

ABHANDLUNGEN UND BERICHTE  
DES NATURKUNDEMUSEUMS GÖRLITZ

Band 53, Nummer 2

Abh. Ber. Naturkundemus. Görlitz 53, 2: 1-78

Eschienen am 1. 7. 1980

Eine Rasen-Wald-Catena im Leutratal bei Jena als pedozoologisches Untersuchungsgebiet und ihre Laufkäferfauna  
(Coleoptera, Carabidae)

A grassland-wood-catena in the „Leutratal“ near Jena (Thüringen) as a pedozoological research area and its ground beetle fauna (Coleoptera, Carabidae)  
(with english summary)

Von WOLFRAM D U N G E R, HANS-ULRICH P E T E R  
und SIEGFRIED T O B I S C H

Mit 1 Karte und 30 Abbildungen

Pedozoologische Untersuchungen des Staatlichen Museums für Naturkunde Görlitz im Leutratal bei Jena (Thüringen) Nr. 7

Inhalt	Seite
1. Ziel und Organisation der pedozoologischen Untersuchungen im Leutratal .....	3
2. Das Untersuchungsgebiet Leutratal .....	4
2.1. Geographische Lage, Relief .....	4
2.2. Geologie und Böden .....	5
2.3. Vegetation und Vegetationsgeschichte .....	6
2.4. Klima und Witterung .....	6
2.5. Mikroklima .....	8
2.6. Fauna .....	11
2.7. Kennzeichnung der Untersuchungsflächen .....	12
3. Ablauf und Methodik der Untersuchungen .....	18
3.1. Allgemeine Erfassung der Bodenmakro- und -megafauna .....	18
3.1.1. Flächenproben .....	18

3.1.2. Bodenfallen .....	19
3.2. Methoden zur Untersuchung der Carabidenfauna .....	19
3.2.1. Leerfangmethode .....	21
3.2.2. Fang-Markierung-Wiederfang-Methode .....	21
4. Die Carabidenfauna des Untersuchungsgebietes .....	22
4.1. Material und Arteninventar .....	22
4.2. Quantitative Parameter der Carabidenfauna .....	25
4.3. Artendichte und Diversität .....	33
4.4. Repräsentanz der Arten und Verbreitung der Ökotypen längs der Catena .....	35
4.5. Aktivitätszeiten dominanter Arten .....	49
4.6. Verteilung der Verbreitungstypen längs der Catena .....	57
4.7. Diskussion der Ergebnisse .....	61
5. Zusammenfassung / summary .....	69
6. Literatur .....	75

## 1. Ziel und Organisation der pedozoologischen Untersuchungen im Leutratal

Unsere Kenntnisse von den ökologischen Wechselbeziehungen zwischen einzelnen Gruppen der Bodentiere und den abiotischen und biotischen Ökofaktoren ihres Lebensraumes beruhen vorwiegend auf vereinzelt Untersuchungen taxonomisch begrenzter Einheiten. Hinsichtlich der Auswahl der vergleichend betrachteten Ökofaktoren sind sie vorwiegend konventionell und unsystematisch, fast durchgehend aber unvollständig. Dies ist einerseits aus der Begrenzung der Arbeitsmöglichkeit des Einzeluntersuchers jeweils durchaus verständlich; andererseits liegt hierin aber ein wesentlicher Grund dafür, daß solche isolierten Arbeiten eine zusammenfassende Wertung und insbesondere eine Verallgemeinerung und Verdichtung zu ökologischen Gesetzmäßigkeiten kaum zulassen.

In den Kreis der für die ökologische Beurteilung von Bodentiergruppen interessierenden Ökofaktoren gehören zunächst die Daten der abiotischen Umgebung (physikalische, chemische, mikroklimatische Eigenschaften der Böden), deren Erfassung bekanntlich apparativ und zeitlich aufwendig ist und spezielle Erfahrungen voraussetzt. Die Kenntnis der biotischen Ökofaktoren ist mit dem Benennen der vorhandenen Pflanzengesellschaft durchaus nicht befriedigend gegeben; wesentliche Teile des Beziehungsgefüges betreffen gerade die Wechselwirkungen zwischen der geprüften Bodentiergruppe und (dominanten) epigäischen und edaphischen Tieren und Mikroorganismen. Sind solche Wechselbeziehungen – des erhöhten Aufwandes wegen – bereits nur sporadisch Gegenstand ökologischer Arbeiten, so gilt dies in noch höherem Grade für zwei weitere Faktorengruppen: Zum einen betrifft dies den Austausch unmittelbar benachbarter Lebensräume, die nur graduell oder durch bestimmte Primärfaktoren unterschieden sind, d. h. die heuristisch besonders wertvolle Möglichkeit der Untersuchung einer Catena von Lebensräumen. Zum anderen verdient hier nicht nur die aktuell erkennbare anthropogene Beeinflussung, sondern die (möglichst umfassende) „Lebensgeschichte“ des Lebensraumes, und hierbei vornehmlich dessen Kulturgeschichte, eine hohe Aufmerksamkeit.

Diese Überlegungen bestimmten das Staatliche Museum für Naturkunde Görtitz, sich mit der Bearbeitung der Bodenfauna an dem Forschungsauftrag „Terrestrische Ökologie“ zu beteiligen, der im Auftrag des Ministeriums für Wissenschaft und Technik von einem Kollektiv von Ökologen der DDR im Leutratal bei Jena (Thüringen) in den Jahren 1971 bis 1975 bearbeitet wurde. Eine besonders enge Zusammenarbeit ergab sich hierbei mit dem Wissenschaftsbereich Ökologie der Friedrich-Schiller-Universität Jena unter Leitung von Professor Dr. H. J. Müller und dem bodenbiologischen Laboratorium des Institutes für Bodenkunde der ADL unter Leitung von Dr. E. von Törne. Das gemeinsame Grundziel der kollektiven Arbeit bestand darin, auf einheitlichen Testflächen die biotischen Strukturen von 3 Ökosystemen von Halbtrockenrasen bzw. Trockenrasen zu analysieren. Über die Ergebnisse dieser Arbeiten liegen gegenwärtig (nach einer Übersicht von W. HEINRICH, 1979) 86 Mitteilungen vor, von denen REICHHOFF (1973) und KNAPP & REICHHOFF (1976) zur Vegetationsstruktur, GLUCH (1973) zur Nettoprimärproduktion, MÜLLER & Mitarbeiter (1973) zur Struktur der epigäischen Arthropodenfauna, DUNGER (1978) zur Struktur und Funktion der Bodenfauna, v. TÖRNE (1975) zu Stoffhaushalt und Feinschichtung aus mikrobiotischer Sicht und STÖCKER (1974) zur Ökosystemproblematik als zusammenfassende Übersichten hervorgehoben seien.

Das Vorliegen dieser Ausarbeitungen ermöglicht nun im Sinne der eingangs angestellten Überlegungen einen zweiten, intensiveren Bearbeitungsschritt der vorgefundenen pedozoologischen Verhältnisse, die (aut)ökologische Wertung unter Nutzung der inzwischen aus dem Untersuchungsgebiet vorliegenden Kenntnisse. Dies wird leider in gewissem Maße dadurch beeinträchtigt, daß nicht alle der zur Prüfung vorgesehenen Faktoren untersucht werden konnten

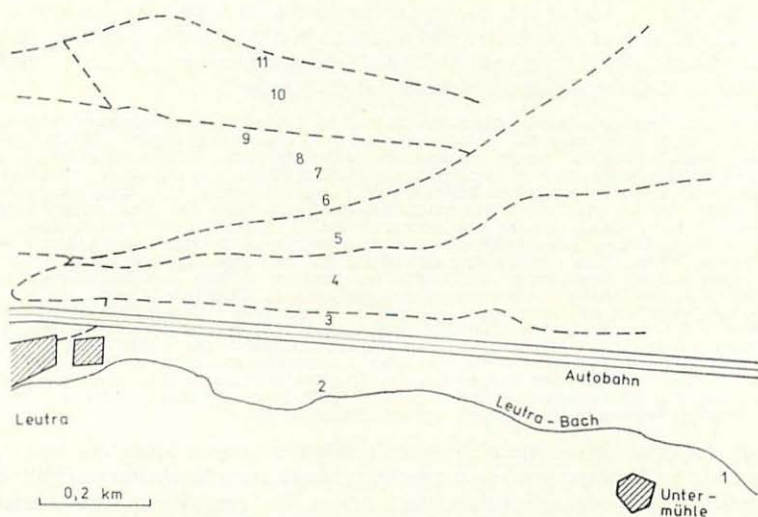


(bzw. nicht im erforderlichen Grad erklärt wurden). Dessen ungeachtet erfordern der Umfang des gewonnenen Materials und die gegebene Vielzahl der Verknüpfungsmöglichkeiten eine detaillierte Ausarbeitung der Erfahrungen, die für einzelne Gruppen der Bodentiere, insbesondere der Bodenarthropoden im Leutratatal ableitbar sind. Diese Arbeit soll deshalb eine Reihe spezieller Bearbeitungen eröffnen. Sie hat aus diesem Grunde gleichzeitig die Aufgabe, die notwendigen Grundangaben zum Untersuchungsgebiet aus den vorliegenden Mitteilungen zusammenzustellen, soweit sie für bodenökologische Fragestellungen von Belang sind. Diese wie auch die Angaben zur angewandten Methodik sind gleichzeitig als Grundinformation für folgende Teilarbeiten gedacht, um aufwendige Wiederholungen zu ersparen.

## 2. Das Untersuchungsgebiet Leutratatal

### 2.1. Geographische Lage, Relief

Südlich von Jena fließt die Leutra als linker Nebenfluß der mittleren Saale zu (MTB Kahla 5135). Ihre Talsohle liegt an der Mündung bei Maua 153 m über NN. Vom Jagdberg bei Göschwitz schneidet sich die Leutra auf etwa 4 km Länge in W-O-Richtung in die Ilm-Saale-Platte ein, deren Hochflächen etwa bei 400 m über NN liegen. Als Untersuchungsgebiet wurde der linksseitige, S-exponierte Talhang etwa 1 km östlich des Ortes Leutra gewählt, der großenteils zum Naturschutzgebiet „Leutratatal bei Jena“ gehört (Karte 1). Längs dieses Hangprofils wurde zum Studium der Bodenfauna eine Catena von Untersuchungsflächen festgelegt, deren Längserstreckung etwa 3 km, deren größte Höhendifferenz etwa 145 m beträgt (Profilskizze Abb. 1). Die Untersuchungsflächen



Karte 1. Topographische Übersicht zur Lage der Untersuchungsflächen 1-11 (Erläuterung s. Abb. 1) im Leutratatal; vgl. Vegetationskarte von KNAPP & REICHHOFF, 1975.



(UF) werden in der Abfolge des Hangprofils von 1 bis 11 durchnummeriert und im folgenden näher gekennzeichnet.

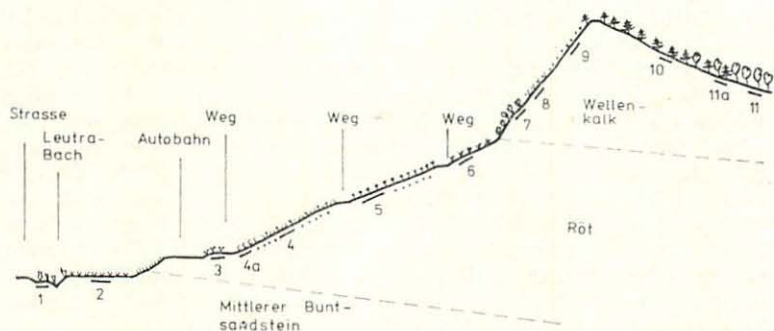


Abb. 1. Halbschematisches Profil des Untersuchungsgebietes „Hang-Catena Leutra-tal“. Bezeichnung der Untersuchungsflächen:

- |                                |                        |
|--------------------------------|------------------------|
| 1 Bachrandgehölz               | 7 Gebüschgürtel        |
| 2 Bachwiese                    | 8 Unterer Trockenrasen |
| 3 Autobahnrandstreifen         | 9 Oberer Trockenrasen  |
| 4 Untere Wirtschaftswiese      | 10 Kiefernforst        |
| 5 Obere Wirtschaftswiese       | 11 Buchenwald          |
| 6 (typischer) Halbtrockenrasen |                        |

## 2.2. Geologie und Böden

Die im Präglazial erfolgte Eintiefung des Flußbettes hat im untersuchten Teil des Tales 3 Schichten der Trias freigelegt. An der Talsohle steht Mittlerer Buntsandstein an. Die Unterhänge durchschneiden den relativ weichen, leicht erodierenden Oberen Buntsandstein („Röt“). Die obere, etwa 60 m mächtige Schichtstufe wird von Unterem Muschelkalk („Wellenkalk“) gebildet. Dieser zeigt bei Hangneigungen bis zu 40° durch Erosion bedingte Bildungen von Rippen und Furchen und überrollt als Erosionsschutt den gesamten Unterhang bis zur Talsohle. Hinzu kommen periglaziale Lößablagerungen, die sich auf dem Rötsockel erhalten haben und mit diesem ebenfalls teilweise umgelagert wurden. Die Talsohle wird von einem Auftrag von Auenlehm bedeckt.

Die Böden sind entsprechend der geologischen Situation und des Reliefs entwickelt (s. Darstellung der UF; 2.7.). Anthropogene Einflüsse zeigen sich besonders in der Erosionsförderung durch Abholzen des Oberhanges (s. 2.3.) und Bewirtschaftungsmaßnahmen am Unterhang. Der Humusgehalt der Feinerde des Oberbodens liegt im Trockenrasen (UF 9: 4,18 % C<sub>t</sub>) nur wenig unter dem der Wirtschaftswiese (UF 5: 4,34 % C<sub>t</sub>). Er ist im nicht genutzten Halbtrockenrasen (UF 6: 5,56 % C<sub>t</sub>) deutlich höher (nach Werten von GLUCH & STÖCKER 1971). Anders verhält sich nach den gleichen Autoren die Nährstoffversorgung. Infolge Düngung übertrifft die Wirtschaftswiese (UF 4, 5) den Trockenrasen (UF 9) im Phosphor-Gehalt 5fach, im Kalium-Gehalt 3fach, im Magnesium-Gehalt 4,5fach und im N<sub>t</sub>-Gehalt 2fach. Die Werte des Halbtrockenrasens (UF 6) verhalten sich ± intermediär.

### 2.3. Vegetation und Vegetationsgeschichte

Die hier gegebene Darstellung der historischen Entwicklung und aktuellen Ausbildung der Vegetation folgt den Ausführungen von KNAPP (1973), KNAPP und REICHHOFF (1974) und MÜLLER et al. (1978). Die oberen Wellenkalkhänge des Leutratales waren als orographische Extremstandorte wohl ursprünglich von Blaugras-Buchenwald (Seslerio-Fagetum) bedeckt. In diesen eingebettet nahmen Blaugrasrasen (Epipactis-Seslerietum) kleinflächige Steilhanglagen und Erosionsstellen ein, die gegen den Blaugras-Buchenwald oft durch einen Storchschnabel-Haarstrang-Saum (Geranio-Peucedanetum) abgegrenzt waren. Die vorherrschende natürliche Waldgesellschaft der mittleren und unteren Hänge (vorwiegend auf Röt), und zwar sowohl auf der südexponierten wie auf der nordexponierten Hangseite, ist der Orchideen-Buchenwald (Carici-Fagetum). Für den Talgrund sind geophytenreiche Ahorn-Eschen-Wälder (Corydali-Acereto-Fraxinetum) als charakteristisch anzunehmen. Floristisch ist das Untersuchungsgebiet durch Arten von südeuropäisch/montan-mitteuropäischer Verbreitung gekennzeichnet, ergänzt durch einige subkontinentale und dealpine Elemente.

Die heutige Ausbildung der Vegetation ist nur unter Berücksichtigung des anthropogenen Einflusses verständlich. Die Orchideen-Buchenwälder der Rötstufe fielen seit dem Ende des 14. Jahrhunderts zunehmend dem Weinbau zum Opfer, der hier, teilweise auf den unteren Bereich der Wellenkalkhänge übergreifend, nahezu konstant über 400 Jahre betrieben wurde. Im Laufe des 19. Jahrhunderts kam er fast völlig, seit etwa 1950 endgültig zum Erliegen. Der Talgrund wurde ackerbaulich genutzt (Getreideanbau). Zur Holznutzung (in Mittel- und Niederwaldwirtschaft) und zur Schaf- und Ziegenhaltung kamen somit seit dem Mittelalter nur die Wellenkalkhänge in Betracht. Das führte zur Zerstörung der Waldbestände und verstärkten Erosion des Wellenkalkes, und damit zur sekundären Ausbreitung der Blaugrasrasen. Im Laufe des 19. Jahrhunderts wurden auch die aufgelassenen Weinbergflächen des Rötsockels zur Schafhaltung genutzt. Die Zunahme der Stallviehhaltung erforderte jedoch bald, den unteren Hangbereich in extensiv genutzte Mahdwiesen umzugestalten. Diese sind noch heute teilweise (UF 6) als Esparsetten-Halbtrockenrasen (Onobrychido-Brometum) erhalten und unter Schutz gestellt. Mit dem Ende der Extensivmahd um 1960 ist hier (im mittleren Hangbereich) eine fortschreitende Verkräutung und Verbuschung zu beobachten. Auch die Trockenrasen (Blaugrasrasen) werden – allerdings wesentlich langsamer – durch Gehölzausbreitung sukzessiv eingeengt. Im unteren Hangbereich wird der Esparsetten-Halbtrockenrasen weiterhin genutzt; nunmehr jedoch als gedüngte und zweischürige Wirtschaftswiese. Die Flächendeckung der gegenwärtigen Vegetationseinheiten ist bei KNAPP und REICHHOFF (1974) dargestellt.

### 2.4. Klima und Witterung

Nach REICHHOFF (1977) und MÜLLER et al. (1978) lassen sich Klima und Witterung im Leutratal für die Untersuchungszeit wie folgt charakterisieren: Das Mittlere Saaletal zeigt heiße Sommer, milde, schneearme Winter, einen zeitigen Frühjahrsbeginn und einen sonnenscheinreichen Herbst. Die Jahresmitteltemperatur der Station Jena beträgt 8,6 °C, der mittlere Jahres-Niederschlag 577 mm. Niederschlagverteilung, Lokalwinde und Thermik sind im übrigen stark von der orographischen Situation abhängig. Der Witterungsablauf im



Untersuchungszeitraum war durchschnittlich zu warm und meist zu trocken im Vergleich zum langjährigen Mittel. Der jährliche Regenfaktor nach LANG (Fa = Jahresniederschlagsmenge in mm : Jahresmitteltemperatur in Grad Celsius) zeigt dies summarisch:

Jahr	1970	1971	1972	1973	1974	ϕ 1901—1950
Fa	75,3	54,8	57,5	52,4	74,3	67,1

Die Jahresmitteltemperaturen lagen 1970  $+0,3^{\circ}$ , 1971  $+0,7^{\circ}$ , 1972  $+0,1^{\circ}$ , 1973  $+0,6^{\circ}$  und 1974  $+1,2^{\circ}$  über dem langjährigen Mittel. Im Vergleich zum langjährigen Niederschlagsmittel fielen 1970 116  $\%$ , 1971 nur 88  $\%$ , 1972 nur 87  $\%$ , 1973 nur 84  $\%$  und erst 1974 wieder 126  $\%$ . Die Jahrgänge 1971–1973 der Witterungsfaktoren (Dekadensummen der Niederschläge und Dekadenmittel der Lufttemperaturen) sind aus Abb. 9 zu ersehen.

Phänologisch war das Jahr 1971 überwiegend verfrüht, besonders im Frühjahr und während der sommerlichen Trockenheit. In den Jahren 1972 und 1973 trat nur zu Jahresbeginn eine gewisse phänologische Verfrüfung ein, im übrigen entsprechen diese Jahre der phänologischen Norm. Trockenheit und übernormale Temperaturen im März und April verursachten auch 1974 einen stark verfrühten Frühjahrsbeginn, ab Mai verlief das Jahr 1974 jedoch phänologisch normal.

## 2.5. Mikroklima

Zum Mikroklima einzelner Bereiche des Leutratales und zu dessen Ausprägung in den Pflanzenbeständen und Böden hat REICHHOFF (1977) eigene Untersuchungen und Ergebnisse anderer Bearbeiter zusammengestellt. Hiernach weist die mittlere Hangstufe (UF 6) während des Tages durchschnittlich höhere Lufttemperaturen auf als der Unter- und Oberhang. Diese Erscheinung der nicht vollständigen Temperaturinversion wird unterstützt durch die höhere Windgeschwindigkeit über dem Trockenrasen des Oberhanges und den von der Gebüschumrandung verursachten Windschutz des Halbtrockenrasens. Die bodennahe Luftschicht in den Beständen ( $+10$  cm) weist aber im Tagesgang bereits die physiognomisch erwarteten Verhältnisse (Abb. 2) mit Höchsttemperaturen und minimaler Luftfeuchte in den Trockenrasen (UF 9) auf.

Die Bodentemperaturen zeigen den extremsten Tagesgang (Abb. 3) erwartungsgemäß im Trockenrasen mit einer Differenz (am gemessenen Beispiel vom 12. 5. 1971) von  $17,5^{\circ}$  in 2 cm Tiefe und noch immer  $10,3^{\circ}$  in 10 cm Bodentiefe. Im Halbtrockenrasen (UF 6) betragen die entsprechenden Temperaturschwankungen  $16,3^{\circ}$  bzw.  $6,2^{\circ}$ , in der Wirtschaftswiese (UF 5) nur  $12,9^{\circ}$  bzw.  $5,0^{\circ}$ . Der Deckungsgrad der Vegetation (etwa 40  $\%$  im Trockenrasen entgegen 100  $\%$  in der Wirtschaftswiese) dürfte für diese bestandesklimatischen Auswirkungen eine wesentliche Bedeutung haben. Aus den genannten Faktoren ist weiter verständlich, daß im Trockenrasen die höchsten Evaporationswerte dieser Catena auftreten. Die Unterschiede der Inklination haben zur Folge, daß im Jahresgang wesentliche Unterschiede im Strahlungsgenuß auftreten. Der  $5 \cdot 10^{\circ}$  geneigte Unterhang empfängt im Sommer (Juni) zwar fast 90  $\%$  der im steilen Oberhang ( $25 \cdot 30^{\circ}$ ) einwirkenden Strahlung, im Winter jedoch nur etwa 50  $\%$ .



Für die Beurteilung der Bodenfeuchte hat im Untersuchungsgebiet die maximale Wasserkapazität kaum Bedeutung, da sie sich auf den Hangflächen kaum bzw. nur sehr kurzfristig einstellt. Für die Auenböden (UF 1, 2) und die Waldböden des nordexponierten Hangteiles (UF 10, 11) liegen hierzu keine Werte vor; für die Wirtschaftswiese (UF 5) gibt REICHHOFF in allen Profilteilen etwa 32 Volumen-% als maximale Wasserkapazität an, für den Halbtrockenrasen (UF 6) im Oberboden nur 26,5 Volumen-%, ab etwa 30 cm Tiefe jedoch etwa gleiche Werte wie in der Wirtschaftswiese. Biologisch bedeutender ist die Lage des permanenten Welkepunktes; auch sie differiert in den Rasenflächen nur relativ gering. Der Jahresgang der Bodenfeuchte, dargestellt am Beispiel des

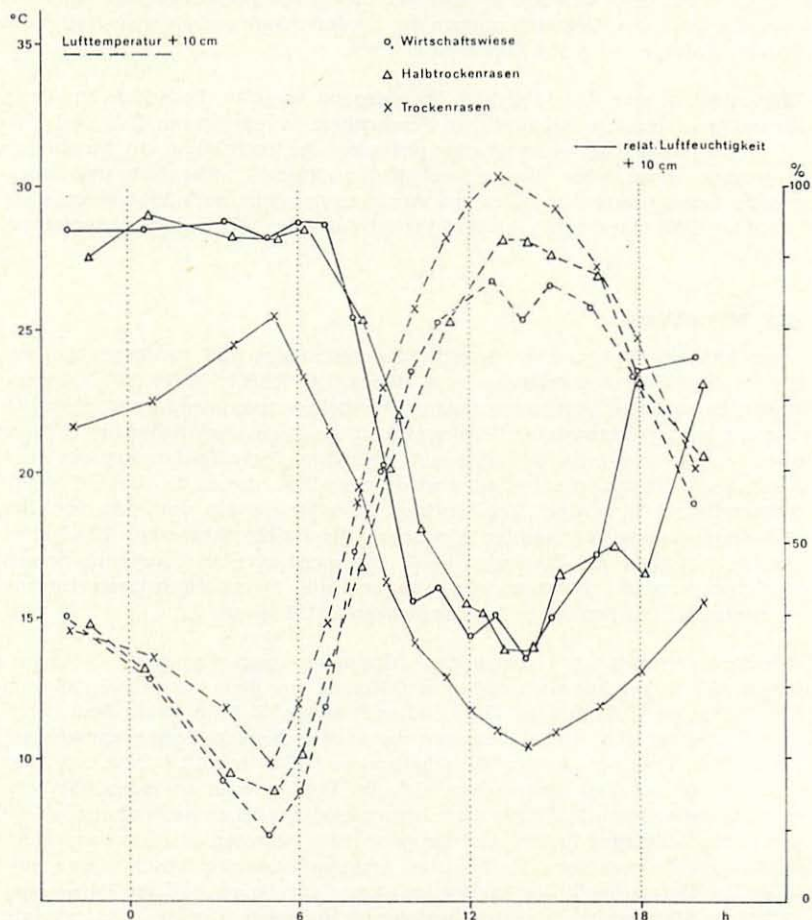


Abb. 2. Tagesgang der Lufttemperatur und der relativen Luftfeuchte in 10 cm Höhe über dem Boden, gemessen am 20. 5. 1971 (nach Werten von REICHHOFF, 1977)

Jahres 1972 (Abb. 4 a und b), zeigt, daß nur im Oberboden des Trockenrasens der permanente Welkepunkt langfristig unterschritten wird. Im Vergleich der Rasensysteme nehmen daher nur die oberen 5 Profilzentimeter des Trockenrasens eine Sonderstellung ein, entsprechend ihrer hochgradigen Austrocknungsgefährdung als Folge starker Aufheizung und hoher Evaporation bei geringer Bodendeckung. In den tieferen Schichten, besonders den mit Feinerde verfüllten Gesteinsklüften, bleiben dagegen ganzjährig auch in dem physiognomisch extrem trocken erscheinenden Wellenkalkhang hohe, mit denen der unteren Rötstufe durchaus vergleichbare Feuchtigkeitsreserven erhalten. Das Zurückbleiben der Feuchtwerte der Wirtschaftswiese gegenüber denen des Halbtrockenrasens führt REICHHOFF auf deren erhöhte Produktion und Verluste bei der Mahd zurück und nimmt im übrigen eine grundsätzlich gleich hohe Wasserversorgung des gesamten Rötsockels an.

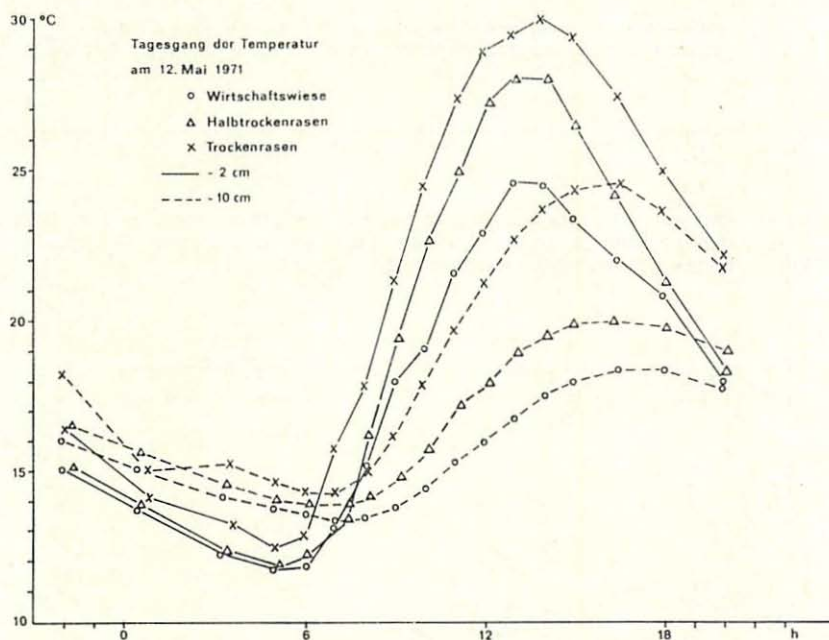


Abb. 3. Tagesgang der Bodentemperaturen in 2 und 10 cm Bodentiefe, gemessen am 12. Mai 1971 (nach Werten von REICHHOFF, 1977).

Eine Vorstellung über den Verlauf des Feuchtegradienten im Vergleich zur Temperaturamplitude in den Oberböden der untersuchten Catena vermitteln die in Abb. 5 dargestellten Meßwerte (nach PETER 1974). Zusätzliche Beobachtungen der Julimonate 1976 bis 1978 belegen für die Wirtschaftswiese (östlich UF 4 und 5) starke feinreliefbedingte (z. T. auch nutzungsbedingte) Unterschiede (PETER 1979).

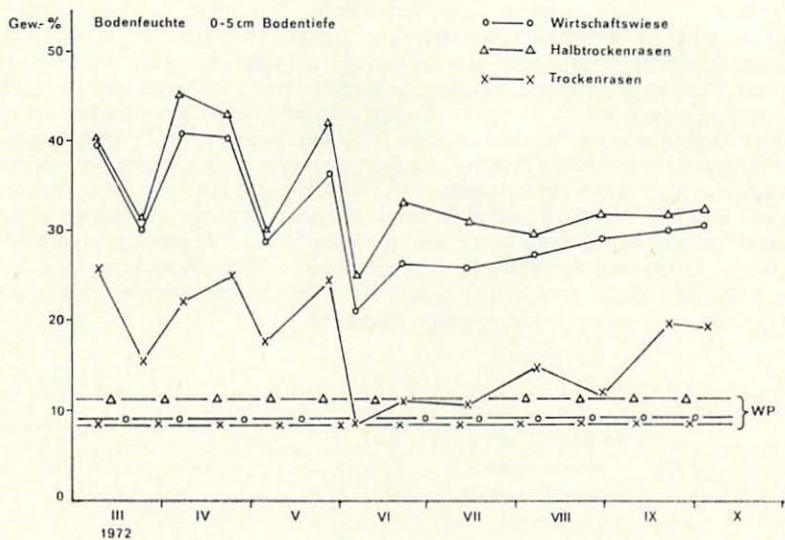
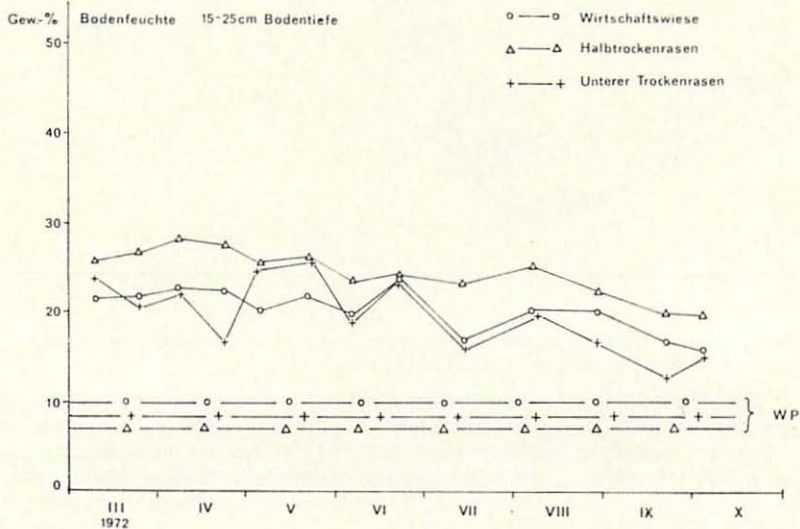


Abb. 4. Jahrgang der Bodenfeuchte in 0-5 cm Bodentiefe (oben) und in 15 bis 25 cm Bodentiefe (unten) im Vergleich zur Lage des permanenten Welkepunktes (WP), gemessen 1972 (nach Werten von REICHHOFF, 1977).





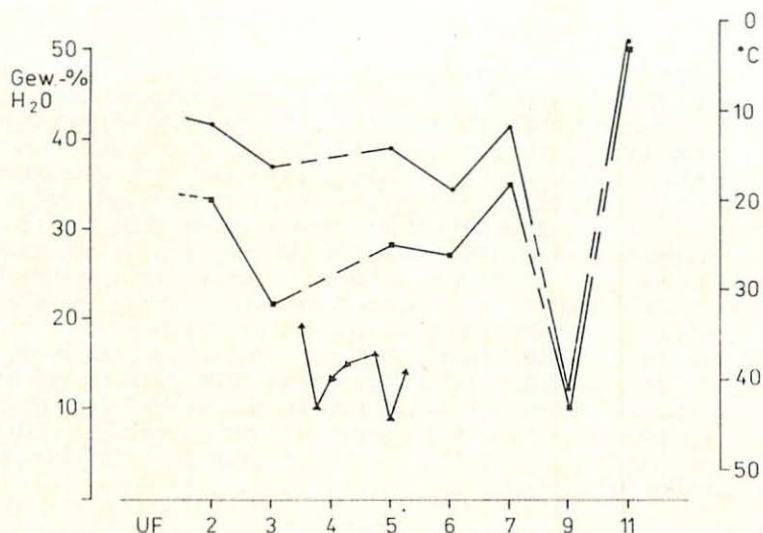


Abb. 5. Verlauf des Feuchtegradienten und der Temperaturamplitude im Oberboden längs der Catena (nach Werten von PETER, 1974 und 1978).

- — ■ durchschnittliche Bodenfeuchte April-Juni 1973;
- ▲ — ▲ durchschnittliche Bodenfeuchte Julimonate 1976-1978;
- — ● Differenz der durchschnittlichen Minimal- und Maximaltemperaturen in 2 cm Bodentiefe (April-November 1973)

Für die Beurteilung der Extremwirkung von mikroklimatischen Faktoren sind allerdings nicht nur Durchschnittswerte, sondern oft auch kurzfristige Konstellationen ausschlaggebend. Unterschreitungen des permanenten Welkepunktes hat REICHHOFF im Trockenrasen (UF 9) in allen Untersuchungsjahren festgestellt (witterungsabhängig und  $\pm$  kurzfristig Juni bis Oktober). Dabei traten im Oberboden (0-5 cm) Feuchtwerte bis zu 30% des hygroskopischen Punktes als Minimal-Extrem auf. Im Tiefenbereich von 5 bis 15 cm des Trockenrasenbodens waren dagegen Unterschreitungen des permanenten Welkepunktes selten. Solche traten im Halbtrockenrasen (UF 6) auch im Bereich des Oberbodens nur ausnahmsweise auf. In der Wirtschaftswiese wurden derartige Austrocknungen nicht registriert.

## 2.6. Fauna

Die Arthropoden der Kraut- bzw. Grasschicht der Rasenökosysteme des Leutratales wurden vor allem seitens des Lehrstuhles für Ökologie der Universität Jena untersucht (MÜLLER et al., 1978 u. a.). Ihre Gruppierung spiegelt generell den Grad der Ähnlichkeit zwischen den pflanzensoziologischen Einheiten wider. Nach der Dominantenidentität gliedern sich die pflanzensaftsaugenden epigäischen Arthropoden (besonders Wanzen und Zikaden) schärfer längs der Catena als die beißenen Primärkonsumenten, Räuber und Saprophagen, die sich i. a. eurytoper verhalten.

Der gegenwärtig vorliegende Überblick zur Bodenfauna der drei Rasenökosysteme des Leutratales (UF 5, 6 und 9) (DUNGER, 1978) hat gezeigt, daß sich die Wirtschaftswiese und der Halbtrockenrasen nach den metabolischen Äquivalenzwerten (ME) der saprophagen Bodenfauna nur wenig unterscheiden (60,4 ME in UF 5 gegen 60,9 ME in UF 6). Überraschend hohe Werte zeigten sich im Trockenrasen (UF 9) mit immerhin 25,1 ME. Diese unerwartet hohe bodenzootische Aktivität im Bereich des Wellenkalkhanges wird durch eine relativ starke Lumbriciden-Besiedlung bedingt. Die saprophage Mega-, Makro- und Mesofauna der drei geprüften Ökosysteme stimmen hinsichtlich ihrer relativen Anteile weitgehend überein. Die Grobstruktur der zootischen Dekomposition zeigt mithin von der Wirtschaftswiese bis zum Trockenrasen einen relativ einheitlichen "Halbtrockenrasentyp" mit einem Lumbricidenanteil von etwa 60 %. Die Differenzierung der dominanten saprophagen Lebensformen ist zwischen dem Trockenrasen und den übrigen Systemen stärker ausgeprägt als zwischen der Wirtschaftswiese und dem Halbtrockenrasen. DUNGER (1978) interpretiert das hohe potentielle Dekompositionsniveau der Bodenfauna des Trockenrasens als Kompensationsfaktor, der in diesem System entgegen der verstärkten Wirksamkeit mikrobienhemmender Faktoren eine vollständige Mineralzyklisierung der organischen Stoffe sichert.

## 2.7. Kennzeichnung der Untersuchungsflächen

### UF 1 Bachrandgehölz

Höhe: 175 m NN; Exposition: -; Neigung: 0°

Vegetation: Ahorn-Eschenwald (Corydali-Acereto-Fraxinetum Wilman 56); deutlich verarmt und gestört. Deckung: Baumschicht 70–80 % (*Fraxinus excelsior*), Strauchschicht 15–30 % (*Corylus avellana*, *Sambucus nigra*), Feldschicht 70–90 % (*Aegopodium podagraria*, *Ranunculus ficaria*, *Anemone nemorosa*, *Asarum europaeum*).

Boden: Braune Vega aus etwa 1 m mächtigem Auftrag von Auenlehm über Flußschotter und Anstehendem (Mittlerer Buntsandstein, Chirotherien-Sandstein bzw. Kalktuff). Eine genaue Profilaufnahme mit Analysendaten steht nicht zur Verfügung.

### UF 2 Bachwiese

Höhe: 180 m NN; Exposition: -; Neigung: 0°

Vegetation: Typische Glatthaferwiese (Dauco-Arrhenatheretum typicum / Br.-Bl. 19 / Görs 66); zur Untersuchungszeit als zweischürige Mähwiese genutzt (Mahd Anfang Juni und September). Deckung: Feldschicht 100 % (*Arrhenatherum elatius*, *Taraxacum officinale*, *Geranium pratense*, *Salvia pratensis*), Mooschicht 5–20 %.

Boden: Vegaähnlicher Boden auf diluvialer Ablagerung (Löß, Lößlehm, Gehängelehm); genaue Profildaten liegen nicht vor.

### UF 3 Autobahnrandstreifen

Höhe: 185 m NN; Exposition: -; Neigung: 0°.

Vegetation: Salbei-Glatthaferwiese (Subass. von *Salvia pratensis* des Dauco-Arrhenatheretum / Br.-Bl. 19 / Görs 66). Deckung: Feldschicht 100 % (*Bromus*



*inermis*, *Festuca rupicola*, *Arrhenatherum elatius*, *Poa pratensis*, *Plantago media*), Moosschicht 5–10 0/0.

Boden: anthropogene Aufschüttung am hangseitigen Rand der Autobahn, noch ohne deutliche Profilbildung. Das Schüttgut besteht offensichtlich vorwiegend aus dem Deckmaterial des Unterhanges (kolluvialer Muschelkalk mit Löß- und Röt-Material). Analysendaten stehen nicht zur Verfügung.

#### UF 4 Untere Wirtschaftswiese

Mittlere Höhe: 210 m NN; Exposition: Süd; mittlere Neigung: 6–8(10)°

Vegetation: Durch Bewirtschaftung (Düngung mit Phosphat und Kali und zweischürige Mahd) modifizierter Halbtrockenrasen, als frische Subassoziation, typische Variante des Esparsetten-Halbtrockenrasens (*Onobrychido-Brometum* [Scherrer 25] Th. Müller 66) anzusprechen.

Deckung: Feldschicht 100 0/0 (*Bromus erectus*, *Dactylis glomerata*, *Salvia pratensis*, *Ononis repens*), Moosschicht 10 0/0.

Boden: Ton-Rendzina, entwickelt auf umgelagertem Röt-Material über anstehendem Röt. Profilbeschreibung (RAU und SCHRAMM):

Ah 0–15 cm humoser lehmiger Ton, schwach steinig-grusig; stark kalkhaltig, dicht gelagert; allmählicher Übergang zu

C<sub>1</sub> 15–50 cm violetter Ton, kalkhaltig, mit Kalkstein-Brocken; sehr dichte Lagerung; undeutliche Grenze zu

C<sub>2</sub> 50– cm anstehendes, stark kalkhaltiges violett-rotes Tongestein.

#### UF 4a Feuchtreifen der unteren Wirtschaftswiese

Ein schmaler Streifen in etwa 180–185 m NN an der Basis der unteren Wirtschaftswiese zeigt Staunässe, wohl bedingt durch die Aufschüttung der Autobahn und des unteren Weges. Hier finden sich Elemente der Kohldistel-Feuchtwiese (*Cirsio-Polygonetum* Tx. 51). Bodenuntersuchungen liegen nicht vor.

#### UF 5 Obere Wirtschaftswiese

Mittlere Höhe: 230 m NN; Exposition: Süd; mittlere Neigung: 8–15°

Vegetation: Wie UF 4, jedoch als frische Subassoziation, *Poa angustifolia*-Variante, des Esparsetten-Halbtrockenrasens einzustufen.

Deckung: Feldschicht 100 0/0 (*Bromus erectus*, *Salvia pratensis*, *Festuca rupicola*, *Ononis repens*, *Onobrychis viciifolia*), Moosschicht 10 0/0.

Boden: Kalkton-Rendzina, entwickelt aus einer etwa 40 cm mächtigen kolluvialen Muschelkalk-Schuttdecke über spätpleistozänem Hangschutt aus Muschelkalk und Löß auf Röt, der ab –80 cm ansteht.

Profilbeschreibung (RAU und SCHRAMM und REICHHOFF, kombiniert; Abb. 6):

Ah 0–15 cm humoser, stark schluffiger, lehmiger Ton bis stark toniger Lehm, grusig-steinig; stark kalkhaltig; allmählicher Übergang zu

A/C 15–35 cm schluffiger, stark toniger Lehm, stark steinig-grusig, stark kalkhaltig; allmählicher Übergang zu



- C 30–75 cm Muschelkalk-Hangschutt mit Löß- und Röt-Material, Skelett grob-  
stückig, bis maximal 25–30 cm Kantenlänge, Zwischenmaterial stark tonig-  
schluffig, mergelig oder rein tonig; deutlich Grenze zu
- D 70–90 --- cm anstehendes, stark kalkhaltiges, violettes Tongestein.

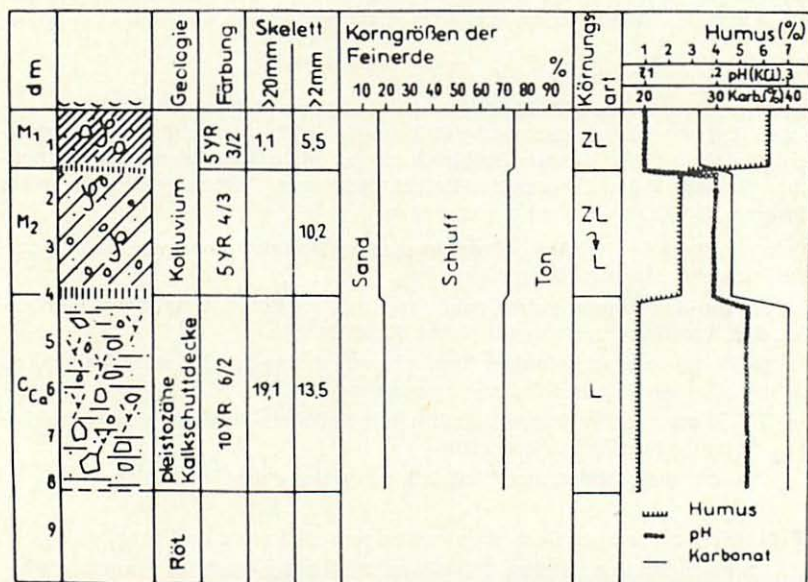


Abb. 6. Gliederung und physikalisch-chemische Daten des Bodenprofils unter der Wirtschaftswiese (UF 5). (Nach REICHHOFF, 1977)



Anmerkung: Die kolluviale Muschelkalk-Schuttdecke erstreckt sich über die gesamte Unterhang-Stufe (Wirtschaftswiese), jedoch ungleichmäßig verteilt; sie ist auch in Höhe von UF 4 stellenweise nachweisbar.

#### UF6 Halbtrockenrasen

Mittlere Höhe: 250 m NN; Exposition: Süd; mittlere Neigung: 12–15°

Vegetation: Typischer Trespen-Halbtrockenrasen (Onobrychido-Brometum /Scherrer 25/ Th. Müller 66), als typische Subassoziation ausgebildet und nach früherer extensiver Mahd (?und Beweidung) ohne Nutzung unter Schutz gestellt. Deckung: Feldschicht 95–100 % (*Bromus erectus*, *Salvia pratensis*, *Cirsium acaule*, *Teucrium chamaedrys*, *Viola hirta*, *Hieracium pilosella*, *Plantago media*, *Festuca rupicola*), Mooschicht 5–10 %.

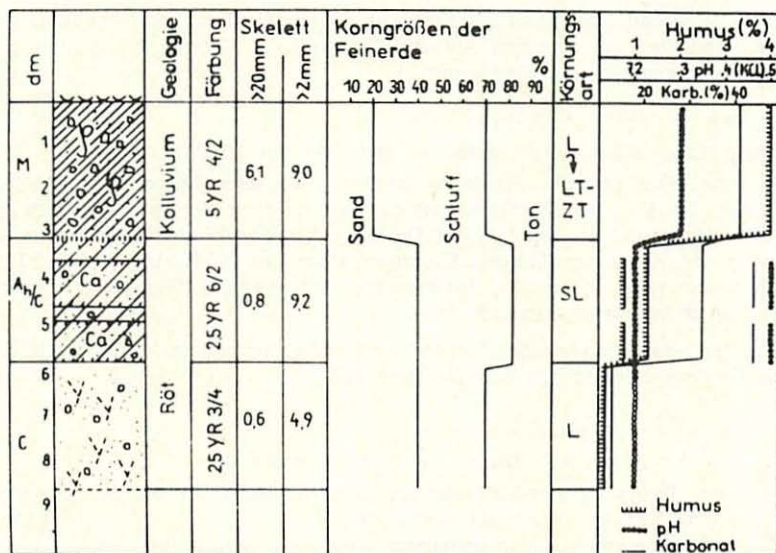


Abb. 7. Gliederung und physikalisch-chemische Daten des Bodenprofils unter dem Halbtrockenrasen (UF 6); Zeichenerklärung s. Abb. 6. (Nach REICHHOFF, 1977)

Boden: Kalkton-Rendzina, entwickelt aus einer etwa 30 cm mächtigen kolluvialen Muschelkalk-Schuttdecke über Röt. Profilbeschreibung (RAU und SCHRAMM und REICHHOFF, kombiniert; Abb. 7):

Ah 0–15 cm humoser, schwach steinig-grusiger, schluffiger, stark toniger Lehm, stark kalkhaltig, übergehend in

A/C 15–30 cm lehmig-toniger Muschelkalkschutt aus kleinstückigem bis grusigem Kalkstein; Skelett 20 Volumen-%; undeutlich abgegrenzt gegen



- A/C<sub>ca</sub> 30–60 cm anstehender Ton (violettrot) und Mergel (grau bis gelblich) in schichtigem Wechsel, mit Ausbildung von Kalkbändern als Folge von Karbonatverlagerung (?Hangsickerwässer)
- C 60 cm -- anstehendes Ton- und Mergelgestein, durchgehend kalkhaltig.

#### UF7 Gebüschgürtel

Mittlere Höhe: 275 m NN; Exposition: Süd; Neigung: 15–30° (Profilknick)

Vegetation: Schneeball-Hartriegel-Gebüsch (Viburno-Cornetum Rauschert 68), ausgebildet als *Bromus erectus*-Variante; Ersatzgesellschaft des ursprünglichen Orchideen-Buchenwaldes, wahrscheinlich an der oberen Grenze der früheren Weinbergfläche. Deckung: Strauchschicht 75 (50–90) % (*Cornus sanguinea*, *Viburnum lantana*, *Prunus spinosa*, *Pyrus achras*, *Crataegus monogyna*, *Fraxinus excelsior*), Feldschicht 65 (40–90) % (*Brachypodium pinnatum*, *Carex humilis*, *Bromus erectus*, *Sesleria varia*), Mooschicht 5 %.

Boden: Fels-Rendzina, entwickelt auf einer mächtigen Muschelkalkdecke an der Grenze zwischen anstehendem Röt und Muschelkalk. Genaue Profildaten und Analysen stehen nicht zur Verfügung.

#### UF8 Unterer Trockenrasen

Mittlere Höhe: 285 m NN; Exposition: Süd; Neigung 20–25°

Vegetation: Fiederzwenken-Variante des Blaugrasrasens (Epipactis-Seslerietum Lohmeyer 53; Var. von *Brachypodium pinnatum*); diese Variante tritt auch am obersten Hangrand streifenartig auf. Deckung: Strauchschicht 5 % (*Rosa canina*, *R. rubiginosa*, *Viburnum lantana*, *Rhamnus cathartica*), Feldschicht 50 (20–70) % (*Sesleria varia*, *Carex humilis*, *Brachypodium pinnatum*, *Anthericum ramosum*, *Teucrium chamaedrys*), Mooschicht –.

Boden: Fels-Rendzina wie UF 7, jedoch voll auf anstehendem Muschelkalk. Genaue Analysendaten stehen nicht zur Verfügung.

#### UF9 Oberer Trockenrasen

Mittlere Höhe: 320 m NN; Exposition: Süd; Neigung: 30°

Vegetation: Berggamander-Variante des Blaugrasrasens (Epipactis-Seslerietum Lohmeyer 53, Var. von *Teucrium montanum*).

Anmerkung: KNAPP und REICHHOFF betrachten diesen Blaugrasrasen als Subass. von *Anthericum ramosum* des Epipactis-Seslerietum; HEINRICH und MARSTALLER (1973) dagegen als verarmte Rasse des Teucrio-Seslerietum Volk 37.

Deckung: Strauchschicht –, Feldschicht 30 (bis 50) % (*Sesleria varia*, *Anthericum ramosum*, *Teucrium montanum*, *Teucrium chamaedrys*), Mooschicht –.

Boden: Erodierter Fels-Rendzina auf anstehendem Unteren Muschelkalk (Wellenkalk). Auf dem anstehenden Muschelkalk lagert in kleinflächigem Muster Verwitterungsmaterial von unterschiedlicher (meist geringer) Mächtigkeit; abhängig von Kleinrelief und Vegetationsentwicklung. Entsprechend variiert der Entwicklungsgrad der Böden zwischen Kleinstflächen von initialem Syrosem (Kalkfels-Rohboden) und ± entwickelter bzw. erhaltener Fels-Rendzina. Die Aktivität der Bodenfauna (DUNGER, 1978) beweist, daß es sich hier nicht oder



nur sehr lokal um eine Protorendzina handelt. Für die pedozoologischen Untersuchungen wurden die nachfolgend beschriebenen Profilstellen (RAU und SCHRAMM und REICHHOFF, Abb. 8) bevorzugt:

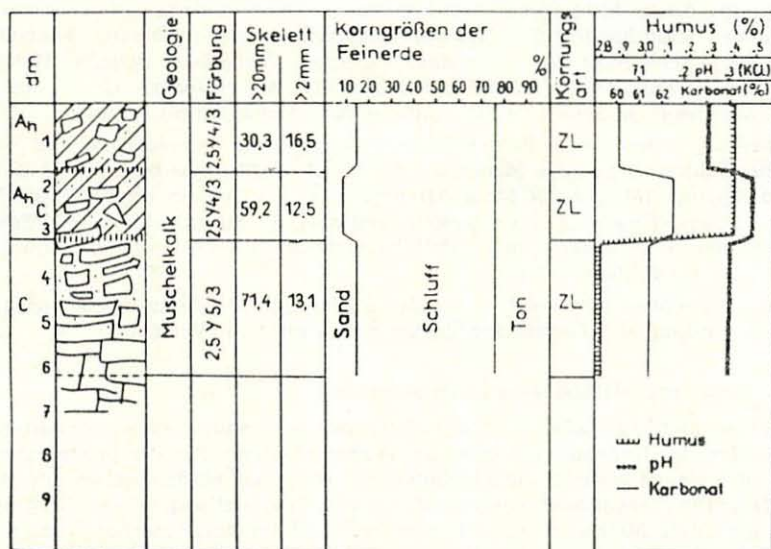


Abb. 8. Gliederung und physikalisch-chemische Daten des Bodenprofils unter dem Trockenrasen (UF 9); Zeichenerklärung s. Abb.6. (Nach REICHHOFF, 1977)

- A<sub>h</sub> 0–15 (20) cm humoser, grusig-schluffiger Lehm, Grobskelett-Anteil etwa 30 ‰, übergehend in
- A<sub>h</sub>/C 15–30 cm wie A<sub>h</sub>, aber stark steinig mit Grobskelett-Anteil etwa 60 ‰
- C etwa 30 cm -- dünnplattiger, horizontal gelagerter Kalkstein, in den oberen Profiltteilen noch mit ± beachtlichen Feinerde- und Grusanteilen auf den Ablösungsflächen und in den Klüften.

#### UF 10 Kiefernforst

Mittlere Höhe: 315 m NN; Exposition: Nord; Neigung: 10°

Vegetation: Blaugras-Kiefernforst (sensu KNAPP und REICHHOFF 1974).

Deckung: Baumschicht 30 ‰ (*Pinus silvestris*, *Acer pseudo-platanus*), Strauchschicht 30 ‰ (*Cornus sanguinea*, *Rhamnus frangula*, *Fraxinus excelsior*, *Viburnum lantana*), Feldschicht 95 ‰ (*Sesleria varia*, *Lonicera periclymenum*, *Melica nutans*, *Fragaria viridis*, *Carlina vulgaris*, *Listera ovata*, *Bromus erectus*, *Orthilia secunda*, *Cephalanthera rubra*).

Boden: Fels-Rendzina auf Muschelkalk in Nordexposition, mit schwacher bis mittlerer Rohhumus-Auflage aus Kiefern-Nadeln. Genaue Profildaten stehen nicht zur Verfügung.

## UF 11 Buchenwald

Mittlere Höhe: 295 m NN; Exposition: Nord; Neigung: 10°

Vegetation: Orchideen-Buchenwald (Carici-Fagetum Moor 52).

Deckung: Baumschicht 90 % (*Fagus sylvatica*, *Pinus sylvestris*, *Acer pseudo-platanus*), Strauchschicht 5 % (*Cornus sanguinea*, *Viburnum lantana*, *Rhamnus frangula*), Feldschicht 70 % (*Fraxinus excelsior*, *Convallaria majalis*, *Majanthemum bifolium*, *Melica nutans*, *Clematis vitalba*, *Actaea spicata*, *Hedera helix*, *Sanicula europaea*, *Sesleria varia*, *Cephalanthera damasonium*).

Anmerkung: Der obere, in den Blaugras-Kiefernforst übergehende Teil des Buchenwaldes zeigt einige Merkmale, die auf einen Blaugras-Buchenwald (Seslerio-Fagetum [Meusel 39] Moor 52) hindeuten. Deckung in der Baumschicht 95 % (*Fagus sylvatica*, *Pinus sylvestris* verstärkt), die Strauchschicht fehlt, Feldschicht nur 5 % (*Sesleria varia*, *Orthilia secunda*). Dieser Abschnitt kann als UF 11 a betrachtet werden.

Boden: Gut entwickelte Rendzina auf Muschelkalk. Die Moderauflage ist geringmächtig ausgebildet. Genaue Profildaten stehen nicht zur Verfügung.

### 3. Ablauf und Methodik der Untersuchungen

Die weitgefähte Zielstellung erforderte die Anwendung verschiedenartiger Methoden der Untersuchung bzw. der Probenentnahme. Für die Bodenmakro- und -megafauna beruhen die Ergebnisse vor allem auf Flächenproben und Bodenfallenfang. Ergänzend wurden auf spezielle Fragestellungen bzw. Tiergruppen gerichtete Methoden benutzt; hierüber wird im Zusammenhang mit den Einzelbearbeitungen berichtet. Intensive Untersuchungen liefen in den Jahren 1971 bis 1973 ab, 1974 kamen nur noch kurzfristige und spezielle Prüfungen hinzu.

#### 3.1. Allgemeine Erfassung der Bodenmakro- und -megafauna

##### 3.1.1. Flächenproben

Die Siedlungsdichte der epigäischen Bodenmakrofauna sowie der Lumbricidae wurde mit Formalin-Gießproben bestimmt. Die hierfür übliche Probenfläche von 1 m<sup>2</sup> stieß im Leutratral auf Schwierigkeiten wegen des zu hohen Flächenbedarfs, der hiermit verbunden ist. Nach Testung der Ergebnisrelevanz im Hinblick auf Lumbricidae konnte die Flächengröße auf 50×50 cm reduziert werden.

Die Probennahme verlief nach folgendem Schema: 1. Abgrenzen der unberührten Probenfläche durch einen Metallrahmen, 2. Abschneiden der Vegetation mit einer Schere, 3. Ablesen der an der Bodenoberfläche sichtbaren Tiere (über 0,5 mm), 4. Aufgießen von 5 bis 15 l 0,2%igen Formalin (je nach Feuchtesättigung des Bodens), 5. Ablesen der durch das Formalin aktivierten Tiere (Fixierung in Formalin/Alkohol-Mischung), 6. nach minimal 30 Minuten Beobachtung Aufharken des Bodens bis 15 bis 20 cm Tiefe, um unter der Oberfläche ermattete Tiere mit zu erfassen. Bei starker Hangneigung war diese Methode nicht voll anwendbar (Formalin-Lösung läuft oberflächlich ab). Hier bewährte es sich, die Hauptmenge der Formalin-Lösung langsam in einen flachen Graben längs der Oberkante des Probequadrates aufzugießen. Zwar konnte so die Einwirkungsfläche der Formalinlösung nicht genau abgegrenzt werden, die Ablesefläche wurde jedoch eingehalten. Auf diese Weise wurden 83 Formalin-Gießproben ausgeführt, deren Verteilung in Tab. 1 ersichtlich ist.

Das manuelle Ablesen der großen Bodentiere von einer Bodenfläche, verbunden mit einer Formalin-Gießprobe, ergibt besonders für die kleineren Arten der Makrofauna und für Ruhestadien mit verminderter Reizbarkeit kein hinreichen-



Tab. 1. Übersicht über die im Untersuchungsgebiet Leutratal entnommenen Flächenproben (Formalin-Gießproben) (in Klammern sind die Größen der Probenquadrate in m<sup>2</sup> angegeben)

Termin	UF	5	6	9	10	11	
30. 3. 1971	1	(1,0)					
27. 4. 1971	1	(1,0)	2	(1,0)			
25. 5. 1971				3	(0,25)		
22. 6. 1971	1	(1,0)	1	(1,0)			
12. 10. 1971	1	(1,0)					
8.—10. 5. 1972	10	(0,25)	10	(0,25)	13	(0,25)	
3. 5. 1973	10	(1,0)	10	(0,25)	10	(0,25)	
		13	(1,0)	4	(1,0)		
		10	(0,25)	20	(1,0)	26	(0,25)
				5	(0,25)	5	(0,25)

des Bild. Aus diesem Grunde wurden zusätzlich große Bodenproben mit einem Stecher von 1,5 l Inhalt und 5 cm Eintauchtiefe (bzw. 10 cm Tiefe bei 3,0 l Inhalt) entnommen, in kühl gelagerten Leinensäcken in das Labor transportiert und möglichst innerhalb von 24 Stunden von Hand genau ausgelesen (Tab. 1). Diese als „Makroproben“ bezeichneten 1,5-l- (bzw. 3,0-l-) Stechzylinderproben wurden vorwiegend für die Analyse der Lumbriciden ausgewertet. Ein Gesamtüberblick über die Ergebnisse der Flächenproben ist bei DUNGER (1978) dargestellt.

### 3.1.2. Bodenfallen

Zur Erfassung der epedaphisch aktiven Bodenfauna wurden Bodenfallen eingesetzt, die nach dem Prinzip der Einsatzfalle (DUNGER, 1963) arbeiteten. Sie enthielten 3%iges Formalin als Tötungsmittel. Mit Ausnahme der Zeiten der Schneebedeckung (Daten mit ! in Tab. 2) erfolgte der Wechsel der Falleneinsätze in 14tägigem Rhythmus. Für die Fallenstellen wurden Mindestabstände von 5 m eingehalten. Die vorliegenden Fallenfänge sind in Tab. 2 übersichtlich verlistet; ihre Gesamtzahl beträgt 1571. Für die Fangzeiten vom 13. 4. 1971 bis 27. 3. 1973 sowie am 18. 6. 1974 zeichnen DUNGER und ENGELMANN, für die Fangzeit vom 10. 4. 1973 bis 2. 3. 1974 PETER verantwortlich. Einige methodische Fragen, die sich in diesem Zusammenhang ergaben, werden von DUNGER und ENGELMANN (1978) diskutiert. Eine quantitative Übersicht über die Ergebnisse der Fangperiode vom 13. 4. 1971 bis 16. 5. 1972 ist bei DUNGER und ENGELMANN (1973) zusammengestellt; über die Fangperiode vom 10. 4. 1973 bis 2. 4. 1974 berichtet PETER (1974). Ein Gesamtüberblick wurde bislang nicht publiziert.

### 3.2. Methoden zur Untersuchung der Carabidenfauna

Die nachfolgenden Aussagen über die Carabidenfauna des Untersuchungsgebietes Leutratal beruhen praktisch ausschließlich auf den Ergebnissen der Fallenfänge, die ein Material von insgesamt knapp 3000 Exemplaren erbrachten. Infolge der relativ geringen Populationsdichte der Carabidae längs des süd-exponierten, offenen Talhanges erwies sich für diesen Hauptteil des Untersuchungsgebietes die flächenbezogene Auslese (z. B. mit den Formalin-Gießproben) als ungeeignet bzw. nicht auswertbar. Um dennoch Anhaltspunkte zur Einschätzung der realen Siedlungsdichte zu erhalten, wurden zwei weitere Methoden erprobt:



Tab. 2. Übersicht über die im Untersuchungsgebiet Leutratal 1971–1974 entnommenen Bodenfallen-Proben (Zahl der Fallen/14 Tage Fangzeit)

Leerungs-		UF	1	2	3	4a	4	5	6	7	8	9	10	11a	11
Termin															
1971	13. 4.							10	10			10			
	27. 4.							10	10			10			
	11. 5.							10	10			10			
	25. 5.							10	10			10			
	8. 6.							10	10			10			
	22. 6.							10	10			10			
	6. 7.							10	10			10			
	20. 7.							10	10			10			
	3. 8.							10	10			10			
	17. 8.							10	10			10			
	31. 8.							10	10			10			
	14. 9.							10	10			10			
	28. 9.							10	10			10			
	12. 10.							10	10			10			
	26. 10.							10	10			10			
	9. 11.							10	10			10			
	23. 11.							10	10			10			
1972	15. 1.!							10	10			10			
	8. 3.!							10	10						
	22. 3.														
	5. 4.														
	18. 4.														
	2. 5.														
	16. 5.														
	23. 5. P					3	12	18	15	15	6	9	15	6	12
	30. 5.														
	13. 6.														
	27. 6.														
	11. 7.														
	25. 7.														
	8. 8.														
	22. 8.														
	5. 9.														
	19. 9.														
3. 10.															
17. 10.															
14. 11.!															
28. 11.															
12. 12.															
1973	27. 3.!								10						
	10. 4.			5	5			5	10	5		5			5
	24. 4.			5	5			5	10	5		5			5
	8. 5.			5	5			5	10	5		5			5
	22. 5.			5	5			5	10	5		5			5
	5. 6.			5	5			5	10	5		5			5
	19. 6.			5	5			5	10	5		5			5
	3. 7.			5	5			5	10	5		5			5
	17. 7.			5	5			5	10	5		5			5
	31. 7.			5	5			5	10	5		5			5
	14. 8.			5	5			5	10	5		5			5
	28. 8.			5	5			5	10	5		5			5
	11. 9.			5	5			5	10	5		5			5
	25. 9.			5	5			5	10	5		5			5
	9. 10.			5	5			5	10	5		5			5
	23. 10.			5	5			5	10	5		5			5
	20. 11.!			5	5			5	10	5		5			5
1974	2. 3.!			5	5			5	10	5		5			5
	18. 6. P		15			3	12	15	15	15	6	9	15	6	9
Summe			15	85	85	6	24	308	590	115	12	283	30	12	106

### 3.2.1. Leerfangmethode

In der Zeit von Mai bis Oktober 1972 führte TOBISCH im Bereich des Trockenrasens (UF 6) einen Leerfangversuch in methodischer Anlehnung an GRÜM (1971) durch.

Eine Versuchsfläche von 25 m<sup>2</sup> wurde mit einem stabilen, 30 cm hohen Plattenzaun aus Kunststoff abgegrenzt. Die Verbindungsstellen der Platten wurden mit Hilfe von Metallstreifen fest verschraubt. Das Einsenken der Platten auf -5 cm Bodentiefe bei sorgfältiger Bodenabdichtung einerseits, die glatte Kunststofffläche der Platten andererseits sollten nicht flugfähigen Arten das Entkommen aus der Leerfangfläche unmöglich machen.

Das Ergebnis war jedoch weder qualitativ noch quantitativ befriedigend. In der gesamten Probezeit wurden in Innen- und Außenfallen zusammen nur knapp 100 Individuen gefangen. Ursachen hierfür müssen wohl in der insgesamt zu geringen Populationsdichte im Verein mit der Flugfähigkeit gerade der hier dominanten Arten (*Harpalus dimidiatus* und *Brachius crepitans*) gesehen werden. Hinzu kommt, daß bei jeder Begehung erneute Schadstellen in der Abdichtung der Umzäunung vorgefunden wurden, verursacht einerseits durch Witterungseinflüsse (Auswaschung, begünstigt durch den Geröllboden und die Hangneigung), andererseits durch die Tätigkeit von Kleinsäugern. Die Ergebnisse dieses Leerfangversuches bleiben deshalb von der weiteren Auswertung ausgeschlossen.

### 3.2.2. Fang-Markierung-Wiederfang-Methode

Zur Orientierung unternahm PETER im Zeitraum vom 26. 6. bis 3. 7. 1973 im Buchenwald (UF 11) den Versuch, mit der Fang-Markierung-Wiederfang-Methode die flächenbezogene Abundanz einiger dominanter Carabiden zu ermitteln.

Er setzte hierzu 55 Bodenfallen ohne Tötungsmittel auf einer Fläche von 160 m<sup>2</sup> (8×20 m) im regelmäßigen Abstand von 2 m ein. Die Kontrollen erfolgten im Abstand von 24 Stunden, um Kannibalismus möglichst auszuschließen. Gefangene Tiere wurden durch (von Tag zu Tag wechselnden Formen von) Teilamputationen der Elytren gekennzeichnet und zwischen den Fallen wieder freigelassen.

Nach der Lincoln-Formel

$$X = \frac{A \cdot C}{B}$$

X = flächenbezogene Abundanz

A = Zahl der markierten und freigelassenen Tiere

B = Zahl der markierten wiedergefangenen Tiere

C = Zahl der gefangenen, nicht markierten Tiere

kann – unter sonst völlig gleichbleibenden Bedingungen – aus dem Verhältnis der markierten und nicht markierten Tiere im Wiederfang auf die flächenbezogene Abundanz geschlossen werden (Literatur bei GRÜM, 1967).

Von drei untersuchten Arten (*Abax parallelepipedus*, *Abax parallelus*, *Pterostichus metallicus*) erreichte nur *Abax parallelepipedus* aussagefähige Fangdichten und entsprechende Wiederfangquoten (um 35 %). Für diese Art ergab sich am ersten Wiederfangtag (27. 6.) eine Abundanz von 0,78 Individuen/m<sup>2</sup>. Die Fortführung der Untersuchungen erbrachte Schwankungen zwischen 0,5 und 0,9 Individuen/m<sup>2</sup>, jedoch erscheinen diese Werte weniger aussagefähig. Durch außerhalb der Untersuchungsfläche aufgestellte Fallenreihen konnte nämlich nachgewiesen werden, daß die Tiere verstärkt aus dem intensiv befangenen und gestörten Untersuchungsgebiet auswanderten, und zwar sowohl markierte wie



nicht markierte Individuen. Für eine Weiterführung derartiger Untersuchungen fehlte es an Arbeitskapazität. Immerhin kann hieraus geschlossen werden, daß höhere Abundanzwerte als maximal 1 Individuum/m<sup>2</sup> im Bereich der untersuchten Catena sicherlich nicht zu erwarten sind.

Die individuelle Markierung der gefangenen Tiere ermöglichte es, einige Individuen über längere Zeit zu verfolgen. Als maximale Entfernung, die *Abax parallelepipedus* an einem Tag zurücklegt, konnte hierbei 11 m ermittelt werden. Meist wurden die Tiere aber in Fallennähe bis zu einem Umkreis von etwa 6 m wiedergefangen.

#### 4. Die Carabidenfauna des Untersuchungsgebietes

##### 4.1. Material und Arteninventar

Den hier folgenden Aussagen über die Carabidenfauna des Untersuchungsgebietes im Leutratal liegen ausschließlich Fallenfänge zugrunde. Alle übrigen Methoden der Probennahme (Abschnitt 3) erwiesen sich als ergebnislos oder unwesentlich zur Erfassung von Carabiden. Von speziellen Untersuchungen (3.2.1.; 3.2.2.) abgesehen, standen somit 1310 Falleninhalte aus Jahresserien und 231 aus Stichtaguntersuchungen (2 Profilsereien), insgesamt also 1541 Falleninhalte zur Verfügung. Aus ihnen wurden 2835 Carabiden isoliert und bearbeitet.

Dieses Material ergab ein Inventar von 50 Carabidenarten (Tab. 3). Zweifellos ist damit das Gesamtinventar der untersuchten Catena nicht voll erfaßt, insbesondere muß berücksichtigt werden, daß die Untersuchungsflächen sehr unterschiedlich intensiv beobachtet wurden. Untersuchungsflächen, von denen lediglich Fänge von Stichtagen (d. h. keine Jahresserie) vorliegen (= eingeklammerte UF-Zahlen in Tab. 3), können nur als teilbearbeitet gelten. Larvenstadien der Carabiden wurden nur sporadisch gefangen. In den quantitativen Angaben zur Aktivitätsdichte und zum Aktivitätsgewicht der Carabiden insgesamt sind sie mit enthalten. Lediglich innerhalb der Gattung *Carabus* konnten die Larven nach Arten getrennt erfaßt und bei deren Darstellung mit berücksichtigt werden.

Die hier aus dem Leutratal mitgeteilten Arten sind fast durchweg als Bewohner der Umgebung von Jena bereits seit langem bekannt (UHLMANN, 1940). Auch die hier und in der uns zugänglichen lokalfaunistischen Literatur nicht erwähnten Arten *Trechus quadristriatus* (Schrank), *Bembidion properans* Stephens und *Dromius notatus* Stephens (= *nigriventris* Thomson) dürften ihrer bekannten weiten Verbreitung wegen nicht besonders bemerkenswert sein. So bleibt lediglich der (einzelne) Fund von *Notiophilus hypocrita* Curtis in der unteren Wirtschaftswiese (UF 4) von lokalfaunistischem Interesse; eine waldmeidende Art Nord- und Mitteleuropas, deren Verbreitung in Thüringen (RAPP, 1933) durch diesen Fundpunkt ergänzt wird.

In einigen Staatsexamensarbeiten der Universität Jena (ALBRECHT, 1967; SCHRÖTER, 1967; HUTSCHENREUTER, 1969) wurde in den letzten Jahren die Carabidenfauna teilweise vergleichbarer Habitats der Umgebung von Jena bzw. des Kalkgebietes im mittleren Saaleletal untersucht. Deren Ergebnisse erscheinen hier wenigstens insofern bemerkenswert, als sich hieraus eine relativ hohe Eigenständigkeit der Faunenausbildung physiognomisch ähnlicher und benachbarter Landschaftsteile im Untersuchungsraum ableiten läßt. Die hier für das Leutratal dargestellten Verhältnisse können also nicht als Norm für „Thüringische Trockenhänge“ gelten.

In Tab. 3 sind die absoluten Individuenzahlen, in denen jede Art gefunden wurde, und die Dominanzgrade jeder Art in den Untersuchungsflächen vermerkt. Die Berechnung der Dominanzgrade erfolgte nach der logarithmischen Grundskala von ENGELMANN (1978) in der Weise, daß die Forderung der



Tab. 3. Arteninventar der Carabidenfauna des Untersuchungsgebietes

VT = Verbreitungstyp; P<sub>h</sub> = holopalaäarktisch (holarktisch); E<sub>h</sub> = holoeuropäisch; P<sub>M</sub> = mediopalaäarktisch; P<sub>N</sub> = nördlich-palaäarktisch; E<sub>N</sub> = nördlich-europäisch; E<sub>mit</sub> = montan-europäisch; P<sub>S</sub> = südlich-palaäarktisch; E<sub>S</sub> = südlich-europäisch; M = mediterran (vgl. Abschnitt 4.6.)  
n = Gesamtzahl der erfaßten Individuen  
Dominanzgrade: e = eudominant; d = dominant; s = subdominant; + = (sub)rezident

VT	Art	n	Untersuchungsflächen														
			(1)	2	3	(4a)	(4)	5	6	7	(8)	9	(10)	(11a)	11		
E <sub>S</sub>	<i>Carabus coriaceus</i> Linné	76	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
E <sub>mit</sub>	<i>Carabus problematicus</i> Herbst	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
P <sub>N</sub>	<i>Carabus cancellatus</i> Illiger	24	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
E <sub>N</sub>	<i>Carabus nemoralis</i> Müller	47	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
P <sub>M</sub>	<i>Carabus convexus</i> Fabricius	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
E <sub>N</sub>	<i>Leistus rufomarginatus</i> Duftschmid	5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
P <sub>N</sub>	<i>Leistus ferrugineus</i> (Linné)	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
P <sub>N</sub>	<i>Notophilus palustris</i> (Duftschmid)	11	-	s	d	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
E <sub>N</sub>	<i>Notophilus hypocrita</i> Curtis	1	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
P <sub>N</sub>	<i>Loricera pilicornis</i> (Fabricius)	1	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
P <sub>N</sub>	<i>Loricera pilicornis</i> (Fabricius)	1	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
E <sub>h</sub>	<i>Trechus quadristriatus</i> (Schrank)	1	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
P <sub>h</sub>	<i>Bembidion lampros</i> (Herbst)	1	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
P <sub>h</sub>	<i>Bembidion properans</i> Stephens	1	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
P <sub>h</sub>	<i>Bembidion tetracolum</i> Say <sup>5</sup>	1	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
P <sub>h</sub>	<i>Asaphidion flavipes</i> (Linné)	1	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
P <sub>M</sub>	<i>Harpalus punctatulus</i> (Duftschmid)	1	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
M	<i>Harpalus azureus</i> (Fabricius)	14	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
P <sub>S</sub>	<i>Harpalus puncticollis</i> (Paykull)	1	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
P <sub>h</sub>	<i>Harpalus rufipes</i> (De Geer) <sup>1</sup>	1	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
M	<i>Harpalus dimidiatus</i> (Rossi)	7	-	s	s	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
M	<i>Harpalus dimidiatus</i> (Rossi)	263	-	-	e	d	s	d	s	d	s	-	-	-	-	-	-
P <sub>M</sub>	<i>Harpalus latus</i> (Linné)	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
E <sub>S</sub>	<i>Harpalus rubripes</i> (Duftschmid)	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
P <sub>M</sub>	<i>Poecilus cupreus</i> (Linné) <sup>2</sup>	57	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
P <sub>M</sub>	<i>Pterostichus strenuus</i> (Panzer)	1	-	-	d	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
P <sub>M</sub>	<i>Pterostichus ovoideus</i> (Sturm) <sup>3</sup>	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
P <sub>M</sub>	<i>Pterostichus nigrita</i> (Paykull)	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
P <sub>M</sub>	<i>Pterostichus nigrita</i> (Paykull)	2	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Tab. 3. Fortsetzung  
Vt Art

		Untersuchungsflächen													
		n	(1)	2	3	(4a)	(4)	5	6	7	(8)	9	(10)	(11a)	11
P <sub>M</sub>	<i>Pterostichus oblongopunctatus</i> (Fabricius)	44	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	+	+	+
P <sub>M</sub>	<i>Pterostichus melanarius</i> (Illiger) <sup>4</sup>	18	—	d	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
E <sub>mt</sub>	<i>Pterostichus metallicus</i> (Fabricius)	198	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	+	+	s
E <sub>mt</sub>	<i>Molops elatus</i> (Fabricius)	38	—	+	—	—	—	—	+	d	—	—	+	+	+
E <sub>S</sub>	<i>Abax parralelepedus</i> (Piller et Mitterbacher) <sup>6</sup>	371	+	s	—	—	—	+	s	e	—	+	e	e	e
E <sub>mt</sub>	<i>Abax parallelus</i> (Duftschmid)	457	—	s	—	—	—	+	+	+	—	+	e	d	d
P <sub>M</sub>	<i>Synuchus nivalis</i> (Panzer)	8	—	s	—	—	—	—	+	+	—	—	—	—	—
E <sub>h</sub>	<i>Calathus fuscipes</i> (Goeze)	1	—	—	+	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
P <sub>S</sub>	<i>Platynus dorsalis</i> (Pontoppidan) <sup>7</sup>	9	—	—	—	d	—	—	—	—	—	—	—	—	—
P <sub>S</sub>	<i>Amara similata</i> (Gyllenhal)	2	—	—	—	+	—	—	+	+	—	—	—	—	—
E <sub>mt</sub>	<i>Amara montivaga</i> Sturm	3	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
E <sub>mt</sub>	<i>Amara nitida</i> Sturm	17	—	+	—	—	s	—	+	—	—	—	—	—	—
P <sub>S</sub>	<i>Amara convexior</i> Stephens	9	—	s	+	+	—	+	+	—	—	—	—	—	+
P <sub>S</sub>	<i>Amara lunicollis</i> Schiödte	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
P <sub>h</sub>	<i>Amara familiaris</i> (Duftschmid)	3	—	—	—	—	—	+	—	—	—	—	+	—	—
P <sub>M</sub>	<i>Amara aulica</i> (Panzer)	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
P <sub>M</sub>	<i>Amara equestris</i> (Duftschmid)	2	—	—	—	—	—	+	+	+	—	—	—	—	—
P <sub>h</sub>	<i>Badister bipustulatus</i> (Fabricius)	6	—	s	—	—	—	+	+	+	—	—	—	—	—
E <sub>S</sub>	<i>Badister sodalis</i> (Duftschmid)	1	—	—	—	—	+	—	—	—	—	—	—	—	—
P <sub>h</sub>	<i>Panagaeus crux-major</i> (Linné)	2	—	—	—	—	—	—	+	—	—	—	—	—	—
E <sub>h</sub>	<i>Panagaeus bipustulatus</i> (Fabricius)	2	—	—	—	—	—	—	+	—	—	—	—	—	—
E <sub>S</sub>	<i>Dromius notatus</i> Stephens <sup>8</sup>	2	—	—	—	—	—	—	+	+	—	+	—	—	—
P <sub>h</sub>	<i>Microlestes minutulus</i> (Goeze)	3	—	—	—	—	+	—	+	+	—	—	—	—	—
P <sub>S</sub>	<i>Brachinus crepitans</i> (Linné)	611	—	—	—	s	e	e	d	+	—	—	—	—	—

Häufig verwendete Synonyme:

- 1 = *Harpalus* (*Pseudophonus*) *pubescens* Müller, 1776  
 2 = *Pterostichus cupreus* (L., 1758)  
 3 = *Pterostichus interstinctus* (Sturm, 1824)  
 4 = *Pterostichus vulgaris* auct. nec Linné

5 = *Bembidion ustulatum* auct.6 = *Abax ater* (Willers, 1789)7 = *Agonum dorsale* Pontopp., *Idiochroma dorsalis* (Pontopp.)8 = *Dromius nigriventris* Thomson, 1857

äquidistanten logarithmischen Abstände und der Repräsentanz von 85 % der Individuen durch die 3 dominanten Klassen eingehalten wurden. Die Dominanzwerte sind als Aktivitätsdominanzen zu verstehen. Obwohl mit den Berechnungen aus Jahresserien nicht unmittelbar zu vergleichen, werden auch für Untersuchungen an Stichtagen Dominanzwerte angegeben. Nur für das absolut ungenügende Material vom Bachrandgehölz (UF 1) wurde hierauf verzichtet.

In der Nomenklatur folgen wir FREUDE (1976). Durch das Benutzen prioritätsberechtigter Namen anstelle langeingeführter werden ohne Zweifel Verständigungsschwierigkeiten verursacht (THIELE, 1977). Sie können für die Zukunft aber wohl nur durch konsequentes Anwenden der in einem Standardwerk wie FREUDE/HARDE/LOHSE als gültig befundenen Nomenklatur verringert werden.

Die Beurteilung der Carabidenfauna beruht hier praktisch ausschließlich auf den Ergebnissen des Bodenfallenfanges, ohne daß gesonderte Handaufsammlungen vorgenommen wurden. Im Gegensatz zu solchen Tiergruppen, die in vielen verschiedenen Biostrata aktiv sind (z. B. Staphylinidae, vgl. VOGEL und DUNGER, 1980), bedeutet dies für die Carabiden kaum einen Nachteil. KACZMAREK (1978) betrachtet die lokomotorische Aktivität sogar als den wichtigsten Parameter zur Einschätzung der trophischen Struktur und der Sukzessionsvorgänge.

#### 4.2. Quantitative Parameter der Carabidenfauna

Die aus Fallenfängen abgeleitete Aktivitätsdichte hängt von der zeitlichen und räumlichen Fangsituation ab. Weitere Relationen sind in bezug auf den Jahresgang der klimatischen Faktoren und, speziell bei Carabiden, auf die Gesamtvertretung des Zoophagenkomplexes zu erwarten. Die Rolle einer systematischen Einheit ist hierbei sicher nicht allein aus der Individuenzahl, sondern wohl besser aus dem Aktivitätsgewicht zu erkennen. Zu diesen Fragen gestatten die Untersuchungen an der Carabidenfauna des Leutratales einige Aussagen, die durch Betrachtung der Diversitätsmaße ergänzt werden können.

Der zeitliche Ablauf der Aktivitätsdichte der Carabiden wurde im Halbtrockenrasen (UF 6) über 3 Jahre (1971–1973) verfolgt. Er ist in Abb. 9 als Ablauf der Individuen-Aktivitätsdichte und in Abb. 10 als Verlauf der Aktivitätsgewichte dargestellt (letztere nur für 1971 und 1972). Der Zoophagenkomplex, soweit er in Fallenfängen nachweisbar ist, setzt sich im Untersuchungsgebiet des Leutratales neben den Carabiden im wesentlichen aus Spinnentieren (Arachnida), Kurzflügelkäfern (Staphylinidae; s. VOGEL und DUNGER, 1980) und Hundertfüßern (Chilopoda) zusammen. Diese Gruppen sind in Abb. 9 und 10 zum Vergleich berücksichtigt. Die Angaben beziehen sich auf 100 Fallentage (100 Ft).

Summarisch betrachtet, sinkt die Aktivitätsdichte der Carabiden des Halbtrockenrasens von Jahr zu Jahr. Die gleiche Beobachtung gilt für die Staphyliniden und die Chilopoden. Ob sie als „Wegfang-Effekt“ zu deuten ist, soll besser bei der Prüfung einzelner Arten untersucht werden. Die Arachniden zeigen im Gegensatz hierzu nicht eine sinkende, sondern eine mehr oder weniger gleichbleibende Tendenz der Aktivitätsdichte. Von einer Verlagerung des Konkurrenten-Gleichgewichtes im Zoophagenkomplex kann allenfalls im einseitigen Sinn gesprochen werden, da der Verringerung bei Carabiden, Staphyliniden und Chilopoden nur eine gleichbleibende, aber keine erhöhte Dichte der



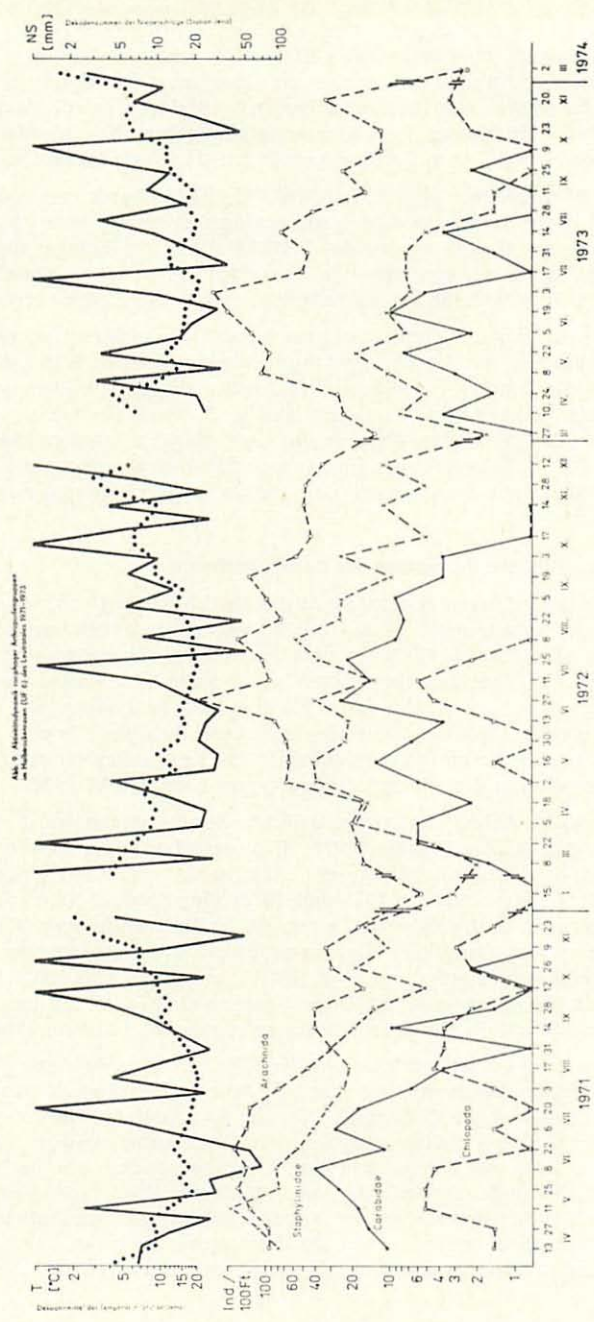
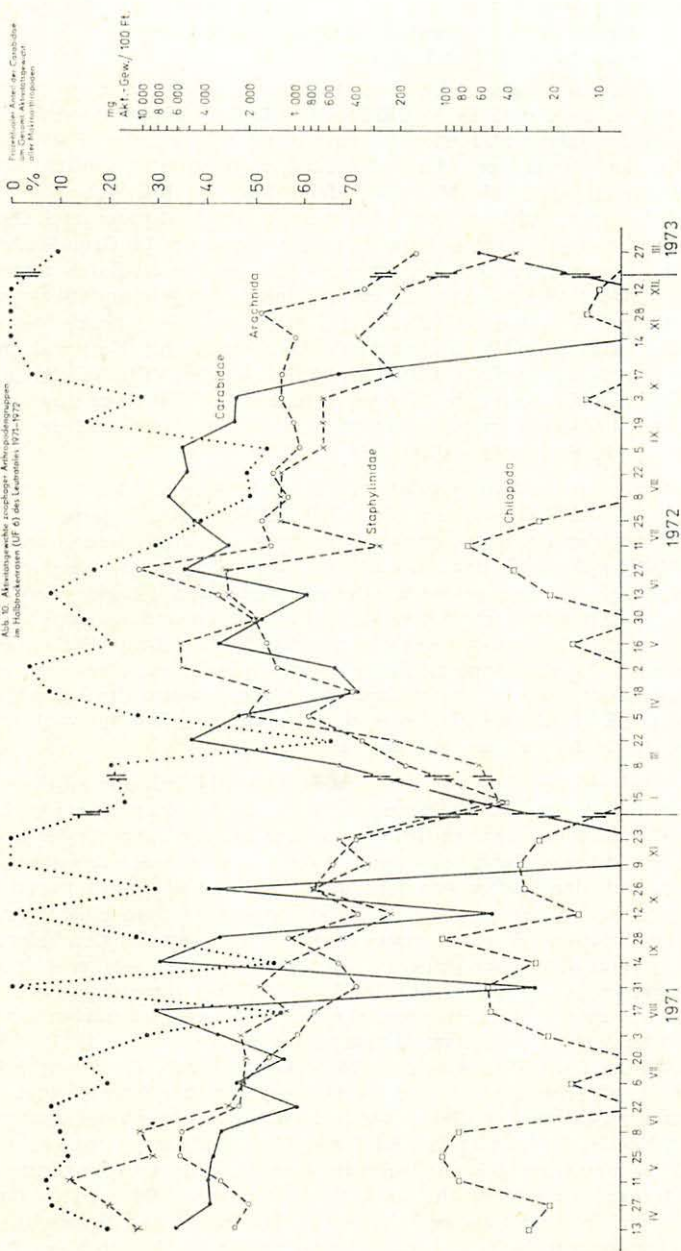


Abb. 10: Aktivitätswerte verschiedener Arthropodengruppen im Halboasenareal (UF 6) des Lössraumes 1971-1972





Arachniden gegenübersteht. Zu ähnlichen summarischen Ergebnissen führt die Analyse der Aktivitätsdichten des Zoophagenkomplexes der Wirtschaftswiese (UF 5) für die Jahre 1971 und 1973.

Die Dynamik der Aktivitätsdichte der Carabiden im Halbtrockenrasen zeigt ebenfalls kein gleichförmiges Bild in den 3 Untersuchungs Jahren. Im Laufe des Jahres 1971 zeigt sich nach einem relativ hohen Frühjahrsbestand (der für den Monat April durch den „digging-in-effect“ beeinflusst sein kann) ein Maximum von Ende Mai bis Anfang Juli, das fast stetig im Laufe des August bis fast 0 abfällt. Der Herbstbestand im September und Oktober ist wesentlich geringer und zeigt sporadische Aktivität an. Im Grunde ähnlich verläuft die Dynamik im Halbtrockenrasen 1973, modifiziert durch geringere und schwankende Frühjahrsaktivität, ein Minimum im Juli und Beendigung der Aktivität bereits Anfang Oktober. Der Jahresgang 1972 unterscheidet sich hiervon sehr deutlich, indem die maximale Aktivität im Juli liegt und ohne klare Spätsommerzäsur bis Ende Oktober abfällt. Für die Wirtschaftswiese ergeben sich ebenfalls divergierende Jahresabläufe der Aktivität. Hier zeigt sich weder 1971 noch 1973 eine ausgeprägte Spätsommerpause; ein deutliches Maximum trat nur Ende Mai / Anfang Juni 1971 auf.

Der Vergleich der Aktivitätsdynamik der Carabiden mit den Witterungsfaktoren (Dekadensummen der Niederschläge, Abb. 9, punktiert, und Dekadenmittel der Lufttemperaturen, Abb. 9, volle Linien) läßt keine unmittelbare Abhängigkeit erkennen. Die ist leicht erklärlich, wenn man berücksichtigt, daß zeitungleiche Summenwerte (Dekadenwerte und 14tägige Fangwerte) in unterschiedlicher Überschneidung verglichen werden und die konkreten Tagesereignisse somit mehr oder weniger maskiert bleiben. Langanhaltende Extremwetterlagen, die eine deutliche Aussage ermöglichen hätten, blieben in den Untersuchungs Jahren aus. Die Darstellung des Witterungsablaufes erfolgt hier vorrangig mit Rücksicht auf die erwünschte Grundinformation für weitere Bearbeitungen des Materiales aus dem Leutratl.

Die Analyse der Aktivitätsgewichte (Abb. 10) ermöglicht einen Einblick in die quantitative Bedeutung der Gruppen des Zoophagenkomplexes. Für den Halbtrockenrasen ergibt sich hieraus eine aus der Dynamik der Individuenaktivität nicht erschließbare saisonale Dominanzfolge der zoophagen Gruppen, die sich nach den Werten von 1971 und 1972 (und übereinstimmend 1971 für die Wirtschaftswiese) wie folgt darstellt: Im Vorfrühling bilden Larven und Adulte von *Carabus*-Arten ein erstes Gewichts-Maximum der Carabiden. Es folgt im April-Mai die Dominanzperiode der Staphyliniden, worauf sich bei mehr oder weniger großer Variabilität im Juni-Juli eine Kompensation der Aktivitätsgewichtsanteile der Carabiden, Staphyliniden und Arachniden einstellt. Ab August dominieren gewichtsmäßig deutlich, wenn auch (UF 6 1971) nicht immer konstant, die Carabiden. Erst etwa Mitte Oktober geht die Gewichtsdominanz auf die Arachniden über, die insgesamt die geringsten Schwankungen im Jahresablauf aufweisen. Die Chilopoden bleiben auch nach den Aktivitätsgewichten vergleichsweise bedeutungslos. Setzt man die Carabidenanteile prozentual ins Verhältnis zum Gesamtaktivitätsgewicht aller Tiergruppen (punktierte Kurve in Abb. 10 oben), so wird deutlich, daß die Carabiden sowohl während der kurzen Vorfrühlingsdominanz als auch besonders im August und September mit Gewichtsanteilen von 50 % und mehr die vorrangige Rolle unter den Zoophagen

spielen dürften. Während des Frühlings und Frühsommers pendelt ihr Gewichtsanteil im Halbtrockenrasen zwischen 10 und 20 ‰, in der Wirtschaftswiese zwischen 30 und 40 ‰ des Gesamtfangs. Im Ganzen scheinen Carabiden, Staphyliniden und Arachniden etwa gleichbedeutend als Zoophagengruppen in der Wirtschaftswiese und im Halbtrockenrasen vertreten zu sein.

Zur Beurteilung der durchschnittlichen Aktivitätsdichten der Carabiden in den Untersuchungsflächen längs der Catena stehen zwei Betrachtungsweisen zur Verfügung. Erstens können die durchschnittlichen Ergebnisse der Jahres-Fangserien von einigen UF verglichen werden, und zweitens geben Profilserien von Fallen an je einem Stichtag in den Jahren 1972 und 1974 auswertbare Informationen über alle Untersuchungsflächen. Abb. 11 gibt

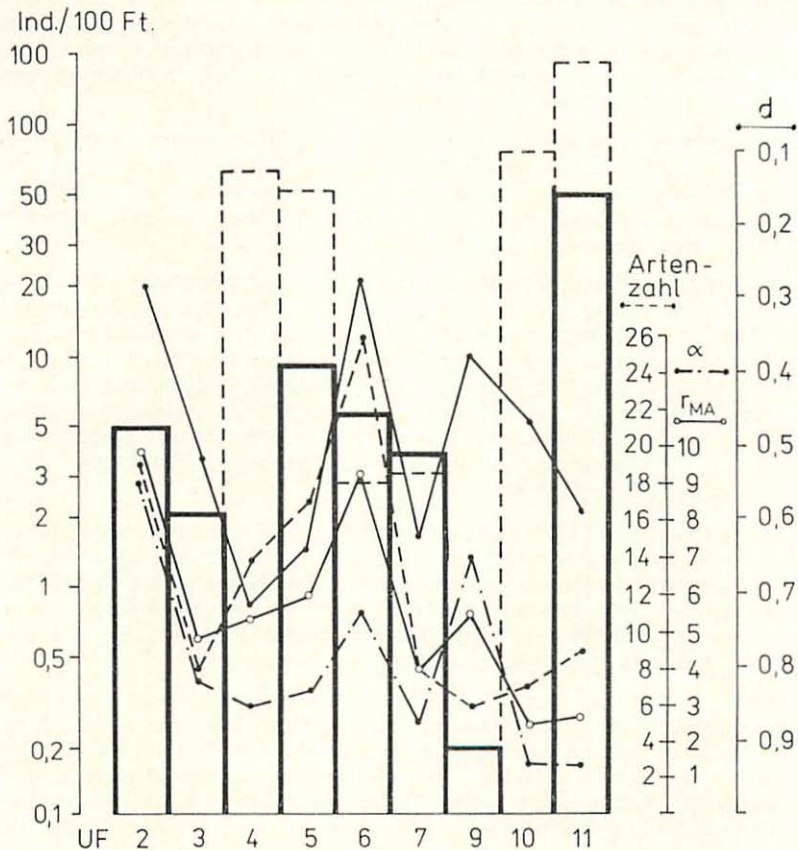


Abb. 11. Durchschnittliche Aktivitätsdichten der Carabiden in den Untersuchungsflächen längs der Catena nach den Ergebnissen der Jahres-Fallenserien 1971 bis 1973 (ganze Säulen) und nach Profil-Fallenserien Mai 1972 und Juni 1974 (gestrichelte Säulen). Die Darstellung der Artenzahlen und der Mannigfaltigkeitsindizes (alpha,  $r_{MA}$  und d) bezieht sich auf das Gesamtmaterial.



eine Übersicht über die durchschnittliche Aktivitätsdichte der Carabiden in denjenigen Untersuchungsflächen, von denen Jahres-Fangserien vorliegen (UF 2, 3, 5, 6, 7, 9, 11). Die hier dargestellten Mittelwerte sind insofern nur bedingt vergleichbar, als sie teils 3jährige (UF 6), teils 2jährige (UF 5, 9) bzw. einjährige (übrige UF) Mittelwerte repräsentieren. Der hierdurch bedingte Fehler ist vorrangig darin zu suchen, daß die nur nach den Ergebnissen des fangschwachen Jahres 1973 beurteilten Untersuchungsflächen (2, 3, 7, 11) mit zu geringer Aktivität eingeschätzt werden können. Berücksichtigt man dies, so lassen sich die Ergebnisse der Jahresserien quantitativ so darstellen: Die bei weitem höchste Aktivitätsdichte erreichen die Carabiden im Buchenwald (UF 11) bzw. allgemein im bewaldeten nordexponierten Hangabschnitt. Im südexponierten Hangteil liegt die Aktivität am höchsten in der Wirtschaftswiese, nur wenig geringer ist sie aber in der Bachwiese, im Halbtrockenrasen und im Gebüschgürtel, die sich quantitativ kaum unterscheiden. Der Autobahnstreifen erscheint dagegen deutlich weniger besiedelt. Schließlich ist der Trockenrasen aus quantitativer Sicht praktisch ohne Carabidenfauna.

Die Beziehungen zwischen den Ergebnissen der Jahresserien und der Profilmänge lassen sich ebenfalls aus Abb. 11 ablesen. Die Resultate scheinen sich gegenseitig zu stützen und zu bestätigen, bis auf die weitaus schärfere Differenzierung zwischen Wirtschaftswiese und Halbtrockenrasen, die zum Zeitpunkt der Profilerien vorzuliegen scheint.

Aus den Erfahrungen der Jahresdynamik im Halbtrockenrasen (Abb. 9/10) und in der Wirtschaftswiese konnte abgeleitet werden, daß die Periode von Ende Mai bis Mitte Juni für eine „Momentaufnahme“ in Form einer Profillallenserie am aussagefähigsten sein wird. Dementsprechend wurden die Termine 23. 5. 1972 und 18. 6. 1974 hierfür gewählt. Die erhaltenen Ergebnisse sind summarisch in Abb. 12 und 13 wiedergegeben. Für die Gesamtfangergebnisse und für die Carabiden sind die Varianzen zwischen beiden Fangterminen dargestellt. (Das in zu geringer Wiederholung untersuchte Bachrandgehölz – UF 1 – wurde hier weggelassen.)

Die Gesamtaktivitätsdichte aller Tiergruppen ändert sich längs der Wirtschaftswiese praktisch nicht, steigt im Halbtrockenrasen und fällt im Gebüschgürtel wieder auf die Höhe der Wirtschaftswiese zurück. Die tiefsten Werte ergeben sich erwartungsgemäß im Trockenrasen. Im Kiefernforst erscheint die Aktivität intermediär, im Buchenwald erreicht sie annähernd wieder die Größe wie in der Wirtschaftswiese.

Die Carabidenfauna folgt dieser Summenformel nicht. Ihre Individuenaktivität sinkt in der Untersuchungszeit (Mai–Juni) geringfügig längs der Wirtschaftswiese mit zunehmender Höhe, bricht aber dann im Halbtrockenrasen steil ab. Auch im Gebüschgürtel ist kaum erhöhte Aktivität nachweisbar. Im Bereich des Trockenrasens fehlen die Carabiden fast ganz. Ihre Aktivität im Kiefernforst liegt etwa so hoch wie in der unteren Wirtschaftswiese; im Buchenwald ist sie doppelt so groß. Im Vergleich zur ausgeprägten Aktivitätskurve der Carabiden zeigen die Staphylinidenzahlen eine deutlich geringere Habitatreaktion. Die Arachnidenzahlen verhalten sich sogar fast gleichförmig, wobei ihre Individuendominanz im Halbtrockenrasen und ihre relativ geringe Vertretung in den bewaldeten Habitaten besonders hervorzuheben ist. Auch die



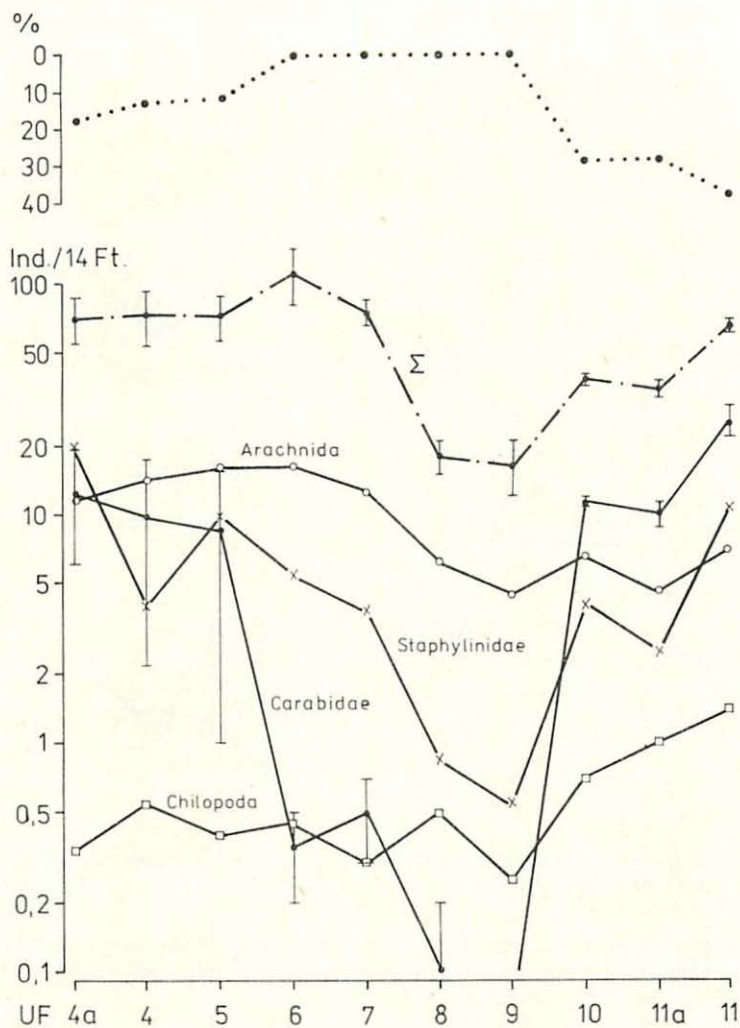


Abb. 12. Mittlere Aktivitäts-Dichte der zoophagen Arthropoden längs der Catena nach den Ergebnissen der Profil-Fallenserien Mai 1972 und Juni 1974. Für die Summenwerte aller Makroarthropoden (Strich-Punkt-Linie) und für die Carabidae (volle Linie) sind die jeweiligen Minimal- und Maximalwerte angegeben. Die hängende Kurve am Oberrand (punktiert) gibt den prozentualen Anteil der Carabidae an der Gesamtzahl aller gefangenen Makroarthropoden an.

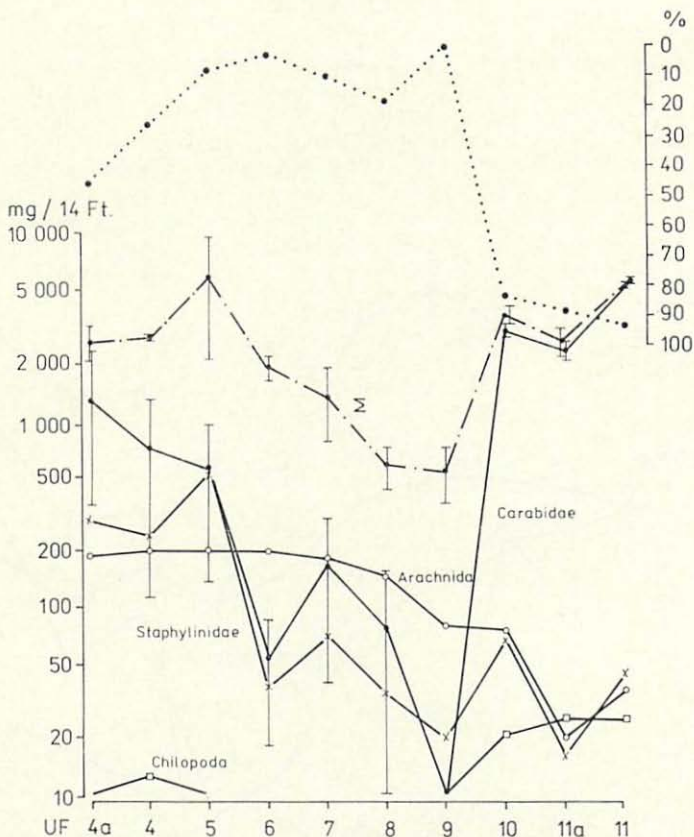


Abb. 13. Mittlere Aktivitäts-Gewichte der zoophagen Arthropoden längs der Catena nach den Ergebnissen der Profil-Fallenserien Mai 1972 und Juni 1974. Darstellung wie in Abb. 12.

zahlenmäßig gering vertretenen Chilopoden reagieren nur schwach auf die Habitatfolge der Catena, im Gegensatz zu den Arachniden jedoch positiv im Bereich des bewaldeten Rückhanges.

Legt man der Betrachtung nicht die Individuenzahlen der Fänge, sondern die Aktivitätsgewichte zugrunde (Abb. 13), so gelangt man zu anderen und zweifellos biologisch aussagefähigeren Ergebnissen. Dies betrifft zunächst das Verhältnis zwischen den Aktivitätsgewichten der zoophagen Gruppen. Für den Bereich der oberen Wirtschaftswiese bis zum Trockenrasen reihen sich die Carabiden mehr oder weniger zwischen den Arachniden und Staphyliniden mit geringen Absolutdifferenzen ein. Dies entspricht den aus Abb. 10 gewonnenen Erfahrungen der Kompensationsphase im Frühjahr – Frühsommer, die Anlaß zur Wahl dieser Profilfang-Termine gab. In der unteren Wirtschaftswiese wie

besonders auch in den bewaldeten Habitaten dominieren dagegen die Carabiden gewichtsmäßig absolut über die anderen Gruppen des Zoophagenkomplexes. Diese Dominanz geht so weit, daß im Buchenwald mehr als 90 % des Gesamtgewichtes der Fänge auf die Carabiden entfällt. Wenn es erlaubt ist, die aus der Jahresdynamik im Bereich des Halbtrockenrasens und der Oberen Wirtschaftswiese gewonnenen Erfahrungen auf die übrigen Untersuchungsflächen anzuwenden, so ist zu erwarten, daß die Carabiden nach ihrem Aktivitätsgewicht im unteren Bereich der Wirtschaftswiese wie auch im bewaldeten N-exponierten Hangteil absolut und ganzjährig über die anderen zoophagen Gruppen dominieren. Beachtenswert ist auch das deutlich erhöhte Aktivitätsgewicht der Carabiden im Gebüschgürtel und der im Vergleich zum Halbtrockenrasen beachtlich hohe Gewichtsanteil im unteren Trockenrasen.

Zusammenfassend kann gesagt werden, daß die Carabiden im Untersuchungsgebiet des Leutratales eine jahreszeitlich differenzierte, entlang der Catena der Untersuchungsflächen wechselnde, im ganzen aber wesentliche Rolle im Zoophagenkomplex spielen können, soweit dies aus dem Studium der quantitativen Parameter ersichtlich ist.

#### 4.3. Artendichte und Diversität

Die Angabe der absoluten Artendichte ist nur dann auswertbar, wenn für den Beobachtungszeitraum ein repräsentativer Anteil der wahren Artenzahl als erfaßt gelten kann. Diese Forderung kann bei Jahresfallenserien für die Carabiden als erfüllt betrachtet werden. Aus Abb. 11 ist ersichtlich, daß die Artendichte längs der untersuchten Catena anders verteilt ist als die Aktivitätsdichte. Sie erreicht im Halbtrockenrasen die bei weitem höchsten Werte, liegt aber auch in der Bachwiese und der Wirtschaftswiese noch hoch. Auffallend niedrige Artendichten ergaben sich im Buchenwald und im Gebüschstreifen. Zu erwarten war, daß die Extremhabitate Autobahnrand und besonders Trockenrasen die niedrigsten Artenzahlen aufweisen.

Die Diversität als Verhältnis zwischen der Artenzahl  $S$  und der Individuenzahl  $N$  ist – ohne Prüfung der Verteilung des Materiales – vorrangig mit nicht-parametrischen Indizes darstellbar. Ohne Inanspruchnahme von Rechnerkapazität kann der sehr einfache, nach MAY (1975) aber nicht weniger sensitive Berger-Parker-Dominanzindex verwendet werden:

$$d = N_{\max} / N_T$$

wobei  $N_{\max}$  die Individuenzahl der häufigsten (eudominanten) Art,  $N_T$  die Gesamtindividuenzahl ist. Nach den in Abb. 11 dargestellten Werten gibt es Carabidenbestände mit hoher Gleichförmigkeit der Besetzung (evenness) vor allem im typischen Halbtrockenrasen. Die ähnlichen  $d$ -Werte der Bachwiese (UF 2) und besonders des Trockenrasens (UF 9) beruhen auf geringem (UF 2) oder extrem armem (UF 9) Material. Bemerkenswert ist der starke Gegensatz der Ausgeglichenheit zwischen der Wirtschaftswiese und dem typischen Halbtrockenrasen.

Für die zweite Komponente der Diversität, die Artenmannigfaltigkeit (richness), wurden zwei einfache Berechnungsmöglichkeiten angewendet, der Diversitätsindex  $\alpha$  nach Fisher, Corbet und Williams

$$S = \alpha \ln(1 + N/\alpha)$$



und der richness-Index  $r_{MA}$  nach Margalef

$$r_{MA} = \frac{S - 1}{\log_{10} N}$$

Aus der Berechnung der Dominanz-Diversitäts-Kurve (SOUTHWOOD, 1978) ergibt sich, daß das Material vorwiegend zur geometrischen Verteilung tendiert, welcher diese Indizes im Grunde nicht entsprechen. Für den hier erforderlichen Auswertungsgrad wirkt sich jedoch die unterschiedliche Empfindlichkeit dieser Indizes kaum aus, wie HUHTA (1979) bei Trenduntersuchungen mit 16 verschiedenen Indizes feststellte.

Beide Indizes verhalten sich zwar gleichsinnig, jedoch unterschiedlich in der absoluten Wertung, wie aus Abb. 11 ersichtlich ist. Der Unterschied tritt vor allem in der Einstufung der Mannigfaltigkeit im Trockenrasen zutage, die – angesichts der minimalen Besetzung – durch den  $\alpha$ -Index wohl zu hoch bewertet wird. Legt man deshalb den MARGALEF-Index zugrunde, so läßt sich folgendes erkennen: Die mannigfaltigste Carabidenbesiedlung hat die Bachwiese, dicht gefolgt vom Halbtrockenrasen. In der Wirtschaftswiese, dem Autobahnstreifen und dem Trockenrasen liegt eine etwa gleichhohe, mittlere Mannigfaltigkeit vor, im Buchenwald dagegen eine außerordentlich geringe. Erstaunlich niedrig erweist sich diese Artenvielfalt im Gebüschgürtel; gerade hier hätte man eine hohe Mannigfaltigkeit erwarten können.

Im Hinblick auf die Frage, ob auch Stichproben aus begrenzten Fangzeiten gleichwertige Hinweise auf die Artenmannigfaltigkeit geben können, war es interessant zu prüfen, wie sich der MARGALEF-Index im Verlaufe von 3 Fangjahren im Halbtrockenrasen ändert. Der Verlauf dieser Werte ist aus Abb. 14

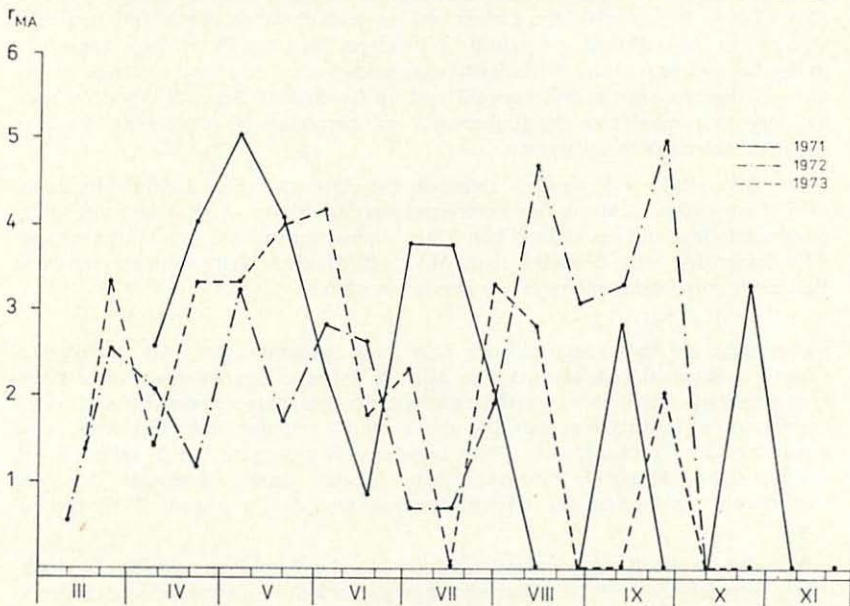


Abb. 14. Variabilität des Mannigfaltigkeitskoeffizienten  $r_{MA}$  der Carabidenfänge 1971 bis 1973 im Halbtrockenrasen.

ersichtlich. Die hohe Variabilität ist auf den ersten Blick erkennbar. Bei näherer Betrachtung zeigt sich, daß das Verhältnis zwischen Aktivitätsdichte und Artenmannigfaltigkeit selbst am gleichen Standort von Jahr zu Jahr stark wechselt: 1971 werden Zeiten hoher Aktivität im allgemeinen von hoher Artenmannigfaltigkeit begleitet; 1972 wird dagegen die höchste Individuenaktivität im Juli offensichtlich nur von sehr wenigen Arten bestritten, so daß gerade hier die Mannigfaltigkeit die niedrigsten Werte annimmt. Für 1973 lassen sich beide Extreme in verschiedener Kombination nachweisen. Diese Resultate bestätigen, daß die Diversitätsmaße nur im Zusammenhang mit einer genauen Definition der raum-zeitlichen Verhältnisse zu betrachten sind und die populationsdynamischen Prozesse sowie die saisonale Aktivität widerspiegeln.

#### 4.4. Repräsentanz der Arten und Verbreitung der Ökotypen längs der Catena

Die räumliche Einnischung der Carabidenarten in der Abfolge der Untersuchungsflächen zeigt sich am klarsten in der Darstellung ihrer Repräsentanzen (Abb. 15). Die Repräsentanz einer Art in einer Untersuchungsfläche wird hier als prozentualer Anteil der mittleren Fangzahl pro Falle und Tag an der Summe dieser Mittelwerte von allen UF berechnet. Berücksichtigt werden allerdings nur UF, von denen wenigstens eine volle Jahres-Fangserie vorliegt (zur Frage der Gleichwertigkeit von Fangserien verschiedener Jahre s. 4.2.). Nur von 13 Carabidenarten wurden hinreichend Individuen gefangen, um die Darstellung der Repräsentanz zu rechtfertigen.

Als hervorstechendes Merkmal der in Abb. 15 dargestellten Verteilung der Carabidenarten längs der untersuchten Catena ist zu werten, daß in den gut untersuchten Untersuchungsflächen Wirtschaftswiese und Halbtrockenrasen jeweils nur 3 Arten ihre höchste Repräsentanz erreichen. Den Gebüschgürtel bevorzugt nur 1 Art; eine echte Trockenrasenart gibt es im Leutratl nicht.

Als Ursachen der unterschiedlichen Habitatbindung sind die jeweiligen Temperatur-Feuchtebedingungen, die edaphischen Faktoren, die Vegetationsausprägung, die Ernährungsbedingungen (Beutetierangebot) und schließlich die Konkurrenzbedingungen zu berücksichtigen. Alle diese Faktoren müssen nach den bisherigen Ermittlungen als längs der untersuchten Catena variabel angesehen werden; die Frage nach den Schlüsselfaktoren der Verteilung der Carabiden im Untersuchungsgebiet kann also nur unter Auswertung bisheriger Kenntnisse beantwortet werden.

Eine Übersicht über die vorliegenden Verhältnisse läßt sich aus den Tabellen 4-9 ablesen. Hierin werden die Artenbestände der Untersuchungsflächen UF (1+), 2, UF 3, UF (4+), 5, UF 6, UF 7 und UF (10+), 11 analysiert.

Aufgenommen werden jeweils alle Arten, die ihren lokalen Repräsentanzschwerpunkt (IRS) in der jeweiligen UF haben, sowie im Dominanzbereich auftretende Arten mit einem IRS in anderen UF des Untersuchungsgebietes (vgl. Tab. 3). Die Charakterisierung der Ökotypen, d. h. die Angaben zur vorrangigen Habitatwahl sowie zum Präferenz-, Entwicklungs- und Aktivitätsverhalten sind vorwiegend der zusammenfassenden Darstellung bei THIELE (1977) sowie den hier zum Vergleich besonders interessierenden Arbeiten von TIETZE (1973/1974) und BECKER (1975) entnommen. Diese Angaben werden weiter zur Darstellung quantitativer Ökotypenspektren genutzt (Abb. 13-18). Der Wertung der Gruppenmächtigkeit der einzelnen Ökotypen liegen die für Tab. 3 errechneten Dominanzwerte der Arten zugrunde. Wo

nach der Literatur mehrere regelmäßig bewohnte Habitate zu berücksichtigen waren (z. B. Fettwiesen, Halbtrockenrasen und Kulturfelder o. ä.), tritt die betreffende Art mit ihrem Dominanzwert nicht nur einmal, sondern entsprechend zwei- oder dreimal in Erscheinung. Die hieraus folgende „Aufblühung“ in der Darstellung der Habitatwahl-Typen erscheint den Autoren eher vertretbar als ein Abwägen zwischen „mehr oder weniger bevorzugten“ Habitaten.

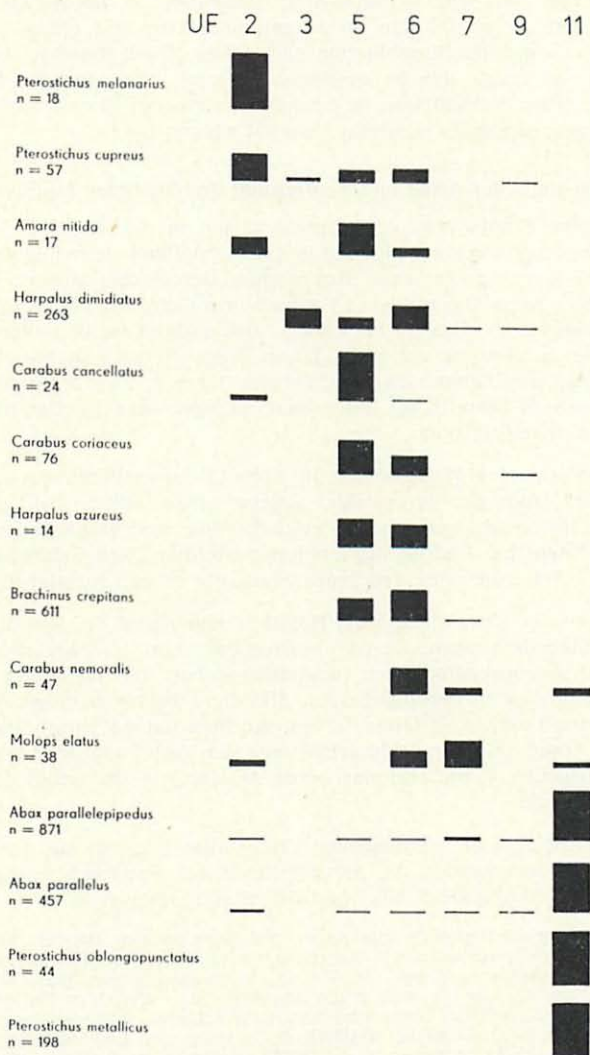


Abb. 15. Repräsentanz dominanter Carabidenarten in den Untersuchungsflächen des Leutratales nach Jahres-Fallenserien.



Tab. 4. Artenbestand der Bachwiese (UF [1+]- 2)

	dominanz-%	Nadwiesen-Arten	Fettwiesen-Arten	Magerrasen-Arten	Halbtrockenrasen-Arten	Kulturfeld-Arten	eurytopye Waldarten	stenotopye Waldarten	oligotherm	eury-(meso-)therm	polytherm	oligohygr	eury-(meso-)hygr	polyhygr	oligophot	eury-(meso-)phot	polyphot	Frühjahrsbrüter	underminiert	Herbstbrüter	nachtaktiv	tagaktiv	lokaler Repräsentanz- schwerpunkt in UF	
<i>Pterostichus melanarius</i>	d 27	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	2
<i>Poecilus cupreus</i>	d 14	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	2
<i>Synuchus nivalis</i>	s 8	—	×	—	—	—	—	—	?	—	—	×	—	×	—	?	—	—	—	—	?	?	?	2
<i>Abax parallelepipedus</i>	s 8	—	—	—	—	—	×	—	×	×	—	×	—	×	—	—	—	—	—	—	×	—	—	11
<i>Abax parallelus</i>	s 6	—	—	—	—	—	×	—	×	×	—	×	—	×	—	—	—	×	—	—	∞	∞	—	11
<i>Notiophilus palustris</i>	s 6	—	—	—	×	—	—	—	?	—	—	—	?	—	—	?	—	×	—	—	?	?	?	3
<i>Amara convexior</i>	s 5	—	×	—	×	—	—	—	—	—	—	—	?	—	—	?	—	?	?	?	?	?	?	2
<i>Harpalus rufipes</i>	s 5	—	×	—	×	—	—	—	×	—	—	—	—	—	—	—	—	×	—	—	×	—	—	2
<i>Badister bipustulatus</i>	s 5	—	×	—	×	—	—	—	—	—	—	×	—	×	—	?	—	×	—	—	∞	∞	—	2
<i>Pterostichus nigrita</i>	+ 3	×	—	—	—	—	—	—	—	×	—	—	×	—	—	—	—	×	—	—	—	—	—	2
<i>Loricera pilicornis</i>	+ +	×	—	—	—	—	×	—	×	—	—	—	×	—	×	—	—	×	—	—	—	—	—	2
<i>Bembidion tetracolum</i>	+ +	a	—	—	—	—	—	—	—	×	—	—	×	—	×	—	—	×	?	?	?	?	?	2
<i>Harpalus punctatulus</i>	+ +	—	—	×	—	—	—	—	?	—	—	—	?	—	—	?	—	?	?	?	?	?	?	2
<i>Harpalus puncticollis</i>	+ +	—	—	×	—	—	—	—	?	—	—	?	—	—	—	?	—	?	?	?	?	?	?	2
<i>Trechus quadristriatus</i>	+ +	—	—	—	×	—	—	—	?	—	—	?	—	—	—	?	—	?	?	?	?	?	?	2
<i>Bembidion properans</i>	+ +	—	—	—	×	—	—	—	?	—	—	?	—	—	—	?	—	?	?	?	?	?	?	2
<i>Asaphidion flavipes</i>	+ +	—	—	—	×	—	—	—	?	—	—	?	—	—	—	?	—	?	?	?	?	?	?	2

a = Uferbewohner



Tab. 6. Artenbestand der Wirtschaftswiese (UF [4+] 5)

	Dominanzklasse	Dominanz-%	Nacktesen-Arten	Fetwiesen-Arten	Magerrasen-Arten	Halbrockenrasen-Arten	Kulturfeld-Arten	eurytopye Waldarten	stenotopye Waldarten	oligotherm	eury-(meso)-therm	polytherm	oligohygr	eury-(meso)-hygr	polyhygr	oligohyph	eury-(meso)-phol	polyphol	Frühjahrsbrüter	undeterminiert	Herbstbrüter	nachaktiv	tagaktiv	lokaler Repräsentanz-
<i>Brachinus crepitans</i>	e	66	-	-	-	×	-	-	-	-	×	-	×	-	-	×	-	-	×	-	-	-	×	5
<i>Harpalus dimidiatus</i>	d	15	-	-	-	×	-	-	-	-	×	-	×	-	-	×	-	-	×	-	-	-	×	3
<i>Carabus coriaceus</i>	d	5	-	-	-	×	-	-	-	-	×	-	×	-	-	×	-	-	×	-	×	-	×	5
<i>Carabus cancellatus</i>	s	3	-	-	-	×	×	-	-	-	?	-	-	?	-	-	-	-	×	-	-	-	×	5
<i>Amara nitida</i>	(s)	2	-	-	-	×	-	-	-	-	?	-	-	?	-	-	-	-	×	-	-	?	?	4a
<i>Poecilus cupreus</i>	(s)	2	-	-	-	×	×	-	-	-	-	×	-	-	-	-	-	-	×	-	-	-	×	2
<i>Harpalus azureus</i>	+	1	-	-	-	×	-	-	-	-	-	×	-	-	-	-	-	-	×	-	-	-	×	6
<i>Platynus dorsalis</i>	+	1	-	-	-	×	-	-	-	-	-	-	×	-	-	-	-	-	×	-	-	-	×	4a
<i>Microlestes minutulus</i>	+	+	-	-	-	×	-	-	-	-	?	-	-	?	-	-	-	-	×	-	-	-	-	5
<i>Amara familiaris</i>	+	+	-	-	-	×	-	-	-	-	-	-	-	×	-	-	-	-	?	-	-	?	?	5
<i>Pterostichus ovoideus</i>	+	+	-	-	-	×	-	-	-	-	-	-	×	-	-	-	-	-	?	-	-	?	?	5
<i>Amara montivaga</i>	+	+	-	-	-	×	-	-	-	-	?	-	-	?	-	-	-	-	?	-	-	?	?	5
<i>Notiophilus hypocrita</i>	+	+	-	-	-	×	-	-	-	-	?	-	-	?	-	-	-	-	?	-	-	?	?	5
<i>Badister sodalis</i>	+	+	-	-	-	×	-	-	-	-	?	-	-	?	-	-	-	-	×	-	-	?	?	5

a = sandige Heideböden und Moore

b = Moor- und Stumpfböden



Tab. 7. Artenbestand des Halbtrockenrasens (UF 6)

	Dominanzklasse	Dominanz-%	Nadwiesen-Arten	Feldwiesen-Arten	Magerassen-Arten	Halbtrockenrasen-Arten	Kulturfeld-Arten	eurytpe Waldarten	stenotopie Waldarten	ollgotherm	eury-(meso)-therm	polytherm	ollgohyr	eury-(meso)-hygr	ollgohygr	ollgophot	eury-(meso)-phot	polyphot	Frühjahrsbrütler	undeterminiert	Herbstbrütler	nachaktiv	tagaktiv	lokaler Repräsentanz- schwerpunkt in UF
<i>Brachinus crepitans</i>	d	28				×					×					×			×					5
<i>Harpalus dimidiatus</i>	d	27				×					×					×				×				3
<i>Abax parallelepipedus</i>	s	10					×				×					×				×				11
<i>Carabus nemoralis</i>	s	9					×				×					×				×				6
<i>Carabus coriaceus</i>	s	8					×				×					×				×				5
<i>Poecilus cupreus</i>	s	6					×				×					×				×				2
<i>Molops elatus</i>	+	3						×								×				×				7
<i>Abax parallelus</i>	+	3							×							×				×				11
<i>Harpalus azureus</i>	+	2									×						×							6
<i>Panagaeus crux-major</i>	+	+					×				?						?				?	?	?	6
<i>Panagaeus bipustulatus</i>	+	+									?						?				?	?	?	6
<i>Carabus convexus</i>	+	+									?						?				?	?	?	6
<i>Harpalus rubripes</i>	+	+										×				×					?	?	?	
<i>Amara equestris</i>	+	+									?						?				?	?	?	
<i>Amara similata</i>	+	+									?						?				?	?	?	
<i>Bembidion lampros</i>	+	+									?						?				?	?	?	
<i>Pterostichus strenuus</i>	+	+									?						?				?	?	?	
<i>Harpalus latus</i>	+	+	×								?						?				?	?	?	

Tab. 8. Artenbestand des Gebüschürtels (UF 7)

Artenname	Dominanzklasse	Dominanz-%	Nabwiesen-Arten	Fettwiesen-Arten	Magerrasen-Arten	Halbtrockenrasen-Arten	Kulturreid-Arten	eurytpe Waldarten	stenotpe Waldarten	oligothem	eury-(meso)-them	polythem	oligohygr	eury-(meso)-hygr	polyhygr	oligophot	eury-(meso)-phot	polyphot	Frühjahrsbrüter	undeterminiert	Herbstbrüter	nachtaktiv	tagaktiv	lokaler Repräsentanz- schwerpunkt in UF
<i>Abax parallelepipedus</i>	e	59									×				×	×				×				11
<i>Molops elatus</i>	d	16													×	×								7
<i>Harpalus dimidiatus</i>	s	9								×	×						×			×				3
<i>Abax parallelus</i>	(s)	5									×											×		11
<i>Dromius notatus</i>	+	+					×																	+

Tab. 9. Artenbestand des Buchenwaldes (UF [10+] II)

	Dominanzklasse	Dominanz-%	Nadelwesen-Arten	Fettwiesen-Arten	Magerrasen-Arten	Halbtrockenrasen-Arten	Kulturfeld-Arten	eurypae Waldarten	stenotopae Waldarten	oligotherm	eury-(meso-)therm	polytherm	oligohygr	eury-(meso-)hygr	polyhygr	oligophot	eury-(meso-)phot	polyphot	Frühjahrsbrüter	undeterminiert	Herbstbrüter	nachaktiv	tagaktiv	lokaler Repräsentanzschwerpunkt in UF
<i>Abax parallelepipedus</i>	e	53	-	-	-	-	-	-	-	-	×	-	-	-	×	×	-	-	-	-	×	-	-	11
<i>Abax parallelus</i>	d	29	-	-	-	-	-	×	×	×	×	-	-	-	×	×	-	-	-	-	×	-	-	11
<i>Pterostichus metallicus</i>	s	14	-	-	-	-	-	-	×	-	-	-	-	-	×	×	-	-	-	-	-	×	-	11
<i>Pterostichus oblongopunctatus</i>	+	3	-	-	-	-	-	-	×	-	-	-	-	-	×	×	-	-	-	-	-	u	-	11
<i>Molops elatus</i>	+	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	×	×	-	-	-	-	-	×	-	7
<i>Leistus rufomarginatus</i>	+	+	-	-	-	-	-	×	×	-	?	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	?	-	11
<i>Carabus problematicus</i>	+	+	-	-	-	-	-	-	-	×	×	-	-	-	-	-	-	-	-	-	×	×	-	11
<i>Amara lunicollis</i>	+	+	-	×	-	-	-	-	-	-	?	-	-	-	-	-	-	-	-	-	?	?	-	?

u = undeterminiert



Da nicht alle auftretenden Arten hinsichtlich ihres Präferenz-, Entwicklungs- und Aktivitätsverhaltens untersucht sind, können die quantitativen Ökotypen-Spektren nicht über die totalen Gruppenmächtigkeiten, sondern nur über 70 bis 99 Prozent Auskunft geben. Die lokalen Repräsentanz-Schwerpunkte sind in den Tab. 4–9 nicht angegeben, wenn es sich um Einzelfunde handelt.

Bachwiese (Tab. 4, Abb. 16). Der Artenbestand der Carabiden weist die Untersuchungsfläche Bachwiese als „ecotone“ aus. Als charakteristisch kann hier die Gruppe der mehr oder weniger feuchteliebenden, meist eurytypen Wiesenarten gelten (*Pterostichus melanarius*, *Synuchus nivalis*, *Badister bipustulatus*, *Pterostichus nigrita*, *Loricera pilicornis*). Fast ebenso stark vertreten sind jedoch

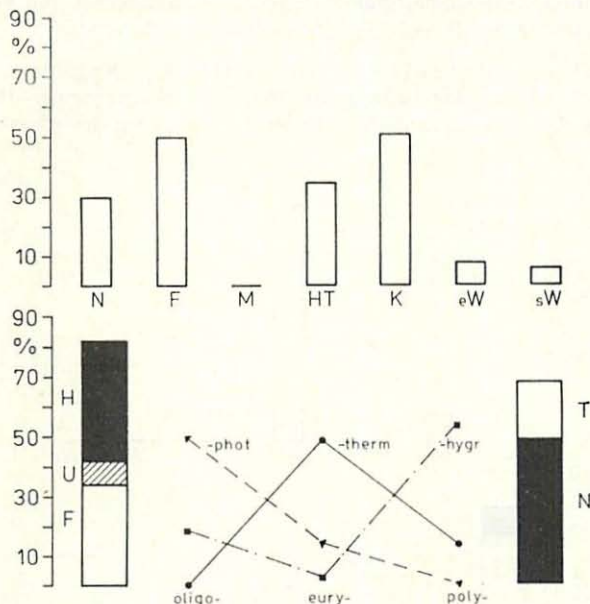


Abb. 16. Ökotypenspektrum des Carabidenbestandes der Bachwiese (UF 2).

Obere Reihe: Dominanzanteile der Typen der Habitatbindung: Bewohner von Naßwiesen (N), Fettwiesen (F), Magerrasen (M), Halbtrockenrasen (HT), Kulturfeldern (K); eurytype Waldarten (eW), stentype Waldarten (sW).

Untere Reihe: links Dominanzanteile von Frühjahrsbrütern (F), Herbstbrütern (H) und in der Brutzeit undeterminierten Arten (u); Mitte: Dominanzanteile der Carabiden nach ihrem Präferenzverhalten (dargestellt in der Grobgliederung oligo-, eury-, poly-therm; oligo-, eury-, polyhygr; oligo-, eury-, polyphot); rechts Dominanzanteile vorwiegend nachtaktiver (N) bzw. tagaktiver (T) Carabiden.

auch – meist ebenfalls eurytype – Arten der Halbtrockenrasen und Kulturfelder (*Poecilus cupreus*, *Notiophilus palustris*, *Amara convexior*, *Harpalus rufipes*, *Harpalus punctatulus*, *Harpalus puncticollis*, *Trechus quadristriatus*, *Bembidion properans*, *Asaphidion flavipes*). Die unmittelbare Nachbarschaft des Bachrandgehölzes (das selbst nicht hinreichend untersucht wurde, um hier eine Charakterisierung zu erfahren) dürfte sich schließlich in der subdominanten Vertretung der Waldarten *Abax parallelepipedus* und *Abax parallelus* wie auch in der Anwesenheit des Uferbewohners *Bembidion tetracolum* äußern. Dies spricht für ein sehr breites Nischenangebot dieser Untersuchungsfläche und erklärt auch, wes-

halb hier die höchsten Werte der Artendiversität (vgl. 4.3., Abb. 11) der untersuchten Catena auftreten. Die Bachwiese weist auch die größte Anzahl an Arten auf, die hier ihren lokalen Repräsentationsschwerpunkt haben.

Das Ökotypen-Spektrum der Bachwiese spiegelt deutlich die Vertretung der 3 Gruppen mit verschiedener Habitatbindung wider. Es zeigt weiter, daß hier der Carabidenbestand vorwiegend nachaktiv, zu einem kleineren Teil auch tagaktiv ist und sich zur Hälfte aus Herbstbrütern, zur anderen Hälfte aus Frühjahrsbrütern und in der Brutzeit nicht determinierten Tieren zusammensetzt. Nach ihrer Gruppenmächtigkeit dominieren eurytherme (mit beachtlichem Anteil von polythermen!), polyhygre und oligophote Carabiden.

Autobahnrandstreifen (Tab. 5, Abb. 17). Nach dem Carabidenbestand erscheint der Autobahnrandstreifen als ein artenarmer Halbtrockenrasen mit geringer Eigenständigkeit. Er wird geprägt von der scharfen Eudomi-

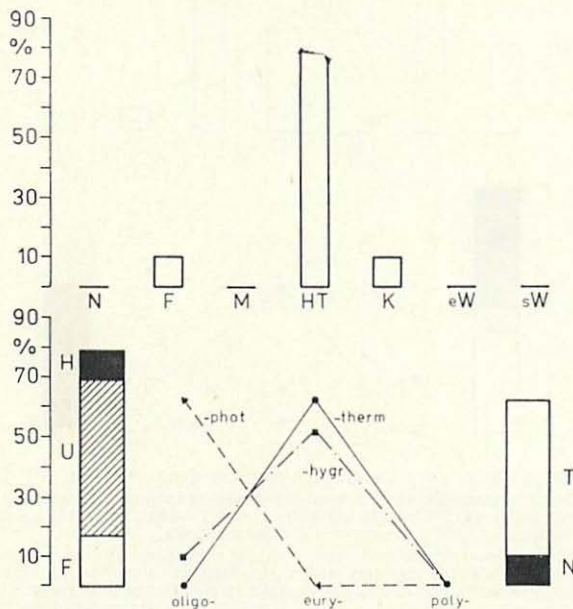


Abb. 17. Ökotypenspektrum des Carabidenbestandes des Autobahnrandstreifens (UF 3). Erläuterung s. Abb. 16.

nanz der über den gesamten südexponierten Hang (außer dem feuchten Hangfuß) verbreiteten Halbtrockenrasenart *Harpalus dimidiatus*. Im Verhalten dominieren Tagaktivität und variable Brutzeit, die Tiere sind im Durchschnitt eurytherm, euryhygr und oligophot.

Wirtschaftswiese (Tab. 6, Abb. 18). Der Carabidenbestand der Wirtschaftswiese repräsentiert den Halbtrockenrasentyp am klarsten und einheitlichsten von allen Untersuchungsflächen des Leutratals. Dies überrascht zu-

nächst, weil dies in erster Linie im hangaufwärts anschließenden, nicht bewirtschafteten Teil des Onobrychido-Brometums zu erwarten war. Zwei Faktoren sind wohl wesentliche Gründe der schärferen Auslese im Gebiet der Wirtschaftswiese: Einmal sind hier kaum Gehölze bzw. Baumgruppen eingestreut, zum anderen schafft die Zeit der Mahd (besonders für die Junglarven?) eine ausgeprägtere Trockenperiode. Die zur Zeit der maximalen Entwicklung der Gräser gegebene weitaus höhere Deckung der Vegetation als im oberen Halbtrockenrasen scheint dagegen keinen wesentlichen Einfluß auf die lokale Ausprägung des Carabidenbestandes zu haben.

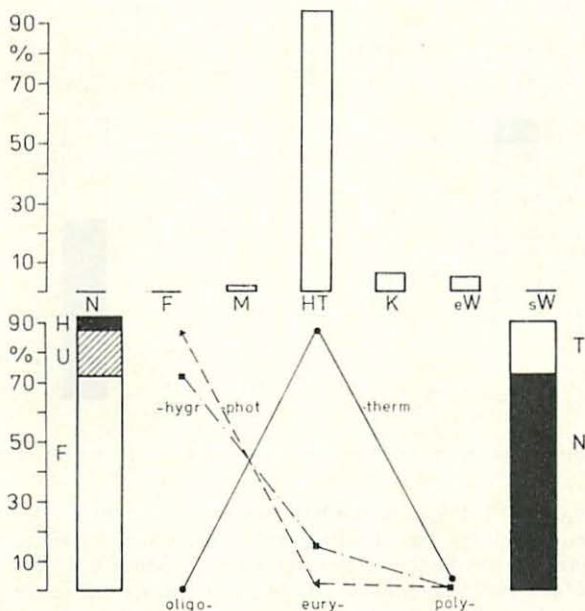


Abb. 18. Ökotypenspektrum des Carabidenbestandes der Wirtschaftswiese (UF 4-5). Erläuterung s. Abb. 16.

Bei ausführlicherer Untersuchung wäre wahrscheinlich eine größere Selbständigkeit des Bestandes in der feuchteren unteren Wirtschaftswiese (UF 4 a) zu sichern. Die Arten *Amara nitida*, *Amara convexior*, *Poecilus cupreus* und *Notiophilus palustris* deuten eine nähere Beziehung zu Elementen der Bachwiese an. Der Gesamtbestand wird von der eudominanten Art *Brachinus crepitans* beherrscht (vgl. 4.5.!) und gehört mit geringen Ausnahmen dem Halbtrockenrasen-(Kulturfeld-)Komplex an. Erwähnenswert sind nur noch Arten der Magerrasen (*Amara montivaga*, auch *Amara nitida*, *Amara familiaris*) und der Heide- und Moorböden (*Notiophilus hypocrita*, *Badister sodalis*).

Das Ökotypen-Spektrum zeigt eine deutliche Dominanz von Frühjahrsbrütern mit Nachtaktivität; im Präferenzverhalten dominieren eurytherme, oligohygre und oligophote Carabiden.



Halbtrockenrasen (Tab. 7, Abb. 19). Obwohl dominierend von Arten der Halbtrockenrasen bewohnt, bietet diese Untersuchungsfläche offensichtlich wiederum eine breitere Nischenauswahl an. Auffällig ist hierbei, daß

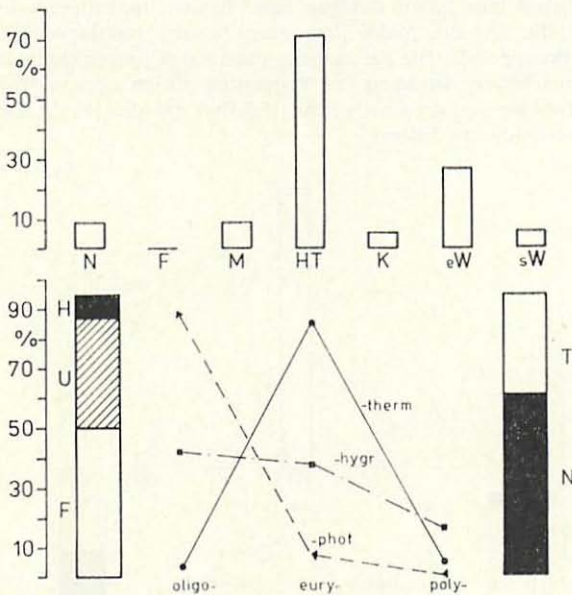


Abb. 19. Ökotypenspektrum des Carabidenbestandes des Halbtrockenrasens (UF 6). Erläuterung s. Abb. 16.

nicht nur Arten der Fettwiesen, sondern besonders auch Arten der Kulturfelder kaum vertreten sind. Die vom anschließenden Gebüschgürtel ausgehende, natürliche Tendenz der Verbuschung bewirkt einen wesentlichen Anteil eurytoper Waldarten (*Abax parallelepipedus*, *Carabus nemoralis*) und sogar „stenotoper“ Waldarten (*Molops elatus*, *Abax parallelus*). Eine hohe Artendiversität und eine ausgeglichene Dominanzstruktur sind weitere Kennzeichen des Carabidenbestandes des Halbtrockenrasens.

Im Präferenzverhalten zeigt sich insofern ein Unterschied zum Bestand der Wirtschaftswiese, als oligohyres und euryhygres Verhalten gleich häufig auftreten, trockenheitsliebende Arten also nicht absolut dominieren. Auch sind reine Frühjahrsbrüter nur zur Hälfte und nachaktive Arten nur zur reichlichen Hälfte vertreten.

Gebüschgürtel (Tab. 8, Abb. 10). Die Auffassung des Gebüschgürtels als naturnahe Ersatzgesellschaft des Halbtrockenrasens im Leutratall schließt die Erwartung eines relativ artenreichen und selbständigen Carabidenbestandes ein. Die Befunde erweisen das Gegenteil. Sowohl der Artenbestand und die Artendiversität als auch die Siedlungsdichte sind gering. Einige eurytoper Arten des Buchenwaldes, insbesondere die stark eudominante Art *Abax parallelepipedus*,

können sich hier ansiedeln, hinzu kommen einige Arten des Halbtrockenrasens, die bis in das Gebüsch ausstrahlen; besonders der für den offenen, südexponierten Leutrahang schlechthin charakteristische *Harpalus dimidiatus*. Eine Be-

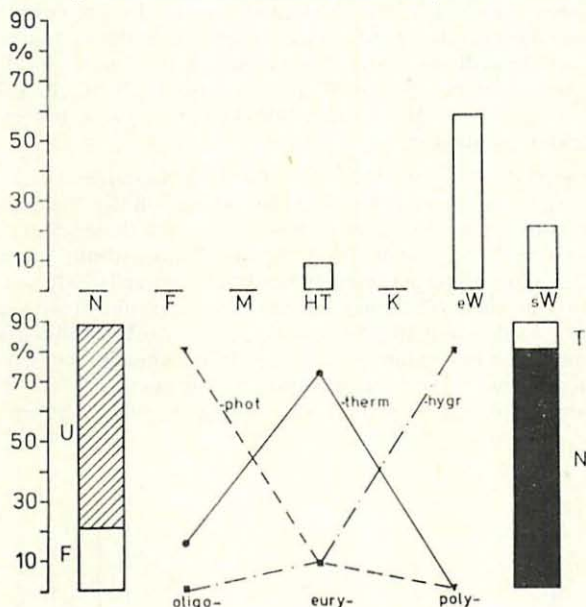


Abb. 20. Ökotypenspektrum des Carabidenbestandes des Gebüschgürtels (UF 7). Erläuterung s. Abb. 16.

vorzugung des Gebüschgürtels läßt lediglich *Molops elatus* erkennen, eine stenotope Waldart, deren Präferenzverhalten im Versuch diese Verteilung durchaus nicht erwarten läßt bzw. erklärt. Ob Konkurrenzbedingungen oder Fragen der Nahrungswahl die hier gezeigte Habitatbindung von *Molops elatus* motivieren, kann nach den vorliegenden Erfahrungen nicht geklärt werden.

Auch der Vergleich der Ökotypenspektren von Gebüschgürtel und Buchenwald macht deutlich, daß der Carabidenbestand des Gebüschgürtels nur als unvollkommener Vorposten des Buchenwaldes erscheint, was sich aus der hohen Eudominanz von *Abax parallelepipedus* leicht erklären läßt. Der „Buchenwaldtyp“, der als natürliche Pflanzengesellschaft auch des südexponierten Leutrahangs gilt, scheint im Carabidenbestand mithin noch immer angedeutet zu sein. Es bleibt jedoch bemerkenswert, daß sich während der Jahrhunderte dauernden menschlichen Einflußnahme kein ausgewogener selbständiger Carabidenbestand im Gebüschgürtel gebildet hat.

**Trockenrasen.** Eine weitere Überraschung ergibt sich aus der Tatsache, daß der Trockenrasen (UF 9) praktisch carabidenfrei ist. Hier findet sich nicht eine einzige Trockenrasenart, wie sie z. B. von TIETZE (1973) ausgewiesen werden (vgl. S. 67). Gefangen wurden in diesem Bereich lediglich einige Exemplare von Arten der Halbtrockenrasen und Kulturfelder (*Harpalus dimidiatus*,

*Carabus coriaceus*, *Poecilus cupreus*, *Dromius notatus*), die von unteren Hangpartien eingedrungen waren, sowie unter günstigen Witterungsbedingungen aus dem nahen Wald eingewanderte Exemplare von Waldarten (*Abax parallelepipedus* und *Abax parallelus*). Dieser Befund könnte die Meinung bekräftigen, daß der Gesamtbereich der Trockenrasen ebenfalls anthropogen entstand und es deshalb zur Ansiedlung echter Trockenrasenarten (noch) nicht kam. Dem widersprechen sowohl Befunde an Kleinarthropoden (DUNGER, 1978) als auch die Kenntnisse über die Ausbreitungsfähigkeit von Trockenrasenarten. Eine schlüssige Erklärung steht mithin noch aus.

Buch en wald (Tab. 9, Abb. 21). Der waldbestandene nordexponierte Hangteil wurde nicht nur als lokal gegebener Abschluß der Trocken- und Halbtrockenrasen-Catena oder als ökologischer Kontrast zu diesen Standorten untersucht, sondern vor allem auch als derjenige Hangabschnitt, dessen aktuelle Vegetation der angenommenen natürlichen Pflanzengesellschaft fast des ganzen Untersuchungsbereiches (Orchideen-Buchewald) am nächsten kommt. Unter diesem Gesichtswinkel legt die Analyse des Carabidenbestandes zunächst zwei Schlußfolgerungen nahe: Einmal ist eine überraschende Artenarmut festzustellen (insgesamt nur 8 Arten, unter Einrechnung der Fänge aus dem Kiefernforst, also der UF 10, nur 10 Arten!), die zusammen mit der hohen Individuen-

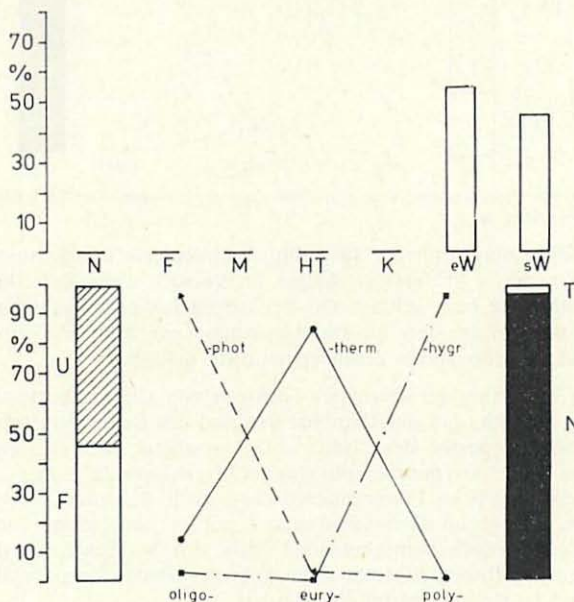


Abb. 21. Ökotypenspektrum des Carabidenbestandes des Buchenwaldes (UF 11). Erläuterung s. Abb. 16.

dichte zu sehr niedrigen Diversitätswerten führt. Es liegt nahe hieraus abzuleiten, daß diese Forststandorte durchaus keine naturnahe, sondern eine verarmte Carabidenfauna besitzen. Zum anderen ist auffällig, daß die beiden



cudominanten bzw. dominanten Arten *Abax parallelepipedus* und *Abax parallelus* nicht auf den Wald beschränkt sind, sondern sich (nach Jahresfängen gerichtet) im gesamten Bereich der Halbtrockenrasen des südexponierten Hanges bis in die Bachwiese hinein finden, mit Ausnahme lediglich des aufgeschütteten Autobahnrandstreifens. Bemerkenswert ist hierbei, daß nicht nur die eurytopen Waldart *Abax parallelepipedus*, sondern ebenfalls die als stenotope Waldart eingeschätzte Art *A. parallelus* dieses Verhalten zeigt, nicht dagegen die sich sonst eher eurytop verhaltende Art *Pterostichus oblongopunctatus*. Somit stellt sich die Frage, ob die *Abax*-Arten in ihrer aktuellen Verbreitung vorrangig ein Festhalten an ihrer ursprünglichen Verbreitung im Leutratall zeigen, d. h. sich weniger stenotop als vielmehr „stereotop“, also konservativ am ursprünglichen Lebensort festhaltend, verhalten. Absolut kennzeichnend für den Buchenwald ist *Pterostichus metallicus*. Aber auch diese Art tritt im Kiefernforst oberhalb des Buchenwaldes auf. Hieraus scheint hervorzugehen, daß der Kiefernforst keinen eigenständigen Bestand an Carabiden aufweist und eine gesonderte Behandlung des Kiefernforstes nicht erforderlich ist.

Das quantitative Ökotypen-Spektrum des Carabidenbestandes des Buchenwaldes wird durch die Eudominanz von *Abax parallelepipedus* geprägt. Somit dominieren die eurytopen Waldtiere über die stenotopen, wenn auch um einen geringen Betrag. Reine Herbstbrüter fehlen dem Bestand völlig, die Zahl der fakultativen Herbstbrüter ist jedoch derjenigen der Frühjahrsbrüter gleich. Im übrigen dominieren nachtaktive Arten, die sich oligophot, eurytherm und polyhygr verhalten.

#### 4.5. Aktivitätszeiten dominanter Arten

Bereits bei der Summenbetrachtung der Aktivitätsdynamik der Carabiden zeigte es sich (Abschnitt 4.2., Abb. 9), daß die aufeinanderfolgenden Jahre 1971 bis 1973 Unterschiede in der absoluten Aktivitätsdichte wie auch in der Aktivitätsverteilung im Laufe eines Jahres aufweisen. Von besonderem Interesse ist hierbei die Beobachtung, daß die Aktivitätsdichte im kontinuierlich untersuchten (d. h. abgefangenen) Halbtrockenrasen (UF 6) ständig sank. Die Prüfung der Aktivitätsdynamik einzelner dominanter Arten soll daher nicht nur deren zeitliche Einnischung und damit deren Bedeutung für das zeitliche Erscheinungsbild der Carabiden insgesamt klären, sondern auch zur Beantwortung der Frage beitragen, ob der Rückgang der Aktivitätsdichte als methodisch bedingter „Wegfang-Effekt“ deutbar ist.

Als Material stehen vorrangig die Ganzjahresfänge, insbesondere in den mehrjährig beobachteten Untersuchungsflächen, zur Verfügung. Zusätzliche Information bieten die aus den Profilerien am 23. 5. 1972 und 18. 6. 1974 als „Momentaufnahmen“ (für jeweils 14 Fangtage) gewonnenen Werte.

#### *Pterostichus melanarius*

Diese Art ist auf die Bachwiese (UF 2) beschränkt. Ihre maximale Aktivität erreicht sie hier im Juli, zu der Zeit, in der die geschlüpften Käfer zur Fortpflanzung schreiten. Ende August sind die Ovariolen der meisten Weibchen schon leer. Zur gleichen Zeit schlüpft die Mehrzahl der Larven. *Pt. melanarius* ist ein Herbsttier mit Larvalüberwinterung (KREHAN, 1970). Diese Art bildet

zusammen mit *Synuchus nivalis* den sommer- und herbstaktiven Anteil des Carabidenbestandes der Bachwiese (vgl. Abb. 16).

### *Poecilus cupreus*

In der Bachwiese fing sich diese Art April–Mai und August–September. Nach KREHAN (1970) ist mit der Fortpflanzung März–Mai zu rechnen, wonach die adulten Tiere absterben. Die Imagines der neuen Generation sind dann von Juli bis Ende September aktiv. Es handelt sich also um ein Frühlingstier mit Sommerlarven und Imagoüberwinterung.

### *Carabus coriaceus*

Die Aktivitätsdynamik des Lederlaufkäfers ließ sich in der Wirtschaftswiese (UF 5) und dem Halbtrockenrasen (UF 6) 1971–1973 verfolgen (Abb. 22). Die Werte bieten ein für die 3 Jahre recht einheitliches Bild; ein „Wegfang-Effekt“

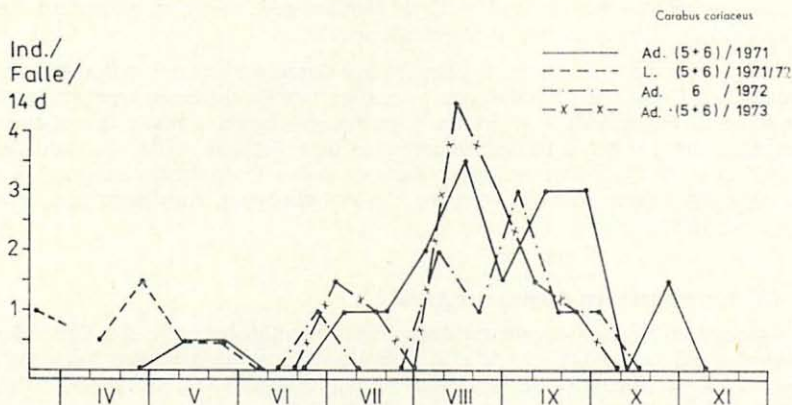


Abb. 22. Aktivitätszeiten von *Carabus coriaceus* im Leutratul. Durchschnittliche Fangzahlen (je Falle und 14 Tage Fangzeit) der Adulti für die Jahre 1971 bis 1973 in den Untersuchungsflächen 5 und 6 sowie der Larven in den Frühjahren 1971 und 1972.

zeigt sich nicht. Die maximale Aktivität liegt im August–September; nach Mitte (–Ende) Oktober werden keine Adulte mehr gefangen. Soweit bekannt, überwintert die Art als Larve und macht Mai–Juni die Puppenruhe durch (TISCHLER, 1958). In dieses Bild nicht einordnen lassen sich zwei Adultfänge im Mai 1971 (1 Weibchen 27. 4. – 11. 5 UF 6; 1 Männchen 11. – 25. 5. UF 5). Zu den gleichen Fangterminen wurden die letzten Larven gefangen. Die ersten „normalen“ Adulttiere erscheinen dann Ende Juni–Juli.

### *Carabus cancellatus*

Diese Art ist mit KIRCHNER (1927) als Frühjahrestier zu betrachten. Sie legt die Eier meist im Juni–Juli ab. Nach etwa 2 Monaten erscheinen die Jungkäfer, die jedoch ohne wesentliche Laufaktivität den Winterschlaf beginnen (Ende Oktober). Die frühesten Fänge in der Wirtschaftswiese (UF 5) wurden vom 11. bis 25. Mai (1971) erzielt, das Aktivitätsmaximum lag im Juni, letzte Adultfänge ergab die Periode 6.–20. 7. (1971).



### *Carabus nemoralis*

STEIN (1965) bezeichnet diese Art als Frühjahrstier mit Herbstbestand. Die Hauptaktivität wird von den Adulten bestritten, die von Ende März bis Anfang Mai ihre Eier ablegen. Diese Periode wird im Halbtrockenrasen (UF 6) durch Fänge von März bis 8. Mai (1973), 16. Mai (1972) und 8. Juni (1971) belegt. Larvenfänge in der Sommerzeit gelangen nicht. Die Jungkäfer der neuen Generation traten vom 25. 7. (1972) über den Zeitraum August–Oktober sporadisch auf. Hier ist also mit einem „normalen“ Fortpflanzungsrhythmus zu rechnen, im Gegensatz zu den Befunden von LAUTERBACH (1964), der in einem Halbtrockenrasen nur eine eingipflige Aktivitätskurve fand und daher vermutet, daß sich die Tiere dort nicht fortpflanzen.

### *Brachinus crepitans*

Diese Art ist wohl die problemreichste und damit interessanteste Carabidenart des Untersuchungsgebietes. Schon SKUHRAVY (1956) stellte fest, daß sie ihr Aktivitätsmaximum im Juni erreicht, womit die Zeit der Kopulation und der Eiablage gegeben ist. Die Reifetiere sterben dann ab, und ab September werden Imagines der neuen, überwinterten Adultgeneration gefangen. Hiermit absolut identisch ist die Aktivitätsdynamik dieser Art in der oberen Wirtschaftswiese (UF 5) 1971: Die Aktivität beginnt in der 1. Dekade Mai, erreicht ihr Maximum in der 1. Juni-Dekade und klingt mit Ende Juni bereits aus. Frisch geschlüpfte Imagines der neuen Generation sind Ende Oktober nachweisbar. Ähnlich, aber mit einem zeitlich breiteren, zweigipfligen Verlauf stellt sich die Dynamik im Halbtrockenrasen 1971 dar (Abb. 23). Auf den ständigen Untersuchungsflächen wurden 1972 nur der Halbtrockenrasen geprüft, 1973 die obere Wirtschaftswiese (UF 5) und der Halbtrockenrasen (UF 6). Alle diese Untersuchungen ergaben, daß die *Brachinus crepitans*-Population zu dieser Zeit in den Untersuchungsflächen praktisch völlig zusammengebrochen war und sich nur durch Einzel Exemplare andeutete. Interessante zusätzliche Befunde erbrachten die Fallen-Profilserien am 23. 5. 1972 und 18. 6. 1974, die im Mittelhang-Gebiet wenigstens 100 m westlich der ständigen Untersuchungsflächen angelegt waren. Hier fand sich Mitte Mai 1972 *Brachinus crepitans* besonders zahlreich im feuchten unteren Teil der Wirtschaftswiese (UF 4 a), kaum dagegen in der oberen (UF 5 – Höhe!) Wirtschaftswiese oder im Halbtrockenrasen (entspr. UF 6). Das – allerdings erst im Anfang Juni ausgeführte – Profil 1974 ergab wesentlich höhere Aktivitätsdichten in der unteren und oberen Wirtschaftswiese – nicht aber in deren feuchtem Hangfußteil! –, aber ebenfalls nur einzelne Exemplare im Bereich des Halbtrockenrasens.

Eine schlüssige Erklärung des Verhaltens von *Brachinus crepitans* erlauben diese Befunde nicht. Die Vorstellung, daß die Population lediglich in den Dauerfang-Flächen von UF 5 und UF 6 durch Wegfang nach 1971 zusammenbrach, läßt sich nicht aufrecht erhalten, wenn man die Ergebnisse aus den Profilserien außerhalb dieser Flächen für Mitte Mai 1972 und Anfang Juni 1974 vergleicht (Abb. 23) und in Rechnung zieht, daß der Bestand in der Dauerfangfläche UF 5 auch in der Jahresserie 1973 minimal war, obwohl 1972 nicht gefangen wurde. Von den natürlichen Faktoren, die eine derart starke Schwankung der Populationsdynamik auslösen könnten, läßt zunächst der Witterungsablauf gerade in den Jahren 1971–1973 keine einschneidenden Unterschiede erkennen; sie



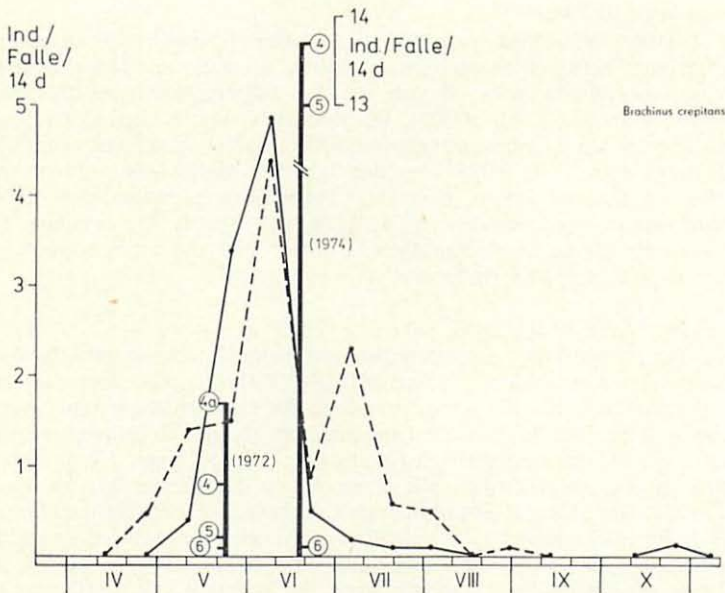


Abb. 23. Aktivitätszeiten von *Brachinus crepitans* im Leutratral. Kurven: Aktivitätsverlauf 1971 in der Wirtschaftswiese (UF 5) (—) und im Halbtrockenrasen (UF 6) (---). Säulen: Profilserie am 23. 5. 1972: UF 4 a, 4, 5 und 6. Profilserie am 18. 6. 1974: UF 4 a (= 0), 4, 5 und 6

waren durchweg verhältnismäßig zu warm und zu trocken. Einen möglichen Ansatzpunkt bietet das Ergebnis der Profilserie Mitte Mai 1972 zur Erklärung: Der Schwerpunkt der Population erscheint hier deutlich nach dem feuchteren Hangfuß (UF 4 a) verschoben. Diese Verhältnisse wiederholen sich allerdings Anfang Juni 1974 nicht befriedigend (jedoch ist die Aussagemöglichkeit für den Flächenteil 4 a mit nur 3 Fallen nicht hinreichend sicher!). Immerhin scheint die Vermutung einer weiteren Nachprüfung wert, daß sich *Brachinus crepitans* in einer Aufeinanderfolge von außergewöhnlich trockenen Jahren im Bereich der eigentlichen Halbtrockenrasen nicht voll entwickeln kann, vielleicht, wie anderweit beobachtet (PAARMANN 1966), wegen einer besonderen Empfindlichkeit eines der Larvalstadien. Ob hierbei eine mögliche Konkurrenz mit der (1971) kodominanten Art *Harpalus dimidiatus* eine Rolle spielt, ist ebenfalls kaum zu entscheiden. Das Ausbleiben der Population von *B. crepitans* fällt zwar 1972 in UF 6 mit einer maximalen Entwicklung von *H. dimidiatus* zusammen, jedoch wiederholt sich 1973 diese Konstellation nicht, und Anfang Juni 1974 stellen sich beide Arten wieder stark entwickelt (allerdings mit Eudominanz von *B. crepitans*) in den Bereichen UF 4 und UF 5 der Profilserie dar.

#### *Harpalus dimidiatus*

Diese Art ist ähnlich wie *Abax parallelepipedus* in der Lage, sich hinsichtlich der Fortpflanzungszeit plastisch zu verhalten und den Umweltverhältnissen an-

zupassen. Dies spiegelt sich auch in den Beobachtungen im Leutratal wider (Abb. 24). Zeiten maximaler Aktivität, d. h. erfahrungsgemäß Zeiten der Kopulation und Eiablage, waren in der Wirtschaftswiese (UF 5) 1971 und 1973 Mitte

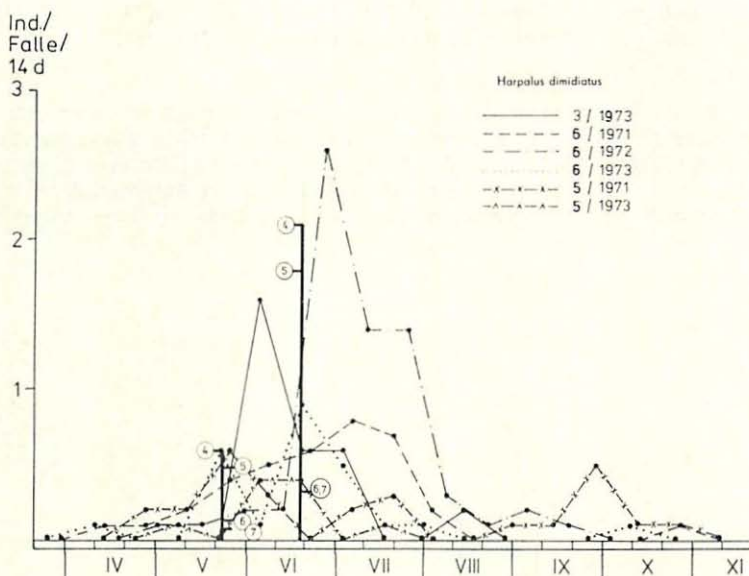


Abb. 24. Aktivitätszeiten von *Harpalus dimidiatus* im Leutratal. Kurven: Aktivitätsverlauf im Autobahnrandstreifen (UF 3; 1973), in der Wirtschaftswiese (UF 5; 1971 und 1973) und im Halbtrockenrasen (UF 6; 1971 bis 1973). Säulen wie in Abb. 23.

Mai bis Anfang Juni, im Autobahnrandstreifen (UF 3) 1973 Anfang Juni und im Halbtrockenrasen 1971 Anfang Juli, 1972 Ende Juni und 1973, auf zwei Gipfel verteilt, Mitte Mai und Mitte Juni. Es ist möglich, daß die sukzessive Vorverlegung der Aktivitätsperiode im Halbtrockenrasen durch die Aufeinanderfolge der 3 trocken-warmen Jahre 1971–1973 hervorgerufen wurde. In allen Fällen zeigte sich ein mehr oder weniger starker Herbstbestand, der am stärksten Ende September 1971 in der Wirtschaftswiese auftrat. Ob hiermit eine nochmalige Sexualaktivität verbunden war, ist nicht bekannt. Fänge von Imagines in der 1. Aprildekade dürften mindestens die Möglichkeit von Imaginalüberwinterung bezeugen. Die Aktivitätsverteilung im Halbtrockenrasen 1972 liegt dagegen nahe, daß hier im wesentlichen die Larven überwintern.

Die nach der Aktivitätsdichte zu erwartenden Populationsstärken unterliegen auch bei *H. dimidiatus* starken Schwankungen, wenn auch nicht derart extrem wie bei der vorherbesprochenen Art. Ein „Wegfang-Effekt“ kann hieraus wiederum nicht abgeleitet werden. Auch hier fingen sich mehr Weibchen in den Fallen als Männchen.

## *Molops elatus*

Diese Art gilt als ausgesprochener Frühjahrsbrüter (THIELE, 1969). Im Leutratl war sie in ihrem lokalen Präferenzschwerpunkt, dem Gebüschgürtel (UF 7), wie auch im Halbtrockenrasen von Anfang April bis Mitte Mai aktiv, im Kiefernforst und Buchenwald (UF 10, 11) auch noch bis Mitte Juni (1974). Ein Herbstbestand konnte in keinem Fall nachgewiesen werden.

## *Abax parallelepipedus*

THIELE (1971) fand weder bei Larven noch bei Imagines dieser Art eine obligatorische Dormanz und erklärt hieraus deren extreme Plastizität in der Jahresrhythmik. In ihrem lokalen Repräsentanzschwerpunkt, dem Buchenwald (UF 11), ließ sich dementsprechend eine Einpassung der Aktivitätsdichte in den Witterungsablauf (1973) verfolgen (Abb. 25). Die Ende April bis Anfang Mai

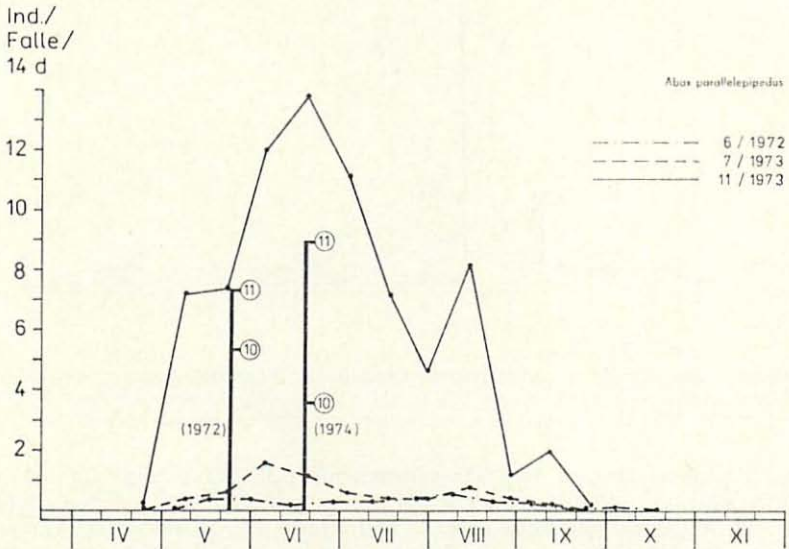


Abb. 25. Aktivitätszeiten von *Abax parallelepipedus* im Leutratl. Kurven: Aktivitätsverlauf im Halbtrockenrasen (UF 6; 1972), im Gebüschgürtel (UF 7; 1973) und im Buchenwald (UF 11; 1973). Säulen wie in Abb. 23.

beginnende Aktivität korreliert mit einem sprunghaften Anstieg der Durchschnittstemperaturen in dieser Zeit. Die maximale Fangzahl in der 2. Juni-dekade fällt dann mit einer hohen Niederschlagssumme und relativ niedrigen Temperaturen zusammen. In der nachfolgenden warm-trockenen Periode wird die Aktivität bis auf eine kürzere Aktivzeit Mitte August sukzessiv gedämpft und erlischt gegen Ende September fast völlig. Eine derartig lange, über 4 Monate anhaltende Aktivitätsperiode weist keine andere der vorgefundenen Carabidenarten auf. Sie zeigt das Ineinandergreifen der Sexualaktivität von wenigstens 2 aufeinanderfolgenden Generationen an, die als Imaginalüberwinterer



bereits im Mai Eier ablegen oder als Larvalüberwinterer wohl erst ab (Juni) Juli geschlechtsreif sind. Funde von Larven der letzten Stadien im Kiefernforst und Buchenwald (UF 10 und 11) Mitte Juni 1974 belegen vielleicht einen 3. Generationsschub, dem der nochmalige Aktivitätsanstieg in der ersten Augusthälfte zugerechnet werden könnte.

Die in Abb. 25 zum Vergleich mit dargestellte Aktivität dieser Art im Gebüschgürtel (UF 7) und im Halbtrockenrasen (UF 6) erstreckt sich lückenlos über die gesamte Periode, ohne ein eigentliches Maximum zu bilden. Hieraus ergibt sich der Eindruck, daß sich außerhalb des geschlossenen Waldes nur wandernde Einzelindividuen finden, die als Ansiedlungsversuche zu werten wären. Nach G. MÜLLER (1970) kann auch ein hoher Weibchenanteil am Gesamtfang auf die Lage des Verbreitungsschwerpunktes hinweisen. Dies scheint gegeben, wenn man die Ergebnisse für den Buchenwald (54–47 % Weibchen) mit denen im Kiefernforst (32 % Weibchen im Juni 1974) und im Gebüschgürtel (36 % Weibchen in der Jahresserie 1973) vergleicht. Der Sexualindex der 3 Jahresserien im Halbtrockenrasen (UF 6) ergibt jedoch 78 % Weibchen! Dieses Verhalten kann u. a. dadurch ausgelöst sein, daß die Weibchen zur Eiablage ein lehmiges, verformbares Substrat mit hinreichender Feuchte benötigen. Im Halbtrockenrasen finden sie einen solchen Boden sicherlich schwerer als im Wald und selbst im Gebüsch; der erhöhte Weibchenanteil könnte also hier durch eine hohe „Suchquote“ ausgelöst sein. Das hygrophile Verhalten im Experiment (THIELE, 1969) und die negative Korrelation der Präsenz mit maximalen Temperaturen (LÖSER, 1972) bilden im übrigen zweifellos das wesentliche Verbreitungskriterium.

#### *Abax parallelus*

Trotz eines starken Herbstbestandes ist diese Art als Frühjahrsbrüter anzusprechen (Abb. 26). Sie unterscheidet sich hierin wie auch durch eine strengere Bindung an den Wald (d. h. geringeres Auftreten im südexponierten Hangteil) von der vorher besprochenen Art.

Nach LÖSER (1972) legen die Weibchen im Frühjahr und Frühsommer mehrfach hintereinander Eier ab. Die Entwicklung erfolgt im Laufe des Sommers, nicht aber im Herbst. Zur Eiablage benötigen die Weibchen hinreichend feuchten, lockeren Boden. Hier fertigen sie ein Gangsystem an, legen darin die Eier ab und betreuen diese etwa 15 Tage bis zum Schlüpfen der Larven. In dieser Zeit fehlen sie an der Bodenoberfläche. Eine solche Situation ist offensichtlich in der Fangperiode zum 3. Juli 1973 gegeben (Abb. 23). Da die erhöhte Aktivität bereits Mitte Mai beginnt, ist gegen Ende Juni – in Übereinstimmung mit LÖSER – der zweite Legetermin zu vermuten. Nach dieser Interpretation wäre der Gipfel im August dem Schlüpfen des ersten Jungkäfer-Schubes zuzuordnen, denen weitere, durch die zunehmende Mortalität der Altkäfer herausgehobene Schübe folgen. LÖSER gibt für die Entwicklungszeit vom Ei zum Imago 4 Monate an.

Wiederum im Gegensatz zu *A. parallelepipedus* zeigt der Vergleich der Befunde aus den Profilsereien 1972 und 1974 mit der Jahresserie 1973 starke Schwankungen in der absoluten Aktivitätsdichte an. In beiden Profilsereien ergaben sich wesentlich höhere Fangzahlen als zu gleicher Jahreszeit 1973. Die Sexualindizes sind im Kiefernforst und Buchenwald völlig identisch, die Aktivitätsdichte im Kiefernforst etwas geringer.

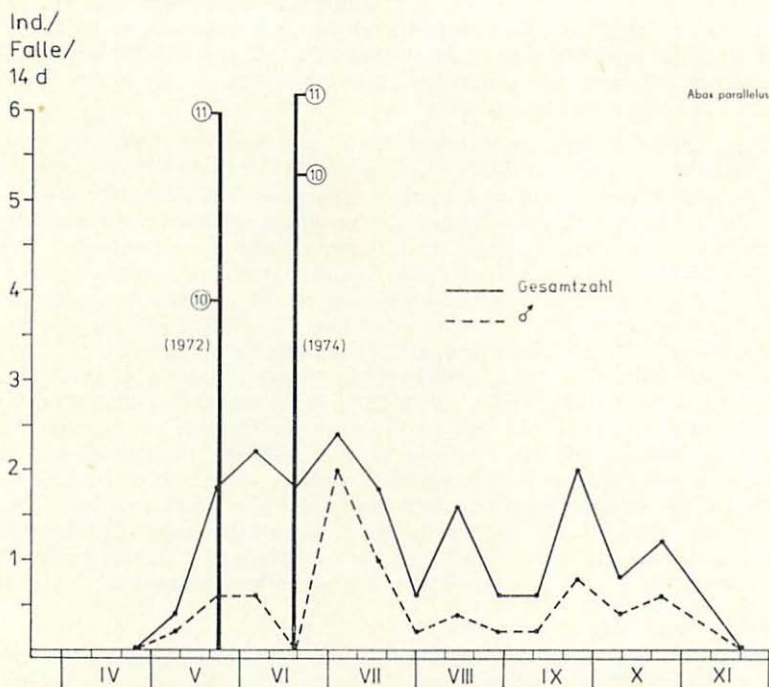


Abb. 26. Aktivitätszeiten von *Abax parallelus* im Buchenwald des Leutratal (UF 11; 1973). Säulen wie in Abb. 23.

### *Pterostichus metallicus*

Von den im Leutratal wirklich stenotopen Waldarten fällt *Pt. metallicus* durch seine 2jährige Generationsdauer auf, die durch die lange Lebenszeit des 3. Larvenstadiums bedingt ist (WEIDEMANN, 1971). Der Jahresgang der Aktivität der Imagines (Abb. 27) beginnt im April bis Anfang Mai mit dem Auftreten der Männchen, denen erst Mitte Mai die Weibchen folgen. Dem Eintreten der Sexualaktivität scheint jedoch erst das 2. Maximum der Fangzahlen Mitte Juni zu entsprechen, das mit einer Periode hoher Niederschläge korreliert. Zu dieser Zeit ist die Aktivität der Weibchen wiederum geringer als die der Männchen. Dies kann mit der Eiablage zusammenhängen, zu der sich die Weibchen eingraben (WEIDEMANN, 1971). Die weiteren Aktivitätsschwankungen im Verlauf des Juli korrelieren wiederum mit der Niederschlagsmenge; feuchte Witterung scheint die Aktivität zu heben. Im Laufe des August zeigt sich noch einmal eine geringe Erhöhung der Fangzahlen, die mit dem Schlüpfen der Jungkäfer erklärbar ist. Die Ergebnisse der Profilerien 1972 und 1974 fügen sich annähernd in den Aktivitätsverlauf des Jahres 1973 ein. Sie zeigen im übrigen, daß der Buchenwald deutlich stärker besiedelt wird als der Kiefernforst.

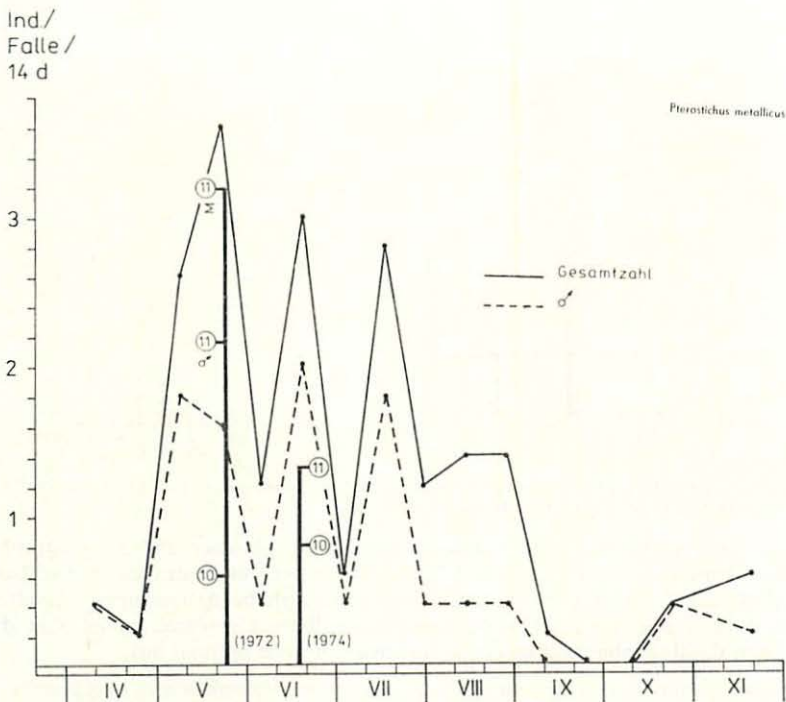


Abb. 27. Aktivitätszeiten von *Pterostichus metallicus* im Buchenwald des Leutratals (UF 11; 1973). Säulen wie in Abb. 23.

#### *Pterostichus oblongopunctatus*

Diese Art ist als Frühjahrsbrüter mit Sommerlarven und Herbstbestand bekannt (THIELE, 1961). Im Buchenwald, auf den diese Art fast ganz beschränkt ist, zeigt sich mit ansteigender Temperatur Anfang Mai ein starker Aktivitätsanstieg, der bis Ende Juni völlig ausklingt. Mit der Eiablage ist demnach spätestens im Juni zu rechnen. Wie schon WEIDEMANN (1972) angibt, schlüpfen die Jungkäfer Ende September bis Anfang Oktober (Abb. 28). Die Befunde aus den Profilserien 1972 und 1974 fügen sich sehr gut in den Ablauf des Jahres 1973 ein.

#### 4.6. Verteilung der Verbreitungstypen längs der Catena

Die Möglichkeit, natürliche Verbreitungstypen festzulegen, hängt stark von der zoogeographischen Kenntnis der jeweiligen taxonomischen Einheit ab. Darüber hinaus beeinflusst die gegebene Fragestellung deren Auswahl. Für den Carabidenbestand des Untersuchungsgebietes im Leutratals können weder die von HOLDHAUS (1929) beschriebenen Verbreitungstypen hinreichend zugeordnet, noch die Faunenelemente nach DE LATTIN (1967) zugrundegelegt werden, da hierfür unsere Kenntnis nicht ausreicht. Für die Coleopterenfauna xerothermer Standorte des Saar-Mosel-Raumes hat NAGEL (1975) eine praktikable Gliederung



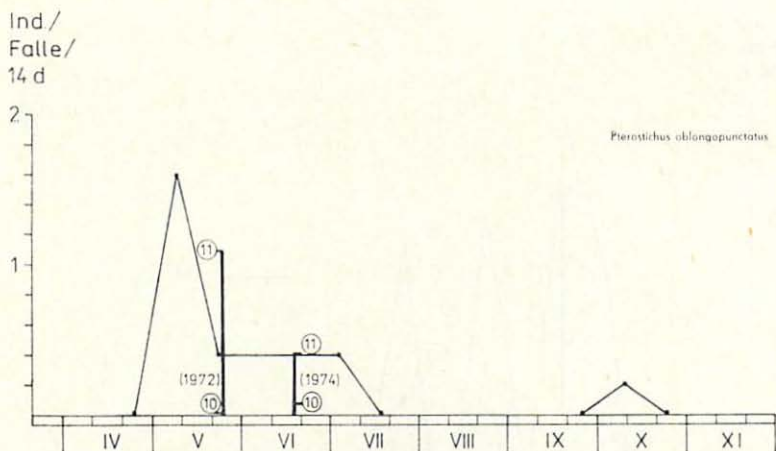


Abb. 28. Aktivitätszeiten von *Pterostichus oblongopunctatus* im Buchenwald des Leuttrales (UF 11; 1973). Säulen wie in Abb. 23.

derung vorgeschlagen. Zum Vergleich phytogeographischer und zoogeographischer Befunde in den Trocken- und Halbtrockenrasen des Leuttrales hat schließlich DUNGER (1979) stark generalisierte chorologische Artengruppen benützt. Alle diese Versuche enthalten durchaus anwendbare Elemente, nützen aber die für den Carabidenbestand mögliche Information nicht optimal aus.

In der nachfolgenden Aufstellung wird eine kurze Charakteristik der gewählten Verbreitungstypen gegeben, wobei hinter dem verwendeten Symbol in Klammern die bei NAGEL (1975) und DUNGER (1979) benützten Symbole zum besseren Vergleich mit angeführt sind.

- $P_H$ : (K+L; 1) Arten, die in der ganzen Paläarktids, darüber gegebenenfalls in der Holarktis oder auch kosmopolitisch verbreitet sind
- $E_H$ : (E; 1+4 part.) Arten, die ganz Europa besiedeln, einschließlich mitteleuropäischen Arten mit gleichstarker Ausstrahlung nach Nord- und Südeuropa; auch bis Nordafrika und Westasien reichend
- $P_M$ : (G+H; 1) Von Westeuropa bis Sibirien bzw. Ostasien verbreitet, aber nicht in den nördlichsten, mediterranen bzw. südpaläarktischen Gebieten auftretend
- $P_N$ : (I; 1) Im Norden Eurosibiriens bzw. nordpaläarktisch verbreitete Arten, deren südliche Arealgrenze in Mitteleuropa bzw. nördlich der Alpenzone liegt
- $E_N$ : (?; 1) Entsprechend  $P_N$  verbreitete Arten, jedoch im wesentlichen auf Europa beschränkt, höchstens wenig auf Westasien ausstrahlend
- $E_{mt}$ : (F; 5) Verbreitungsschwerpunkt sind die montanen-alpinen Gebiete Mitteleuropas (z. T. von Westeuropa bis zum Kaukasus reichend)
- $P_S$ : (G; 1) Paläarktisch (europäisch-sibirisch) verbreitete Arten, die den hohen Norden meiden und bis in das Mittelerrangebiet verbreitet sind (thermophile Arten des sibirischen Faunenelementes)
- $E_S$ : (E; 3) Europäisch verbreitete Arten mit Bevorzugung der südlichen Bereiche und Vermeidung des höheren Nordens; teilweise bis zum Kaukasus vorkommend (vorwiegend mediterrane Faunenelemente mit weitem Ausbreitungsgebiet)

M: (A, B, C, D; 2+3) Arten mit ausgesprochenem Verbreitungsschwerpunkt im Mediterrangebiet; eine Trennung in atlantomediterrane, adriatomediterrane und pontomediterrane Arten soll hier unterbleiben

Die Zuordnung der im Leutratal vorgefundenen Carabidenarten zu den vorstehenden Verbreitungstypen folgt vorwiegend den Angaben bei HORION (1941) und FREUDE (1976) sowie Einzelangaben der Literatur. Dabei ergaben sich Divergenzen zu den Einstufungen durch NAGEL (1975). Soweit Subspeciesbildungen vorliegen, wurden die im Thüringer Raum auftretenden Subspecies zugrunde gelegt.

Eine Übersicht über die Verteilung der Verbreitungstypen der Carabiden längs der untersuchten Catena gibt Abb. 29. Für die Innenkreise der Verbreitungstypen-Spektren wurde jeweils die Anzahl der Arten, für die Außenkreise dagegen deren Vertretung durch die Individuenzahl (Aktivitätsdichte) zugrunde gelegt. Auf den ersten Blick wird deutlich, daß beide Arten der Verbreitungstypen-Spektren kaum einmal übereinstimmen – am ehesten im Gebüschgürtel –, sondern meist sehr unterschiedliche Inhalte widerspiegeln. Im Buchenwald (UF 11) ist z. B. mehr als ein Viertel der Arten paläarktisch-europäisch mit nördlicher Tendenz verbreitet ( $P_N/E_N$ ); sie erreichen zusammen jedoch noch nicht einmal 1% der Aktivitätsdominanz und fehlen daher im Außenkreis vollkommen.

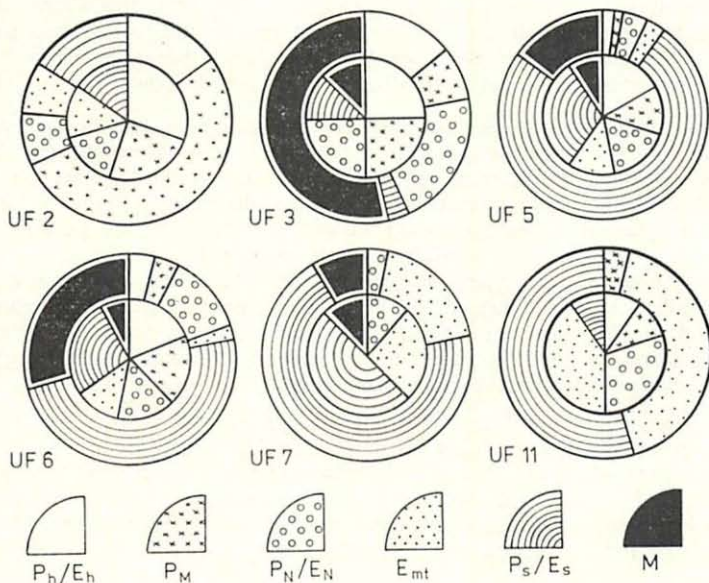


Abb. 29. Verbreitungstypen-Spektren der Carabidenbestände der Bachwiese (UF 2), des Autobahnrandstreifens (UF 3), der Wirtschaftswiese (UF 5), des Halbtrockenrasens (UF 6), des Gebüschgürtels (UF 7) und des Buchenwaldes (UF 11) im Leutratal. Innenkreise: Artendominanz; Außenkreise: Individuendominanz. Erläuterung der Verbreitungstypen s. Text.

Die Resultate verdeutlichen eindrucksvoll, daß die Bestände der Carabiden längs der geprüften Catena sehr unterschiedlichen Verbreitungstypen angehören. Die Bachwiese (UF 2) wird vorwiegend von gesamtpaläarktischen (-europäischen) Arten besiedelt, die nur zu einem geringen Anteil eine bevorzugt südliche Verbreitung erkennen lassen. Alle anderen Untersuchungsflächen des süd-



exponierten Hanges weisen dagegen mehr als 50 % (außer dem Autobahnrandstreifen sogar mehr als 75 %) Aktivitätsdominanz von Arten mit bevorzugt südlicher Verbreitung auf.

Besonderes Interesse beansprucht ein Vergleich der drei Formen von Halbtrockenrasen: Der anthropogen stark gestörte Autobahnrandstreifen (UF 3) zeigt im Artenbestand ein deutlich anderes Spektrum als die Standorte des Onobrychido-Brometums (UF 4-6); in der Dominanz fällt die hohe Vertretung mediterraner Arten auf, die in auffälligem Kontrast zur minimalen Anwesenheit südlicher Elemente des eurosibirischen Bereichs steht. Neben konkurrenzstarken Kulturfolgern kann sich hier offenbar nur der besonders begünstigte mediterrane *Harpalus dimidiatus* durchsetzen. Allerdings muß auch die Artenarmut dieses Bestandes bei der Beurteilung berücksichtigt werden.

Die Wirtschaftswiese und der typische Halbtrockenrasen gleichen sich dagegen im Verbreitungstypenspektrum der Arten völlig. In der Individuenmächtigkeit erhalten aber im Halbtrockenrasen fast alle Verbreitungstypen etwas mehr Spielraum, ganz besonders das mediterrane Element. Das Spektrum der Wirtschaftswiese spiegelt deutlich die absolut beherrschende Eudominanz von *Brachinus crepitans* wider, einer von Nordafrika über Westasien bis nach Sibirien verbreiteten Art, die aber den Norden des eurosibirischen Raumes meidet.

Der Carabidenbestand des Gebüschgürtels erscheint nach dem Dominanzspektrum der Verbreitungstypen der Wirtschaftswiese sehr verwandt, jedoch mit dem wesentlichen Unterschied, daß hier bereits die montan verbreiteten Arten deutlich zunehmen. Das Artenspektrum ist – wiederum eine Folge der absolut geringen Artenzahl – sehr einseitig zusammengesetzt. Die im Gebüschgürtel angedeutete Tendenz wird letztlich im Buchenwald voll sichtbar: In der Dominanz sind montan verbreitete und eurosibirische Arten mit südlicher Verbreitungstendenz absolut beherrschend – sehr im Gegensatz zum Spektrum der Arten! Auch hier wird das Dominanzspektrum durch ganz wenige Arten geprägt: das montane Element durch *Pterostichus metallicus* und *Abax parallelus*, das süd-europäische durch *Abax parallelepipedus*.

Die eben gemachten Einschränkungen zur Auswertbarkeit dieser Verbreitungstypenspektren, die sich auf die unterschiedliche Intensität der Bearbeitung und die unterschiedliche natürliche Aktivitätsdichte in den einzelnen Untersuchungsflächen beziehen, machen es wünschenswert, den absoluten Grad der Ausgeglichenheit der Dominanzstruktur dieser Spektren zu berechnen. Die Ergebnisse sind in Tab. 10 zusammengestellt.

Tab. 10. Dominanzstruktur der Verbreitungstypenspektren

Untersuchungsfläche	Artenzahl	Individuenzahl	$s_D$
Bachwiese	20	61	10,8
Autobahnrandstreifen	8	29	6,5
Wirtschaftswiese	23	716	158,6
Halbtrockenrasen	26	460	50,5
Gebüschgürtel	8	54	11,6
Buchenwald	10	1479	313,0

$$s_D = \frac{\sum (\bar{x} - x_i)}{N - 1} ; N = \text{Zahl der Verbreitungstypen} = 9$$



Eine hohe Ausgeglichenheit (niedriger  $s_{11}$ -Wert) in der Dominanzstruktur des Verbreitungstypenspektrums ist als geringe Festlegung eines Habitates auf einen bestimmten Verbreitungstyp zu interpretieren. Hiernach wird deutlich, daß die strengste Determinierung hinsichtlich der Verbreitung des Artenbestandes im Buchenwald besteht (wobei der Kiefernforst mit einzubeziehen ist), eine ebenfalls hohe Festlegung in der Wirtschaftswiese. Der Halbtrockenrasen bietet bereits breitere Möglichkeiten zur Ansiedlung zoogeographisch unterschiedlicher Elemente, wie dies in noch höherem Maß in der Bachwiese und besonders in dem noch ungefestigten, stark gestörten Autobahnrandstreifen zu bemerken ist.

#### 4.7. Diskussion der Ergebnisse

Für den Artenbestand der Carabiden des vorrangig untersuchten offenen Teiles der Hangcatena des Leutratales bietet sich der Vergleich zu den umfangreichen Untersuchungen von TIETZE (1973/74) im Grünland des hercynischen Raumes an. Von der Artenpräsenz her ergibt sich, daß die von TIETZE aufgestellten diagnostisch wichtigen Artengruppen des Sandpionierasens mit 1, des Trockenrasens mit 0, des Halbtrockenrasens mit 5, des Magerrasens mit 6, der Fettwiesen mit 12, der Feuchtwiesen mit 6 und der Rieder mit 1 Art im Untersuchungsgebiet auftreten. Auffällig erscheint hierbei der überraschend starke Anteil von Arten der Magerrasen und besonders der Fett- und Feuchtwiesen. Sieht man von Einzelfunden ab, so sind die Arten der Magerrasen im Leutratal teils im Halbtrockenrasen (*Carabus nemoralis*), teils in der frischen unteren Wirtschaftswiese (Arten der Bergland-Magerrasen, aber auch Fettwiesen: *Amara nitida*, *Amara montivaga*) vertreten. Wirkliche Magerrasen werden für das Leutratal also nicht angezeigt. Der Grundbestand der von TIETZE gekennzeichneten Artenkombinationen für Fettwiesen und z. T. auch für Feuchtwiesen (*Pterostichus nigrita*, *Loricera pilicornis*) tritt in der Bachwiese des Leutratales auf: *Pterostichus melanarius*, *Badister bipustulatus*, *Amara convexior*, *Synuchus nivalis* und *Harpalus rufipes* (bemerkenswert das Fehlen von *Carabus auratus* und *Bembidion lampros*).

Die für den größten Teil der Leutratal-Catena beherrschenden Halbtrockenrasen lassen sich dagegen in ihrem Carabidenbestand kaum in die nach TIETZE diagnostisch wichtige Artenkombination einpassen. Bis auf den regelmäßig vertretenen *Harpalus azureus* bestimmen hier andere Arten das Faunenbild, das vielmehr denen ähnelt, die von BECKER (1975) und KOCH (1975) vom Bausenberg (Eifel) und von NÄGEL (1975) von xerothermen Standorten des Saar-Mosel-Raumes mitgeteilt wurden. Weitere Literaturvergleiche haben bereits BECKER und KOCH ausgeführt; leider differenzieren diese Autoren nicht deutlich zwischen Trockenrasen und Halbtrockenrasen. Zur Einschätzung der Situation im Leutratal bleibt herauszustellen, daß die Bestände in den Halbtrockenrasen hier durch die beherrschende Dominanz von *Harpalus dimidiatus* und *Brachinus crepitans* wie auch durch das (fast) völlige Fehlen von *Carabus auratus* und *Bembidion lampros* ein durchaus spezifisches Gepräge haben. Echte Trockenrasenarten (nach TIETZE), wie sie mit *Harpalus vernalis*, *H. distinguendus*, *Metabletus foveatus* und *M. truncatellus* z. B. am Bausenberg vorkommen, fehlen im Leutratal ganz und motivieren damit die Besiedlungslücke der Carabiden im Trockenrasenbereich.

Der Carabidenbestand im Buchenwald erweist sich als charakteristisch für (etwas montan getönte) Buchenwälder auf Kalk (LAUTERBACH, 1964; THIELE, 1977). Die auffällige Artenarmut wird schon u. a. bei THIELE und KOLBE (1962) und TIETZE (1966) diskutiert; allerdings kann für den nordexponierten Buchenwald im Leutratl kaum eine extreme Schwankung von Temperatur und Feuchte (vgl. Abb. 5) als kausale Erklärung gelten. Verglichen mit dem Bestand von 30 Arten, die LAUTERBACH in einem Kalkbuchenwald des Westsauerlandes fand, muß der Bestand im Leutratl ohne Zweifel als verarmt angesehen werden. Eine klare Bestandestrennung gegenüber dem mit Kiefern durchforsteten Teil des Buchenwaldes (UF 10) zeigt sich in der Carabidenbesiedlung nicht, was nach vorliegenden Erfahrungen (z. B. TIETZE 1966) zu erwarten war. Der Gebüschgürtel besitzt keinen eigenständigen Carabidenbestand; er wird von eurytopen Arten des Buchenwaldes bewohnt und von Halbtrockenrasenarten durchsetzt.

Den derzeitigen Kenntnisstand über die Ökotypen der Carabiden hinsichtlich ihres Verhaltens gegenüber abiotischen Umweltfaktoren hat THIELE (1977) zusammengefaßt. LAUTERBACH (1964) bewertet das Präferenzverhalten der Arten nach einem „Präferenz-Index“; dieses Verfahren gewährt jedoch für das Leutratl-Material keinen Vorteil. Gut vergleichbar sind die Darstellungen von BECKER (1975), der den Anteil der verschiedenen Ökotypen an der Aktivitätsdominanz der Untersuchungsflächen zugrundelegt, wie dies auch in den Abb. 16–21 dieser Arbeit geschehen ist und die ökologische Situation am besten zu charakterisieren vermag.

**Temperatur- und Lichtpräferenz:** In allen Beständen des Leutralales dominiert eurythermes und oligophotes Verhalten bei weitem, meist sogar absolut. Quantitativ bemerkenswerte Abweichungen hiervon (10 bis 15 %) finden sich in der Bachwiese mit warmpräferenten und euryphoten Arten und im Gebüschgürtel wie auch im Buchenwald mit kaltpräferenten und euryphoten Arten. Im Vergleich zu BECKERS Ergebnissen fällt auf, daß thermophile Arten in den Halbtrockenrasen nur 1–2 % Dominanz erreichen, während in Halbtrockenrasen der Eifel (schwach bis deutlich) thermophile Arten mit 10 bis 65 % vertreten sind. Andererseits haben in den dortigen Buchenwäldern die kaltpräferenten Arten keinen Dominanzanteil. Die Tendenz zur Lichtpräferenz ist in den Standorten der Eifel (am Bausenberg bis zu 60 % Dominanz) ebenfalls deutlich stärker; ähnliches Verhalten zeigt jedoch der Halbtrockenrasen am Leilenkopf mit hochdominanter Dunkelpräferenz (BECKER). Die Carabidenbestände der Halbtrockenrasen des Leutralales zeigen demnach wohl keine ganz „vollendete“ Verhaltensdifferenzierung der Licht- und Wärmeansprüche, wie sie für typische Halbtrockenrasen zu erwarten wäre.

Im Gegensatz hierzu steht die Verteilung der Feuchtigkeitsansprüche. Euryhygres Verhalten bildet die Ausnahme und dominiert nur im Bestand des Autobahnrandstreifens (UF 3). Absolut dominieren hygrophile Arten im Buchenwald (97 %) und im Gebüschgürtel (80 %), deutlich noch immer in der Bachwiese (54 %). Xerophil verhalten sich 75 % der Bestände in der Wirtschaftswiese (die damit die extremsten Halbtrockenrasenverhältnisse aufweist) und nur 43 % im Halbtrockenrasen (UF 6), wo euryhygre Arten mit 38 % und sogar hygrophile Arten mit 16 % der Dominanz vertreten sind. Diese Ergeb-



nisse entsprechen im wesentlichen den Erfahrungen, die BECKER (1975) aus dem Eifelgebiet mitteilt. Bemerkenswert ist die hohe Vertretung hygrophiler (Wald-)Arten im Gebüschgürtel.

Die tägliche Aktivitätszeit der Carabiden ist zwar wesentlich, aber nicht allein mit den Feuchteansprüchen verbunden; tagaktiv sind vor allem Feldarten, nachtaktiv Bewohner von Habitaten mit geschlossener Vegetation (THIELE, 1977). So entspricht es völlig den Erwartungen, daß die Vertretung tagaktiver Arten maximal im Autobahnrandstreifen (52 %) zu finden ist, und über den Halbtrockenrasen (35 %) und die Wirtschaftswiese und Bachwiese (21 bzw. 19 %) zum Gebüschgürtel (9 %) und schließlich Buchenwald (3 %) stetig abnimmt. Eine genauere Analyse hätte die Veränderung der Tagesaktivität im Laufe des Jahres zu berücksichtigen (NOVAK, 1972); hierüber liegen keine Werte aus dem Leutratall vor.

Die jahreszeitlichen Aktivitätszeiten (= Fangzeiten) stehen vor allem (aber wohl nicht ausschließlich) mit der Reproduktionsphase in Beziehung. Die LARSSONsche Gliederung in Frühjahrs- und Herbstbrüter hat durch neuere Arbeiten eine wesentliche Differenzierung erfahren (THIELE, 1977); vor allem wurde mehr über die Plastizität des Brutverhaltens in Abhängigkeit von den Lebensbedingungen bekannt (z. B. LÖSER, 1972), wie es sich hier auch bei *Harpalus dimidiatus* besonders deutlich abzeichnet. Dennoch bietet die Angabe der (vereinfachten) LARSSONschen Bruttypen eine orientierende Aussage: Eindeutige Herbstbrüter haben nur in der Bachwiese (40 %) dominante, im Autobahnstreifen subdominante (10 %) Bedeutung; schon KIRCHNER (1960) fand, daß auf lehmigen Böden offener Standorte vor allem Herbstbrüter auftreten. Ebenso war aber zu erwarten, daß im Wald die Herbstbrüter dominieren (THIELE, 1969); die in den Untersuchungsflächen des Leutratals dominierenden Arten sind jedoch als plastisch reagierende, fast gleichstark aber auch als frühjahrsbrütende Arten bekannt. Nur in den Halbtrockenrasen sind Frühjahrsbrüter deutlich beherrschend.

Für die Dynamik der Carabiden wie auch der übrigen vorwiegend zoophagen Arthropodengruppen des Leutratals ergab die Darstellung nach der Aktivitätsdichte keine ausreichende Information. Dies bestätigt frühere Erfahrungen (DUNGER, 1968, u. a.), nach denen die Analyse der Aktivitätsgewichte besser nutzbar ist. Diese zeigten in den Halbtrockenrasen einen während der Untersuchungsjahre im Grundzug gleichbleibenden Dominanzwechsel zwischen Carabiden, Staphyliniden und Arachniden. Durchaus vergleichbare Erfahrungen teilt WEIGMANN (1971) nach Biomassenuntersuchungen in einem Hainsimsen-Buchenwald (Solling) mit: Auch dort dominierten die Carabiden im Frühjahr und Herbst nach den Gewichtsanteilen, und eine Kompensation der Werte trat im Mai bis Juni ein. Gegensätzlich verhalten sich allerdings die im Leutratall quantitativ fast bedeutungslosen Chilopoden.

Unter den Faktoren, die regulierend auf die Dynamik dieser Gruppen einwirken können, sollen zunächst die untersuchungsbedingten Störungen betrachtet werden. Der ständige Rückgang der Aktivitätsdichten und -gewichte bei Carabiden und Staphyliniden in den Jahren 1971–1973 wirft die Frage auf, ob im Laufe der 3 Jahre in den ständigen Untersuchungsflächen (besonders UF 6) bei einer Fallendichte von 10 Fallen auf 400 m<sup>2</sup> eine Dichtereduktion durch



Wegfang verursacht wurde. FECHTER (1977) weist theoretisch-pauschale Berechnungsmöglichkeiten hierfür nach, die dann zur Orientierung dienen können, wenn über die bionomische Basis keine Informationen möglich sind. Hier zeigte die Prüfung des Verhaltens einzelner Arten im Leutratal, daß weder bei großen, laufaktiven Arten (*Carabus coriaceus*), noch bei kleineren eudominanten Arten (*Brachinus crepitans*, *Harpalus dimidiatus*) die Erklärungsmöglichkeit des Wegfangeffektes offen bleibt. Er spielt wenigstens für diese Gruppen keine oder höchstens eine untergeordnete Rolle, wie dies auch bereits für die Arachniden festgestellt wurde (SCHAEFER, 1978).

Um das Wirken von Nahrungskonkurrenz beurteilen zu können, wären weit- aus mehr Kenntnisse zur Nahrungsbindung erforderlich, als sie derzeit zur Verfügung stehen. Grundsätzliche Hinweise auf Konkurrenzverhalten könnten die sich zeitlich ablösenden Aktivitätsmaxima einiger Carabidenarten geben. Aber selbst bei den besiedlungsstärksten und dynamisch auffälligsten Arten wie *Brachinus crepitans* und *Harpalus dimidiatus* kann aus der Summe der Erfahrungen aus dem Leutratal nicht zweifelsfrei auf eine konkurrenzbedingte Aktivitätsdynamik geschlossen werden. Es liegt dagegen nahe, die Aufeinanderfolge von 3 durchschnittlich zu trockenen und zu warmen Jahren, d. h. den Großwetterablauf, für die Grundtendenz der vorgefundenen Dynamik der Carabiden verantwortlich zu machen. Einzelheiten hierzu wurden bereits im Abschnitt 4.5. diskutiert. Die Beobachtungen deuten im übrigen darauf hin, daß sich die bei LAUTERBACH (1964) und THIELE (1977) dargestellten Zusammenhänge zwischen Aktivitätsdynamik und Witterungsablauf auch im Leutratal als gültig erweisen. Die ungenügende Übereinstimmung zwischen Fangtermin und Wetterbeobachtung lassen jedoch eine exakte Aussage auf diesem Gebiet nicht zu.

Zur Prüfung der Ähnlichkeit (Affinität) der Carabidenbestände steht eine Vielzahl vorgeschlagener Indizes zur Verfügung. Soweit sie mit gleichen Grundinformationen operieren, ist ihre Aussage auch im wesentlichen gleich (HUHTA, 1979). Die einfachen binären Indizes, deren Basis die Präsenz/Absenz-Entscheidung der Arten ist, sollte man nur als Notbehelf verwenden. Mehr Information enthält die Berechnung des Chi-Quadrat-Indexes  $\varphi_c$ , der nach der Kontingenztabelle die mögliche Gesamtzahl der Arten des Untersuchungs- bereiches N (hier die Summe der im Untersuchungsgebiet nachgewiesenen Arten der Carabiden) berücksichtigt (vgl. DUNGER, 1968; SOUTHWOOD, 1978). Im Affinitäts-Dendrogramm (Abb. 30) zeigen sich die Carabidenbestände der Halbtrockenrasen nach ihrer Artenähnlichkeit am stärksten genähert, ein weniger enges Verwandtschaftspaar stellen die Bestände des Buchenwaldes und des Gebüschgürtels dar. Zwischen diesen Paaren und den übrigen Beständen gibt es kaum noch hervorzuhebende Ähnlichkeiten.

Zur Ähnlichkeitsberechnung auf der Grundlage der Besetzung der Arten (Dominanten-Ähnlichkeit) wird häufig der RENKONEN-Index verwendet. Nach DUNGER (1968) ist diesem jedoch die Aussage der Homogenitätsberechnung nach RIEDL vorzuziehen. Das Dendrogramm der Dominantenaffinität der Carabidenbestände (nach ihrer Homogenität) (Abb. 30) zeigt fast das gleiche Bild wie die oben besprochene Artenaffinität, mit dem Unterschied, daß hier die Ähnlichkeit zwischen den Buchenwald-Beständen und denen des Gebüschgürtels

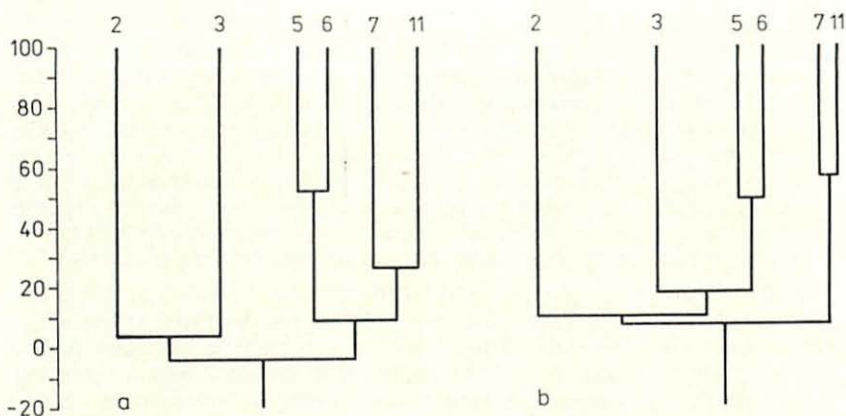


Abb. 30. Affinität der Carabidenbestände einiger Untersuchungsflächen des Leutrales nach der Artenpräsenz  $\phi_{1c}$  (a) und nach der Homogenität (b).

am höchsten liegt. Diese Berechnungen entsprechen voll dem Eindruck, den man bei der Betrachtung der quantifizierten Artenliste erhält. Hervorzuheben ist hierbei, daß der Bestand des relativ aktuell gestörten Autobahnstreifens, obwohl physiognomisch einem Halbtrockenrasen nahe, doch deutlich von den Beständen der echten Halbtrockenrasen – sowohl der Wirtschaftswiese als auch des unbewirtschafteten Teiles – unterschieden sind. Vergleiche mit Beständen anderer Artengruppen sind nach dem gegenwärtigen Auswertungsstand nicht erfolgversprechend. Lediglich die von MÜLLER et al. (1978) und MÜLLER (1978) für epigäische Arthropoden generell und besonders für Zikadenbestände angegebenen engeren Bindungen beider Halbtrockenrasenteile und der weite Abstand der Renkonnzahlen zur Bachwiese sind als gleichsinnige Aussagen hervorzuheben.

Schließlich ist zu prüfen, ob die Carabidenfauna eine Bedeutung als historischer Indikator für die Besiedlungsgeschichte haben kann. Hinweise auf aktuell nicht vorhandene, aber nach der gegebenen klimatisch-edaphischen Faktorenkombination mögliche (und damit vielleicht auch natürliche) Besiedlungsverhältnisse sind in erster Linie von bodenbewohnenden Tierarten zu erwarten („lebende Leitfossilien“; GHILAROV, 1939, 1949; KÜHNELT, 1953). DUNGER (1968, 1975) hat besonders darauf hingewiesen, daß die unter engräumig kaum veränderten Bedingungen lebenden euedaphischen Bodentiere den eigentlich „konservativen“ und damit indikatorisch bedeutsamen Teil der Bodenfauna darstellen. Epigäisch bzw. epedaphisch lebende Arten kennzeichnen dagegen gewöhnlich vorrangig die aktuellen Bedingungen, insbesondere die durch die gegebene Vegetation geschaffenen bzw. beeinflussten Verhältnisse.

Hinsichtlich der Zuordnung der Carabiden zu edaphischen oder epedaphischen Lebensformen sind einige Untersuchungen über die ökologische Valenz der Larvenstadien (PAARMANN, 1966, u. a.) interessant, die darauf hinweisen, daß die Existenz von Carabidenarten an einem Lebensort wohl häufig durch die (minimale) Plastizität eines der edaphischen Entwicklungsstadien entschieden



wird. Die uns heute bekannten Verhaltenstypen der Carabidenarten leiten sich aus experimentellen Prüfungen von Adulten ab; sie berücksichtigen die Reaktionsnormen der Larvalstadien nicht oder nur ausnahmsweise (THIELE, 1977). Wenn sich diese Arten stereotyp verhalten, d. h. an ihrem Lebensort trotz deutlicher physiognomischer Veränderungen lebensfähig bleiben, so ist dies biologisch nur möglich, wenn die Minimalbedingungen für die edaphischen Larvenstadien erhalten bleiben und die epedaphischen Adulti hinsichtlich der stark veränderten Faktoren hinreichend plastisch reagieren. Eine solche Verhaltenskombination wird hier z. B. für *Abax*-Arten angenommen (Abschnitt 4.4.). Sie ist nach der heutigen Kenntnis nicht ohne aufwendige Prüfung beweisbar.

Nach dem gegenwärtigen Überblick (DUNGER, 1979) zeichnet sich für das Leutratall ab, daß die Vegetation und einzelnen Gruppen der Fauna (Kleinarthropoden bzw. Makrofauna des Bodens) deutlich verschiedene Wege der Besiedlungsgeschichte anzeigen. Für die Carabiden ist in diesem Zusammenhang der Vergleich mit den Carabidenbeständen von (gleichfalls sekundären) (Halb-)Trockenrasen des Eifelgebietes (BECKER, 1975) besonders bemerkenswert. Die Artenaffinität zu den Beständen der Halbtrockenrasen des Leutratals ist hoch (SØRENSEN-Quotient  $QS = 0,98$ ), die Dominanzverhältnisse weichen allerdings deutlich voneinander ab. BECKER kommt zu dem Schluß, daß die heutigen „anthropogenen Trockenrasen“ des Eifelgebietes von relikttärenden Elementen einer ehemaligen Waldfauna besiedelt werden; Elementen also, die vor Beginn der Ackerbaukultur wärmeliebende Eichenmischwälder der postglazialen Wärmezeit besiedelten und mit dem Maritimerwerden des Klimas Refugien zunächst in xerothermen Buschwäldern und schließlich den anthropogenen (Halb-)Trockenrasen fanden. Ob diese Erklärung auch für die im Leutratall vorherrschenden Verhältnisse zutreffen und ob sich eine Abfolge solcher Refugien im Bereich der mittelhüringischen Xerothermhänge wahrscheinlich machen läßt, soll in einer späteren Untersuchung an breiterem Material geprüft werden. Insbesondere im typischen Halbtrockenrasen des Leutratals spielen die Kulturarten eine absolut untergeordnete Rolle im Carabidenbestand. Hieraus ist abzuleiten, daß der Grundbestand der Arten nicht erst durch den Menschen und seine Rodungstätigkeit Eingang in das Untersuchungsgebiet fand.

Für die heutige Fauna xerothermer Standorte Westeuropas nimmt man allgemein eine postglaziale Ausbreitung aus westmediterranen Refugien an (FRANZ, 1936). Dem folgt auch BECKER für die Trockenrasen-Carabiden der Eifel. Die gute Übereinstimmung beider Faunen legt eine entsprechende Schlußfolgerung für die Herkunft der Bestände am Leutra-Trockenhang nahe. Dies scheint sich weiter zu bestätigen, wenn die ebenfalls weitgehende Übereinstimmung mit den Carabidenbeständen xerothermer Standorte des Saar-Mosel-Raumes (NAGEL, 1975) in Betracht gezogen wird ( $QS = 0,89$ ). Unter den dominanten Arten der Halbtrockenrasen entspricht jedoch nur *Harpalus dimidiatus* dieser Vorstellung; hinzuzufügen wäre die atlantische Bindung der *Abax*-Arten des Leutratals.

Als Gegenstück hierzu gewinnt der Vergleich mit den Carabidenbeständen osteuropäischer Halbtrockengebiete besonderes Gewicht. Die Carabidenbestände der Waldsteppen-Wiesensteppen-Grenze bei Kursk (ARNOLDI und GHILAROV, 1963) stimmen noch immer weitgehend mit denen des Leutratals überein ( $QS = 0,47$ ). Hierbei fällt auf, daß die höhere Affinität zu den Beständen der



Waldsteppen, Baumgruppen und Waldwiesen (QS = 0,37 bis 0,39), die geringere zu denen der ungemähten (QS = 0,25) und besonders zur gemähten Wiesensteppe (QS = 0,19) besteht. Ähnliche Ergebnisse erbringt ein Vergleich zu Carabidenbeständen der ostukrainischen Steppe bei Derkul (GHILAROV, 1961). Die Besiedlung der offenen Steppe (und der angrenzenden Gestrüchbestände) hat wenig Ähnlichkeit (QS = 0,07), aber zur Besiedlung der Schluchtwälder (mit Ausstrahlung in die *Caragana*-Gesträuche) besteht beachtliche Affinität (QS = 0,34). Dieser Vergleich läßt sich sogar auf die Bergsteppenwiesen des Kaukasus ausdehnen (GHILAROV und ARNOLDI, 1957), deren Carabidenbestände (5 Standorte) insgesamt wiederum eine beachtliche Ähnlichkeit zu denen des Leutratales (QS = 0,36) aufweisen.

Von den charakteristischen Bewohnern der offenen Steppen bei Kursk, in der Ostukraine (Derkul) wie auch der Bergsteppen des Kaukasus bewohnen *Amara equestris* und *Brachinus crepitans* die Halbtrockenrasen des Leutratales. Auch *Harpalus azureus* ist in den kaukasischen Bergsteppen wie in den *Caragana*-Gebüsch und Schluchtwäldern der Ostukraine anzutreffen. Als Bewohner der offenen Wiesensteppe bei Kursk sind weiter *Amara similata* und *Microlestes minutulus* hervorzuheben. Viele Bewohner der Halbtrockenrasen des Leutratales finden sich jedoch vorwiegend in den Schluchtwäldern der Steppen, wie *Carabus convexus*, *Panagaeus bipustulatus*, *Pterostichus strenuus* und *Harpalus latus*. Bemerkenswert weit verbreitet im Kursker Steppengebiet erweisen sich jedoch auch Arten, die im Leutratal den feuchteren Hangfuß bevorzugen, wie *Badister bipustulatus*, *Pterostichus melanarius* und *Pterostichus nigrita*, ebenso aber auch die in Mitteleuropa stenotop waldbewohnende Art *Pterostichus oblongopunctatus*. Solche Erfahrungen legen nahe, auch ostmediterrano-pontische Ausbreitungszentren als Besiedlungsursprung für die heutige Fauna des Leutratales in Betracht zu ziehen.

Ungelöst bleibt die Frage nach dem Grund der Besiedlungslücke im Trockenrasen des Leutratales. Hiermit verbunden ist die Frage, was unter „echten Trockenrasenarten“ der Carabiden zu verstehen ist. TIETZE (1973/74) benennt hierfür *Amara fulva*, *A. infima*, *A. equestris*, *Calathus erratus*, *Harpalus autumnalis*, *H. flavescens*, *H. servus*, *H. picipennis*, *H. griseus*, *H. smaragdinus*, *H. anxius*, *H. vernalis*, *H. distinguendus*, *H. tardus*, *Notiophilus hypocrita*, *Cymindis angularis*, *Masoreus wetterhali*, *Metabletus foveatus* und *M. truncatellus*; alle nach Untersuchungen an Silbergrasrasen bei Eisleben und Sandpionierrasen bei Düben. Diese Arten zeichnen sich durch weitgehend stenökes Verhalten (polytherm, oligohygr, oligophot) aus und unterscheiden sich auch hierin, also nicht nur in der ökologischen Präsenz, von den Bewohnern der Halbtrockenrasen. Letztere zeigen im Versuch breitere Vorzugsspektren. Von den TIETZESchen Trockenrasenarten wurden im Leutratal nur *Amara equestris* (2 Exemplare!) und *Notiophilus hypocrita* (1 Exemplar) nachgewiesen, alle im Halbtrockenrasen. Nicht viel anders liegen die Verhältnisse bei den sekundären „Trockenrasen“ der Eifel (BECKER, 1975), wo aus dieser Gruppe lediglich *Harpalus vernalis* und *Metabletus truncatellus* ausgeführt werden, und den „Xerothermstandorten“ des Saar-Mosel-Raumes (NAGEL, 1975), wo *Harpalus tardus* notiert wurde. Tatsächlich zeigen nur 2 Arten der Halbtrockenrasen des Leutratales polytherme Präferenda (*Harpalus azureus*, *H. rubripes*) und nur 5 Arten verhalten sich oligohygr (*Brachinus crepitans*, *Carabus coriaceus*,

*Platynus dorsalis*, *Pterostichus ovoideus*, *Harpalus rubripes*). Die einzige „ideal reagierende“ Art, *Harpalus rubripes*, wird auch von TIETZE als „Halbtrockenrasenart“ mit Ausstrahlungen in Trockenrasen und Frischwiesen gekennzeichnet. Ob der von TIETZE ausgewiesene Komplex von Trockenrasen-Bewohnern überhaupt auf Kalk-Trockenrasen auftritt, kann hier nicht geklärt werden. Wenn für das Leutratat tatsächlich eine Artenlücke im Trockenrasen-Bereich zu konstatieren wäre, so ist wenigstens die gleiche Erscheinung für andere (sekundäre) Trockenrasen (vorwiegend, aber nicht ausschließlich auf Kalk) festzustellen. Da die offenen Blaugrasrasen des steilen Wellenkalk-Bandes im Leutratat wenigstens seit 300 Jahren in beachtlicher Ausdehnung bestehen dürften, fällt es schwer, Ausbreitungsbarrieren für das Ausbleiben einer echten Besiedlung dieses Hangabschnittes verantwortlich machen zu wollen, jedenfalls soweit es den aktuellen mitteleuropäischen Artenbestand angeht. Dagegen bleibt die Möglichkeit zu erwägen, daß die zum Ausgang der postglazialen Wärmeperiode in situ vorhandenen offenen Flächen für die agileren Carabiden nicht zu einer Reliktbildung ausreichen, im Gegensatz zur offensichtlichen Relikterhaltung bei Kleinarthropoden (DUNGER, 1979).



## Zusammenfassung

1. Als Einleitung für nachfolgende Einzelbearbeitungen von Bodentiergruppen des NSG Leutratal bei Jena (Thüringen) wird ein Überblick über die hierfür interessierenden abiotischen und biotischen Verhältnisse, die konkreten Probenflächen und die Untersuchungsmethodik gegeben.

1.1. Die aus 11 Untersuchungsflächen bestehende Catena erstreckt sich am südexponierten Hang vom Talgrund (braune Vega auf mittlerem Buntsandstein) über den bis zu 15° geneigten Mittelhang (Kalktonrendzina auf Oberem Buntsandstein, „Röt“) bis zum Oberhang mit 30° Neigung (Fels-Rendzina auf Unterem Muschelkalk, „Wellenkalk“). Auf der anschließenden nordexponierten Hangseite folgen gut entwickelte Renzinen auf Muschelkalk.

1.2. Als natürliche Vegetation wird für den gesamten Hangbereich ein Orchideen-Buchenwald (Carici-Fagetum) angenommen. Dieser wurde im 14. Jahrhundert im Röt-Bereich (Unter-Mittelhang) durch Weinbau, im Wellenkalkbereich durch Holznutzung und Schafhaltung vernichtet. Nach Auflassen der Weinberge entwickelte sich ein Esparsetten-Halbtrockenrasen, der heute im Unterhang als Wirtschaftswiese, im Mittelhang als typisches Onobrychido-Brometum vorliegt. Den Oberhang bedeckt im wesentlichen ein Blaugras-Trockenrasen (Epipactis-Seslerietum). Zwischen Halbtrockenrasen und Trockenrasen befindet sich ein Gebüschgürtel in aktueller Ausbreitung.

1.3. Die Bestände der epigäischen Arthropodenfauna spiegeln in ihrer Ausprägung im wesentlichen den Affinitätsgrad der aktuellen Vegetationsabschnitte wider. Die saprophage Bodenfauna (Meso-, Makro-, Megafauna) zeigt dagegen in Struktur und Besiedlungsdichte im Gesamtbereich des früheren Weinbaues von der Wirtschaftswiese bis zum Gebüschgürtel einen überraschend einheitlichen (uniformierten) „Halbtrockenrasentyp“. Eine relativ hohe Lumbricidendichte im Wellenkalkhang weist auf die historisch erklärable Sonderstellung dieses „waldfähigen“ Trockenrasens hin.

1.4. Im Pflanzenbestand sowie im Oberboden verhalten sich die Feuchtigkeits- und Temperaturgradienten im wesentlichen einsinnig längs der Catena, mit Höchsttemperaturen, minimaler Feuchte und extremen Tagesschwankungen im Trockenrasen. Nur hier wird der permanente Welkepunkt im Oberboden langfristig unterschritten. Die mit Feinerde verfüllten Klüfte des Wellenkalkhangs sind jedoch mikroklimatisch mit den Böden der Halbtrockenrasen gut vergleichbar. Die Witterung war während der Untersuchungsjahre 1971–1974 durchschnittlich wärmer und trockener als das langjährige Mittel.

2. Ergebnisse zur Carabidenfauna und zu ihrem Verhältnis zu anderen zoophagen Arthropoden-Gruppen im Leutratal.

2.1. Die Aktivitätsdichte der Carabiden, Staphyliniden und Chilopoden sinkt während der Untersuchungszeit im Halbtrockenrasen ständig ab; nur für die Arachniden bleibt sie im ganzen konstant. Die Ursache wird nicht in der Bestandesdezimierung durch Dauerfang, sondern vor allem in der Aufeinanderfolge übernormal warm-trockener Jahre gesehen.

2.2. Für die Analyse der Jahresdynamik haben die Aktivitätsgewichte eine höhere Aussagekraft als die Aktivitätsdichte. Im Halbtrockenrasen sind inner-



halb des Zoophagenkomplexes die Carabiden im Vorfrühling und von August bis Mitte Oktober gewichtsdominant, die Staphyliniden im April und Mai, die insgesamt am gleichmäßigsten vertretenen Arachniden ab Mitte Oktober. Von Ende Mai bis in den Juli hinein sind die Gewichtsanteile dieser 3 Gruppen annähernd ausgeglichen. Die Chilopoden bleiben ganzjährig quantitativ bedeutungslos.

2.3. Nach Profil-Fangserien im Mai und Juni längs der untersuchten Catena dominieren die Carabiden in der Unteren Wirtschaftswiese und besonders im waldbestandenen Rückhang absolut über die anderen zoophagen Tiergruppen (Aktivitätsgewichte); zwischen Oberer Wirtschaftswiese und Trockenrasen gleichen ihre Gewichtsanteile denen der Staphyliniden und Arachniden. Sie sinken, absolut betrachtet, mit Ausnahme des Gebüschgürtels von der Wirtschaftswiese bis auf praktisch Null im Trockenrasen längs der aufsteigenden Catena.

2.4. Die Artendichte der Carabidenbestände ist im typischen Halbtrockenrasen weitaus am höchsten, im Gebüschstreifen und im Buchenwald sehr niedrig. Die höchste Ausgeglichenheit (eveness) zeigen die Carabidenbestände im typischen Halbtrockenrasen und in der Bachwiese, die niedrigste in der Wirtschaftswiese und im Gebüschgürtel. Ähnlich verhält sich die Mannigfaltigkeit (richness), nur liegen deren Werte im Buchenwald noch tiefer.

2.5. Das Dendrogramm der Artenaffinität weist die Carabidenbestände der Wirtschaftswiese und des typischen Halbtrockenrasens als engstes Verwandtschaftspaar, die des Buchenwaldes und Gebüschgürtels als ebenfalls einander genähert aus; zwischen diesen zwei Paaren und den übrigen Beständen gibt es keine bedeutsamen Ähnlichkeiten. Nach der Dominantenaffinität ergibt sich das gleiche Bild, nur ist die Ähnlichkeit zwischen den Beständen des Buchenwaldes und Gebüschgürtels größer als zwischen denen beider Halbtrockenrasen.

2.6. Die Spektren der Ökotypen und Verhaltenstypen der Carabidenbestände sind im wesentlichen den bisherigen Erfahrungen entsprechend längs der Catena verteilt. Der Trockenrasen ist praktisch frei von Carabiden. Hinsichtlich des Verhaltens gegenüber Wärme und Licht scheint jedoch besonders in den Halbtrockenrasen keine vollendete Differenzierung („biotopgerechte Reaktionsnorm“) vorzuliegen. Hierin ähneln diese Bestände relativ jung gestörten Vergleichsstandorten. Echte „Trockenrasenarten“ wurden im Leutratl nicht gefunden, möglicherweise, weil die Ausgangsflächen für die Relikterhaltung zu klein waren und Arten der Sandpionier- und Silbergrasrasen die stark südexponierten Kalktrockenrasen nicht besiedeln können. Bewohner der Halbtrockenrasen dominieren vom Hangfuß bis in den Gebüschgürtel hinein.

2.7. Für 12 dominante Carabidenarten werden die Aktivitätszeiten im Leutratl dargestellt und ihr Anpassungswert besprochen.

2.8. Die Anteile der geographischen Verbreitungstypen werden von den Artenspektren wesentlich anders als von den Dominanzspektren widergespiegelt. Nach letzteren wird die Bachwiese vorwiegend von gesamtpaläarktischen (europäischen) Arten besiedelt, die nur zu einem geringen Teil eine bevorzugte südliche Verbreitung erkennen lassen. Alle anderen Untersuchungsflächen des südexponierten Hanges werden zu mindestens 50 bis 75 % von Arten mit südlicher

Verbreitung besiedelt. Hierin verhalten sich die Bestände des typischen Halbtrockenrasens nicht so extrem wie die der Wirtschaftswiese. Im Buchenwald sind montan verbreitete und eurosibirische Arten mit südlicher Verbreitungstendenz absolut beherrschend; diese Tendenz klingt bereits im Gebüschgürtel an. Die Festlegung der Carabidenbestände auf einen dominierenden Verbreitungstyp nimmt in der Reihenfolge Autobahnrandstreifen – Bachwiese – Gebüschgürtel – typischer Halbtrockenrasen – Wirtschaftswiese – Buchenwald stark zu.

2.9. Die Carabidenbestände des Leutratales haben eine hohe Artenaffinität zu denen der (Halb-)Trockenrasen der Eifel (und des Saar-Mosel-Raumes), die BECKER als Relikte einer xerothermophilen Waldfauna westmediterranen Ursprungs gedeutet hat. Der Anteil von Bewohnern osteuropäisch-asiatischer Wald- und Wiesensteppen ist im Leutralal jedoch, besonders in der Dominanzverteilung, gleichfalls stark ausgeprägt.



## Summary

A grassland – wood – catena in the „Leutral“ near Jena (Thüringen) as a pedozoological research area and its ground beetle fauna (Coleoptera, Carabidae).

1. In a xerothermous open sited valley, the nature conservation area „Leutral“ near Jena (Thüringen, GDR) a catena of mainly grass plots has been studied by a team of ecologists. This paper reports on pedozoological studies, especially studies on carabid beetles. First, a survey of the site properties and the pedozoological methods employed is given.

1.1. The catena including 11 test plots runs at the southern exposed slope from the bottom of the valley (brown vega soils on middle variegated sandstone, earlier Triassic period) across the 15° inclined middle slope (lime-clay rendzina soils on upper variegated sandstone, „Röt“) to the 30° inclined upper slope (rock rendzina soils upon lower shell limestone, „Wellenkalk“, middle Triassic period). The neighbouring northern exposed slope has well developed rendzina soils on shell lime.

1.2. The natural vegetation is supposed to be a Carici-Fagetum. It was destroyed during the 14th century along the lower and middle slope by viticulture, along the upper slope by wood cutting for wood production and pastures for sheep. Today, the lower slope is covered by a cut meadow, the middle slope by a non-cultivated typical Onobrychido-Brometum (semidry grassland). The upper slope is covered by an area of Epipactis-Seslerietum (dry grassland). Between the dry and semidry grassland there is a continually extending shrub belt.

1.3. The vegetation pattern is chiefly reflected by the distribution of the epigaeic fauna of arthropods. The saprophagous soil fauna, on the other hand, is of an uniform „semidry grassland type“ along the whole former viticulture area. An unexpectedly high population density of lumbricids in the dry grassland demonstrates that even the upper part of the slope is a potential wood-growing area.

1.4. In the vegetation stratum as well as in the upper soil horizon the gradients of humidity and temperature exhibit a constant tendency along the catena, with highest temperatures, lowest humidity and the most extreme daily variations in the dry grassland. It is only here that the permanent wilting point is reached for a longer time in the upper soil layer. The deeper crevices in the dry grassland lime soil, being filled with fine humous soil particles, exhibit microclimatic features similar to the semidry grassland soil microclimate. During the period of studies (1971–1974) the weather was on an average warmer and drier compared with the longterm average temperature and rainfall.

2.1. The activity density (number of individuals caught in pitfall traps) of carabid and staphylinid beetles and centipedes decreased during research time in the semidry grassland. Only for spiders it remained fairly constant. The decrease is not ascribed to permanent catching but to the succession of unusual warm and dry years.

2.2. In analysing the annual dynamics the activity weight (weight of individuals caught in pitfall traps) is more significant than the activity density. Considering the group of zoophagous arthropods in semidry grassland plots, the carabid beetles are dominant in weight in early spring and from August up to the middle of October, the staphylinid beetles from April to May and the spiders in the last part of October and November. In the period from the end of May up to July the activity weight of each of the three groups is approximately the same. The proportion of centipedes is of no quantitative importance during the whole year.

2.3. Judging from a series of trapping set in May and June along the investigated catena the carabid beetles clearly dominate in the lower cut meadow especially in the wood bearing northern slope over the other zoophagus groups (activity weight). In the plots between the upper cut meadow and the dry grassland along the catena the weight proportions of carabid and staphylinid beetles and spiders are balanced. They diminish from the cut meadow down to nearly zero to the dry grassland, with the exception of the shrub belt.

2.4. The species density of the carabid beetles is by far highest in the semidry grassland while it is very low in the shrub belt and the beech wood. The evenness of the carabid populations reaches its maximum in the typical semidry grassland and the brook meadow and is lowest in the cut meadow and the shrub belt. The richness shows similar values, the values being even lower in the beech wood.

2.5. The dendrogram of the species affinity indicates that the carabid populations of the cut meadow and the typical semidry grassland are most closely related, and those of the beech wood and the shrub belt also exhibit some degree of relationships. Between these two pairs and the other populations there is no remarkable similarity. The interpretation of dominance affinity leads to the same results, except for a greater similarity between the carabid populations of the beech wood and the shrub belt.

2.6. The spectra of ecological and behaviour types of carabid populations correspond with our knowledge of the character of the test plots gained so far. The adaptation to semidry grassland conditions was not fully achieved, the same holds for comparable sites that were only recently disturbed by man. The dry grassland has no true carabid population, and there are no true dry grassland inhabitant carabid beetle species. It is supposed that after the post glacial warm period only small plots of open xerothermous dry grassland were left where relicts of specialised species survived. Inhabitants of semidry grassland are dominant from the slope ground up to the shrub belt.

2.7. The annual activity periods of 12 dominant species in the "Leutrat" are demonstrated and their adaptive values discussed.

2.8. In nearly all cases the type of geographical distribution is better reflected by the dominance spectra than by the presence spectra of the species. The carabid population of the brook meadow consists of holopalaeartic (european) species with only little tendency to southern distribution. At least 50-75% of the carabid specimens of all the other plots along the southern exposed slope



exhibit a strong southern distribution. This feature is more distinctly marked in the cut meadow than in the non-cultivated semidry grassland. In the beech wood (and partly in the shrub belt) montane distributed and european-siberean species with a southern tendency are eudominant. Along the plot sequence: highway verge - brook meadow - shrub belt - typical semidry grassland - cut meadow - beech wood, the predominance of only one distribution type of the carabid population strongly increases.

2.9. The carabid populations of the „Leutratal“ have a high species affinity to populations of (semi) dry grassland of the "Eifel" region (GFR), interpreted by BECKER as relicts of a xerothermous wood fauna originating from the western mediterranean region. In the "Leutratal" however the proportion of species and specimens distributed over the wooded and grassland steppes of the eastern Europa and the western Asia, is also pronounced.

## Literatur

- ALBRECHT, F. (1967): Die Bodenfauna des oberen Pennickentals bei Jena. — Ein Faunenquerschnitt auf Grund der Fangergebnisse mit Barberfallen des zoologischen Zirkels. — Staatsexamensarbeit Jena, Mskr.
- ARNOLDI, K. V., und M. S. GHILAROV (1963): Die Wirbellosen im Boden und in der Streu als Indikatoren der Besonderheiten der Boden- und Pflanzendecke der Waldsteppenzone. — *Pedobiologia* 2: 183–222.
- BECKER, J. (1975): Art und Ursachen der Habitatbindung von Bodenarthropoden (Carabidae [Coleoptera], Diplopoda, Isopoda) xerothermer Standorte in der Eifel. — Beitr. Landespflege Rheinland-Pfalz, Beiheft 4: 89–140.
- DUNGER, W. (1963): Praktische Erfahrungen mit Bodenfallen. — *Entom. Nachr. Dresden* 4: 41–46.
- (1968): Die Entwicklung der Bodenfauna auf rekultivierten Kippen und Halden des Braunkohlentagebaues. — *Abh. Ber. Naturkundemuseum Görlitz* 43, 2: 256 S.
- (1975): On the delimitation of soil microarthropod coenoses in time and space. — In VANEK, J. (ed.): *Progress in Soil Zoology*. Academia Prague, 1975: 43–49.
- (1978): Parameter der Bodenfauna in einer Catena von Rasen-Ökosystemen. — *Pedobiologia* 18: 310–340.
- (1979): Beitrag zur Herkunft und anthropogenen Beeinflussung der Arthropodenfauna xerothermer Rasenböden in Thüringen. — VII. Internat. Symposium Entomofaunistik Mitteleuropa, Leningrad 1977; *Verhandlungen Leningrad* 1979: 71–77.
- DUNGER, W., und H.-D. ENGELMANN (1973): Untersuchungen zur Erfassung pedozoogener Komponenten in definierten Ökosystemen. *Forschungsbericht Halle*, 127 S., 28 Anl., Mskr.
- und — (1978): Testversuche mit immissionsgeschützten Bodenfallen für Mikroarthropoden. — *Pedobiologia* 18: 448–454.
- ENGELMANN, H.-D. (1978): Zur Dominanzklassifizierung von Bodenarthropoden. — *Pedobiologia* 18: 378–380.
- FECHTER, H. (1977): Über den funktionellen Zusammenhang zwischen Populationsdichte, Ausbreitungsvermögen und Fangmenge bei Bodenfallen. — *Spixiana* 1, 1: 3–15.
- FRANZ, H. (1936): Die thermophilen Elemente der mitteleuropäischen Fauna und ihre Beeinflussung durch die Klimaschwankungen der Quartärzeit. — *Zoogeographica* 3: 159–320.
- FREUDE, H. (1976): Fam. Carabidae. — In FREUDE/HARDE/LOHSE: *Die Käfer Mitteleuropas*, Bd. 2, 302 S., Goecke und Evers, Krefeld.
- GHILAROV, M. S. (1939): Vlijanie počvennych uslovij na faunu počvennych vreditel'ej. [Der Einfluß der Bodenbedingungen auf die Fauna der Bodenschädlinge.] *Počvovedenie* 1939, 9: 121–138.
- (1949): Diagnostika i geografija počv i svete počvenno-zoologičeskich issledovanij. [Diagnostik und Geographie der Böden im Lichte bodenzoologischer Untersuchungen.] *Uspechi sovrem. biologii* 28, 3/6: 339–353.
- (1961): Die Veränderung der Steppenbodenfauna unter dem Einfluß der künstlichen Bewaldung. — *Beitr. Entomol.* 11, 3/4: 256–269.
- GHILAROV, M. S., und K. V. ARNOLDI (1957): Fauna bezlesnych veršin s.-z. Kavkaza i ee značenie dlja ich diagnostiki. [Die Bodenfauna der waldfreien Gipfel im südwestlichen Kaukasus und ihre Bedeutung für die Bodendiagnostik.] — *Zool. Žurn.* 36, 5: 670–690.
- GLUCH, W. (1973): Die oberirdische Netto-Primärproduktion in drei Halbtrockenrasengesellschaften des Naturschutzgebietes „Leutatal“ bei Jena. — *Arch. Naturschutz u. Landschaftsforsch.* 13: 21–42.
- GLUCH, W., und G. STÖCKER (1974): Analyse der Faktorenkopplung und quantitativen Beziehungen zwischen Standortfaktoren und Strukturen von Ökosystemen. — *Forschungsbericht Mskr. Halle*.
- GRŪM, L. (1967): Remarks on fluctuations in density of Carabidae populations. — *Ekologia Polska* A 15, 14: 335–345.
- (1971): Remarks on the differentiation on Carabidae mobility. — *Ekologia Polska* 19, 3: 47–56.
- HEINRICH, W. (1979): Die Literatur über das Naturschutzgebiet „Leutatal“ bei Jena (Thüringen). — Mskr. Jena.



- HEINRICH, W., und R. MARSTALLER (1973): Übersicht über die Pflanzengesellschaften der Umgebung von Jena in Thüringen. — *Wiss. Z. Univ. Jena, math.-nat.* 22: 519–543.
- HOLDHAUS, K. (1929): Die geographische Verbreitung der Insekten. — In: SCHRÖDER (ed.), *Handbuch der Entomologie*, Bd. 2, Jena.
- HORION, A. (1941): *Faunistik der deutschen Käfer*, Bd. 1. — Krefeld, 436 S.
- HUHTA, V. (1979): Evaluation of different similarity indices as measures of succession in arthropod communities of the forest floor after clear cutting. — *Oecologia (Berl.)* 41: 11–23.
- HUTSCHENREUTER, L. (1969): Vergleich der Laufkäferfauna des mittleren Saaletales im Kalkgebiet mit der Fauna des Thüringer Schiefergebirges auf der Grundlage eigener Aufsammlungen. — *Staatsexamenarbeit Mskr.* Jena.
- KACZMAREK, W. (1978): Die lokomotorische Aktivität der Bodenfauna als Parameter der trophischen Struktur und der Sukzession von Waldökosystemen. — *Pedobiologia* 18: 434–441.
- KIRCHNER, H. (1927): Biologische Studien über *Carabus cancellatus* Illig. — *Z. Morph. Ökol. Tiere* 7: 489–534.
- KIRCHNER, H. (1960): Untersuchungen zur Ökologie feldbewohnender Carabiden. — *Diss. Köln*, 60 S.
- KNAPP, H. D. (1973): Der Einfluß des Menschen auf die Vegetationsverhältnisse im Leutratal bei Jena. — *Arch. Naturschutz u. Landschaftsforsch.* 13: 141–162.
- KNAPP, H. D., und L. REICHHOFF (1975): Vorschläge für Pflegemaßnahmen von Halbtrockenrasen in NSG. — *Naturschutz u. naturkd. Heimatforsch. Bez. Halle u. Magdeburg* 10: 47–54.
- und — (1976): Die Vegetation des Naturschutzgebietes „Leutratal“ bei Jena. — *Arch. Naturschutz u. Landschaftsforsch.* 15: 91–124.
- KOCH, K. (1975): Untersuchungen an der Koleopterenfauna des Bausenbergs (Eifel). — *Beitr. Landespflege Rheinland-Pfalz Beiheft* 4: 274–325.
- KREHAN, I. (1970): Die Steuerung der Jahresrhythmik und Diapause bei Larval- und Imagoüberwinterern der Gattung *Pterostichus*. — *Oecologia (Berl.)* 6: 58–106.
- KÜHNELT, W. (1943): Die Leitformenmethode in der Ökologie der Landtiere. — *Biol. gen.* 17: 106–146.
- (1953): *Bodenbiologie mit besonderer Berücksichtigung der Tierwelt*. — Wien.
- LATTIN, G. de (1967): *Grundriß der Zoogeographie*. — Stuttgart.
- LAUTERBACH, A. W. (1964): Verbreitungs- und aktivitätsbestimmende Faktoren bei Carabiden in sauerländischen Wäldern. — *Abh. Landesmus. Naturkunde Münster* 4: 1–103.
- LÖSER, S. (1972): Art und Ursachen der Verbreitung einiger Carabidenarten im Grenzraum Ebene – Mittelgebirge. — *Zool. Jb. Syst.* 99: 213–267.
- MAY, R. M. (1975): Patterns of species abundance and diversity. — In: CODY, M. L., and J. M. DIAMOND (eds.), *Ecology and evolution of communities*. — Harvard Univ. Press, Cambridge, Mass.
- MÜLLER, G. (1970): Der Sexualindex der Carabiden als ökologisches Kriterium. — *Ent. Ber.* 1970: 11–18.
- MÜLLER, H. J. (1978): Strukturanalyse der Zikadenfauna (Homoptera, Auchenorrhyncha) einer Rasenkatena Thüringens (Leutratal bei Jena). — *Zool. Jb. Syst.* 105: 258–334.
- MÜLLER, H. J., R. BÄHRMANN, W. HEINRICH, R. MARSTALLER, G. SCHÄLLER und W. WITSACK (1978): Zur Strukturanalyse der epigäischen Arthropodenfauna einer Rasen-Katena durch Kescherfänge. — *Zool. Jb. Syst.* 105: 131–184.
- NAGEL, P. (1975): Studien zur Ökologie und Chorologie der Coleopteren (Insecta) xerothermer Standorte des Saar-Mosel-Raumes mit besonderer Berücksichtigung der die Bodenoberfläche besiedelnden Arten. — *Diss. Saarbrücken*, 225 S.
- NOVÁK, B. (1972): Saisondynamik der tageszeitlichen Aktivität bei Carabiden in einem Feldbiotop (Coleoptera, Carabidae). — *Acta Univ. Palacki Olomucensis Fac. rer. nat.* 39: 59–97.

- PAARMANN, W. (1966): Vergleichende Untersuchungen über die Bindung zweier Carabidenarten (*P. angustatus* DFT. und *P. oblongopunctatus* F.) an ihre verschiedenen Lebensräume. — Z. wiss. Zoologie 174, 2: 83–176.
- PETER, H.-U. (1974): Bodenzoologische Untersuchungen im Naturschutzgebiet „Leutratal“ bei Jena. — Diplomarbeit Mskr., 180 S. Jena.
- (1979): Quantitative Untersuchungen an Zikadenpopulationen in Halbtrockenrasen bei Jena (Thüringen) unter besonderer Berücksichtigung methodischer Aspekte. — Diss. Mskr. Jena, 240 S.
- RAPP, O. (1933): Die Käfer Thüringens unter besonderer Berücksichtigung der faunistisch-ökologischen Geographie. — Erfurt.
- RAU, W., und H. SCHRAMM (1971): Bodengeologische Aufnahmen der Versuchsfelder bei Leutra. — In: TÖRNE, E. v., Forsch.ber. Eberswalde Mskr.
- REICHHOFF, L. (1973): Homogenitäts- und Strukturuntersuchungen an xerothermen Rasengesellschaften und trockenen Ausbildungen der Glatthaferwiese im NSG „Leutratal“ bei Jena. — Arch. Naturschutz u. Landschaftsforsch. 13: 43–59.
- (1977): Mikroklimatische und ökophysiologische Untersuchungen im NSG „Leutratal“ — Zur Differenzierung der Trocken- und Halbtrockenrasen. — Diss. Mskr. Halle, 152 S.
- SCHAEFER, M. (1978): Some experiments on the regulation of population density in the spider *Floronia bucculenta* (Araneida: Linyphiidae). — Symp. zool. Soc. London 42: 203–210.
- SCHRÖTER, G. (1967): Beitrag zur Fauna des NSG „Gleisberg“ bei Jena — die Laufkäfer. — Staatsexamensarbeit Jena Mskr.
- SKUHRAVÝ, V. (1956): Fallenfang und Markierung zum Studium der Laufkäfer. — Beitr. Entomol. 6: 285–287.
- STEIN, W. (1965): Die Zusammensetzung der Carabidenfauna einer Wiese mit stark wechselnden Feuchtigkeitsverhältnissen. — Z. Morph. Ökol. Tiere 55: 83–99.
- STÖCKER, G. (1974): Zur Stabilität und Belastbarkeit von Ökosystemen. — Arch. Naturschutz u. Landschaftsforsch. 14: 237–261.
- SOUTHWOOD, T. R. E. (1978): Ecological methods. — Chapman a. Hall, London, 2. Aufl., 524 S.
- THIELE, H. U. (1961): Zuchtversuche an Carabiden, ein Beitrag zu ihrer Ökologie. — Zool. Anz. 167: 431–442.
- (1969): Zusammenhänge zwischen Tagesrhythmik, Jahresrhythmik und Habitatbindung bei Carabiden. — Oecologia (Berl.) 3: 227–229.
- (1971): Die Steuerung der Jahresrhythmik von Carabiden durch exogene und endogene Faktoren. — Zool. Jb. Syst. 98: 341–371.
- (1977): Carabid beetles in their environments. A study on habitat selection by adaptations in physiology and behaviour. — Zoophysiology and Ecology Nr. 10, Springer-Verlag Berlin, 369 S.
- THIELE, H. U., und W. KOLBE (1962): Beziehungen zwischen bodenbewohnenden Käfern und Pflanzengesellschaften in Wäldern. — Pedobiologia 1: 157–173.
- TIETZE, F. (1966): Ein Beitrag zur Laufkäferbesiedlung (Coleoptera, Carabidae) von Waldgesellschaften des Südkarstes. — Hercynia NF 3: 340–358.
- (1973/74): Zur Ökologie, Soziologie und Phänologie der Laufkäfer (Coleoptera, Carabidae) des Grünlandes im Süden der DDR. Teil I–V. — Hercynia NF 10: 3–76; 111–126; 243–263; 337–365; 11: 47–68.
- TISCHLER, W. (1958): Synökologische Untersuchungen an der Fauna der Felder und Feldgehölze (Ein Beitrag zur Ökologie der Kulturlandschaft). — Z. Morph. Ökol. Tiere 47: 54–114.
- TÖRNE, E. v. (1975): Ergebnisse der Untersuchungen ausgewählter Probleme des Stoffhaushaltes unter besonderer Berücksichtigung der biotischen Feinschichtung des Bodens. — Forschungsber. Eberswalde Mskr.
- UHLMANN, E. (1940): Die Tierwelt Jenas. — In: LEHMANN, W., Jena — Thüringens Universitätsstadt in Vergangenheit und Gegenwart, Bd. 1: Natürliche Grundlagen der Stadt. Fischer, Jena, S. 88–89.



- VOGEL, J., und W. DUNGER (1980): Untersuchungen über Struktur und Herkunft der Staphyliniden-Fauna (Coleoptera, Staphylinidae) einer Rasen-Wald-Catena in Thüringen (Leutratal bei Jena). Abh. u. Ber. Naturkundemuseum Görlitz 53, 3.
- WEIDEMANN, G. (1971): Zur Biologie von *Pterostichus metallicus* F. (Coleoptera, Carabidae). — Faun. ökol. Mitt. 4: 30–36.
- (1972): Die Stellung epigäischer Raubarthropoden im Ökosystem Buchenwald. — Verh. Deut. Zool. Ges. Helgoland 1971: 106–116.

Anschrift der Autoren:

Dr. habil. Wolfram Dunger, Staatl. Museum für Naturkunde Görlitz, Forschungsstelle, DDR-8900 Görlitz, Am Museum 1

Dr. Hans-Ulrich Peter, WB Ökologie, Sektion Biologie der Fr.-Schiller-Universität Jena, DDR-6900 Jena, Fraunhofstraße 6

Siegfried Tobisch, Staatl. Museum für Naturkunde Görlitz, Forschungsstelle, DDR-8900 Görlitz, Am Museum 1