

von Nordamerika nach England eingeschleppt worden. Hier hat er sich im Brackwasser vermehrt. Dieser durchschnittlich 10 mm große, getigerte Flohkrebs zeigt als Artmerkmal auf seinem Chitinpanzer dunkle Querstreifen.

Da die Kalibergwerke Thüringens in die Werra chloridhaltige Abwässer einleiten, ist unser einheimischer Bachflohkrebs *Gammarus pulex* aus diesem Flußlauf verschwunden. Um den Fischen günstige Nahrung anzubieten, wurde zum ersten Mal auf dem Kontinent, und zwar 1957 bei Freudenthal an der Werra, der salzliebende, getigerte Flohkrebs ausgesetzt. Er füllte eine ökologische Nische aus und fühlt sich in der Weser so wohl, daß heute sein Verbreitungsgebiet von der Werra bis nach Bremen reicht.

Nach den Untersuchungen von Tesch und Fries (Der Fischwirt, 1963, Nr. 11, 1—8), die an der Staustufe Landesbergen durchgeführt wurden, waren die Mägen von Barsch, Plötze, Gründling, Brasse und Aland gefüllt mit *Gammarus tigrinus*. Nur ausgesprochene Raubfische wie der Hecht fressen ihn nicht. Seit der massenhaften Vermehrung dieses Ringelkrebsses zeigen die Fische einen gesteigerten Jahreszuwachs und sind im Fleisch qualitativ wertvoller.

Die massenhafte Zunahme dieses Krebses fällt in die Zeit kurz nach der Inbetriebnahme der Staustufen Schlüsselburg (1956) und Landesbergen (1960). In den sich hier absetzenden organischen Sinkstoffen findet er ein reichliches Nahrungsangebot. Als weitere Folge darf man eine Zunahme der Friedfische ansehen. Sollten die vielen Zwergtaucher und die Tauchenten, die hier überwintern, das reiche Angebot an Gammariden nutzen und deswegen die Staustufe Schlüsselburg bevorzugen? Nur Magenuntersuchungen von Wasservögeln können hierüber Aufschluß geben.

Anschrift des Verfassers: Dr. Erich Schoennagel, 325 Hameln, Am Meisenbrink 14.

## **Aktivitätsverteilung der Carabiden in einem Biotopmosaik**

A. W. L a u t e r b a c h, Hagen

Die Streuschicht unserer Wälder ist der Lebensraum der Laufkäfer. In diesem organogenen Bodenhorizont, in dem sich Organismen fast aller Stämme und Lebensformen konzentrieren, finden die Carabiden tagsüber ihren Unterschlupf; auf ihm jagen sie nachts. Um ihre

Aktivität zu erfassen, bedient man sich seit Stammer (11) der Barber-Fallen, wie sie Heydemann (5) beschrieb. Mit der Bodenoberfläche abschließende Fanggläser registrieren die epigäische Carabidenfauna. Sie erfassen hierbei die einzelnen Individuen im Maße ihrer Eigenaktivität. Die in einer Falle nachgewiesenen Tiere einer Art belegen deren Aktivitätsdichte (Heydemann, 3) und Stellung im betreffenden Lebensraum zur Fangzeit.

Bisher wurde mit dieser Erfassungsmethode die Carabidenverteilung in abgeschlossenen und einheitlichen Wald- und Forstgesellschaften ermittelt (2, 7, 8, 9, 14, 15, 19). Die einzelnen Gesellschaften wiesen eine spezifische Carabidenfauna auf, die durch ihre Arten- und Individuendichte, einige charakteristische Arten wie den Anteil an verschiedenen ökologischen Gruppierungen und die Dominanzfolge der Arten charakterisiert ist.

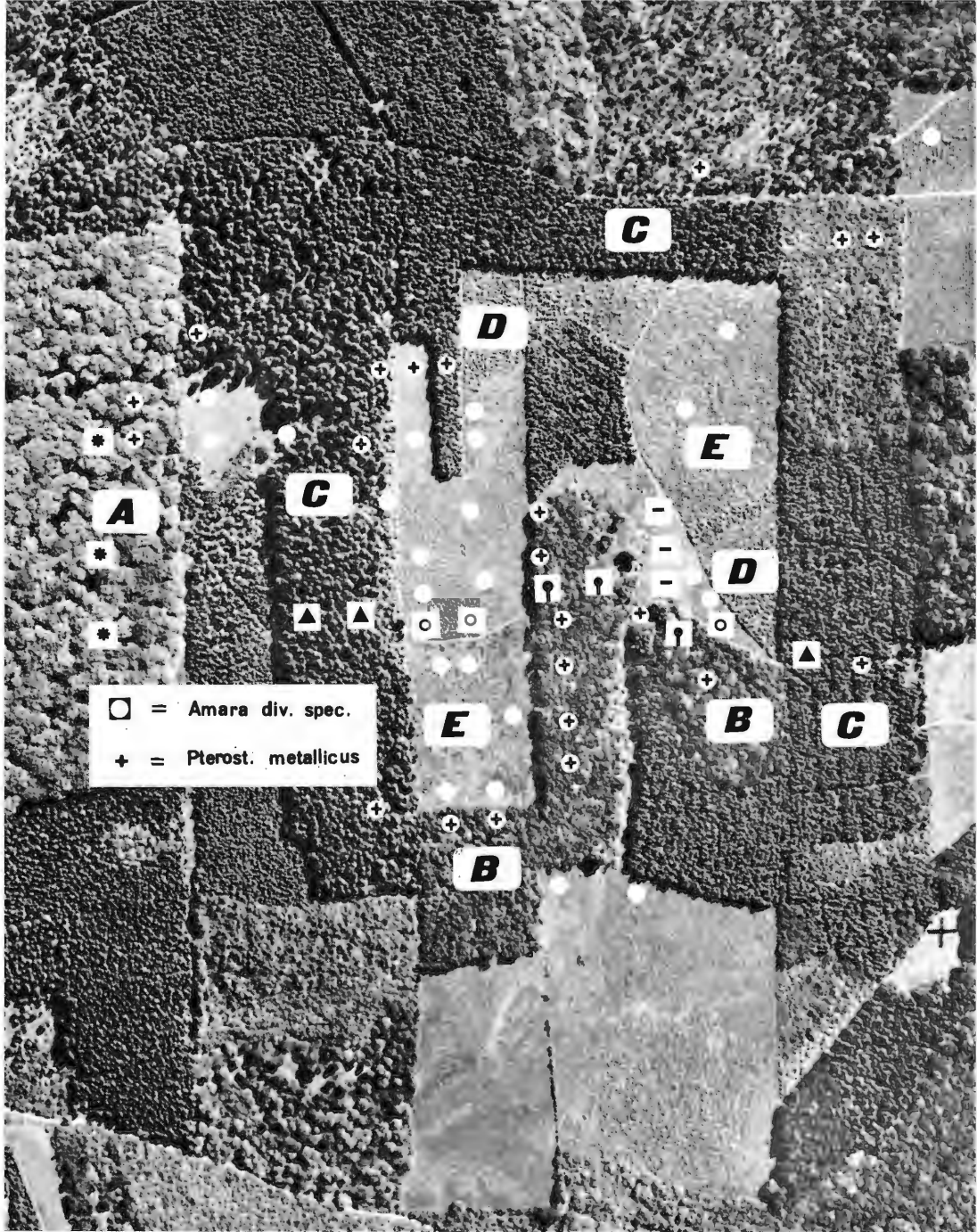
Ein solcher Befund fordert eine Analyse des Beziehungsgefüges „Laufkäfer-Umwelt“. Zunächst war es im Bereich der abiotischen Faktoren Licht, Temperatur und Feuchte möglich, die Standortgegebenheiten den Standortansprüchen der einzelnen Arten gegenüberzustellen. Im Laboratorium gelingt es leicht, ein gleichmäßig gestuftes Licht-, Temperatur- und Feuchtigkeitsgefälle zu erzeugen und die Reaktion der Laufkäfer in diesen Feldern zu ermitteln. Sie fliehen in solchen Präferenzversuchen den pessimalen Bereichen und verharren im Optimum, das in seiner Lage und Ausdehnung artspezifisch ist.

Von den häufigsten Waldcarabiden konnte so die ökologische Potenz (Schwerdtfeger, 10) den drei Abiotica gegenüber ermittelt werden. Stellt man sie den in der bodennahen Luftschicht des „Heimatbiotops“ registrierten Intensitätsstufen gleicher Faktoren, der ökologischen Valenz (Schwerdtfeger, 10) gegenüber, so zeigt sich eine weitgehende Entsprechung (8).

Hiermit ist für die Carabiden das Standortklima als ein bedeutender „platzanweisender“ Faktorenkomplex (Tretzel, 17) herausgestellt.

Was für die großräumige Verteilung innerhalb geschlossener Waldgesellschaften gilt, das müßte auch im Bereich eines Biotopmosaiks Gültigkeit besitzen. Wenn Laufkäfer in den Präferenzversuchen sich so eindeutig und schnell in ein Faktorengefälle einordnen, dann müßten sie auch in einem Gebiet, in dem mit der Pflanzendecke das Standortklima kleinräumig wechselt, ihrer ökologischen Potenz gemäß verteilt sein.

Es stellte sich so die Frage nach der Feinverteilung der in ihren Standortklimaansprüchen bekannten Carabiden. Um sie zu klären, wurden in einem Mosaik von Wald- und Forstgesellschaften kleinräumige Fänge und Standortklimamessungen durchgeführt:



◻ = Amara div. spec.  
 + = Pterost. metallicus

Abb. 1. Verteilung der „Waldart“ *Pterostichus metallicus* und der „Lichtungsarten“ der Gattung *Amara*

Standort:

Lage: Ennepe-Ruhr-Kreis, Buscher Berg

Meßtischblatt 4610 Hagen

Rechtswert: 26 009—12

Hochwert: 56 885— 8

280 m—240 m NN Exposition NNW ca 20°

Untergrund:

Grauwackensandstein der Unteren Honseler-Schichten (tmh1)

Boden:

Basenarme Braunerdeböden mit Humus- und Rohhumusauflagen unterschiedlicher Mächtigkeit

Vegetation: (siehe Abb. 1)

A = Farn-Buchenwald

B = Eichen-Birkenwald

C = Fichtenforst (Altholz)

D = Fichtenforst (Stangenholz)

E = Weidenröschen-Waldgreiskraut-Schlaggesellschaft mit Fichtenaufforstung und eingestreuten Kahlschlaggebüsch

Luftaufnahme:

Ausschnitt aus Bild 5271 des Luftbildplanes Hagen. Befliegung durch Hansa- Luftbild am 30. 4. 59

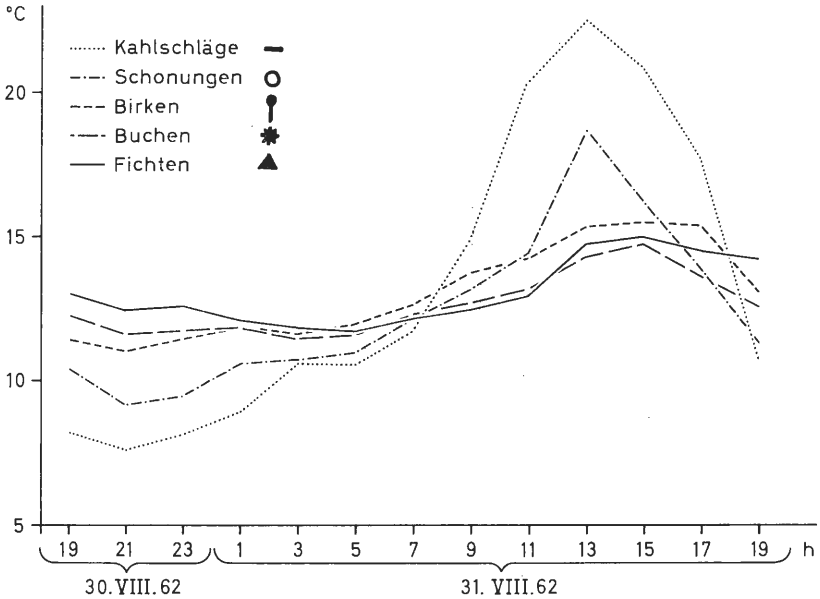


Abb. 2 Tagesgang der Temperatur in der bodennahen Luftschicht einzelner Biotope

### Standortklima:

Die Standortklimamessungen wiesen ein Mikroklimamosaik nach, das mit dem Vegetationsmosaik zusammenfiel. In ihm stand das durch große Schwankungen im Tagesgang ausgezeichnete Lichtungsklima unmittelbar neben dem ausgeglichenen, vorwiegend dunkel-kühl-feuchten Bestandsklima. Der schnelle Wechsel der Klimasituationen von Biotop zu Biotop konnte vor allem an Sommertagen beobachtet werden. An fünfzehn in Abb. 1 markierten Standorten wurden am 30./31. VIII. 62 mit abgeschirmten  $1/10^{\circ}$  C Thermometern in 1 cm Höhe stündlich Messungen durchgeführt. Die Mittelwerte von jeweils drei gleichsignierten Meßstationen sind in Abb. 2 zusammengestellt.

Zur Ermittlung der Carabidenaktivität in diesem Areal wurden 94 Barber-Fallen vorwiegend im Grenzbereich der Einzelbiotop vom 5. V.—8. IX. 61 exponiert und monatlich geleert. Sie erfaßten 2881 Aktivitätsbekundungen von 28 Arten.

Die in den Großraumfängen als typische Waldcarabiden ausgewiesenen Arten, die in den Präferenzversuchen den dunkel-kühl-feuchten Bereich bevorzugten, waren im Biotopmosaik fast ausschließlich an baumbestandenen Stellen aktiv. Sie verteilten sich prozentual folgendermaßen auf die einzelnen Standortgruppen:

	Buchen	Eichen-Birken	Fichten	Kahlschläge	n
<i>Pterostichus cristatus</i> DUF.	77	16	5	2	57
<i>Pterostichus metallicus</i> F.	71	23	4	2	49
<i>Cychnus attenuatus</i> F.	32	48	13	7	58

Typische Lichtungscarabiden, die im Versuch hellwarm-trockene Zonen präferierten, wurden vorzugsweise auf den Lichtungen und vereinzelt in den lichten Eichen-Birkenbeständen angetroffen. In den zahlreichen Fichtenforsten waren sie nur an zwei Windbruchstellen nachzuweisen.

	Buchen	Eichen-Birken	Fichten	Kahlschläge	n
<i>Carabus arcensis</i> HBST.	—	21	7	72	20
<i>Harpalus quadripunctatus</i> DEJ.	—	10	3	87	31
<i>Amara</i> div. spec.	—	5	4	91	37

Die unterschiedlichen Standorte der „Walddiere“ und „Lichtungstiere“ lassen sich am besten in einem Luftbild veranschaulichen (Abb. 1). Hierbei wird deutlich, daß diese Arten auch in einem Biotopmosaik nur an den Stellen ihre Aktivität entfalten, die ein ihrem Präferenzverhalten entsprechendes Standortklima aufweisen. In Übereinstimmung mit Beobachtungen an Hecken (14, 16) und Bestandsrändern (8) kann so festgestellt werden:

In groß- wie kleinräumigen Arealen sind die charakteristischen Arten ihren in Laborversuchen ermittelten Standortansprüchen gemäß verteilt.

Diese typischen Arten bilden aber nur einen geringen Anteil der Carabidenbesiedlung eines Standortes. Es dominieren jeweils euryöke Arten. In unserem Gebiete waren es:

	Buchen	Eichen-Birken	Fichten	Kahlschläge	n
<i>Pterostichus niger</i> SCHALL.	5	39	21	35	136
<i>Carabus nemoralis</i> MÜLL.	9	61	9	21	101
<i>Carabus problematicus</i> THOMS.	39	12	41	8	379
<i>Abax ater</i> VILL.	41	38	18	3	1603

Die beiden ersten Arten zeigten einen Verteilungsschwerpunkt in den lichten Beständen und auf den Lichtungen, die beiden letzten dominierten in den dichten Waldbeständen. Bei einer Anwesenheit in fast allen Biotopen, die sich u. a. aus einer weitgehenden Toleranz dem Temperaturfaktor gegenüber ergibt (8, 13), weisen auch diese euryöken Arten Bindungen an einen Standortkomplex auf.

Von besonderem Interesse ist die Verteilung der weitverbreiteten Art *Abax ater*. Bei 8782 Fallenkontrollen in Waldungen des Westsauerlandes und auf den in sie eingestreuten Lichtungen fehlte *Abax ater* in keiner intakten Falle. In den Hangmooren des Ebbegebirges war er ebenso vertreten wie auf Waldbrandflächen, wo er als erste flugunfähige Laufkäferart einige Wochen nach dem Brand wieder jagte. Dabei zeigte seine Aktivitätsdichte eine solche Schwankungsbreite (beim Großraumfang 1—289), daß sie bei der bekannten ökologischen Potenz dieser Art zu einem wichtigen Standortkriterium wird. In unserem Untersuchungsgebiet fixierten die Fallen ein Aktivitätsmuster, das mit dem Deckungsgrad der Vegetation korrespondierte. An Hand der Luftaufnahme (Abb. 3) läßt sich diese Entsprechung bis in kleine Störungszonen hinein verfolgen. Einer Lücke, die durch Windbruch entstand, entspricht ein Aktivitätsrückgang, der auf der Lichtungsseite größer ist als auf der Bestandsseite (A, B). Eine ähnliche Minderung der Aktivitätsdichte zeigen die Störungszonen (C—F und 3, 4), für die zusammen mit der Fallenreihe (1—9) die genauen Werte folgender Aufstellung zu entnehmen sind:

Fallenstandort	1	2	3	4	5	6	7	8	9	A	B	C	D	E	F
Aktivitätsdichte von <i>Abax ater</i>	57	3	4	9	37	35	6	9	3	10	4	17	13	4	2

Damit erweist sich *Abax ater* als ökologischer Indikator im Sinne von Heydemann (4). Er ist befähigt, „abiotische Umweltqualitäten seines Lebensraumes durch seine Anwesenheit überhaupt oder aber durch die Größe seiner Siedlungsdichte ... anzu-



Abb. 3 Aktivitätsverteilung von *Abax ater*

zeigen“. Es überrascht hier wie beim Großraumfang die minuziöse Stufung seiner Aktivitätsentfaltung. Bei der Suche nach den Gründen muß auf frühere Untersuchungsergebnisse zurückgegriffen werden (8).

1. *Abax ater* zeigt bei Freilandversuchen eine endogen festgelegte Aktivitätsrhythmik mit einem Maximum in der ersten Nachthälfte:

Zeit:	Su—21	22	23	24	1	2	3	4	5 Uhr	n
% der Gesamtaktivität:	3,8	37,7	14,9	13,5	10,1	8,9	6,4	3,8	0,9	1815

2. Die Laufgeschwindigkeit und mit ihr der Aktionsradius nehmen mit steigender Temperatur erheblich zu. An gleichem Standort wurden in aufeinanderfolgenden Nächten folgende Fangraten erzielt:

Datum	5.	6.	7.	8.	9.	10. IX. 1962
Ø Temp. der 1. Nachthälfte	10,1	12,2	22,0	18,3	9,4	9,8 ° C
Fang von <i>Abax ater</i> in 300 Fallen	74	108	261	174	79	93

3. Der Aktionsradius markierter *Abax ater*-Exemplare war weitgehend von der Struktur und dem Bewuchs des Untergrundes abhängig. Den größten Raumwiderstand (Heydemann, 6) zeigten vergraste Fichtenkulturen, den geringsten Fichten- und Buchenbestände mit feuchter Streuschicht. Hiernach kann die unterschiedliche Aktivitätsdichte an benachbarten Standorten in unserem Untersuchungsgebiet folgendermaßen gedeutet werden:

Die ihrem Präferenzverhalten nach stenohygre und stenophote Art findet in ihrer Hauptaktivitätsphase an allen Standorten günstige Feuchte- und Lichtverhältnisse. Die Standorttemperaturen ermöglichen dem eurythermen *Abax ater* überall eine Aktivitätsentfaltung. Seine Bewegungsintensität ist jedoch stark temperaturabhängig. So erreicht *Abax ater* auf der vegetationslosen Streuschicht der Fichten- und Buchenbestände bei geringem Raumwiderstand und relativ hoher Temperatur einen großen Aktionsradius. An den offenen Standorten hingegen mindern die rückstrahlungsbedingte niedrige Temperatur und die schlecht durchgängige Krautschicht sein Vorwärtskommen.

So wird von den Faktoren Standorttemperatur und Raumwiderstand aus das Aktivitätsverteilungsmuster der im Untersuchungsgebiet häufigsten Carabidenart verständlich. Daß andere, vor allem biotische Faktoren ebenfalls das Aktivitätsverhalten beeinflussen, liegt auf der Hand. Erst wenn sie alle bekannt sind, kann über ihren Stellenwert entschieden werden.



Diese Untersuchung sagt an Hand eines begrenzten Beispiels aus:

1. Die charakteristischen Wald- und Lichtungsarten zeigen in einem Biotopmosaik die gleichen ihrem Präferenzverhalten entsprechenden Bindungen wie in zusammenhängenden Waldbeständen.
2. Die euryöken Arten weisen trotz großer Streuung einen deutlichen Verteilungsschwerpunkt auf.
3. Die differenzierte Aktivitätsverteilung von *Abax ater* ist vom jeweiligen Raumwiderstand und von der Standorttemperatur zur Zeit der Hauptaktivitätsentfaltung aus zu verstehen.

#### Literatur

- (1) Barner, K.: Die Cicindeliden und Carabiden der Umgebung von Minden und Bielefeld I, II, u. III. Abh. Landesmus. Naturkde. Münster i. W. 8, 1—34 (1937), 12, 1—28 (1949) u. 16, 1—64 (1954). — (2) van der Drift, J.: Field studies on the surface fauna of forests. Bijdr. Dierkde. 29, 79—103 (1959). — (3) Heydemann, B.: Agrarökologische Problematik (dargetan an Untersuchungen über die Tierwelt der Bodenoberfläche der Kulturfelder). Diss. Kiel (1953). — (4) Heydemann, B.: Carabiden der Kulturfelder als ökologische Indikatoren. Ber. 7. Wandervers. dt. Entom. 172—185 (1955). — (5) Heydemann, B.: Über die Bedeutung der „Formalinfallen“ für die zoologische Landesforschung. Faun. Mitt. Norddeutschland 6, 19—24 (1956). — (6) Heydemann, B.: Die Biotopstruktur als Raumwiderstand und Rauffülle für die Tierwelt. Verh. Dt. Zool. Ges. Hamburg, 332—347 (1956). — (7) Knopf, H. E.: Vergleichende ökologische Untersuchungen an Coleopteren aus Bodenoberflächenfängen in Waldstandorten auf verschiedenem Grundgestein. Z. ang. Entom. 49, 353—362 (1962). — (8) Lauterbach, A. W.: Verbreitungs- und aktivitätsbestimmende Faktoren bei Carabiden in sauerländischen Wäldern. Abh. Landesmus. Naturkde. Münster i. W. 26, 1—103 (1964). — (9) Röber, H. & C. Schmidt: Untersuchungen über die räumliche und biotopmäßige Verteilung einheimischer Käfer. Natur und Heimat 9, 1—19 (1949). — (10) Schwerdtfeger, F.: Autökologie — Die Beziehungen zwischen Tier und Umwelt —. Berlin (1963). — (11) Stammer, H. J.: Die Bedeutung der Äthylenglykolfallen für tierökologische und -phänologische Untersuchungen. Verh. dt. Zool. Kiel 1948, 387—391 (1949). — (12) Strenzke, K.: Grundfragen der Autökologie. Acta biotheor. (Leiden) 9, 163—184 (1951). — (13) Thiele, H. U.: Experimentelle Untersuchungen über die Ursachen der Biotopbindung bei Carabiden. Z. Morph. Ökol. Tiere 53, 387—452 (1964). — (14) Thiele, H. U.: Ökologische Untersuchungen an bodenbewohnenden Coleopteren einer Heckenlandschaft. Z. Morph. Ökol. Tiere 53, 537—586 (1964). — (15) Thiele, H. U. & Kolbe, W.: Beziehungen zwischen bodenbewohnenden Käfern und Pflanzengesellschaften in Wäldern. Pedobiologia 1, 157—173 (1962). — (16) Tischler, W.: Biozönotische Untersuchungen an Wallhecken. Zool. Jb., Abt. System., Ökol. u. Geogr. 77, 284—400 (1948). — (17) Tretzel, E.: Intragenerische Isolation und interspezifische Konkurrenz bei Spinnen. Z. Morph. Ökol. Tiere 44, 43—162 (1955). — (18) Vieser, W.: Temperatur- und Feuchtigkeitsverhältnisse in bodennahen Luftschichten. Beitr. z. naturk. Forsch. in Südwestdeutschland 10, 3—34 (1951). — (19) Wilms, B.: Untersuchungen zur Bodenkäferfauna in drei pflanzensoziologisch unterschiedenen Wäldern der Umgebung Münsters. Abh. Landesmus. Naturkde. Münster i. W. 23, 1—15 (1961).

Anschrift des Verfassers: Dr. A. W. Lauterbach, 58 Hagen (Westf.), Boeler Straße 175.