

Die Laufkäferfauna (Coleoptera: Carabidae) eines Kalkbuchenwaldes

Christopher Martius

BIO I 90.147/186,1
 OÖ. Landesmuseum
 Biologiezentrum
 Inv. 1997/1930

Abstract: The carabid fauna of a beech wood on limestone near Göttingen (Lower Saxony, Western Germany) was studied in 1980 using pitfall traps, ground and arboreal photoelectors and by direct sampling of litter material. *Abax parallelepipedus* was the dominant species in terms of activity-dependent density (53 % of all individuals), followed by *Carabus nemoralis*, *Pterostichus metallicus*, *C. coriaceus*, *C. irregularis*, *C. auronitens*, *P. melanarius*, *A. ovalis* and *C. arvensis* (ranked with decreasing numbers). Other important species (not caught with pitfall traps) were *P. oblongopunctatus* und *Anisodactylus nemorivagus*. The species had a density of 0.1 - 0.2 ind./m² (results from ground photoelectors), but the overall density of the carabids was at least 3 ind./m². *Abax parallelepipedus* must be ten times more active than the two species with comparable density and body size, *A. ovalis* and *P. melanarius*. Some species, especially *C. irregularis*, hunt on tree trunks at least until 2 m height following their prey organisms.

Ground photoelectors are a good supplement to pitfall trapping when sampling carabid populations. Efficiency for most species is good, but with low density and aggregated distribution the total sample size should be 10 m² at least.

Catches of *C. irregularis* in the arboreal photoelectors in September - when this species is not active on the ground - show that activity periods should not be derived from sampling with pitfall traps only.

1. Einleitung

Im allgemeinen werden Carabidenpopulationen mit Hilfe von Bodenfallen oder der Markierung-Wiederfang-Methode untersucht. Erstere liefern nur relative Angaben (Aktivitätsdichten, HEYDEMANN 1953) von oft recht zweifelhafter Vergleichbarkeit (ADIS 1979), letztere sind recht aufwendig. Das in einem Buchenwald auf Muschelkalk bei Göttingen im Jahre 1980 durchgeführte Fallenprogramm (SCHAEFER 1982) bot die Möglichkeit, zur Beschreibung der Population der Laufkäfer neben Bodenfallenfängen auch Proben aus Boden- und Baum-Photoektoren heranzuziehen. Außerdem wurden mit Hilfe der Quadratmethode in der Laubstreu Proben aus einem Raster gesammelt.

An dieser Stelle werden die Populationsdaten vorgelegt und die Fangeffizienz der Eklektoren für Carabiden diskutiert. Neben Spinnen (STIPPICH 1981), Weberknechten (BACHMANN und SCHAEFER 1983), Staphyliniden (SCHAEFER 1983) und Chilopoden sowie zoophagen Dipterenlarven (HÖVEMEYER 1984) sind die Laufkäfer als eine der wichtigen räuberischen Gruppen im Göttinger Wald anzusehen.

Die auf der Grundlage dieser Daten durchgeführte eingehende Untersuchung der Nahrungsbiologie der dominanten Art *Abax parallelepipedus* (mit Hilfe von Darminhaltsanalysen) soll an anderer Stelle veröffentlicht werden (MARTIUS, in Vorbereitung).

Die Publikation derartiger Populationsdaten erscheint auch insofern sinnvoll, als Carabiden aufgrund ihrer oft eng festgelegten Ansprüche an Umweltfaktoren empfindlich auf anthropogene Umweltveränderungen reagieren und deshalb als Bioindikatoren gut geeignet sind (THIELE 1977; vgl. z. B. EVERS 1977, CZECHOWSKI 1980 a, b), zumal sie mit Bodenfallen leicht erfaßt und schnell bestimmt werden können. Voraussetzung ist aber, daß Vergleichsdaten aus relativ unbelasteten Gebieten vorliegen (UMWELTGUTACHTEN 1978). Die vorgelegten Bodenfallendaten können, wenn die Fangbedingungen vergleichbar sind, in diesem Sinne verwendet werden.

2. Untersuchungsgebiet und Klima

Die Untersuchungsfläche liegt im Göttinger Stadforst, ca. 8 km östlich von Göttingen und 1 km südlich der Mackenröder Spitze auf einem Muschelkalkplateau 416 m über NN. Es handelt sich um einen relativ naturnahen Buchenwald mit ca. 120jährigen Buchen (*Fagus sylvatica*), außerdem einzelnen Eschen (*Fraxinus excelsior*), Spitz- und Bergahorn (*Acer platanoides* und *A. pseudoplatanus*) sowie Wildkirschen (*Prunus avium*). Eine Strauchschicht ist nicht ausgebildet. In der dichten Krautschicht dominieren *Anemone nemorosa*, *Oxalis acetosella*, *Galium odoratum*, *Lamium galeobdolon*, *Hordelymus europaeus* und *Melica uniflora*. Der Bestand kann pflanzensoziologisch als *Melico-Fagetum hordelymetosum* bezeichnet werden.

Der Boden ist eine flachgründige Mullrendzina mit schwankenden Löß- und Lehmantilen. Der pH liegt im allgemeinen zwischen 5 und 7.

Das Klima im Göttinger Raum ist subatlantisch mit schwach kontinentalem Einfluß. Dies bedeutet relativ kühle Sommer, hohe Luftfeuchtigkeit und häufige starke Bewölkung ohne Niederschläge. Im Jahre 1980 stiegen die durchschnittlichen Lufttemperaturen nicht über 16° C (Wochenmittel). Das Jahr war durch eine ungewöhnlich lange Regenperiode im Juli - mit weit über dem langjährigen Mittel liegenden Niederschlägen - gekennzeichnet.

3. Material und Methoden

3.1. Bodenfallen

Auf der Probefläche waren sechs Bodenfallen eingesetzt, die in Abständen von jeweils 4-5 m entlang einer ost-westlich verlaufenden Linie angeordnet waren. Es handelte sich um Glasbehälter mit verengter Öffnung (Durchmesser der Öffnung 5 cm, Tiefe der Falle 11 cm). Der Rand war von einem Plastikring umgeben, der mit einem Gemisch aus Seesand und Lack bestrichen war, um einen möglichst stufen- und lückenlosen Übergang zur umgebenden Bodenoberfläche zu gewährleisten. Zur Abdeckung gegen Niederschläge diente eine (nur diffuses Licht durchlassende) Kunststoffscheibe. Fangflüssigkeit war gesättigte Pikrinsäurelösung, mit Wasser im Verhältnis 1 : 3 verdünnt. Die Fallen wurden von Februar bis Ende Oktober wöchentlich, danach alle zwei Wochen geleert (26. 2.- 31. 12. 1980).

Lebendbodenfallen ohne jede Fangflüssigkeit waren zeitweise in der Nähe der Probefläche eingesetzt.

Die Fallen entsprechen in ihren Abmessungen weitgehend den von BARBER eingeführten und erfüllen damit die Forderung von ADIS (1979) nach Standardisierung zur besseren Vergleichbarkeit.

3.2. Boden-Photoelektoren

Zwei Serien von je sechs Boden-Photoelektoren (nach FUNKE 1971, vgl. auch HÖVE-MEYER 1984) waren auf der Probefläche in Gebrauch. Die Elektoren hatten einen runden Grundriß mit einer Fläche von 1 m². Unter jedem Elektor war eine Bodenfalle eingegraben und in der Spitze des Elektors befand sich eine mit Pikrinsäure gefüllte Fangdose. Bodenfalle und Fangdose wurden wöchentlich geleert. Alle 4 Wochen wurden die Elektoren auf neue Flächen umgesetzt.

Tiere, die sich innerhalb der vierwöchigen Standzeit im Eklektor fangen, sind entweder schon beim Aufstellen des Geräts in der Streu aktiv oder sie schlüpfen in der Folgezeit im Boden und kommen dann zur Oberfläche. Die so ermittelte Dichte wird auf den jeweiligen Aufstelltermin bezogen. Da alle zwei Wochen eine der zwei Eklektorserien umgesetzt wird, sind Dichtewerte in zweiwöchentlichen Abständen verfügbar.

Die Berechnung von Dichten einzelner Arten aus den Eklektorfängen erfolgt unter der Annahme, daß Tiere, die in einer bestimmten Zeit in Bodenfallen oder Baumelektoren (vgl. 3. 3) gefangen werden, zu dieser Zeit auch aktiv sein müssen. Wenn sie deshalb zur gleichen Zeit in Bodenelektoren nicht auftreten, kann man davon ausgehen, daß dies auf die zu niedrige Dichte im Vergleich zur Probengröße zurückzuführen ist. (Rein statistisch muß eine Art bei zufälliger Verteilung eine Dichte von mindestens $1/m^2$ haben, um in jedem der Eklektoren einmal erfaßt zu werden. Dies war für die Carabiden insgesamt, nicht aber für einzelne Arten der Fall.)

3.3. Baum-Photoelektoren

Zwei Baum-Photoelektoren (je drei Tuchtrichter mit Fangdosen zur Erfassung der an Baumstämmen emporwandernden Tiere, nach FUNKE 1971) waren am Stamm einer Buche in 2 und 4 m Höhe fest angebracht. Sie wurden vom 18. 3. bis zum 12. 8. wöchentlich geleert.

3.4. Absammeln von Quadraten in einem Flächenraster

Rasterproben nach der Quadratmethode wurden am 20. und 26. 5. 1981 genommen. Mit einem Metallrahmen wurden auf einer 10 bzw. 12 m² großen Fläche Teilquadrate von 50 x 50 cm abgesteckt, das jeweils im Rahmen befindliche Laub eingesammelt und an Ort und Stelle nach Carabiden ausgelesen.

Mit Hilfe des Iwao-Index Rho (IWAO 1972) kann die Verteilung untersucht und die Größe der Aggregationen bei geklumpfter Verteilung bestimmt werden:

$$\text{Rho} = \frac{\bar{m}_i - \bar{m}_{i-1}}{\bar{x}_i - \bar{x}_{i-1}}$$

Hierbei werden die Teilproben i zu immer größeren Quadraten ($i = 1, 2, 3$ - vgl. Tab. 5) zusammengefaßt und die Verteilungsmuster der einzelnen Quadratgrößen miteinander verglichen (REISE und WEIDEMANN 1975). Der Index ist bei zufälliger Verteilung 1, bei geklumpfter Verteilung größer als 1 und bei regelmäßiger Verteilung kleiner als 1 (für Details s. a. LLOYD 1967, SCHENKER und STREIT 1980).

4. Ergebnisse

4.1. Aktivitätsdichte

Insgesamt wurden 24 Carabidenarten gefunden (Tab. 1). Die Aktivitätsdichte der dominanten Arten zeigt Tab. 2. An erster Stelle steht *Abax parallelepipedus* mit 53 % aller lauffaktiven Individuen, gefolgt von *Carabus nemoralis*, *Pterostichus metallicus* und *C. coriaceus*, alle mit jeweils über 5 % aller Individuen zu den dominanten Arten in der Klassifizierung nach TISCHLER (1949, verändert nach LAUTERBACH 1964) zu rechnen.

Tab. 1: Artenspektrum der Carabiden im Göttinger Wald 1980 und Dominanz in Bodenfallenfängen (Bof), Boden-Photoelektoren (E), Rasteraufsammlungen (Raster) und Baumelektoren (BE). (Die Zahlen bedeuten: 3 = dominant (über 5 % aller Individuen), 2 = subdominant (1-5 %), 1 = rezedent und subrezedent (unter 1 %), (+ = verzeiltes Auftreten)

	Bof	E	Raster	BE
<i>Carabus coriaceus</i> L.	3	2		
<i>Carabus irregularis</i> F.	2		3	3
<i>Carabus auronitens</i> F.	2	2	+	+
<i>Carabus problematicus</i> HERBST	1			
<i>Carabus arvensis</i> HERBST	2			
<i>Carabus nemoralis</i> MÜLLER	3	3	+	
<i>Cychrus caraboides</i> (L.)	1			
<i>Cychrus attenuatus</i> F.		+		
<i>Leistus rufomarginatus</i> DFT.			+	
<i>Nebria brevicollis</i> (F.)	+			+
<i>Loricera pilicornis</i> (F.)		3		
<i>Trechus obtusus</i> ERICHSON			3	
<i>Anisodactylus nemorivagus</i> (DFT.)	1	3	3	
<i>Pterostichus oblongopunctatus</i> (F.)	1	3	3	
<i>Pterostichus melanarius</i> (ILLIGER)	2	3	3	
<i>Pterostichus madidus</i> (F.)	1			
<i>Pterostichus metallicus</i> (F.)	3	3	3	
<i>Molops elatus</i> (F.)		+	+	
<i>Molops piceus</i> (PANZ.)		+	3	
<i>Abax parallelepipedus</i> (PI. & MIT.)	3	3	+	
<i>Abax parallelus</i> (DFT.)		+	+	
<i>Abax ovalis</i> (DFT.)	2	2	3	
<i>Agonum assimile</i> (PAYK.)			+	
<i>Zabrus tenebrionides</i> (GOEZE)		+		

Tab. 2: Aktivitätsdichten und -dominanzen der Carabiden. Aktivitätsdichte = Ind./6 Bodenfallen und Jahr.

	Aktivitäts-	
	-dichte	-dominanz
<i>Abax parallelepipedus</i>	284	52.9
<i>Carabus nemoralis</i>	69	12.8
<i>Pterostichus metallicus</i>	41	7.6
<i>Carabus coriaceus</i>	38	7.1
<i>Carabus irregularis</i>	23	4.3
<i>Carabus auronitens</i>	22	4.3
<i>Pterostichus melanarius</i>	20	3.7
<i>Abax ovalis</i>	17	3.2
<i>Carabus arvensis</i>	8	1.4
<i>Anisodactylus nemorivagus</i>	4	1
<i>Pterostichus oblongopunctatus</i>	3	1
<i>Cychrus caraboides</i>	3	1
<i>Pterostichus madidus</i>	2	1
<i>Carabus problematicus</i>	2	1
<i>Nebria brevicollis</i>	1	1

Tab. 3 zeigt die Auswertung der Fänge aus den Bodenelektoren. Die vorletzte Zeile gibt die Gesamtdichte aller Carabiden an jedem Umsetztermin an, durchschnittlich sind es 1.1 Ind./m² (Siedlungs- im Gegensatz zur Aktivitätsdichte).

Bei der Dichte einzelner Arten wurden gemäß der unter 3.2.gemachten Vorüberlegungen die Termine, an denen das Aktivsein einer Art durch andere Fangmethoden nachgewiesen werden konnte, in die Berechnung der Dichte miteinbezogen (in Tab. 3 mit „0“ angegeben). Die einzelnen Arten sind mit einer Dichte von 0.1 -0.2 Ind./m² vertreten, doch wegen der niedrigen Probenzahl ist die Schwankungsbreite in jedem Fall sehr hoch, so daß die Werte nur als Orientierungsgrößen zu betrachten sind.

Tab. 3: Carabidenfänge aus Bodenelektoren. Fänge und Dichten an jedem Umsetztermin sowie Durchschnittsdichten der einzelnen Arten (vgl. dazu Text). Die Summe der gefangenen Tiere jeder Art drückt gleichzeitig die Dominanz aus (101 Tiere = 100 %).

	Dichte d. einzelnen Arten (Ind./m ²)	Summe gefangener Tiere (± Dominanz)	Umsetztermine (Tag/Monat)																
			18	8	22	6	20	3	17	1	15	29	12	26	9	23	7	21	
<i>P. melanarius</i>	0.22	16			1	1	1	0	1	1	0	1	4	4	1	1			
<i>A. parallelepipedus</i>	0.22	15			0	0	0	1	2	2	2	4	3	1	0				
<i>P. metallicus</i>	0.16	15	2	0	1	0	0	1	2	0	0	2	1	0	2	3	0	1	
<i>C. nemoralis</i>	0.14	13		0	0	3	1	2	1	2	0	1	0	0	1	1	1	0	
<i>P. oblongopunctatus</i>	0.18	11		4	4	1	0	1	0	0	0	0	0	0	1				
<i>L. pilicornis</i>	0.08	7	3	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	1	
<i>A. nemorivagus</i>	0.16	7				1	0	1	1	1	1	2							
<i>C. auronitens</i>	0.16	6			1	2	1		1		1								
<i>A. ovalis</i>	0.08	4						1					1	2					
<i>C. coriaceus</i>	0.02	2											1			1			
SONSTIGE	-	5		1		1					2							1	
Summe		101		2	4	8	11	5	5	9	6	6	9	12	7	6	7	1	3
Gesamtdichte der Carabiden pro Termin (Ind./m ²)				0.3	0.7	1.3	1.8	0.8	0.8	1.5	1.0	1.0	1.5	2.0	1.2	1.0	1.2	0.2	0.5
Durchschnittliche Gesamtdichte										1.1									

Tab. 4: Länge der aktiven Periode L einiger Carabiden im Göttinger Wald. Frühestes und spätestes Auftreten in Bodenelektoren (E), Baumelektoren (BE) und Bodenfallen (Bof).

	Frühestes Spätestes Auftreten		L (Wochen)
	<i>P. metallicus</i>	18. 3. E	
<i>C. nemoralis</i>	1. 4. Bof	28. 10. Bof	31
<i>L. pilicornis</i>	8. 4. E	21. 10. E	28
<i>P. melanarius</i>	22. 4. E	30. 9. Bof	24
<i>A. parallelepipedus</i>	22. 4. Bof	16. 9. Bof	22
<i>P. oblongopunctatus</i>	22. 4. Bof	23. 9. E	23
<i>A. ovalis</i>	13. 5. Bof	9. 9. E	18
<i>A. nemorivagus</i>	20. 5. E	22. 8. E	13

4.3. Raster

Aus den Rasterproben (Tab. 5) ergibt sich eine durchschnittliche Dichte von 2.8 bzw. 1.1 Ind./m²; die Werte variieren allerdings sehr stark (Standardabweichung 3.0 bzw. 1.1). Die Berechnung des Verteilungsindex nach Iwao in Abhängigkeit von der Probengröße zeigt, daß die Carabiden bei einer durchschnittlichen Aggregationsgröße von $i = 2 = 1 \text{ m}^2$ geklumpt verteilt sind.

Tab. 5: Ergebnisse aus den Rasterproben: Siedlungsdichte (Ind./m²) und Verteilungsindices nach Iwao für verschiedene Quadratgrößen i . Ein (+) bedeutet Signifikanz des Iwao-Index auf dem 5 %-Niveau.

Datum	Ind./m ²	i	Iwao-Index (Rho)
20. 5. 81	1.1	1 = 0.25 m ²	2.102 (+)
		2 = 1.00 m ²	1.659 (+)
		3 = 2.25 m ²	0.370
26. 5. 81	2.8	1	2.047
		2	1.815
		3	0.505

4.4. Baumelektoren

In allen Baumelektoren fanden sich insgesamt nur 13 Carabiden: 11 *Carabus irregularis*, 1 *Carabus auronitens* und 1 *Nebria brevicollis*. 9 Exemplare von *C. irregularis* wurden zwischen dem 27. 5. und 24. 6. gefangen. Zur gleichen Zeit gab es Massenfänge von Schmetterlingsraupen in den Baumelektoren, so daß vermutet werden kann, daß *C. irregularis* bei der Jagd auf diese Raupen auf die Bäume steigt. Die Raupen schlüpfen im Boden und müssen dann zur Vollendung ihres Entwicklungszyklus in die Baumkronen wandern. (Zwei weitere Exemplare von *C. irregularis* fingen sich am 16. und 23. September.)

5. Diskussion

5.1. Effizienz von Bodenelektoren

Die Fangeffizienz dieser Methode für Carabiden ist m.W. noch nicht untersucht worden. Eine Bestimmung der „absoluten“ Effizienz z. B. durch Wiederfang einer definierten Anzahl von Tieren war im vorliegenden Fall aus technischen Gründen nicht möglich. Um die Effizienz trotzdem beurteilen zu können, habe ich berechnet, wieviel Prozent der Tiere in jeweils welcher der 4 Standwochen gefangen wurden (Kurven in Abb. 1). Eine hohe Fangquote gleich zu Beginn der Standperiode läßt auf eine quantitative Ausbeute schließen. Das ist der Fall, wenn sich die Kurven in Abb. 1 einem Maximalwert nähern: besonders deutlich bei *A. parallelepipedus*, *P. melanarius* und *metallicus*, *C. nemoralis* und *L. pilicornis*. Fangen sich aber noch relativ viele Käfer in der vierten Woche, so ist nicht auszuschließen, daß noch weitere Individuen unerfaßt im Eklektor zurückbleiben: Bei *P. oblongopunctatus* und *A. nemorivagus* scheint die Kurve ihren Maximalwert noch nicht erreicht zu haben.

Die Fangeffizienz für die letzteren Arten dürfte demnach geringer sein, während man für die erstgenannten fünf davon ausgehen kann, daß alle vorhandenen Tiere auch gefangen wurden.

In diesem Zusammenhang ist interessant, wieviele Tiere unter Ausnutzung der Phototaxis in der Fangdose (n_E in Abb. 1) und wieviele in der Bodenfalle (n_{Bof}) gefangen wurden: Alle Arten werden zu einem hohen Anteil (Abb. 1, Spalte c) in der Fangdose gefangen, was besonders bei schweren Tieren wie *C. nemoralis* eine gute Kletterfähigkeit voraussetzt. Besonders hoch ist n_E bei den Arten, deren Fängigkeit in Bodenfallen niedrig ist (Tab. 1: *P. oblongopunctatus*, *P. melanarius*, *L. pilicornis*). Damit erweist sich der Einsatz von Eklektoren als sinnvolle Ergänzung eines Fangprogramms

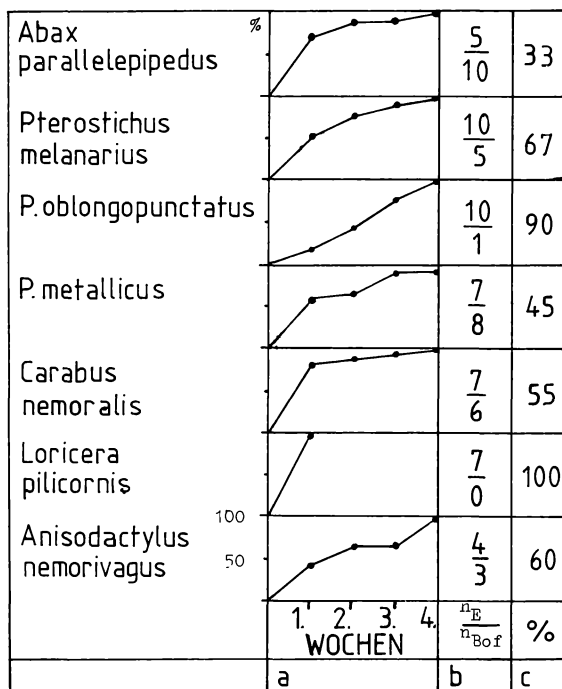


Abb. 1: Zur Effizienz von Carabidenfängen aus Bodenelektoren: a) Fängigkeit pro Standwoche: Die Kurven zeigen kumulativ, welcher Prozentsatz der insgesamt gefangenen Carabiden in jeweils welcher Standwoche der Eklektoren gefangen wurde. b) Verhältnis der in den Fangdosen gefangenen Tiere (n_E) zu den in den Eklektor-Bodenfallen gefangenen (n_{Bof}) in absoluten Zahlen. c) Prozentanteil der n_E am Gesamtfang ($n_E + n_{Bof}$).

mit Bodenfallen. Der Anteil der Fangdose am Fangerfolg für Carabiden ist jedenfalls beträchtlich, was bei den in der Hauptsache nachtaktiven Käfern (nur *P. oblongopunctatus* ist tagaktiv) erstaunt. Allerdings ist selbst bei nachtaktiven Carabiden positive Phototaxis ausgebildet, da nur so die frischgeschlüpften Jungkäfer den Weg zur Bodenoberfläche finden (SCHAUERMANN mdl.).

5.2. Probengröße

Die Auftragung der kumulativen Mittelwerte der Carabidendichte (bezogen auf 0.25 m^2) aus den Rasterproben in Abb. 2 (in Anlehnung an SCHAUERMANN 1973) zeigt, daß z. B. der Mittelwert der Dichte aus 6 m^2 (entsprechend der Probenfläche der Bodenelektoren) um 30 % von dem Wert aus 10 m^2 abweicht (20. 5., obere Kurve), bzw. um 20 % von dem Wert aus 12 m^2 (25. 5.). Bei der geklumpten Verteilung und geringen Dichte der Carabiden dürften 10 m^2 die Untergrenze der Probenahme zur Bestimmung der Dichte (mit Eklektoren oder Rasterproben) sein, und einzelne Arten können auf diese Weise kaum adäquat erfaßt werden.

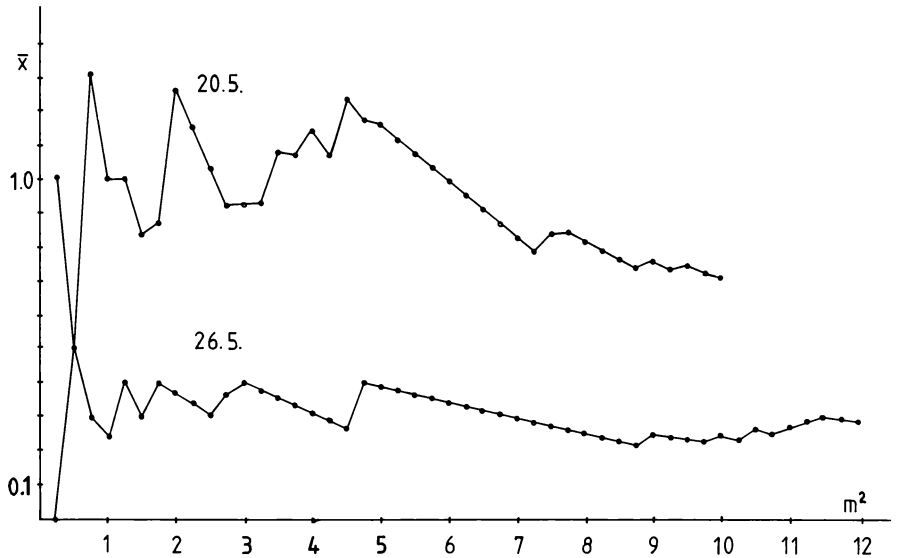


Abb. 2: Kumulative Mittelwerte (\bar{x}) der Carabidendichte aus den Rasterproben (bezogen auf jeweils 0.25 m² Fläche) zur Ermittlung der notwendigen Probengröße für Carabidenaufsammlungen zur Dichtebestimmung.

5.3. Dominanzstrukturen

Ein Vergleich der Dominanzstrukturen in den verschiedenen Fängen (Tab. 1) zeigt große Unterschiede. Diese sind zum einen sicherlich auf die für verlässliche Ergebnisse zu geringe Probenzahl der Eklektoren zurückzuführen. Zum anderen verweisen sie aber auf das Problem, daß Bodenfallenfänge nicht ohne weiteres Gesamtpopulationen repräsentieren. Für einzelne Arten lassen sich in bestimmten Situationen Zusammenhänge zwischen Dichte und Aktivitätsdichte zeigen (BAARS 1979, ERICSON 1979), aber dies kann nicht verallgemeinert werden. Die Fängigkeit wird von den Faktoren beeinflusst, die sowohl in der Biologie der einzelnen Arten als auch in der Methodik bzw. in einer Kombination von beidem liegen können wie z. B. den Falleneigenschaften (ADIS 1979, KUSTOR und NOVAK 1980), dem Klima der Falle im Vergleich zum umgebenden Bestandsklima (BOMBOSCH 1962) und zu den Klimaansprüchen einer Art oder dem Raumwiderstand (HEYDEMANN 1957). In ungünstigen Habitaten mit geringer Dichte kann die Aktivität und damit die Fangzahl erhöht sein (der „Grümeffekt“ (GRÜM 1971) nach BAARS 1979). Fangflüssigkeiten können einzelne Arten anlocken oder abstoßen; beispielsweise wirkt Pikrinsäure auf *P. oblongopunctatus* abstoßend (ADIS 1974), derartige Wirkungen können sich aber auch jahreszeitlich ändern (ADIS und KRAMER 1975).

Interessant ist, daß *C. irregularis* nach den Baumelektorfängen auch im September auf den Baumstämmen aktiv war (vgl. 4.4.), obwohl diese Art nach THIELE (1977) zu den Frühjahrsfortpflanzern ohne Herbstbestand gerechnet wird, und auch gleichzeitig nur 1 Exemplar in den Bodenfallen gefangen wurde. Die Phänologie von Laufkäfern sollte also nicht allein aufgrund von Bodenfallenfängen beurteilt werden. Entweder ändert sich die Fängigkeit der Fallen für *C. irregularis* im Laufe des Jahres, oder seine Aktivität ist im Herbst eng an die Baumstämmen gebunden, so daß er in den Bodenfallen nicht erfaßt wird.

Auffallend beim Vergleich von Bodenfallen mit Eklektorfängen ist, daß die extrem dominierende Stellung von *A. parallelepipedus* in ersteren (Tab. 2) keiner besonders hohen Siedlungsdichte entspricht (Tab. 3). Diese Art ist etwa genauso häufig wie an-

dere Arten der gleiche Größe. Überhaupt treten kleinere Arten in der Siedlungsdichte stärker hervor: *P. metallicus* und *P. oblongopunctatus*, *Loricera pilicornis* und *Anisodactylus nemorivagus* in den Eklektoren, *Molops piceus* in den Rasteraufsammlungen. Größere Carabiden wie v. a. der Lederkäufer *C. coriaceus* sind wesentlich seltener, aber aufgrund ihres Gewichts und ihrer schnelleren Laufgeschwindigkeit leichter mit Bodenfallen zu fangen (ADIS 1979).

Was die extrem hohe Fangzahl von *Abax parallelepipedus* in den Bodenfallen bedingt, wird im folgenden diskutiert. Eine besondere Attraktivität von Pikrinsäure ist für diese Art ausgeschlossen, da sie auch in Lebendfallen stets die höchsten Zahlen zeigte (20. - 26. 5. 1981: 25 *A. parallelepipedus* und 14 *C. nemoralis* und wenige andere in 5 Lebendfallen. 8. - 15. 7.: 14 *A. parallelepipedus*, 2 *P. metallicus* und 3 *P. oblongopunctatus* in 4 Fallen). Schließlich geben auch andere Autoren für *A. parallelepipedus* hohe Aktivitätsdichten an: LAUTERBACH (1964) mit Formalinfallen, BENEST und CANCELA DA FONSECA (1980) mit gesättigter Kochsalzlösung als Fangflüssigkeit.

Wird zum Vergleich bei verschiedenen Arten die Aktivitätsdichte AD (Tab. 2) durch die maximale Laufgeschwindigkeit V (Labordaten aus THIELE 1977) und die jährliche Aktivitätsdauer L (Tab. 4) dividiert, so erhält man ein Maß der Aktivität, den Faktor $F = AD \cdot (V \cdot L)^{-1}$ (Tab. 6). Es zeigt sich, daß das im Labor bestimmte Lauftempo V und auch die Phänologie der Arten (L) nur zu einem Teil den für *Abax parallelepipedus* relativ hohen AD-Wert verursachen. Die verglichenen Arten haben etwa gleiche Größe. Vielleicht ist *Abax parallelepipedus* mehr Stunden pro Tag aktiv als die anderen Arten.

Tab. 6: Zur Aktivität von *Abax parallelepipedus*. Erklärung im Text. V = cm/s.

	AD	L	V	F	zum Vergleich: Siedlungsdichte
<i>A. parallelepipedus</i>	284	22	12.2	1.06	0.23
<i>A. ovalis</i>	17	18	9.7	0.10	0.08
<i>P. melanarius</i>	20	24	8.9	0.10	0.22

5.3. Siedlungsdichte

In den Bodenelektoeren wurde eine durchschnittliche Siedlungsdichte von 1.1 Ind./m² ermittelt, mit den Rasterproben 1.1 bzw. 2.8 Ind./m². Da in den Eklektoren manche Arten überhaupt nicht erfaßt wurden (z. B. *C. irregularis* und *M. piceus*), dürfte die Gesamtdichte der Carabiden mit Sicherheit höher liegen als bei 1.1 Ind./m². Außerdem sind Eklektoren aktivitäts- und damit witterungsabhängig, weshalb die niedrigen Werte zu Anfang und Ende der Aktivitätsperiode sicherlich nicht die realen Dichteverhältnisse widerspiegeln.

Die Abhängigkeit der Oberflächenaktivität von der Witterung ergibt sich auch aus den Rasterfängen. Große Dichteschwankungen innerhalb nur einer Woche (20. - 26. 5. 1981) sind mit Sicherheit auszuschließen. Trotzdem ist der erste Wert wesentlich höher, wofür vermutlich das sonnige und warme Wetter in der Woche vor und an diesem Termin verantwortlich zu machen ist. In der folgenden Woche, bei geänderter Witterung, zogen sich die Carabiden zumindest tagsüber in die nicht miterfaßten oberen Bodenschichten zurück. Deshalb wird kein Mittelwert gebildet; der Wert von 2.8 Ind./m² muß als Mittelwert gelten. Dies wird auch von den Aussagen THIELES (1977) zur Dichte von Carabiden in Wäldern gestützt. Im übrigen sind entsprechende Informationen selten zu finden, da meist mit Bodenfallen gearbeitet wird. Mit den Zahlen aus dem Göttinger Wald vergleichbare Dichten (bei ähnlich hoher Artenzahl) fand GRÜM (1975) in Wäldern bei Warschau: 0.09 (*C. nemoralis*) und 0.02 (*C. arven-*

sis) bis zu 1.10 Ind./m² (*Pterostichus niger*). Im Sauerhumus-Buchenwald des Solling siedeln 6-7 Ind./m² (SCHAUERMANN 1981). Sehr viel höhere Werte fand FRANK (1967) in einem Erlenwald in England: 6 *Abax parallelepipedus*, 11 *P. madidus* und 2.5 *P. melanarius* pro m².

Unter Bezug auf Literaturangaben zur Biologie der Arten (THIELE 1977, BURMEISTER 1939, LAUTERBACH 1964 sowie THIELE und KOLBE 1972) läßt sich abschließend sagen, daß ein hoher Anteil montaner Arten (*C. irregularis*, *C. auronitens*, *Molops piceus* und v.a. die Arten mit dem an niedrigere Durchschnittstemperaturen angepaßten zweijährigen Entwicklungszyklus *A. ovalis* und *P. metallicus*) und das gleichzeitige Überwiegen des Entwicklungstyps der Frühjahrsfortpflanzler den Göttinger Wald als einen eher montan-kühlen Lebensraum charakterisieren.

6. Zusammenfassung

In der Carabidenfauna eines etwa 120jährigen Buchenwaldes auf Muschelkalk in der Nähe von Göttingen war *Abax parallelepipedus* mit 53 % aller Individuen die häufigste in Bodenfallen gefangene Art (Aktivitätsdichte), gefolgt von *Carabus nemoralis*, *Pterostichus metallicus*, *C. coriaceus*, *C. irregularis*, *C. auronitens*, *P. melanarius*, *A. ovalis* und *C. arvensis* (In dieser Reihenfolge). Weitere, in Bodenfallen nicht erfaßte Arten waren *P. obolongopunctatus* und *Anisodactylus nemorivagus*. Alle diese Arten hatten eine Dichte von 0.1 - 0.2 Ind./m² (Boden-Photoelektoren), die Gesamtdichte aller Carabiden beträgt aber mindestens 3 Ind./m² (Rasteraufsammlungen). *Abax parallelepipedus* ist bei gleicher Dichte wie die gleichgroßen *A. ovalis* und *P. melanarius* etwa zehnmal so aktiv.

Manche Arten, v.a. *C. irregularis*, jagen auf den Buchenstämmen bis in 2 m Höhe (Baumeklektorfänge).

Mit Boden-Photoelektoren kann die Erfassung von Carabiden durch Bodenfallen sinnvoll ergänzt werden. Die Effizienz der Eklektoren ist bei vierwöchiger Standzeit für die meisten Arten gut. Allerdings sollte bei der vorgefundenen geringen Dichte der Carabiden und ihrer geklumpten Verteilung (Rasterproben) die Probengröße mindestens 10 m² betragen.

Fänge von *C. irregularis* im September in Baumeklektoren zeigen, daß die Aktivitätsperiode von Carabiden nicht nur aus Bodenfallenfängen abgeleitet werden sollte.

Literatur:

- ADIS, J. (1974): Bodenfallenfänge in einem Buchenwald und ihr Aussagewert. Diplomarbeit Göttingen.
- ADIS, J. (1979): Problems of interpreting arthropod sampling with pitfall traps. - Zool. Anz. **202**: 177-184.
- ADIS, J./E. KRAMER (1975): Formaldehyd-Lösung attrahiert *Carabus problematicus* (Coleoptera, Carabidae). - Ent. germ. **2**: 121-125.
- BAARS, M. A. (1979): Catches in pitfall traps in relation to mean densities of carabid beetles. - Oecologia (Berl.) **41**: 25-46.
- BACHMANN, E. und SCHAEFER, M. (1983): The opilionid fauna of a beech wood and dry grassland on limestone. - Verh. naturwiss. Ver. Hamburg (NF) **26**: 141-149.
- BENEST, G./J. P. CANCELA DA FONSECA (1980): Populations of forest-inhabiting carabids (Carabidae, Coleoptera) in Fontainebleau, France. - Pedobiologia **20**: 343-359.
- BOMBOSCH, S. (1962): Untersuchungen über die Auswertbarkeit von Fallenfängen. - Z. angew. Zool. **49**: 149-160.
- BURMEISTER, F. (1939): Biologie, Ökologie und Verbreitung der europäischen Käfer. I. Bd. Adephaga, I. Familiengruppe Caraboidea. Krefeld.

- CZECHOWSKI, W. (1980a): Influence of the manner of managing park areas and their situation on the formation of the communities of carabid beetles (Coleoptera, Carabidae). - *Fragm. Faun. (Warsaw)* **25**: 199-219.
- CZECHOWSKI, W. (1980b): : Carabids (Coleoptera, Carabidae) of the Vistula escarpment in Warsaw. - *Fragm. faun.* **25**: 239-316.
- ERICSON, D. (1979): The interpretation of pitfall catches of *Pterostichus cupreus* and *Pt. melanarius* (Coleoptera, Carabidae) in cereal fields. - *Pedobiologia* **19**: 320-328.
- EVERS, A. (1977): Rote Liste im nördlichen Rheinland gefährdeten Käferarten (Coleoptera) mit einer Liste von Bioindikatoren. - *Ent. Bl.* **73**.
- FRANK, J. H. (1967): The effect of pupal predators on a population of winter moth, *Operophtera brumata* (L.) (Hydriomenidae). - *J. Anim. Ecol.* **36**: 611-621.
- FUNKE, W. (1971): Food and energy turnover of leaf-eating insects and their influence on primary production. *Ecol. Studies* **2**: 81-93
- GRÜM, L. (1971): Spatial differentiation of the *Carabus* L. (Col., Carabidae) mobility. - *Ekol. Pol.* **19**: 1-34.
- GRÜM, L. (1975): Mortality patterns in carabid populations. *Ekol. Pol.* **23**: 649-665.
- HEYDEMANN, B. (1953): Agrarökologische Problematik, dargetan an Untersuchungen über die Tierwelt der Oberfläche der Kulturfelder. Dissertation Kiel.
- HEYDEMANN, B. (1957): Die Biotopstruktur als Raumwiderstand und Raumfülle für die Tierwelt. - *Verh. Deut. Zool. Ges. Hamburg* 1956: 332-347.
- HÖVEMEYER, K. (1984): Die Dipteregemeinschaft eines Buchenwaldes auf Kalkgestein: Produktion an Imagines, Abundanz und räumliche Verteilung insbesondere der Larven. - *Pedobiologia* **26**: 1-15.
- IWAO, S. (1972): Application of the m - m method to the analysis of spatial patterns by changing the quadrat size. - *Res. Popul. Ecol.* **14**: 97-128.
- KUSTOR, V./T. NOVAK (1980): Some Factors influencing the efficiency of trapping two underground beetle species. - *Zool. Anz.* **205**: 323-332.
- LAUTERBACH, A. (1964): Verbreitungs- und aktivitätsbestimmende Faktoren bei Carabiden in sauerländischen Wäldern. - *Abh. Landesmuseum Naturkunde Münster* **26**: 1-100.
- LLOYD, M. (1967): Mean Crowding. - *J. Anim. Ecol.* **36**: 1-30.
- MARTIUS, Ch. (in Vorb.): Zur Nahrungsbiologie von *Abax parallelepipedus* (Col., Carabidae) in einem Kalkbuchenwald.
- REISE, K./G. WEIDEMANN (1975): Dispersion of predatory forest floor arthropods. - *Pedobiologia* **15**: 106-128.
- SCHAEFER, M. (1982): Zur Funktion der saprophagen Bodentiere eines Kalkbuchenwaldes: Ein langfristiges Untersuchungsprogramm im Göttinger Wald. - *Drosera '82*: 75-84.
- SCHAEFER, M. (1983): Kurzflügler (Coleoptera: Staphylinidae) als Teil des Ökosystems „Kalkbuchenwald“. - *Verh. Ges. Ökol.* **11**: 361-372.
- SCHAUERMANN, J. (1973): Zum Energieumsatz phytophager Insekten im Buchenwald (II). Die produktionsbiologische Stellung der Rüsselkäfer (Curculionidae) mit rhizophagen Larvenstadien. - *Oecologia (Berl.)* **13**: 313-350.
- SCHAUERMANN, J. (1981): Die Rolle der Käferfauna im Ökosystem Sauerhumusbuchenwald. - *Jber. naturwiss. Ver. Wuppertal* **34**: 16-22.
- SCHENKER, R./B. STREIT (1980): Saisonale Verteilungsmuster von Mikroarthropoden. - *Rev. Suisse Zool.* **87**: 1017-1028.
- STIPPICH, G. (1981): Untersuchungen zur Ökologie von Spinnen (Araneida) eines Kalkbuchenwaldes. Diplomarbeit Göttingen.
- THIELE, H.-U. (1977): Carabid Beetles in their environments. Berlin (Springer).
- THIELE, H.-U./W. KOLBE (1962): Beziehungen zwischen bodenbewohnenden Käfern und Pflanzengesellschaften in Wäldern. - *Pedobiologia* **1**: 157-173.
- TISCHLER, W. (1949): Grundzüge der terrestrischen Tierökologie. Braunschweig. (Vieweg)
- UMWELTGUTACHTEN (1978) (Hrg. vom Bundesminister des Innern): Deutscher Bundestag, 8. Wahlperiode. Drucksache 8/1938. Bonn.

Anschrift des Verfassers:

Dipl.-Biol. Christopher Martius, Max-Planck-Institut für Limnologie, Postfach 165, D-2320 Plön

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Drosera](#)

Jahr/Year: 1986

Band/Volume: [1986](#)

Autor(en)/Author(s): Martius Christopher

Artikel/Article: [Die Laufkäferfauna \(Coleoptera: Carabidae\) eines Kalkbuchenwaldes 1-11](#)