

ABHANDLUNGEN UND BERICHTE  
DES NATURKUNDEMUSEUMS GÖRLITZ

Band 56, Nummer 6

---

Abh. Ber. Naturkundemus. Görlitz 56, 6: 1-18

---

Erschienen am 15. November 1982

**Die Ameisenfauna (Hymenoptera, Formicidae)  
einer Rasen-Wald-Catena im Leutratal bei Jena**

**The ant fauna of a grassland-wood-catena in the Leutratal near Jena  
(Thüringen, GDR)**

Von BERNHARD SEIFERT  
Mit 6 Tabellen und 1 Abbildung

Ergebnisse bodenzoologischer Untersuchungen des Staatlichen Museums  
für Naturkunde Görlitz im Leutratal bei Jena Nr. 9

Inhalt

	Seite
1. Einleitung .....	2
2. Untersuchungsgebiet .....	2
3. Material und Methode .....	3
4. Arteninventar .....	4
5. Die Repräsentanz der Arten auf den einzelnen Untersuchungsflächen	6
6. Das Vorkommen von <i>Formica nigricans</i> und einige daraus abzuleitende Auswirkungen auf die Arthropodenfauna einzelner Untersuchungsflächen .....	9
7. Artenreichtum, Gleichförmigkeit und Ähnlichkeit der Ameisenpopulationen längs der Catena .....	11
8. Zusammenfassung / Summary .....	16/17
9. Literatur .....	17

## 1. Einleitung

Im Rahmen des Forschungsauftrages „Terrestrische Ökologie“ des Ministeriums für Wissenschaft und Technik bearbeitete in den Jahren 1971–1974 eine Gruppe von Ökologen unterschiedlicher Spezialgebiete ein Rasen-Wald-Ökosystem im Leutratal bei Jena. Bis heute wurden eine Vielzahl von Mitteilungen über die Ergebnisse dieser Arbeiten veröffentlicht, deren einzelne Nennung hier nicht möglich ist. An zusammenfassenden Übersichten seien lediglich genannt die Arbeiten von REICHHOFF (1973) sowie KNAPP und REICHHOFF (1976) zur Vegetationsstruktur, GLUCH (1973) zur Nettoprimärproduktion, MÜLLER et al. (1978) zur Struktur eines Teiles der epigäischen Arthropodenfauna, DUNGER (1978) zur Zusammensetzung und Funktion der Bodenfauna, v. TÖRNE (1975) zu Stoffhaushalt und Feinschichtung aus mikrobiotischer Sicht und STÖCKER (1974) zur Ökosystemproblematik. Die damit vorliegende Darstellung ökologischer Verhältnisse auf den Untersuchungsflächen erlaubt eine vergleichende Interpretation der Struktur verschiedener Faunenelemente. Der Verfasser konnte bei Siedlungsdichteuntersuchungen an Ameisenpopulationen zahlreicher z. T. gut vergleichbarer Standorte in Muschelkalkgebieten Thüringens und des Nordharzvorlandes umfangreiche Erfahrungen zur Habitatwahl der im Leutratal vorkommenden Ameisenarten sammeln. Deshalb erscheint ihm eine nicht nur beschreibende sondern auch begrenzt wertende Darstellung der Formicidenfauna des Leutralales trotz Fehlens eigener Untersuchungen in diesem Gebiet möglich.

Eine Ameisenart nimmt im Untersuchungsgebiet, wie hier gezeigt werden soll, eine auf einzelnen Untersuchungsflächen absolut dominierende Rolle unter den zoophagen Arthropoden ein, was nicht nur für Individuenzahlen, sondern auch für Biomassen zutrifft! Das muß deshalb besonders betont werden, weil die bisherigen Publikationen zum Leutratal die Ameisenfauna beinahe ignorierten. Es existieren lediglich sehr fehlerhaft determinierte Bestimmungslisten von BRAUNE bei PETER (1974). Die in dieser Arbeit mitgeteilten Ergebnisse lassen daher einige der bisher veröffentlichten Mitteilungen zum Forschungsprojekt Leutratal in einem anderen Licht erscheinen und bieten einleuchtende Erklärungen für einige seltsam erscheinende Befunde.

## 2. Untersuchungsgebiet

Eine ausführliche Beschreibung des Untersuchungsgebietes und seiner Probestellen geben DUNGER et al. (1980). Deshalb sei das zum Verständnis Wesentlichste hier nur kurz zusammengefaßt, wobei teilweise die Angaben bei VOGEL und DUNGER (1980) als Vorlage dienen.

Die Leutra ist ein linker Nebenfluß der Saale. Sie schneidet bei dem Dorf Leutra auf etwa 4 km Länge in W-O-Richtung bis zu 145 m tief in die Ilm-Saale-Platte ein und legt dabei, nach der Tiefe fortschreitend, Unteren Muschelkalk („Wellenkalk“), Oberen Buntsandstein („Röt“) und Mittleren Buntsandstein frei. Ihr südexponierter Talhang etwa 1 km östlich der Dorflage, großenteils innerhalb des Naturschutzgebietes „Leutratal bei Jena“ gelegen, wurde einschließlich des jenseitigen, nordexponierten Oberhanges für die Catena der Untersuchungsflächen ausgewählt.

Die Untersuchungsflächen (UF) bilden vom Bachrandgehölz bis zum nord-

exponierten Hang eine fortlaufende Catena von etwa 3 km Länge. Sie gliedert sich in:

- BA – Bachrandgehölz; Höhe 175 m NN. Ahorn-Eschenwald, stockt auf brauner Vega aus Auenlehm.
- WI – Wirtschaftswiese; Höhe 210–230 m NN. Exposition 6–15° Süd. Bewirtschafteter Halbtrockenrasen. Im unteren Teil typische Variante des Esparketten-Halbtrockenrasens in der frischen Subassoziaton, entwickelt auf Ton-Rendzina über Röt. Im oberen Teil *Poa-angustifolia*-Variante des Esparketten-Halbtrockenrasens, entwickelt auf Kalkton-Rendzina über einer Muschelkalkschuttdecke über Röt. Deckungsgrad in der Feldschicht 100 %.
- HA – Halbtrockenrasen („typischer Halbtrockenrasen“); Höhe 250 m NN. Exposition 12–15° Süd. Typischer Trespen-Halbtrockenrasen im Naturschutzgebiet ohne Nutzung. Boden: Kalkton-Rendzina auf Muschelkalkschuttdecke über Röt. Deckungsgrad in der Feldschicht 95–100 %.
- GE – Gebüschgürtel; Höhe 275 m NN. Exposition 15–30° Süd. Schneeball-Hartriegelgebüsch mit etwa 75 % Deckungsgrad in der Strauchschicht und etwa 65 % in der Feldschicht; auf Fels-Rendzina über Muschelkalk.
- TR – Trockenrasen; Höhe 285–320 m NN. Exposition 20–30° Süd. Deckung in der Feldschicht 30–50 %. Blaugrasrasen: im unteren Teil Fiederzwenken-Variante auf Fels-Rendzina über Muschelkalk, im oberen Teil Berggamander-Variante des Blaugrasrasens auf erodierter Fels-Rendzina über Muschelkalk.
- KI – Kiefernforst; Höhe 315 m NN. Exposition 10° Nord. Blaugras-Kiefernforst auf Fels-Rendzina über Muschelkalk.
- MI – Mischwald; Höhe 295 m NN. Exposition 10° Nord. Orchideen-Buchenwald auf gut entwickelter Rendzina über Muschelkalk.

Es sei darauf hingewiesen, daß WI die Zusammenfassung der bei DUNGER et al. (1980) als UF 4 und 5 und TR die Vereinigung der in der gleichen Arbeit als UF 8 und 9 bezeichneten Probeflächen sind.

Für den gesamten Hangbereich wird ein Orchideen-Buchenwald als natürliche Vegetation angenommen. Dieser wurde im 14. Jahrhundert im Unter- und Mittelhang durch Weinbau, im Oberhang durch Holznutzung und Schafhaltung vernichtet. Der heute im Unterhang als Wirtschaftswiese, im Mittelhang als typisches Onobrychido-Brometum vorliegende Esparketten-Halbtrockenrasen entwickelte sich nach Auflösen der Weinberge und Übergang zur Mahdnutzung. Der anschließende Gebüschgürtel zeigt aktuelle Ausbreitungstendenzen. Im Oberhangbereich ist heute der Blaugras-Trockenrasen, der früher wohl auf kleine Erosionsflächen und Rippen beschränkt war, breit ausgebreitet.

Der Affinitätsgrad der Vegetationseinheiten wird im wesentlichen von den Beständen der epigäischen Arthropodenfauna widerspiegelt. Die saprophage Bodenfauna zeigt dagegen von der Wirtschaftswiese bis zum Gebüschgürtel, also im Bereich des früheren Weinbaues, in Struktur und Besiedlungsdichte einen uniformierten „Halbtrockenrasentyp“. In der Fels-Rendzina des Muschelkalk-Oberhangs findet sich eine überraschend hohe Lumbricidendichte, die darauf hinweist, daß die edaphischen Bedingungen zur Waldentwicklung auch im Trockenrasenbereich gegeben sind.

Im Tagesverlauf wurden Höchsttemperaturen, minimale Feuchte und extreme Tagesschwankungen im Pflanzenbestand wie auch im Oberboden des Trockenrasens gemessen. Die Temperatur- und Feuchtegradienten verhalten sich längs des süd-exponierten Hanges vom Bachbereich bis zum Oberhang in diesem Sinne gleichgerichtet. Nur im Bereich des Oberhangs wird der permanente Welkepunkt im Oberboden langfristig unterschritten. Der Unterboden des Trockenrasens jedoch, der mit feinerde verfüllte Klüfte des Muschelkalkes zeigt, erweist sich mikroklimatisch kaum unterschieden von den Bodenverhältnissen im Halbtrockenrasen.

Während der Untersuchungsjahre 1971 bis 1974 war die Witterung durchschnittlich wärmer und trockener als das langjährige Mittel.

### 3. Material und Methode

Die in dieser Arbeit gemachten Aussagen über die Verteilung der Ameisen im Untersuchungsgebiet basieren vorwiegend auf der Auswertung von Fallen

fängen, die das Staatliche Museum für Naturkunde Görlitz in den Jahren 1971 bis 1974 im Leutratal durchführte. Insgesamt handelte es sich um 991 Falleninhalte, die in Abständen von 14 Tagen geleert wurden. UF HA wurde vom 13. 4. 1971 bis 27. 3. 1973 kontinuierlich befangen, die UF WI und TR nur 1971. Zusätzlich wurden am 23. 5. 1972 und 18. 6. 1974 zwei sich über die gesamte Catena erstreckende Profilerien gesetzt, deren 231 Falleninhalte direkt vergleichbare Ergebnisse von Fangzahlen und Fanggewichten lieferten. Die genaue räumlich-zeitliche Verteilung der Fallen ist bei DUNGER et al. (1980) dargestellt. Die Fangergebnisse von PETER wurden für die vorliegende Arbeit nicht ausgewertet.

Die Resultate von mit einem Stechzylinder gewonnenen Bodenproben und von mit der Formalin-Gießmethode gewonnenen Flächenproben waren nicht auf die Erfassung von Ameisen ausgerichtet und sind für vergleichende quantitative Betrachtungen nur bei einzelnen Arten geeignet. Allerdings erbrachten die Bodenproben zwei zusätzliche Arten, die in den Fallenfängen nicht erfaßt wurden.

Die im Abschnitt 6 genannten Fanggewichte verschiedener zoophager Arthropodengruppen sind Alkoholgewichte, die sofort nach oberflächlichem Abtrocknen der Tiere gemessen wurden. Bei den mehr oder weniger stark chitinisierten Ameisen können Alkoholgewichte als gute Schätzung der Frischmassen betrachtet werden. Bei relativ wenigen Tieren mit einen starken osmotischen Druck hervorrufenden Kropfinhalten (Zucker!) kann eine Überschätzung um etwa 20 % des Lebendgewichtes erfolgen. Summarisch betrachtet ist dieser Fehler jedoch offensichtlich klein, denn vorhandene Literaturwerte von Frischmassen verschiedener Ameisenarten stimmen gut mit den gemessenen Alkoholgewichten überein.

#### 4. Arteninventar

Die 14 031 determinierten Formiciden teilten sich in 35 Arten (zum Vergleich – gesamte DDR-Fauna etwa 80 Arten). Davon erbrachten die Fallenfänge 9484 Ex. in 33 Arten, die Berlese-Proben 3663 Ex. in 11 Arten und die Formalin-Gießproben 884 Ex. in 10 Arten. Die Anteile der einzelnen Arten zeigt Tab. 1.

Tab. 1. Gesamtfangzahlen der Ameisen auf allen Untersuchungsflächen der Catena getrennt nach Barberfallen, Berlese-Proben und Formalin-Gießproben

	Barber- fallen	Berlese- proben	Formalin- Gießproben
<i>Ponera coarctata</i> LATR.	5	7	4
<i>Myrmica sabuleti</i> MEINERT	968	—	503
<i>Myrmica schencki</i> EMERY	36	—	—
<i>Myrmica lobicornis</i> NYL.	9	—	—
<i>Myrmica hirsuta</i> ELMES	2	—	—
<i>Myrmica speciosoides</i> BONDR.	4	1	—
<i>Myrmica laevinodis</i> NYL.	11	—	—
<i>Myrmica ruginodis</i> NYL.	195	—	—
<i>Aphaenogaster subterranea</i> (LATR.)	2	—	—
<i>Stenammas westwoodi</i> WESTWOOD	—	1	—
<i>Mymecina graminicola</i> (LATR.)	103	17	1
<i>Diplorhynchium fugax</i> (LATR.)	345	3605	1
<i>Leptothorax acervorum</i> (FABR.)	1	—	—
<i>Leptothorax nylanderi</i> (FÖRSTER)	71	1	—
<i>Leptothorax parvulus</i> (SCHENCK)	13	1	—
<i>Leptothorax unifasciatus</i> (LATR.)	6	—	1
<i>Leptothorax interruptus</i> (SCHENCK)	8	—	—

	Barber- fallen	Berlese- proben	Formalin- Gießproben
<i>Formicoxenus nitidulus</i> (NYL.)	2	—	—
<i>Tetramorium caespitum</i> (L.)	1	—	—
<i>Tapinoma ambiguum</i> EMERY	104	—	—
<i>Tapinoma erraticum</i> LATR.	45	—	—
<i>Camponotus ligniperda</i> (LATR.)	14	—	—
<i>Lasius niger</i> (L.)	50	—	—
<i>Lasius alienus</i> (FÖRSTER)	549	19	139
<i>Lasius flavus</i> (FABR.)	17	8	202
<i>Lasius jensi</i> SEIFERT	6	2	—
<i>Lasius mixtus</i> (NYL.)	2	—	1
<i>Lasius reginae</i> FABER	—	1	14
<i>Lasius fuliginosus</i> (LATR.)	3	—	—
<i>Formica fusca</i> L.	9	—	—
<i>Formica cunicularia</i> LATR.	74	—	—
<i>Formica rufibarbis</i> FABR.	213	—	—
<i>Formica nigricans</i> EMERY	6611	—	7
<i>Formica pratensis</i> RETZIUS	1	—	—
<i>Polyergus rufescens</i> (LATR.)	1	—	—

Faunistisch bemerkenswert sind die folgenden Funde:

*Myrmica hirsuta*: 2 entflügelte Weibchen am 23. 5. 1972 und 3. 10. 1972 in WI und HA. Bisher nur von Südengland (*Locus typicus*) und dem Unstruttal (leg. SEIFERT 1980/81) bekannt. Sozialparasit bei *Myrmica sabuleti*, der auch in anderen xerothermen Habitaten Thüringens mit dichten Populationen der Wirtsart erwartet werden kann und wahrscheinlich nicht extrem selten ist.

*Myrmica specioides*: Die Funde aus dem Leutratal ergänzen das dem Verfasser bisher bekannte Bild einer weiten Verbreitung dieser von vielen Myrmecologen übersehenen, verkannten oder überhaupt nicht zur Kenntnis genommenen Art, an deren selbständigem taxonomischen Status kein Zweifel besteht.

*Aphaenogaster subterranea*: 2 Arbeiter 10. 5. 1972 und 18. 6. 1974. Für das Territorium der DDR bisher nur für Ronneburg (RAPP, 1943) und Meißen (BRAUNE, 1972) genannt. Der Fund im Seslerietum entspricht der ausgesprochenen Xerothermophilie der Art.

*Tapinoma ambiguum*: Da diese Art bisher nur mittels der selten gefundenen Männchen von *T. erraticum* unterscheidbar war, sind nur wenige Fundorte bekannt. Variationsstatistische Untersuchungen des Verfassers zeigten jedoch, daß auch die weiblichen Kasten ohne Schwierigkeiten determinierbar sind (SEIFERT in Vorber.).

*Lasius jensi*: Thüringen ist wahrscheinlich das Verbreitungszentrum dieser bisher unbekanntenen Art (SEIFERT 1982, im Druck), die xerotherme Graslandhabitate besiedelt. Sie ist hier in derartigen Habitaten die vorherrschende *Chthonolasius*-Art. Wegen ihrer unterirdischen Lebensweise ist sie nur selten in Fallen zu erwarten. Zusammen mit den Ergebnissen aus Berlese-Proben sind die UF WI, HA und GE durch den Fang von Arbeitern als Neststandorte nachgewiesen. Zusätzlich wurden noch vom 12. 7. bis 8. 8. 1972 vier Weibchen nach dem Hochzeitsflug gefangen.

*Lasius reginae*: Bisher nur aus Niederösterreich (*Locus typicus*) und der ČSSR bekannt, ergibt sich aus Funden von K. LIPPOLD (Leipzig) und des Verfassers aus verschiedenen Muschelkalkgebieten Thüringens ein erweitertes Verbreitungsbild dieser eigentümlichen Art, das durch den Fund im Leutratal ergänzt wird. Als Neststandorte sind das Gebüsch und der Halbtrockenrasen nachgewiesen.

Keinerlei Erklärung kann für die Tatsache gegeben werden, daß unter 14 000 Ameisen nur ein einziges Ex. von *Tetramorium caespitum* gefunden wurde. Diese Art gehört zu den häufigsten und verbreitetsten Ameisen Mitteleuropas und zeigt eine deutliche Präferenz für xerotherme Habitate, in denen sie regelmäßig zu den Dominanten gehört (Abundanzen von 20–50 Nestern auf 100 m<sup>2</sup> sind hier keine Seltenheit).

Quantitativ auswertbar sind nur die Ergebnisse der Fallenfänge. Ein Vergleich mit den Resultaten von PETER (1974) ist durch die Tatsache erschwert, daß BRAUNE mehrere Arten, die mit größter Wahrscheinlichkeit im Material vorhanden gewesen sein dürften, nicht erkannt hat und andere (dabei z. T. dominante Arten) fehldeterminierte. So weist die Liste bei PETER nur 22 Arten auf, obwohl immerhin 4900 Individuen gefangen wurden. Drei Arten, die bei PETER genannt sind, konnten durch die Fallenfänge des Naturkundemuseums Görlitz nicht bestätigt werden. Allerdings können wir nur *Formica sanguinea* LATR. mit gutem Gewissen als 36. Art für das Leutratl aufnehmen, da hier eine Fehldetermination ausgeschlossen erscheint. Bei den meisten von BRAUNE als *Myrmica scabrinodis* NYL. determinierten Tieren handelte es sich ohne Zweifel um *Myrmica sabuleti* MEINERT. Unter 1225 Ex. der Gattung *Myrmica* in immerhin 7 Arten aus den Fallenfängen des Naturkundemuseums Görlitz war nicht eine einzige *M. scabrinodis* nachweisbar! Andere sehr wahrscheinliche Bestimmungsfehler BRAUNES können hier nicht diskutiert werden, ohne Belegmaterial gesehen zu haben. Unter Berücksichtigung dieser mutmaßlichen Irrtümer sind PETERS Ergebnisse jedoch den hier dargestellten insgesamt recht ähnlich. Die absolut dominierende Rolle der *Formica nigricans* EMERY ist bei PETER, hier als *Formica pratensis* RETZ. bezeichnet, mit 78,8 % aller Individuen noch deutlicher als im hier vorgestellten Material mit 69,7 %. Absolut rätselhaft ist das völlige Fehlen von *Diplorhoptum fugax* in PETERS Liste – besonders deshalb, weil diese Art unverwechselbar ist und im Görlitzer Material in 91 Falleninhalten mit 345 Ex. auf 4 UF vertreten war!

##### 5. Die Repräsentanz der Arten auf den einzelnen Untersuchungsflächen

Ein quantitativer Vergleich der Fallenfangergebnisse der Untersuchungsflächen gegeneinander ist nur dann sinnvoll, wenn die auf den einzelnen Flächen sehr unterschiedlichen Fangintensitäten berücksichtigt werden. Eine Schätzung der Erfassungsintensität allein mittels der pro Standort entnommenen Falleninhalte ist nicht zu empfehlen, da in der kalten Jahreszeit genommene Falleninhalte natürlich in keiner Weise mit den zu Hauptaktivitätszeiten erhaltenen verglichen werden können. Die Erfassungsintensität wird hier geschätzt mittels der insgesamt pro UF gefangenen Individuen bezogen auf die Zahl der in beiden Profilfangserien pro Falle gefangenen Individuen. Nur die Profilsereien, bei denen auf allen UF zum gleichen Zeitpunkt Fallen gestellt waren, liefern vergleichbare Angaben für relative Fanghäufigkeiten auf allen einzelnen UF. Eine gewisse Fehlerquelle könnte hier allerdings in gegeneinander verschobenen Hauptaktivitätszeiten verschiedener UF liegen. Die Wahl der Profilfangzeiten erscheint jedoch sehr geeignet für einen Vergleich, da um diese Zeit auch auf den xerothermsten Punkten der Catena noch starke Laufaktivität zu erwarten ist. Bei der Berechnung der Erfassungsintensität (E) wurden hier die Werte der eudominanten *F. nigricans* nicht berücksichtigt, da schon

die zufällige Verlegung einer Ameisenstraße dieser Art in die Nähe einer Fallenreihe oder die Neugründung eines Netzes extreme Verschiebungen in den Fangzahlen bewirken kann. Diese Gefahr ist bei den anderen 32 Arten nicht gegeben, da diese erheblich kleinere Territorien und wesentlich individuenärmerer Nester besitzen und das Gelände eher ungeordnet, meist ohne Benützung von Straßen durchdringen. Die kalkulierten Erfassungsintensitäten zeigt Tabelle 2.

Tab. 2. F = Fangzahlen pro Falle und 14 Tage aus den Profilserien; E = Erfassungsintensität, bedeutet eine korrigierte Fallenzahl, gewonnen mittels Division totaler Fangzahlen aus dem gesamten Fangprogramm durch F; N = Anzahl der insgesamt gewonnenen Falleninhalte

UF	BA	WI	HA	GE	TR	KI	MI
F	1,0	7,4	6,7	12,4	2,0	5,2	5,2
E	15	102	187	30	79	30	33
N	15	223	420	30	210	30	33

Ein Vergleich mit den Zahlen der insgesamt pro UF genommenen Falleninhalte zeigt, daß die Schätzung der Erfassungsintensitäten für GE, KI, MI und BA die notwendige Aufwertung erbrachte, da von diesen Orten ausschließlich Fangergebnisse aus der Zeit Mai/Juni vorliegen.

Tabelle 3 zeigt die relativen Häufigkeiten der Arten auf den UF, wobei die absoluten Fangzahlen durch E dividiert wurden. D. h. nur im HA sind die relativen Fangzahlen gleich dem totalen Fangergebnis und in den anderen UF

Tab. 3. Relative Fanghäufigkeiten (auf ganze Zahlen gerundet) der Ameisenarten längs der Catena, berechnet mittels Division der absoluten Fangzahlen durch die Erfassungsintensität

	BA	WI	HA	GE	TR	KI	MI
<i>Ponera coarctata</i>	—	2	1	12	2	—	—
<i>Myrmica sabuleti</i>	—	312	747	312	2	—	—
<i>Myrmica schencki</i>	—	33	14	25	—	—	—
<i>Myrmica lobicornis</i>	—	—	—	—	—	39	6
<i>Myrmica hirsuta</i>	—	2	1	—	—	—	—
<i>Myrmica speciosus</i>	—	6	1	—	—	—	—
<i>Myrmica laevinodis</i>	137	—	—	—	—	—	—
<i>Myrmica ruginodis</i>	12	—	—	—	2	591	362
<i>Aphaenogaster subterranea</i>	—	—	—	—	5	—	—
<i>Myrmecina graminicola</i>	—	51	19	225	47	—	—
<i>Diplorhoptrum fugax</i>	—	202	37	656	279	—	—
<i>Leptothorax acervorum</i>	—	—	—	—	—	—	6
<i>Leptothorax nyländeri</i>	—	—	—	—	—	94	318
<i>Leptothorax parvulus</i>	—	—	1	25	—	59	—
<i>Leptothorax unifasciatus</i>	—	2	2	6	5	—	—
<i>Leptothorax interruptus</i>	—	2	2	31	—	—	—
<i>Formicoxenus nitidulus</i>	—	4	—	—	—	—	—
<i>Tetramorium caespitum</i>	—	2	—	—	—	—	—
<i>Tapinoma ambiguum</i>	—	17	89	38	—	—	—
<i>Tapinoma erraticum</i>	—	2	3	112	43	—	—
<i>Camponotus ligniperda</i>	—	—	7	—	5	19	11
<i>Lasius niger</i>	12	24	4	—	—	131	62
<i>Lasius alienus</i>	12	591	133	659	19	6	—
<i>Lasius flavus</i>	—	2	7	59	—	6	—
<i>Lasius jensi</i>	—	2	4	12	—	—	—
<i>Lasius mixtus</i>	—	—	2	—	—	—	—
<i>Lasius fuliginosus</i>	—	—	—	—	—	—	17
<i>Formica fusca</i>	—	—	6	—	—	19	—
<i>Formica cunicularia</i>	—	55	22	133	—	—	—
<i>Formica rufibarbis</i>	—	83	163	25	5	—	—
<i>Formica nigricans</i>	—	2813	4156	5723	14	—	—
<i>Formica pratensis</i>	—	—	1	—	—	—	—
<i>Polyergus rufescens</i>	—	—	1	—	—	—	—

werden dagegen, indirekt proportional der Erfassungsintensität, höhere relative Fangzahlen berechnet als die tatsächlichen. Die wahren Verbreitungsschwerpunkte werden auf diese Weise realistischer dargestellt.

Trotz des beträchtlichen Umfanges des Fallenfangprogrammes sollten die daraus abzuleitenden Detailaussagen bei einigen Arten nicht ohne weiteres als typisch für das Leutratall oder gar für xerotherme Thüringer Graslandhabitats im allgemeinen angenommen werden. Letztlich betreffen die hier mitgeteilten Untersuchungen nur kleine Flächenausschnitte in einem sehr weiträumigen Gelände. Schon eine Parallelverschiebung der Catena um 50 oder 100 m auf subjektiv gleichartige Flächen kann bei einzelnen häufigen Arten ganz beträchtliche Abundanzveränderungen erbringen. Der Verfasser konnte derartige Erfahrungen bei Siedlungsdichteuntersuchungen an Ameisenpopulationen auf Halbtrockenrasen im Nordharzvorland sammeln. Auch bei monokalisch lebenden Arten mit großer intraspezifischer Aggressivität tendiert die Verteilung der Nester in subjektiv homogenen Flächen häufig zu einer ungleichmäßigen oder lokal gehäuften Verteilung (GALLÉ 1978 a). Auch hier können derartige Erscheinungen auftreten. Es kann jedoch ganz allgemein festgestellt werden, daß die grundsätzliche Verteilung bei keiner Art Überraschungen enthält – d. h. keine Art wurde in nennenswerter Zahl in einem untypischen Lebensraum gefunden.

Die Habitatwahl der 5 häufigsten *Myrmica*-Arten – *M. sabuleti*, *M. schencki*, *M. lobicornis*, *M. ruginodis* und *M. laevinodis* – im Untersuchungsgebiet widerspricht in keinem Fall den an anderen Orten gewonnenen Erfahrungen des Verfassers und kann als ausgesprochen typisch angesehen werden.

*Myrmecina graminicola* zeigt in Fallenfängen und Berlese-Proben übereinstimmend einen Verbreitungsschwerpunkt im Gebüsch und deutlich geringere Werte in WI, TR und HA. Eine Vorliebe dieser xerothermophilen Art für aufgelockerte Gebüsch auf Trockenrasen konnte der Verfasser auch andernorts feststellen. Die in solchen Habitats stärker ausgeprägte Spreuschicht bietet *Myrmecina* offensichtlich günstigere Nahrungsgrundlagen, denn sie ist der Haupthorizont, in dem die Nahrungssuche dieser wohl vorwiegend carnivoren Art erfolgt.

Bei *Diplorhoptrum fugax* sind die Ergebnisse aus Fallenfängen und Berlese-Proben sehr widersprüchlich. Ein der Realität nahekommendes Bild geben wohl nur die Berlese-Proben. 920 mit einem Stecher von 10 cm<sup>2</sup> Öffnungsfläche und bei Einstichtiefen von 10–15 cm von 4 UF entnommene Bodenproben ergaben folgende Individuendichten: TR 10 740/m<sup>2</sup>, WI 3959/m<sup>2</sup>, HA 3022/m<sup>2</sup> und GE 910/m<sup>2</sup>. Der Wert vom TR ist fraglich, da wegen des an die Oberfläche reichenden Kalkfelsuntergrundes nicht immer mit einem Stecher gearbeitet wurde, so daß exakte Umrechnungen auf Flächeneinheiten nicht möglich sind. Jedoch erscheint die berechnete Abundanz durchaus glaubhaft. Sie würde einer Frischmasse von 1,89 g/m<sup>2</sup> entsprechen. Dagegen sind die Werte von den anderen UF mit Sicherheit zu niedrig, denn das Hypolithion, in dem sich Ameisennester wegen der besonderen mikroklimatischen Verhältnisse konzentrieren, ist von der Probennahme ausgeschlossen. Die Ursache für die großen Häufigkeitsunterschiede zwischen HA und GE in den Fallenfängen sind unklar. Das starke Abfallen der Fangzahlen im HA ist ein auch bei anderen häufigeren Arten (*Myrmecina graminicola*, *Lasius alienus* und *Formica cunicularia*) beobachtbares



Phänomen, so daß hier nicht an einen Zufall als alleinige Ursache geglaubt werden kann.

Das Verbreitungsbild von *Leptothorax nylanderi* und *Leptothorax parvulus* entspricht vollkommen den Erwartungen. Beide Arten bevorzugten in Mitteleuropa schattige, gehölzreiche Lebensräume, wobei jedoch *L. nylanderi* kühlere und *L. parvulus* ausgesprochen xerotherme Gehölze bevorzugt.

Von Interesse ist die Verteilung der beiden *Tapinoma*-Zwillingsarten. Da bisher kaum voneinander unterscheidbar, sind auch keinerlei Unterschiede ihrer Biologie bekannt. Bemerkenswert ist, daß der Verfasser beide Arten bisher nur in großflächigen Xerothermgebieten gemeinsam feststellen konnte, wobei sie sich allerdings räumlich weitestgehend ausschlossen. Die Ergebnisse aus dem Leutratl belegen das ebenfalls. Auf kleineren Xerothermrassen auf Muschelkalk des Nordharzvorlandes war dagegen jeweils immer nur eine der beiden Arten vorhanden (dreimal *T. erraticum* und dreimal *T. ambiguum*). Das deutet auf sehr scharfe interspezifische Konkurrenzverhältnisse hin, die bei fehlendem Angebot an differenzierten Lebensräumen den völligen Ausschluß einer Art bedeuten. Zur Beantwortung der Frage, in welchen Leistungsbereichen sich die ökologische Abtrennung beider Arten vollzieht, können gegenwärtig nicht einmal Vermutungen ausgesprochen werden.

Die Verteilung von *Lasius niger* und *Lasius alienus* entspricht den unterschiedlichen klimatischen Präferenzen beider Arten und zeigt nichts Ungewöhnliches, mit Ausnahme des starken Abfalles der Fangzahlen von *L. alienus* im HA, was sich mit den Ergebnissen der Berlese-Proben deckt.

Über ökologische Unterschiede der als selbständige Arten allgemein anerkannten *Formica rufibarbis* und *Formica cunicularia* existieren gegenwärtig keine eindeutigen Erkenntnisse. Auch die Fallenfangergebnisse aus dem Leutratl lassen keine klaren Trends erkennen – es sei denn eine gewisse Bestätigung der andernorts gemachten Beobachtungen, daß *cunicularia* in Habitaten mit höherer Vegetation über *rufibarbis* dominiert.

#### 6. Das Vorkommen von *Formica nigricans* und einige daraus abzuleitende Auswirkungen auf die Arthropodenfauna einzelner Untersuchungsflächen

*Formica nigricans* EMERY, 1909, besitzt einen umstrittenen taxonomischen Status. COLLINGWOOD (1979) argumentiert für die Anerkennung als eine von *Formica pratensis* RETZIUS, 1783, verschiedene Art und nennt auch Bestimmungsmerkmale für alle drei Kasten. Die vorläufigen Ergebnisse variationsstatistischer Untersuchungen des Verfassers zu dieser Problematik, die allerdings erst in einem Anfangsstadium stehen, scheinen COLLINGWOODs Aussagen grundsätzlich zu bestätigen. Für die UF im Leutratl ergab die Untersuchung von 100 Arbeitern, 7 Königinnen und einem Männchen bei allen drei Kasten übereinstimmend die Determination als *F. nigricans*. Eine Königin von *F. pratensis*, die in totem, beschädigten Zustand in die Falle geriet, wurde wahrscheinlich durch *F. nigricans* nach dem Hochzeitsflug erbeutet und abtransportiert. Ihre Determination ist nicht ganz sicher, da der Hinterleib fehlte. Jedenfalls scheint *F. pratensis* auf der Catena selbst nicht vorzukommen. *Formica nigricans* ist eine zur *Formica rufa*-Gruppe („Rote Waldameisen“) gehörige große, räuberische Art, die in der Regel weniger individuenreiche Kolonien er-

richtet als einige der verwandten Arten (z. B. *Formica polyctena* oder *Formica aquilonia*).

Bei Betrachtung der Fanggewichte („Aktivitätsgewichte“) aller zoophagen Arthropodengruppen, d. h. Carabiden, Staphyliniden, Arachniden, Chilopoden und Formiciden, aus den Profilingserien beträgt der Anteil der *Formica nigricans* im HA mehr als das Doppelte aller anderen Gruppen zusammengenommen! Im GE macht er die Hälfte und in der WI immerhin noch 7 0/0 aller Arthropoden mit Sekundär- und Tertiärkonsumentenfunktion aus.

Tab. 4. Alkoholgewichte zoophager Arthropodengruppen in mg pro Falle und 14 Fangtage gewonnen aus den Profilingserien. Die Werte für die nicht zu den Ameisen gehörigen Arthropodengruppen stammen aus Registrierlisten im Protokoll DUNGER

	WI	HA	GE	TR	KI	MI	Summe
Carabiden	691	53	169	38	3040	4309	8300
Formiciden total	103	677	393	3	13	11	1200
davon <i>F. nigricans</i>	91	664	379	1	—	—	1135
ohne <i>F. nigricans</i>	12	13	14	2	13	11	65
Arachniden	204	200	185	109	76	30	804
Staphyliniden	387	33	63	26	65	34	620
Chilopoden	5	—	—	—	21	25	51
	1390	968	816	177	3216	4409	10 975

Die von anderen Bearbeitern (DUNGER et al. 1980; VOGEL und DUNGER 1980) unter Nichtberücksichtigung der Ameisenfauna festgestellte Lücke an zoophagen Arthropoden im HA und GE kann durch diese Ergebnisse recht einleuchtend erklärt werden. Welchen geradezu erdrückenden Einfluß die räuberische und sehr aktive *Formica nigricans* auf beiden UF haben muß, verdeutlichen schon die in Tab. 4 dargestellten Zahlen. In diesem Zusammenhang sind die produktionsbiologischen Untersuchungen von GALLÉ (1978 b) an der Zwilingsart *Formica pratensis* von Interesse (möglicherweise handelt es sich in Wahrheit um *F. nigricans*, denn vom Verf. untersuchtes Arbeitermaterial aus GALLÉs Untersuchungsgebiet zeigte Merkmale dieser Art). GALLÉ stellte fest, daß 6 0/0 aller erbeuteten zoophagen Arthropoden Coleoptera, 12 0/0 Arachniden und dagegen 64 0/0 (= 7,4 Gewichtsprozent sämtlicher konsumierter Nahrung!) andere Ameisenarten waren. Das bestätigt den durch reine Beobachtung gewonnenen Eindruck, daß bestimmte Ameisenarten innerhalb der zoophagen Arthropoden die größten Raubfeinde anderer Ameisenarten sind. Wie gewaltig auch die Verluste durch wechselseitiges Erbeuten zwischen Angehörigen verschiedener Nester einer Art bei hohen Populationsdichten sein können, zeigen z. B. die Feststellungen von MABELIS (1979). Auf den UF im Leutratul muß also mit einer starken Reduktion der Dichten anderer Ameisenarten mit epigäischer Aktivität durch den Oberflächenjäger *F. nigricans* gerechnet werden. Hypogäische Arten, die ohnehin in den Fallen kaum erfaßt werden, aber gerade in trockenwarmen Graslandbiotopen quantitativ sehr bedeutsam sind, erscheinen weit weniger erbeutungsgefährdet – mit Ausnahme der Zeit des Hochzeitsfluges.

Obwohl Imagines von Carabiden, Staphyliniden und Chilopoden selbst von physisch starken Arten wie *Formica nigricans* aus verschiedenen Gründen relativ wenig erbeutet werden, muß doch mit einer starken Dichtereduktion dieser Gruppen durch Konkurrenz um Beutetiere und Erbeutung von Sub-

imaginalstadien gerechnet werden. Zum anderen muß erwartet werden, daß auch gut geschützte, kaum angreifbare Käfer die von *F. nigricans* stark belaufenen Gebiete meiden, da wiederholte Zusammenstöße mit den aggressiven Ameisen außerordentlich „lästig“ sein dürften. Die geringe Carabiden- und Staphylinidenabundanz und das Fehlen von Chilopoden im HA und GE erscheint somit nicht mehr verwunderlich.

Obwohl Thüringen die sicherlich reichhaltigste Ameisenfauna der DDR aufweist, kann das keineswegs für die Arten der *Formica rufa*-Gruppe gesagt werden. Diese sind in Thüringen bemerkenswert schwach vertreten. Das betonte schon OTTO (1968). Xerotherme Graslandhabitate, deren Ameisenfauna von *F. nigricans* oder *F. pratensis* beherrscht werden, sind deshalb untypisch für Thüringen und es darf auch nicht ohne weiteres angenommen werden, daß die Verhältnisse auf einzelnen UF für das Leutratl typisch sind. Das erscheint sogar zweifelhaft. Die zufällige Nähe eines starken Waldameisenvorkommens wird mit hoher Wahrscheinlichkeit eine veränderte Zusammensetzung der Arthropodenfauna bewirkt haben. Schon 150 m parallel zur Catena sind möglicherweise ganz andere Verhältnisse gegeben. Aus der Kenntnis der Nestanlagegewohnheiten von *F. nigricans* und ihrer Verteilung in den Fallenfängen ist der Rand des Gebüsches als Neststandort zu vermuten. Es ist bemerkenswert, daß noch mindestens 100 m vom Gebüschrand auf der WI recht hohe Fangzahlen festgestellt werden, was den hohen Aktionsradius von Waldameisenkolonien unterstreicht.

#### 7. Artenreichtum, Gleichförmigkeit und Ähnlichkeit der Ameisenpopulationen längs der Catena

In anderen Publikationen über die Struktur von Faunen im Leutratl (z. B. DÜNGER et al. 1980) werden Richness-Indizes verwendet, die auf die Anzahl der gesammelten Tiere bezogen sind. Ein derartiges Vorgehen ist aber nur für den in der Praxis wohl nie eintretenden Fall berechtigt, wo in den zu vergleichenden Untersuchungsräumen gleiche Abundanzen der zu untersuchenden Organismengruppe bestehen. Nur dann ist nämlich die Gesamtzahl der gesammelten Individuen eine gute Schätzung für den Untersuchungsaufwand. Um Artenreichtums-Indizes überhaupt irgendeine praktische Aussagekraft zu geben, sollte die Anzahl der gefundenen Arten bezogen werden auf die für den Untersuchungsort verwendete Erfassungsintensität, denn das Interesse sollte sich doch darauf richten, welchen Artenreichtum man in unterschiedlichen Habitaten bei jeweils gleichem Untersuchungsaufwand vorfindet. Ist ein Forschungsprogramm so angelegt, daß für alle Untersuchungsräume die gleichen Erfassungsintensitäten garantiert sind, dann ist ganz einfach die absolute Artenzahl die beste Vergleichsziffer für Artenreichtum. Da bei den Fallenfängen im Leutratl weder gleiche Erfassungsintensitäten noch gleiche Gesamtabundanzen (z. B. unterscheiden sich TR und HA in beiderlei Beziehung ganz beträchtlich) gegeben sind, ist die Anwendung von auf Gesamtindividuenzahlen bezogenen Artenreichtumsindizes nicht nur ohne jeden Sinn, sondern sogar regelrecht irreführend. Schon DE BENEDICTIS (1973) und FAGER (1972) haben auf die Nutzlosigkeit des Margalef-Index und seiner mathematischen Varianten als Diversitätsmaß hingewiesen.

Der hier vorgestellte Artenreichtumsindex entstand aus Betrachtungen über

empirisch gewonnene oder genauso gut auch wahrscheinlichkeitstheoretisch aufzeigbare Gesetzmäßigkeiten bei der Erfassung von Artenbeständen. Diese „Kinetik“ der Erfassung von Artenbeständen ist schon seit langem in Gestalt von Artenarealkurven bekannt. Allen Artenarealkurven ist gemeinsam, daß sie eine Parabel bilden, die zunächst steil ansteigt, deren Anstieg aber mit zunehmender Erfassungsintensität immer mehr abnimmt und die sich schließlich asymptotisch einem Endwert annähert. Die Steilheit dieser Kurve variiert bei gleichen Erfassungsintensitäten in Abhängigkeit von den Minimalarealen der betreffenden Organismengruppen. So wird die Artenarealkurve, die bei der Untersuchung von Ameisenpopulationen in einem Eichen-Linden-Hainbuchenwald gewonnen wird, bei niedrigeren Erfassungsintensitäten erheblich steiler verlaufen als die Artenarealkurve von Vogelpopulationen im gleichen Habitat. Wenn wir eine Untersuchung durchführen würden, könnten wir auf 100 m<sup>2</sup> Kontrollfläche vielleicht die Nester von 12 Ameisenarten finden und mit etwas Glück vielleicht eine Vogelart nistend nachweisen. Dehnen wir diese hypothetischen Untersuchungen aber auf 100 ha aus, so werden wir 20 Ameisenarten, aber schon 40 Vogelarten als sich im Untersuchungsgebiet reproduzierend feststellen können. D. h. die asymptotische Annäherung an einen Endwert erfolgt bei Organismengruppen mit kleineren Minimalarealen eher als bei solchen mit größeren Minimalarealen und bedeutet weiterhin, daß sich die Artenarealkurven nichtgleichwertiger Organismengruppen häufig an irgendeinem Punkt überkreuzen. Anders ist die Situation bei Betrachtung von praktisch gleichwertigen Organismengruppen wie von Ameisen untereinander oder von Vögeln untereinander. Hier werden sich die Artenarealkurven, die in verschiedenen Habitaten gewonnen werden, in der Regel nicht überschneiden (höchstens im Bereich sehr niedriger Erfassungsintensitäten), obwohl die Kurven unterschiedliche mittlere Anstiege zeigen – oder anders gesagt, wenn für Habitat A bei geringeren Erfassungsintensitäten schon höhere Artenzahlen ermittelt werden als für Habitat B, dann wird das mit hoher Wahrscheinlichkeit auch bei höheren Erfassungsintensitäten der Fall sein. Dieses theoretisch einleuchtende Postulat, das auch durch die Praxis bewiesen wird (man betrachte z. B. nur die Artenarealkurven von Vogelbeständen aus unterschiedlichen Habitaten Südfinnlands nach PALMGREN 1930 oder die beiden Beispiele von Artenarealkurven in Abb. 1), ist der wichtigste Punkt der hier vorgebrachten Überlegungen. Daraus ergibt sich, daß der mittlere Anstieg der einzelnen Artenarealkurven ein relatives Maß für Artenreichtum darstellt.

Übrigens ähneln Artenarealkurven sehr stark bestimmten z. B. aus der Enzymkinetik bekannten Darstellungen von Reaktionen 2. Ordnung und lassen sich vermutlich in analoger Weise mathematisch beschreiben. In diesem Sinne ist es kein abwegiger Vergleich, wenn man die Erfassungsmethode mit dem Enzym und die Artenzahl mit der Konzentration des Endproduktes vergleicht. Die Zunahme der festgestellten Arten mit der Erfassungsintensität würde dann den gleichen mathematischen Gesetzmäßigkeiten folgen wie die Zunahme der Konzentration des Endproduktes mit der Zeit.

Zur Berechnung des Artenreichtums wurden die Fangergebnisse aus dem Leutratal folgendermaßen ausgewertet. Für jede UF wurde die Artenarealkurve empirisch und wahrscheinlichkeitstheoretisch ermittelt. Aus allen diesen Einzelkurven wurde eine mittlere Artenarealkurve berechnet. Diese dient als Eichkurve. Es zeigte sich, daß die empirisch und die wahrscheinlichkeitstheoretisch

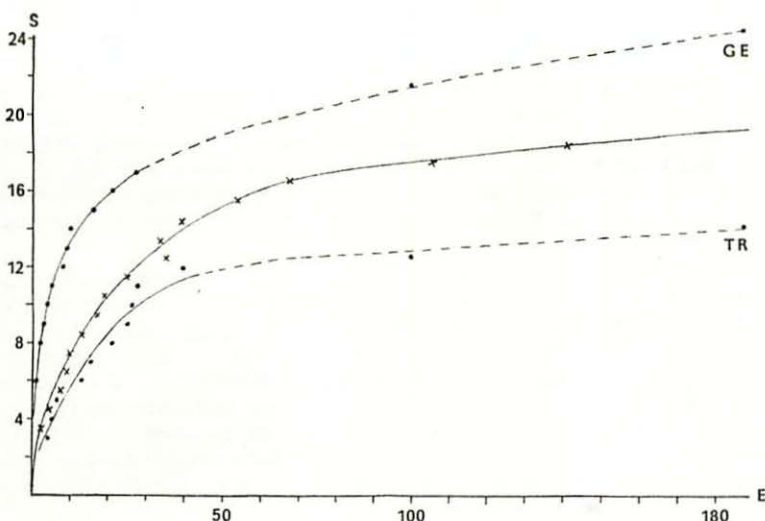


Abb. 1. Artenarealkurven von Ameisenpopulationen im Leutrat.  $S$  = Anzahl der nachgewiesenen Arten und  $E$  = Anzahl der positiven Falleninhalte. Die mittlere Kurve stellt die aus empirischen Daten berechnete mittlere Artenarealkurve für alle 7 Untersuchungsflächen dar (Kreuze). Sie ist die Bezugskurve nach der der Artenreichtum jeder einzelnen Untersuchungsfläche geschätzt wird. Sie kann im Bereich von 10 Falleninhalten aufwärts zufriedenstellend mit der Funktion  $S = 9,99 \cdot \lg (0,6 E)$  berechnet werden. Die obere Kurve (Punkte) ist die empirisch gewonnene (durchlaufende Linie) und mittels der Gleichung  $S = R \cdot \lg (0,6 E)$  fortgesetzte (gestrichelte Linie) Artenarealkurve des Gebüsches. Die untere Kurve stellt das Entsprechende für den Trockenrasen dar.

gefundene mittlere Artenarealkurve nach Glättung durch Interpolation fast perfekt übereinstimmten. Der Korrelationskoeffizient der Funktionswerte beider Kurven betrug für 10 geprüfte Argumente zwischen 10 und 150 Falleninhalten 99,9%. Beide Methoden sind also als gleichwertig zu betrachten. Die wahrscheinlichkeitstheoretische Berechnung bedeutete jedoch einen deutlich geringeren Arbeitsaufwand als das zeitaufwendige Durchlaufen der Registrierlisten. UF, deren Artenarealkurven über der mittleren verlaufen, sind relativ artenreicher als UF mit darunterliegenden Kurven. Die mittlere Artenarealkurve für Ameisenpopulationen des Leutratales läßt sich mit Ausnahme des ohnehin uninteressanten Bereiches von unter 10 Falleninhalten sehr gut logarithmisch beschreiben. Das gilt übrigens auch für die mittlere Artenarealkurve, die aus flächenbezogenen Dichteuntersuchungen des Verfassers an Ameisenpopulationen verschiedenster Habitate berechnet wurde, und für aus der Literatur entnommene Artenarealkurven. Zur Berechnung der Artenzahl  $S$  dient eine Funktion vom Typ

$$S = R \cdot \lg (aE),$$

wobei  $R$  der Artenreichtumsindex ist, der eine habitatspezifische Konstante darstellt, die zusätzlich noch vom mittleren Artenreichtum der betrachteten Organismengruppe abhängt.  $E$  ist die Erfassungsintensität und  $a$

ein Koeffizient, der direkt proportional der Größe des Minimalareals der betrachteten Organismengruppe ist. Unter der Annahme, daß die Minimalareale der Organismengruppe in allen untersuchten Habitaten gleichwertig sind, kann man  $a$  als organismengruppenspezifische Konstante betrachten. Der Wert von  $a$  wird für die mittlere Artenarealkurve berechnet und als für alle untersuchten Habitate konstant vorausgesetzt, so daß dann der Artenreichtumsindex  $R$  für jeden einzelnen Untersuchungsraum berechnet werden kann. Ob diese Voraussetzung angenommen werden kann, sollte der Auswertende in jedem Fall prüfen. Für die Ameisenpopulationen des Leutratals existieren diesbezüglich keine Bedenken.

Es muß im Übrigen festgestellt werden, daß eine zufriedenstellende logarithmische Beschreibung von Artenarealkurven für Erfassungsintensitäten nahe Null deshalb nicht möglich ist, weil Artenarealkurven stets durch den Nullpunkt laufen (zumindest theoretisch), der Logarithmus von Null dagegen aber nicht definiert ist. Sollte eine zufriedenstellende Beschreibung der mittleren Artenarealkurve nicht mittels einer logarithmischen Beziehung möglich sein und man will sich das aufwendige Berechnen einer besseren Schätzfunktion (siehe den obigen Hinweis auf die Kinetik chemischer Reaktionen) ersparen, ist die Entnahme der gewünschten Werte aus der graphischen Darstellung ein einfacher und genauer Weg.

Tabelle 5 zeigt zwei in ihrer Aussage gleichwertige Formen des hier vorgeschlagenen Artenreichtumsindex.  $R_1$  stellt die logarithmische Berechnung dar.  $R_2$  ist eine graphische Lösung durch Bildung des Quotienten aus der bei einer gegebenen Erfassungsintensität tatsächlich vorgefundenen Artenzahl durch die in der mittleren Artenarealkurve bei der gleichen Erfassungsintensität abgelesenen Artenzahl. UF mit  $R_2$  größer als 1 sind folglich artenreichere Habitate mit steileren Artenarealkurven – entsprechend gilt das Entgegengesetzte für Quotienten, die kleiner als 1 sind. Die Werte von  $R_1$  und  $R_2$  haben einen Korrelationskoeffizienten von 99,8 %, was die sehr gute logarithmische Beschreibbarkeit der mittleren Artenarealkurve für den betrachteten Bereich beweist.  $S_{\max}$  ist die theoretische Artenzahl, die auf einer UF erreicht würde, wenn sie mit gleicher Intensität wie der HA bearbeitet worden wäre.

Mit der Möglichkeit, den Artenreichtum von Habitaten direkt zu schätzen, liefert der hier vorgeschlagene Index eine reale, praktisch verwertbare und unserem Vorstellungsvermögen zugängliche Aussage. Er bietet sogar prinzipiell die Möglichkeit, nichtgleichwertige Organismengruppen zu vergleichen, wenn für jede Gruppe der das Minimalareal schätzende Koeffizient  $a$  getrennt berechnet wird. Wohl bedeutet die hier vorgeschlagene Methode einen nicht geringen Rechenaufwand – dem Verfasser will es jedoch scheinen, daß der einzige Weg zu einer realistischen Einschätzung von Artenbeständen nur über die Kenntnis der Gesetzmäßigkeiten, die bei ihrer Erfassung wirken, gehen kann. Weiterhin ist es seinem Vorstellungsvermögen nicht zugänglich, die theoretischen und praktischen Gesichtspunkte zu erkennen, die dem Margalef-Index eine so weite Verbreitung gegeben haben.

Mosaikartig strukturierte, d. h. von Rasenflächen durchsetzte lichte Gebüsche in xerothermen Südhanglagen erwiesen sich nach den Erfahrungen des Verfassers bei Siedlungsdichteuntersuchungen von Ameisenpopulationen als ausgesprochen artenreich (bis zu 18 nistende Arten auf Flächen von nur 40 m<sup>2</sup>).

Tab. 5. Der Artenreichtum der Ameisenfauna längs der Catena. S = Artenzahl, E = Erfassungsintensität als korrigierte Fallenzahl, N = Gesamtindividuenzahl,  $r_{MA}$  = Margalef-Index,  $R_1$  und  $R_2$  = berechneter und graphisch gefundener Artenreichtumsindex,  $S_{max}$  = Artenzahl, die theoretisch erreicht würde, wenn alle Untersuchungsflächen mit gleicher Intensität wie der HA bearbeitet worden wären,  $S_E$  = aus der Artenarealmittelkurve für E ablesbare Artenzahl

	BA	WI	HA	GE	TR	KI	MI
S	4	20	24	16	12	9	7
E	15	102	187	30	79	30	33
N	15	2291	5408	1286	155	155	172
$r_{MA} = \frac{S-1}{\lg N}$	2,55	5,65	6,16	4,82	5,02	3,65	2,68
$R_1 = \frac{S}{\lg (0,6 E)}$	4,19	11,19	11,70	12,75	7,16	7,17	5,39
$S_E$	9,0	17,6	19,4	12,6	17,0	12,6	13,0
$R_2 = \frac{S}{S_E}$	0,44	1,14	1,24	1,28	0,71	0,71	0,54
$S_{max} = R \cdot \lg (0,6 E)$	8,6	22,9	24,0	26,1	14,7	14,7	11,0

Diese bieten bei trockenwarmem Mesoklima durch ein sehr vielfältiges Muster unterschiedlicher Kleinsthabitate auf engem Raum für viele Ameisenarten mit sehr unterschiedlichen Ansprüchen gute Existenzbedingungen. Genauso einleuchtend ist die Feststellung, daß extreme Trockenrasenstandorte weit weniger Arten Lebensmöglichkeiten bieten. So fand der Verfasser auf derartigen Standorten auf 40 m<sup>2</sup> höchstens 9 nistende Arten. Diese Beobachtungen stehen auch im Einklang mit großräumigen Feststellungen, die Buschsteppen als ausgesprochen artenreich und Karstgebiete bzw. Halbwüsten als deutlich weniger artenreich ausweisen (z. B. ARNOLDI 1969). Vergleicht man nun mit Blick auf die oben gemachten Bemerkungen die Werte des Margalef-Index mit denen des hier vorgeschlagenen Artenreichtumsindex für die UF GE und TR, dann wird die ausgesprochene Falschaussage des ersteren und die reale Aussage des letzteren deutlich dokumentiert. Infolge der „Unschärfe“ der Fallenfangmethode bleibt aber eine schwache Überbewertung des TR trotzdem erhalten, denn zwei Arten, die in Einzeltieren dort gefangen wurden, haben dort mit Sicherheit nicht genistet. Sie sind von den Nachbarflächen eingewandert und als Zufalls-gäste anzusehen.

Auf eine ins einzelne gehende Interpretation der Artenbestände der anderen UF sei hier verzichtet. Es ist aber generell festzustellen, daß der hier vorgeschlagene Index in keinem Fall Werte liefert, die den an anderen Orten gewonnenen Erfahrungen des Verfassers widersprechen. Hervorgehoben sei lediglich der hohe Artenreichtum der WI, die aber mikroklimatisch dem HA ähnlich ist (REICHHOFF 1977) und deshalb zusätzlich viele ausgesprochen xerothermophile Arten aufweist.

Berechnungen zur Gleichförmigkeit der Ameisenpopulationen aus den Fallenfängen sind bei dem erdrückenden Übergewicht von *F. nigricans* nicht sinn-

voll, denn die Evenness-Werte sind erwartungsgemäß indirekt proportional den jeweiligen Anteilen dieser Art. Auf Einzelheiten wird hier deshalb verzichtet.

Auch Ähnlichkeitsberechnungen sind durch den *F. nigricans*-Effekt fragwürdig. Die unten dargestellte Ähnlichkeitsmatrix, die nach der Formel von SCHOENER berechnet wurde, berücksichtigt deshalb die dominante Art *F. nigricans* nicht und bezieht sich also allein auf die restlichen 32 in den Fallenfängen erhaltenen Arten.

Tab. 6. Ähnlichkeitsmatrix der Ameisenpopulationen der Untersuchungsflächen unter Nichtberücksichtigung von *Formica nigricans* (Angaben in %)

	WI	HA	GE	TR	KI	MI
WI	—	47,1	68,8	25,3	2,5	1,4
HA	47,1	—	34,5	12,9	2,6	0,6
GE	68,8	34,5	—	50,5	2,4	0
TR	25,3	12,9	50,5	—	2,7	1,5
KI	2,5	2,6	2,4	2,7	—	75,1
MI	1,4	0,6	0	1,5	75,1	—

Die hohe Eigenständigkeit der Ameisenfauna der beiden Waldstandorte kommt ganz deutlich zum Ausdruck. KI und MI zeigen eine hohe Ähnlichkeit von 75,1 % – zu allen anderen Standorten nahezu völlige Unterschiedlichkeit mit Ähnlichkeiten von lediglich 0–2,7 %. WI, HA und GE sind miteinander recht stark verwandt. Die Überlappungswerte betragen 34,5–68,8 %. Die Artenzusammensetzung des TR ist nur der des GE stärker ähnlich, im übrigen aber recht eigenständig.

## 8. Zusammenfassung

In den Jahren 1971–1974 bearbeitete eine Gruppe von Ökologen eine Rasen-Wald-Catena im Leutratl bei Jena (Thüringen) an einem teilweise xerothermen, südexponierten Kalkhang in der Abfolge Bachrandgehölz – Wirtschaftswiese – typischer Halbtrockenrasen – Gebüschgürtel – Trockenrasen und am anschließenden Nordhang einen Kiefernforst und Buchenmischwald. Die dabei vorwiegend aus Fallenfängen und weniger aus Bodenproben gewonnenen Ameisen bildeten 35 Arten in 14 031 Individuen.

Die Verteilung ausgewählter Ameisenarten längs der Catena wird erläutert. Den größten Artenreichtum weisen der xerotherme Gebüschgürtel, der Halbtrockenrasen und die Wirtschaftswiese auf. In weitem Abstand folgen dann Kiefernwald und Trockenrasen. Der eindeutig artenärmste Standort ist das Bachrandgehölz. Im Halbtrockenrasen und Gebüschgürtel besitzt *Formica nigricans* EMERY bezüglich der Biomasse der in den Fallen gefangenen Individuen die absolut dominierende Position, nicht nur innerhalb der Formiciden, sondern auch unter allen zoophagen Arthropoden insgesamt. Im Halbtrockenrasen beträgt ihr Massenanteil 68,6 % der Summe der Fangmassen von Carabiden, Staphyliniden, Arachniden, Formiciden und Chilopoden. Dieses enorme Übergewicht einer großen räuberischen Ameisenart, hervorgerufen wohl durch die zufällige Nähe einer großen Kolonie, hat mit großer Wahrscheinlichkeit beträchtliche Auswirkungen auf die Bestände einiger anderer Arthropodengruppen gehabt. Einige dieser Effekte werden diskutiert. Aus den oben genannten Gründen erscheint es sehr gewagt, die Zusammensetzung der Arthropodenfauna



auf den von *F. nigricans* beherrschten Untersuchungsflächen als allgemeingültig für die entsprechenden Habitate des Leutratales anzunehmen.

Es wird gezeigt, daß Berechnungen zum Artenreichtum der Untersuchungsflächen, die auf Gesamtindividuenzahlen bezogen sind (Margalef-Index), stark irreführende Ergebnisse bringen. Ein Index, der die Erfassungsintensität als Differenzierungsgrundlage verwendet, erwies sich dagegen als gute Darstellung realer Verhältnisse.

### Summary

From 1971 to 1974 a team of ecologists investigated a grassland-wood-catena of a partially xerothermous limestone slope in the „Leutratal“ near Jena (GDR, Thüringen). The catena included on the southern slope a brook shrub (BA), a cut meadow (WI), a typical semidry grassland (HA), a shrub belt (GE), a dry grassland (TR) and was continued on the northern slope with a pine forest (KI) and a beech mixed forest (MI). From these test plots were obtained 14 031 individuals of 35 ant species, mostly by pitfall trapping and, in a much lesser extent, by taking soil samples.

The distribution of several ant species along the catena is commented. The highest species richness is observed in the shrub belt, the semidry grassland, and the cut meadow. In the extremely dry grassland and in the pine forest species numbers are notably smaller. The cool and wet brook shrub has the clearly poorest species composition. In respect to the biomass of individuals caught by pitfall traps *Formica nigricans* EMERY occupied the absolutely dominating position, not only within the ant population but also among all groups of arthropods with secondary or tertiary consumer function in the semidry grassland and shrub belt. In the semidry grassland the biomass of this species amounts 68,6 % of all zoophagous arthropods. This enormous preponderance of a large predatory ant species, probably originating from the accidental proximity of a large colony to the trapping site, very likely affected the densities of several other arthropod groups in the test plot. Some of these effects are discussed. For the above mentioned reasons it appears doubtful to regard the arthropod fauna composition of the test plots ruled by *F. nigricans* to be typical for the corresponding habitats of the whole „Leutratal“.

It is demonstrated that species richness calculations of the test plots referred to total individual numbers (Index of Margalef) yield very misleading results. In contrast, an index using the sampling intensity as basis for differentiation proved to provide a suitable picture of real conditions.

### 9. Literatur

- ARNOLDI, K. V. (1969): Die zonalen ökologischen und zoogeographischen Besonderheiten der Myrmecofauna der Russischen Ebene. — *Pedobiologia* 9: 215–222.
- BRAUNE, M. (1972): Notizen zur Ameisenfauna der ČSSR. *Zprávy Českoslov. spol. entomol. CSAV, Praha* 8: 89.
- DE BENEDICTIS, P. A. (1973): On the correlations between certain diversity indices. *Amer. Natur.* 107: 295–302.
- DUNGER, W. (1978): Parameter der Bodenfauna in einer Catena von Rasen-Ökosystemen. — *Pedobiologia* 18: 310–340.
- DUNGER, W., H.-U. PETER und S. TOBISCH (1980): Eine Rasen-Wald-Catena im Leutratal bei Jena als pedozoologisches Untersuchungsgebiet und ihre Laufkäferfauna. — *Abh. Ber. Naturkundemuseum Görlitz* 53, 2: 1–78.

- COLLINGWOOD, C. A. (1979): The Formicidae (Hymenoptera) of Fennoscandia and Denmark. — Fauna Entomologica Scandinavica 8, Klampenborg.
- FAGER, E. W. (1972): Diversity: A sampling study. — Am. Nat. 106: 293–310.
- GALLÉ, L. (1978 a): Dispersion of nests of an ant species. — Acta Biologica Szeged 24: 105–109.
- GALLÉ, L. (1978 b): Data on the ecological energetics of *Formica pratensis* Retz. in the psammophile ecosystems of the southern Hungarian plane. — Acta Biologica Szeged 24: 97–104.
- GLUCH, W. (1973): Die oberirdische Netto-Primärproduktion in drei Halbtrockenrasengesellschaften des NSG „Leutatal“ bei Jena. — Arch. Naturschutz u. Landschaftsforsch. 13: 21–42.
- KNAPP, H. D., und L. REICHHOFF (1976): Die Vegetation des NSG „Leutatal“ bei Jena. — Arch. Naturschutz u. Landschaftsforsch. 15: 91–124.
- MABELIS, A. A. (1979): Wood and wars — The relationship between aggression and predation in the red wood ant (*Formica polyctena* Förster). — The Netherlands Journal of Zoology 29: 451–620.
- MÜLLER, H. J., R. BÄHRMANN, W. HEINRICH, R. MARSTALLER, G. SCHÄLLER und W. WITTSACK (1978): Zur Strukturanalyse der epigäischen Arthropodenfauna einer Rasen-Katena durch Kescherfänge. — Zool. Jb. Syst. 105: 131–184.
- OTTO, D. (1968): Zur Verbreitung der Arten der *Formica rufa*-Gruppe. Beiträge Ent. 18: 671–692.
- PALMGREN, P. (1930): Quantitative Untersuchungen über die Vogelfauna Südfinnlands mit besonderer Berücksichtigung Alands. — Acta zool. fennica 7: 1–128.
- PETER, H.-U. (1974): Bodenzoologische Untersuchungen im NSG „Leutatal“ bei Jena. — Diplomarbeit Mskr. 180 S. Jena.
- RAPP, O. (1943): Die Ameisen Thüringens. Erfurt.
- REICHHOFF, L. (1973): Homogenitäts- und Strukturuntersuchungen an xerothermen Rasengesellschaften und trockenen Ausbildungen der Glatthaferwiese im NSG „Leutatal“ bei Jena. — Arch. Naturschutz u. Landschaftsforsch. 13: 43–59.
- (1977): Mikroklimatische und ökophysiologische Untersuchungen im NSG „Leutatal“. Zur Differenzierung der Trocken- und Halbtrockenrasen. — Diss. Mskr. 152 S. Halle.
- SEIFERT, B. (1982): *Lasius* (*Chthonolasius*) *jensi* n. sp. — eine neue temporär sozialparasitische Erdameise aus Mitteleuropa. — Reichenb. 20 (im Druck).
- (in Vorber.) Zur Unterscheidung und dem Vorkommen von *Tapinoma erraticum* (LATR.) und *Tapinoma ambiguum* EMERY.
- STÖCKER, G. (1974): Zur Stabilität und Balastbarkeit von Ökosystemen. — Arch. Naturschutz u. Landschaftsforsch. 14: 237–261.
- TÖRNE, E. v. (1975): Ergebnisse der Untersuchungen ausgewählter Probleme des Stoffhaushaltes unter besonderer Berücksichtigung der biotischen Feinschichtung des Bodens. — Forschungsberichte Eberswalde Mskr.
- VOGEL, J., und W. DUNGER (1980): Untersuchungen über Struktur und Herkunft der Staphylinidenfauna (Coleoptera, Staphylinidae) einer Rasen-Wald-Catena in Thüringen (Leutatal bei Jena). — Abh. Ber. Naturkundemuseum Görlitz 53, 1: 1–48.

Anschrift des Verfassers:

Dipl.-Biol. Bernhard Seifert

Staatliches Museum für Naturkunde Görlitz — Forschungsstelle

DDR-8900 Görlitz

Am Museum 1