Ber. Naturwiss. Verein Bielefeld u. Umgegend | 30 | 1989 | 151–181

Die Zonierung der Carabidenfauna in Kalk–Magerrasen des Weserberglandes

Jürgen GROSSKOPF, Datteln

mit 17 Abbildungen
und 8 Tabellen

Inhalt

1. Einleitung 152
2. Untersuchungsgebiete 152
   2.1 Geimer Berg bei Helmern 152
   2.2 Dahlberg bei Westheim 153
   2.3 Großer Scheffelberg bei Scherfede 154
   2.4 Weldaer Berg bei Warburg 155
3. Klima 156
   3.1 Makroklima 156
   3.2 Mikroklima 157
4. Material und Methode 157
   4.1 Bodenfallen 157
   4.2 Biomasse–Berechnung 158
   4.3 Zuordnung autökologischer Parameter 158
5. Zonierung der Carabidenfauna 160
   5.1 Artenzahl und Aktivitätsdichte 160
   5.2 Diversität (SHANNON & WEAVER 1949) und Evenness (PIELOU 1966) 161
   5.3 Aktivitäts–Dominanz 161
   5.4 Vergleich "ökologischer Gruppen" 163
6. Versuch Drahteinsatz 170
   6.1 Effektivität (Wirkung auf Wirbeltiere) 171
   6.2 Nebenwirkungen (Wirkung auf Carabiden) 171
7. Zusammenfassung 174
8. Literatur 174
9. Anhang 180

Verfasser:
Jürgen Großkopf, Hachhausener Str. 115, 4354 Datteln

1. Einleitung

Auf einigen Bergen und Hochflächen des südöstlichen Weserberglandes kann man noch heute interessante Wärme – Standorte finden. Der wasserdurchlässige Untergrund aus Kalkgestein ermöglicht vor allem an südexponierten, mehr oder weniger steilen Hängen ein Überdauern von Magerrasen – Relikten inmitten einer zunehmend intensiv geführten Landwirtschaft. Diese auch kulturhistorisch bedeutsamen Flächen können durch das von der Umgebung abweichende "südlichere" Mesoklima (HOLSTE 1974) ein wichtiges Artenreservoir für Pflanzen und Tiere mit besonderen Ansprüchen darstellen.
Während derartige Xerothermstandorte in ihren zentralen Bereichen – insbesondere floristisch – gut untersucht sind, versucht diese Arbeit, die Rand – und Nachbar – Bereiche der Magerrasen in die Darstellung vergleichend mit einzubeziehen.
Aus der Zusammensetzung der Carabiden – Gesellschaften in den untersuchten Zonen wird dabei auf die Abstufung der vom Magerrasen – Zentrum bis in das angrenzende Grünland wirkenden Umweltfaktoren geschlossen. Laufkäfer haben ja durch ihre große Beweglichkeit ein deutliches Wahlvermögen in Gradienten von Temperatur, Luftfeuchtigkeit und Helligkeit (THIELE 1968). So zeigen sie mit ihrer (durch Bodenfallen leicht meßbaren) Aktivität [1] die am Fangort vorhandene Umweltsituation an.
Wegen einzelner, aber immer wieder auftretender Wirbeltierfänge (insbesondere Mäuse, Spitzmäuse und Erdkröten) wurde im Verlauf der Untersuchung ein Drahteinsatz für Barberfallen entwickelt. Dessen Einfluß auf die Fangaktivität der Fallen wird im Anschluß eingehend überprüft.

2. Untersuchungsgebiete

2.1 Geimer Berg bei Helmern

Der ca. 300 x 75 m große Kalk – Magerrasen liegt auf einem steilen, langgestreckten Südhang (280 – 315 m über NN) im Osten der Paderborner Hochfläche. Der Untergrund besteht aus lehmig – verwittertem Mergelkalk.
Im östlichen Bereich findet man ein Mosaik aus kleineren Gebüschen (insbesondere Kreuzdorn und Schlehen) und Magerrasen (Enzian – Zwenkenrasen, DIERSCHKE 1986). Hier, wo u.a. Mücken – Händelwurz (*Gymnadenia conopsea*), Skabiosen – Flockenblume (*Centaurea scabiosa*), Fransen – Enzian (*Gentiana ciliata*) und Deutscher Enzian (*Gentiana germanica*) wach-

1) Für diese Untersuchungen wurden von den zuständigen Unteren Landschaftsbehörden Ausnahmegenehmigungen gemäß § 69 Abs. 4 c) Landschaftsgesetz zur Entnahme von nach § 63 LG geschützten Tieren eingeholt.

sen, wurden die Fallen des Zentral – Bereiches (Z – Fallen, Abb. 1) aufgestellt. Zusammen mit dem völlig gehölzfreien Westteil wird die Gesamtfläche als extensive Rinderweide genutzt.
Nach Norden geht der Hang in das Plateau einer artenarmen Intensiv – Mähweide über, welche als Nachbarbereich mit N – Fallen versehen wurde. Zwischen beiden Flächen wurden die Randfallen (R – Fallen) aufgestellt.
Begrenzt wird der Magerrasen im Westen durch einen dichten Fichtenforst, zum Tal hin und nach Osten durch dichte Gebüschstreifen.

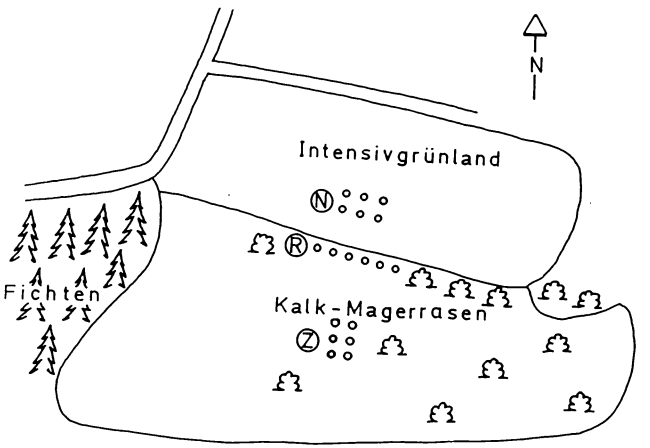


Abb. 1: Geimer Berg o = Bodenfalle, Ⓩ = Zentrumsfallen, Ⓡ = Randfallen, Ⓝ = Fallen im Nachbarbereich

2.2 Dahlberg bei Westheim

Dieses Gebiet am Rande des Diemeltales steht seit 1985 unter Naturschutz. Sein ca. 9 ha großer Magerrasen liegt an einem sehr steilen, schwer begehbaren Hang in Südwest – Lage um 290 m über NN. Der Untergrund aus Zechstein – Kalk ist recht flachgründig von Verwitterungslehm überdeckt; stellenweise tritt der bloße Kalkfelsen zutage. Zum größten Teil bedeckt gehölzfreier Enzian – Zwenkenrasen die Fläche, in der reichlich Mücken – Händelwurz, Dreizähniges Knabenkraut (*Orchis tridentata*) und Deutscher Enzian vorkommen.
Genutzt wird dieser Kalk – Magerrasen nur zu sporadischem Schafeintrieb.
Das Gebiet wird im Norden durch Nadelholzforste und im Westen durch die am Hangfuß verlaufende Landstraße begrenzt. Im Süden endet das Gebiet an einer aufgeforsteten, ehemaligen Magerrasenfläche. Auf dem Plateau

(= östliche Begrenzung) befinden sich großflächig Intensivgrünland sowie Ackerparzellen. Hier liegt auch die Brachfläche, die als Standort für die N – Fallen ausgesucht wurde (Abb.2).

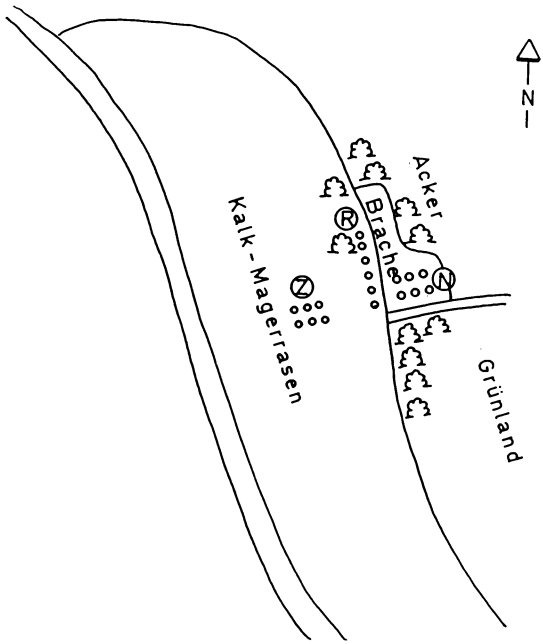


Abb. 2: Dahlberg.
Symbolik siehe Abb. 1.

2.3 Großer Scheffelberg bei Scherfede

Das ca. 25 ha große Naturschutzgebiet Hellberg – Scheffelberg am Rande des Diemeltales steigt nach Nordosten z.T. steil auf. Im südlichen Teil entstand auf dem flachgründigen, trockenen Kalkboden durch Schafhude (HELDT 1977) ein Enzian – Zwenkenrasen (RUNGE 1973). An geschützten Pflanzen fallen Mücken – Händelwurz, Dreizähniges Knabenkraut, Braunroter Sitter (*Epipactis atrorubens*), Deutscher Enzian und Fransen – Enzian auf.
Die Zentrumsfallen wurden auf der Nase des Großen Scheffelberges (290 m über NN) eingebracht (Abb. 3). Dies ist ein halbkegelförmiger Steilhang in südwestlicher Exposition, der regelmäßig von Rosen und Schlehen freigeschlagen und weder zur Schafhude noch sonstwie landwirtschaftlich genuzt wird.

Oberhalb der Kegelspitze dehnt sich der Magerrasen noch weit nach Norden aus. Für die R – Fallen wurde der verbuschte, weniger steile Randbereich im Süden ausgesucht. Eine passende Stelle für den Vergleich zum Nachbarbereich (N – Fallen) fand sich nicht, da das Gebiet nur von Kalkäckern bzw. im Nordwesten vom ebenfalls geschützten Buchenhochwald des Hellbergs umgeben ist.

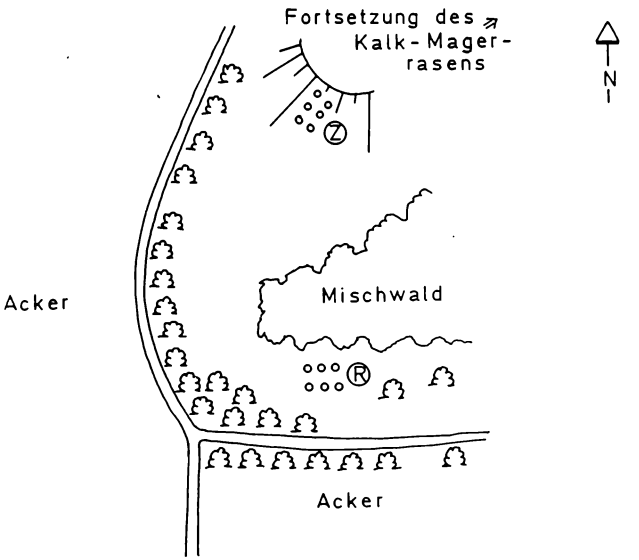


Abb. 3: Großer Scheffelberg (südl. Bereich).
Symbolik siehe Abb. 1, aber keine N – Fallen.

2.4 Weldaer Berg bei Warburg

Südöstlich der Stadt Warburg am Rande der Warburger Börde liegt der unter Naturschutz stehende "Weldaer Berg". Leider wird das Gebiet durch A 44 und Autobahnzubringer in drei Teile zerschnitten. Abb. 4 zeigt das mit 14,1 ha (AMTSBLATT DETMOLD 1975) größte Teilstück nordöstlich der Autobahn.

Der Untergrund besteht aus Muschelkalk mit einer nur wenige cm dicken Schicht aus Verwitterungslehm. In den hierauf wachsenden Enzian – Zwenkenrasen (RUNGE 1958) sind zahlreiche Wacholder eingestreut. Durch regelmäßige Beweidung (nach Auskunft des Schäfers 2 – 3 mal wöchentlich) blieb der Magerrasen ungewöhnlich charakteristisch erhalten: In seinem ebe-

nen Zentrum finden sich, neben Stengelloser Kratzdistel (*Cirsium acaule*) und Großblütiger Brunelle (*Prunella grandiflora*), das Gemeine Katzenpfötchen (*Antennaria dioica*), die Moor – Kreuzblume (*Polygala amarella*), der Hufeisenklee (*Hippocrepis comosa*), die Tauben – Skabiose (*Scabiosa columbaria*) sowie der Deutsche Enzian.
Die R – Fallen wurden am nördlichen Rand des Gebietes hinter einer locker stehenden Wacholder – Kiefern – Gruppe eingebracht. Der anschließende Ackerrand wird seit 1984 von Herbiziden freigehalten (RAABE 1985). Südwestlich des Asphaltweges ist der Magerrasen ruderal beeinflußt. Hier standen die N – Fallen in umittelbarer Nähe der Autobahnböschung.

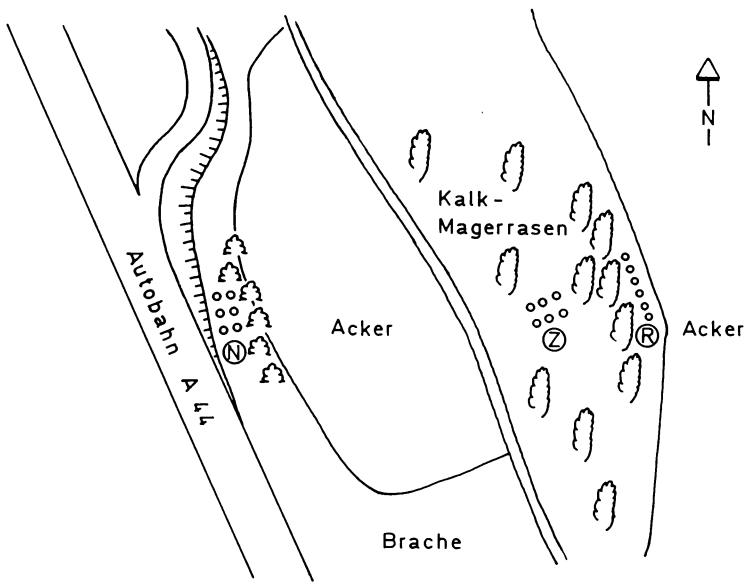


Abb. 4: Weldaer Berg (nordöstl. Bereich).
Symbolik siehe Abb. 1.

3. Klima
3.1 Makroklima

Das Klima des Weserberglandes ist überwiegend atlantisch mit milden Wintern und mäßig warmen Sommern. In Richtung auf die Diemelplatte wird es aber zunehmend kontinental (HOLSTE 1974).

3.2 Mikroklima

An allen vier Standorten wurden im Juni und August 1986 jeweils gleichzeitig für 24 Stunden Minimum – Maximum – Thermometer exponiert. Tab. 1 zeigt die durchschnittliche Tiefsttemperatur der Zentren, Ränder und Nachbarbereiche im Vergleich:

Tab. 1: Durchschnittliche Minimaltemperaturen der Bereiche Z, R und N in °C.

	Juni `86	August `86
Z	5,25	11,75
R	3,13	10,88
N	1,25	10,75

Die Bodenoberfläche kühlt demnach nachts im Zentrum der Kalk – Magerrasen nicht so sehr ab wie am Rand oder im Nachbarbereich. In Westheim wurde auf der benachbarten Brachfläche im Juni sogar nochmal 0 °C gemessen.

Die am Tage erreichte Maximaltemperatur (Tab. 2) ist in den Zentren der Magerrasen erwartungsgemäß höher als in den Rand – und Nachbarbereichen, wo die dichtere Vegetation mehr Schatten wirft und zusätzlich durch verstärkte Transpiration die Temperatur senkt (HOLSTE 1974). Gerade bei den wechselwarmen Tieren sind die Temperaturmaxima für die Entwicklung bedeutsamer als die Mitteltemperaturen, da die Entwicklungsgeschwindigkeit exponentiell mit der Temperatur verbunden ist (REMMERT 1978).

Tab. 2: Durchschnittliche Maximaltemperaturen der Bereiche Z, R und N in °C.

	Juni `86	August `86
Z	26,75	36,13
R	24,00	34,13
N	16,50	28,25

4. Material und Methode

4.1 Bodenfallen

Vom 9. Mai 1986 bis zum 1. Juli 1987 wurden, von einer Winterunterbrechung (5. Dezember 1986 – 8. April 1987) abgesehen, kontinuierlich Formalinfallen aufgestellt. Die Glasfallen mit einem Öffnungsdurchmesser von 56 mm waren zu 1/3 mit Konservierungsflüssigkeit gefüllt.

Pro Standort und Bereich (Zentrum, Rand, Nachbarbiotop) kamen je 6 Fallen mit einem Abstand von 340 cm zur Exposition. Die Gläser wurden alle 3 Wochen gewechselt. Insgesamt gelangten 918 Bodenfallen – das entspricht

19.278 Fallentagen – zur Auswertung, davon waren 14 Fallen oder 1,53% zerstört oder gestohlen.
Insgesamt wurden 5682 Carabiden von 69 Arten gefangen (Eine Belegsammlung wurde der Landesanstalt für Ökologie in Recklinghausen übergeben). Die Nomenklatur folgt FREUDE (1976). Da sich in der Gattung *Trechus* nur die Männchen der Arten *T. obtusus* und *T. quadristriatus* sicher unterscheiden lassen (durch Präparation des Aedoeagus), wurden die ♀♀ getrennt als *T. quadristriatus*–Gruppe ♀♀ erfaßt. Tabelle 8 (im Anhang) zeigt die vollständige Artenliste für alle vier Standorte.

4.2 Biomasse–Berechnung

Zum Vergleich der Biomasse verschiedener Fänge wurde die Biomasse für Insekten (ROGERS, HINDS & BUSCHBOM 1976) leicht abgeändert und speziell an die Verhältnisse bei Laufkäfern angepaßt. Die Formel $G=(0{,}0356xL)^{2,6}$ beschreibt die Beziehung zwischen Körperlänge L (in mm) und Gewicht G (in g) des Tieres. Abb. 5 vergleicht gemessene Werte mit der errechneten Eichkurve. Zu diesem Zweck wurden konservierte Käfer nach dreistündigem Trocknen auf Fließpapier gewogen (Angegeben ist der Mittelwert mehrerer Individuen derselben Art.) Die Meßwerte (offene Kreise) wurden durch Angaben aus SCHERNEY 1955 (geschlossene Kreise) ergänzt.

4.3 Zuordnung autökologischer Parameter

Alle gefundenen Carabiden–Arten wurden mit Hilfe der Literatur autökologisch charakterisiert. Die für die Untersuchung wichtigsten Eigenschaften (Fortpflanzungstyp, Feuchte–Präferenz, Wärme–Präferenz, Licht–Präferenz, Tagaktivität, bevorzugte Bodenart, Wald/Freilandart, Bindung an den Lebensraum, Flugfähigkeit und Ernährung) wurden anschließend in ein Kalkulationsprogramm übertragen und den einzelnen Arten zugeordnet. Mit Hilfe des Computers konnte dann die erfaßte Laufkäferfauna jedes Standortes bzw. jeder Standort–Kombination rasch in ihre Anteile an autökologisch gleichen Gruppen aufgeschlüsselt werden. So ergab sich eine weit präzisere Analyse der Umweltqualitäten in den untersuchten Bereichen als dies bei ausschließlicher Beschreibung der jeweils domianten Arten – wie in der Entomologie üblich – möglich gewesen wäre.
Die Zuordnung der autökologischen Parameter erfolgte mit einer Betonung der regionalen Aspekte und kann natürlich nie vollständig sein. Ausgewertet wurden folgende Arbeiten:
BARNDT 1981, BARNDT 1982, BARNER 1937, BARNER 1949, BARNER 1954, BASEDOW et al. 1976, BECKER 1976, BLUMENTHAL 1981,

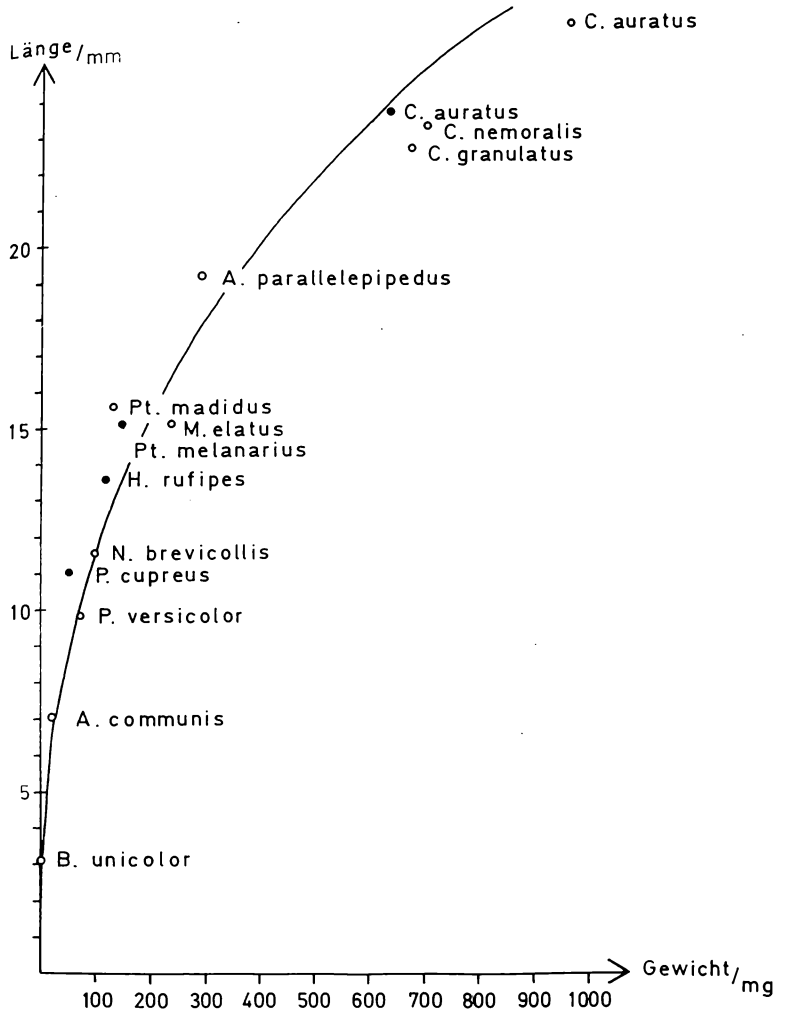


Abb. 5: Eichkurve zur Biomasseberechnung bei Laufkäfern.
○ = Meßwerte (GROSSKOPF).
● = Meßwerte (SCHERNEY 1955).

BONESS 1953, BURMEISTER 1939, DAHL 1925, DEN BOER 1977, DESENDER 1982, ERBELING et al. 1986, ERICSON 1979, FREUDE 1976, GEILER 1956/57, GREENSLADE et al. 1962, HANDKE et al. 1985, HECKENDORF et al. 1986, HEMMER et al. 1987, HEMPEL et al. 1971, HEYDEMANN 1955, HEYDEMANN 1981, HOLSTE 1974, HORION 1941, HŮRKA 1961, HŮRKA 1973, KNAUST 1986, KOCH 1968, KOLBE 1922/24, KROKER 1983, LAUTERBACH 1964, LINDROTH 1974, LUFF 1974, LUFF 1978, MADER et al. 1981, MÜHLENBERG et al. 1983, POSPISCHIL 1981, RÖBER et al. 1949, SCHERNEY 1955, SCHILLER et al. 1975, SPÄH 1980, STEIN 1965, STRÜVE–KUSENBERG 1980, THIELE 1962, THIELE 1969, THIELE 1977, THIELE et al. 1968, TISCHLER 1952, TISCHLER 1965, TRITTELVITZ et al. 1980, WASNER 1974.

5. Zonierung der Carabidenfauna

THIELE (1968) konnte bei Gebüschstreifen in Feldern eine feste Bindung der Arten an den Biotop auf kleinstem Raum beobachten. Die vorliegende Arbeit versucht nun, für die drei Zonen Magerrasen–Zentrum, –Rand und angrenzendes Grünland jeweils typische Aktivitätsmuster nachzuweisen und so zu einem direkten Vergleich der Lebensraumsituation in diesen Zonen zu kommen. Zur Sicherung der Ergebnisse erfolgte die Untersuchung gleichzeitig an vier verschiedenen Standorten des Biotops "Kalk–Magerrasen".

5.1 Artenzahl und Aktivitätsdichte

Betrachtet man Tab. 3, so fällt zuerst einmal die Arten– und Individuen–Armut des großen Scheffelbergs auf. Auch KROKER (1983) berichtete von auffallend niedrigen Carabiden–Fängen in Trockenbiotopen.
Insgesamt gerechnet nimmt die Zahl der aktiven Arten und Individuen von den trockenen, warmen und sonnigen Magerrasen zu den feuchteren, kühleren und schattigeren Nachbarbereichen deutlich zu.

Tab. 3: Zusammenstellung von Artenzahl und Aktivitätsdichte in den Bereichen Zentrum (Z), Rand (R) und Nachbarbereich (N), bezogen auf die gesamte Fangperiode.

	Artenzahl			Aktivität		
	Z	R	N	Z	R	N
Geimer Berg	24	36	35	351	715	1552
Dahlberg	30	29	31	422	395	538
Gr. Scheffelberg	15	17	-	72	77	-
Weldaer Berg	24	39	31	591	703	266
Gesamt	47	55	56	1436	1890	2356

5.2 Diversität (SHANNON & WEAVER 1949) und Evenness (PIELOU 1966)

Tab. 4 zeigt den unterschiedlichen Grad der Ausgeglichenheit in der Zusammensetzung des Fanggutes.
Der Große Scheffelberg zeigt trotz seiner geringen Artenzahl eine erstaunlich hohe Diversität. Die wenigen Individuen dieses Bereiches sind also recht gleichmäßig auf die wenigen Arten verteilt, was durch die hohen Evenness-Werte bestätigt wird.
Zusammengenommen weisen die untersuchten Xerothermstandorte in ihren Zentren eine deutlich geringere Diversität auf als ihre gemäßigteren Rand- und Nachbarbereiche.
Nach dem Diversitätsvergleich (H_{diff}, MacARTHUR 1965) sind erwartungsgemäß die Ränder in ihrer Faunenzusammensetzung sowohl den Magerrasen als auch den angrenzenden Grünflächen ähnlicher als die Zentralflächen der Magerrasen den Nachbarbereichen.

Tab. 4: Fang-Diversitäten aller Standorte und Diversitätsvergleich der drei Zonen.

	Diversität			Evenness		
	Z	R	N	Z	R	N
Geimer Berg	2,00	2,25	2,18	0,63	0,63	0,61
Dahlberg	2,36	2,69	2,47	0,69	0,80	0,72
Gr. Scheffelberg	2,21	2,17	-	0,81	0,77	-
Weldaer Berg	1,66	2,57	2,37	0,52	0,70	0,69
Gesamt	2,47	2,88	2,88	0,64	0,72	0,69
	H_{diff}(Z&R):		0,12			
	H_{diff}(R&N):		0,10			
	H_{diff}(Z&N):		0,23			

5.3 Aktivitäts-Dominanz

Die Kreisdiagramme in Abb. 6 zeigen die Individuenanteile der einzelnen Arten und veranschaulichen so die gefundenen Diversitätsunterschiede. Es wird in drei Dominanzstufen eingeteilt:

Dominante (über 5%) = weiße, beschriftete Sektoren
Subdominante (1-4,9%) = graue Sektoren
Rezedente (unter 1%) = gemeinsamer, schwarzer Sektor mit Artenzahl der Rezedenten

Wegen der geringen Arten- und Individuen-Zahlen des Großen Scheffelbergs wurde auf eine graphische Darstellung dieses Standortes verzichtet.

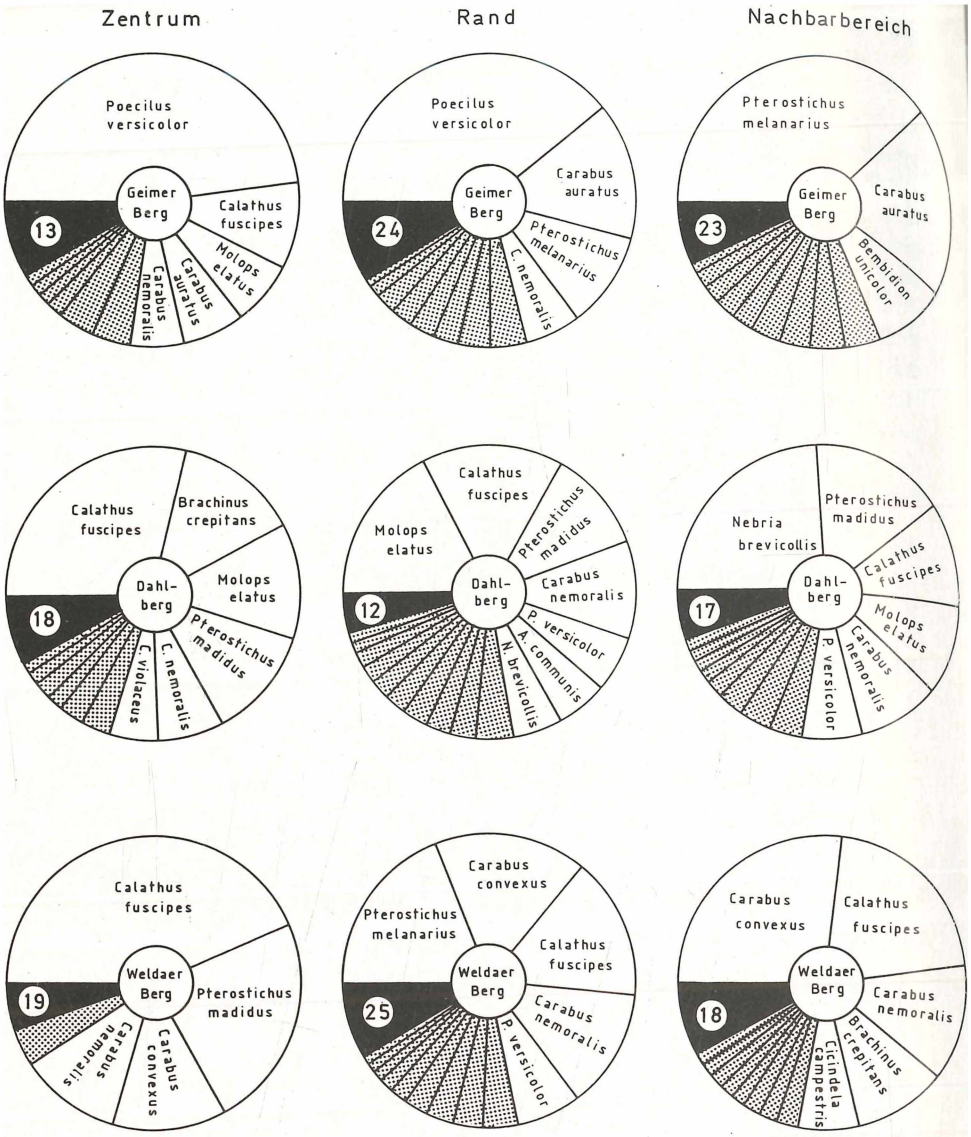


Abb. 6: Vergleich der Dominanzspektren (Standorte und Zonierung).
Dominante (über 5%) = weiße Sektoren mit Beschriftung,
Subdominante (1–4,9%) = graue Sektoren,
Rezedente (unter 1%) = schwarzer Sektor (mit Artensumme der Rezedenten).

In den Zentren der Magerrasen dominieren klar die eurytopen und mehr oder weniger thermophilen Arten *Poecilus versicolor, Calathus fuscipes* und *Pterostichus madidus*. Während *Cal. fuscipes* nachts aktiv ist, können *P. versicolor* und *Pt. madidus* als heliophile bzw. euryphote Käfer die verstärkte Sonneneinstrahlung im Zentralbereich gut ertragen. Der ebenfalls häufige hygrophile *Molops elatus* ist dagegen als Waldrandart standortuntypisch, er wird vermutlich nachts aus den anliegenden Forstbeständen kommen. Am Dahlberg endlich bildet mit 13,7% ein typischer Vertreter offener, besonnter Xerothermstandorte die zweitstärkste Laufkäferart: Der stenotope Bombardierkäfer *Brachinus crepitans*.
Die benachbarten Grünflächen weichen unterschiedlich von den Fangergebnissen der Magerrasen ab. Die recht feuchte Mähweide am Geimer Berg wird nachts von *Pt. melanarius* und tagsüber von *Carabus auratus* beherrscht. Beide Arten mögen es warm und feucht. Im Randbereich beider Flächen treten sowohl die Dominanten des Magerrasens als auch die der Intensiv-Weide mit hoher Individuenabundanz auf.
Die Brachfläche auf dem Dahlberg dagegen enthält immer noch die wesentlichen Elemente des Magerrasens, jedoch ist hier die eurytope, feuchtigkeitsliebende *Nebria brevicollis* an die erste Stelle getreten.
Am Weldaer Berg ist die in Rand- und Nachbarbereich aktive Fauna wesentlich ausgeglichener als auf der Magerrasen-Hochfläche selbst, wo vier dominante Arten über 90% der Individuen stellen. Die angrenzende Brachfläche ist trotz des dichten Bewuchses noch so trocken und licht, daß *Brachinus crepitans* und der Sandlaufkäfer *Cicindela campestris* hier häufig sein können.
Die Zentren der Magerrasen werden also von wenigen, zumeist eurytopen Arten beherrscht. Zu den Rändern hin sind diese Arten zwar überwiegend noch unter den Dominanten zu finden, jedoch ist ihr Anteil geringer, und es treten wesentlich mehr subdominante und rezedente Arten hinzu. Zum Teil können auch Tiere, die aus den angrenzenden, mehr oder weniger feuchten Grünflächen eindringen, im Randbereich dominant werden.

5.4 Vergleich "ökologischer Gruppen"

In diesem Abschnitt wird das Verhalten von Laufkäfer-Gruppen mit gleichen Eigenschaften (z.B. Fortpflanzungstyp) oder gleichen Lebensraumansprüchen (z.B. Trockenheits-Präferenz) in den drei Zonen verglichen. Angegeben ist jeweils der Anteil (in %) der Individuen einer Eigenschaft am Gesamtfang des Standortes. Da nicht alle Arten eindeutig zugeordnet werden konnten und zudem nur die gegensätzlichen Eigenschaften in den folgenden Abbildungen dargestellt werden, addieren sich die Anteile in keinem Fall zu 100%.

Phänologische Gruppen (Abb. 7)

Bei den Laufkäfern unterscheidet man nach LARSSON (1939) zwei Fortpflanzungstypen: Die Herbsttiere (=Larvalüberwinterer) und die Frühjahrstiere (=Imaginalüberwinterer mit Sommerlarven), wobei letztere noch in Gruppen mit und ohne Herbstbestand aufgeschlüsselt werden können. Aus Übersichtsgründen sind aber in Abb. 7 nur Frühlingstiere und Herbsttiere gegenübergestellt. Arten mit instabilen Verhältnissen (z.B. *Abax parallelepipedus*) sind hier nicht berücksichtigt.

Die Verteilung der beiden phänologischen Typen auf die drei Zonen ist an allen Standorten unterschiedlich. Während im Magerrasen–Zentrum am Weldaer Berg die Frühlingstiere in den Hintergrund treten, stellen sie am Geimer Berg und am Großen Scheffelberg über die Hälfte der aktiven Laufkäfer.

Nach THIELE (1962) ist das Feuchtigkeitsbedürfnis der Carabidenlarven wesentlich größer als das der Jungkäfer. Da bei Frühlingstieren das empfindlichste Entwicklungsstadium im Sommer liegt, wäre eine Benachteiligung dieser Tiere in den besonders trockenen Magerrasen–Zentren zu erwarten. An den untersuchten Standorten haben die Frühlingstiere aber u.U. die Möglichkeit, ihre empfindlichen Larvenstadien (es gibt auch stark wärmeabhängige!) im kühleren und feuchteren Mikroklima des dichteren Randbewuchses zuzubringen und erst dann als Imagines in die Zentren einzudringen. Dieses Verhalten sollte z.B. für den am Geimer Berg eudominanten, flugfähigen *P. versicolor* kein Problem darstellen.

Die Herbsttiere wiederum sind überwiegend Wald– bzw. Waldrand–Bewohner und entsprechend lichtmeidend (THIELE 1968). Ihr starkes Vorkommen am Weldaer Berg kann nur z.T. durch ihr – wohl vornehmlich nächtliches – Eindringen aus den benachbarten Kiefer–Wacholder–Gruppen erklärt werden.

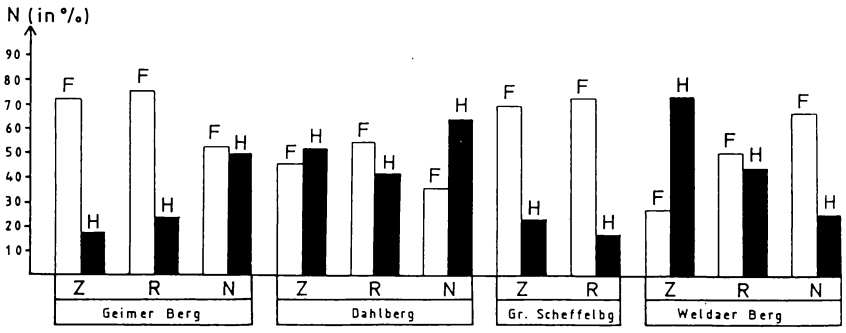


Abb. 7: Die Anteile der Fortpflanzungstypen der Carabiden in den drei Zonen der Untersuchungsgebiete.
F = Frühlingstiere, H = Herbsttiere, Z = Zentrum, R = Rand, N = Nachbarbereich.

Feuchtigkeits – Präferenz (Abb. 8)

In dieser Graphik werden die hygrophilen (= feuchtigkeitsliebenden) Individuen den xerophilen (= trockenheitsliebenden) Käfern gegenübergestellt. Die Mesophilen (d.h. Tiere mit mittlerer Feuchte – Präferenz) und die Euryhygren (d.h. Tiere mit großer Bandbreite gegenüber dem Faktor Feuchtigkeit) sind nicht abgebildet.

Die gegenläufige Tendenz zwischen hygrophilen und xerophilen Tieren vom Zentrum bis zum Nachbarbereich ist überall recht deutlich. Nur in der Brachfläche (N) am Weldaer Berg überwiegen die trockenheitsliebenden Laufkäfer. Sie müssen aus dem direkt anliegenden, angesäten Steilhang der Autobahnböschung eingedrungen sein.

Somit bestätigt sich die Feststellung von THIELE (1968), daß der Faktor Feuchtigkeit für die Aktivität der Imagines von großer Bedeutung ist.

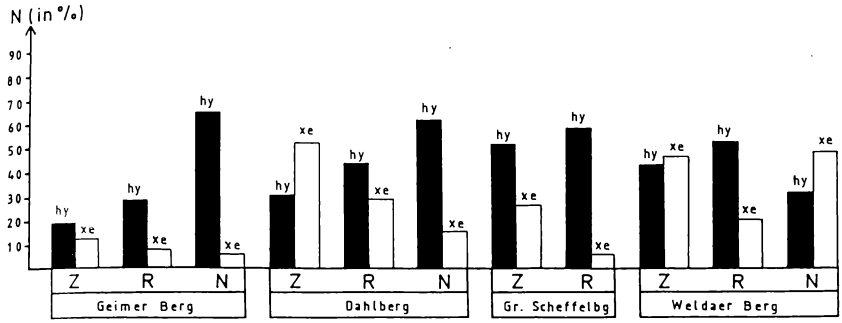


Abb. 8: Feuchtigkeits – Präferenz.
hy = hygrophil, xe = xerophil.

Temperatur – Präferenz (Abb. 9)

Wiederum werden nur die Extreme (Thermophilie = Präferenz hoher Temperaturen und Cryophilie = Präferenz niedriger Temperaturen) verglichen.

Genau wie die xerophilen sind auch die thermophilen Käfer vermehrt in den durch hohe Einstrahlung gekennzeichneten Zentren der Magerrasen aktiv. Auch zeigt sich wieder der starke Einfluß der Autobahnböschung auf den Brache – Bereich (N) des Weldaer Berges. An dem Steilhang herrschen offensichtlich extremere Klimabedingungen als auf der Magerrasen – Hochfläche selbst.

Laufkäfer reagieren also auch auf kleinräumige Temperaturdifferenzen mit deutlich unterschiedlicher Aktivität. HOLSTE (1974) stellte sogar fest, daß die extrem thermophilen Carabidenarten bei dichter werdender Krautschicht sofort verschwinden.

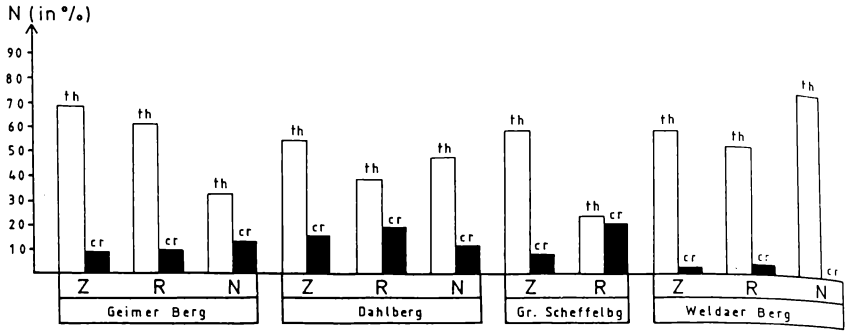


Abb. 9: Temperatur – Präferenz.
th = thermophil, cr = cryophil.

Licht – Präferenz (Abb. 10)

Der Faktor Licht spielt ebenfalls eine große Rolle: Der Gesamt – Anteil der Licht – präferenten (heliophilen) und der Licht – ertragenden (euryphoten) Tiere ist in den Magerrasen – Zentren jeweils am stärksten und nimmt zum Nachbar – Grünland hin ab. Die dunkelheitsliebenden (skotophilen) Käfer dagegen sind vermehrt in den Rand – und Nachbar – Bereichen aktiv, die durch die höhere Vegetationsdichte eine stärkere Beschattung aufweisen.
Der allgemein hohe Prozentsatz der dunkelheitsliebenden Tiere selbst in den lichten Zentren erklärt sich einfach aus dem Anteil der nachtaktiven Käfer, die natürlich fast ausschließlich skotophil sind. Auf die Aktivitätsunterschiede Tag/Nacht wird im Folgenden eingegangen.

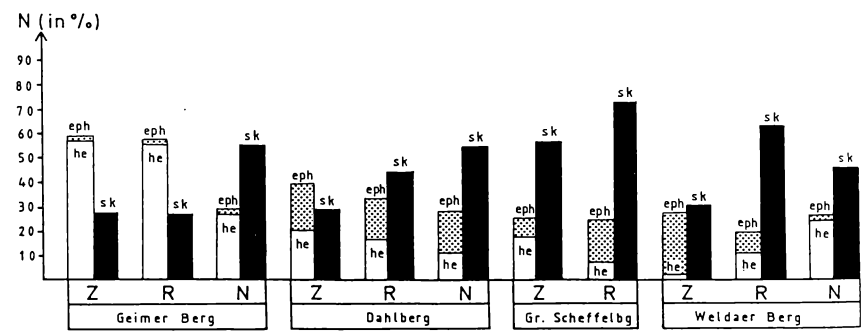


Abb. 10: Licht – Präferenz.
eph = euryphot, he = heliophil, sk = skotophil.

Tagaktivität (Abb. 11)
Die Aktivitätszeit einer Art ist sowohl lokalen als auch jahreszeitlichen Schwankungen unterworfen. Zudem kann sie durch den Faktor Nahrung beeinflußt werden (SCHILLER & WEBER 1975). Die folgenden Angaben bezeichnen deshalb nur die überwiegende Aktivitätsspanne.
Zwischen Geimer Berg und Weldaer Berg zeigt sich ein völlig entgegengesetztes Bild. Auch beim Zusammenrechnen aller vier Standorte findet man keine eindeutige Zonierung in den drei Bereichen. Die Tagaktiven verhalten sich zu den Nachtaktiven ungefähr wie 1 zu 2. Dies entspricht den Funden von LUFF (1978) in den Feld–Habitaten. Er schreibt hierzu: "It would seem, therefore, that the relationship between habitat and time of activity is not as simple as was concluded by previous workers."

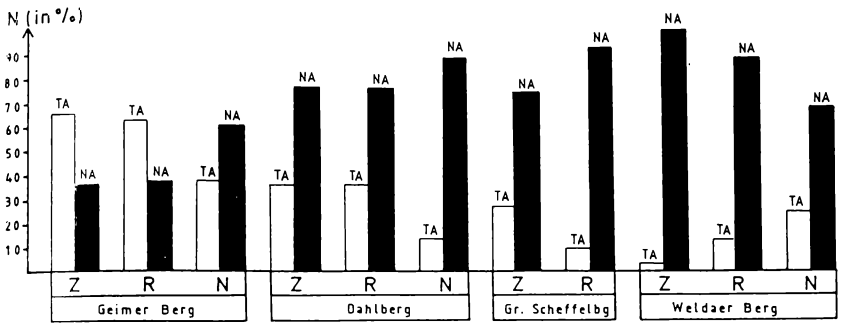


Abb. 11: Zeit–Schwerpunkt der Aktivität.
TA = Tagaktiv, NA = Nachtaktiv.

Bindung an den Lebensraum (Abb. 12)
Eurytope Arten (= Tiere mit weiter ökologischer Spanne) sind in intensiv genutzten Kulturlandschaften klar bevorteilt (TRITTELVITZ & TOPP 1980). So ist von besonderem Interesse, ob in den ausgewählten Magerrasen mehr stenotype (= an einen Biotop angepaßte) Arten vertreten sind als im jeweils angrenzenden Grünland.
Die Graphik (Abb. 12) zeigt, daß die eurytopen Laufkäfer von den Zentren der Magerrasen bis in die Nachbar–Bereiche hinein deutlich dominieren. Im Zentrum des Dahlbergs ist unter den als stenotop eingestuften Tieren überraschenderweise die Waldrandart *Molops elatus* stark vertreten, die allerdings von BARNER (1954) auch für sonnige, trockene, nicht sehr dicht bewachsene Abhänge angegeben wird.
Nur die für Wärmegebiete typische Art *Brachinus crepitans* kann deutliche Individuenanteile erringen (Tab. 5), während der auf diesen Biotop speziali-

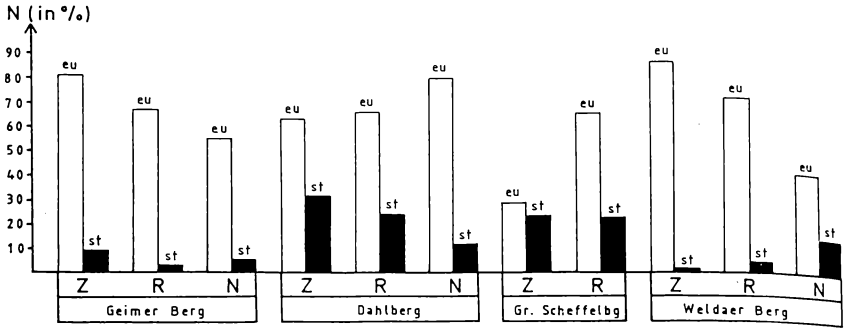


Abb. 12: Biotop–Bindung.
eu = eurytop, st = stenotop.

sierte *Callistus lunatus* in nur wenigen Exemplaren am Dahlberg und am Großen Scheffelberg gefangen wurde.

Tab. 5: Verteilung der für Magerrasen typischen Arten auf die drei Zonen.

	Z	R	N
Brachinus crepitans	62	10	27
Callistus lunatus	5	1	
Cymindes humeralis	1	8	3
Harpalus puncticollis	10	1	2
Microlestes maurus	5		
Notiophilus hypocrita			4
Panagaeus bipustulatus	2	1	
Gesamt	85	21	36

Insgesamt waren die für Magerrasen typischen Arten, die z.T. in Westfalen auf das Weserbergland beschränkt sind (KROKER 1983), in den Zentren deutlich am häufigsten anzutreffen. Die Ergebnisse der Zone "N" werden durch die Fänge am Weldaer Berg stark verfälscht, wo sehr viele xerothermophile Tiere (insbesondere *Br. crepitans* und *N. hypocrita*) offensichtlich aus dem angrenzenden Steilhang der Autobahnböschung in die Brachfläche eindrangen.

Flugvermögen (Abb. 13)
Laufkäfer repräsentieren – wie der Name schon sagt – den Lebensformtyp des Bodenoberflächenläufers und sind größtenteils nicht flugaktiv.
Eine eindeutige Beeinflussung des Artenspektrums durch den Faktor Flugfähigkeit, wie er für Pionierstandorte und kurzlebige Habitate (STRÜVE–KUSENBERG 1980) gilt, konnte für die Zonierung von Magerrasen nicht nachgewiesen werden. Insbesondere das fast völlige Fehlen von flugfähigen Carabiden auf der freien Fläche (Z) des Weldaer Bergs ist bemerkenswert.

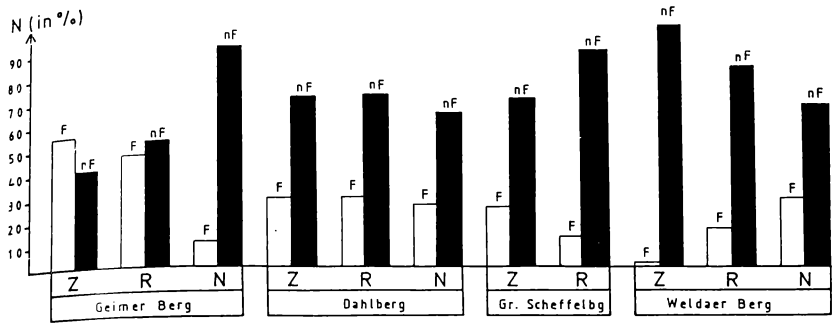


Abb. 13: Flugvermögen.
F = flugfähig, nF = nicht flugfähig.

Biomasse (Abb. 14)

Auf der nährstoffreichen Intensiv – Mähweide (N) des Geimer Berges ist die Fang – Biomasse der Laufkäfer wesentlich höher als im Zentrum des Magerrasens, wo wegen der spärlichen Vegetation einerseits die Nahrungsressourcen (Beuteangebot an Phytophagen) deutlich geringer sind und zweitens der Kollisionseffekt (d.h. Kontaktwahrscheinlichkeit von Tieren der gleichen Art) größer ist.

Die Ränder am Dahlberg und am Großen Scheffelberg dagegen unterscheiden sich trotz dichterer Vegetation kaum im Gewicht des Fanggutes von den eigentlichen Magerrasen (Z).

Wenn man bedenkt, daß mit steigendem Raumwiderstand die Fangwahrscheinlichkeit sinkt (HEYDEMANN 1957), so sind die Biomasseunterschiede in den einzelnen Zonen in der Realtität wohl größer.

Insgesamt wurden in den Zentren 285,6 g, an den Rändern 438,1 g und in den benachbarten Grünflächen 546,1 g an Laufkäfern gefangen, wobei anzumerken ist, daß am Großen Scheffelberg der N – Bereich fehlte.

Ernährungsweise

Laufkäfer sind zumeist räuberisch. So stellten sie auch in den Zentren der Magerrasen und an deren Rändern überwiegend zoophage Vertreter (Tab. 6). In den dichter bewachsenen Nachbarbereichen treten dagegen vermehrt Mischköstler (Pantophage) auf. Der Anteil der reinen Pflanzenfresser (hier ist vor allem die Gattung *Amara* zu nennen) ist in allen Zonen sehr gering.

Tab. 6: Ernährungsweise der Laufkäfer in den drei Zonen.

	Z	R	N
zoophag	70,4%	71,0%	50,0%
pantophag	21,0%	17,5%	33,9%
phytophag	3,7%	4,8%	2,2%

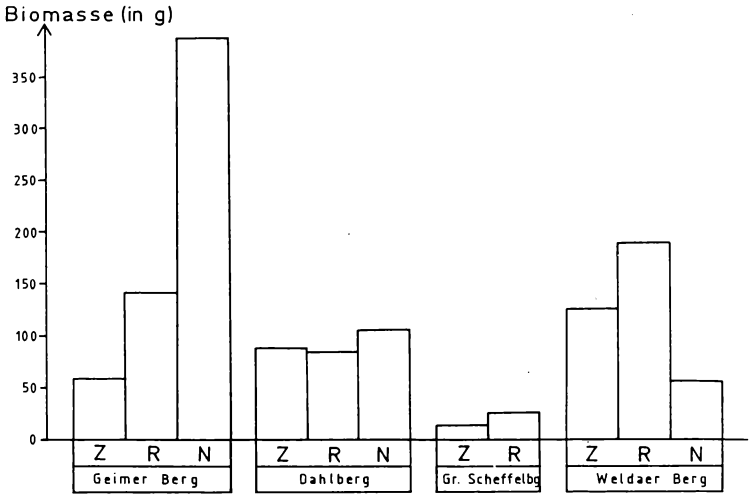


Abb. 14: Errechnete Fangbiomasse (nur Carabiden).

Freilandarten

Erwartungsgemäß waren fast alle Laufkäfer (92,4%) in den Zentren Freilandarten. Im angrenzenden Grünland traf diese Eigenschaft auf 84,7% der Tiere zu. Einzelne Waldrandarten wie z.B. *Molops elatus* können also – wohl aufgrund ihrer Nachtaktivität – sogar bis in die Zentren der Magerrasen vordringen.

Boden – Präferenz

Der Anteil der Kalk – präferenten Arten war in den Zentren mit 86,5% gegenüber Rand – (42,6%) und Nachbar – Bereichen (44,6%) deutlich erhöht. Da sich aber der Faktor Bodenart bei der Literatur – Auswertung nicht sicher von den Eigenschaften Thermophilie und Xerophilie trennen ließ, wird auf weitere Ausführungen verzichtet.

6. Versuch Drahteinsatz

Der zur Vermeidung von Wirbeltierfängen entwickelte Drahteinsatz für Barberfallen (Abb. 15) mußte auf Effektivität und potentielle Nebenwirkungen getestet werden. Deshalb wurde (abwechselnd) nur jedes zweite Glas, also immer drei Fallen jeder 6er Serie, mit dem Einsatz bestückt. Nach jeweils 21 Tagen wechselten die Einsätze dann in die drei übrigen Fallen. Der Versuch umfaßte insgesamt 8 Expositionstermine à 3 Wochen (entsprechend 510 Bodenfallen oder 10710 Fallentagen).

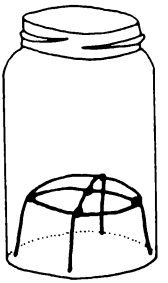


Abb. 15: Glasfalle mit Drahteinsatz.

6.1 Effektivität (Wirkung auf Wirbeltiere)

Mäuse und Spitzmäuse sind unter normalen Bedingungen in der Lage, aus einem leeren Glas zu fliehen. Die Gefahr einer Barberfalle besteht jedoch darin, daß die Tiere mit dem Kopf voran in die Falle stürzen und dabei zwangsläufig beißende Konservierungsflüssigkeit in die Lunge bekommen. Dies muß zu Panik und desorientiertem Verhalten führen (KORN, mündliche Mitteilung).
Auf Grund dieses Gedankens entwickelte ich einen Drahteinsatz, der bis knapp unter den Wasserspiegel der Fangflüssigkeit reicht. Dieser verhindert das Untertauchen von Kopf und Körper bei Mäusen und Spitzmäusen und bietet gleichzeitig Halt zum Klettern oder Abspringen. An der Oberfläche schwimmende Wirbellose erreichen dagegen den Draht nicht.
Trotz der Einsätze fingen sich noch 2 Feldmäuse und 2 Spitzmäuse in den gesicherten Fallen (in den ungesicherten waren es zur gleichen Zeit 7 Feldmäuse und 3 Spitzmäuse). Der Grund dieses Umstandes lag in heftigen Regenschauern: Durch sie war der Wasserspiegel in den Fallen stark gestiegen. Bei einer der Feldmäuse handelte es sich zudem um ein juveniles Tier.
Indirekt lassen sich fünf erfolgreiche Fluchtversuche aus Fallen mit Einsatz nachweisen: Bei nahezu allen Mäusefängen waren gleichzeitig Flöhe in den Gläsern. In drei der gesicherten Fallen fanden sich aber trotz dieser "Visitenkarten" keine Mäuse – Kadaver. Außerdem wurden in zwei weiteren Gläsern die Einsätze verdreht vorgefunden, was auf heftige Bewegungen bei der letztlich erfolgreichen Flucht schließen läßt. Bei diesen Tieren ist jedoch das Fell mit Formalin benetzt worden. Aufgrund ihres Putzverhaltens muß deshalb mit Spätschäden gerechnet werden.
Mäuse und Spitzmäuse können sich also aus gesicherten Barberfallen befreien, wenn der Stand der Fangflüssigkeit nicht erhöht ist und die Tiere ausgewachsen sind.
Andere Wirbeltiere wie z.B. Erdkröten wurden seit Beginn dieses Versuches überhaupt nicht mehr gefangen. Es muß also offen bleiben, ob diesen kleinen und zudem sprungschwachen Amphibien Draht – Einsätze helfen würden.

6.2 Nebenwirkungen (Wirkung auf Carabiden)

Die Anzahl der in Fallen mit Draht – Einsatz erbeuteten Laufkäfer – Arten und – Individuen entspricht durchaus den Ergebnissen von ungesicherten Barberfallen (Tab. 7). Auch die Fang – Diversität ist in beiden Fallentypen identisch: Der Diversitätsvergleich (H_{diff}) ergibt eine nahezu vollständige Übereinstimmung.

Tab. 7: Vergleich der Laufkäfer – Fänge von Barberfallen mit und ohne Einsatz.

	Ungesicherte Fallen	Gesicherte Fallen
Individuen	1297	1250
Arten	51	49
Biomasse	293,0 g	285,8 g
Diversität	2,824	2,798
Evenness	0,718	0,719
	H_{diff}: 0,0167	

In gesicherten Gläsern bleiben möglicherweise eingewehte Grashalme und andere natürliche Verschmutzungen durch den Draht – Einsatz eher an der Wasseroberfläche hängen als bei normalen Fallen. Es mußte deshalb überprüft werden, ob dieser Umstand von größeren Käfern oder flugfähigen Tieren zur Flucht genutzt werden kann und es so zu einer qualitativen Verschiebung des Fangspektrums kommt.
Schon der Vergleich der Biomasse (Tab. 7) läßt einen vermehrten Verlust größerer Käfer sehr unwahrscheinlich werden. Eine genaue Aufteilung der Fänge in Größenklassen zeigt Abb. 16.

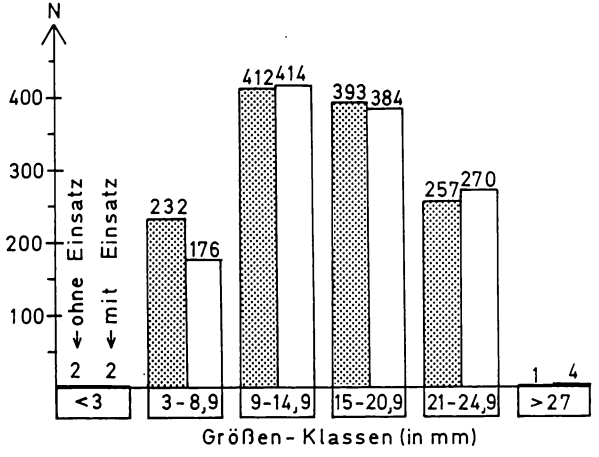


Abb. 16: Einteilung des Carabiden – Fanggutes in Größenklassen.
Graue Säulen = Fallen ohne Einsatz,
Weiße Säulen = Fallen mit Einsatz.

Die Gegenüberstellung beider Fallentypen ergibt nur bei den 3 – 8,9 mm großen Tieren eine Differenz. Sie ist in erster Linie durch das ungleiche Auftreten von *Bembidion unicolor* (mit Einsatz: 61, ohne Einsatz: 95 Individuen) bedingt, dessen Ursache offenbleiben muß. Die größten überhaupt

gefangenen Käfer *Carabus coriaceus* und *C. violaceus purpurascens* (über 27 mm Größe, siehe Abb. 16, Säulenpaar ganz rechts) konnten offensichtlich nicht den Draht zur Flucht nutzen.

Auch die Untersuchung auf Flugfähigkeit der gefangenen Arten (Abb. 17) läßt keinen Unterschied zwischen gesicherten und ungesicherten Fallen erkennen.

Die neuentwickelten Draht–Einsätze für Barberfallen haben also keine nachweisbare Auswirkung auf Quantität und Qualität des Fanggutes bei Laufkäfern. Sicherlich läßt sich diese Feststellung auch auf die übrigen Wirbellosen übertragen.

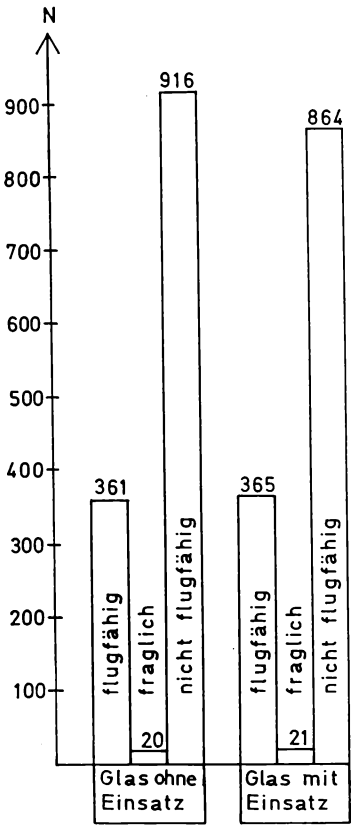


Abb. 17: Vergleich der flugfähigen Individuen bei Fallen mit und ohne Einsatz.

7. Zusammenfassung

Vier Kalk-Magerrasen (Enzian-Zwenkenrasen) des Weserberglandes werden auf ihre Zonierung in Mittel-, Rand- und Nachbarbereich hin untersucht. Aus der Zusammensetzung der jeweiligen Carabiden-Gesellschaften wird auf die Abstufung der vom Zentrum des Magerrasens bis in das angrenzende Grünland wirkenden Umweltfaktoren geschlossen. Dies geschieht nach ausführlicher autökologischer Charakterisierung der gefundenen Laufkäfer-Arten mit Hilfe der Literatur und Übertragung dieser Daten in ein Kalkulationsprogramm, welches eine schnelle und präzise Analyse der Standortgegebenheiten ermöglicht.
Zur Berechnung der Fang-Biomasse der Carabiden wird nach Durchführung von Wägeproben eine Berechnungsformel der Insekten speziell für Laufkäfer angepaßt.
Ergebnisse: Die Zahl der aktiven Arten und Individuen (und damit die Biomasse) wie auch die Fang-Diversität nehmen von den trockenen, warmen und sonnigen Magerrasen zu feuchteren, kühleren und schattigeren Nachbarbereichen hin zu. Eine deutliche Zonierung ergaben auch die Faktoren Feuchtigkeit, Temperatur und Licht. Keine Abstufung wird für die Eigenschaften Fortpflanzungstyp, Tagaktivität und Flugvermögen gefunden. Während im Zentrum zoophage (räuberische) Käfer vorherrschen, nehmen im angrenzenden Grünland die Mischköstler stark zu. In den Magerrasen selbst finden sich fast ausschließlich Freilandarten. Die eurytopen Laufkäfer dominieren von den Magerrasen-Zentren bis in die Nachbarbereiche hinein deutlich, nur die wenigen, für Magerrasen typischen Arten sind in den Zentren stärker vertreten.
Zur Vermeidung von Wirbeltier-Verlusten wird ein neuentwickelter Drahteinsatz für Barberfallen vorgestellt und auch überprüft. Er verhilft ausgewachsenen Mäusen und Spitzmäusen zur Flucht aus den gesicherten Fallen, sofern der Wasserstand (z.B. durch Regen) nicht erhöht ist. Die Drahteinsätze haben demgegenüber keinerlei Auswirkungen auf Quantität oder Qualität des Fanggutes bei Carabiden: Individuenzahl, Artenzahl, Fangdiversität, Biomasse, Größenklassenverhältnisse und Anzahl der Flugfähigen bleiben erhalten.

8. Literatur

AMTSBLATT für den Regierungsbezirk Detmold **160** (7) vom 17.2.1975.
BARNDT, D. (1981): Liste der Laufkäfer-Arten von Berlin (West). (Rote Liste).- Sonderh. Entomol. Blätter 77: 1-35.

BARNDT, D. (1982): Untersuchungen der diurnalen und saisonalen Aktivität von Käfern mit einer neu entwickelten Elektro – Bodenfalle. – Entomol. Blätter 78(2/3): 81 – 97.

BARNER, K. (1937): Die Cicindeliden und Carabiden der Umgebung von Minden und Bielefeld I. – Abh. Landesmus. Prov. Westf. 8(3).

BARNER, K. (1949): Die Cicindeliden und Carabiden der Umgebung von Minden und Bielefeld II. – Abh. Landesmus. Prov. Westf. 12(2).

BARNER, K. (1954): Die Cicindeliden und Carabiden der Umgebung von Minden und Bielefeld III. – Abh. Landesmus. Prov. Westf. 16(1).

BASEDOW, Th., BORG, A., DeCLERCQ, R., NIJVELDT, W. & F. SCHERNEY (1976): Untersuchungen über das Vorkommen der Laufkäfer (Col.: Carabidae) auf europäischen Getreidefeldern. – Entomophaga 21(1): 59 – 72.

BECKER, J. (1976): Die Trockenrasenfauna des Naturschutzgebietes Stolzenburg (Nordeifel). – Decheniana (Bonn) 130: 101 – 113.

BLUMENTHAL, C. L. (1981): Einheimische Carabus – Arten als Bioindikatoren. – Jber. naturwiss. Ver. Wuppertal 34: 70 – 77.

BONESS, M. (1953): Die Fauna der Wiesen unter besonderer Berücksichtigung der Mahd. – Z. Morph. Ökol. Tiere 42: 225 – 277.

BURMEISTER, F. (1939): Biologie, Ökologie und Verbreitung der europäischen Käfer: Adephaga, Carabidae. – Krefeld.

DAHL, T. (1925): Beiträge zur Kenntnis der Ökologie der deutschen Carabiden. – Mitt. zool. Mus. Berlin.

DEN BOER, P. J. (1977): Dispersal power and survival. Carabids in a cultivated countryside. – Miscell. papers, Landb. Hogeschool Wageningen 14: 1 – 190.

DESENDER, K. (1982): Ecological and faunal studies on Coleoptera in agricultural land. II. Hibernation of Carabidae in agro – ecosystems. – Pedobiologia 23: 295 – 303.

DIERSCHKE, H. (1986): Geimer Berg bei Helmern/Krs. Paderborn. – Gutachten zur Naturschutzwürdigkeit auf floristisch – vegetationskundlicher Basis.

ERBELING, L. & M. ERBELING (1986): Faunistische und ökologische Untersuchungen zur Sukzession aasbesuchender Coleopteren im südlichen Eggegebirge. – Decheniana (Bonn) 139: 231 – 240.

ERICSON, D. (1979): The interpretation of pitfall catches of Pterostichus cupreus and Pt. melanarius (Coleoptera, Carabidae) in ceral fields. – Pedobiologia 19: 320 – 328.

FREUDE, H. (1976): Carabidae (Laufkäfer). – In: H. Freude, K. W. Harde & G. A. Lohse: die Käfer Mitteleuropas 2. Krefeld, Goecke und Evers.

GEILER, H. (1956/57): Zur Ökologie und Phänologie der auf mitteldeutschen Feldern lebenden Carabiden. – Wiss. Z., Leipzig 6. Math. – nat. Reihe (1).

GREENSLADE, P.J.M. & T.R.E. SOUTHWOOD (1962): The relationship of flight and habitat in some carabidae (Coleoptera). – The Entomologist 95: 86 – 88.

HANDKE, K. & K. – F. SCHREIBER (1985): Faunistisch – ökologische Untersuchungen auf unterschiedlich gepflegten Parzellen einer Brachfläche im Taubergebiet. – Münstersche Geograph. Arbeiten 20: 155 – 186.

HECKENDORF, Ch., RUPRECHT, A., SCHNEIDER, K. & F. TIETZE (1986): Zur Faunenstruktur (Coleoptera – Carabidae) in Wald – Brachland – Habitaten des NSG "Lintbusch" (I58). – Hercynia N.F., Leipzig 23(1): 72 – 82.

HELDT, E. (1977): Die Flora des Großen Scheffelbergs bei Scherfede. – unveröff. Typoskript.

HEMMER, J. & H. TERLUTTER (1987): Die Carabidenfauna der hochmontanen Lagen des Rothaargebirges: Untersuchungen zur Habitatbindung und Jahresperiodizität. – Decheniana (Bonn) 140: 87 – 93.

HEMPEL, W., HIEBSCH, H. & H. SCHIEMENZ (1971): Zum Einfluß der Weidewirtschaft auf die Arthropoden – Fauna im Mittelgebirge. – Faun. Abh. Staatl. Mus. Tierk. Dresden.

HEYDEMANN, B. (1955): Carabiden der Kulturfelder als ökologische Indikatoren. – Ber. 7. Wandervers. Dtsch. Entomol. 8 – 10. Sept. 1954 in Berlin.

HEYDEMANN, B. (1957): Die Biotopstruktur als Raumwiderstand und Raumfülle für die Tierwelt. – Verh. d. D. Zool. Ges. 1957.

HEYDEMANN, B. (1981): Zur Frage der Flächengröße von Biotopbeständen für den Arten – und Ökosystemschutz. – In: ABN Flächensicherung für den Artenschutz. Jb. Natursch. Landschaftspflege 31: 21 – 51.

HOLSTE, U. (1974): Faunistisch – ökologische Untersuchungen zur Carabiden – und Chrysomelidenfauna (Coleoptera, Insecta) xerothermer Standorte im Oberen Weserbergland. – Abh. Landesmus. Naturk. Münster 36(4): 28 – 53.

HORION, A. (1941): Faunistik der deutschen Käfer, Bd. 1. – Krefeld, Hans Goecke Verlag.

HŮRKA, K. (1961): Die Carabidenfauna des Sooser Moores in Westböhmen (Col. Carabidae). – Acta Univ. Carolinae – Biol. – Supplementum 1960 Prag, 59 – 82.

HŮRKA, K. (1973): Fortpflanzung und Entwicklung der mitteleuropäischen Carabus – und Procerus – Arten. – Studie ČSAV č.9 Academia Praha 1973.

KNAUST, H.–J. (1986): Durch Trockenheit bedingte Ortsveränderungen bei Carabus nemoralis (Coleoptera: Carabidae) in einer Sandgrube.– Natur und Heimat 46(4): 131–134.

KOCH, K. (1968): Käferfauna der Rheinprovinz.– Decheniana Beiheft 13 (1968).

KOLBE, H. (1922–24): Die Carabidenfauna Westfalens und ihr Naturcharakter.– Jber. d. Westf. Prov. Ver. Münster 51/52: 87–106.

KROKER, H. (1983): Beitrag zur Kenntnis der Bodenkäferfauna unbewaldeter Habitate der Warburger Börde (ohne Staphylinidae).– Abh. Landesmus. Naturk. Münster 45(2): 3–15.

LARSSON, S. G. (1939): Entwicklungstypen und Entwicklungszeiten der Dänischen Carabiden.– Entomol. Medd. 20: 277–560.

LAUTERBACH, A. W. (1964): Verbreitungs– und aktivitätsbestimmende Faktoren bei Carabiden in sauerländischen Wäldern.– (Diss. Köln) Abh. Landesmus. Naturk. Münster Westf. 26(4): 103 S.

LINDROTH, C.H. (1974): Handbooks for the identification of British Insects. Vol. IV Part 2. Coleoptera Carabidae.– Royal entomol. society of London, London August 1974.

LUFF, M. L. (1974): Adult and larval feeding habits of Pterostichus madidus (F.) (Coleoptera: Carabidae).– J. nat. Hist. 8: 403–409.

LUFF, M. L. (1978): Diel activity patterns of some field Carabidae.– Ecological Entomology 3: 53–62.

MacARTHUR, R. H. (1965): Patterns of species diversity.– Biological Review 40(1): 510–533.

MADER, H.–J. & M. MÜHLENBERG (1981): Artenzusammensetzung und Ressourcenangebot einer kleinflächigen Habitatinsel, untersucht am Beispiel der Carabidenfauna. – Pedobiologia 21: 46–59.

MÜHLENBERG, M. & W. WERRES (1983): Lebensraumverkleinerung und ihre Folgen für einzelne Tiergemeinschaften. Experimentelle Untersuchungen auf einer Wiesenfläche.–Natur und Landschaft 58(2): 43–50.

PIELOU, E. C. (1966): The measurement of diversity in different types of biological collections.– J. theor. Biol. 13: 131–144.

POSPISCHIL, R. (1981): Die Entwicklung der Käferfauna des Naturschutzgebietes "Im Hölken" von 1958 bis 1977 und die Bedeutung einiger Käferarten als Bioindikatoren.–Jber. naturwiss. Ver. Wuppertal 34: 78–91.

RAABE, U. (1985): Bemerkenswerte Ackerunkräuter am Weldaer Berg bei Warburg.–Egge–Weser 3(1): 25–28.

REMMERT, H. (1978): Das Walberla 1973–1977: Untersuchungen in einem fränkischen Mesobrometum.– Ber. ANL 2: 4–16 (Dez. 1978).

ROGERS, L. E., HINDS, W. T. & R.L. BUSCHBOM (1976): A general weight vs. length relationship for insects. – Ann. Ent. Soc. America 69: 387–389.

RÖBER, H. & G. SCHMIDT (1949): Untersuchungen über die räumliche und biotopmäßige Verteilung einheimischer Käfer. – Natur und Heimat 9(3): 1–19.

RUNGE, F. (1958): Die Pflanzengesellschaften des Naturschutzgebietes "Weldaer Berg" Kreis Warburg. – Natur und Heimat 18(4): 115–121.

RUNGE, F. (1973): Die Pflanzengesellschaften Deutschlands, 4./5. Auflage. Münster 1973 (S. 157–160).

SCHERNEY, F. (1955): Untersuchungen über Vorkommen und wirtschaftliche Bedeutung räuberisch lebender Käfer in Feldkulturen. – Z. Pflanzenbau Pflanzenschutz 6: 49–73.

SCHILLER, W. & F. WEBER (1975): Die Zeitstruktur der ökologischen Nische der Carabiden. – Abh. Landesmus. Naturk. Münster Westf. 37: 1–34.

SHANNON, C. E. & W. WEAVER (1949): The mathematical theory of communication. – Univ. of Illinois Press, Urbana. 117 S.

SPÄH, H. (1980): Faunistisch–ökologische Untersuchungen der Carabiden– und Staphylinidenfauna verschiedener Standorte Westfalens (Coleoptera: Carabidae, Staphylinidae). – Decheniana (Bonn) 133: 33–56.

STEIN, W. (1965): Die Zusammensetzung der Carabidenfauna einer Wiese mit stark wechselnden Feuchtigkeitsverhältnissen. – Z. Morph. Ökol. Tiere 55: 83–99.

STRÜVE–KUSENBERG, R. (1980): Untersuchungen über die Laufkäfer (Coleoptera: Carabidae) verschieden alter Brachflächen: Besiedlung und Sukzession. – Drosera 80(1): 25–40.

THIELE, H.–U. (1962): Zusammenhänge zwischen Jahreszeit der Larvenentwicklung und Biotopbindung bei waldbewohnenden Carabiden. – 11. Int. Kongress für Entomologie, Wien August 1960. Verh. S. 165–169.

THIELE, H.–U. (1968): Was bindet Laufkäfer an ihre Lebensräume? – Naturwiss. Rsch. 21: 57–65.

THIELE, H.–U. (1969): Zusammenhänge zwischen Tagesrhythmik, Jahresrhythmik und Habitatbindung bei Carabiden. – Oecologia (Berlin) 3: 227–229.

THIELE, H.–U. (1977): Carabid Beetles in Their Environments. A Study on Habitat Selection by Adaptation in Physiology and Behavior. – Zoophysiology and Ecology 10, Springer–Verlag.

THIELE, H.–U. & F. WEBER (1968): Tagesrhythmen der Aktivität bei Carabiden. – Oecologia (Berlin) 1: 315–355.

TISCHLER, W. (1952): Biozönotische Untersuchungen an Ruderalstellen (Ein Beitrag zur Agrarökologie). – Zool. Jb. (Syst.) 81: 122–174.
TISCHLER, W. (1965): Agrarökologie. – G. Fischer, Jena. S. 150–160.
TRITTELVITZ, W. & W. TOPP (1980): Verteilung und Ausbreitung der epigäischen Arthropoden in der Agrarlandschaft. I. Carabidae. – Anz. Schädlingsk., Pfl.schutz, Umweltschutz 53: 17–20.
WASNER, U. (1974): Die Carabiden des Federseerieds. In: Beiträge zur Insektenfauna des Naturschutzgebietes Federsee. – Beih. Veröff. Landesstelle Naturschutz Landschaftspflege Bad.-Württ. 4: 136–161.

Tab. 8: Nachgewiesene Carabiden – Arten der vier Untersuchungsorte

Carabiden – Art	Geimer Berg	Dahl – berg	Großer Scheffelb.	Weldaer Berg
Abax parallelepipedus	X	X	X	X
Agonum mülleri	X			
Amara aenea	X	X		X
Amara aulica	X	X	X	X
Amara communis	X	X	X	X
Amara convexior	X	X	X	X
Amara familiaris	X	X		X
Amara lunicollis	X	X	X	X
Amara nitida	X			X
Amara ovata				X
Amara plebeja		X		
Asaphidion flavipes				X
Badister bipustulatus	X	X		X
Badister sodalis				X
Bembidion lampros	X	X	X	
Bembidion properans	X			X
Bembidion unicolor	X	X		X
Brachinus crepitans		X	X	X
Calathus fuscipes	X	X	X	X
Calathus melanocephalus	X	X		X
Callistus lunatus		X	X	
Carabus auratus	X	X	X	X
Carabus auronitens	X			
Carabus convexus		X	X	X
Carabus coriaceus				X
Carabus granulatus	X	X	X	X
Carabus nemoralis	X	X	X	X
Carabus problematicus	X	X		
Carabus violaceus purp.		X		
Cicindela campestris				X
Clivina contracta	X			
Clivina fossor	X			
Cychrus caraboides				X

Fortsetzung Tab. 8:

Carabiden – Art	Geimer Berg	Dahl – berg	Großer Scheffelb.	Weldaer Berg
Cymindis humeralis		X		
Dromius linearis				X
Dromius notatus		X	X	
Harpalus aeneus		X		X
Harpalus latus	X	X	X	X
Harpalus puncticollis	X	X	X	X
Harpalus rufipes			X	X
Harpalus smaragdinus				X
Lebia crux – minor		X		
Leistus ferrugineus	X	X		X
Leistus rufescens	X			
Loricera pilicornis	X	X	X	X
Microlestes maurus			X	X
Molops elatus	X	X	X	X
Nebria brevicollis	X	X		X
Nebria salina	X	X		
Notiophilus aquaticus				X
Notiophilus hypocrita				X
Notiophilus palustris		X		X
Panagaeus bipustulatus		X	X	
Patrobus atrorufus	X			
Platynus assimilis	X			
Platynus dorsalis	X	X		X
Poecilus cupreus	X		X	X
Poecilus versicolor	X	X	X	X
Pterostichus macer		X		
Pterostichus madidus	X	X	X	X
Pterostichus melanarius	X	X		X
Pterostichus metallicus	X			
Pterostichus niger	X			X
Pterostichus strenuus	X	X		X
Pterostichus vernalis	X	X		X
Synuchus nivalis	X	X		X
Trechus obtusus ♂♂	X	X		X
Trechus quadristriatus ♂♂	X			X
Trechus secalis	X			

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: Berichte des Naturwissenschaftlichen Verein für Bielefeld und Umgegend

Jahr/Year: 1989

Band/Volume: 30

Autor(en)/Author(s): Grosskopf Jürgen

Artikel/Article: Die Zonierung der Carabidenfauna in Kalk—Magerrasen des Weserberglandes 151-181