppenhöhe 546 m. Klima: Jahresmittelwerte: Temperatur 7,5 °C, Niederschlag 1031 mm (Station Burbach) - Vegetation: Vorherrschende Waldgesellschaft bildet das Melico-Fagetum (RUNGE 1978). Die Moos-Gesellschaften wurden von KOPPE (1958) untersucht. Bei der Biotop-Beschreibung übersahen die Autoren KOPPE, RUNGE und MÜLLER einige für Blockhalden charakteristische Arten: Auf einer Rohhumus-Auflage, an einer terrassenförmigen Verflachung im Bereich der unteren nord-exponierten Hälfte der Halde, tritt das *Betulo carpathicae-Sorbetum aucupariae* auf. Dort dominiert in der Krautschicht *Vaccinium myrtillus*, welches im übrigen Gebiet nicht vorkommt.

6. Hessische Rhön

a) RHÖ: Schafstein

Lage: 50,49 N; 009,95 S. TK 5425 „Kleinsassen“. Die Blockhalde am Schafstein liegt zwischen dem Plateau der Wasserkuppe und dem Ulstertal im Übergangsbereich von der Hohen Rhön zur südlichen Kuppenrhön. Der Schafstein stellt ein Basalt-Massiv tertiären Ursprungs dar, dessen Nord- und Ostabhänge von ausgedehnten periglazialen Basalt-Block-Meeren bedeckt sind. Ausführliche Gebietsbeschreibungen (vgl. HALFMANN 1987, 1991). Exposition: NE. Meereshöhe: 750 m, Kuppenspitze bei 832 m. Klima: Jahresmittelwerte: Temperatur 5–6 °C, Niederschlag 1000–1100 mm. - Vegetation: Die umgebende Waldgesellschaft bildet das *Melico-Fagetum*. Auf der Haldenfläche inselhaft eingestreut sind Elemente des *Betulo carpathicae-Sorbetum aucupariae*. Untersuchungen der Bryophyten und Vegetationskartierung durch HALFMANN (1991).

7. Ardennen/Hohes Venn

a) WAR: Warchetal

Lage: 50,47 N; 006,06 E. Karte: MICHELIN, Nr. 214: „Belgique“. Die aus Arkose aufgebaute Blockhalde liegt am Nordhang des Warche-Tals, nur wenige km nordöstlich von Malmedy in der Provinz Liège, zwischen dem Südrand des Hohen Venn und den nordöstlichen Ausläufern der Ardennen. Exposition: N. Meereshöhe: 310 m. Klima: Jahresmittelwerte: Temperatur 6 °C, Niederschlag 1100 m. - Vegetation: Auf der Halde überwiegt das *Betulo carpathicae-Sorbetum aucupariae*; von MATZKE (1990) als Erstfund für das Rheinische Schiefergebirge ausführlich beschrieben.

8. Harz

a) HAR: Odertal

Lage: 51,72 N; 010,57 E. TK 4229 Braunlage. Die aus Grauwacken aufgebauten Blockhalden im Odertal zwischen Andreasberg und Braunlage erstrecken sich vom Fuße der „Hahnenkleeklippen“ (Nährfelsen) abwärts (Hangneigung etwa 40°) bis hin zu den vom würmzeitlichen Oder-Talgletscher erzeugten Seitenmoränen-Wällen. Nach POSER & HÖVERMANN (1951: 106) erfolgte eine intensive Blockhaldenbildung im Hochglazial mit dem ersten Gletscher-Rückzug bei gleichzeitiger Entstehung der Odertal-Moränenbögen. Nach Verschwinden des Gletschers im Spätglazial war die Bildung der Blockhalden abgeschlossen. Expo-

sition: W. Meereshöhe: 590 m. Klima: Jahresmittelwerte: Temperatur 7 °C (Braunlage), Niederschlag 1339 mm (Station Oderhaus). – Vegetation: Dem Fußbereich der Halden schließt sich eine Fichten-Kultur an, der ab dem Einzugsbereich der Kaltluft-Austritte durch natürliche Arten der Blockhalden (*Vaccinium myrtillus*, *Oxalis acetosella*, *Sorbus aucuparia* sowie dichter Moos- und Flechtenbesiedlung) abgelöst wird. Den Kopf der Halde besiedeln dagegen thermophile Arten, wie z.B. *Sedum album*.

9. Weserbergland

a) ITH: Ith, Copenbrügge, Teufelsküche

Lage: 52,04 N; 009,55 E. TK 3823 „Copenbrügge.“ Das Naturdenkmal „Teufelsküche“ liegt am Nordrand des aus Jura-Kalken aufgebauten Ith nahe der Ortschaft Copenbrügge. Es handelt sich nicht um eine Blockhalde im klassischen Sinn, sondern um eine Ansammlung grobblockigen Kalkschutts aus einem Felssturz am Fuße eines Abschnitts der aus Korallenoolith gebildeten Felswand („Bessinger Klippen“). Der Boden zwischen den einzelnen frei liegenden Blöcken (Blockgröße ca. 2×2 m) ist eine lockere Mull-Rendsina mit hohem Carbonat-Gehalt (KLINK 1966: 227). Schmelzwasser- und Moränen-Ablagerungen belegen, daß das Inland-Eis bis dorthin vorgestoßen ist. Während der Elster-Vereisung (Hamelner Phase der Saale-Eiszeit) lag der Eisrand auf der Linie Hameln-Copenbrügge-Freden im Leinetal (FRIEDRICH 1981); damit befand sich das nicht vergletscherte Untersuchungsgebiet in unmittelbarer Eisrandlage. Exposition: NE. Meereshöhe: 350 m. Klima: Jahresmittelwerte: Temperatur 7 °C, Niederschlag zwischen 850 und 930 mm. – Vegetation: Hirschezungen-Ahorn-Schluchtwald, der von Kalk-Buchen-Wäldern umgeben ist. Ökologischer Sonderstandort: N bis NE exponierte Stufensteilhänge der Kalkschichtkämme mit schuttreichen Böden in dauernder Schattenlage und mit ständig hoher Luftfeuchtigkeit (vgl. KLINK 1966: 42).

II. Mikroklima-Messungen

Temperatur-Messungen wurden mit digitalen Speicher-Thermometern durchgeführt. Ergänzt wurden die Einzelmessungen an einzelnen Standorten (VOG und ZSF) durch mechanische Thermographen. Thermographen können aufgrund ihres großen Strahlungsfehlers (vgl. CERNUSCA 1982) nur in Wetterhütten oder aber, wie im vorliegenden Fall, im geschützten Bereich des Spaltensystems installiert werden. Die Eichung erfolgte mit den zur Handmessung eingesetzten elektronischen Digital-Thermometern. Die maximale Aufzeichnungszeit der eingesetzten Geräte betrug zehn Tage. Bei mehrtägigen Aufenthalten am Untersuchungsort konnten mit den elektronischen Speicher-Thermometern zusätzlich Tages-Amplituden erfaßt werden. Zunächst wurde auf eigene Konstruktionen zurückgegriffen, die ein gleichzeitiges Messen mit mehreren Sensoren erlaubten (Konstruktionsvorschläge: vgl. WIEGAND 1984; übersicht über Mikroklima-Meßmethoden: vgl. UNWIN 1980). Es wurde jeweils die Lufttemperatur (i) in 2–2,5 m über der Bodenoberfläche und (ii) im unmittelbaren Kaltluft-Austritt gemessen. Dazu wurden zwei Geräte mit automatischem Min-Max-Speicher mit externem und internem Sensor gleichzeitig während der Dauer des Aufenthalts am Untersuchungsort an den Stellen (i) und (ii) exponiert. Ein drittes Gerät diente der Erfassung der Temperatur der Fels-Oberfläche. Zur Erfassung der Isolationswirkung der Gesteine wurden Meßrohre von 2 cm Durchmesser und 2 m Länge aus Kunststoff in das Spaltensystem versenkt (Anwendung nur bei ZSF und VOG). Durch diese Rohre konnten Thermo-Sensoren in bis zu 1,5 m Tiefe gebracht werden. Damit war es möglich, gleichzeitig externe und interne Temperaturen zu erfassen. – Die Luftfeuchte wurde in Einzelmessungen an den Luftaustritten am Haldenfuß mit einem elektronischen Digital-Hygrometer aufgenommen. – Der Messung der Strömungsgeschwindigkeit der Kaltluft-Austritte diente ein thermisches Anemometer. Photographische Thermokartierung von Schnee- und Reif-Flächen aus der Luft ermöglicht die Darstellung der winterlichen Temperatur-Verhältnisse am Haldenkörper. So können auch ohne Infrarot-Filmmaterial wärmere Luftaustritte im winterlichen Luftströmungszyklus kenntlich gemacht werden; Methoden zur Mikroklima-Beobachtung mit einfachen Mitteln sind angegeben worden von GEIGER 1961; LORENZ 1965; SCHMAUS 1948.

III. Erfassung der Fauna

1. Langzeit-Fallen

Zur Erfassung des Arten-Inventars des Haldenkörpers wurde die erstmals von BARBER (1931) beschriebene Fallen-Fangmethode angewandt. Sie kann Informationen über circadiane und saisonale Aktivitätsrhythmik, Lebenszyklen, Arten-Inventar einer Region, über Aktivitätsdichten und deren Schwankungen bei größeren (räuberischen) Arthropoden mit geringen absoluten Dichten liefern (JANETSCHKE 1982). Allerdings zwingt das von Feinsubstrat freie Spaltensystem der Blockhalden zur Modifikation der üblichen Technik. Die erstmals 1982 von RUZICKA entwickelte „Langzeit-Blockhalden-Falle“ wurde hier in einer veränderten Form für die Erfassung der Coleopteren eingesetzt (Abb. 3). Die unter den üblichen Bedingungen im ebenen Gelände mit dem Becherrand abschließende Bodenoberfläche wird hier durch eine Auffangplatte aus Holz ersetzt, in deren Mitte sich eine kreisförmige Öffnung zur Aufnahme des Fangbechers befindet. Der Rand des Fangbechers soll die Auffangplatte, die in der Tiefe des Spaltensystems zwischen den Felsen fest verkeilt wird, nicht überragen. Dabei ist zu beachten, dass der obere Rand des Bechers keinen Grat aufweist. Gerade bei kleinen Arten (Spezies der Coleopteren-Gattungen *Atheta*, *Leptusa*, *Tychus*) können diese Ränder zur Abkehr vom Fanggefäß führen.

Die während der Kontrolle durchzuführende Leerung des Fangbechers sollte im Gegensatz zu RUZICKAS Fallensystem ohne Ausbau des Auffangbretts erfolgen können, um die dazu notwendige Bewegung des Felsmaterials und die damit verbundene Störung des Systems so gering wie möglich zu halten. Deshalb wurde ein zusätzlicher Ring in die Einlaßöffnung des Auffangbretts gefräßt, der sowohl ein millimetergenaues Absenken des oberen Becherrands in die Auffangplatte als auch eine Entnahme direkt von oben zuläßt, also die Kontrolle erheblich vereinfacht (Konstruktionszeichnung: Abb. 4). Die sich auf der Ebene der Einbau-Tiefe und darüber befindlichen Arthropoden können damit auf die Auffangplatte und von dort aus in den Fangbecher ($\varnothing 7$ cm, 250 ml) gelangen, der mit einer Konservierungs-Flüssigkeit (NaCl-Lösung konz.; Detergentien-Zusatz) bis zu einem Drittel gefüllt ist.

Im oberen Drittel des Fangbechers wurden kleine Löcher eingestochen, die evtl. eindringendes Regenwasser ablaufen lassen. Im Bereich der kühleren Zone des Halden-Innern kann mit dieser Methode über mehrere Monate hinweg die Fängigkeit gewährleistet werden (vgl. RUZICKA 1988: Langzeit-Test). Langzeit-Fallen kamen in den Untersuchungsgebieten LAS, PRÄ, ZSF, VOG, HAR zum Einsatz. Die durchschnittliche Kontrollperiode betrug zwei, in einigen Fällen vier Monate. In LAS wurden zusätzlich zwei epigäische Fallen aufgestellt. Ebenfalls in ZAE; dort wurden Fallen ausschließlich im Fußbereich installiert.

Die maximal erreichte Installations-Tiefe der Fallen im Spaltensystem liegt bei 1,5 m. Der für die Kontrolle derart tief eingebauter Fallen notwendige Zeit- und Arbeitsaufwand ist erheblich. Deshalb lag die Einbau-Tiefe der übrigen Fallen im Durchschnitt bei 0,5–0,8 m (senkrecht zur Oberfläche gemessen). Unter noch vertretbaren Unfallrisiken (nachrutschendes Felsmaterial bei Installations- und Kontroll-Arbeiten an stark geneigten Blockhalden), erreicht man gerade noch die periphere Grenze des inneren Systems mit konstanten Umweltbedingungen. Der Kontroll-Zeitraum und die Anzahl der im jeweiligen Untersuchungsgebiet verwendeten Fallensysteme sind den Roh-Tabellen zu entnehmen (hinterlegt am Zoologischen Institut und Zoologischen Museum Hamburg).

2. Boden- und Gesiebeproben

Am einfachsten zugänglich und zum Einsatz der Sieb-Technik geeigneter sind die Fußbereiche der Blockhalden mit unterschiedlich stark ausgeprägten Eislöchern. Hier findet sich ausreichend lockeres Material, das mit dem Käfersieb bearbeitet werden kann (zur Technik des Siebens vgl. REITTER 1908, 1: 35–45). Benutzt wurde eine Konstruktion mit einer relativ kleinen Siebfläche (170 × 170 mm, Maschenweite 8 mm).

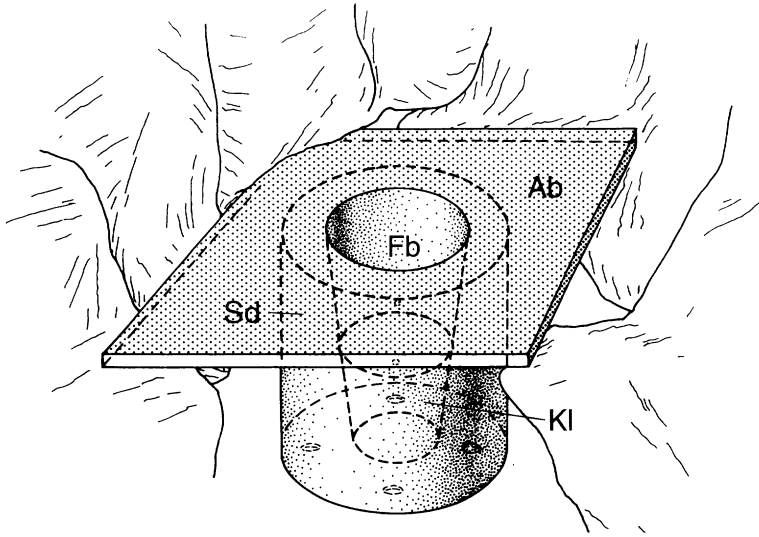


Abb. 3: Im Blockhalden-Körper installiertes Fallensystem. – *Ab*: Auffangbrett, *Fb*: Fangbecher, *KL*: Konservierungs-Lösung, *Sd*: Schutzdose.

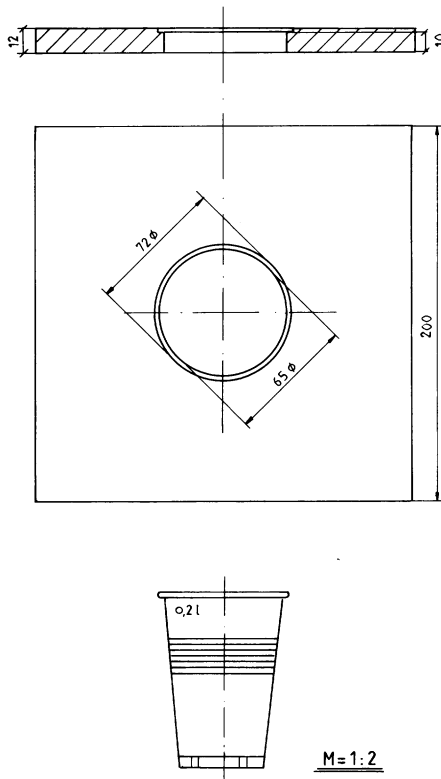


Abb. 4: Konstruktions-Zeichnung des Fallensystems.

Mit standardisierten Gesiebemengen (Vergleich gleicher Strata, Volumen-Angabe des durchsiebten Materials) können bei größeren Probenzahlen (die hier jedoch nicht erreicht werden konnten) absolute Angaben (Arten- und Individuenzahl am Entnahmepunkt) für eine Stichprobe gewonnen werden. Zu feuchtes und schweres Bodenmaterial eignet sich jedoch nicht für die Anwendung der Siebmethode. In diesem Fall zeigt unter den bisher üblichen Auslese-Methoden für Bodenproben (z.B. MÜHLENBERG 1989; JANETSCHKE 1982) der KONZELMANN-Apparat die höchste Effizienz (BUCK & KONZELMANN 1985; dort ausführliche Bau-Anleitung). Entsprechend der BERLESE-TULLGREN-Apparatur zur Auslese bodenbewohnender Organismen besteht auch hier das Prinzip darin, daß die Käfer das langsam austrocknende Substrat verlassen und sich auf dem Boden des Eimers bzw. in den untergestellten Petrischalen sammeln.

3. Aufbewahrung, Präparation und Determination

Das mittels Bodenfallen gewonnene Material wurde bis zur Präparation in einem Ethanol/Essigsäure-Gemisch (3:1) aufbewahrt. Stark verschmutztes Material war mit Pepsin zu behandeln (KLESS 1989). Das durch Sieben gewonnene Lebend-Material kam bis zur Präparation (incl. Genitalpräparation) in die mit Essigether versetzte Konservierungslösung (vgl. BUCK & KONZELMANN 1985).

Die Determination der Coleoptera erfolgte nach FREUDE, HARDE & LOHSE (1964–1983); Alle Beleg-Exemplare befinden sich in der Sammlung des Verfassers. Diplopoda und Chilopoda wurden von Herrn SPELDA, Esslingen, bestimmt; die Determination der Araneen übernahm Herr BLICK, Bayreuth.

Wissenschaftliche Namen der Coleoptera sind in Übereinstimmung mit LUCHT (1987) und LOHSE & LUCHT (1989) benutzt; dort finden sich auch die Angaben über die jeweiligen nomenklatorischen Autoren, einschließlich Jahreszahlen. Die Benennung der Araneae folgt weitgehend der in den großen Katalog-Werken benutzten Nomenklatur (vgl. BRIGNOLI 1983; PLATNICK 1989, 1993). Die Namen der Chilopoda und Diplopoda sind benutzt in weitgehender Anlehnung an den Gebrauch in den jeweiligen Standardwerken (BLOWER 1985; BRÖLEMANN 1930, 1935; DEMANGE 1981; EASON 1964). In der Tabellen-Darstellung (Kap. D und E) wird auf die Nennung von Autor und Jahreszahl aus Raumgründen verzichtet.

4. Raster-Elektronenmikroskopie

REM-Aufnahmen erfolgten an einem Cam-Scan DV4. Zuvor waren die Objekte in einer Alkoholreihe entwässert, luftgetrocknet und schließlich mit Gold „besputtert“ worden (BLÖDORN & LANGE 1990).

5. Verbreitungstypen

Die Areale der meisten Arten der hier zu behandelnden Tiergruppen sind nur unzureichend bekannt. Die bisherigen Daten zur Zoogeographie der Coleopteren, Araneen, Chilopoden und Diplopoden reichen für eine präzise Beschreibung gegenwärtiger Verbreitungsbilder nicht aus. Weder die von HOLDHAUS (1929) beschriebenen Verbreitungstypen (insbesondere Coleoptera), noch die zoogeographische Terminologie von HORION (1951) und DE LATTIN (1967) lassen eine konsequente Zuordnung aller Arten zu einzelnen Verbreitungstypen zu. Daher muß im Einzelfall auf die Verbreitungsangaben in den verstreut publizierten Faunenlisten zurückgegriffen werden. Bei der Diskussion der einzelnen Arten werden dagegen Fakten zur allgemeinen Verbreitung berücksichtigt.

6. Diversität der Standorte

Zur Beschreibung der Diversität der Standorte werden lediglich die Artenzahlen herangezogen. Indizes, z.B. nach SHANNON-WEAVER oder BRILLOUIN (vgl. MÜHLENBERG 1989) werden nicht berechnet, da in der vorliegenden Untersuchung weder relative noch absolute Abundanzen herangezogen werden können.

7. Faunen-Ähnlichkeit der Standorte

Ein qualitativer Vergleich der Faunen-Ähnlichkeit der Untersuchungsgebiete untereinander wird durch die Anwendung des SØRENSEN-Quotienten (SQ) erreicht (SØRENSEN 1948). Der Quotient ist ein Maß für die Übereinstimmung im Artbestand zweier Gebiete und zwar unabhängig von der Abundanz der einzelnen Arten. Der in Prozent anzugebende Wert wird wie folgt berechnet:

$$\text{SQ (\%)} = \frac{2a * 100}{2a + b + c}$$

Dabei stellt a die Anzahl gemeinsamer Arten in den beiden zu vergleichenden Standorten dar; b gibt nur die Zahl der Arten an, die ausschließlich im ersten Gebiet vorkommen; c berücksichtigt nur die Arten, die ausschließlich im zweiten Gebiet auftreten. SQ kann Werte zwischen 0% und 100% annehmen; d.h. 0% bedeutet keine, und 100% völlige Übereinstimmung im Artenbestand der jeweiligen Tiergruppe der zu vergleichenden Biotope.

8. Danksagung

Für wertvolle Hinweise und Ratschläge möchte ich mich bei folgenden Personen bedanken: Prof. Dr. W. TOPP (Zoologisches Institut, Universität zu Köln), Dr. G. A. LOHSE (Hamburg), Herrn V. ASSING (Hannover), Herrn P. WUNDERLE (Mönchengladbach), Herrn J. MÖBIUS (Botanisches Institut, Universität zu Köln), Dipl.-Ing. E. PLAN (Braunschweig), Dipl.-Biol. W. MERTENS (Freiburg), Prof. Dr. G. OSCHKE (Zoologisches Institut, Universität Freiburg), Univ.-Doz. Dr. E. CHRISTIAN (Institut für Allgemeine Biologie, Universität Wien), Prof. Dr. K. THALER, Univ.-Doz. Dr. E. MEYER und Dr. I. SCHATZ (alle: Zoologisches Institut, Universität Innsbruck), Herrn M. KAHLER (Hall/Tirol), Herrn E. BANHOLZER (Todtnau-Präg), Dr. K. MAIS (Institut für Höhlenkunde, Universität Wien), Dr. Gianni NICOLINI (Trento), Dr. C. HUBER (Naturhistorisches Museum, Bern), Prof. K. C. EWALD, Dr. F. KÄMMER und Dr. E. RUSDEA (alle: Institut für Landespflege, Universität Freiburg), Herrn R. MOHL (Forschungszentrum Jülich), Dr. V. RUZICKA (Institute of Entomology, Budweis). Für Determinationshilfen, Überprüfung kritischer Arten und Überlassung von Sammlungsmaterial danke ich Herrn F. KÖHLER und Herrn P. WUNDERLE (beide: Arbeitsgemeinschaft Rheinischer Coleopterologen, Bonn). Die Determination der Chilopoda und Diplopoda übernahm Herr Dipl.-Biol. J. SPELDA (Esslingen). Herr Dipl.-Biol. T. BLICK (Bayreuth) bestimmte die Araneen.

Den Regierungspräsidien Braunschweig und Freiburg, dem Forstamt Oderhaus, der Stadt Todtnau und der Commune di Lona-Lases bin ich für die Erteilung von Ausnahmegenehmigungen zur Durchführung der Gelände-Arbeiten dankbar.

Frau R. WALTER (Zoologisches Institut und Zoologisches Museum Hamburg) danke ich für die Anfertigung der REM-Aufnahmen, Frau M. HÄNEL (Zoologisches Institut und Zoologisches Museum Hamburg) für Hilfe bei der Anfertigung der Zeichnungen und Karten, Frau K. MEYER (Zoologisches Institut und Zoologisches Museum Hamburg) für Fotoarbeiten, Layout- und Text-Korrekturen. Bei meinem Vater bedanke ich mich für technische Unterstützung bei der Fallen-Konstruktion und der technischen Wartung des über Jahre hinweg für die Gelände-Arbeiten eingesetzten Fahrzeuges.

Meinem Lehrer, Prof. Dr. OTTO KRAUS, bin ich für seine überaus engagierte Unterstützung und Betreuung zu tiefstem Dank verpflichtet. Die Studienstiftung des deutschen Volkes gewährte mir in großzügiger Weise finanzielle und ideelle Unterstützung; ohne diese hätte die vorliegende Arbeit nicht durchgeführt werden können. Auch an dieser Stelle möchte ich hierfür meinen herzlichen Dank aussprechen.

D. Ergebnisse

I. Mikroklima-Messungen

Für die jeweiligen Untersuchungsgebiete werden im folgenden die Meßdaten tabellarisch oder – bei längeren Meßreihen – grafisch dargestellt. Neben Einzelmessungen während der Kontrollgänge, liegen für einige der Lokalitäten Langzeit-Messungen vor. In ZSF kam ein thermisches Anemometer zum Einsatz, so daß den Schätzungen der Strömungs-Geschwindigkeiten an den Luft-Austrittstellen genaue Meßwerte gegenüberstehen. Darüber hinaus werden im folgenden die nur schwer meßbaren mikroklimatischen Erscheinungen (z.B. Bildung von Eis-Stalagmiten, Nebelbildung) gesondert aufgeführt bzw. fotografisch belegt.

Zur Erfassung der thermischen Diversität der Biotope sind jeweils Meßwerte für den Haldenfuß-Bereich (Luft-Austritte von Windröhren und Eislöchern), für die freie Felsoberfläche des Haldenkörpers sowie die Lufttemperatur in 2m Höhe über den Boden in nächster Umgebung angegeben. In ZSF und VOG konnten die Thermo-Sensoren mit Meßrohren bis in eine Tiefe von 1,90m in den Haldenkörper versenkt werden. Auf das Makroklima der den Untersuchungsgebieten nächst gelegenen Meßstation wurde bereits im Kap. C.1. hingewiesen, dort sind die monatlichen Mittelwerte angegeben.

In den Tabellen und Grafiken verwendete Abkürzungen:

- T2m = Umgebungstemperatur in 2m Höhe
- TFuß = Lufttemperatur an Luft-Austritten im Haldenfuß
- TFels = Temperatur der Felsoberfläche im mittleren Haldenbereich
- RFn = Relative Feuchte in% (n = Index für 2m, Fuß oder Fels)
- xxx = geschätzte Stärke der Strömungsgeschwindigkeit > 5 m/s = stark
- xx = geschätzte Stärke der Strömungsgeschwindigkeit 2-5 m/s = mittel
- x = geschätzte Stärke der Strömungsgeschwindigkeit < 2 m/s = schwach
- o = keine Luftbewegung
- Eis = Eisbildung im Fußbereich

Tab. 1: Meßwerte „Lases“.

LAS	Fuß(C)	T2m(C)	RF,2m(%)	RF,Fuß(%)	T-Fels(C)	Strömung	Witterung
17.06.87	2.3	18	-	-	29	xxx	sonnig
29.08.87	4	22	70	85	32	xxx	sonnig
13.09.87	7	25	-	-	-	xx	sonnig
14.10.87	7.5	22	-	-	-	x	heiter
15.08.91	0	22	-	-	-	xxx	sonnig
13.11.91	1.5	4	-	-	3.7	o	Regen
12.04.92	0	17	-	-	28	xx	sonnig
21.10.92	-	9	-	-	-	o	Regen

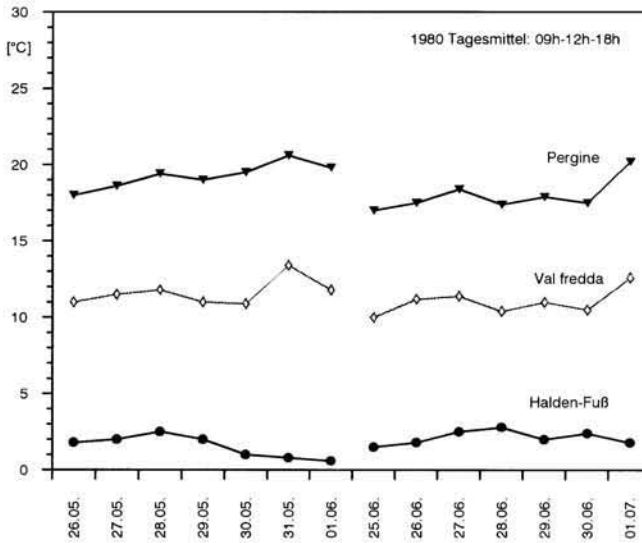


Abb. 5: Tagesmittelwerte (Meß-Zeiten: 9h, 12h, 18h vom 26.05.–01.07.1980). Stationen: Haldenfuß, „Val fredda“, Klima-Station in Pergine (Werte nach FRONZA 1980).

1. LAS

Bemerkungen zu LAS (Tab.1, Abb.5–6). – An den zahlreichen Austrittsstellen der Windröhren konnten im Juni 1987 und im April 1992 Eis-Stalagmiten (Abb.6) beobachtet werden. Auch FRONZA (1980) konnte im Juli 1980 Eis-Stalagmiten nach-



Abb. 6: Eis-Stalagmiten am Haldenfuß am 20.06.1987.

Tab.2: Meßwerte von Eppan/Bozen.

EPP	Fuß(C)	T2m(C)	T-Fels(C)	Strömung	Witterung	Beobachtung
19.06.1987	5	20	-	0	sonnig	-
14.09.1987	7	25	-	0	sonnig	-
14.10.1987	7	19	-	0	sonnig	-
14.10.1988	6	23	-	0	bedeckt	-

weisen. Einzelne Eisreste wurden nach eigenen Beobachtungen noch im August 1991 in ca. 1 m Tiefe unter den Felsblöcken einer der Halde vorgelagerten Mulde gefunden. Für die Herbstmonate liegen in den zugänglichen Tiefen keine Eisfunde mehr vor. Demnach ist die Existenz eines extrazonalen Permafrost-Bodens ab einer Tiefe von ca. 2 m unter dem Haldenfuß wahrscheinlich.

Für die Monate Dezember-Februar konnten in Übereinstimmung mit FRONZA weder Temperatur-Differenzen noch Luftströmungen am Fuß der Halde gemessen werden. Hinweise für die einsetzende Winter-Zirkulation lieferten Beobachtungen vom 13.11.1991: bei leichtem Niesel-Regen wurden an drei Stellen am Haldenkopf Nebel-schwaden beobachtet, die in regelmäßigen Abständen (ca. alle 10 Minuten) für die Zeit von 2 Minuten sichtbar waren. Am Fuß der Halde waren zu diesem Zeitpunkt dagegen keine Luftbewegungen mehr feststellbar.

2. EPP

Die Existenz von Windröhren in der Blockhalde wurde bereits durch Messungen belegt, u. a. von PFAFF (1933) und MORTON (1958, 1959, 1962). Durch das der Halde vorgelagerte ca. 5–8 m tiefe Becken wird die ausströmende Kaltluft gestaut. Daher sind Luftbewegungen an den innerhalb der Mulde gelegenen Austrittstellen kaum feststellbar. Zur Winter-Zirkulation liegen keine Beobachtungen vor.

Tab.3: Meßwerte Prag „Seehalde/Prag“.

PRÄ	Fuß(C)	T2m(C)	T-Fels(C)	Strömung	Witterung	Beobachtung
24.07.1987	2	24	-	xxx	sonnig	-
02.11.1987	2.5	15	-	x	bedeckt	-
05.08.1991	2	25	42	xx	sonnig	Eis
10.04.1992	-1	15	30	-	sonnig	Eis
22.10.1992	0	0	1	0	bedeckt	Warmluft

3. PRÄ

Die Eisbildungen sind hier besonders deutlich. Im April 1992 war der Fußbereich in einer Breite von 10 m (vertikal bis 5 m) bis an die Oberfläche vollständig vereist. An den Austrittstellen im Fußbereich fanden sich zahlreiche Eis-Stalagmiten. Im August 1992 wurden noch Eisreste in einer Tiefe von nur 30 cm gefunden. Der erste Frost, verbunden mit Schneefall, Ende Oktober 1992 ermöglichte die Fotografie der Warmluft-Austritte (Abb.7). Das deutlich sichtbare Streifenmuster (= schneefreie Stellen im oberen Haldenbereich) belegt die Existenz zahlreicher Windröhren in dieser Halde.



Abb. 7: Warmluft-Austritte an der „Seehalde“ in Prag. Person als Größenvergleich (Hinweis-Pfeil).

4. ZAE

Die Verhältnisse sind denen von EPP vergleichbar. Auch hier staut eine vorgelagerte Mulde die nur langsam ausströmende Luft zurück. Daher sind Luftbewegungen nur schwer beobachtbar. Bisher führte man deshalb die Existenz der „Zastler Eislöcher“ auf großräumige Kaltluft-Abflüsse vom Feldberg-Kar zurück (LIEHL 1982). Eisreste konnten nach eigenen Beobachtungen noch Ende Juli 1986 festgestellt werden. R. MOHL (mdl. Mitt.) beobachtete im Juni 1988 Luftströmungen mit einer Temperatur von 6°C bei einer Umgebungstemperatur von 25°C .

Tab. 4: Meßwerte „Zastler Eislöcher“.

ZAE	TFuß(C)	T2m(C)	TFels(C)	RF,Fuß(%)	Strömung	Witterung	Beobachtung
04.08.1989	5	23	-	90	0	heiter	-

5. ZSF

Eisreste wurden noch Ende Mai 1989 unter tiefen Laublagen an einer Austrittsstelle festgestellt. Winter-Zirkulation zeigte sich jeweils im Dezember 1988 und 1989. Dabei traten in Abständen von 20 Minuten Nebelschwaden am Kopf der Halde aus. Mangelnde Schneebedeckung verhinderte die Kartierung dieser Warmluft-Austritte. Tagesgänge der Temperatur: Abb. 9.

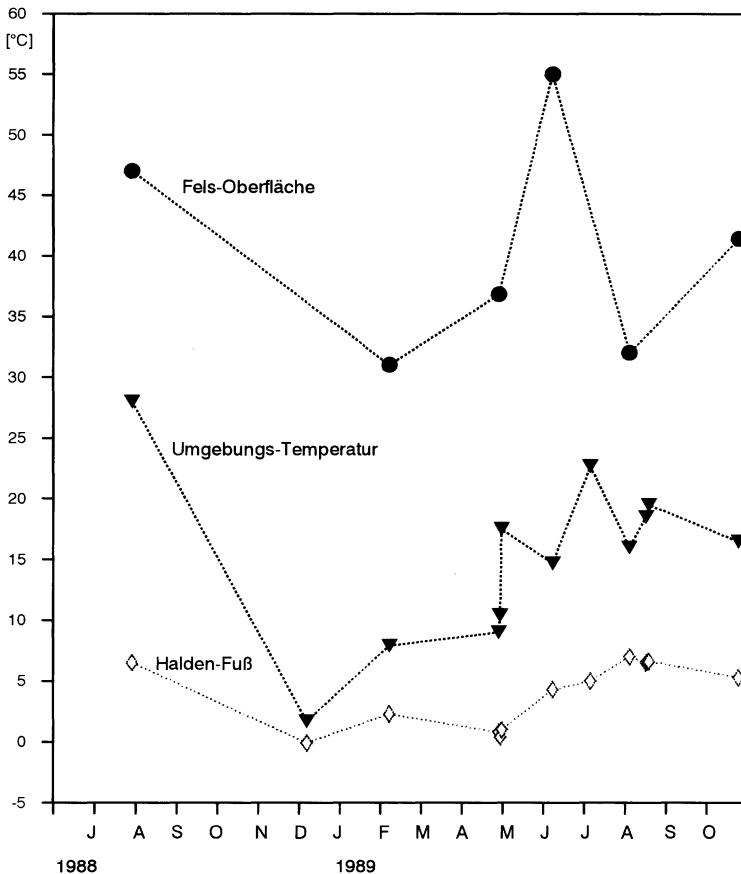


Abb. 8: Temperaturen der Blockhalde „Scheibenfelsen“ (ZSF). Meßpunkte: Haldenfuß, Umgebung (T2m), Fels-Oberfläche.

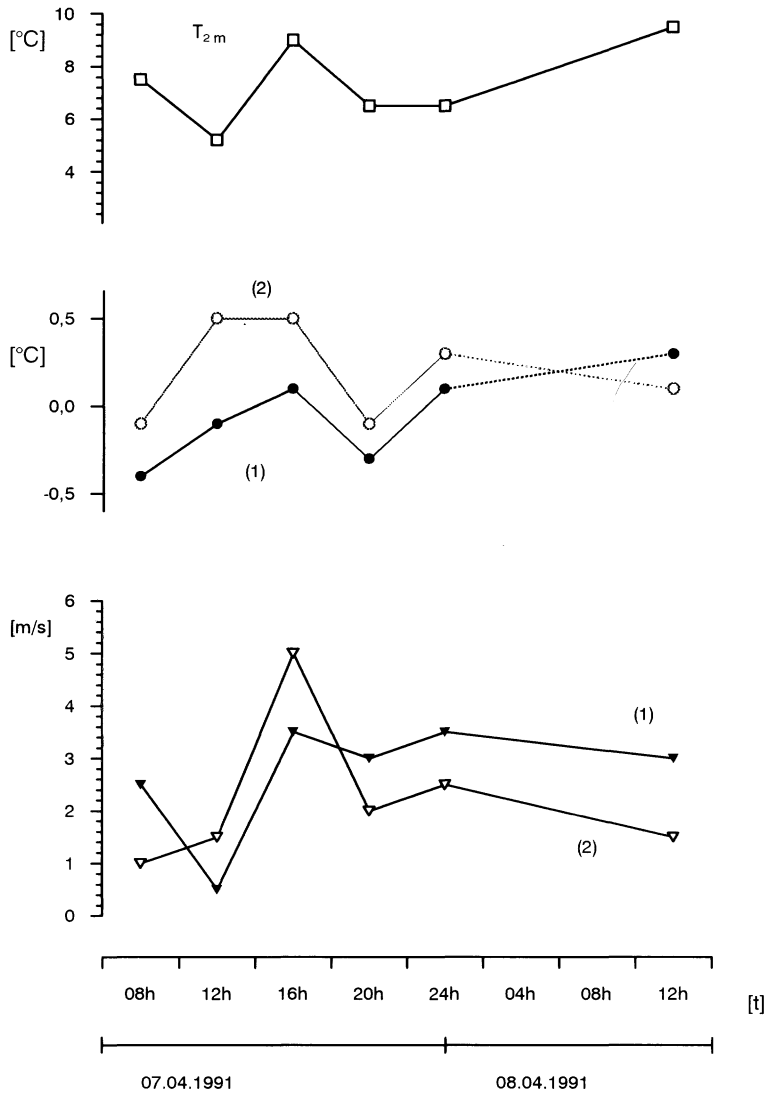


Abb. 9: Tagesgang der Temperatur und Luftströmung in ZSF. - (1): Meßpunkt am Haldenfuß 1; (2): Meßpunkt am Haldenfuß 2; T_{2m}: Umgebungs-Temperatur.

6. VOG

Winter-Zirkulation konnte am 14.12.1988 nachgewiesen werden. Eisreste wurden am Haldenfuß in 1,5 m tiefen Spalten noch im August 1987 gefunden. Geringere Temperatur-Unterschiede durch nordöstliche Exposition verringern die Strömungsgeschwindigkeit der ausströmenden Luft. Hier wurde zusätzlich ein Meßrohr am Fußbereich und im oberen Haldenkörper installiert. Abb.11 zeigt Nebel-Austritte am Haldenfuß in VOG, die mehrfach beobachtet wurden.

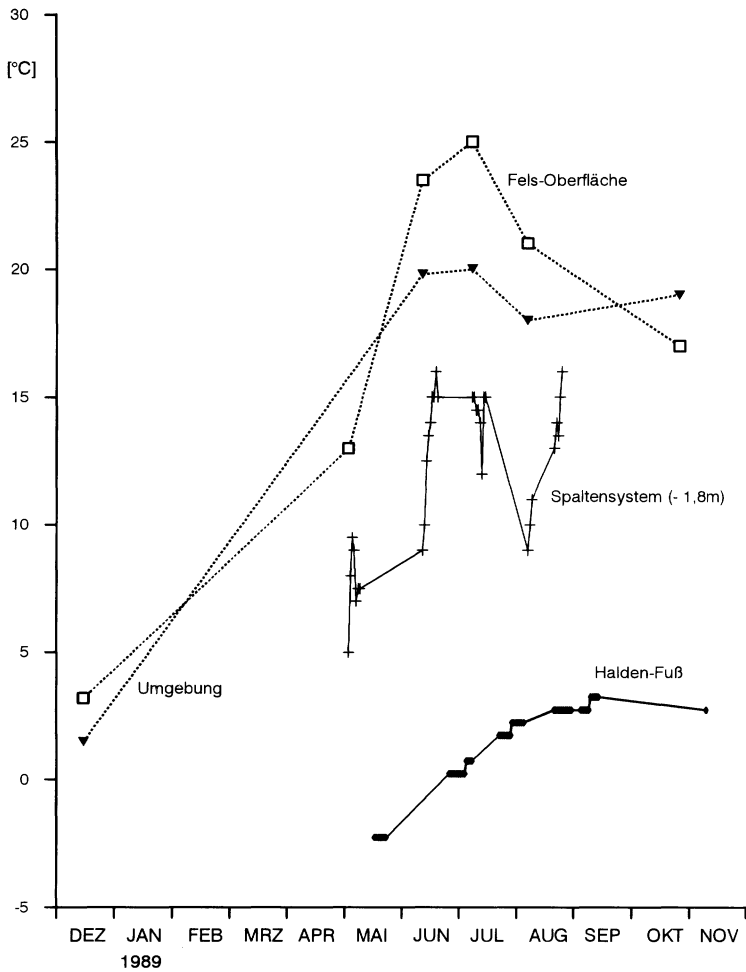


Abb. 10: Temperaturen der Blockhalde in den Vogesen (VOG). Meßwerte aus 1,8m Tiefe (Felsspalten-System) wurden im Bereich des Haldenkopfes ermittelt.

7. DOR

Ausführliche Messungen liegen vor; sie belegen die Existenz eines Permafrost-Bodens unter dem Fuß der Halde (STEINBACH 1954). Die natürlichen Strömungsverhältnisse sind durch den verbauten Haldenfuß (vgl. Kap. C.1) jedoch nicht mehr nachvollziehbar. Daher wird hier von weiteren Untersuchungen abgesehen.

Tab.5: Meßwerte Dornburg.

DOR	Fuß(C)	T2m(C)	T-Fels(C)	Strömung	Witterung	Beobachtung
10.10.1987	8	15	-	-	heiter	-



Abb. 11: Nebel-Austritt am Fuß der Blockhalde in VOG.

8. GRS

Hier liegen keine Beobachtungen über den Jahreszyklus vor. Aufgrund der Einzelmessungen (kaum feststellbare Strömungen sowie relativ hohe Temperaturen) kann jedoch auf eine zunehmende Versiegelung der Spalten durch Feinmaterial und eine geringere Mächtigkeit der Halde geschlossen werden.

Tab.6: Meßwerte „Großer Stein“/Westerwald.

GRS	Fuß(C)	T2m(C)	T-Fels(C)	Strömung	Witterung	Beobachtung
20.07.1992	10	25	48	x	sonnig	-

9. RHÖ

Die Oberflächen-Temperaturen der Halde sind durch HALFMANN (1991) ausreichend erfaßt worden. Strömungen am Fußbereich konnten nicht festgestellt werden (Beeinträchtigung durch Gewitter-Regen).

Tab.7: Meßwerte „Schafstein“/Rhön.

RHÖ	Fuß(C)	T2m(C)	T-Fels(C)	Strömung	Witterung	Beobachtung
25.07.1992	8	23	-	-	heiter	-

10. WAR

Die Winter-Zirkulation konnte hier nur über die Reif-Bildung an der Unterseite der Felsen im oberen Haldenbereich belegt werden. Die Luftströmung im Fußbereich ließ sich kaum nachweisen. Die Nord-Exposition und der bis in den oberen Halden-Bereich reichende Moos-Bewuchs scheint sich nachteilig auf die Ausprägung von Windröhren auszuwirken.

Tab.8: Meßwerte „Warche“.

WAR	Fuß(C)	T2m(C)	T-Fels(C)	Strömung	Witterung	Beobachtung
15.03.1992	1	4	6	o	heiter	Eis
17.07.1992	10	19	-	x	regnerisch	-
26.11.1992	5	5	-	-	bedeckt	-

11. HAR

Die Bildung von Eis-Stalagmiten konnte bis Ende Mai 1992 an zahlreichen Stellen nachgewiesen werden. Zur Winter-Zirkulation liegen bisher keine Beobachtungen vor. Die Strömungs-Geschwindigkeiten erreichten an allen gefunden Austritt-Stellen nur mittlere Stärken (NW-Exposition).

Tab.9: Meßwerte „Odertal“.

HAR	Fuß(C)	T2m(C)	T-Fels(C)	Strömung	Witterung	Beobachtung
15.02.1992	1	3	-	-	Regen	Eisstalagmit
05.05.1992	8	16	-	x	heiter	-
30.07.1992	5	21	35	x	sonnig	-

12. ITH

Ein vorgelagertes Blockhalden-System fehlt; deshalb müssen die Karst-Erscheinungen unterhalb der Korallenoolith-Wand und die Mulden-Lage für die relativ kühl-feuchten Bedingungen verantwortlich gemacht werden. Luftströmungen wurden nicht beobachtet.

Tab. 10: Meßwerte „Teufelsküche“/Ith.

ITH	Fuß(C)	T2m(C)	T-Fels(C)	Strömung	Witterung	Beobachtung
10.08.92	8	17	-	0	bedeckt	-

Zusammenfassung

In allen untersuchten Biotopen konnte die zu erwartende Temperatur-Differenz zwischen der Umgebungstemperatur (T2m) und dem Fußbereich der Halden festgestellt werden. Die maximal gemessene Differenz betrug 27 °C (1 °C Fußbereich / 28 °C Umgebungstemperatur in LAS). Zwischen südexponierten Fels-Oberflächen und dem Fußbereich betrug die Maximal-Differenz 54 °C (55 °C Fels-Oberfläche / 1 °C Kaltluft-Austritt in ZSF). Die für Windröhren-Systeme charakteristischen Luftströmungsverhältnisse konnten mit Ausnahme der Untersuchungsgebiete RHÖ und ITH (für diese Gebiete liegen keine Langzeit-Beobachtungen vor) überall in unterschiedlich starker Ausprägung festgestellt werden.

Die mehrfach beobachtete Eis-Stalagmitenbildung geht auf die Konvektions-Strömungen in den Öffnungen des Fußbereiches der Halden zurück. Diese Erscheinungen wurden auch im Eingangsbereich stillgelegter Bergwerk-Stollen im Harz festgestellt (PRADEL 1992).

II. Fauna

1. Arten-Inventar

Berücksichtigt werden Coleoptera, Araneae, Chilopoda und Diplopoda. Der derzeitige Stand des erfaßten Artenspektrums ist in Tab.11-14 dargestellt. Wegen des Raumbedarfs und der Übersichtlichkeit wurde bei der Nennung der Arten auf Autoren- und Jahresangaben verzichtet (zur Nomenklatur vgl. C. III.3). In den Tabellen werden folgende Kürzel verwendet: *G* = Gesiebe-Probe; *F* = Fallenfang; *H* = Aufsammlung von Hand.

a) Coleoptera

Das ermittelte Artenspektrum aller Untersuchungsgebiete umfaßt 190 Arten, die 27 Familien angehören. Die prozentuale Verteilung der Vertreter dieser Familien zeigt Abb.12. Dabei sind Daten der Fallen-Fänge und Gesiebe-Proben zusammengefaßt.

Mit fast 50% dominieren die Staphylinidae auffallend im Artenspektrum, gefolgt von Carabidae (14%), Catopidae (6%), Lathridiidae (4,5%) und Pselaphidae (4%). Die nur 1% Anteil erreichenden Familien (ab Lycidae bis Dermestidae) sind oft nur durch

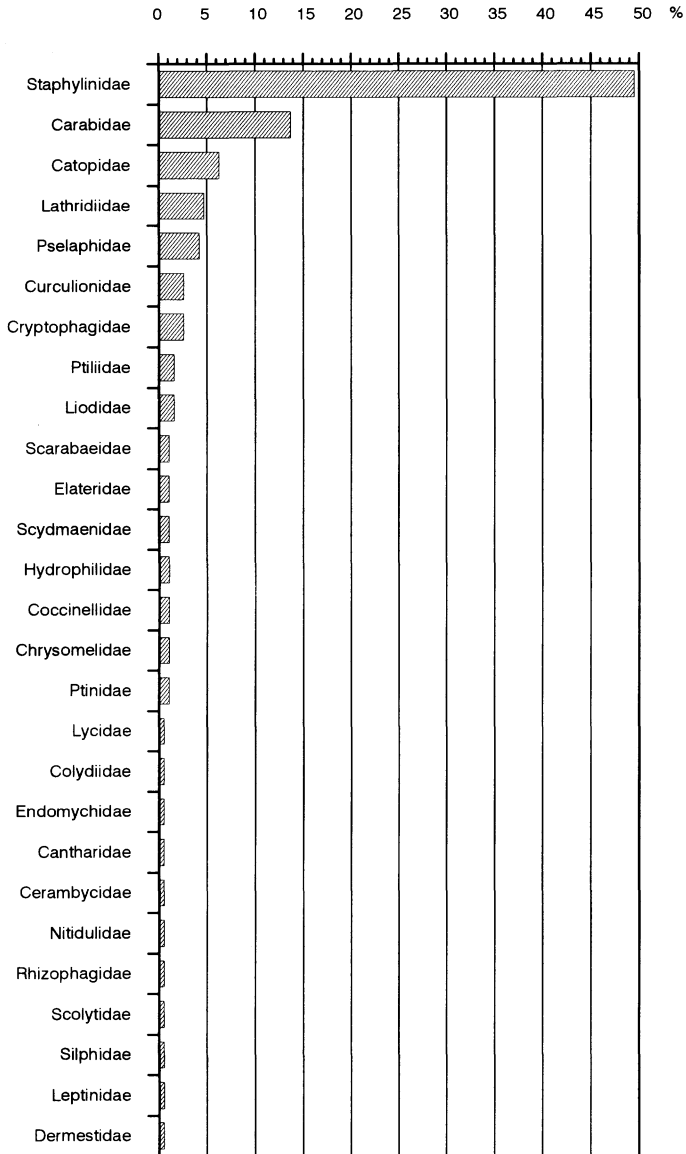


Abb. 12: Coleoptera: Prozentuale Verteilung der Arten aller Standorte.

Einzeltiere vertreten. Hierunter fallen zum größten Teil als „Irrgäste“ zu bezeichnende Arten.

Die Verteilung der Arten auf die Untersuchungsgebiete ist in Tab.11 dargestellt; dort ist zusätzlich die jeweilige Erfassungsmethode angegeben. Die Auflistung der Arten in den Tabellen erfolgt in aufsteigender alphabetischer Folge. Für die Gebiete WAR, ITH, RHÖ, GRS und DOR liegen keine Fallen-Untersuchungen vor.

Ferner sind der Tab. 11 Informationen über „polytopes Verhalten“ einzelner Arten zu entnehmen; d.h. mehrfaches Erscheinen derselben Art in verschiedenen Lokalitäten. An 9 von 12 untersuchten Standorten wurde *Acrotrichis intermedia* nachgewiesen. Darüber hinaus konnten die folgenden Arten an mindestens 4 Standorten nachgewiesen werden (Anzahl festgestellter Biotope in Klammern): *Stenus montivagus* (8); *Mycetoporus baudueri* (7); *Liogluta wüsthoffi* und *Omalium rugatum* (6); *Catops picipes*, *Leptusa simoni*, *Omalium rivulare*, *Tychus niger* und *Quedius limbatus* (5); *Acrotrichis* sp., *Ocalea picata*, *Othius myrmecophilus*, *Oxypoda annularis*, *Oxypoda lugubris* und *Proteinus brachypterus* (4).

b) Araneae

Für die Gebiete LAS, ZSF, VOG, GRS, HAR, ITH und PRÄ liegen Daten zur Spinnenfauna vor. Bisher konnten 64 Arten festgestellt werden, die in Tab. 12, gleichfalls unter Angabe der Erfassungsmethode angeführt sind. Auch in dieser Gruppe konnten mehrere Arten an verschiedenen Standorten nachgewiesen werden. An mindestens 4 von 7 untersuchten Gebieten traten auf: *Lepthyphanthes notabilis*, *Micrargus herbigradus* und *Trochosa terricola*. An wenigstens 3 Standorten konnten *Acantholycosa norvegica*, *Apostenus fuscus*, *Batyphantas eumenis* und *Lepthyphanthes alacris* nachgewiesen werden.

c) Chilopoda

Mit Ausnahme von EPP und DOR liegen für die übrigen Untersuchungsgebiete Daten zur Chilopoden-Fauna vor. Tab. 13 zeigt die bisher festgestellten 15 Arten, einschließlich der Erfassungsmethode. Von den 10 berücksichtigten Untersuchungsgebieten konnte *Strigamia acuminata* für mindestens 6 Standorte nachgewiesen werden. *Lithobius tricuspis* trat in 4 und *Lithobius piceus* in mindestens 3 Biotopen auf.

d) Diplopoda

Wie für Chilopoda gilt auch für die Diplopoda dieselbe Auswahl der untersuchten Standorte (keine Daten für EPP und DOR). Die bisher nachgewiesenen 24 Arten zeigt Tab. 14. In fast allen Biotopen (ohne LAS und ITH) konnte *Mycogona germanica* festgestellt werden. Ebenfalls polytop verhält sich *Chordeuma sylvestre* (an 6 Standorten) und *Craspedosoma rawlinsi* (an 4 Standorten).

2. Phänologie

Tab. 15 zeigt die saisonalen Aktivitäten der gefundenen Arten (alphabetische Reihung). Berücksichtigt sind Gesiebe- und Fallenfänge. Die zeitliche Mindest-Auflösung beträgt einen Monat. Zu beachten ist, daß die Darstellung der Gesiebe-Daten (nur in den Roh-Tabellen aufgeführt, vgl. Hinweis Kap. C. III. 1.) Zeitpunkte umfaßt, wohingegen die Fallen-Daten Zeiträume mit entsprechender Unschärfe (Kontrollperioden) angeben.

Tab. 11 (a-e): Coleoptera: Arten-Inventar.

	LAS	EPP	PRÄ	ZAE	ZSF	VOG	DOR	GRS	RHÖ	WAR	HAR	ITH
<i>Abax exaratus</i>	F											
<i>Abax ovalis</i>						F						
<i>Abax parallelepipedus</i>						F						
<i>Acalles hypocrita</i>					F							
<i>Acidota crenata</i>		GF										
<i>Acrotrichis intermedia</i>			GF		G	G	G	G	G	G	G	G
<i>Acrotrichis sp.</i>	G						G	G			G	
<i>Adelocera murina</i>					F							
<i>Agathidium atrum</i>					F							
<i>Agathid. mandibulare</i>					F							
<i>Aleochara curtula</i>					F							
<i>Aleochara ruficornis</i>					F							
<i>Aloconota sulcifrons</i>		G										
<i>Amara communis</i>											H	
<i>Amischa analis</i>	G	G				GF						
<i>Anisotoma orbicularis</i>						G						
<i>Anomala dubia</i>					F							
<i>Anotylus sculpturatus</i>								G				
<i>Anthophagus bicornis</i>						F						
<i>Aphidecta oblitterata</i>						G						
<i>Atheta benickiella</i>					G							
<i>Atheta canescens</i>					G							
<i>Atheta fungi</i>		G			GF	G						
<i>Atheta hypnorum</i>					GF	G						
<i>Atheta laticollis</i>					G							
<i>Atheta leonhardi</i>			F		GF							
<i>Atheta luridipennis</i>		G										
<i>Atheta sodalis</i>					GF	F					G	
<i>Atomaria puncticollis</i>					F							
<i>Baeocrara litoralis</i>						G						
<i>Barypeith.araneiformis</i>								G				
<i>Barypeithes montanus</i>			F	GF	GF							
<i>Bembidion stephensi</i>			F		F	F						
<i>Bolitobius lunulatus</i>	F											
<i>Bryaxis bulbifer</i>											G	
<i>Bryaxis collaris</i>						F						
<i>Bryaxis nodicornis</i>											G	
<i>Bryaxis puncticollis</i>												G

Tab. 11: Forts.

	LAS	EPP	PRÄ	ZAE	ZSF	VOG	DOR	GRS	RHÖ	WAR	HAR	ITH
<i>Bryaxis</i> sp.										G		
<i>Bythinus burrelli</i>												G
<i>Calathus micropterus</i>	F											
<i>Carabus convexus</i>	F											
<i>Carabus hortensis</i>	F											
<i>Carabus problematicus</i>					F							
<i>Carpelimus heydenreichi</i>											G	
<i>Cartodere elongata</i>					F	F						
<i>Cartodere</i> sp.											F	
<i>Catops fuliginosus</i>											F	
<i>Catops fuscus</i>						G						
<i>Catops grandicollis</i>					F							
<i>Catops longulus</i>								G				
<i>Catops nigrita</i>						F			G		F	
<i>Catops picipes</i>			F	F	F	F		G				
<i>Catops subfuscus</i>					F						F	
<i>Catops tristis</i>					F	F					F	
<i>Catops westi</i>					F							
<i>Chaetocnema aridula</i>					G							
<i>Choleva nivalis</i>			F		GF							
<i>Coccinella 7-punctata</i>											FH	
<i>Corticaria abietum</i>			F			G						
<i>Corticaria elongata</i>					G							
<i>Corticaria</i> sp.											F	
<i>Corticarina gibbosa</i>					G							
<i>Coryphium angusticolle</i>											GF	
<i>Coxelus pictus</i>						F						
<i>Cryptoph. distinguendus</i>					G							
<i>Cryptophagus lycoperdi</i>					F							
<i>Cryptophagus scanicus</i>					F							
<i>Cryptopleurum minutum</i>									G			
<i>Cychrus attenuatus</i>					F							
<i>Dalopius marginatus</i>						F						
<i>Dryocoetes autographus</i>						G						
<i>Enicmus minutus</i>					G							
<i>Epipolaeus caliginosus</i>						F						
<i>Eपुरaea longula</i>					G							
<i>Eucnecosum brachypterus</i>		GF										

Tab. 11: Forts.

	LAS	EPP	PRÄ	ZAE	ZSF	VOG	DOR	GRS	RHÖ	WAR	HAR	ITH
<i>Eudectus giraudi</i>		G										
<i>Eusphalerum longipenne</i>						G						
<i>Eusphalerum montivagum</i>						G						
<i>Gabrius splendidulus</i>						G						
<i>Geostiba circellaris</i>					G		G					
<i>Gyrophæna munsteri</i>						G						
<i>Habrocerus capillaricornis</i>					G							G
<i>Harpalus honestus</i>	G											
<i>Homalisus fontisbellaqui</i>					F							
<i>Lathridius constrictus</i>					G							
<i>Lathridius nodifer</i>					F							
<i>Lathrimæum atrocephalum</i>					GF							G
<i>Lathrimæum melanocephalum</i>					F							G
<i>Lathrimæum unicolor</i>			F		GF			G				
<i>Lathrobium fulvipenne</i>					G							
<i>Leistus piceus</i>				F								
<i>Leistus spinibarbis</i>					F							
<i>Leptinus testaceus</i>					F							
<i>Leptusa flavicornis</i>			G	G	GF							
<i>Leptusa globulicollis</i>			F		G	G						
<i>Leptusa simoni</i>			GF		G	GF		G				G
<i>Lesteva longelytrata</i>					F							
<i>Licinus hoffmanseggi</i>					F							
<i>Liogluta micans</i>												GF
<i>Liogluta wüsthoffi</i>	G	G			GF	G		G			G	
<i>Malthodes trifurcatus</i>						F						
<i>Megarthus denticollis</i>					F							
<i>Megarthus sinuatocollis</i>					G							
<i>Megasternum boletophagum</i>					F	G		G				
<i>Meotica exillima</i>					G							
<i>Microscydmus nanus</i>						G		G				
<i>Mniophila muscorum</i>						F						
<i>Mniusa incrassata</i>					F	G					G	
<i>Mycetoporus baudueri</i>	G	G	GF		GF	F		G	G			
<i>Mycetoporus inaris</i>					G							
<i>Mycetoporus monticola</i>											F	
<i>Mycetoporus mulsanti</i>					F						G	
<i>Mycetoporus niger</i>	G				G							

Tab. 11: Forts.

	LAS	EPP	PRÄ	ZAE	ZSF	VOG	DOR	GRS	RHÖ	WAR	HAR	ITH
<i>Mycetoporus nigrans</i>		G										
<i>Mycetoporus punctus</i>											G	
<i>Mycetop. rufescens</i>					G							
<i>Nargus wilkini</i>												G
<i>Nebria castanea</i>			F	F	GFH							
<i>Nebria castanea Larv.</i>			F									
<i>Nebria germari</i>	F											
<i>Necrophilus subterr.</i>					F							
<i>Ocalea picata</i>		G			GF		G		G			
<i>Ocypus nero</i>					F							
<i>Ocypus olens</i>	F											
<i>Olophrum piceum</i>					F							
<i>Omalium caesum</i>					F							
<i>Omalium nigriceps</i>						GF						
<i>Omalium rivulare</i>		G		G	G				G		F	
<i>Omalium rugatum</i>				G	F	G		G	G			G
<i>Onthophagus joannae</i>					F							
<i>Ootypus globosus</i>					G	G						
<i>Othius myrmecophilus</i>						G		G	G		G	
<i>Othius punctulatus</i>								G				
<i>Oxypoda annularis</i>					GF	G			G		G	
<i>Oxypoda lugubris</i>			F	GF		G						
<i>Oxypoda lurida</i>										G		
<i>Oxypoda opaca</i>						G						
<i>Oxypoda sp.</i>											G	
<i>Oxypoda vittata</i>					F							
<i>Oxytelus rugosus</i>					G							
<i>Phloeodroma concolor</i>											F	
<i>Phyllodrepa floralis</i>									G			
<i>Platystethus nitens</i>											G	
<i>Proteinus atomarius</i>					F	F						
<i>Proteinus brachypter.</i>						G		G	G	G		
<i>Proteinus crenulatus</i>					GF						G	G
<i>Proteinus ovalis</i>					F							
<i>Pselaphus heisei</i>						F						
<i>Pterostichus cristatus</i>						F						
<i>Pterostichus diligens</i>					F							
<i>Pterostichus madidus</i>						F						

Tab. 11: Forts.

	LAS	EPP	PRÄ	ZAE	ZSF	VOG	DOR	GRS	RHÖ	WAR	HAR	ITH
<i>Pterostichus negligens</i>											F	
<i>Pterostichus panzeri</i>					F							
<i>Pterostichus pumilio</i>				F	GF							
<i>Pterost. transversalis</i>	F											
<i>Ptinus fur</i>					F							
<i>Ptinus sp.</i>	F											
<i>Quedius alpestris</i>				G								
<i>Quedius fuliginosus</i>					F							
<i>Quedius fumatus</i>	G		G									
<i>Quedius limbatoides</i>						GF						
<i>Quedius limbatus</i>			F		GF	GF		G	G			
<i>Quedius mesomelinus</i>					F	F						
<i>Quedius nemoralis</i>							G					
<i>Quedius nitipennis</i>						G						
<i>Quedius picipes</i>					F							
<i>Quedius suturalis</i>					G	G						
<i>Quedius umbrinus</i>								G				
<i>Quedius xanthopus</i>					F	G						
<i>Rhizoph. bipustulatus</i>					F	F						
<i>Rhynchaenus fagi</i>					F							
<i>Sciodrepoides watsoni</i>					F							
<i>Sphaerosoma piliferum</i>					GF							
<i>Stenichnus collaris</i>					G	G						
<i>Stenus glacialis</i>					GF							G
<i>Stenus guynemeri</i>					H							
<i>Stenus impressus</i>												G
<i>Stenus junco</i>										G		
<i>Stenus montivagus</i>			GF	G	GF	GF	G	G		G		G
<i>Syntomium aeneum</i>						G				G	G	
<i>Tachinus signatus</i>					F							
<i>Tachinus subterraneus</i>					F							
<i>Tachyporus nitidulus</i>					G							
<i>Toxotus cursor</i>				F								
<i>Trichophya pilicornis</i>	G											
<i>Trichotichnus laevicollis</i>												G
<i>Trichotichnus nitens</i>					G							
<i>Trogoderma glabrum</i>					F							
<i>Tychus niger</i>			GF	G	GF	G			G			

Tab.12 (a-b): Araneae: Arten-Inventar.

	LAS	PRÄ	ZSF	VOG	GRS	HAR	ITH
<i>Acantholycosa norvegica</i>		F		F		F	
<i>Alopecosa pulverulenta</i>		F	F				
<i>Apostenus fuscus</i>			F	F		F	
<i>Asthenargus paganus</i>					G		
<i>Bathyphantes eumenis</i>			F	F		F	
<i>Centromerus arcanus</i>				F		F	
<i>Centromerus dilutus</i>			F	F			
<i>Centromerus incilium</i>		F					
<i>Centromerus subalpinus</i>		F					
<i>Centromerus sylvaticus</i>		F					
<i>Cicurina cicur</i>			F	F			
<i>Clubiona alpicola</i>						F	
<i>Coelotes inermis</i>		F	F				
<i>Coelotes terrestris</i>				F			
<i>Cybaeus tetricus</i>			F				
<i>Diplocentria bidentata</i>						F	
<i>Diplocephalus cristatus</i>					G		
<i>Dysdera ninnii</i>	F						
<i>Dysdera erythrina</i>			F				
<i>Gonatium rubellum</i>			F				
<i>Harpactea hombergi</i>				F		F	
<i>Harpactea lepida</i>		F	F				
<i>Histopona torpida</i>				F			
<i>Lepthyphantes alacris</i>				F		F	G
<i>Lepthyphantes cristatus</i>	F		F				
<i>Lepthyphantes mengei</i>		F					
<i>Lepthyphantes monticola</i>	F						
<i>Lepthyphantes nodifer</i>				F			
<i>Lepthyphantes notabilis</i>	F		F	F		F	
<i>Lepthyphantes pallidus</i>		F		F			

Ganzjährig aktiv waren *Catops picipes*, *Stenus montivagus*, *Lathrimaeum atrocephalum* und *Leptusa simoni*. Winteraktivität, die zum Teil im Herbst beginnt und bis ins Frühjahr reicht, ist für folgende Arten nachgewiesen: *Atheta leonhardi*, *Bolitobius lunulatus*, *Carabus convexus*, *Carabus hortensis*, *Catops tristis*, *Lathrimaeum melanocephalum*, *Leptusa flavicornis*, Larven von *Nebria castanea*, *Ocypus olens*, *Oxypoda lurida*, *Oxypoda vittata*.

Tab 12: Forts.

	LAS	PRÄ	ZSF	VOG	GRS	HAR	ITH
<i>Lepthyphantes tenebricola</i>		F					
<i>Lepthyphantes zimmermanni</i>			F	F			
<i>Macrargus rufus</i>	F						
<i>Meta menardi</i>				F			
<i>Micaria fulgens</i>	F						
<i>Micrargus herbigradus</i>			F	G	G		G
<i>Microneta viaria</i>			G				
<i>Nesticus cellulanus</i>			F				
<i>Oxyptila pullata</i>	F						
<i>Pardosa alacris</i>	F						
<i>Pardosa lugubris</i>			F				
<i>Philodromus margaritatus</i>	F	F					
<i>Pholcoma gibbum</i>			F				
<i>Pocadicnemis pumila</i>			F				
<i>Porrhomma convexum</i>	F						
<i>Porrhomma egeria</i>		F					
<i>Porrhomma pallidum</i>					G		
<i>Robertus scoticus</i>					G		
<i>Saloca diceros</i>			F				
<i>Tapinocyba pallens</i>	F		F				
<i>Tegenaria silvestris</i>				F		F	
<i>Tetragnatha extensa</i>			F				
<i>Theridion bellicosum</i>	F			F		F	
<i>Trochosa terricola</i>	F	F	F			F	
<i>Walckeneria capito</i>				F		F	
<i>Walckeneria simplex</i>	F						
<i>Walckeneria vigilax</i>	F						
<i>Zelotes apricorum</i>	F		F				
<i>Zelotes subterraneus</i>				F			
<i>Zora spinimana</i>	F		F				

42% der festgestellten Arten sind im Monat Juni aktiv, gefolgt vom Oktober, in dem mit 38% die zweitstärkste Aktivitäts-Periode vorherrscht.

Ferner konnten Beobachtungen zur diurnalen Rhythmik gemacht werden: für *Nebria castanea* wurde Nacht-Aktivität festgestellt. Tagsüber entnommene Bodenproben, auch tieferer Schichten, konnten weder am Fuß von ZSF noch in ZAS ein Individuum dieser

Tab.13: Chilopoda, Arten-Inventar.

	LAS	PRÄ	ZAE	ZSF	VOG	GRS	RHÖ	WAR	HAR	ITH
<i>Cryptops hortensis</i>				G				G		
<i>Eupolybothrus tridentinus</i>				F						
<i>Lithobius aeruginosus</i>								G		
<i>Lithobius crassipes</i>								G		G
<i>Lithobius curtipes</i>						G				G
<i>Lithobius forficatus</i>					F					
<i>Lithobius lucifugus</i>	F								F	
<i>Lithobius macilentus</i>					F			G		
<i>Lithobius muticus</i>	F									
<i>Lithobius piceus</i>		F		F					F	
<i>Lithobius tenebrosus</i>									G	
<i>Lithobius tricuspis</i>		F	G	F	F					
<i>Schendyla nemorensis</i>								G		
<i>Strigamia acuminata</i>			G		F	G	G	GF		G
<i>Strigamia transsilvanica</i>			G							

Art zu Tage fördern. Erst nach Einbruch der Dunkelheit wurden vermehrt Exemplare (auch in PRÄ) in den oberen kalt-feuchten Laubschichten beobachtet. Die erhöhte Aktivität spiegelt sich daher nur in Fallenfängen wider.

Das ganzjährige Auftreten von *Leptusa simoni* ist mit einem Mikrohabitat-Wechsel verbunden. Während der Sommerzirkulation in der Blockhalde in VOG hielt sich diese Art vor allem im Fußbereich und während der Winter-Zirkulation ausschließlich im Kopfbereich in der Nähe der Warmluft-Austritte auf.

3. Vergleich der Untersuchungsgebiete

a) Prozentuale Verteilung der Arten

Zur Grobcharakterisierung der Käferfauna der einzelnen Standorte wird die prozentuale Zuordnung der Arten nach Familien herangezogen. Abb.14-16 zeigen die Verteilung auf die jeweiligen Lokalitäten, getrennt nach Fallenfängen und Gesiebe-Proben. Eine zusammenfassende Übersicht der Familien-Verteilung auf das gesamte Arten-Inventar wurde bereits in Abb.12 (II. 1. a) gegeben.

Fallenfänge. – Zu beachten ist, daß für LAS und ZAE auch epigäische Fallen-Techniken zum Einsatz kamen (vgl. Kap. C.III.1.). Dort zeigt sich ein überwiegender Anteil an Carabiden-Arten. In den übrigen Untersuchungsgebieten dominieren die Staphylinidae im Artenspektrum. Im Harz (HAR) stellen die Catopidae die zweitstärkste Gruppe dar; diese Familie ist mit Ausnahme von LAS und EPP an allen

Tab.14: Diplopoda, Arten-Inventar.

	LAS	PRÄ	ZAE	ZSF	VOG	GRS	RHÖ	WAR	HAR	ITH
<i>Allaiulus nitidus</i>										G
<i>Atractosoma meridionale</i>	F									
<i>Chordeuma sylvestre</i>		F	G	GF	GF			G		G
<i>Craspedosoma rawlinsi</i>		F	G	F				G		
<i>Dactylophorosoma nivistelles</i>	F									
<i>Glomeris connexa</i>				F						G
<i>Glomeris conspersa</i>				F						G
<i>Glomeris marginata</i>										G
<i>Glomeris pustulata</i>	F									
<i>Glomeris undulata</i>				F						
<i>Julus scandinavicus</i>				GF	F					
<i>Leptoiulus belgicus</i>						G	G			
<i>Leptoiulus riparius</i>	F									
<i>Leptoiulus simplex</i>		F			F					
<i>Megaphyllum projectum</i>							G			
<i>Melogona gallica</i>					G					
<i>Mycogona germanica</i>		F	G	GF	GF	G	G	GF	G	
<i>Ommatoiulus sabulosus</i>						G	G			
<i>Polydesmus angustus</i>				F						
<i>Polydesmus denticulatus</i>				F		G	G			
<i>Proteroiulus fuscus</i>						G			G	
<i>Pyrgocyphosoma titianum</i>		F								
<i>Rhymogona wehrana</i>				F						
<i>Tachypodoiulus niger</i>				F		G			G	

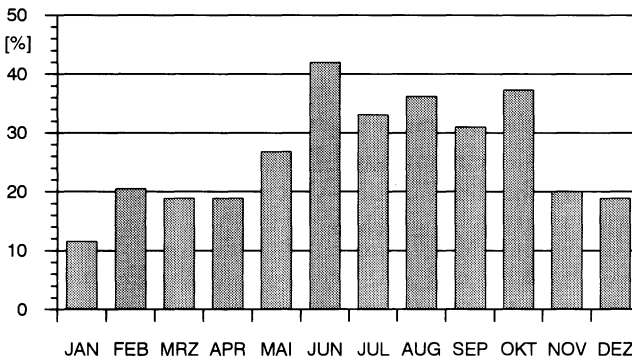


Abb. 13: Prozentuale Verteilung der Aktivität aller Arten in sämtlichen Untersuchungsgebieten im Jahreszyklus.

Fallen-Standorten vertreten. In EPP wurden ausschließlich Staphyliniden-Arten festgestellt. Die unter „Übrige“ zusammengefaßten Familien setzen sich aus nicht repräsentativen Einzel-Fängen zusammen und können als „Irrgäste“ bezeichnet werden; es sind dies vor allem Familien, die in der Gesamtverteilung (vgl. Abb.12) unter der 1%-Marke liegen (z. B. Lycidae, Cerambycidae, Dermestidae). Ein hoher Prozentsatz dieser Kategorie ist vor allem in ZSF und VOG festzustellen.

Gesiebe-Proben. – Die Carabidae sind zugunsten der Staphylinidae und Bodenstreu-Bewohnern (z. B. Ptiliidae) in allen Proben unterrepräsentiert. Nur in LAS, ZSF und ITH gelangten Carabiden-Arten in die Gesiebe-Proben. An allen Standorten sind die Staphyliniden mit mindestens 60% Arten-Anteil vertreten. Die eurytope *Acrotrichis intermedia* (Ptiliidae) konnte in fast allen Proben nachgewiesen werden; ähnlich verhält sich *Tychus niger* als Vertreter der Pselaphidae.

b) Diversität der Standorte

Die Artenzahlen der untersuchten Gebiete werden als einfaches Maß zur Bewertung der Diversität herangezogen. In Abb.17 und Abb.18 sind die einzelnen Lokalitäten nach Artenzahlen absteigend sortiert; berücksichtigt sind dabei die Tiergruppen Coleoptera, Araneae, Chilopoda und Diplopoda. Eine Vergleichbarkeit der Diversität der untersuchten Biotope ist wegen der z.T. großen Differenzen bei den Untersuchungszeiten nur eingeschränkt möglich; deshalb muß beim Standortvergleich jeweils Bezug auf die eingesetzten Methoden genommen werden. Die einzelnen Arten sind dem Arten-Inventar zu entnehmen (vgl. II. 1.).

Coleoptera. – Den größten Artenreichtum weist ZSF auf (102 Arten), gefolgt von VOG (59 Arten). Die Ergebnisse beider Gebiete basieren auf Langzeit-Untersuchungen und sind miteinander, jedoch nicht mit den restlichen Standorten vergleichbar. Die geringste Diversität wurde bei DOR (6 Arten) festgestellt.

Araneae. – Auch hier zeigen ZSF (26 Arten) und VOG (20 Arten) die höchste Diversität. Von den bisher lediglich 7 untersuchten Gebieten wurde die geringste Artenzahl (2) für ITH nachgewiesen.

Chilopoda. – Bemerkenswert ist die mit 6 Arten erreichte maximale Diversität bei WAR; sie liegt damit über ZSF und VOG (je 4 Arten). Nur eine Art wurde bisher in RHÖ festgestellt.

Diplopoda. – Erwartungsgemäß zeigt ZSF mit 11 Arten die größte Diversität. Bei GRS konnten trotz des stichprobenhaften Charakters der Untersuchung bereits 6 Arten nachgewiesen werden; erst danach folgt VOG mit 5 Arten. Den geringsten Artenreichtum wiesen ZAE, WAR und HAR auf (jeweils 3 Arten).

c) Faunen-Ähnlichkeit nach SØRENSEN

Zum Vergleich der Faunen-Ähnlichkeit der Biotope werden neben den Coleopteren auch die bisher gewonnenen Daten zur Fauna der Chilopoden, Diplopoden und Araneen herangezogen. Bei der Betrachtung der Gesamtf fauna (Abb.19) ist zu berück-

Tab. 15 (a-e): Coleoptera: Phänologie.

	JAN	FEB	MRZ	APR	MAI	JUN	JUL	AUG	SEP	OKT	NOV	DEZ
<i>Abax exaratus</i>									////			
<i>Abax ovalis</i>								////	////			
<i>Abax parallelepipedus</i>							////	////	////	////	////	
<i>Acalles hypocrita</i>								////	////			
<i>Acidota crenata</i>									////			
<i>Acrotrichis intermedia</i>							////				////	
<i>Acrotrichis sp.</i>							////			////		
<i>Adelocera murina</i>					////							
<i>Agathidium atrum</i>					////							
<i>Agathidium mandibulare</i>										////	////	
<i>Aleochara curtula</i>								////	////			
<i>Aleochara ruficornis</i>					////							
<i>Aloconota sulcifrons</i>										////		
<i>Amara communis</i>					////	////						
<i>Amischa analis</i>								////	////	////		
<i>Anisotoma orbicularis</i>											////	
<i>Anomala dubia</i>					////	////						
<i>Anotylus sculpturatus</i>							////					
<i>Anthophagus bicornis</i>					////	////						
<i>Aphidecta oblitterata</i>								////	////			
<i>Atheta benickiella</i>						////	////					
<i>Atheta canescens</i>						////	////					
<i>Atheta fungi</i>							////	////				
<i>Atheta hypnorum</i>						////	////					
<i>Atheta laticollis</i>						////	////					
<i>Atheta leonhardi</i>	////	////	////	////	////	////	////	////	////	////	////	////
<i>Atheta luridipennis</i>									////	////		
<i>Atheta sodalis</i>		////	////	////	////	////	////	////	////	////	////	////
<i>Atomaria puncticollis</i>		////	////	////	////	////	////	////	////	////	////	////
<i>Baeocrara litoralis</i>						////	////	////	////	////	////	////
<i>Barypeithes araneiformis</i>							////	////	////	////	////	////
<i>Barypeithes montanus</i>					////	////	////	////	////	////	////	////
<i>Bembidion stephensi</i>	////	////	////	////	////	////	////	////	////	////	////	////
<i>Bolitobius lunulatus</i>	////	////	////	////	////	////	////	////	////	////	////	////
<i>Bryaxis bulbifer</i>					////	////	////	////	////	////	////	////
<i>Bryaxis collaris</i>	////	////	////	////	////	////	////	////	////	////	////	////
<i>Bryaxis nodicornis</i>							////	////	////	////	////	////
<i>Bryaxis puncticollis</i>								////	////	////	////	////

Tab. 15: Forts.

	JAN	FEB	MRZ	APR	MAI	JUN	JUL	AUG	SEP	OKT	NOV	DEZ
<i>Bryaxis</i> sp.			////									
<i>Bythinus burrelli</i>								////				
<i>Calathus micropterus</i>									////			
<i>Carabus convexus</i>	////	////	////	////							////	////
<i>Carabus hortensis</i>	////	////	////	////							////	////
<i>Carabus problematicus</i>								////	////			
<i>Carpelimus heydenreichi</i>							////					
<i>Cartodere elongata</i>				////	////	////	////	////	////	////		
<i>Cartodere</i> sp.				////	////	////	////					
<i>Catops fuliginosus</i>	////											////
<i>Catops fuscus</i>								////	////			
<i>Catops grandicollis</i>		////	////	////								
<i>Catops longulus</i>							////					
<i>Catops nigrita</i>										////	////	
<i>Catops picipes</i>	////	////	////	////	////	////	////	////	////	////	////	////
<i>Catops subfuscus</i>		////	////	////								
<i>Catops tristis</i>	////	////						////	////	////	////	////
<i>Catops westi</i>							////	////				
<i>Chaetocnema aridula</i>							////	////				
<i>Choleva nivalis</i>		////	////	////	////	////	////	////	////	////		
<i>Coccinella septempunctata</i>				////	////	////	////	////	////	////	////	////
<i>Corticaria abietum</i>								////	////	////		
<i>Corticaria elongata</i>						////	////					
<i>Corticaria</i> sp.				////	////	////	////					
<i>Corticarina gibbosa</i>				////	////	////	////					
<i>Coryphium angusticolle</i>				////	////	////	////					
<i>Coxelus pictus</i>							////	////	////	////		
<i>Cryptophagus distinguendus</i>		////	////	////	////	////						
<i>Cryptophagus lycoperdi</i>		////	////	////	////	////						
<i>Cryptophagus scanicus</i>		////	////	////	////	////						
<i>Cryptopleurum minutum</i>							////	////				
<i>Cychrus attenuatus</i>								////	////	////		
<i>Dalopius marginatus</i>								////	////	////		
<i>Dryocoetes autographus</i>								////	////			
<i>Enicmus minutus</i>						////	////					
<i>Epipolaeus caliginosus</i>								////	////	////		
<i>Epuraea longula</i>						////	////					
<i>Eucnecosum brachypterus</i>									////	////		

Tab. 15: Forts.

	JAN	FEB	MRZ	APR	MAI	JUN	JUL	AUG	SEP	OKT	NOV	DEZ
<i>Eudectus giraudi</i>									////			
<i>Eusphalerum longipenne</i>						////						
<i>Eusphalerum montivagum</i>						////						
<i>Gabrius splendidulus</i>								////				
<i>Geostiba circellaris</i>						////	////	////	////	////	////	////
<i>Gyrophæna munsteri</i>						////	////	////				
<i>Habrocerus capillaricornis</i>						////						
<i>Harpalus honestus</i>										////		
<i>Homaligus fontisbellaquei</i>							////					
<i>Lathridius constrictus</i>						////						
<i>Lathridius nodifer</i>						////	////					
<i>Lathrimæum atrocephalum</i>	////	////	////	////	////	////	////	////	////	////	////	////
<i>Lathrimæ. melanocephalum</i>	////	////	////	////	////							////
<i>Lathrimæum unicolor</i>		////	////	////	////	////		////	////			
<i>Lathrobium fulvipenne</i>							////					
<i>Leistus piceus</i>						////						
<i>Leistus spinibarbis</i>								////	////			
<i>Leptinus testaceus</i>						////	////					
<i>Leptusa flavicornis</i>	////	////	////	////	////							////
<i>Leptusa globulicollis</i>						////	////	////	////	////		
<i>Leptusa simoni</i>	////	////								////	////	
<i>Lesteva longelytrata</i>					////							
<i>Licinus hoffmanseggi</i>								////	////			
<i>Liogluta micans</i>						////	////					
<i>Liogluta wüsthoffi</i>		////	////	////	////	////	////	////	////	////	////	////
<i>Malthodes trifurcatus</i>					////	////						
<i>Megarthus denticollis</i>					////	////						
<i>Megarthus sinuatocollis</i>											////	////
<i>Megasternum boletophagum</i>						////	////					
<i>Meotica exillima</i>						////						
<i>Microscydmus nanus</i>							////	////				
<i>Mniophila muscorum</i>	////	////	////	////	////							
<i>Mniusa incrassata</i>										////	////	
<i>Mycetoporus baudueri</i>	////	////				////	////	////	////	////	////	////
<i>Mycetoporus inaris</i>											////	////
<i>Mycetoporus monticola</i>					////	////						
<i>Mycetoporus mulsanti</i>					////	////		////	////			
<i>Mycetoporus niger</i>									////	////		

Tab. 15: Forts.

	JAN	FEB	MRZ	APR	MAI	JUN	JUL	AUG	SEP	OKT	NOV	DEZ
<i>Mycetoporus nigrans</i>									////	////		
<i>Mycetoporus punctus</i>							////	////				
<i>Mycetoporus rufescens</i>						////	////					
<i>Nargus wilkini</i>								////	////			
<i>Nebria castanea</i>					////	////	////	////	////	////	////	////
<i>Nebria castanea</i> (Larve)	////	////	////	////							////	////
<i>Nebria germari</i>								////	////	////		
<i>Necrophilus subterr.</i>							////	////	////	////		
<i>Ocalea picata</i>		////	////	////						////	////	////
<i>Ocypus nero</i>					////	////						
<i>Ocypus olens</i>	////	////	////	////								////
<i>Olophrum piceum</i>								////	////	////		
<i>Omalius caesum</i>		////	////	////								
<i>Omalius nigriceps</i>							////	////	////	////	////	////
<i>Omalius rivulare</i>					////	////	////	////	////	////	////	////
<i>Omalius rugatum</i>								////	////	////		
<i>Onthophagus joannae</i>								////	////	////		
<i>Ootypus globosus</i>							////	////				
<i>Othius myrmecophilus</i>						////	////	////				
<i>Othius punctulatus</i>						////	////	////				
<i>Oxypoda annularis</i>					////	////						
<i>Oxypoda lugubris</i>										////	////	////
<i>Oxypoda lurida</i>	////	////	////	////						////	////	////
<i>Oxypoda opaca</i>						////	////					
<i>Oxypoda sp.</i>					////	////						
<i>Oxypoda vittata</i>	////	////	////	////								////
<i>Oxytelus rugosus</i>												////
<i>Phloeodroma concolor</i>						////	////	////				
<i>Phyllodrepa floralis</i>							////	////				
<i>Platystethus nitens</i>							////	////				
<i>Proteinus atomarius</i>					////	////	////	////	////	////	////	////
<i>Proteinus brachypterus</i>							////	////	////			
<i>Proteinus crenulatus</i>		////	////	////	////	////	////					
<i>Proteinus ovalis</i>								////	////	////		
<i>Pselaphus heisei</i>					////	////	////	////	////	////		
<i>Pterostichus cristatus</i>					////	////	////	////	////	////	////	////
<i>Pterostichus diligens</i>					////	////						
<i>Pterostichus madidus</i>				////	////	////	////					

Tab. 15: Forts.

	JAN	FEB	MRZ	APR	MAI	JUN	JUL	AUG	SEP	OKT	NOV	DEZ
<i>Pterostichus negligens</i>					////	////						
<i>Pterostichus panzeri</i>								////	////	////		
<i>Pterostichus pumilio</i>					////							
<i>Pterost. transversalis</i>	////	////	////	////							////	////
<i>Ptinus fur</i>										////	////	////
<i>Ptinus sp.</i>								////	////	////		
<i>Quedius alpestris</i>								////	////			
<i>Quedius fuliginosus</i>								////	////			
<i>Quedius fumatus</i>					////	////	////	////	////	////	////	////
<i>Quedius limbatoides</i>										////	////	////
<i>Quedius limbatus</i>	////	////	////	////	////	////		////	////	////	////	////
<i>Quedius mesomelinus</i>						////	////	////	////	////	////	////
<i>Quedius nemoralis</i>										////	////	
<i>Quedius nitipennis</i>						////	////					
<i>Quedius picipes</i>								////	////	////		
<i>Quedius suturalis</i>					////	////					////	////
<i>Quedius umbrinus</i>							////	////				
<i>Quedius xanthopus</i>										////	////	////
<i>Rhizophag. bipustulatus</i>		////	////	////	////	////						
<i>Rhynchaenus fagi</i>		////	////	////	////							
<i>Sciodreporides watsoni</i>								////	////	////		
<i>Sphaerosoma piliferum</i>					////	////	////					
<i>Stenichnus collaris</i>					////	////	////	////	////			
<i>Stenus glacialis</i>					////	////						
<i>Stenus guynemeri</i>					////	////						
<i>Stenus impressus</i>								////	////			
<i>Stenus junco</i>										////	////	
<i>Stenus montivagus</i>	////	////	////	////	////	////	////	////	////	////	////	////
<i>Syntomium aeneum</i>						////	////	////	////			
<i>Tachinus signatus</i>		////	////	////	////	////						
<i>Tachinus subterraneus</i>		////	////	////	////							
<i>Tachyporus nitidulus</i>							////	////				
<i>Toxotus cursor</i>								////	////			
<i>Trichophya pilicornis</i>									////	////		
<i>Trichotichnus laevicollis</i>								////	////			
<i>Trichotichnus nitens</i>						////	////					
<i>Trogoderma glabrum</i>					////	////						
<i>Tychus niger</i>					////	////	////	////	////	////		

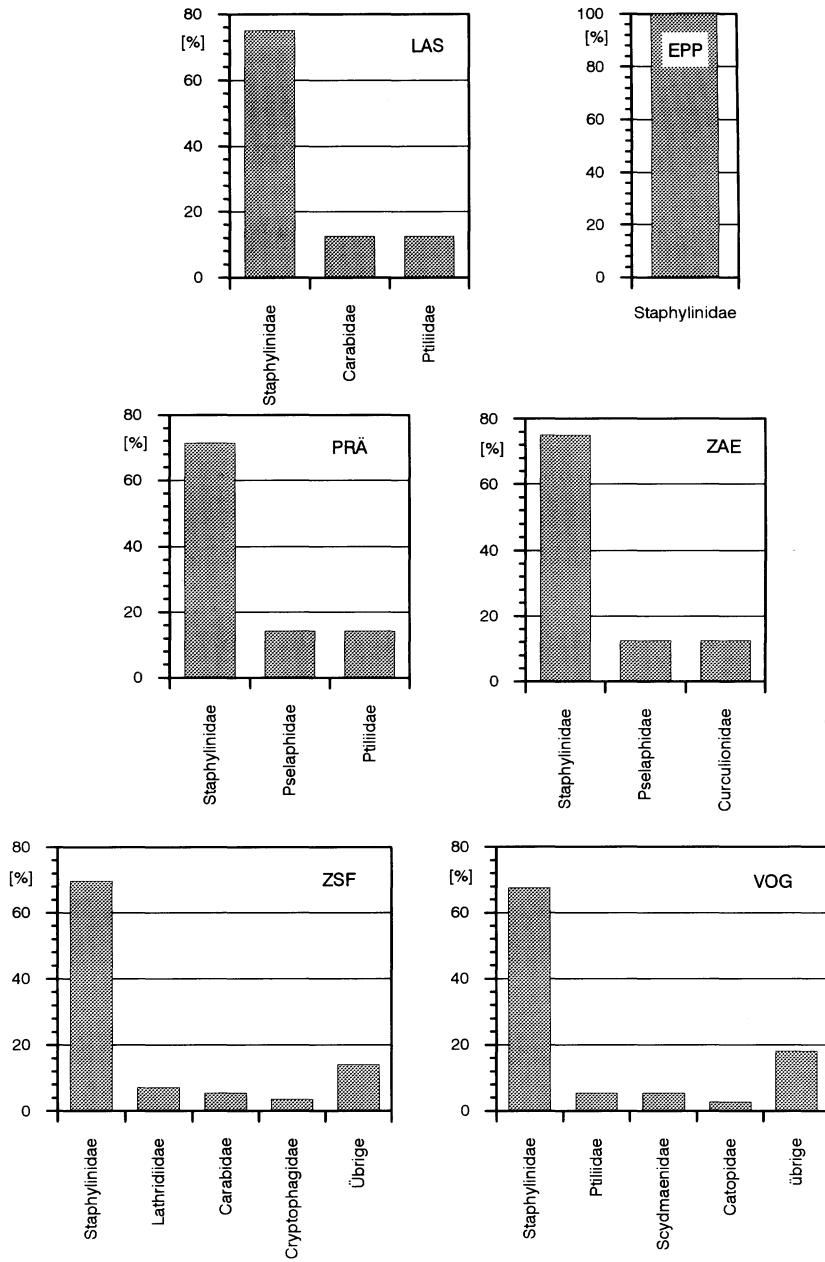


Abb. 14: Prozentuale Verteilung der Arten in Gesiebe-Proben einzelner Standorte.

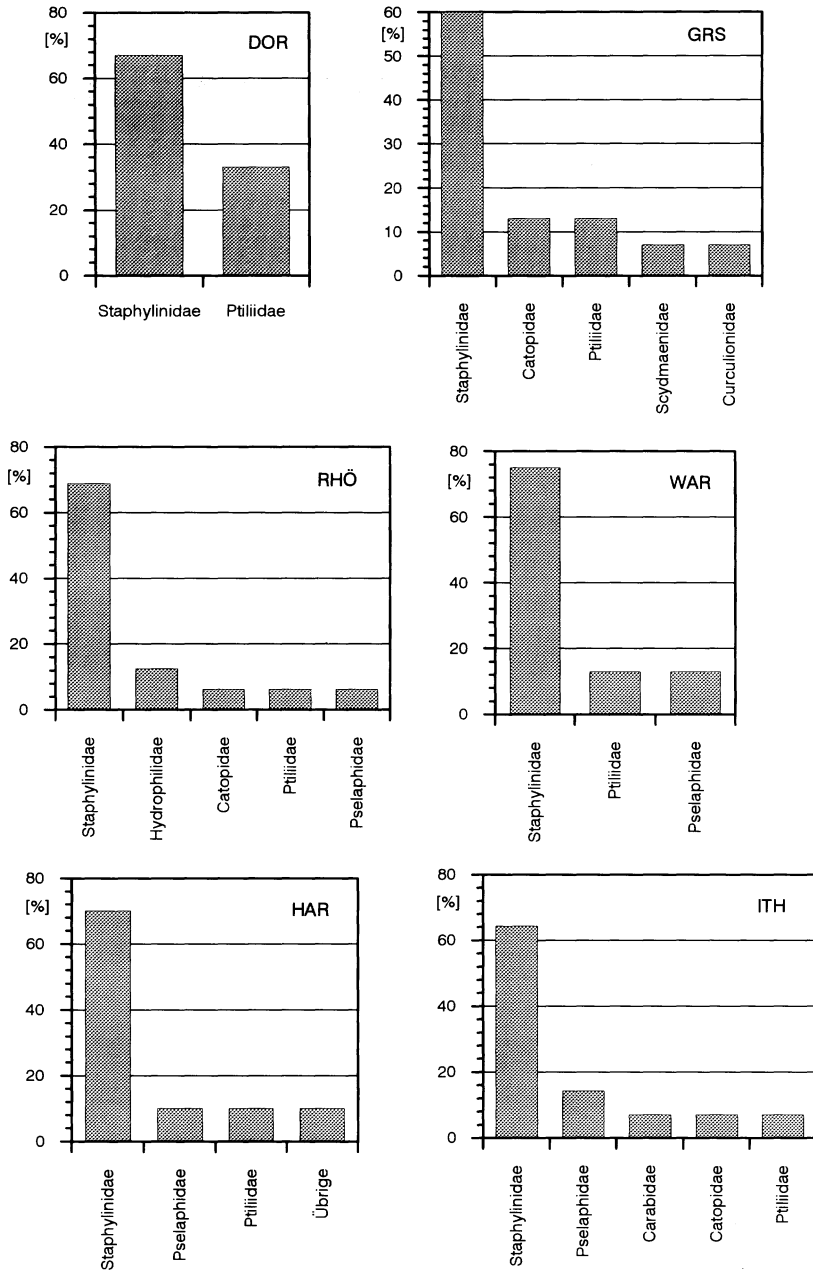


Abb. 15: Prozentuale Verteilung der Arten in Gesiebe-Proben einzelner Standorte.

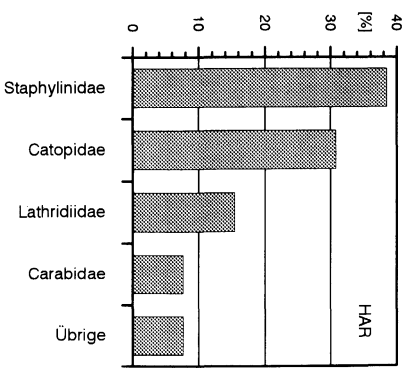
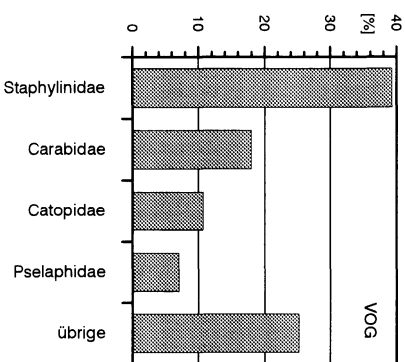
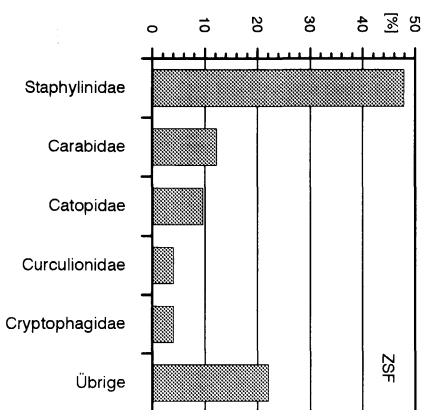
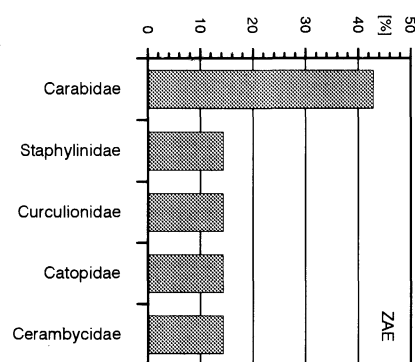
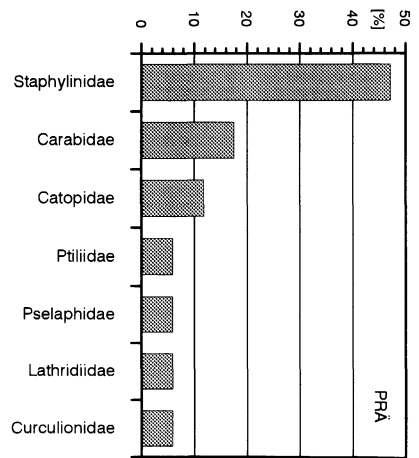
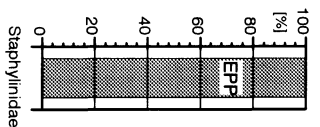
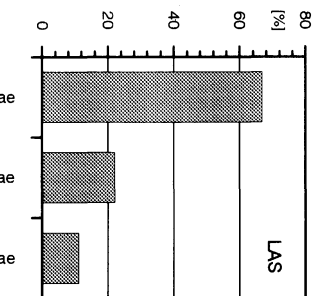


Abb. 16: Prozentuale Verteilung der Arten in Fallen-Fängen einzelner Standorte.

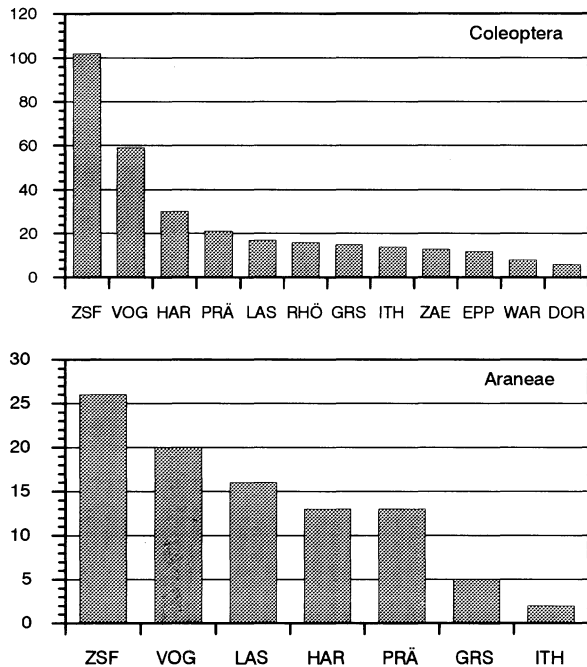


Abb. 17: Artenzahlen einzelner Standorte (Coleoptera; Araneae).

sichtigen, daß nicht alle Untersuchungsgebiete vollständig erfaßt worden sind (vgl. Abschnitt II.1. Arten-Inventar; insbesondere Araneae). Abb. 20–23 zeigen die SØRENSEN-Quotienten (SQ), aufgeschlüsselt nach Tiergruppen.

Gesamtfauna. – Abb. 19 zeigt in absteigender Folge die SQ-Werte zwischen den einzelnen Standorten. Die maximal festgestellte Faunen-Ähnlichkeit für die erfaßte Gesamtfauna liegt bei knapp 52% für Präg und die „Zastler Eislöcher“ (PRÄ und ZAE). Tatsächlich liegen beide Standorte im südlichen Schwarzwald in enger Nachbarschaft zueinander. Ähnliche Verhältnisse finden sich für die beiden Basalt-Block-Halden am Schafstein/Rhön (RHÖ) und dem „Großen Stein“/ Westerwald (GRS). Zwischen der Fauna der am weitesten voneinander entfernten Biotope (LAS/ITH und EPP/ITH) konnten überhaupt keine gemeinsamen Arten in der Fauna festgestellt werden. Das gilt auch für LAS und ZAE, sowie EPP und GRS. Das trifft für alle Tiergruppen zu, von denen für diese Gebiete Daten vorliegen. Dieser Befund schließt jedoch eine Faunen-Ähnlichkeit zwischen den südlich der Alpen gelegenen Biotopen (LAS und EPP) und nördlicheren Standorten nicht völlig aus; das belegen z. B. die Werte für EPP/RHÖ, LAS/HAR, EPP/VOG und EPP/DOR.

Coleoptera. – Mit einem SQ von fast 44% der Coleopteren-Fauna weisen die Biotope PRÄ und ZAE die maximale Faunen-Ähnlichkeit auf (vgl. Abb. 20). Gefolgt werden sie von drei Standort-Paaren mit einem SQ von über 30% (ZSF/VOG, GRS/RHÖ, VOG/RHÖ). Ein SQ von 0% betrifft ausschließlich die Biotope, die auch in der Gesamtfauna keine Ähnlichkeiten zeigen (vgl. Abb. 19).

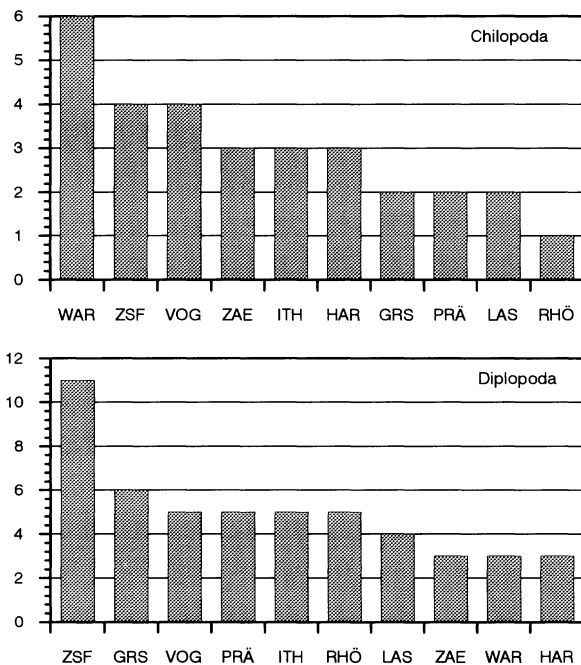


Abb. 18: Artenzahlen einzelner Standorte (Chilopoda; Diplopoda).

Chilopoda. – Die Chilopoden-Fauna zeigt zwischen GRS und ITH einen maximalen SQ von 80% (Abb. 21). Mit fast 70% gleichen sich GRS/RHÖ und PRÄ/ZSF in ihrem Arten-Bestand. Zwischen fehlender Faunen-Ählichkeit (0%) und der 20%-Grenze gibt es keine Übergänge. Während zwischen LAS (Trentino) und HAR (Harz) ein SQ von 40% erreicht wird, gibt es hingegen zwischen LAS und den übrigen Biotopen nördlich der Alpen keine Übereinstimmungen im Arten-Bestand. Für EPP und DOR liegen bisher keine Daten zur Chilopoden-Fauna vor; somit können sie zu einem Vergleich nicht herangezogen werden.

Diplopoda. – Ein SQ von 75% findet sich in dieser Gruppe zwischen den Biotopen PRÄ und ZAE, beide im südlichen Schwarzwald gelegen, sowie zwischen PRÄ und WAR (Warchetal in Ostbelgien) (vgl. Abb. 22). Entsprechend der Verteilung der SQ-Werte bei den Chilopoda, zeigt sich auch hier ein Sprung zwischen den 0%-Werten und den nächst höheren Ähnlichkeits-Quotienten von ca. 18% (VOG/ GRS und PRÄ/GRS).

Araneae. – Nur von 7 Lokalitäten liegen Daten vor (vgl. II.1.b). Wegen der somit lückenhaften Kenntnis wirken sich die Daten für diese Gruppe negativ auf den Vergleich der Gesamtf fauna aus. In Abb. 23 sind in der unteren Grafik die 0%-Werte nach Biotopen geordnet (von GRS/HAR bis ZAE/RHÖ). Mit über 60% weisen PRÄ/ZAE den größten SQ-Wert auf, gefolgt von Vogesen/Harz (VOG/ HAR). Auffallend sind die Ähnlichkeiten zwischen LAS und HAR (SQ > 20%), obgleich zwischen diesen Untersuchungsgebieten die fast größte Distanz (mit der zusätzlichen Barriere der Alpen) liegt. Die fehlenden Daten zu EPP (ebenfalls südlich der Alpen gelegen) lassen einen Vergleich mit den nördlicheren Standorten nicht zu.

4. Morphologische Differenzierungen

Die Betrachtung beschränkt sich auf Individuen aus räumlich gesonderten Populationen von *Leptusa simoni*. Während die Untersuchungen der Genitalstrukturen kaum Unterschiede zeigten, konnten bei den Augen Differenzen in der Ommatidien-Zahl festgestellt werden. Berücksichtigt wurden Individuen aus Schwarzwald (PRÄ), Vogesen (VOG), Rhön (RHÖ) und Ith (ITH). Hinzu kam ein Exemplar aus einer

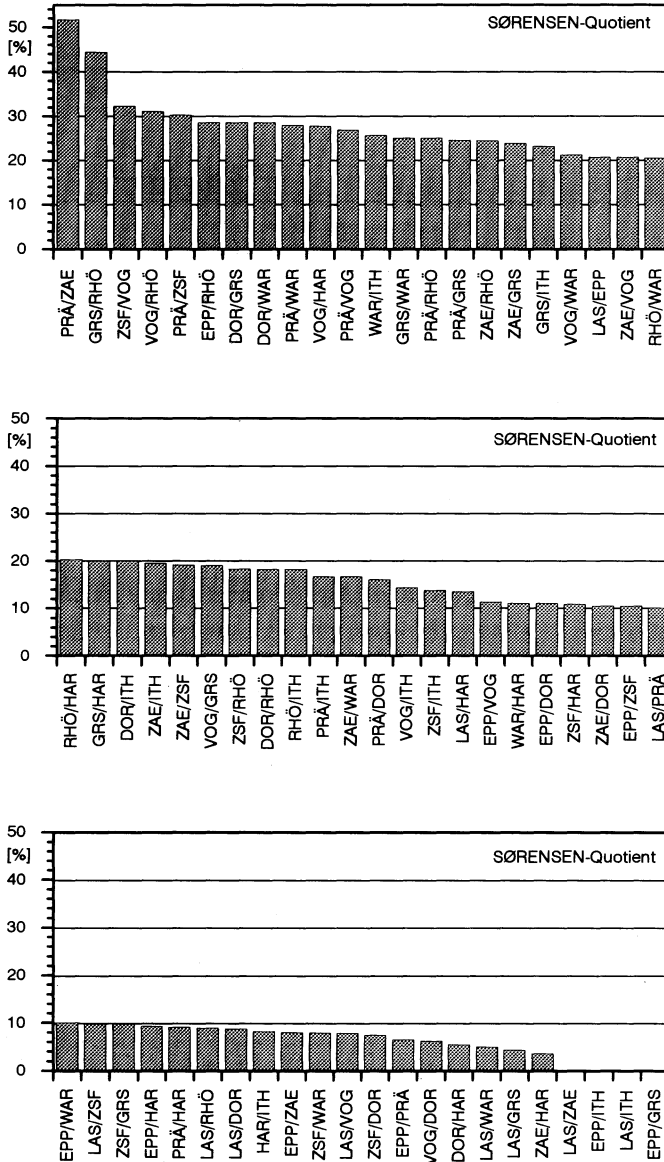


Abb. 19: Faunen-Ähnlichkeit (SQ) der Standorte. Gesamtfaua (Chilopoda; Diplopoda; Araneae; Coleoptera).

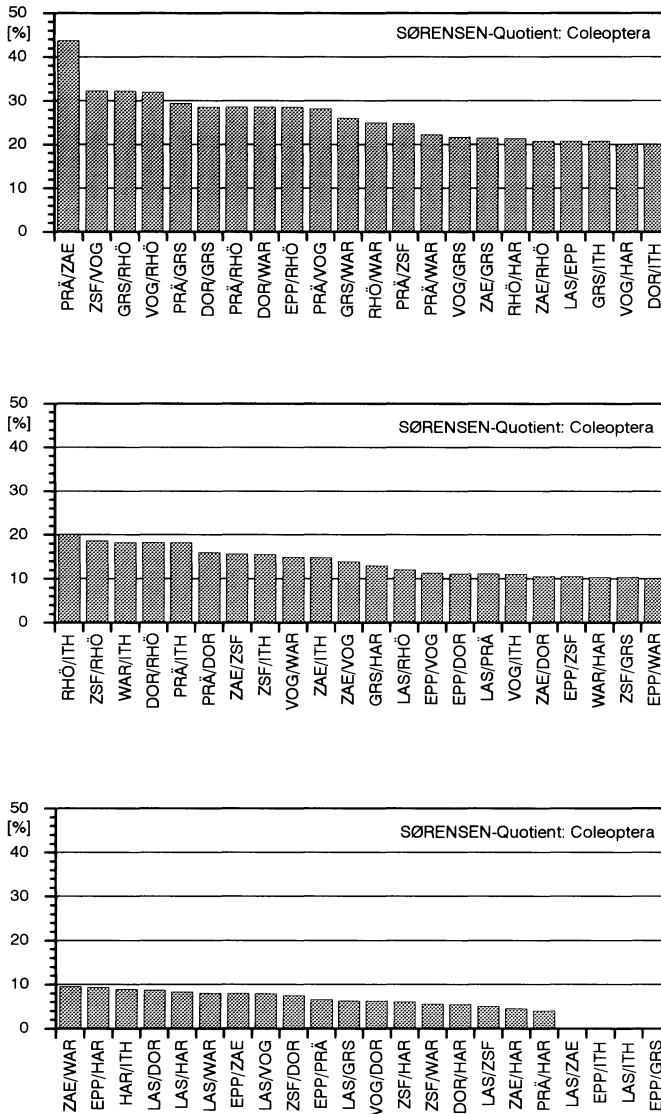


Abb. 20: Ähnlichkeit (SQ) der Coleopteren-Fauna der Standorte.

Blockhalde am Vogelsberg (Taufstein; in der folgenden Tabelle als TAU bezeichnet) [leg. WUNDERLE, Mönchengladbach].

Tab. 16 zeigt die Anzahl Ommatidien der Augen der untersuchten Individuen, getrennt nach Untersuchungsgebieten (von PRÄ im Süden bis ITH im Norden). REM-Aufnahmen der Augenstrukturen von *Leptusa simoni* sind in Abb. 24–28 dargestellt. Die maximal ermittelte Zahl von Ommatidien pro Komplexauge betrug 18 (Individuen aus dem südlichen Schwarzwald in PRÄ). Die geringste Anzahl (11 Ommatidien) konnte bei Individuen vom Ith festgestellt werden. Ein Vergleich der Untersuchungsgebiete

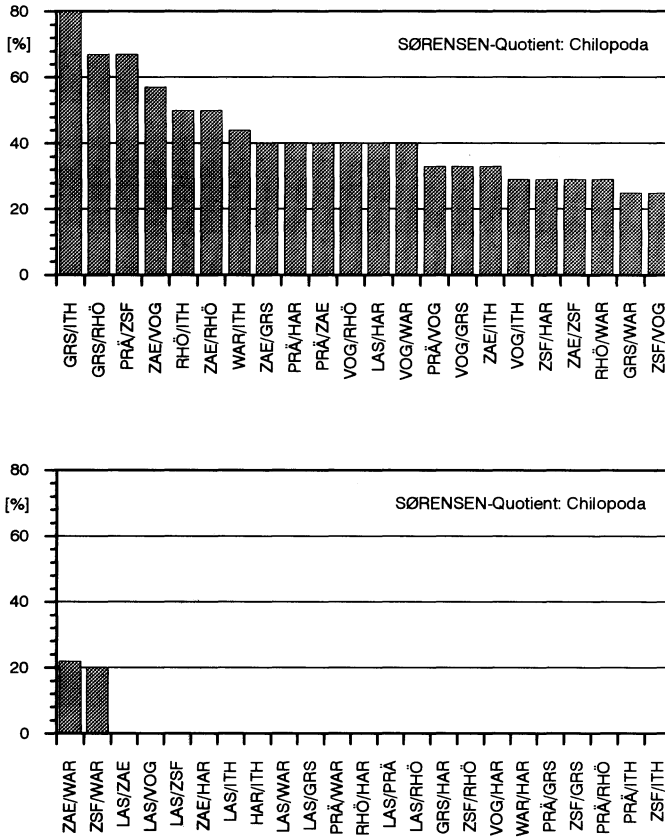


Abb. 21: Ähnlichkeit (SQ) der Chilopoden-Fauna der Standorte.

zeigt eine Abnahme der Ommatidien-Zahl entlang eines Süd-Nord-Gradienten. Eine statistische Prüfung kann aufgrund des derzeit verfügbaren geringen Daten-Materials nicht durchgeführt werden.

Hervorzuheben ist, daß bei einigen Tieren Asymmetrie zwischen linkem und rechtem Auge beobachtet wurde (unterschiedliche Ommatidien-Anzahl). Beispielhaft werden hier 18/16 bei männlichen Tieren aus PRÄ und 15/16 bei weiblichen Tieren aus VOG angeführt. Darüber hinaus ergaben sich solche Differenzen auch für einzelne Exemplare aus allen anderen Untersuchungsgebieten, in denen *Leptusa simoni* festgestellt wurde. Über die Population vom Taufstein am Vogelsberg kann derzeit keine Aussage gemacht werden (das einzige bislang vorliegende Exemplar weist keine Asymmetrie auf). Die festgestellten Unterschiede zwischen linker unter rechter Kopfseite liegen im Bereich von 1-2 Einzelaugen. Unter Berücksichtigung dieser Tatsache ist die Streuung der Tabellenwerte nachvollziehbar.

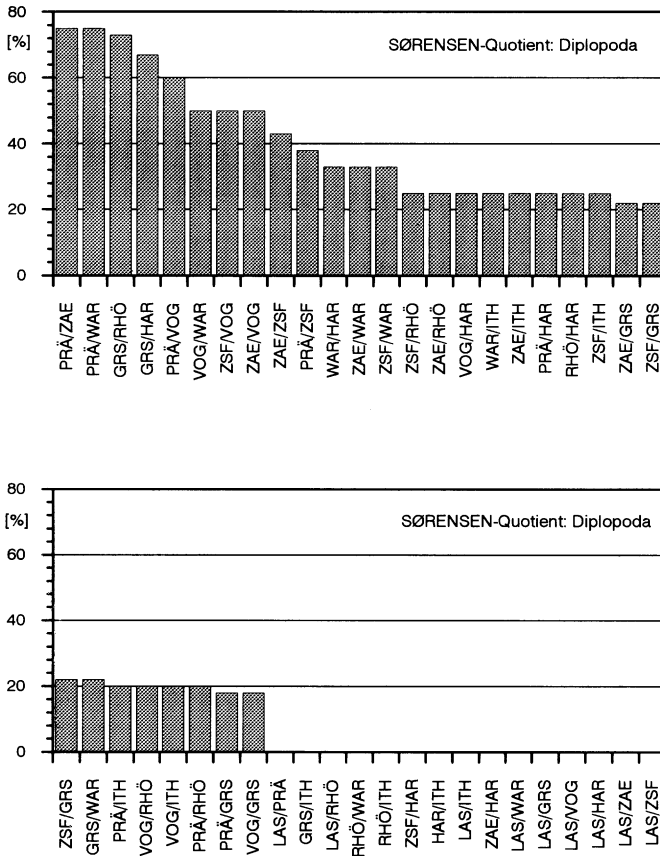


Abb. 22: Ähnlichkeit (SQ) der Diplopoden-Fauna der Standorte.

E. Diskussion

I. Mikroklima-Messungen

1. Methode

Die ermittelten Meßwerte sind hauptsächlich zur thermischen Differenzierung innerhalb eines Standortes geeignet, weniger jedoch für Vergleiche zwischen verschiedenen Lokalitäten. Das liegt daran, das eine für vergleichende Untersuchungen des Mikroklimas notwendige gleichzeitige Daten-Aufzeichnung aufgrund der vorhandenen Geräte (geringe Anzahl, kein Datenlogger) und der großen Distanzen zwischen den Untersuchungsgebieten nicht möglich war.

Meßfehler. – Bei der Temperatur- und Feuchte-Messung können gerätebedingte Meßfehler vernachlässigt werden, da es in der vorliegenden Arbeit ausschließlich um die Darstellung der Relationen der untersuchten Bereiche geht. Bei südlich exponierten Halden unterliegt hingegen die Ermittlung der Felsoberflächen-Tem-

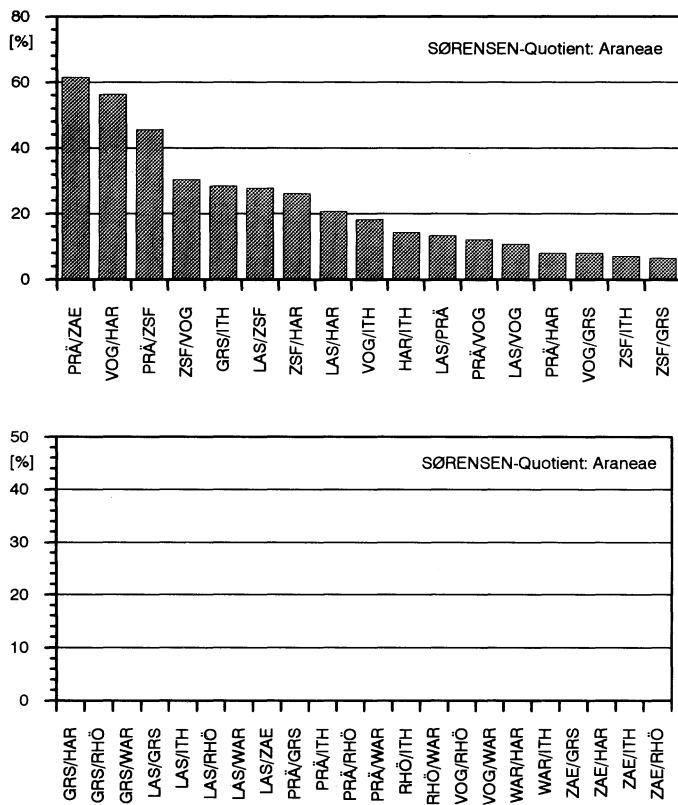


Abb. 23: Ähnlichkeit (SQ) der Araneen-Fauna der Standorte.

peratur strahlungsbedingten Schwankungen. Die zur Temperatur-Messung in 2 m Tiefe (nur ZSF und VOG) eingesetzten Kunststoff-Rohre wirken sich auf die Luft-Zirkulation im Spaltensystem aus; deshalb können die gemessenen Werte in jedem Fall durch Außentemperaturen beeinflusst werden. Über die Größe dieser Veränderung können keine Angaben gemacht werden. Strömungswerte der austretenden Kaltluft wurden exemplarisch (bei ZSF) mit dem thermischen Anemometer ermittelt. Die für andere Standorte durchgeführten Schätzungen beziehen sich auf die in ZSF ermittelten Absolutwerte.

Meßpunkte. - Die Auswahl und Anzahl der Meßpunkte hing von der Zahl der verfügbaren Meßgeräte ab. An einem Standort gleichzeitig im Einsatz befanden sich maximal drei Geräte (3 Stationen: Haldenfuß, Umgebung und Felsoberfläche). Die vollständige Erfassung sämtlicher Windröhren einer Blockhalde ist nur durch den Einsatz einer großen Anzahl gleichzeitig verschalteter Thermo-Sensoren möglich. In der vorliegenden Untersuchung beschränkte sich die Messung der Temperaturen am Haldenfuß auf jeweils *einen* Kaltluft-Austritt. Die so ermittelten Temperatur-Werte spiegeln damit nicht unbedingt den kältesten Punkt einer Blockhalde wider.

2. Untersuchungsgebiete

Der Umfang der Meßdaten der einzelnen Standorte weist große Unterschiede auf. Nicht repräsentative, stichprobenhafte Messungen liegen für die Gebiete GRS, RHÖ und ITH vor. Dort konnte jeweils nur ein Meßgerät an einem Tag eingesetzt werden; Windröhren ließen sich bislang nicht nachweisen. Als relativ

gut erfaßt dürfen LAS, EPP, ZSF, VOG und DOR gelten. Hier liegen z. T. Langzeit-Messungen vor, welche Hinweise auf die Existenz von Permafrost-Böden liefern.

Tab. 16: Ommatidien-Zahlen der Augen von *Leptusa simoni*. - *w*: weibliche Tiere; *m*: männliche Tiere; *F*: Fallenfänge; unbezeichnete Ziffern: Gesiebe-Proben.

PRÄ		VOG		TAU	RHÖ		ITH	
w	m	w	m	m	w	m	w	m
14	F18/16	F16	F16	15	14/13	12	11	13
14		F17	F16			14	11/12	14
		F15/16	F17			14		

3. Thermische Gliederung der Blockhalden

Aufgrund der vorliegenden Ergebnisse kann für die Gebiete LAS, EPP, PRÄ, ZSF, VOG, HAR eine gleichlautende thermische Gliederung vorgenommen werden: die deutlich voneinander zu trennenden Bereiche betreffen den Haldenfuß (Kaltluft-Austritt) die Haldenoberfläche und das Haldeninnere (Abb. 30).

Haldenfuß. - Diese thermisch deutlich abgrenzbare Zone ist gekennzeichnet durch Kaltluft-Abfluß oder - bei vorgelagerten Mulden - durch Bildung eines Kaltluft-Sees (deutlich ausgeprägt bei Eppan in Südtirol).

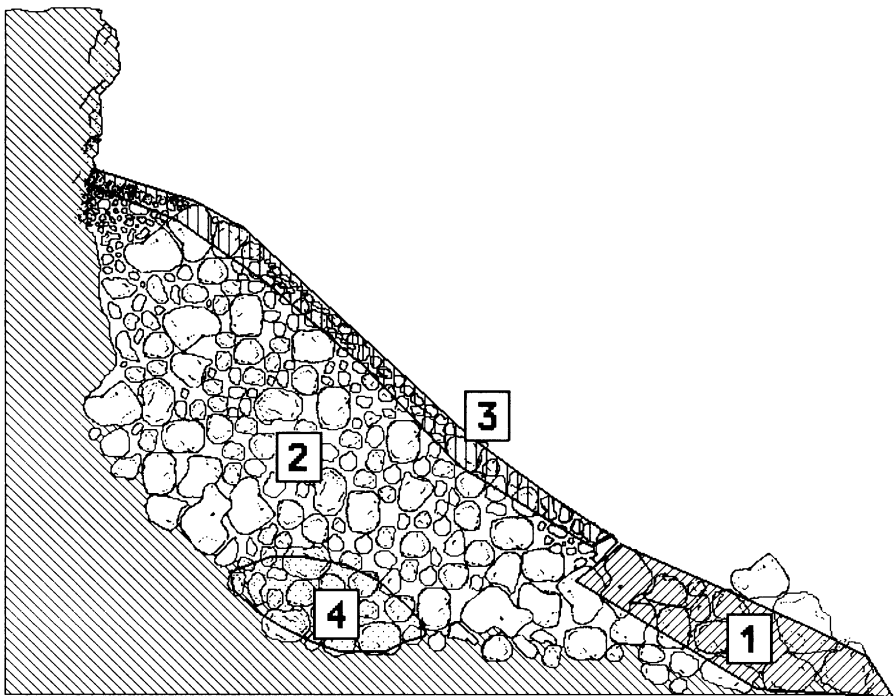


Abb. 30: Thermische Differenzierung.

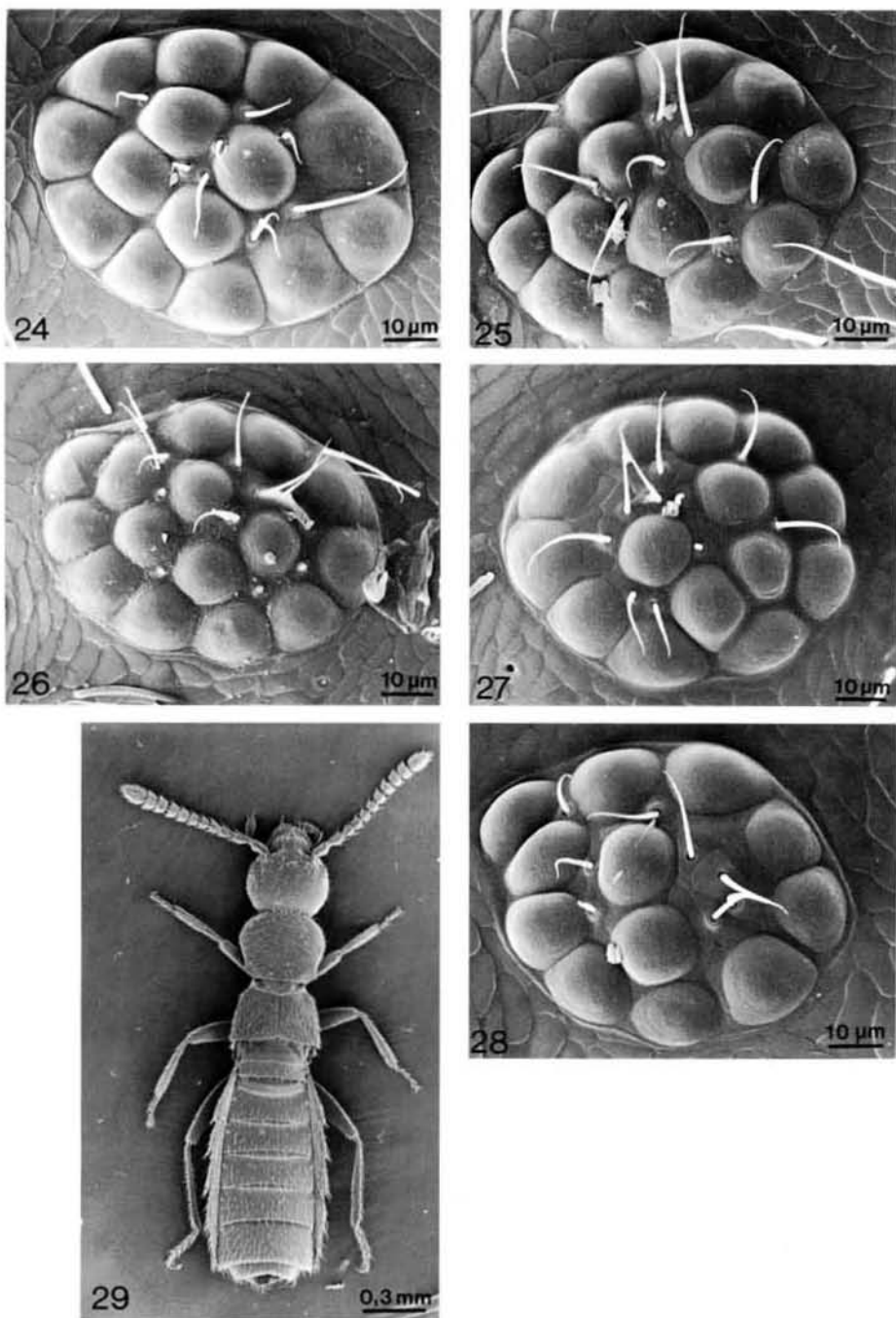


Abb. 24-29: *Leptusa simoni*. - 24-28: Augen von Tieren aus verschiedenen Untersuchungsgebieten: 24) PRÄ, 25) VOG, 26) TAU, 27) RHÖ, 28) ПТН. - 29) Habitus.

Die ausströmende Kaltluft beeinflusst die oberflächennahe Bodentemperatur nur wenige Meter entfernt vom Austritt am Haldenfuß. Ihr Einfluß auf den Tiefenbereich ist bislang unbekannt. Es ist anzunehmen, daß die hier erwähnten Blockhalden die ausschließliche Ursache für außeralpine Permafrost-Böden in Mitteleuropa darstellen. Ausgehend von den vorliegenden Langzeit-Messungen an den Kaltluft-Austritten in ZSF und VOG liegen dort die zu erwartenden Jahresmittel bei ca. 2 °C (makroklimatisches Jahresmittel: 8–10 °C; vgl. Kap. C. I).

Haldenkörper. – Mit einer Mächtigkeit von 50–100 m, zeichnet sich der Haldenkörper durch relativ konstante Temperatur- und Feuchte-Bedingungen aus. Er kann als Höhlensystem verstanden werden und weist eine weitgehende Übereinstimmung mit typischen Bedingungen der Höhlenklimate auf (vgl. TRIMMEL 1968). Ab einer Tiefe von > 1 m gibt es kaum Tages- und nur geringe Jahresschwankungen, bedingt durch Isolationswirkung der oberen Gesteins-Lagen. Die Wirkung dieser Isolationsschicht steht in Zusammenhang mit der Exposition der Halde und der Wärmekapazität des Gesteins. Südlich exponierte Halden können daher unter Umständen erst ab einer Tiefe von über 2 m ein „Höhlenklima“ aufweisen (Änderungen in Abhängigkeit vom jeweiligen Gestein sind möglich). Diese Tatsache ist z. B. bei einem Faunen-Vergleich von großer Bedeutung. Die Annahme einer Existenz eines fossilen Eiskerns im Tiefenbereich des Haldenkörpers bleibt vorerst spekulativ.

Haldenoberfläche. – Je nach Exposition wurden extreme Temperatur-Verhältnisse festgestellt. Unter den ersten Felslagen dieser Zone (< 1 m) herrscht ein trocken-warmes Mikroklima vor. Von besonderer Bedeutung sind die „Warmluft“-Austritte (vgl. Abb. 7), die bei eintretender Winter-Zirkulation an mehreren Standorten nachgewiesen wurden. Sie lassen Rückschlüsse auf die Innen-Struktur der Blockhalde zu. Die durch abschmelzenden Schnee hervorgerufenen Streifenmuster auf der Haldenoberfläche markieren den Endpunkt einer Windröhre. Damit liegt in jedem Fall ein kommunizierendes Spaltensystem im Haldenkörper vor. Über den weiteren Verlauf bis hinunter zum Haldenfuß können jeweils nur vage Angaben gemacht werden, da die Ausrichtung des Windröhren-Systems nicht zwingend linear ausgerichtet sein muß.

II. Fauna

1. Methoden

a) *Fallen*

Der Fallen-Methode entsprechend sind nur Aussagen über die relative Abundanz, d. h. die Aktivitätsdominanz einzelner Arten zulässig (vgl. u. a. JANETSCHKE 1982). Auch ein interspezifischer Vergleich ist strenggenommen nur durchführbar, wenn das „Fängigkeits-Verhalten“ jeder einzelnen Art bekannt ist und damit als Korrekturfaktor Berücksichtigung findet (vgl. SEIFERT 1990). Bei der Aktivitätsdominanz verhalten sich Individuen- und Gewichtsdominanz direkt proportional, d. h. größere, lauffaktivere Formen weisen in der Regel eine größere Wegleistung pro Zeiteinheit auf als kleinere. Darüber hinaus können mit der Bodenfallen-Technik keine Angaben über die Staphyliniden-Besiedlung einer Zoozönose gemacht werden (vgl. LOHSE 1981). Diese für klassische BARBER-Fallen zutreffenden Aussagen gelten nicht für die in der vorliegenden Untersuchung angewandten Fallen-Methode, da neben der horizontalen auch vertikale Verteilungen berücksichtigt werden (vgl. Staphyliniden-Anteil in den Fallen-Fängen Abb. 16). Die Fallen-Anzahl wurde begrenzt, einerseits durch den Zeitaufwand eines Kontrollgangs (ca. 10 Fallen/Tag) andererseits durch die zu überwindene Distanz zwischen den einzelnen Standorten. Die daraus resultierenden Unterschiede in Fallenzahl und Kontrollperiode lassen eine aussagekräftige, quantitativ-statistische Auswertung nicht zu.

b) *Gesiebe-Proben*

In Boden- und Gesiebeproben kommt die stationäre Besiedlungsdichte während des Entnahme-Zeitpunktes zum Ausdruck (absolute Individuendichte), wobei sich Individuen- und Gewichtsdominanz umgekehrt proportional verhalten; d. h. kleinere Tiere sind zahlreicher als größere.

Entsprechend der Fallen-Methode kann auch der Einsatz der Sieb-Technik kein vollständiges Bild der Zoozönose des Fußbereichs der Blockhalde liefern. Bedingt durch Vertikal-Wanderungen im diurnalen oder saisonalen Rhythmus in unzugängliche Tiefen sowie Flucht-Verhalten durch Boden-Erschütterungen (ausgelöst durch Trittbelastung während der Untersuchung), war es nicht möglich alle Arten zu erfassen. Die Probenzahl orientierte sich an der Auslese-Zeit eines Gesiebes (okulare Auslese: ca. 8h/1Probe, anschließend KONZELMANN-Apparat). Gekühlt waren die Gesiebe-Beutel drei Tage ohne größeren Feuchtigkeitsverlust haltbar. An Standorten im submediterranean Klima-Bereich (LAS und EPP) mußte während der warmen Witterung die Auslese in Ermangelung eines Kühlaggregats im Fahrzeug in die nächst höher gelegene kühlere Region verlegt werden, bzw. vor Ort durchgeführt werden. Dabei wurde gelegentlich die natürliche Kühlwirkung der Blockhalden genutzt. Diese Bedingungen führten zwangsläufig zu einer Begrenzung der Proben-Zahl auf maximal drei Gesiebe-Beutel je Standort. Für quantitative Analysen reichen diese Stichproben nicht aus.

c) *SØRENSEN-Quotient*

Zur Beschreibung der Faunen-Ähnlichkeit unterschiedlicher Standorte wurde der SØRENSEN-Quotient ausgewählt, da im Rahmen der vorliegenden Arbeit der qualitative Aspekt der Zoozönose im Vordergrund steht. HUHTA (1979) führte einen Vergleich zur Verwendbarkeit von 16 Ähnlichkeitsindizes durch. Demnach ist das ausschließlich auf Arten-Zahlen beschränkte statistische Verfahren geeignet, auch die zusätzlich erfaßten Tiergruppen (Araneen, Chilopoden, Diplopoden) in die Untersuchung der Faunen-Ähnlichkeit einzubeziehen. Weiterführende Diskussion der Rechenverfahren und mathematische Kritik vgl. JANETSCHKE (1982: 102). Mit den bislang eingesetzten Erfassungsmethoden konnte die Fauna nur lückenhaft erfaßt werden. Ferner liegen nur für wenige Gebiete ähnliche Untersuchungsbedingungen vor (Probenzahl, Kontrollperioden, Untersuchungszeitraum); deshalb können die auf statistischer Berechnung beruhenden Werte nur grobe Orientierungshilfen sein. Mit zunehmenden Daten über die Faunen-Zusammensetzung sind entsprechende Änderungen der Ähnlichkeits-Quotienten zu erwarten.

d) *Diversität*

Die für Zoozönosen anwendbaren Diversitätsberechnungen (z. B. SHANNON-WEAVER oder BRILLOUIN-Index, Methoden vgl. MÜHLENBERG 1989) erfordern sowohl große Stichprobenzahlen als auch die Feststellung der Abundenzen. Die mittels Fallen erhaltenen Individuenzahlen sind darüber hinaus nicht für derartige Berechnungen anwendbar. Deshalb und unter Berücksichtigung der Aussagekraft der angewendeten Methoden wurde vorläufig die Ermittlung der Artenzahl als einfachstes Maß der Diversität gewählt.

2. Arten-Besprechung

Dem gegenwärtigen Kenntnisstand entsprechend, betrifft die Diskussion hauptsächlich die Coleopteren-Arten. Für die übrigen Tiergruppen werden lediglich Hinweise zu außergewöhnlichen Funden geliefert. Die Begründung zur Auswahl der Coleopteren als vorrangige Tiergruppe wurde bereits einleitend gegeben. Tatsächlich unterstützen die Ergebnisse der Untersuchung zur Faunen-Ähnlichkeit, daß Chilopoden und Diplopoden nur wenig zur ökologischen Differenzierung von Blockhalden-Biotopen geeignet sind (weite Verbreitung, Eurytopie und relativ hohe Faunen-Ähnlichkeit zwischen einzelnen Lokalitäten). Ferner zeigen die gefundenen Arten der Chilopoda und Diplopoda keine disjunkte Verbreitung in Mitteleuropa (SPELDA, mdl. Mitt.). Deshalb werden diese beiden Tiergruppen nicht für eine weitere Besprechung herangezogen.

Von den festgestellten Araneen verfügen viele Arten trotz ihrer Stenotopie und Stenökie über große Areale (paläarktisch oder holarktisch).

a) Coleoptera

Einzelheiten zur Verbreitung und Ökologie aller in den Inventar-Listen aufgeführten Arten sind den zusammenfassenden Werken (HORION 1941–1967; KOCH 1989–1992) zu entnehmen. Die Diskussion wird hier auf diejenigen Arten beschränkt, die danach faunistische und ökologische Besonderheiten aufweisen und disjunkt verbreitet sind. Besonderes Interesse verdienen flugunfähige Arten. Literaturdaten zur Verbreitung, Ökologie, Biologie und Phänologie werden mit eigenen Ergebnissen verglichen.

Wenn nicht anders erwähnt, entstammen die Angaben zur allgemeinen Verbreitung dem faunistischen Gesamtverzeichnis von HORION; Daten zur Ökologie gehen auf KOCH zurück.

Zusätzliche Abkürzungen: AV = allgemeine Verbreitung; ÖB = Angaben zur Ökologie und Biologie; UG = Beobachtungen in den untersuchten Gebieten.

Carabidae

Leistus spinibarbis (FABRICIUS, 1775)

AV: Südeuropäisch, mediterran, von Spanien bis Kleinasien, im Norden über Frankreich bis Südengland und Holland verbreitet. Östlich bis nach Böhmen, Mähren und Schlesien.

ÖB: Thermophil, an Wärmestellen, vor allem auf Kalkboden.

UG: Nur in ZSF, in einer Falle in der Warmluft-Zone im oberen Spaltensystem. Obwohl bisher nur in einem Exemplar nachgewiesen, könnte diese Art, entsprechend ihrer mikroklimatischen Ansprüche, autochthon sein. Für den Kaiserstuhl wurden gelegentliche Massen-Vorkommen in warmen Höhlungen im Löß gemeldet (HORION 1941). Neuere Funde in der Vorbergzone des Schwarzwaldes und im Markgräflerland (BAUM & ROPPEL 1976).

Nebria castanea (BONNELLI, 1811)

AV: Gebirge Mittel- und Südeuropas, subalpin-hochalpin. Die Nominat-Unterart in den Zentral- und Westalpen ab 1900 m N.N. Die ssp. *boschi* WINKLER, 1949 in Schwarzwald und Odenwald.

ÖB: Stenotop, silvicol. Gebirgstier, bevorzugt Gelände mit längerer sommerlicher Schneedecke (vgl. DE ZORDO 1979). Die ökologische Angabe „silvicol“ bei KOCH (1989) sollte aufgrund der hier vorliegenden Beobachtungen kritisch betrachtet werden. Die mikroklimatischen Bedingungen, unter denen Aktivität festgestellt wurde, entsprechen weitgehend denen des „Ursprungs-Biotops“, die an Rändern abschmelzender Schneeflächen im Hypolithion im Hochgebirge festgestellt werden können: hohe relative Luftfeuchte, niedrige und relativ konstante Temperaturen.

Die für den Schwarzwald und Odenwald anhand von nur wenigen Belegstücken aufgestellte ssp. *boschi* läßt sich anhand eigener Belege von Schneefeld-Rändern in 2600 m bei Obergurgl, Tirol, morphologisch nicht eindeutig abgrenzen (vgl. BÄNNINGER 1959). An fast 700 Individuen aus den Zastler Eislöchern im Feldberggebiet (vgl. MOLENDI 1989) konnten auch an der kleinräumig isolierten Population bei Individuen aus derselben Falle beide Merkmale angetroffen werden, die zur Abtrennung der Subspezies herangezogen worden waren. Damit entfällt die Berechtigung, eine Subspezies *boschi* abzutrennen. Der Name wird hier nicht länger benutzt. Angaben für die Vogesen aus der Umgebung von „Gebweiler“ (HORION 1941; nach SAINT CLAIRE-DEVILLE 1935) stellen die bislang einzige Meldung der Spezies für das Elsaß dar (nicht durch Material belegt). Weder BÄNNINGER (1959) noch KOCH (1989) geben Belege für die Vogesen an. Auch der Verfasser konnte die Art trotz gezielter Suche in entsprechenden Biotopen weder am Schluchtpaß noch in

den Eislöchern an der untersuchten Blockhalde nachweisen. Die französischen Fundort-Angaben für das Elsaß können deshalb nicht übernommen werden.

UG: In PRÄ, ZSF und ZAS, jeweils nur am Haldenfuß in unmittelbarer Nähe der Kaltluft-Austritte, auf wenige Quadratmeter begrenzt lebende Population. Die gemessenen Werte des Mikroklimas (kein Tagesgang der Temperatur, Jahres-Maximum 10 °C, relative Luftfeuchte ständig über 90%) beschreiben annähernd die Bedingungen, unter denen diese Art ihre größte Aktivität zeigt. Die in den Zastler Eislöchern (785 m ü.M.) festgestellte diurnale Aktivität (Nacht-Aktivität) scheint mit einem Stratum-Wechsel verbunden zu sein. Tagsüber entnommene Bodenproben, auch tieferer Schichten, konnten weder am Fuß von ZSF noch in ZAS ein Individuum dieser Art zu Tage fördern. Erst nach Einbruch der Dunkelheit wurden vermehrt Exemplare (auch in PRÄ) in den oberen kalt-feuchten Laubschichten beobachtet. Die erhöhte Aktivität spiegelt sich daher nur in den Fallenfängen wider. Tagsüber hält sich *Nebria castanea* anscheinend im unzugänglichen Spaltensystem am Fuß der Halde auf. Die beobachteten Differenzen in der Larval-Morphologie der voneinander isolierten Populationen aus ZSF und PRÄ betreffen die Setenbildung der Urogomphi und Kopfkapsel-Bildung. Nach der aktuellen Larval-Taxonomie der Gattung *Nebria* (KLAUSNITZER 1991) sind diese noch nicht beschrieben. Es ist anzunehmen, daß im außeralpinen Mitteleuropa sämtliche *Nebria castanea*-Populationen aufgrund ihres stenöken Verhaltens (kleinräumige Kaltluft-Standorte) und ihrer begrenzten Ausbreitungsmöglichkeiten (Flugunfähigkeit) ihre „Rettungsinseln“ mit dem Abklingen des letzten Glazials „bezogen“ haben; seither dürfte der Genfluß unterbrochen sein. HOLDHAUS (1954: 262) sieht in der Existenz von Relikt-Arealen im Schwarzwald und Odenwald den Beweis, „daß die Art während der Eiszeit über eine einheitliche Tundrenlandschaft so weit gegen Norden vorzudringen vermochte“. Mögliche Subspeziationen, welche C. HUBER gegenwärtig für die schweizerische *Nebria raetzeri* (zwischen der Alpen- und Schweizer Jura-Population) überprüft (in litt.), sind auch für die *Nebria castanea*-Populationen des Schwarzwaldes anzunehmen.

Nebria germari HEER, 1837

AV: Hochalpine Art der Alpen und Gebirge in Bosnien und Herzegowina. In den Alpen die Linie Rheintal-Albula-Berninapaf nach Westen nicht überschreitend (Verbreitung: vgl. BÄNNINGER 1949). Zur Verbreitung der Unterarten in den norditalienischen Alpen vgl. MAGISTRETTI (1965).

ÖB: Lebt hypolithisch am Rande abschmelzender Schneeflächen, ähnlich *Nebria castanea*. Nach KOCH (1989) stellen Moränen, Schuttflächen und nordexponierte Schneeränder das bevorzugte Habitat, wo die Art „vor allem auf vegetationslosem nassem Schotterboden mit langer Schneebedeckung“ zu finden ist.

UG: Nur in LAS. In der Vertikal-Verbreitung der bisher tiefst gelegene Fundort dieser hochalpinen Art.

Pterostichus negligens (STURM, 1824)

AV: Sudeten, Hohe Tatra. Montane Art (selten unter 1150 m N.N.). In Schlesien im Riesengebirge nicht selten unter Steinen. Isolierte Populationen im tschechischen Erzgebirge: Geisingberg bei Altenberg (800 m); Kleißberg bei Hayda (750 m), vgl. HORION (1941: 285). Isoliertes Vorkommen am Zobtenberg in Schlesien südwestlich von Breslau. „*Pterostichus negligens* ist nach SCHATZMAYR (Bestimmungstab. Pterost., Wien 1942: 77) wahrscheinlich konspezifisch mit dem von der Halbinsel Kanin beschriebenen *Pt. kaninensis* POPP“ (HOLDHAUS 1954: 320).

ÖB: Stenotope, montan-hochalpine Art, die sich an Schneerändern aufhält.

UG: Nur in HAR. Verhält sich ähnlich *Nebria castanea*: nicht in Gesieben, nur in Fallen im Kaltluft-Bereich. Vermutlich ebenfalls nachtaktiv, und nur dann in der oberen Zone des Spaltensystems. Das Vorkommen im Harz war bislang nicht bekannt (neu für Deutschland).

Pterostichus panzeri (PANZER, 1805)

AV: Oreoalpin; Zentral- und Ostalpen, vor allem in den nördlichen Kalkalpen, Jura und Schwarzwald. Nach HORION (1941) fällt in den Urgebirgs-Alpen ein fast ausschließliches Vorkommen an Bergen aus Kalkgesteinen auf, so als käme diese Art nur auf Kalkböden vor. Einziges deutsches Vorkommen im Südschwarzwald (PAULUS 1982). *Pterostichus panzeri* zählt zoogeographisch zu den „postglazialen Rückwanderern“ (HOLDHAUS 1954).

ÖB: Eurytop, hygrophil; alpine Gras- und Felsenheiden oberhalb der Baumgrenze, Lawinen-Rinnen (KOCH 1989). Nach MARGGI (1992) zeigen sich die Imagines subalpin von Mai–Oktober und alpin von Juni–August unter Steinen, in Geröllhalden sowie im Schotter von Bachbetten. Zur Kalkbindung schreibt er: „Beim Vergleich des Vorkommens von *P. panzeri* mit der geologischen Karte fällt die Übereinstimmung mit Kalkuntergrund deutlich auf (petrophile Art auf Kalk). In Bachbetten mit Kalkgesteinsgeschiebe dringen die Käfer in Nicht-Kalkgebiete vor ...“ (MARGGI 1992: 281).

UG: Aus dem Schwarzwald bisher nur vom Feldberg und Belchen (BAUM 1989) in Bachschotter und Lawinen-Rinnen an Nordhängen über 900 m ü. M. Für die Vogesen bisher nicht nachgewiesen. Ein Exemplar in ZSF in einer Falle am oberen Haldenkörper.

Abax exaratus DEJEAN, 1828

AV: Südseite der Penninischen Alpen. Die Form *parallelepipedus* DEJEAN ist östlich des Gardasees bis in die Julischen Alpen verbreitet (MARGGI 1992).

ÖB: Waldart in montaner bis subalpiner Lage (MARGGI 1992).

UG: Nur in LAS in mehreren Exemplaren in Fallen im epigäischen Bereich des Haldenfuß.

Licinus hoffmannseggi (PANZER, 1779)

AV: Montan-hochalpin; Gebirge des südlichen Mittel- und Südosteuropa, vom Französischen Zentralplateau über Jura, Vogesen, süddeutsche Gebirge zu den Alpen, Karpaten und Balkan.

ÖB: Wälder, Latschenzone, Grasheide, Schneedolinen, am Fuß von Felswänden. Hygrophil, möglicherweise kalkhold. Nach MARGGI (1992) zeigt diese Art ihr Kalkbedürfnis vor allem durch das häufige Auftreten im Schweizer Jura.

UG: Vogesen, in Bergwäldern unter Moos, in alten Baumstämpfen; sehr selten und vereinzelt. Im Schwarzwald bisher nur eine Meldung (1924: 1 Exemplar, Hohe Möhr) und Wutachschlucht (ROPPEL 1990). Aus Südbaden vom Dinkelberg von SCHILLER (1979) mehrfach unter Rinde von Ulme und Buche im August 1977 festgestellt. Vom Verfasser in einer Falle in ZSF nachgewiesen.

Catopidae

Die meisten Arten der Catopidae sind Höhlenbewohner (vgl. STROUHAL & VORNATSCHEK 1975) bzw. „Klasobionten“ im Sinne von NEUHERZ (1979); sie werden auch häufig in Säugetier-Gängen und -Nestern gefunden. Oberirdisch lassen sie sich oft an Kadavern und faulenden Pilzen nachweisen. In Mitteleuropa sind nur wenige Arten mit „echten Höhlenanpassungen“ vertreten (vgl. SZYMCAKOWSKI 1971).

Choleva nivalis (KRAATZ, 1856)

AV: Montan, deutsche Mittelgebirge (Harz, Rhön, Thüringer und Böhmer Wald) und Alpen. Österreich, Norditalien und Frankreich, Apennin in der Toskana. Stets sehr selten.

ÖB: Necrophil, hygrophil und pholeophil. Feuchte Dolinen, Bachufer und Höhlen. Die Angabe „eurytop“ (KOCH 1989) kann in Anbetracht der bekannten abiotischen Umstände – auch von anderen Fundorten – nicht akzeptiert werden.

UG: Erst in jüngster Zeit in nur einem Exemplar vom Belchen-Nordhang in 1100 m ü. M. im Schotter einer steilen Bachrinne (BAUM 1989) für den Schwarzwald belegt. Aus der Wutachschlucht von ROPPEL (1990) nachgewiesen. Für die Vogesen liegen keine Meldungen vor. In ZSF in Bodenfallen und Gesieben im Bereich des Kaltluft-Austritts. Der Nachweis durch Bodengesiebe an den Stellen der Fallenstandorte belegt, daß sich hier eine Population dieser Art dauerhaft hält. Die vermutete Nacht-Aktivität (stark assoziiert mit *Nebria castanea* in den kalt-feuchten Laubschichten in den Spalten am Kaltluft-Austritt) lassen aufgrund der Gesiebedaten ebensowenig auf die absolute Abundanz schließen wie die geringere Individuenzahl dieser Art in den Bodenfallen. Die Beobachtungen dürften (über den bisherigen Einzelfund hinaus) als erster Nachweis einer stabilen Population für den Schwarzwald gelten. Das Vorkommen in dieser tiefen, südexponierten Lage möchte ich mit der „Atmungsaktivität“ dieser Halde erklären. In PRÄ ließ sich ebenfalls eine Population im Kaltluft-Bereich der Blockhalde nachweisen. Bei der Determination unter Berücksichtigung der Genitalstrukturen zeigten sich morphologische Differenzen, die einer genaueren Untersuchung bedürfen.

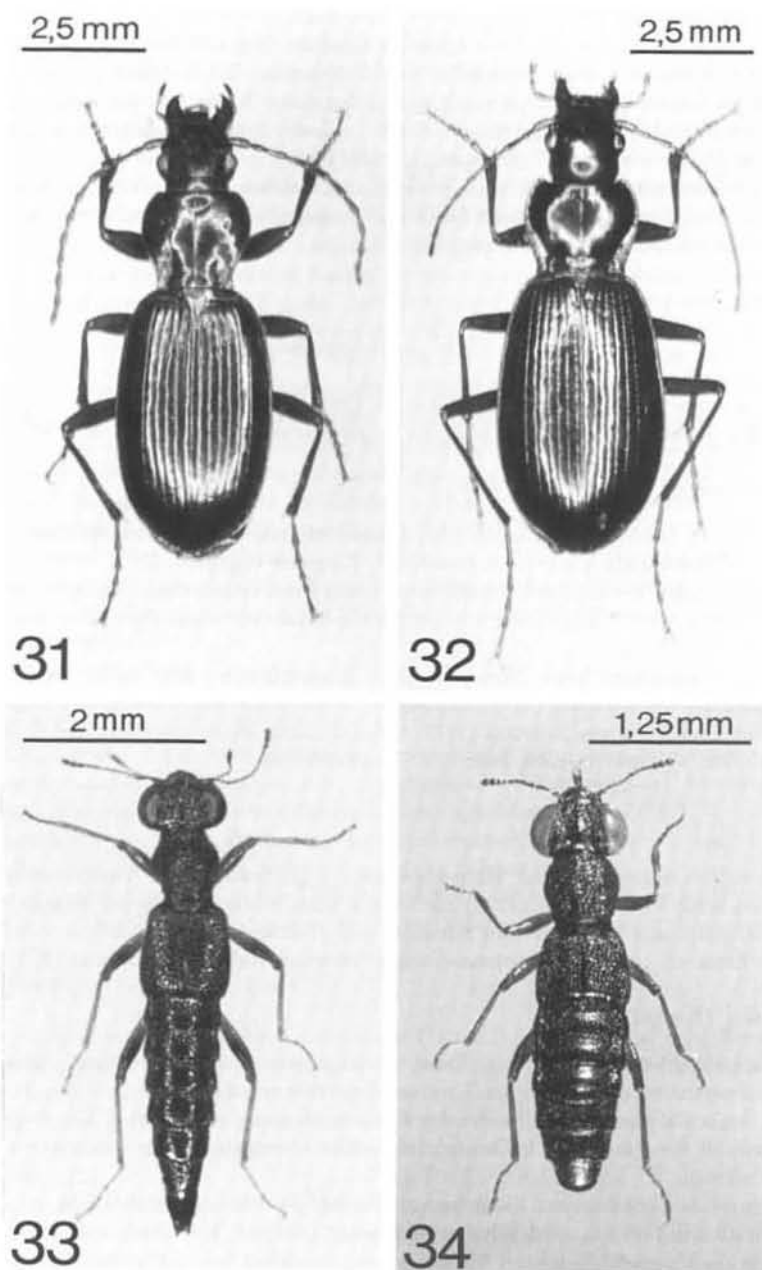


Abb. 31-34: *Pterostichus negligens*; *Nebria castanea*; *Stenus glacialis*.; *Stenus montivagus*.

Scydmaenidae

Neuraphes coronatus SAHLBERG, 1881

AV: Boreomontan: Einerseits in Norwegen, Schweden, Finnland, Kola-Halbinsel und Russ. Karelien, andererseits in Frankreich (Auvergne-Montagne), Alpen, Schwarzwald, Böhmerwald, Harz, Sudeten und Karpaten.

ÖB: Humicol, lebt in felsigen Biotopen in Bodenstreu und Moos, unter faulendem Farn und im Rohhumus unter *Pinus cembra*. Ernährt sich von Milben.

UG: Im Schwarzwald nur drei Fundorte: Feldseeufer, im Moos auf Steinen (ein Exemplar im Jahr 1910, vgl. HORION 1951, HARTMANN 1924), Hang des Belchen und im felsigen Karwald am Nonnenmattweiher (vgl. BAUM 1989). Aus den Vogesen keine Meldungen. Es konnten zwei Individuen in Falle VOG im Fußbereich der Blockhalde im Sommer 1990 nachgewiesen werden: Erstnachweis für die Vogesen. Keine Nachweise aus den übrigen Untersuchungsgebieten.

Staphylinidae

Proteinus crenulatus PANDELLÉ, 1867

AV: West- und Mitteleuropa, montan-subalpin (HORION 1969).

ÖB: Humicole und phytodetricolore Art, die im subalpinen Bereich in der Grünerlen- und Mattenzone lebt. Bevorzugt kühl-feuchte Standorte.

UG: In ZSF mehrfach in Fallen am Fuß der Halde und im mittleren freien Felskörper (Falle), sowie in Gesiebe-Proben bei 1,8 °C in nassen Laublagen am 03.05.1989. Sonst im Schwarzwald nur auf dem Belchen (vgl. SCHILLER 1989).

Omalium nigriceps KIESENWETTER, 1850

AV: Westeuropäisch, montan-subalpine Art, von Nordspanien, Pyrenäen über die westlichen Alpen (Italien, Frankreich) bis zu den Vogesen und östlich noch den Schwarzwald erreichend. Bildet die westeuropäische Vikariante zu *Omalium ferrugineum* KRAATZ (vgl. HORION 1954, 1961a).

ÖB: Stenotop, in Rohhumus, Nadelstreu und in Moos unter Fichten. Im Schwarzwald, und damit für Deutschland, erst 1951 im Feldberggebiet an der Todtnauer Hütte (1200 m) in 4 Exemplaren von HORION (1954, S. 97) nachgewiesen. In den Vogesen häufig und an zahlreichen Fundorten.

UG: In VOG neben *Leptusa simoni* die dominante Art am Fuß der Halde, in Gesieben und Fallen im Felsspalten-System. Keine Belege aus ZSF, ZAS und PRÄ im Schwarzwald.

Lathrimaeum melanocephalum (ILLIGER, 1794)

AV: Boreomontan; Skandinavien, Mitteleuropa, von Frankreich bis Polen und Tschechoslowakei sowie Italien und Balkan (vgl. ZANETTI 1987). HORION (1954) gibt für Mitteleuropa nur montane Verbreitung an, mit vereinzeltem Vorkommen im Nordosten (westlich bis Hamburg). Da hier eine klare unbesiedelte Zone das Nord- vom Südaereal trennt, stellt HORION sie zu den boreomontanen Arten.

ÖB: Imagines von Herbst-Frühjahr, häufig in Pilzen und unter verpilzter Laubstreu (fungicol, humicol) in Wäldern.

UG: Für beide Gebirge gemeldet. Mehrere Fundorte im Feldberggebiet, vor allem im oberen Zastlertal (HORION 1954). Ausschließlich in den Fallen im Fußbereich von ZSF. Von den gefundenen *Lathrimaeum*-Arten war *L. melanocephalum* nicht in Gesieben nachweisbar. In der vorliegenden Untersuchung keine Nachweise aus den Vogesen.

Eudectus giraudi REDTENBACHER, 1858

AV: Montan-alpin. Fennoskandien, Sibirien, Sudeten, Beskiden, Karpaten, Siebenbürgen, Alpen (ZANETTI 1987).

ÖB: Stenotop, silvicol, corticol, muscicol. In der Streu von *Pinus cembra*.

UG: Nur in EPP bei Bozen, sonst in Südtirol nur bei 2000 m am Fuß von *Pinus cembra* (PEEZ & KAHLER 1977).

Stenus guynemeri DUVAL, 1850

AV: West- Süd- und südliches Mitteleuropa, Nordafrika (PUTHZ 1971). Die Angabe „oreoalpine Verbreitung“ in Mitteleuropa geht auf HORION (1954) zurück; er weist auf eine diskontinuierliche Ost-West-Verbreitung hin. In Deutschland nur im Schwarzwald und in den Alpen.

ÖB: Stenotop, hygrophil und muscicol. An nassen vermoosten Felswänden und Schotterhängen vor allem in Kalkgebieten. Auch in der Nähe von Wasserfällen.

UG: Im Schwarzwald vom Feldberggebiet (oberer Zastlerbach), Todtnauberg und Wutachschlucht. SCHILLER (1989) fand am Belchen-Nordhang (750 m) ein Exemplar aus Moos an Bachufer. Keine Meldungen aus den Vogesen. In ZSF konnten am 05.05.1990 an einer überhängenden Felswand oberhalb der Blockhalde am Nährfelsen (780 m ü. M.) mehrere Exemplare an nassen Lebermoosen beobachtet werden, die mit aus Spalten austretendem Wasser versorgt wurden.

Stenus glacialis HEER, 1839

AV: Boreomontane Art des atlanto-alpinen Typus, im Nordareal nur in Gebirgen Schottlands (HORSFIELD 1992). In Mitteleuropa in den Alpen und den höheren Mittelgebirgen; Mecklenburg (RABELER 1931); Ith bei Hannover (ASSING 1986).

ÖB: Stenotop, humicol. Schluchtwälder. Alpin in der Legföhren-Region im Detritus von *Rhododendron*. Im Rheinland in Steinbrüchen und Ritzen alter Weinbergsmauern, unter feucht liegenden Steinen und im Stamm-Moos und Mulm alter *Salix*- und *Ahnus*-Stämme. Auch im Felsschutt in der Nähe von Wasserfällen. Eine stärkere Bindung an das Lithoklasal wird bestätigt durch die ersten Funde im Felsenmeer (Odenwald) bei Heidelberg im Jahre 1944, dort wo *Nebria castanea* ihren nördlichsten, außeralpinen Standort aufweist. Funde im Rheinland (an Felsstürzen am Drachenfels, Wolkenburg und im Ahrtal in Weinbergen) veranlaßten, ein „thermophiles Verhalten“ dieser Art zu diskutieren. Derartige Vorstellungen beruhten auf unzulänglicher Kenntnis mikroklimatischer Verhältnisse im Lithoklasal und dem allgemeinen Mangel an Beobachtungsdaten über kleinräumige, abiotische Fundumstände.

UG: Für das Feldberggebiet hat HORION (1954) die Spezies noch nicht nachweisen können. Bisher auch keine Belege vom Belchen. Sonst nur Einzelfunde aus benachbarten Gebieten im Schwarzwald und der Wutachschlucht. In ZSF im Kaltluft-Austritt am Fuß der Halde in Fallen und Bodengesiebe jeweils bei +4°C am 09.06.1989. In ITH keine eigenen Nachweise für 1992. Funde von ASSING (1986, sowie mdl. Mitt.) bestätigt.

Stenus montivagus HEER, 1839

AV: Montan-subalpin, Gebirge Mitteleuropas, Hessen, Thüringen, südliches Rheinland und Harz.

ÖB: Stenotop, humicol. Matten unter Laub und Moos; im Stamm-Moos an *Fagus*- und *Acer*-Arten.

UG: Im Schwarzwald ab 800 m Meereshöhe aufwärts relativ häufig in Moosen. In den Vogesen seltener. Mit Ausnahme von LAS, EPP und HAR im feucht-kalten Fußbereich der Blockhalden aller Untersuchungsgebiete anzutreffen. Diese Art kann zu den typischen Blockhalden-Staphyliniden gezählt werden. Im Gegensatz zu *Leptusa simoni* ist *Stenus montivagus* jedoch hauptsächlich in der oberen Bodenstreu im Fußbereich der Halden anzutreffen.

Quedius limbatus HEER, 1834

AV: Montane Art, nord- und mitteleuropäisch, bis zum Kaukasus, Balkan und Turkestan verbreitet (SMETANA 1962).

ÖB: Bevorzugt in Mooren und in der Grünerlen-Region. In der Laub- und Nadelstreu sowie in feuchtem Moos (auch *Sphagnum*).

UG: In Schwarzwald und Vogesen verbreitet. In der umfangreichen Untersuchung des Belchen im Schwarzwald kein Nachweis (SCHILLER 1989). Im Feldberggebiet mehrfach (HORION 1951). In Fallen und Gesieben in fast allen Blockhalden (LAS, PRÄ, ZAS, VOG, ZSF, WAR, GRS) vorhanden. In ZSF auf der gesamten Fläche der untersuchten Blockhalde fast in allen Fallen verteilt. Dort insgesamt in Fallen häufiger als in Bodengesieben. In VOG finden sich umgekehrte Verhältnisse: dort ist *Q. limbatus* HEER in den Bodengesieben am Haldenfuß häufiger anzutreffen als in den Fallen im Felsspalten-System.

Quedius limbatoides COFFAIT, 1963

Die gefundenen weiblichen Individuen wurden den (nach dem Genitale determinierten) männlichen Exemplaren zugeordnet, wenn sie ohne Anwesenheit von *Q. limbatus* in derselben Probe vorkamen. Ebenso verfahren wurde mit weiblichen Tieren der Art *Q. limbatus*. Eine klare Unterscheidung weiblicher Tiere ist zwischen *Q. limbatoides* und *Q. limbatus* nicht möglich.

AV: In Gebirgen von Rumänien über die Tschechoslowakei und den Alpen bis zu den Vogesen nachgewiesen.

ÖB: Unbekannt. Sicher ähnlich *Q. limbatus*.

UG: Nur in VOG. Die Möglichkeit, daß sich unter den Angaben für *Q. limbatus* (betrifft vor allem weibliche Tiere) Vertreter von *Q. limbatoides* verbergen, kann noch nicht ausgeschlossen werden. Die hier zu beiden Arten gemachten Angaben sind daher unter diesem Aspekt kritisch zu betrachten.

Mycetoporus mulsanti GANGLBAUER, 1895

AV: Montane Art in Europa (ohne Nordwesten), Kaukasus, Nordafrika im Atlasgebirge. In Mitteleuropa im Süden in montanen Bereichen stärker verbreitet. Nach HORION (1967) ist diese Spezies nicht rein boreomontan verbreitet, da aus der ostdeutschen Ebene einzelne Meldungen vorliegen.

ÖB: Über die Lebensweise der meisten *Mycetoporus*-Arten ist noch nichts Genaues bekannt. *M. mulsanti* lebt im Moos auf Steinen und Felsblöcken (auch im *Sphagnum*) in Nadelwäldern, Matten, Mooren und in der Grünerlen- und Latschenregion. Im Schwarzwald aus dem Feldberggebiet, Fahrnau, Neuenburg, Wutachschlucht (vgl. HORION 1967, S.3–5) und vom Belchen bekannt (SCHILLER 1989). Aus den Vogesen keine Meldungen.

UG: Nur in ZSF in Fallen am Fuß und im mittleren vermoosten Bereich der Halde.

Mycetoporus inaris LUZE, 1901

AV: Boreoalpin, Nord- und Mitteleuropa: in Nordeuropa im hohen und höchsten Norden (Halbinsel Kola, Lappmarken, Finnmarken), in Finnland und Schweden auch stellenweise in südlichen Gebirgen. In Mitteleuropa bisher nur aus den Ostalpen in Österreich bekannt.

ÖB: Oft über 2000 m ü. M. in Matten und Moränen, unter Graswurzeln und in Moos. Bisher keine Nachweise außerhalb der Alpen.

UG: Ein Exemplar aus Gesiebe der NO-exponierten Halde am Kleislehof gegenüber von ZSF gelegen. Das Vorkommen gilt als Neufund für Deutschland. Die Überprüfung der Determination übernahm WUNDERLE, Mönchengladbach. Durch diesen Fund erweist sich diese Spezies nach den Verbreitungstypen von HORION (1951) als „oreo-alpine“ Art.

Leptusa globulicollis MULSANT REY, 1853

AV: Montan-subalpine Art in Südwesteuropa und im südwestlichen Mitteleuropa, dort von NW-Österreich bis in die Pfalz.

ÖB: Unter Laub und Moos am Fuß und im Stamm-Moos alter Bäume (*Acer*, *Fagus* u. a.) unter feucht-liegenden Steinen und Moos-Polstern; auch in Nestern von Maulwurf und Murmeltier. Aus beiden Gebirgen gemeldet. Im südlichen Schwarzwald aus dem Feldberg-Gebiet, Schauinsland und Belchen.

UG: In ZSF, PRÄ und VOG ausschließlich in Gesieben am Haldenfuß.

Leptusa flavicornis BRANCSIK, 1874

AV: Montan-subalpine Art im südöstlichen Mitteleuropa. Böhmen, Mähren, Sachsen und Alpen.

ÖB: Hygro- und pholeophil, humi- und muscicol. In Nadelwäldern, in der Matten- und Krummholzregion (KOCH 1989). In Böhmen auch aus Blockhalden gemeldet (RUZICKA 1988, RUZICKA et al. 1989). Findet sich sonst in morschen Fichtenstämmen und faulenden Stubben von *Picea* sowie unter dicken Laublagen, Graswurzeln, modernder Nadelstreu, feuchtem Moos und in Mulm unter *Vaccinium*.

UG: Für den Schwarzwald gemeldet (vgl. LOHSE 1974), jedoch keine Angaben bei KOCH (1989), auch keine Belege für den Belchen, wo nur *L. simoni* und *L. globulicollis* nachgewiesen wurden (vgl. SCHILLER 1989). Genaue Fundort-Angaben für den Schwarzwald werden in der Literatur nicht angegeben (vgl. KOCH 1989; LOHSE 1974). HORION (1951) gibt nur *L. simoni* und *L. globulicollis* für das Feldberg-Gebiet an. Nur in

ZSF, dort nicht nur die häufigste *Leptusa*-Art, sondern in den Fallen die aktivste und in fast allen Gesieben die dominante Art. In VOG nicht vorhanden. Nach den bisherigen verlässlichen Biotop-Angaben von RUZICKA (1988) und den hier vorliegenden Ergebnissen scheint diese Art eher lithophil oder lithobiont zu sein. Verstärkte Winteraktivität (Dezember-Februar) in den Fallen. In Gesieben am Haldenfuß konnten bei Temperaturen zwischen +1,7 °C, 100% RF und +4,2 °C, 95% RF (jeweils Dezember und im Mai) regelmäßige Individuen nachgewiesen werden. Eine ausschließliche Winter- und Frühjahrs-Aktivität gilt anscheinend nur für den oberen Haldenbereich, dort wo die relative Luftfeuchte im Bereich der Einbau-Tiefe der Fallen im Sommer zu gering ist (vgl. auch Angaben zu *L. simoni*).

Leptusa simoni EPPELSHEIM, 1878

AV: Montan-Subalpin. Galt nach HORION (1967) bisher als Endemit von Schwarzwald und südlichen Odenwald (Felsenmeer). Da *L. wolfrumi* (LOHSE) und *L. inopinata* (SCHEERPELTZ) von PACE (1983) als Subspezies von *L. simoni* gewertet und von FOCARILE (1983) sogar mit *simoni* synonymiert werden, wird hier auf weitere Angaben verzichtet.

ÖB: Die Art ist nach KOCH (1989) stenotop, hygrophil, pholeophil, silvicol und musicol. Wintertier, im Moos unter Schnee. Für die Unterart *L. s. wolfrumi*, deren Zugehörigkeit zu den hier vorliegenden Individuen vorerst noch nicht in Erwägung gezogen werden soll, werden zur Ökologie „in Moos auf Gesteinstrümmern“ angegeben (vgl. KOCH 1989). Nach WUNDERLE (mdl. Mitt.) stammen diese Belege ebenfalls aus Blockhalden (z. B. Taufstein, Vogelsberg). Die Bezeichnung „Klasobiont“ mit der entsprechenden Zuordnung zum Lebensraum, käme auch hier einer treffenderen Definition der ökologischen Ansprüche dieser Art entgegen. Für die Vogesen bestehen, wie für die allgemeine Verbreitung dieser Art, ebenfalls unklare Angaben: HORION (1967) führt SCHEERPELTZ (1966) für Belege aus den Vogesen an, schreibt jedoch auf S. 170: „Aus den Vogesen mir unbekannt; von SCHERDLIN (1914–1934 und 1935) und von SAINT CLAIRE DEVILLE (1935) nicht für die französische Fauna gemeldet.“ Auch LUCHT (1987) und LOHSE & LUCHT (1989) geben für *L. simoni* nebst Unterarten keine Belege für das östliche Frankreich an. Für den südlichen Schwarzwald werden Feldberggebiet (HORION 1951), Belchen (SCHILLER 1989) und auch die Wutachschlucht (KLESS 1959) neben weiteren Fundorten angegeben. FLECHTNER (1990) konnte die Art in einer Blockhalde an der mittleren Nahe (Rheinland-Pfalz) nachweisen.

UG: In VOG die wohl häufigste (in Gesieben) und aktivste Art (in Fallen). Im Gegensatz dazu findet sich nur ein Individuum in ZSF, das dort am 09.06.1989 im Bodengesiebe nachgewiesen wurde. *Leptusa simoni* scheint eine geographische Vikariante zu *Leptusa flavicornis* zu sein (vgl. FOCARILE 1983). Das Vorkommen dieser Arten in den untersuchten Blockhalden scheint direkt mit der Genese dieser Biotpe zusammenhängen: sowohl die eigenen Funde als auch die bisherigen Kenntnisse zur Verbreitung der Art im Schweizer Jura (FOCARILE 1981, 1983) zeigen, daß ausschließlich Blockhalden besiedelt werden, die sich am Rande der im letzten Glazial vereisten Gebiete befanden (zur Grenze der Maximal-Vergletscherung, vgl. HANTKE 1978 sowie Abb. 35).

Für die Vogesen stellt die Feststellung dieser Population den Erstnachweis dar. Die hier beobachtete Phänologie zeigt einige Besonderheiten: Während ein Teil der Population eine klare Winteraktivität im oberen Bereich der Halde in der Nähe der beobachteten „Warmluft-Austritte“ zeigt, findet sich im Fußbereich der Halde anscheinend ganzjährige Aktivität (vgl. Tab. 15). Es wäre sogar die Möglichkeit der Existenz bereits ökologisch separierter Populationen in Betracht zu ziehen (vgl. Morphologische Differenzierungen, D. II.3.c).

Leptusa simoni gilt aufgrund der vorliegenden Ergebnisse als typischer Blockhalden-Staphylinide. Mittels REM konnten bei den untersuchten Exemplaren der separierten Populationen von ITH, RHÖ, ZSF, PRÄ und VOG keine subspezifischen Differenzierungen nachgewiesen werden. Gleiches gilt für die hierzu durchgeführten Genital-Untersuchungen. Eine genetische Analyse der bisher bekannten, separierten Populationen steht aus.

Liogluta wuesthoffi (BENICK, 1938)

AV: Südöstliche, montan-alpine Art, die vereinzelt bis Thüringen, Harz, Rheinland und Westfalen verbreitet ist.

ÖB: Lebt in Laub- und Nadelstreu, auch zwischen Bachschotter; wird auch in Fuchs- und Murmeltier-Bauen gefunden. In der Föhrenheide, Grünerlen-Region und im *Vaccinietum* (Angabe für Bayern) (KOCH 1987).

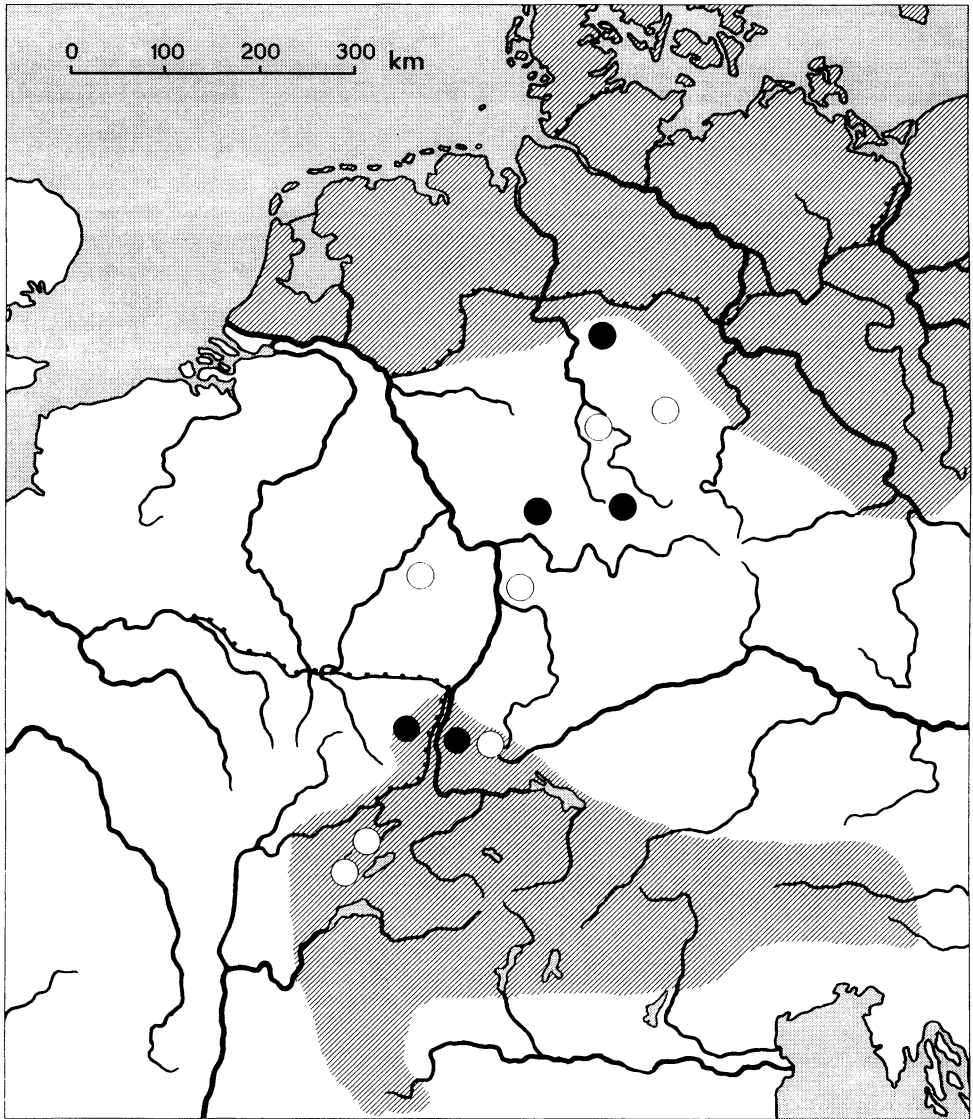


Abb. 35: Bisher bekannte Verbreitung von *Leptusa simoni*. ● eigene Funde; ○ Daten aus der Literatur; schraffiert: ehemals vereiste Gebiete.

Im südlichen Schwarzwald aus dem Feldberggebiet und Belchen gemeldet (HORION 1951; GLADITSCH 1989; SCHILLER 1989). Aus den Vogesen keine Angaben.

UG: In LAS, EPP, ZSF, VOG, RHÖ und HAR. In ZSF in den Fallen relativ aktive Art, und in den Gesieben unter den 10 häufigsten Arten vertreten. Auch in Gesiebe am Haldenfuß in VOG – und damit Erstfund für die Vogesen – nachgewiesen.

Atheta leonhardi BERNHAUER, 1911

AV: Subalpine-alpine Art. Gebirge Mitteleuropas, Italien südlich bis Monte Pollino/Kalabrien und Balkan. In Mitteleuropa nur in den Alpen, Schwarzwald und Vogesen; gehört damit zu den oreo-alpinen Arten,

abgesehen von dem Einzelfund aus der Umgebung von Hannover (KOCH 1989; LOHSE & LUCHT 1989, jedoch beide ohne Quellenangabe).

ÖB: Phytodetriticol. Nach DE ZORDO (1979) in den Zwergstrauchheiden über 2100 m ü. M. die höchste Aktivität im Herbst (Schlüpftermin der Imagines). Sonst in der Grünerlen-Region, in Dolinen, alpiner Grasheide und in Murmeltier-Bauen.

UG: Für beide Gebirge gemeldet. Im Schwarzwald aus dem Feldberg-Gebiet und vom Belchen (HORION 1951, BRUNDIN 1953, SCHILLER 1989). Nur in ZSF, in Fallen und Gesiebe ein Exemplar im Juni 1989, sowie zwei Exemplare in Fallen im Zeitraum zwischen Dezember und Februar und zwischen Februar und Anfang Mai. Hier konnte die für diese Art in den Alpen festgestellte Herbstaktivität nicht nachgewiesen werden.

Meotica exillima SHARP, 1915

AV: Aus England beschrieben, sonst nur in Deutschland (Holstein, Oldenburg, Brandenburg, Mittelelbe). Zur Angabe aus Belgien vgl. LOHSE (1974) und HORION (1967).

ÖB: Stenotop, hygrophil, paludicol, pholeophil und humicol (nach KOCH 1989). Lebt in Mooren und Sümpfen, im Sphagnum und in *Carex*-Büscheln.

UG: Ein Exemplar im Bereich des Kaltluft-Austritts in ZSF in feuchtem Laubgesiebe im Juni 1989. Erstnachweis für Baden-Württemberg.

Oxypoda lugubris KRAATZ, 1856

AV: Montan-subalpin. In Nord- und Mitteleuropa, boreomontan. In Frankreich nur ein Fundort in den Alpen (Hoch-Savoyen). Außerhalb der Alpen nur im östlichen Mitteleuropa (Sudeten, Erzgebirge, Schwarzwald, Harz).

ÖB: Nach KOCH (1989) stenotop, hygrophil, ripicol, muscicol, phytodetriticol. An Rändern von Bachrieseln, Bächen und Wasserfällen; in Mooren, in nassem Moos (auch in *Sphagnum*) und in modernem Laub. Für den Schwarzwald in insgesamt 5 Exemplaren nur vom „Rinken“ (1100 m ü. M.) und aus den „Eislöchern“ im oberen Zastlertal (785 m ü. M.) von HORION und KARDASCH im Juni und Juli 1951 gesiebt (vgl. HORION 1954) und für diesen Ort auch für 1987 wieder bestätigt (MOLENDEN leg. 25.07.1987). Auch in einem Exemplar vom Belchen-Nordhang (1250 m ü. M.) aus Bodengesiebe im September 1981 von SCHILLER (1989) nachgewiesen.

UG: Nur in VOG in Bodengesiebe im Juni und im September in mehreren Exemplaren nachgewiesen. Erstnachweis für die Vogesen. In ZSF fehlt diese Art, die eng an feuchte Moos-Polster gebunden zu sein scheint.

Lathridiidae

Corticaria abietum MOTSCHULSKY, 1867

AV: Montane, nord- und mitteleuropäische Art. HORION (1961a) und PEEZ (1967) geben für den Südwesten keine Funde an („fehlt im SW“). In Mitteleuropa im Norden nur sehr selten und erst im Osten und in den Gebirgen häufiger.

ÖB: An Nadelholz und Koniferenzapfen und im Harz frisch geschlagener Fichten.

UG: Im Schwarzwald von SCHILLER und BAUM (1989) von Schiltach, Belchen und Hotzenwald gemeldet. Die Angabe von HORION (1955) für den Bodensee scheint nach BAUM eine Fehlangebe zu sein. In PRÄ und VOG nachgewiesen (Erstfund für die Vogesen).

Curculionidae

Barypeithes montanus (CHEVROLAT, 1863)

AV: Westeuropäisch-montan. In Gebirgen von Ostfrankreich, Schweiz, Schwarzwald und Niederbayern.

ÖB: Lebt nachtaktiv unter Laub und Moos. Im Schwarzwald im Feldberg-Gebiet und Belchen an zahlreichen Fundorten in der Bodenstreu. Ebenfalls in den Vogesen gefunden (HORION 1951, 1954).

UG: In ZSF in Gesiebe und in Fallen mehrfach. Für VOG liegt ein Fund vom Bachufer der Petit Meurthe in der Nähe des Haldenfußes vom 06.05.1990 vor. Im oberen Spaltenbereich in der Regel bereits im Monat Februar. Im Haldenfuß-Bereich ist diese Art allerdings auch im Sommer aktiv, dort, wo dann ähnliche Bedingungen herrschen, wie sie im Winter am Haldenkopf in den „Warm“-Luft-Austritten beobachtet wurden.

b) Araneae

Acantholycosa norvegica (THORELL, 1872)

AV: Holarktisch.

ÖB: Stenotop in Blockhalden oberhalb der Baumgrenze (THALER 1981); aber auch am Achtermann im Harz nachgewiesen (WIEHLE 1965).

UG: Nachweise von PRÄ, VOG und HAR.

Lepthyphantes alacris (BLACKWALL, 1853)

AV: In Frankreich nur im Alpengebiet, in Großbritannien im N häufiger als im S; Schweiz: in montanen und subalpinen Regionen; Deutschland: Art der Mittelgebirge, von WIEHLE (1965) im Harz und Erzgebirge gefunden.

ÖB: Lebt im Moos und Detritus des Waldbodens, sowohl Nadel- als auch Laubwald. Reifezeit Herbst bis Winter.

UG: In VOG, HAR und ITH nachgewiesen.

Lepthyphantes notabilis KULCZYNSKI, 1887

AV: Polen, Tschechoslowakei, Alpen (vgl. RUZICKA 1990; THALER 1982).

ÖB: Lebt in Blockhalden und in Höhlen (THALER 1982).

UG: Konnte an 4 Standorten nachgewiesen werden (u. a. LAS und HAR).

Bathyphantes eumenis (L. KOCH, 1879)

AV: Holarktisch (RUZICKA 1988).

ÖB: Lebt in Mitteleuropa ausschließlich in Blockhalden (vgl. BLICK 1991).

UG: Gilt als Neufund für Deutschland und Frankreich (BLICK 1991). Bisher in ZSF, VOG und HAR nachgewiesen.

Nesticus cellulanus (CLERCK, 1758)

AV: Holarktisch; in ganz Europa verbreitet.

ÖB: Stenöke, cavernicole Art, die innerhalb ihres Areals punktuell verbreitet ist (vgl. KIRCHNER & KULLMANN 1972). Wird in Höhlen, Stollen und feuchten Kellern angetroffen. In einer Blockhalde im Siebengebirge („Wolkenburg“) von WIEHLE (1961) festgestellt.

UG: Im oberen Haldenbereich bei ZSF nachgewiesen. Aufgrund der geringen Kälte-Resistenz der Art siedelt sie dort möglicherweise im Bereich der Warmluft-Austritte. Entsprechende Beobachtungen liegen für die Blockhalde im Siebengebirge vor, wo KIRCHNER & KULLMANN (1972) zusätzlich die mikroklimatischen Bedingungen untersuchten. Dort hielt sich die Population im Kopfbereich einer Blockhalde an der Wolkenburg in ca. 50 cm Tiefe auf. Zwischen Januar und Februar 1970 maßen die Autoren bei Außentemperaturen von -11 °C nie Werte unter -0,5 °C. Am Fuß dieser Halde konnte *Stenus glacialis* nachgewiesen werden (vgl. KOCH 1968). Vom Verfasser wurde dort am 30.07.1991 bei einer Umgebungstemperatur von 28 °C eine deutlich spürbare „Kaltluft“-Strömung von 12 °C festgestellt. Somit enthält auch diese Blockhalde ein Windröhren-System, das im Zusammenhang mit diesen faunistischen Besonderheiten gesehen werden muß.

Clubiona alpicola KULCZYNSKI, 1881

AV: Alpen, Karpaten, Riesengebirge.

ÖB: Alpin. In Nordtirol in Grasheide mit reicher Steinauflage und in Blockhalden (THALER 1981).

UG: Neufund für Deutschland. 1993 weitere Nachweise aus Blockhalden im Fichtelgebirge und Bayerischen Wald (BLICK schriftl. Mitt.). Im Odertal im Harz in Fallen nachgewiesen (HAR).

3. Phänologie

Die Befunde über das saisonale Verhalten der Coleopteren-Arten sind nur unter Vorbehalt interpretierbar. Auf die grobe zeitliche Auflösung wurde bereits hingewiesen. Eine sichere Datierung (Auflösung 30 Tage) aus den Tabellen gilt nur für kurze Erscheinungs-Perioden (in der Regel Gesiebe-Daten; genaue Datums-Angaben sind den Roh-Tabellen im Anhang zu entnehmen). Damit kann allerdings auch nur festgestellt werden, daß die betreffende Art zum *Zeitpunkt der Proben-Entnahme* anwesend war. Für eine präzise phänologische Angabe hätten monatlich Gesiebe-Proben entnommen werden müssen. Entsprechendes gilt für die Fallen-Standorte. Bei der Besprechung der Erfassungsmethoden wurde jedoch darauf hingewiesen, daß im Rahmen dieser Arbeit ein derartiges Vorgehen nicht möglich war. Besonderheiten zur Phänologie einzelner Arten werden deshalb, soweit möglich, bei der Art-Besprechung berücksichtigt. Die Ergebnisse zu den im Text aufgeführten Arten (Kap. II. 2.) weisen jedoch die erwähnten Unschärfen nicht auf (zusätzliche verfügbare Daten).

Zur Aktivität der Larven einzelner Arten liegen Daten nur von *Nebria castanea* vor. Larven der gefundenen Staphyliniden sind bislang nicht bekannt (vgl. KLAUSNITZER 1991). Deshalb kann die Frage nicht beantwortet werden, inwieweit Entwicklungsstadien ganzjährig ohne saisonale Rhythmik (vgl. „Höhlen-Tiere“) bei Staphyliniden stattfinden, oder ob der vollständige Lebenszyklus der betreffenden Arten vollständig in Spaltensystemen erfolgen kann, die frei von Feinsubstrat sind.

Die in Abb. 14 dargestellte Verteilung der Gesamt-Aktivität wird in erster Linie von den Zeiten der Probenentnahme überlagert. Während der maximalen Temperatur im (schwach ausgeprägten) Jahresgang muß im Fußbereich der Halden mit erhöhter Aktivität gerechnet werden (Zeitpunkt der Umkehr von Sommer- zur Winter-Zirkulation). Zur Beantwortung dieser Frage sind jedoch zusätzliche Untersuchungen notwendig. Die mit 42% angegebene maximale Aktivität im Monat Juni/Juli wird vor allem durch Daten aus den Gebieten RHÖ und GRS beeinflusst, wo der Nachweis der Existenz eines Windröhren-Systems bislang noch fehlt.

4. Vergleich der Untersuchungsgebiete

a) Prozentuale Verteilung der Familien

Für die Coleopteren wurde ein prozentualer Vergleich der Familien angegeben (Abb. 14–16), um aus der Fülle der festgestellten Arten eine grobe Zuordnung zu einzelnen Lokalitäten zu ermöglichen. Abgesehen von der hier vorliegenden Ausnah-

me-Situation (Sonderstandorte, besondere Fallen-Technik) spiegelt die Verteilung der Arten weitgehend den Einfluß der Erfassungsmethode wider. Aufgrund der hohen Diversität der Biotope ist eine Interpretation nur auf dem Art-Niveau sinnvoll (vgl. E. II. 1).

b) Faunen-Ähnlichkeit

Wie stark ähneln sich die Zoozöosen unterschiedlicher Blockhalden? Eine endgültige Beantwortung dieser Frage muß zunächst noch offen bleiben. Sowohl der unterschiedliche Erforschungsstand der bisher betrachteten Blockhalden-Standorte als auch die eingesetzten Erfassungsmethoden relativieren die Aussagekraft der Ergebnisse erheblich. Hinzu kommt die Feststellung, daß unterschiedliche thermische Differenzierungen in Abhängigkeit von der Exposition (vgl. E.I.3.) die Aussagekraft der Fallen und Gesiebe-Ergebnisse zusätzlich schwächen. ZSF (Schwarzwald) und VOG (Vogesen) sind zwei Standorte, die über einen längeren Zeitraum vergleichbar intensiv untersucht worden sind. Diese Lebensräume sind geeignet, die Problematik der Bewertung einer Blockhalden-Zoozönose durch einen exemplarischen Vergleich von Standorten zu verdeutlichen.

ZSF zeigt eine SW-Exposition und VOG eine NO-Exposition. Zwischen beiden Standorten gibt es im Vergleich der Gesamt- und der Coleopteren-Fauna jeweils einen SQ von 32%. Bei den Chilopoden sind es 24%, bei den Diplopoden 50% und bei den Araneen 30% der Arten, die in beiden Biotopen anzutreffen sind. Die Unterschiede in der Fauna beider Standorte können z.T. geographisch bedingt sein. Zwischen Vogesen und Schwarzwald gibt es eine Reihe vikariierender Arten, die im Schwarzwald die West- und in den Vogesen die Ostgrenze ihres Areals erreichen (der Oberrheingraben bildet dabei oft die Grenzlinie). Das für VOG nachgewiesene *Omalium nigriceps*, bildet z.B. die westeuropäische Vikariante zu *Omalium ferrugineum* (vgl. HORION 1954, 1961a).

Ferner gilt es, die bereits erwähnten Einflüsse durch die Exposition zu beachten. Z. B. tritt *Leptusa simoni* in der N exponierten Halde in VOG auch im Sommer im Haldenkörper an die Oberfläche und gelangte in die ca. 1 m tief eingebauten Fallen. In ZSF wurden in den Fallen im Haldenkörper keine *Leptusa*-Arten festgestellt, jedoch in großer Anzahl in den Gesieben am Haldenfuß (dort allerdings die ebenfalls seltene Art *Leptusa flavicornis*). Vordergründig betrachtet bildeten *Leptusa flavicornis* und *L. simoni* zwei anscheinend vikariierende Arten. Erst der Fund eines Individuums von *Leptusa simoni* in einer Gesiebe-Probe bei ZSF widerlegte diese Annahme. Das scheinbare Fehlen von *Leptusa simoni* im Haldenkörper von ZSF kann mit der thermischen Differenzierung der Halde in Zusammenhang gebracht werden: es ist anzunehmen, daß *L. simoni* in südlich exponierten Halden sich in größeren Tiefen des Spaltensystems aufhält, bedingt durch die höheren Temperaturen der Haldenoberfläche. Damit ist sie mit der üblichen Fallen-Technik nicht mehr erfaßbar.

Ähnliche Beobachtungen konnten z.B. bei Araneen gemacht werden. Die beiden seltenen Arten *Bathypantes eumenis* und *Lepthyphantes notabilis* waren in VOG (sowie

in HAR) in Fallen-Fängen leicht nachweisbar, wohingegen beide Arten in ZSF als Zufallsfunde zu betrachten sind.

c) Tiergruppen-Vergleich

Die auffallenden Unterschiede der SQ-Werte bei getrennt betrachteten Tiergruppen zeigen, daß zur Bewertung eines Ökosystems nicht jede „Ordnung“ als gleichwertig in ihrer Aussagekraft einzuschätzen ist. Ausbreitungsmittel einzelner Arten sind ebenso zu berücksichtigen wie die Fähigkeit zur Überdauerung ungünstiger Klima-Perioden an Relikt-Standorten.

Chilopoda und Diplopoda (maximaler SQ bei beiden Gruppen ca. 80%) sind in Mitteleuropa mit relativ geringer Artenzahl vertreten und weit verbreitet. Zusätzlich weisen sie einen hohen Anteil euryöker und eurytoper Arten auf (vgl. z.B. *Mycogona germanica* oder *Strigamia acuminata*). Ferner sind für diese Tiergruppen disjunkte Areale in Mitteleuropa bislang unbekannt (SPELDA, mdl. Mitt.). Zwangsläufig ergeben sich damit auffallend hohe Faunen-Ähnlichkeiten beim Vergleich verschiedener Standorte.

Araneen liegen mit einem SQ von maximal 60% zwischen zwei Standorten noch über dem Maximal-Wert der Coleopteren (SQ = 45%). Viele Araneen-Arten weisen trotz ihrer Stenotopie große Areale auf. Z.B. besiedelt *Bathypantes eumenis* in Mitteleuropa ausschließlich Blockhalden, ist aber zugleich holarktisch verbreitet. Unter Beachtung der Ausbreitungsmittel (z.B. Windverdriftung mittels „Faden-Floß“) fällt es schwer, den hier nachgewiesenen „isolierten“ Populationen ausschließlichen Relikt-Charakter zuzuschreiben. Das betrifft vor allem sogenannte seltene Arten wie z.B. *Clubiona alpicola*, *Lepthyphantes notabilis* oder *Acantholycosa norvegica*.

Mit einem maximalen SQ von 45% erreichen die Coleopteren-Faunen der Standorte nur geringe Ähnlichkeit untereinander. Gleichzeitig stellen die Käfer die artenreichste Tiergruppe dar. Disjunktionen und kleinflächige Areale sind bei Käfer-Arten häufiger zu beobachten; leider spiegelt sich aber auch eine unzureichende Kenntnis der Verbreitung einzelner Spezies wider.

Die Berücksichtigung dieser Aspekte zeigt, daß sich eine faunistisch-ökologische Bewertung der hier untersuchten Standorte außerordentlich problematisch gestaltet. Allerdings wird erst dadurch die hohe Differenziertheit des Blockhalden-Ökosystems offenkundig.

5. Morphologische Differenzierungen: Ausbildung der Augen bei *Leptusa simoni*

Zur Untersuchung der Fragestellung, inwieweit räumliche Sonderung bereits zu morphologischer Differenzierung geführt hat, kann vor allem *Leptusa simoni* herangezogen werden (vgl. Tab. 16, Abb. 24–29; S. 61–62). Diese Art erfüllt folgende Voraussetzungen:

- Stenökie,
- Flugunfähigkeit,

- geringe Mobilität,
- disjunkte Verbreitung,
- Stenotopie (ausschließliches Vorkommen in Blockhalden und ähnlichen Felsspaltensystemen),
- auf Mitteleuropa begrenztes Areal.

Mit Ausnahme von VOG in den Vogesen ($n = 6$) reicht die vorhandene Datenmenge bei weitem nicht aus, eine Signifikanz der Unterschiede zu belegen. Ferner gibt es zur Variabilität des Merkmals „Ommatidien-Anzahl“ der Augen bei *Leptusa simoni* bisher noch keine weiteren Untersuchungen. Ein Vergleich der untersuchten Individuen der VOG-Population mit derjenigen von ITH ($n = 4$) und RHÖ ($n = 4$) läßt jedoch auf eine nicht zufällige Verteilung entlang eines Gradienten schließen. Über diesen Befund hinaus bleibt die Annahme einer Tendenz zur Reduktion der Ommatidien-Anzahl entlang eines Süd-Nord-Gradienten vorerst spekulativ.

Vielmehr zeigen Tiere aus oberflächennahen Gesiebe-Proben aller Untersuchungsgebiete eine reduzierte Ommatidien-Zahl. Unterschiedliche Augen-Bildung bei Individuen aus PRÄ sind in Abhängigkeit von der jeweiligen Erfassungsmethode zu sehen: Tiere aus Gesiebe-Proben desselben Standorts wiesen geringere Ommatidien-Zahlen auf, als Tiere aus den Fallen-Fängen. Bei den Tieren aus VOG, wo z. Zt. nur Fallenfänge vorliegen, liegt die Ommatidien-Zahl entsprechend hoch (> 16). Aufgrund der Standort-Verhältnisse am ITH (Korallenoolith-Wand, keine Blockhalde) sind hier ausschließlich Tiere der oberen Laubschichten erfaßt; sie wiesen die geringste Zahl von Ommatidien auf.

Bei gleichzeitiger Betrachtung der morphologischen Differenzierungen und der Besonderheiten der Phänologie dieser Art (vgl. D.II.2.) liegt die Vermutung nahe, daß es bei *Leptusa simoni* zwei separierte Populationen in unterschiedlichen Mikrohabitaten desselben Biotops gibt: die eine im Haldenfuß-Bereich mit vorwiegender Sommeraktivität (bei $+4-8^{\circ}\text{C}$), die andere im Spalten-System des (von Feinsubstrat freien) Blockhalden-Körpers mit vorwiegender Winteraktivität an den „Warmluft“-Austritten (bei ca. $+2-8^{\circ}\text{C}$). Die unterschiedlichen Lichtverhältnisse im Feinsubstrat des Fußbereichs einerseits (dort weitgehende Lichtlosigkeit), sowie in den Felsspalten andererseits (dort Streulicht; mit Sicherheit über die Tiefe der Fangzone von 2 m hinaus), könnten mit der unterschiedlichen Ausbildung der Augen in Zusammenhang gebracht werden. Eine weitere Interpretation ist nicht möglich, da Untersuchungen zur Frage der Augen-Reduktion bei anderen Arten der Gattung *Leptusa* sowie bei weiteren Vertretern der Staphylinidae bislang nicht erfolgt sind.

Als lithophiler, stenöker und stenotoper Staphylinide sollte jedoch *Leptusa simoni* genauer studiert werden, in der Erwartung, daß sich speziell diese Art als Indikator zur Erhellung von Zusammenhängen zwischen Ausbreitungs- und Landschaftsgeschichte erweisen wird.

Darüber hinaus ist die Tatsache bemerkenswert, daß die flugunfähigen Staphyliniden-Arten *Stenus montivagus* und *Stenus glacialis* zusammen mit *Leptusa simoni* vorkommen. Die beiden *Stenus*-Arten, die ebenfalls im Fußbereich einiger Blockhalden nachgewiesen wurden, besitzen im Gegensatz zu *Leptusa simoni* jedoch überproportional große, halbkugelförmig ausgebildete Augen (vgl. Abb. 33-34); diese Merkmale

deuten auf eine ursprünglich heliophile Lebensweise hin, die eher in alpinen Biotopen der Matten- und Grünerlen-Zone zu erwarten ist. Tatsächlich sind die beiden hier genannten *Stenus*-Arten in entsprechenden Biotopen anzutreffen (vgl. Art-Besprechung Kap. E. II. 1. a). In den ehemals vergletscherten Gebieten im außeralpinen Mitteleuropa könnten sich diese Spezies (nach Verschwinden der „Schneerand-Biotope“) in den neu entstandenen Blockhalden-Biotopen der Gletscherrand-Lagen zurückgezogen haben, wo sie heute zusammen mit *Leptusa simoni* gefunden werden.

III. Zoogeographie

1. Disjunkte Areale

Anhand des bisher ermittelten Artenspektrums der ausgewählten Arthropoden-Gruppen konnten diskontinuierliche Areale nur für Coleoptera und Araneae nachgewiesen werden. Die festgestellten Arten der Diplopoda und Chilopoda weisen keine disjunkte Verbreitung auf (vgl. E. II. 2.).

Dabei ist zu beachten, daß die aktuellen Verbreitungsbilder vieler Spezies lediglich den lückenhaften Kenntnisstand widerspiegeln. Wie eingangs erwähnt, müssen bei der Betrachtung der Ursachen disjunkter Areale die spezifischen Fähigkeiten zur Dispersion berücksichtigt werden. Diese sind wie folgt zu differenzieren:

- a) Flugunfähige Käfer können sich allenfalls laufend ausbreiten, wobei Ausbreitungsschranken gegeben sind durch nicht bewohnbare Zonen (historisch bedingte Vorkommen).
- b) Wie bei vielen flugfähigen Insekten ist auch bei einer großen Zahl von Spinnen-Arten die Potenz gegeben, unterschiedliche Lebensräume zu erreichen. Dabei hängt es von den lokalen Bedingungen ab, ob eine Gründer-Population zustandekommen kann (ökologisch bedingte Vorkommen).

Sämtliche besprochenen Coleopteren-Arten verhalten sich nach bisheriger Kenntnis stenotop und stenök. Nur wenige sind über Europa hinaus weiter verbreitet. Diskontinuierliche Verbreitung, die im Zusammenhang mit Blockhalden-Ökosystemen steht, ist für folgende Spezies nachgewiesen: *Nebria germari*, *Nebria castanea*, *Pterostichus negligens*, *Choleva nivalis*, *Eudectus giraudi*, *Quedius alpestris*, *Mycetoporus inaris*, *Stenus montivagus*, *Stenus glacialis*, *Leptusa flavicornis*, *Leptusa simoni* (Verbreitungskarte: Abb. 35).

Unter den gefundenen Araneen-Arten gibt es sowohl Ubiquisten (z. B. *Araneus diadematus*) als auch stenöke Spezies (z. B. *Lepthyphantes notabilis*), die jeweils holarktisch oder paläarktisch verbreitet sind. Zahlreiche Arten treten innerhalb ihres Areals nur punktförmig auf (z. B. *Nesticus cellulanus*), wobei ungeklärt bleibt, inwieweit dieses historisch bedingt ist, und ob zwischen den Populationen der einzelnen Standorte Genfluß stattfindet.

2. Ursachen disjunkter Verbreitung

Ökologische Zoogeographie

Unter den rezent-ökologischen Faktoren ist vor allem die Temperatur-Komponente des Mikroklimas zu berücksichtigen. Die in dieser Hinsicht hochgradig differenzierten Blockhalden weisen in einigen Bereichen Tundren-Klima auf (z.T. extrazonaler Permafrost-Boden); andere Zonen sind hingegen thermisch begünstigt und bleiben ganzjährig frostfrei. Daher bieten Blockhalden sowohl frost-empfindlichen Arten (z.B. *Nesticus cellulanus*) als auch kalt-stenothermen Spezies (z.B. *Stenus glacialis*) Lebensmöglichkeiten an ein und derselben Lokalität.

Einige Arten sind auch noch aus anderen Lebensräumen mit vergleichbaren ökologischen Bedingungen bekannt. Das gilt vor allem für folgende Biotope: (a) Gletscher-Vorfelder und Schneefeld-Ränder der subalpinen und alpinen Zone (u.a. *Nebria castanea*, *Nebria germari*, *Quedius alpestris*; vgl. DE ZORDO 1979); (b) alpine Block- und Geröllhalden (z.B. *Clubiona alpicola*; vgl. THALER 1981); (c) Höhlen und Karstgebiete (*Nebria castanea*, *Leptinus testaceus*, *Quedius mesomelinus* sowie zahlreiche Catopiden; vgl. DOBAT 1975); (d) Hochmoor-Gebiete (*Stenus glacialis*; vgl. RABELER 1931).

Die faunistisch noch nicht erfaßte hypolithische Zone des Fußbereichs von Blockhalden ist mit dem „Milieu souterrain superficiel“ vergleichbar (JUBERTHIE et al. 1980).

Die festgestellten rezent-ökologischen Faktoren liefern eine verlässliche Begründung für das isolierte Vorkommen der betreffenden Arten.

Historische Zoogeographie

Zur kausalen Erklärung disjunkter Areale müssen sowohl paläogeographische Phänomene als auch das phylogenetische Alter der betreffenden Taxa berücksichtigt werden. Diese Voraussetzungen sind nicht gegeben, u.a. aufgrund der z.T. noch fehlenden Kenntnis über den Art- oder Unterart-Status einzelner separierter Populationen. Außerdem ist eine historisch-zoogeographische Analyse auf die Informationen über das Alter und die Entstehungsgeschichte der Biotope angewiesen.

So ist zunächst die Frage zu stellen, welche Standorte trotz der Eiszeiten eine kontinuierliche Besiedlung ermöglichten. Berücksichtigt man die maximalen Eisstände des letzten Glazials in Mitteleuropa (Abb. 36) einschließlich der isolierten Vergletscherung einiger Standorte (z.B. Harz), so können von den Untersuchungsgebieten einige aufgrund glazialer Devastierung ausgesondert werden. Davon betroffen sind die Standorte Lases im Trentino (LAS), Eppan in Südtirol (EPP) und das Odertal im Harz (HAR). Die übrigen Gebiete befanden sich während der abklingenden Eiszeit entweder in Eisrandlagen oder in eisfreien Zonen. Nachweise liegen vor für den südlichen Schwarzwald im Zastlertal im Bereich des Scheibenfelsen (ZSF), für die Seehalde bei Prag/Todtnau (PRÄ), und für den Ith im Weserbergland (vgl. Kap. C. I.).

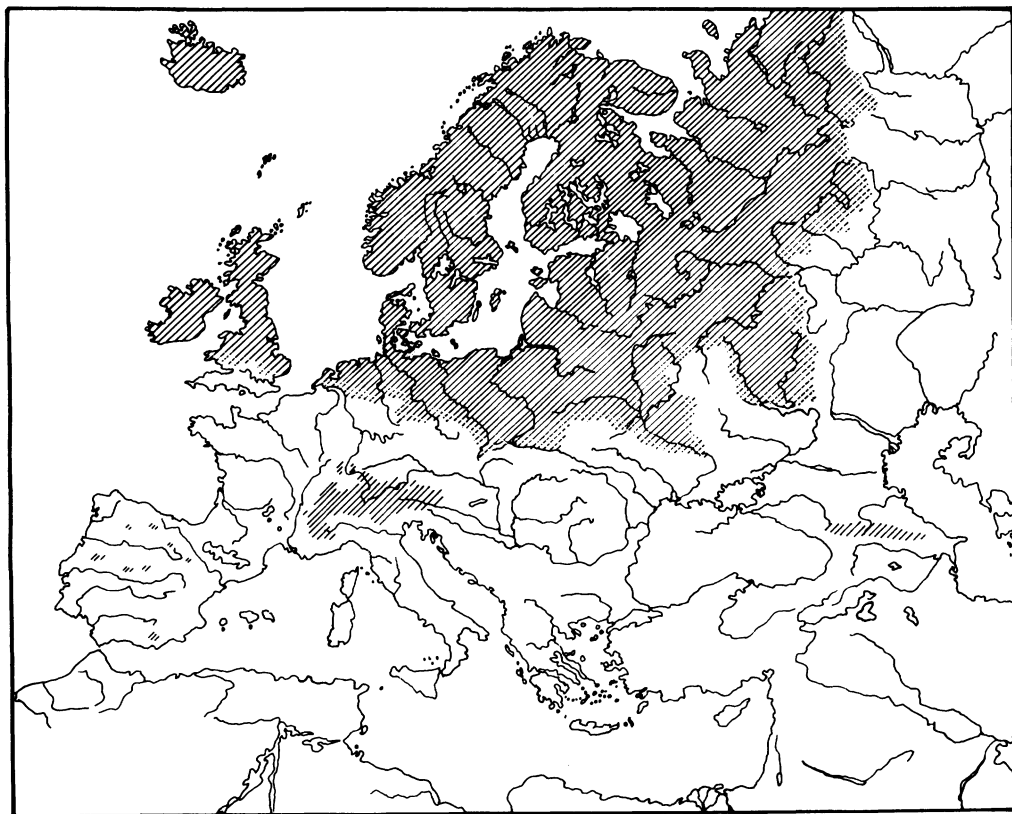


Abb. 36: Maximale Eisstände in Europa, schraffiert (verändert nach OLTMANN 1922).

Hieraus folgt die Frage nach Divergenzen in der Fauna devastierter und nicht devastierter Gebiete. Unter Hinweis auf den noch nicht untersuchten Einfluß von Ausbreitungsmitteln sind zumindest einige flugfähige Coleopteren mit stenökem Verhalten zu nennen, die an ehemals glaziogenen devastierten Standorten fehlen. Es sind dies *Leptusa simoni* und *Stenus montivagus*. Einige Araneen wie z. B. *Clubiona alpicola* oder *Acantholycosa norvegica* (beide im Odertal im Harz nachgewiesen) konnten anscheinend postglazial derartige Standorte rekolonisieren oder neu besiedeln. Es liegt daher nahe anzunehmen, daß die beiden genannten Araneen-Arten über wirksamere Ausbreitungsmittel verfügen als Staphyliniden, die in diesen Biotopen fehlen. Tatsächlich sind demgegenüber einige flugfähige (!) Staphyliniden-Arten gefunden worden, die ehemals devastierte Gebiete wieder- oder neu besiedelt haben: es sind dies *Quedius alpestris* aus den Zastler Eislöchern (ZAE) und *Eudectus giraudi* in Eppan/Südtirol (EPP). Der Carabide *Pterostichus panzeri* gilt als „postglazialer Einwanderer“ (HOLDHAUS 1954).

Daraus folgt, daß nicht alle der hier gefundenen isolierten Vorkommen verschiedener Taxa als Relikte zu interpretieren sind. Die meisten der in Blockhalden lebenden Arten verfügen jedoch – nach bisheriger Kenntnis – nicht über hinlängliche Ausbreitungs-

mittel. Deshalb stellen sie mit großer Wahrscheinlichkeit historische Relikte dar – aus Zeiten mit ungünstigeren Klima-Bedingungen und entsprechenden Vegetationsverhältnissen. Nach der von PEARSON (1965) aufgestellten Hypothese (aufgrund der Ergebnisse von HOLDHAUS & LINDROTH (1939)) soll die Verbreitung flügelloser Carabiden-Arten mit den Bedingungen des postglazialen Klima-Optimum korreliert sein. Hingegen soll die Verbreitung geflügelter Arten die rezenten klimatischen Bedingungen widerspiegeln. Inwieweit das für Staphyliniden zutrifft, ist bislang unklar. Eine periglaziale Überdauerung im Kluft-System des angrenzenden Muttergesteins (vor Entstehung der Halde) wäre bei *Leptusa simoni* denkbar: diese Art ist von einem Standort her bekannt, an dem Blockhalden-Bildung nicht stattgefunden hat (Korallenoolith-Wand am Ith). Ferner liefern die festgestellten morphologischen Differenzierungen der Augen bei *Leptusa simoni* einen konkreten Hinweis auf eine bereits länger anhaltende räumliche Sonderung.

Es muß aber auch mit der Möglichkeit gerechnet werden, daß in Blockhalden primäre Kolonisatoren bis heute überlebt haben. So waren periglaziale Blockhalden zur Zeit ihrer Entstehung durchaus mit Gletscher-Vorfeldern assoziiert (zur Geo-Ökologie der Gletscher-Vorfelder vgl. MATTHEWS 1993). Aber die primären Bewohner der betreffenden „Roh-Böden“ verschwanden mit fortschreitender Sukzession. Zumindest teilweise konnten sie sich in nahe gelegene Blockhalden-Ökosysteme zurückziehen, in denen entsprechende mikroklimatische Bedingungen fortbestanden („protokratische Arten“; BRINCK 1966). Der insuläre Status, den Blockhalden seit ihrer Entstehung bis heute beibehalten haben, legt die Anwendung des Konzepts einer „Biogeographie der Inseln“ (MAC ARTHUR & WILSON 1967) nahe. Allerdings können die in diesem Zusammenhang notwendigen Angaben zur Flächengröße nicht geliefert werden, da bislang unbekannt ist, wie weit sich der Lebensraum „Spaltensystem“ in die Tiefe sowie in die Klüftung des Muttergesteins hineinzieht.

Die unterschiedlichen Interpretationen erschweren eine klare Entscheidung hinsichtlich der Frage nach dem Vorhandensein von echten „Glazial-Relikten“. In jedem Fall stellen Blockhalden damit Biotope dar, die sowohl eine per- als auch postglaziale Überdauerung einzelner Spezies ermöglichten. Damit sind sie als ein weiterer Lebensraum anzusehen, in dem Relikte vergangener Klima-Perioden bis heute erhalten geblieben sind.

Die Vergleichbarkeit mit entsprechenden aquatischen Klima-Relikten ist evident, insbesondere in Skandinavien und im Ostsee-Raum (vgl. SEGERSTALE 1957). Entsprechendes gilt für Organismen des Grundwassers, die ebenfalls als Glazial- bzw. periglaziale Klima-Relikte gelten (vgl. THIENEMANN 1950; DE LATTIN 1967; ILLIES 1971).

Jetzt ist ein weiterer Lebensraum, der bislang nicht beachtet worden war, hinzugekommen, für den Vergleichbares zutrifft: die Blockhalden. Hieraus folgt, daß diese Halden gleichsam „Archive“ mit Faunen-Elementen vergangener Zeiten darstellen. Deshalb – und wegen ihrer besonderen biogeographischen Bedeutung – dürfen diese insulären Standorte nicht beeinträchtigt werden. Aus diesem Grunde wird abschließend auf Fragen des Biotop-Schutzes eingegangen.

F. Biotop-Schutz

1. Schutzwürdigkeit der Kaltluft erzeugenden Blockhalden

Aus der Schutzbedürftigkeit leitet sich Handlungsbedarf für Maßnahmen des Naturschutzes ab (vgl. PLACHTER 1991: 306). Argumente für den Erhalt und Schutz natürlicher Blockhalden lieferten bislang nur die Pflanzensoziologie (azonale Vegetation, vgl. ELLENBERG 1986) und die Geowissenschaften (geologische Dokumente der Landschaftsgeschichte, vgl. ULLMANN 1960). Aus dem Bereich der Zoologie gab es bisher keine Daten mit Bedeutung für den Naturschutz.

Jetzt hat sich herausgestellt, daß die untersuchten Blockhalden eine spezifische Fauna beherbergen. Diese ist eng an die Umweltverhältnisse angepaßt und enthält einen hohen Anteil von Arten, die als äußerst selten gelten: Auffallend hoch ist die Anzahl solcher Spezies, deren Vorkommen in der faunistischen Literatur als „vereinzelt“, „selten“ oder „sehr selten“ angegeben werden. Hinzu kommen Neufunde für einzelne Länder (z.B. *Leptusa simoni* für Frankreich, *Mycetoporus inaris* für Deutschland).

Darüber hinaus sind die Besonderheiten des Mikroklimas anzuführen (Windröhren, Eislöcher, Permafrost-Böden), die allerdings nicht in allen natürlichen Blockhalden ausgebildet sind. Primär bedürfen diese abiotischen Elemente besonderer Beachtung.

2. Schutzbedürftigkeit und Gefährdung

Ein großer Teil der Untersuchungsgebiete genießt bereits gesetzlichen Schutz. In großflächigen Schutz- oder Bannwald-Gebieten enthalten sind die „Zastler Eislöcher“ im Südschwarzwald (ZAE), das Tal der Petit Meurthe in den Vogesen (VOG), der „Große Stein“ im Westerwald (GRS) und das Odertal im Harz (HAR). Als eigenständige, kleinflächige Schutzgebiete ausgewiesen sind das „Val fredda“ im Trentino (LAS), die „Eppaner Eislöcher“ bei Bozen (EPP), die „Dornburg“ im Westerwald (DOR), der „Schafstein“ in der Rhön (RHÖ) und die „Teufelsküche“ am Ith im Weserbergland (ITH). Noch nicht geschützt sind die „Seehalde“ bei Todtnau-Präg im Süd-Schwarzwald (PRÄ), der „Scheibenfelsen“ im Zastlertal (ZSF) und die Blockhalde im Warchetal in Ostbelgien (WAR), wobei für PRÄ und ZSF nach den Mitteilungen des Regierungspräsidiums Freiburg/Br. Ausweisungen als Schutzgebiete in Vorbereitung sind.

Die derzeit geltenden Naturschutzgesetze können jedoch vorhandene *Zielkonflikte* nicht verhindern. Das belegen beispielhaft folgende Beobachtungen:

Tourismus. – Durch Besucher-Verkehr gefährdet sind die „Eppaner Eislöcher“ (EPP), die Untersuchungsgebiete in den Vogesen (VOG) und die „Dornburg“ (DOR). In Eppan sind durch Tritt-Schäden von der ursprünglichen Moos-Vegetation im Eisloch nur noch Reste erhalten. Hier hat die touristische „Vermarktung“ durch Aufstellen einer Schautafel, Eintragungen in Wanderkarten und Reiseführer ein Ausflugsziel kreiert. Devastierung des Fuß-Bereiches der Halde ist die Folge. Begrenzungen der

Fußwege durch Absperrungen sollen eine Ausweitung der Schäden verhindern. Für den Standort in den Vogesen ergibt sich ein Besucher-Druck durch den auf französischen Straßenkarten als Sehenswürdigkeit ausgedeuteten Ort „La Glacière“. An warmen Sommertagen wird dieser Ort vor allem von französischen Touristen aufgesucht, die ihre Fahrzeuge zum Teil direkt am Fuß-Bereich der Blockhalde abstellen. Campieren, Müll-Ablagerung und offene Feuerstellen in den Spalten zwischen den Felsblöcken haben auch hier zu erheblichen Schäden an der Vegetation geführt. Die kahlen Felsblöcke unterscheiden sich dort auffällig von den Blöcken, die noch mit dicken Moos-Teppichen bedeckt sind. Diese finden sich nur noch in den weniger berührten Fuß-Bereichen der Halde. Ein Fels-Pfad im oberen Bereich der Halde (hier wurde kein Fremdmaterial eingebracht) ist nur schwer zu erreichen und wird deshalb weniger frequentiert.

Der Haldenfuß an der „Dornburg“ ist durch den Einbau eines Brauerei-Kellers weitgehend zerstört (vgl. C. I. 5.). Das „Ewige Eis“ der Dornburg gilt als Ausflugsziel. Die Basalt-Kuppe ist Naturschutzgebiet. Die mikroklimatischen Besonderheiten sind noch teilweise erhalten. Von der ursprünglichen Zusammensetzung der Biozönose im Fußbereich sind die letzten Spuren durch Besucher-Verkehr wohl beseitigt worden.

Forstwirtschaft. – Beeinträchtigungen durch forstwirtschaftliche Aktivitäten konnten nur in den Vogesen (VOG) beobachtet werden:

Das Herausziehen gefällter Bäume quer über den Haldenkörper hat eine deutlich sichtbare Spur in der Anordnung der an der Oberfläche liegenden Felsblöcke hinterlassen. Die ursprüngliche Stabilität des Blockgefüges ist an dieser Stelle so sehr beeinträchtigt, daß dort ein relativ sicheres Begehen der Halde, welches vorher noch möglich war, nun nicht mehr gegeben ist. Da die Baumstämme auch durch den empfindlichen Fußbereich gezogen wurden, entstanden schwere Schäden an der Moos- und Krautschicht, auch in den von Touristen bislang verschonten Stellen.

Der Bau von Forstwegen durch Blockhalden-Körper (Beispiele für den Schwarzwald: vgl. LÜTH 1990) führt durch den Eintrag von Feinmaterial für den Wegebau zur Versiegelung evtl. vorhandener Windröhren. Damit würde einem vorhandenen Eisloch im Fußbereich regelrecht die Kühlung „abgestellt“ – mit verheerenden Folgen für die Biozönose.

Rohstoffquellen. – Die Nutzung der Blockhalden zu baulichen Zwecken (Straßenschotter, Steinbrüche zur Basalt- und Porphyrgewinnung) traf nur für LAS zu. Hier konnte durch Schutz-Maßnahmen verhindert werden, daß auch der letzte Teil der Blockhalden im „Val fredda“ der Gewinnung von Steinen zum Opfer fiel.

3. Erforderliche Maßnahmen

Nach dem Bundesnaturschutzgesetz der Bundesrepublik Deutschland sind Blockhalden bereits ausreichend geschützt.

BNatSchG §20c: „Schutz bestimmter Biotope. (1) Maßnahmen, die zu einer Zerstörung oder sonstigen Beeinträchtigung folgender Biotope führen können, sind unzulässig: ... 2. offene Binnendünen, offene natürliche Block- und Geröllhalden, ...“ (2) Die Länder können Ausnahmen zulassen, wenn die Beeinträchtigung der Biotope ausgeglichen werden können oder die Maßnahmen aus überwiegenden Gründen des

Gemeinwohls notwendig sind. Bei Ausnahmen, die aus überwiegenden Gründen des Gemeinwohls notwendig sind, können die Länder Ausgleichsmaßnahmen oder Ersatzmaßnahmen anordnen. (3) Die Länder können weitere Biotope den in Absatz 1 genannten gleichstellen.“

Zusätzliche Maßnahmen sind jedoch für „Kaltluft erzeugende Blockhalden“ – ein Sonderfall natürlicher Blockhalden – zu fordern, denn hier muß der langfristige Erhalt der Windröhren und Eislöcher gesichert werden. Dazu zählen:

- kein Eintrag von Fremdmaterial in den Haldenkörper (z. B. Wegebau);
- kein Eintrag von Fremdmaterial in den Haldenfuß (z. B. Touristenmüll, Bauschutt);
- keine Material-Entnahme;
- Freihalten der Haldenfüße von Besucher-Strömen;
- Bekanntgabe als Ausflugsziel nur dann, wenn kontrollierte Führungen möglich sind.

G. Zusammenfassung

Die Arthropoden-Fauna *Kaltluft erzeugender Blockhalden* im außeralpinen Mitteleuropa wird unter zoogeographischem Aspekt und vergleichend untersucht. Die Untersuchungsgebiete reichen vom Harz im Norden bis zum Trentino im Süden, und vom Hohen Venn im Westen bis zur Rhön im Osten. Diese Auswahl schließt sowohl Blockhalden in ehemals eisfreien als auch in vergletschert gewesenen Gebieten ein. Der Einsatz einer speziellen Fallen-Technik ermöglicht die Erfassung folgender Gruppen: Chilopoda, Diplopoda, Coleoptera und Araneae. Die biogeographische Analyse berücksichtigt sowohl ökologisch- als auch historisch-zoogeographische Faktoren. Zur Beurteilung der rezent-ökologischen Bedingungen der betreffenden Biotope wurde das Mikroklima untersucht. Die jüngste Landschaftsgeschichte (Würm bis Postglazial) wird für eine historisch und damit kausal orientierte Analyse disjunkter Areale herangezogen.

Rezent-ökologische Faktoren. – Blockhalden, die *Windröhren* enthalten, reduzieren kleinräumig die Jahres-Mitteltemperatur ihres Fußbereichs und verursachen damit die Bildung *extrazonaler Permafrost-Böden*. Gleichzeitig weist der Kopfbereich derartiger Blockhalden *permanent frostfreie Zonen* auf, die sich im Winter als *Warmluft-Austritte* bemerkbar machen. Im Blockhalden-Körper bestehen ab einer bestimmten Tiefe (in Abhängigkeit von der Exposition) dem Höhlenklima vergleichbare Bedingungen. Erstmals konnten in Mitteleuropa mehrere außeralpine mikroklimatische Standorte dieses Typs nachgewiesen werden. Unter Bezugnahme auf die thermische Differenziertheit und die gegenüber dem Makroklima der Umgebung isolierten Position dieser Biotope, wurde der Terminus *Kaltluft erzeugende Blockhalde* gewählt.

Fauna. – Die Fauna in Blockhalden zeichnet sich durch einen hohen Anteil diskontinuierlich verbreiteter Arten aus. Insbesondere bei den Coleopteren werden zahlreiche boreo-montan oder bislang rein alpin verbreitete Arten nachgewiesen. Die Ergebnisse der Untersuchung zur Faunen-Ähnlichkeit verschiedener Standorte zeigen, daß Coleopteren für eine ökologische Differenzierung der untersuchten Biotope besonders geeignet sind. Darüber hinaus kommen einige der festgestellten Arten ausschließlich in Blockhalden vor (z. B. *Leptusa simoni* [Coleoptera], *Bathyphantes eumenis* [Araneae]; diese Spezies werden – unter Beachtung von Stenökologie und Flug-Unfähigkeit – für eine zoogeographische Analyse herangezogen. Von den Chilopoden und Diplopoden verhält sich hingegen keine der festgestellten Arten auffallend stenök oder stenotop; hier wurden keine disjunkten Areale ermittelt.

Einige der festgestellten Araneen- und Coleopteren-Arten gelten als Kaltzeit-Relikte, wobei zu klären bleibt, ob es sich hierbei um glaziale, frühe postglaziale oder womöglich sogar präglaziale Relikte handelt. Darüber hinaus werden synanthrope Arten (z. B. *Ptinus fur* [Coleoptera], *Nesticus cellulanus* [Araneae]) im Bereich der permanent frostfreien Zone gefunden.

Ferner bleibt zu fragen, inwieweit die an Blockhalden-Ökosysteme geknüpfte diskontinuierliche Verbreitung einzelner Araneen-Arten ausschließlich rezent-ökologisch (Ausbreitungsmittel) oder historisch-zoogeographisch bedingt ist; das gilt z.B. für die Araneen *Clubiona alpicola* (Harz) und *Acantholycosa norvegica* (Schwarzwald, Vogesen, Harz).

Als Lebensräume sind Kaltluft erzeugende Blockhalden in erster Linie Standorte von Kaltzeit-Relikten; dadurch erlangen diese Biotope Bedeutung für historisch-zoogeographische Fragestellungen. Rezent-ökologische Bedingungen bewirken räumliche Sonderung der Populationen: Genfluß zwischen den einzelnen reliktdären Vorkommen ist unterbunden.

Umgekehrt haben diese speziellen Ökosysteme Bedeutung als Überlebensräume für zahlreiche, diskontinuierlich verbreitete Coleopteren- und Araneen-Arten. Bei Individuen isolierter Populationen von *Leptusa simoni* (Coleoptera, Staphylinidae) treten Regressionen bei der Zahl der Ommatidien auf, die als Adaptationen an unterschiedliche Lichtverhältnisse im Lebensraum „Felsspalten-System“ gedeutet werden.

Kaltluft erzeugende Blockhalden müssen als „Archive“ mit Faunen-Elementen vergangener Zeiten angesehen werden. Die Standorte dieser lebenden Relikte aus unterschiedlichen Klima-Perioden sind deshalb vor schädlicher Beeinflussung zu schützen.

H. Literatur

- ASSING, V. (1986): Zwei bemerkenswerte Staphylinidenfunde aus dem Weserbergland. (kurze Mitteilung Nr. 2056). – Ent. Bl., 82 (1–2): 122. Krefeld.
- BÄNNINGER, M. (1949): Die Verbreitung der *Nebria germari*, mit einem Nachtrag zu *N. breonii* und *angustata*. – Koleopt. Z., 1 (2): 116–124. Frankfurt a. M.
- (1959): Die schweizerischen Arten der Gattung *Nebria* LATR. – Mitt. Schweiz. Ent. Ges., 32 (4): 337–356. Lausanne.
- BALCH, E. S. (1900): Glacieres or freezing caverns. – 377 S. Philadelphia (Allen, Lane & Scott).
- BARBER, H. S. (1931): Traps for cave inhabiting insects. – J. Elisha Mitchell Sci. Soc., 46: 259–265. Chapel Hill, N. C.
- BAUM, F. (1989): Zur Käferfauna des Belchengebietes. – In: Der Belchen – Geschichtlich-naturkundliche Monographie des schönsten Schwarzwaldberges. – Natur- u. Landschaftsschutzgebiete Bad. Württ., 13: 965–1030. Karlsruhe.
- & ROPPEL, J. (1976): Bemerkenswerte neue Käferfunde aus der Umgebung von Freiburg. – Mitt. bad. Landesverb. Naturkde. Naturschutz, (NF) 11: 363–383. Freiburg.
- [BICK, H. (1986): Die Moorvegetation der zentralen Hochvogesen. – 148 S., Dissertation. Utrecht.]
- BLICK, T. (1991): *Bathyphantes eumenis*, neu für Deutschland und Frankreich, sowie *Lepthyphantes notabilis* aus Blockhalden (Araneae: Linyphiidae). – Arachnol. Mitt., 2: 31–32. Bayreuth.
- BLÖDORN, J. & LANGE, R. H. (1981): Das Elektronenmikroskop, TEM + REM. – 327 S., Stuttgart (Thieme).
- BLOWER, G. (1985): Millipedes. Keys and notes for the identification of the species. – VII + 242 S. London, Leiden (Backhuys)
- BOGENRIEDER, A. et al. (1982): Der Feldberg im Schwarzwald. – Landesanst. Umweltschutz Baden-Württ., Reihe Natur- und Landschaftsschutzgebiete, 12: 526 S. Karlsruhe.
- BRIGNOLI, P. M. (1983): A catalogue of the Araneae described between 1940 and 1981. – XI + 755 S. Manchester (Manchester Univ. Press).
- BRINCK, P. (1966): Animal invasion of Glacial and Late Glacial terrestrial environments in Scandinavia. – Oikos, 17: 250–266. Copenhagen.
- BRÖLEMANN, H. W. (1930): Eléments d'une faune des Myriapodes de France. Chilopodes. – 405 S. Toulouse (Impr. Toulousaine).
- (1935): Myriapodes diplopodes (Chilognathes I). – In: Faune de France, 369 S., Paris (Lechevalier).

- BRUNDIN, L. (1953): Die paläarktischen Arten der *Atheta*-Untergattung *Dimetrota* MULS. et REY (Col. Staphylinidae). Eine systematische Studie. – Ark. Zool., 5(7): 369–434. Stockholm.
- BUCK, H. & KONZELMANN, E. (1985): Vergleichende koleopterologische Untersuchungen zur Differenzierung edaphischer Biotope. – Ökol. Untersuchungen ausgebaute untere Murr, 1: 195–310. Karlsruhe.
- CANAVAL, R. (1893): Ein Eiskeller in den Karawanken. – Carinthia II, 83 :178–180. Klagenfurt.
- CERNUSCA, A. (1982): Standardmeteorologie und Mikrometeorologie. – In: JANETSCHKE, H. (Hrsg.), Ökologische Feldmethoden: 9–27. Stuttgart (Ulmer).
- CHRISTIAN, E. (1985): Zur Collembolenfauna eines Permafrostbodens in der Karawanken-Nordkette. – Carinthia II, 175/95 :141–149. Klagenfurt.
- (1987): Composition and origin of underground arthropod fauna in an extrazonal permafrost soil of Central Europe. – Biol. Fert. Soils, 3: 27–30. Berlin.
- DARWIN, C. (1845): Journal of researches into the natural history and geology of the countries visited during the voyage of H.M.S. Beagle round the world, under the command of Capt. Fitz Roy. – 2nd Ed., 519 S. London. [:159].
- DE LATTIN, G. (1967): Grundriß der Zoogeographie. – 602 S. Jena (G. Fischer).
- DE ZORDO, I. (1979): III. Lebenszyklen und Zönotik von Coleopteren – In JANETSCHKE, H. (Hrsg.), Ökologische Untersuchungen an Wirbellosen des zentralalpiner Hochgebirges. – Veröff. Univ. Innsbruck., Alpin-Biol. Stud., 11: 1–131. Innsbruck.
- DEECKE, W. (1934): Über Blockhalden und Felsmeere in Baden. – Ber. Naturforsch. Ges. Freiburg i.Br., 34 (1): 1–19. Freiburg.
- DEMANGE, J.M. (1981): Les mille-pattes. Myriapodes. – 284 S. Paris (Boubée).
- DENZ, O. (1991): Die Vegetation des Zastler Tales im südlichen Schwarzwald. – Mitt. bad. Landesverband Naturkde. Naturschutz, (NF)15(2): 331–365. Freiburg.
- Deutscher Wetterdienst (1985): Das Klima der Bundesrepublik Deutschland. – Bearb.: MEYER, A. & SCHIRMER, H., Offenbach.
- DOBAT, K. (1975): Die Höhlenfauna der Schwäbischen Alb mit Einfluß des Dinkelberges, des Schwarzwaldes und des Wutachgebietes. – Jh. Ges. Naturkde. Württemberg, 130: 260–381. Stuttgart.
- EASON, E.H. (1964): Centipedes of the British Isles. – IX + 294 S. London, New York (F. Warne).
- EGGERS, E. (1964): Schwarzwald und Vogesen. – 144 S. Braunschweig (Westermann).
- ELLENBERG, H. (1986): Vegetation Mitteleuropas mit den Alpen in ökologischer Sicht (4. Aufl.). 989 S. Stuttgart (Ulmer).
- FLECHTNER, G. (1990): Der Kurzflügelkäfer *Leptusa simoni* (Coleoptera: Staphylinidae). Ein Glazialrelikt an der mittleren Nahe. – Mitt. Pollichia, 77: 323–328. Bad Dürkheim.
- FOCARILE, A. (1981): Connaissances actuelles sur les *Leptusa* (KRAATZ) de la Suisse et des Alpes nord-occidentales. – Mitt. dtsh. Ges. allg. angew. Ent., 3: 160–162. Kiel.
- (1983): Les *Leptusa* KRAATZ (Coleoptera, Staphylinidae) du Jura et des Prealpes de Savoie (Etudes sur les Leptusa, 4.) – Rev. Suisse Zool., 90(3): 643–656. Genf.
- FRUEDE, H., HARDE, K. & LOHSE, G.A. (1965): Die Käfer Mitteleuropas, 1: Einführung. 214 S. Krefeld (Goecke & Evers).
- FRIEDEL, H. (1935): Beobachtungen an den Schutthalden der Karawanken. – Carinthia, 125: 21. Klagenfurt.
- FRIEDRICH, E.A. (1981): Naturdenkmale Niedersachsens. 2. Aufl. 195 S. Hannover (Landbuch Verlag).
- [FRONZA, M.T. (1980): Flora e vegezione delle buche di ghiaccio di Lases. – Univ. Stud. Padova., Fac. Sci., Tesi di laurea in Sci. natur., 87 S.]
- FURRER, E. (1961): Über Windlöcher und Kälteflora am Lauerzersee (Schwyz). – Ber. geobot. Inst. ETH Stiftung Rübel, 32: 83–96. Zürich.
- GEIGER, R. (1961): Das Klima der bodennahen Luftschicht. 2. Aufl. 646 S. Braunschweig (Vieweg).
- GLADITSCH, S. (1989): Weitere in Südwestdeutschland neue oder bemerkenswerte Käferarten. 13. Beitrag zur Faunistik der südwestdeutschen Coleopteren. – Mitt. ent. Ver. Stuttgart, 24: 87–102. Stuttgart.
- GRESSEL, W. (1962): Eisvorkommen in der Matzen in Kärnten. – Die Höhle, 13(4): 88–90. Wien.
- HALFMANN, J. (1987): Der Assoziierungskoeffizient von Arten als Ausdruck für deren Verbreitung am Beispiel von epilithischen Bryophytengesellschaften am Schafstein (Rhön, Hessen). – Nova hedwigia, 45(1–2): 83–100. Berlin, Stuttgart.
- (1991): Die Struktur der Vegetation auf periglazialen Basalt-Block-Halden des Hessischen Berglandes. – Dissertationes Botanicae, 168: XIII + 212 S. Vaduz.

- HANTKE, R. (1978): Eiszeitalter, 1: Die jüngste Erdgeschichte der Schweiz und ihrer Nachbargebiete. Klima, Flora, Fauna, Mensch. Alt- und Mittel-Pleistozän. Vogesen Schwarzwald, Schwäbische Alb, Adelegg. 468 S. Thun/Schweiz (Ott).
- HANTKE, R. (1983): Eiszeitalter, 3: Die jüngste Erdgeschichte der Schweiz und ihrer Nachbargebiete. Westliche Ostalpen mit ihrem bayerischen Vorland bis zum Inn-Durchbruch und Südalpen zwischen Dolomiten und Mont-Blanc. 730 S. Thun/Schweiz (Ott).
- HARTMANN, F. (1924): Beiträge zu Badens Käferfauna III. – Mitt. bad. Landesver. Naturkde. Naturschutz, (NF) 1: 274–284. Freiburg/Br.
- HEIM, A. (1923): Gebläse im Gebirge. – Kosmos, 1923: 68–70. Stuttgart.
- HESSE, R. (1924): Tiergeographie auf ökologischer Grundlage. 613 S. Jena (G. Fischer).
- HÖLZEL, E. (1963): Tierleben im Eiskeller der Matzen in der Karawankennordkette. – Carinthia II, 73: 161–187. Klagenfurt.
- HOLDHAUS, K. (1929): Die geographische Verbreitung der Insekten. – In: SCHRÖDER, C. (Hrsg.); Entomol., 2: 592–1058. Jena (G. Fischer).
- (1954): Die Spuren der Eiszeit in der Tierwelt Europas. – Abh. zool. Ges. Wien, 18: 1–493. Innsbruck.
- HOLDHAUS, K. & LINDROTH, C.H. (1939): Die europäischen Coleopteren mit borealpiner Verbreitung. – Ann. naturhist. Mus. Wien, 50: 123–293. Wien.
- HORION, A. (1935): Die Salzkäfer der Rheinprovinz. – Decheniana, 91: 178–186. Bonn.
- (1941): Faunistik der deutschen Käfer, 1: Adepaga-Caraboidea. 463 S. Wien.
- (1949): Faunistik der mitteleuropäischen Käfer, 2: Palpicornia-Staphylinoida (außer Staphylinidae). 388 S. Frankfurt/M. (Klostermann).
- (1951): Beiträge zur Kenntnis der Käferfauna des Feldberggebietes, 1. Montane und subalpine Arten. – Mitt. bad. Landesver. Naturkde. Naturschutz, (NF) 5(4/5): 196–212. Freiburg.
- (1953): Faunistik der mitteleuropäischen Käfer, 3: Malacodermata – Sternoxia (Elateridae bis Throscidae). XIX + 340 S. München (Mus. Frey).
- (1954): Beiträge zur Käferfauna des Feldberggebietes, 2. Weitere montane und subalpine Arten. – Mitt. bad. Landesver. Naturkde. Naturschutz, (NF) 6(2): 92–109. Freiburg.
- (1955): Beitrag zur Käferfauna des badischen Bodenseegebietes, 2. Abteilung: Clavicornia bis Rhyngophora. – Beitr. naturkundl. Forsch. Südw.-Deutsh., 14 (1): 57–69. Karlsruhe.
- (1956): Faunistik der mitteleuropäischen Käfer, 5: Heteromera – Ent. Arb. Mus. Frey (Sonderbd.) 336 S. Tutzing (Reitter).
- (1958): Faunistik der mitteleuropäischen Käfer, 6: Lamellicornia (Scarabaeidae – Lucanidae). 343 S. Überlingen (Feyel).
- (1959): Die halobionten und halophilen Carabiden der deutschen Fauna. – Wiss. Z. Univ. Halle, Math.-Naturwiss., 8 (4/5): 549–556. Halle.
- (1960): Faunistik der mitteleuropäischen Käfer, 7: Clavicornia 1. Teil (Sphaeritidae-Phalacridae). 346 S. Überlingen (Feyel).
- (1961): Faunistik der mitteleuropäischen Käfer, 8: Clavicornia 2. Teil (Thorictidae-Cisidae). Terebrantia – Coccinellidae. 375 S. Überlingen (Feyel).
- (1961a): Bemerkungen zur Faunistik der württembergischen Käfer, III. Staphylinidae. 1. Teil – Jh. Ver. vaterländ. Naturkde. Württemberg, 116: 238–265. Stuttgart.
- (1963): Faunistik der mitteleuropäischen Käfer, 9: Staphylinidae 1. Teil (Micropeplinae-Euaesthetinae). 412 S. Überlingen (Feyel).
- (1965): Faunistik der mitteleuropäischen Käfer, 10: Staphylinidae 2. Teil (Paederinae-Staphylininae). 335 S. Überlingen (Feyel).
- (1967): Faunistik der mitteleuropäischen Käfer, 11: Staphylinidae 3. Teil (Habrocerinae bis Aleocharinae (ohne Subtribus Athetae)). 419 S. Überlingen (Feyel).
- (1969): Neunter Nachtrag zum Verzeichnis der mitteleuropäischen Käfer. – Entomol. Bl., 65 (1): 1–47. Krefeld.
- HORSFIELD, D. (1992): *Stenus glacialis* HEER (Col., Staphylinidae) on Creag Meagaidh, Inverness-shire. – Entomologists Monthly Mag., 128: 196. Oxford.
- HUHTA, V. (1979): Evaluation of different similarity indices as measures of succession in arthropod communities of the forest floor after clear-cutting. – Oecologia, 41: 11–23. Berlin.
- IHLE, C. & BOTZ, A. (1974): Heizungstechnik. 254 S. Hannover (Schroedel).

- IHLE, C., Bader, R. & Golla, M. (1985): Tabellenbuch: Sanitär, Heizung, Lüftung. – 375 S. Hannover (Schroedel).
- ILLIES, J. (1971): Einführung in die Tiergeographie. 91 S. Stuttgart (G. Fischer).
- JANETSCHKE, H. (Hrsg.) (1982): Ökologische Feldmethoden. Hinweise zur Analyse von Landökosystemen. 175 S. Stuttgart (Ulmer).
- JUBERTHIE, C., DELAY, B. & BOUILLON, M. (1980): Extension du milieu souterrain en zone non-calcaire: Description d'un nouveau milieu et son peuplement par les Coleopteres troglobies. – Mem. Biospéol., 7: 19–52. Moulis.
- KELLER, F. (1839): Bemerkungen über die Wetterlöcher und natürlichen Eisgrotten in den Schweizer Alpen. – Neujahrsbl. naturforsch. Ges. Zürich. 10 S. Zürich.
- KIRCHNER, W. & KULLMANN, E. (1972): Ökologische Untersuchungen an einer Freilandpopulation von *Nesticus cellulanus* im Siebengebirge unter besonderer Berücksichtigung der Kälte-Resistenz (Araneae, Nesticidae). – Decheniana, 125(1/2): 219–227. Bonn.
- KLAUSNITZER, B. (1991): Die Larven der Käfer Mitteleuropas. – 1: Adephaga. 273 S. Krefeld (Goecke & Evers).
- KLESS, J. (1959): Bemerkenswerte Käferfunde aus der Wutachschlucht. – Mitt. bad. Landesver. Naturkde. Naturschutz, (NF) 7: 357–362. Freiburg.
- (1989): Ein neues Verfahren zum Aufweichen unpräparierbarer Käfer. – In: LOHSE, G.A. & LUCHT, W. (Hrsg.): Die Käfer Mitteleuropas, 1 (Suppl.): 16–17. Krefeld (Goecke & Evers).
- KLINK, H.-J. (1966): Naturwissenschaftliche Gliederung des Ith-Hils-Berglandes. Art und Anordnung der Physiotope und Ökotope. – Forsch. dtsh. Landeskde., 159: 1–257. Bonn.
- KOCH, K. (1968): Käferfauna der Rheinprovinz. – Decheniana, Beihefte 13. VIII + 382 S. Bonn.
- (1989): Die Käfer Mitteleuropas, 1. Ökologie. 440 S. Krefeld (Goecke & Evers).
- KOPPE, F. (1958): Die Moosflora der Naturschutzgebiete „Kleiner Stein“ und „Großer Stein“ im Kreise Siegen. – Natur u. Heimat, 18 (4): 98–101. Münster.
- KRAUS, O. (1966): Phylogenie, Chorologie und Systematik der Odontopygoideen (Diplopoda, Spirostreptomorpha). – Abh. senckenberg. naturforsch. Ges., 512: 1–143. Frankfurt.
- (1978): Zoogeography and plate tectonics. Introduction to a general discussion. – Abh. Verh. naturwiss. Ver. Hamburg, (NF) 21/22: 33–41. Hamburg.
- KUBAT, K. (1974): Die Luftströmung in den Blockmeeren als ökologischer Faktor. – Opera Corcontica, 11: 53–62. Vrchlabi.
- LANGER, H. & MIXANIG, H. (1982): Höhlenkundliche Arbeiten im Gebiet der Matzen, Karawanken. – Carinthia II, 172./92: 205–210. Klagenfurt.
- LIEHL, E. (1935): Morphologische Untersuchungen zwischen Elz und Brigach. – Ber. naturforsch. Ges. Freiburg, 34: 95–212. Freiburg.
- (1982): Landschaftsgeschichte des Feldberggebietes. Altlandschaft – Eiszeit – Verwitterung und Abtragung heute. – In: Der Feldberg im Schwarzwald. – Natur- u. Landschaftsschutzgebiete Bad.-Württ., 12: 13–147. Karlsruhe.
- LINDROTH, C.H. (1969): The theory of glacial refugia in Scandinavia. Comments on presents opinions. – Not. Ent., 49: 178–192. Helsingfors.
- LOHSE, G.A. (1974): Familie Staphylinidae II., U.F. 22 (Aleocharinae). – In: FREUDE, H., HARDE, K. & LOHSE, G.A.: Die Käfer Mitteleuropas, 5: 11–72. Krefeld (Goecke & Evers).
- (1981): Bodenfallenfänge im Naturpark Wilseder Berg mit einer kritischen Beurteilung ihrer Aussagekraft. – Jber. naturwiss. Ver. Wuppertal, 34: 43–47. Wuppertal.
- & LUCHT, W.H. (1989): Die Käfer Mitteleuropas, 1 (Suppl.) (mit Katalogteil). 346 S. Krefeld (Goecke & Evers).
- LORENZ, D. (1965): Mikroklimatische Beobachtungen ohne Instrumente. – Natur u. Mus., 95(1): 26–30. Frankfurt a. M.
- LUCHT, W. (1987): Die Käfer Mitteleuropas. Katalog. – 342 S. Krefeld (Goecke & Evers).
- LÜTH, M. (1990): Moosgesellschaften auf Blockhalden im Südschwarzwald. – Beih. Veröff. Naturschutz Landschaftspflege Bad.-Württ., 58: 1–88. Karlsruhe.
- MAC ARTHUR, R.H. & WILSON, E.O. (1969): The theory of island biogeography. – XI + 203 S. Princeton, New Jersey (Princeton Univ. Press.).

- MAGISTRETTI, M. (1965): Fauna d'Italia, 8: Cicindelidae, Carabidae: Catalogo topografico. 512 S. Bologna (Calderini).
- MARGGI, W.A. (1992): Faunistik der Sandlaufkäfer und Laufkäfer der Schweiz (Cicindelidae & Carabidae) Coleoptera. – Docum. Faun. Helvetiae, 13 (1-2): 477 + 243 S. Neuchâtel.
- MATTHEWS, J.A. (1993): The ecology of recently-deglaciated terrain. A geoecological approach to glacier forelands and primary succession. XII + 386 S. Cambridge (Cambridge Univ. Press).
- MATZKE, G. (1990): Der Karpatenbirken-Ebereschen-Blockwald – auch im Rheinischen Schiefergebirge. – Decheniana, 143: 160–172. Bonn.
- MAYR, E. (1963): Animal species and evolution. XIV + 797 S. Cambridge, Mass. (Belknap Press of Harvard Univ. Press).
- [MÖBIUS, J. (1993): Zur Flechtenbesiedlung auf kaltlufterzeugenden Blockhalden im Schwarzwald und in den Vogesen. – Staatsexamensarbeit, Univ. Köln. 95 S.]
- MOLENDI, R. (1989): Ein Beitrag zur Kenntnis der Käferfauna der Kare, Lawinerinnen und Eislöcher des Feldberggebietes im Schwarzwald. I. Carabidae. – Mitt. bad. Landesver. Naturkde. Naturschutz, (NF) 14 (4): 935–944. Freiburg.
- MORTENSEN, H. (1932): Blockmeere und Felsburgen in den Deutschen Mittelgebirgen. – Z. Ges. Erdkde. Berlin. (7/8): 279–287. Berlin.
- MORTON, F. (1958): Die Eislöcher von Eppan in Überetsch. – Natur u. Volk, 88: 413–420. Frankfurt a.M. – (1959): Mikroklimatische Untersuchungen am *Rhododendron ferrugineum* im Bergsturzgebiet der Eppaner Gand – Der Schlern, 33: 233–234; 339–342; 424–426. Bozen.
- (1962): Die Eislöcher bei Eppan. – Natur u. Land, 48: 46. Wien.
- MÜHLENBERG, M. (1989): Freilandökologie (2. Aufl.) 430 S. Heidelberg (Quelle & Meyer).
- MÜLLER, K. (1948): Eislöcher am Feldberg. – Mitt. bad. Landesver. Naturkde. Naturschutz, (NF) 5: 4–6. Freiburg.
- MÜLLER, M. (1972): Die Molluskenfauna der Naturschutzgebiete des Kreises Siegen, 1. Großer und Kleiner Stein. – Abh. Landesmus. Naturkde. Münster, 34 (1): 1–24. Münster.
- NEUHERZ, H. (1979): Das Klasum – ein unterirdisches Ökosystem. – Veröff. naturhist. Mus. Wien, (NF) 17: 71–76. Wien.
- OKKO, V. (1957): On the thermal behavior of some finnish eskers. – Fennia, 81(5): 1–39. Helsinki.
- OLTMANN, F. (1922): Die Pflanzenwelt des Schwarzwaldes. – Bad. Schwarzwaldver. Freiburg, :1–658. Freiburg.
- PACE, R. (1983): Risultati dello studio delle specie del genere *Leptusa* KRAATZ della collezione SCHEERPELTZ al Naturhistorisches Museum di Vienna. – Ann. naturhist. Mus. Wien, (B)85: 53–102. Wien.
- PAULUS, H.F. (1982): Insekten des Feldberggebietes: Käfer. In: Der Feldberg im Schwarzwald. – Natur- u. Landschaftsschutzgebiete Bad.-Württ., 12: 399–410. Karlsruhe.
- PEARSON, R.G. (1965): Problems of post-Glacial refugia. – Proc. roy. Soc., (B)161: 324–330. London.
- PEDROTTI, F. (1980): Guida all'escursione della Società Botanica Italiana in Val d'adige e nel Parco Nazionale dello Stelvio (27.–30. giugno 1980). 45 S. Camerino (Istit. Bot. Univ.).
- PEEZ, A.v. (1967): Lathridiidae. – In: FREUDE, H., HARDE, K. & LOHSE, G.A., Die Käfer Mitteleuropas, 7: 168–190. Krefeld (Goecke & Evers).
- & KAHLER (1977): Die Käfer von Südtirol. – Veröff. Mus. Ferdinandeum Innsbruck, 57 (Suppl. 2): 1–525. Innsbruck.
- PEUS, F. (1932): Die Tierwelt der Moore unter besonderer Berücksichtigung der europäischen Hochmoore. – In: BÜLOW, K.v. (Hrsg.): Handbuch der Moorkunde, 3. 277 S. Berlin (Borntraeger).
- PFÄFF, W. (1933): Die Eislöcher in Überetsch. Ihre Vegetationsverhältnisse und ihre Flora. – Schlernschriften, 24: 1–72. Bozen.
- (1933 a): Le „Buche di ghiaccio“ di Lases e la loro flora. – Studi trentin. Sci. Natur., 14(3): 177–187. Trento.
- PFANNENSTIEL, H.-D. & RAHM, H.-D. (1961): Die wärmezeitlichen Gletscher des Talkessels von Prag. – Ber. naturforsch. Ges. Freiburg, 52: 190–210. Freiburg.
- PLACHTER, H. (1991): Naturschutz. 463 S. Stuttgart, New York (Fischer).
- PLATNICK, N.I. (1989): Advances in spider taxonomy, 1981–1987. VII + 673 S. Manchester (Manchester Univ. Press).
- (1993): Advances in spider taxonomy, 1988–1991. V + 846 S. New York (New York Entom. Soc.).

- POSER, H. & HÖVERMANN, J. (1951): Untersuchungen zur pleistozänen Harz-Vergletscherung. – Abh. braunschweigische wiss. Ges., 3: 61–115. Braunschweig.
- PRADEL, M.A. (1992): Beobachtungen an Eisstalagmiten. – Natur u. Mus., 122(2): 62–63. Frankfurt.
- PUTHZ, V. (1971): Kritische Faunistik der bisher aus Mitteleuropa bekannten *Stenus*-Arten nebst systematischen Bemerkungen und Neubeschreibungen. 80. Beitrag zur Kenntnis der Steninen. – Ent. Bl., 67(2): 74–121. Krefeld.
- RABELER, W. (1931): Die Fauna des Göldenitzer Hochmoores in Mecklenburg (Molluska, Isopoda, Arachnoidea, Myriapoda, Insecta). – Z. Morph. Ökol. Tiere, 21(1/2): 174–315. Berlin.
- REINIG, F.W. (1937): Die Holarktis. Ein Beitrag zur diluvialen und alluvialen Geschichte der zirkumpolaren Faunen- und Florengebiete. 124 S. Jena (G. Fischer).
- REITTER, E. (1908): Das Insektensieb, dessen Bedeutung beim Fangen von Insekten, insbesondere Coleopteren und dessen Anwendung. – In: REITTER, E., Fauna Germanica, Käfer, 1: 35–45. Stuttgart (K.G. Lutz).
- REZNIK, H. (1963): Über die Flechtenvegetation in der Gotschuchen (Karawanken). – Carinthia II, 153/73: 221–226. Kärnten.
- ROPPEL, J. (1990): Einige bemerkenswerte Käfer aus dem Schwarzwald (Wutachtal, Unterhölzer Wald). – Mitt. ent. Ver. Stuttgart, 25: 19–23. Stuttgart.
- RUNGE, F. (1978): Die Naturschutzgebiete Westfalens. 245 S. Münster (Aschendorff).
- RUZICKA, V. (1988): The longtimely exposed rock debris pitfalls. – Vest. cs. Spolec. zool., 52: 238–240. Prag.
- (1990): On the lithobionts *Lepthyphantes notabilis*, *Rugathodes bellicosus* and on *Rugathodes instabilis* (Aranae: Linyphiidae, Theridiidae). – Acta ent. Bohemoslov., 86: 432–441. Prag.
- RUZICKA, V., BOHAC, J., SYROVATKA, O., KLIMES, L. (1989): Invertebrates from rock debris in north Bohemia (Aranae, Opiliones, Coleoptera, Diptera). – Sborn. Severoces. Muz. Prir. Vedy, Liberec, 17: 25–36. Prag.
- SALOMON, W. (1926): Felsenmeere und Blockstreuungen. – S.-B. Heidelberg. Akad. Wiss., Math.-nat. Kl., 12: 1–6. Heidelberg.
- SCHEIBER, H. (1967): Geologie der Jauernik-Gruppe. – Mitt. Ges. Geol. Bergbaustud., 17: 169–196. Wien.
- SCHILLER, W. (1979): Die Käferfauna von Grenzach-Wyhlen. – In: Der Buchswald bei Grenzach. Natur- u. Landschaftsschutzgebiete Bad.-Württ., 9: 361–387. Karlsruhe.
- (1989): Die Staphylinidae des Belchengebietes im Südschwarzwald. – In: Der Belchen. Natur- u. Landschaftsschutzgebiete Bad.-Württ., 13: 1031–1081. Karlsruhe.
- SCHINDLER, H., KINZEL, H. & BURIAN, K. (1976): Ökophysiologische Untersuchungen an Pflanzen der Matzen-Eisstandorte – Carinthia II 166/86: 269–307. Kärnten.
- SCHLOSS, S. (1979): Pollenanalytische und stratigraphische Untersuchungen im Sewensee. Ein Beitrag zur spät- u. postglazialen Vegetationsgeschichte der Südvogesen. – Dissertationes Botanicae, 52: 1–184. Vaduz.
- SCHMAUSS, A. (1948): Kleinklimabeobachtungen ohne Instrumente. – Wetter u. Klima, 1: 27–36. Frankfurt a.M.
- SCHMÖLZER, K. (1962): Die Kleintierwelt der Nunatakker als Zeugen einer Eiszeitüberdauerung. – Mitt. zool. Mus. Berlin, 38: 171–400. Berlin.
- SCHOTT, C. (1931): Die Blockmeere in den deutschen Mittelgebirgen. – Forsch. dtsh. Landes-Volkskde., 29(3): 1–78. Stuttgart.
- SCHREINER, A. (1977): Tertiär, Quartär. – In: GROSCHOPF, KESSLER & EIBER et al.: Erläuterungen zur Geologischen Karte von Freiburg im Breisgau und Umgebung 1:50000. 133–153, 174–199. (351 S., 27 Abb., 7 Taf., 1 Beil.). Stuttgart.
- SEGERSTALE, S.G. (1957): On the immigration of the Glacial relicts of Northern Europe, with remarks on their prehistory. – Soc. Sci. Fenn. Comment. biol., 16: 1–135. Helsinki.
- SEIFERT, B. (1990): Wie wissenschaftlich wertlose Fangzahlen entstehen. Auswirkungen artspezifischen Verhaltens von Ameisen an Barberfallen direkt beobachtet. – Ent. Nachr. Ber., 34(1): 21–27. Dresden.
- SMETANA, A. (1962): Bestimmungstabelle der mitteleuropäischen Arten der Gattung *Quedius* STEPH. (2. Teil) – Ent. Bl., 58(1): 133–155. Krefeld.
- SØRENSEN, T. (1948): A method of establishing groups of equal amplitude in plant sociology based on similarity of species content. – Vidensk. Selsk. biol. Skr., 5: 4–11. Copenhagen.
- STEINBACH, A. (1954): Beobachtungen und Messungen an Eishöhlen im Westerwald und in der Eifel. – Jb. nassauischen Ver. Naturkde., 91: 8–36. Wiesbaden.

- STEINHOFF, D. (1970): Unbekanntes Westfalen. 156 S. Münster (Aschendorff).
- STREIFF-BECKER, R. (1945): Die Windlöcher bei Ennetbühls. – Mitt. naturforsch. Ges. Kanton Glarus, 7: 247–255. Glarus.
- STROUHAL, H. & VORNATSCHER, J. (1975): Katalog der rezenten Höhlentiere Österreichs. – Ann. naturhist. Mus. Wien, 79: 401–542. Wien.
- SZYMCZAKOWSKI, W. (1971): Familie Catopidae. – In: FREUDE, H., HARDE, K. & LOHSE, G.A.: Die Käfer Mitteleuropas, 3: 204–237. Krefeld (Goecke & Evers).
- THALER, K. (1981): Bemerkenswerte Spinnenfunde in Nordtirol (Österreich) (Arachnida: Aranei). – Veröff. Mus. Ferdinandeum, 61: 105–150. Innsbruck.
- (1982): Weitere wenig bekannte *Leptyphantes*-Arten der Alpen (Arachnida: Aranei, Linyphiidae). – Rev. Suisse Zool., 89(2): 395–417. Lausanne.
- THENIUS, E. (1980): Grundzüge der Faunen- und Verbreitungsgeschichte der Säugetiere. Eine historische Tiergeographie. 2. Aufl. 375 S. Jena (G. Fischer).
- THIENEMANN, A. (1950): Verbreitungsgeschichte der Süßwassertierwelt Europas. – Die Binnengewässer, 18. XVI + 809 S. Stuttgart.
- TRIMMEL, H. (1968): Höhlenkunde. 300 S. Braunschweig (Vieweg).
- TROLL, C. (1959): Unterirdische Jahreszeitenwinde in finnischen Äsern. – Erdkde., 13: 150–152. Bonn.
- ULLMANN, R. (1960): Verwitterungsdecken im südlichen Schwarzwald. – Ber. naturforsch. Ges. Freiburg, 50: 197–246. Freiburg.
- UNWIN, D. M. (1980): Microclimatic measurement for ecologists. 135 S. New York, London (Academic Press).
- VANDEL, A. (1965): Biospéologie. La biologie des animaux cavernicoles. 612 S. Paris (Gauthier-Villars).
- WALTER (1973): Allgemeine Geobotanik. 260 S. Stuttgart (Ulmer).
- WIEGAND, M. (1984): Umwelt elektronisch messen. 216 S. Ravensburg (Meier).
- WIEHLE, H. (1961): Siebengebirge und Roddergebirge. 10. Arachnologische Exkursion im NSG „Siebengebirge“. – Decheniana, (Beih.) 9: 29–35. Bonn.
- (1965): Die Spinnenfauna des Harzes. – Natur u. Mus., 95(4): 133–142. Frankfurt a.M.
- WILHELMY, H. (1981): Klimamorphologie der Massengesteine. 2. Aufl. 254 S. Wiesbaden (Akad. Verlagsges.).
- WIRTH, V. (1972): Die Silikatflechten-Gemeinschaften im außeralpinen Zentraleuropa. – Dissertationes Botanicae, 17: 1–306. Vaduz.
- ZANETTI, A. (1987): Coleoptera Staphylinidae. Omaliinae. – In: Fauna d'Italia, 25. 472 S. Bologna (Calderini).

Anschrift des Verfassers: Dr. R. MOLENDI, Institut für Spezielle Zoologie und Evolutionsbiologie, Universität Jena, Erbertstraße 1, D-07743 Jena, Germany.