Zeitschrift: Mitteilungen der Schweizerischen Entomologischen Gesellschaft = Bulletin de la Société Entomologique Suisse = Journal of the Swiss Entomological Society

Herausgeber: Schweizerische Entomologische Gesellschaft

Band: 68 (1995)

Heft: 1-2

Artikel: Beschreibung des Weibchens von Dichromia (Camhypena) thomensis (A.E. Prout, 1927) aus São Thomé (Lepidoptera : Noctuidae : Hypeninae)

Autor: Lödl, Martin

DOI: https://doi.org/10.5169/seals-402584

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Mehr erfahren

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. En savoir plus

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. Find out more

Download PDF: 11.07.2025

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, https://www.e-periodica.ch

MITTEILUNGEN DER SCHWEIZERISCHEN ENTOMOLOGISCHEN GESELLSCHAFT
BULLETIN DE LA SOCIÉTÉ ENTOMOLOGIQUE SUISSE
68, 79 – 82, 1995

Beschreibung des Weibchens von *Dichromia (Camhypena) thomensis* (A.E. PROUT, 1927) aus São Thomé (Lepidoptera: Noctuidae: Hypeninae)

MARTIN LÖDL

Naturhistorisches Museum Wien, Burgring 7, A-1014 Wien, Österreich.

Description of the female of Dichromia (Camhypena) thomensis (A.E. PROUT, 1927) from São Thomé (Lepidoptera: Noctuidae: Hypeninae). – The hitherto unknown female of *Dichromia (Camhypena) thomensis* is described and illustrations of the adult specimen, the lateral view of the head and the genitalia are given.

Keywords: *Camhypena, Dichromia*, Ethiopian region, Hypeninae, Noctuidae, São Thomé.

EINLEITUNG

Dichromia thomensis wurde von A.E. PROUT (1927: 230) beschrieben und gleichzeitig in die monotypische Gattung *Camhypena* A.E. PROUT (1927: 230) gestellt.

In Vorbereitung der Revision der afrotropischen und madagassischen Arten der Gattung *Hypena* SCHRANK, 1802, (LÖDL, 1994b) wurde der Versuch der Gattungsabgrenzung von *Hypena* gegenüber der Gattung *Dichromia* GUENÉE, 1854, vorgenommen (LÖDL, 1993, 1994a). Die Revision der Gattung *Dichromia* der afrikanischen Region befindet sich zwar erst in der Vorbereitungsphase, jedoch wurde von LÖDL (1994: 385ff., 582) versucht, eine vorläufige systematische Einteilung in Untergattungen vorzunehmen. *Camhypena* wurde von LÖDL (1993) mit *Dichromia* synonymisiert und von LÖDL (1994b) als Untergattung für eine Reihe von Arten mit *Hypena*-artigem Aussehen und ohne gelbe Hinterflügel geführt.

In der vorliegenden Arbeit wird das bisher unbekannte Weibchen von *D. thomensis* beschrieben, das in den Inserenden-Beständen des BMNH aufgefunden wurde.

Dichromia (Camhypena) thomensis (A.E. PROUT, 1927) *[Camhypena]*

Untersuchtes Material: Lectotypus ♂: São Thomé, 25.26., 24.I.-25.II.1926, T.A. BARNS, Joicey Bequest, Brit.Mus. 1934-120, LÖDL Gen.Präp.Nr. 202 (BMNH) (hiermit designiert).- Paralectotypen: 2 ♂♂, São Thomé, 25.26., 24.I.-25.II.1926, T.A. BARNS (ein Exemplar irrtümlich als "Allotype - ♀" bezeichnet) (BMNH) (hiermit designiert). Die Originalbeschreibung zitiert 4 ♂♂ Syntypen; von diesen konnten nur drei im BMNH aufgefunden werden. – Weiteres Material: 1 ♀, W.Africa, São Thomé I., 20.XI.1932, W.H.T. TAMS, B.M. 1933-39, BM gen.sl.no. 15264 (LÖDL Gen.Präp.Nr. 295) (BMNH) (Abb. 1).

Beschreibung des Weibchens

Kopf (Abb. 2): Robust und kräftig, Stirnschopf nicht sehr prominent, dunkelbraun. Augen sehr groß (Augendurchmesser 1,3 mm), aber im Durchmesser kleiner als beim Männchen (Augendurchmesser 1,8 mm). Labialpalpen verhältnismäßig

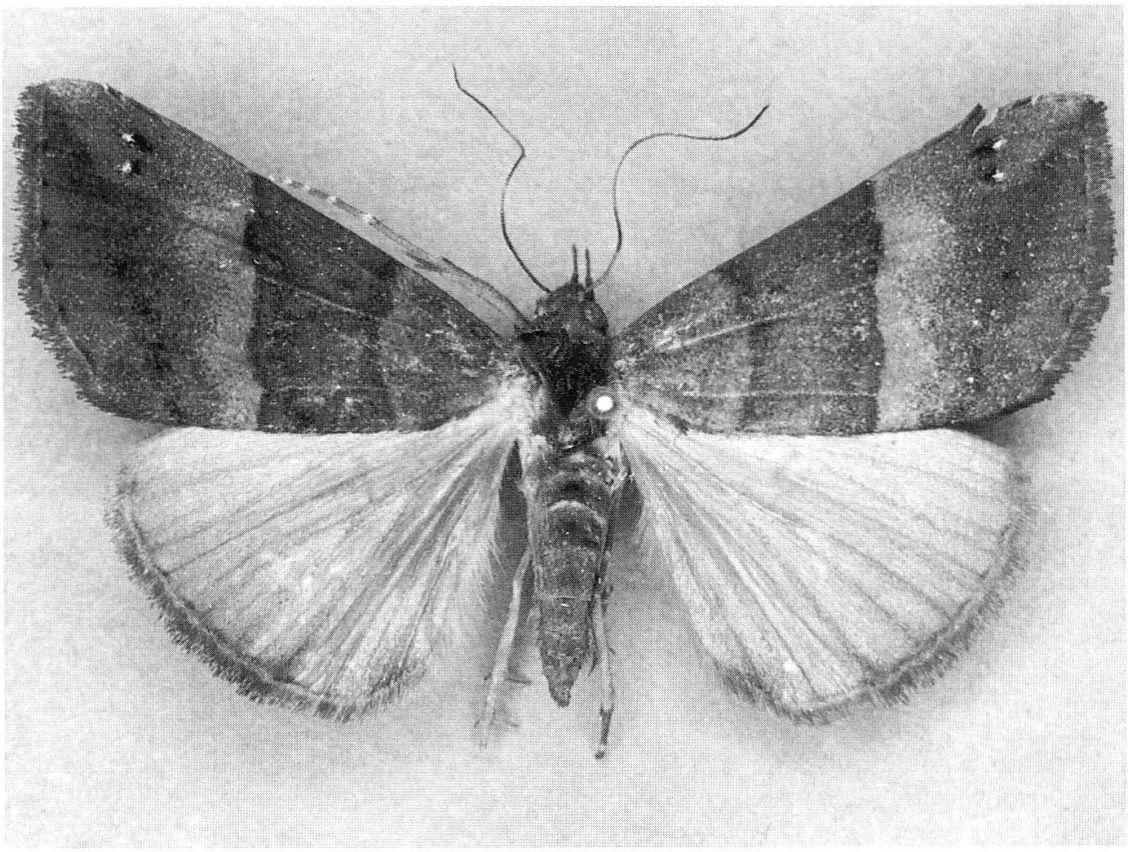
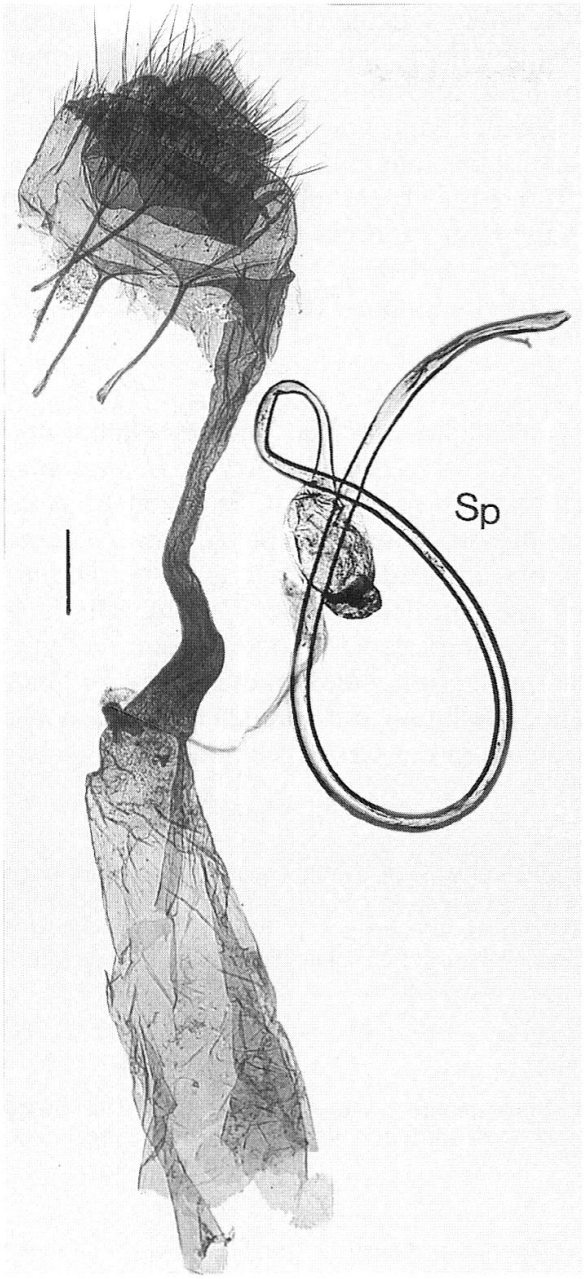


Abb. 1. *Dichromia thomensis* (A.E. PROUT, 1927), Weibchen.

kurz, gerade, schräg nach oben gerichtet. 1. Palpenglied unterseits nicht so lang behaart wie beim Männchen. Fühler sehr kurz bewimpert. Palpen: Glieder 2/3 = 1,9.

Thorax und Abdomen: Thorax kräftig, dunkelbraun, Beine kräftig, eng anliegend, hell graubraun beschuppt, die Tarsen jeweils am Ende jeden Gliedes mit hellem Ring. Abdomen etwas heller als Thorax, graubraun, an der Basis mit angedeuteten Wimpernschöpfen, diese wesentlich schwächer als beim Männchen.

Flügel: Spannweite 38 mm; Vorderflügel: Länge/Breite = 1,5. Vorderflügel breit und kräftig, mit prägnant ausgebildeter Zentraler Symmetriefläche. Apex spitz. Grundfarbe mittelbraun, besonders im Bereich Zentrale Symmetriefläche lilafarbig überhaucht. Außer- und innerhalb der beiden dunkelrotbraunen und deutlich angelegten Querlinien (als innere und äussere Querlinien interpretierbar) ockerfarbig aufgehellt. Äussere Querlinie relativ weit im Mittelteil des Vorderflügels liegend und den Nierenmakel durchschneidend. Nierenmakel nur als undeutliche, dunkelrotbraune Verdickung der äusseren Querlinie. Innere Querlinie konkav (bezogen auf die Flügelwurzel), äussere Querlinie leicht gewellt, insgesamt aber gerade. Bei den Männchen verläuft die äussere Querlinie stets kräftig gewellt und gezähnt. Ringmakel als undeutlicher, dunkler Punkt. Wellenlinie als Reihe schwacher, verdunkelter Flecke angedeutet. Apikalmakel angedeutet, Apikalmakelsaum als dunkelbraune Verdunkelung angelegt. Pfeilflecke deutlich, schwarz, außen weiß. Saumflecken schwarz, nur leicht markiert. Hinterflügel hell graubraun. Saum, besonders im Bereich des Analwinkels, verdunkelt.



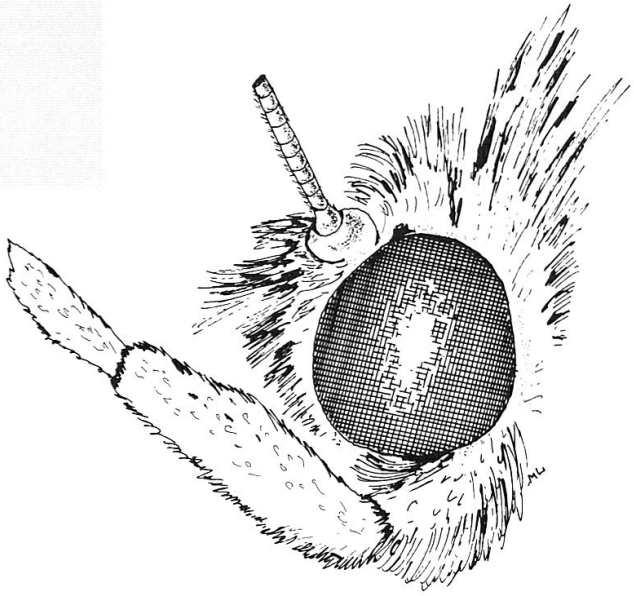


Abb. 2-3. *Dichroma thomensis* (A.E. PROUT, 1927), Weibchen. – 2 (rechts): Kopf lateral, Maßstab = 1 mm. – 3 (links): Genital, LÖDL Gen.Präp.Nr. 295; Sp = Spermatophore, Maßstab = 0,5 mm.

Genital (Abb. 3): Lang und verhältnismäßig schlank (Gesamtlänge 7,5 mm). Aphophysen lang und gut entwickelt. Ostium flach, nur leicht verbreitert, ohne besondere Bildungen. Ductus bursae sehr lang, im Mittelteil sehr derbhäutig und mit granulierter, zähnchenbesetzter Innenwand, knapp vor der Einmündung in die Bursa leicht verbreitert und mit Knick. Bursa selbst lang und proximal wenig erweitert, sackförmig, insgesamt 3,2 mm lang. Bursa im wesentlichen weichhäutig, ohne deutliche Signa-Bildungen. Ductus seminalis mündet direkt nach der Einmündung des Ductus bursae. Spermatophore sehr kräftig und lang, in Form einer Doppelschlinge. Bursa: Länge/Breite = 3,2 (ohne Spermatophor-Dehnung).

DISKUSSION

D. thomensis ist bisher nur in wenigen Stücken aus São Thomé bekannt und scheint dort endemisch vorzukommen. Die nächst verwandte Art ist *D. mesomelaena* (HAMPSON, 1902), die sehr weit verbreitet zu sein scheint. Eine genaue Analyse der Populationen dieser Art steht allerdings noch aus. Wie bei *D. mesomelaena* und anderen Arten der Untergattung *Camhypena* wiederholt sich auch bei *D. thomensis* der markante Geschlechtsdimorphismus in der Flügelzeichnung. Die äussere Querlinie ist nicht, wie bei den Männchen, stark gewellt und die Zentrale Symmetriefläche nicht verdunkelt oder schwarz ausgefüllt, sondern es kommt zu einer mehr oder weniger lebhaften *Hypena*-artigen Zeichnung mit geraden Querlinien und einer Vielzahl verschiedener Braunabstufungen in der Grundzeichnung.

DANKSAGUNG

Der Autor dankt den Kolleginnen und Kollegen Kim BUCKMASTER, David CARTER, David GOODGER und Martin HONEY aus dem Natural History Museum, London, sehr herzlich für ihre Unterstützung und Hilfe bei der Revision der afrikanischen Hypeninen. Weiters sei J. WOJTUSIAK (Jagellonian University, Krakow, Polen) für den interessanten Gedankenaustausch sowie die Entlehnung von Material aus São Thomé gedankt.

ZUSAMMENFASSUNG

Das bisher unbekannte Weibchen von *Dichromia (Camhypena) thomensis* (A.E. PROUT, 1927) wird beschrieben. Das adulte Weibchen, die Lateralansicht des Kopfes und das Genital werden abgebildet.

LITERATUR

LÖDL, M. 1993. Notes on the synonymy of the genera *Hypena* SCHRANK, 1802, *Dichromia* GUENÉE, 1854 and *Harita* MOORE, 1882 (Lepidoptera: Noctuidae: Hypeninae). - *Z. Arbeitsgem. Österr. Entomol. 45(1/2):* 11-14.

LÖDL, M. 1994a. Remarks on the classification of the genera *Hypena* SCHRANK, 1802, *Dichromia* GUENÉE, 1854 and *Harita* MOORE, 1882 (Lepidoptera: Noctuidae). - *Nota lepid. 16(3/4):* 241-250.

LÖDL, M. 1994b. Revision der Gattung *Hypena* SCHRANK, 1802 s.l., der äthiopischen und madagassischen Region, Teil 1 (Insecta: Lepidoptera: Noctuidae: Hypeninae). *Ann. Naturhist. Mus. Wien 96 B:* 373-590.

PROUT, A.E. 1927. A list of Noctuidae with descriptions of new forms collected in the Island of São Thomé by T.A. BARNS. - *Trans. ent. Soc. London 1927:* 201-232.

(erhalten am 19. Dezember 1994; angenommen am 14. Januar 1995)

MITTEILUNGEN DER SCHWEIZERISCHEN ENTOMOLOGISCHEN GESELLSCHAFT
BULLETIN DE LA SOCIÉTÉ ENTOMOLOGIQUE SUISSE
68, 83 – 102, 1995

Auswirkungen der Erschliessung von Wäldern der montanen Stufe auf die Laufkäfer (Col., Carabidae)

ROMAN EYHOLZER

Zoologisches Institut der Universität, Entomologische Abteilung, CH-1700 Freiburg

Effects of road construction in a woodland area on the presence of carabids (Col., Carabidae). – In 1991, population studies with carabids were carried out in a mountaineous woodland area at an altitude of 1200 m. Due to the changes in the microclimate caused by the construction of a road, the abundance of certain typical woodland carabids caught in pitfall-traps had diminished. In addition, marked carabids indicated that certain species were unable to cross the road. The total loss of habitat for certain woodland species is of about 7 hectares (0.07 km^2) for every kilometer of constructed road in the woodland area.

Keywords: road, woodland, carabids, mountain, Switzerland.

EINLEITUNG

Mit der Erschliessung der Wälder werden zusammenhängende Lebensräume immer stärker unterteilt. Die Auswirkungen des Wegebaus auf die Biozönosen der angrenzenden Wälder finden dabei in den letzten Jahren zunehmende Beachtung. So stellte schon NEUMANN (1971) fest, dass die Besiedlung von forstlich rekultivierten ehemaligen Braunkohle-Abbaugebieten durch Waldcarabiden nur vergleichsweise langsam erfolgt und offensichtlich erschwert ist. Als Gründe hierfür gibt er unter anderem eine Barrierewirkung von Strassen an.

MADER (1979, 1981) konnte bei der Untersuchung einer Waldbiozönose zeigen, dass von einer den Wald durchschneidenden Strasse eine massive Isolationswirkung auf die Laufkäfer und Kleinsäuger ausgeht. KAULE *et al.* (1983, 1984), KAULE (1986) und HEIDT (1986) stellten ähnliche Ergebnisse für die Laufkäfer in der Agrarlandschaft fest. Im offenen Gelände haben asphaltierte Güterstrassen einen stärkeren Trenneffekt als Naturstrassen (MADER, 1988; DUELLI *et al.*, 1990). In WEGMANN (1991) findet man eine Zusammenfassung der positiven und negativen Auswirkungen des Strassenbaus auf die Tier und Pflanzenwelt. Lösungsansätze werden in BURKHALTER & SCHADER (1994) aufgezeigt.

Im Rahmen dieser Arbeit wird von folgenden Fragestellungen ausgegangen: Wie verändert sich die Carabidensynusie im Einflussbereich der Waldstrasse? Geht von der Waldstrasse eine Trennwirkung auf die Zönosen der angrenzenden Waldflächen aus? Bestehen dabei Unterschiede zwischen der fertigen Waldstrasse und der in Vorbereitung zum Strassenbau gerodeten Waldschneise? Wie gross ist der Flächenverlust des Waldbiotops bedingt durch die Waldstrasse?

Laufkäfer eignen sich als Indikatoren, weil sie in kurzer Zeit auf Veränderungen der Umweltbedingungen zu reagieren vermögen. Zudem sind sie flugunfähig oder zumindest flugunlustig, so dass auch im letzteren Fall die Wahrscheinlichkeit gering ist, dass sie sich den Faktorenkomplexen der Wege durch Überfliegen entziehen.

THIELE (1963, 1977) teilt die Laufkäfer nach ihrem Präferenzverhalten gegenüber abiotischen und biotischen Faktoren in Feldarten und Waldarten ein und unterscheidet zwischen stenöken/euryöken Waldarten, stenöken/euryöken Feldarten und eurytopen Arten.

MATERIAL UND METHODE

Untersuchungsgebiet

Das Untersuchungsgebiet befindet sich in den Freiburger Voralpen (46° 42' N; 7° 11' W) am nordwestlich orientierten Hang des Cousimbert. Die Waldstrasse verläuft in einer Höhe von 1200 m. Das ganze Untersuchungsgebiet ist mässig geneigt (10 bis 15 %), die Unterlage ist Ton-Flysch welcher ständig in Bewegung bleibt, so dass Rutschungen im Gebiet recht häufig sind.

Vegetation

Zur Charakterisierung des Standortes wurde eine Vegetationsaufnahme nach BRAUN-BLANQUET (1964) durchgeführt. Um jede Falle wurde in einem Kreis von 5 Meter Radius die mittlere Häufigkeit der einzelnen Pflanzen sowie der Bedekkungsgrad in den einzelnen Schichten (Strata) ermittelt.

Der Waldbiotop wurde als Tannen-Buchenwald (Abieti-Fagetum) der montanen Stufe angesprochen. Bedingt durch die Aufforstung mit *Picea abies* vor über 100 Jahren ist im Untersuchungsgebiet die Fichte stark, die Buche nur schwach vertreten. Der Wald weist verschiedene bewirtschaftungsbedingte Strukturen auf und steht heute als starkes Baumholz mit wenig Unterwuchs.

Der Saum der 1978 fertiggestellten Strasse ist einer Kohldistel-Wiese (Angelico sylvestris – Cirsietum oleracei) ähnlich. Die im Jahre 1988 geschlagene, daran anschliessende Schneise beherbergt eine Mischform von Wald- und Wiesengesellschaften, welche durch Pionierpflanzen (Schlagflurpflanzen) ergänzt wird. So blühen hier neben typischen Pionier- und Wiesenpflanzen auch Waldarten, welche jedoch verglichen mit jenen des angrenzenden Waldes durch direkte Sonnenbestrahlung stark geschädigt sind. Da sich die Pflanzenarten zuwenig schnell an die neuen Umweltfaktoren angepasst haben, lassen die Zeigerwerte nach ELLENBERG (1974) noch keine signifikanten Unterschiede erkennen.

Fallenfangmethode

Zur Erfassung des Laufkäferbestandes wurde die Bodenfallenfangmethode nach BARBER (1931) verwendet. Es wurden Standardfallen der Eidgenössischen Forschungsanstalt für Wald, Schnee und Landschaft (WSL) mit einem Durchmesser von 15 cm verwendet. Diese Fallen wurden in PVC-Röhren gesetzt, die während der ganzen Fangperiode nicht aus dem Boden genommen wurden.

Lebendfang

Zwischen dem 8. Juli 1991 und dem 18. August 1991 wurden die 12 Laufkäferarten mit der grössten Individuendichte lebend gefangen, im Freiland bestimmt (nach FREUDE *et al.*, 1976), mit TIPP-Ex-fluid-Farben markiert und einen Meter neben der Falle wieder freigelassen. Die Fallen wurden für die Dauer des Lebendfanges drei Mal wöchentlich geleert.

Fallenanordnung

Die Fallen wurden in 3 über die Strasse bzw. die Schneise führenden Transekten linear angeordnet. Jeder Transekt wurde jeweils in der Waldtrasse, am Waldrand sowie 10 Meter, 20 Meter, 35 Meter und 50 Meter auf beiden Seiten in den Wald hinein mit Fallen bestückt.

Der Transekt 1 führte über die fertiggestellte Strasse, welche weiter in den Wald hinein gebaut werden soll. Aus diesem Grund wurde eine Schneise von 15 Metern Breite in den Wald geschlagen. Über diese Schneise im gerodeten Zustand wurden Transekt 2 und Transekt 3 gelegt. Der vierte Transekt ist ein Kontrolltransekt mit 7 Fallen und führt über eine Wiese (Angelico sylvestris - Cirsietum oleracei) in den Wald (Abieti Fagetum) hinein.

Die Distanz zwischen den Fallen betrug mindestens 10 Meter, so dass eine gegenseitige Beeinflussung des Fangerfolges auszuschliessen ist.

Fangzeitraum

Die Untersuchungen dauerten vom 6. Mai 1991, als die Schneedecke zu schwinden begann, bis zu den ersten starken Schneefällen am 19. Oktober 1991. Die Fallen wurden in den insgesamt 24 Wochen wöchentlich einmal geleert. Bei anhaltenden Regenfällen und während der Lebendfangperiode wurden Zwischenleerungen vorgenommen und die Ergebnisse anschliessend wieder zu Wochenfängen aufaddiert.

RESULTATE

Allgemeines

In den Fallen wurden 16 verschiedene Tiergruppen nachgewiesen, welche in der Abb. 1 in Prozent des Gesamtfanges dargestellt sind.

61 % der Individuen der Ordnung Coleoptera stammen dabei aus der Familie der Laufkäfer, welche mit 6485 Individuen aus 41 Arten vertreten ist. Die nachgewiesenen Arten werden in der Tab. 1 aufgelistet und mit charakteristischen Daten versehen.

Charakterisierung der Transekte 1 bis 4

Die nachfolgenden Tabellen stellen die Dominanzverhältnisse in den Transekten 1 bis 4 dar. Unterstrichene Arten werden nur in einem der drei Teilbereiche – Wald unten, Trasse oder Wald oben – angetroffen.

Transekt 1 (Tab. 2)

Der Transekt 1 geht über die Waldstrasse. Der Deckungsgrad der Baumschicht beträgt im unteren Teil 70 %, jener der Krautschicht 40 %; im oberen Teil wurde der Deckungsgrad der Baumschicht durch Pflegemassnahmen auf 40 % reduziert. Dementsprechend konnte sich die Krautschicht gut entwickeln und erreicht einen Deckungsgrad von 80 %. Der Deckungsgrad der Krautschicht des Wegerandes beträgt 90 %.

Der Transekt 1 wird von den beiden typischen Waldarten Abax ater und Abax ovalis dominiert. Bei den subdominanten Arten, welche laut MÜHLENBERG (1976)

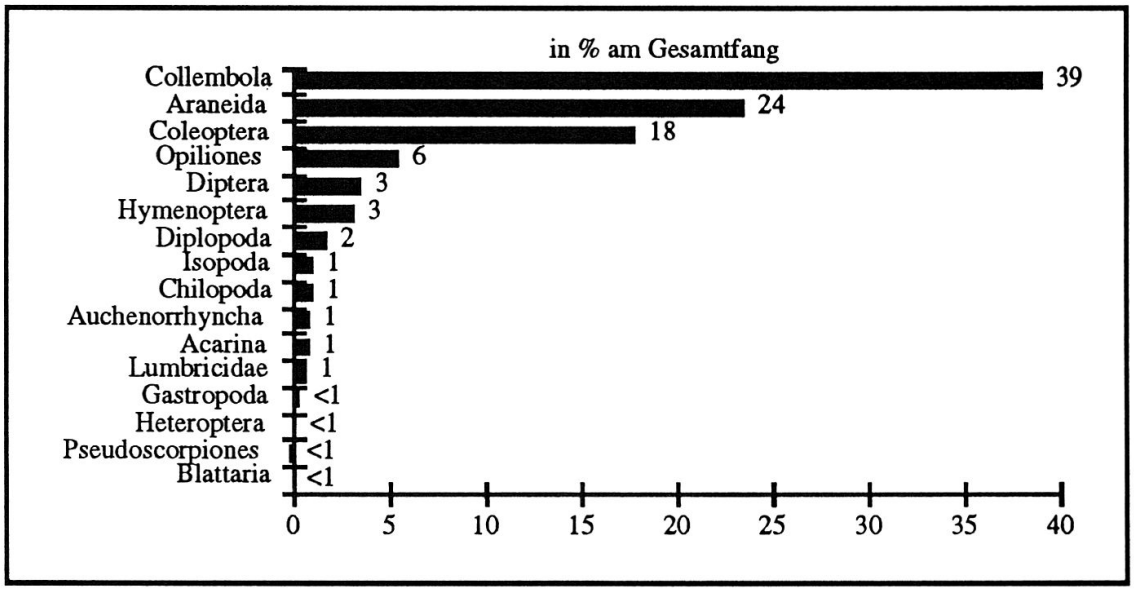


Abb. 1. Verteilung der Tiergruppen in Prozent des Gesamtfanges

vorrangig für differentialdiagnostische Zwecke geeignet sind, nimmt *Pterostichus burmeisteri*, der einzige mesobiont-thermophile Vertreter in dieser Gruppe, vom schattigen unteren Waldteil über die Waldstrasse in den besonnten oberen Waldteil zu. Die einzige meso-xerobionte Art dieser Gruppe, *Cychrus caraboides*, stösst bei der Waldstrasse in die subdominanten Arten vor und verdrängt hier den schattenliebenden *Cychrus attenuatus*.

Auf dem Niveau der rezedenten und subrezedenten Arten besitzt die Waldstrasse zusätzlich 3 meso-xerobionte und 2 mesobiont-thermophile Arten, wobei *Pterostichus multipunctatus* und *Poecilus cupreus* nur an der Waldstrasse angetroffen werden. Die Feldart *Poecilus cupreus* muss hier eindeutig als strassenbegünstigter Eindringling angesehen werden, kommt sie doch sonst im ganzen Waldgebiet nicht vor. Bei den sporadisch vorkommenden Arten fällt im oberen Teil das Auftreten der mesobiont-thermophilen Art *Carabus monilis* auf, welche als euryöke Feldart die veränderten Lebensbedingungen im geöffneten Wald unterstreicht.

Die mesobiont-thermophilen Arten nehmen vom beschatteten unteren Waldteil (1 Art mit 4,1% Anteil an der Gesamtzahl der Individuen aller Arten dieses Biotopteils) über die Strasse (3 Arten; 7,1 %) in den besonnten oberen Waldteil (3 Arten; 8,5 %) zu. Die meso-xerobionten Arten finden sich vor allem im Strassensaum (4 Arten; 6,3 %) und im oberen Teil des Waldes (3 Arten; 4,0 %). Der Waldbereich unterhalb der Strasse ist mit 17 Arten der artenärmste im ganzen Untersuchungsgebiet. Im Strassensaum fehlen typische Waldarten (*Molops piceus* und *Notiophilus biguttatus*). Es treten vermehrt Feldarten (*Poecilus cupreus, Bembidion lampros*) auf. Im oberen Waldbereich, welcher durch die Waldpflege sehr krautreich geworden ist, werden gleich mehrere zusätzliche Feldarten (*Carabus monilis, Loricera pilicornis, Bembidion deletum, Bembidion lampros, Pterostichus rhaeticus*) angetroffen.

Tab. 1. Nachgewiesene Laufkäferarten mit Angaben zur Biologie und Ökologie der Arten; Daten nach MARGGI (1992), DÜX (1993), HEIDT (1986), HUBER *et al.* (1990), NOVAK (1972) und MADER (1979,1981).
(1) Rote Liste der Schweiz; Kategorie 1. Legende nach HEIDT (1986).

Art		ökol.	Hib.	Akt.	Dyn.	Biotop	Ind.
Carabus	*irregularis*	mx	I	?	br	trock.Wälder	2
	violaceus	m	I	n	br	eurytope Art	249
	auronitens	mh	L(+I)	üt	br	Waldart	416
	cancellatus	mth	I	üt	br	lichte Wälder	1
	monilis	mth	L(+I)	n	br	euryöke Feldart	3
	nemoralis	m	I	n	br	Waldart	4
	silvestris	mx	L(+I)	üt	br	Waldart	162
Cychrus	*caraboides*	mx	L(+I)	n	br	Waldart	60
	attenuatus	m	I	n	br	euryöke Waldart	140
Leistus	*nitidus*	mh	?	?	?	eurytope Art	16
	terminatus	h	L(+I)	?	dim	Sumpfböden (1)	1
	piceus	m	L	?	?	euryöke Waldart	4
Nebria	*brevicollis*	m	L(+I)	n	mac	euryöke Feldart	4
Notiophilus	*biguttatus*	m	I	t	dim	Waldart	51
Loricera	*pilicornis*	h	I	ün	mac	hygrophile Feldart	4
Clivina	*fossor*	mh	I	üt	dim	euryöke Feldart	1
Trechus	*secalis*	mh	L	?	br	euryöke Waldart	1
	obtusus	m	L	?	pm	Waldart	25
Bembidion	*lampros*	m	I	t	dim	euryöke Feldart	5
	deletum	m	I	?	?	euryöke Feldart	14
Patrobus	*atrorufus*	h	L(+I)	?	dim	feuchte Wälder	37
Trichotichnus	*laevicollis*	mx	?	n	mac	euryöke Waldart	23
	nitens	h	I	?	mac	hygrophile Waldart	11
Harpalus	*latus*	m	?	t	mac	Waldart	1
Poecilus	*cupreus*	mth	I	üt	mac	euryöke Feldart	1
Pterostichus	*pumilio*	m	I	n	br	Waldart	17
	rhaeticus	h	I	n	mac	hygrophile Feldart	51
	niger	mh	I	n	dim	euryöke Waldart	190
	melanarius	m	L(+I)	n	dim	euryöke Feldart	27
	madidus	mth	L(+I)	n	br	euryöke Waldart	615
	aethiops	mh	I	n	br	Waldart	343
	burmeisteri	mth	L	üt	br	Waldart	430
	multipunctatus	mx	L(+I)	üt	br	lichte Wälder	54
	cristatus	h	I	n	br	hygrophile Waldart	38
Molops	*piceus*	m	I	n	br	euryöke Waldart	258
Abax	*ater*	m	inst.	n	br	Waldart	2384
	parallelus	m	I	n	br	Waldart	5
	ovalis	m	I	n	br	Waldart	805
Calathus	*micropterus*	mh	L(+I)	?	br	eurytope Art	20
Platynus	*assimilis*	h	I	?	mac	euryöke Waldart	11
Licinus	*hoffmannseggi*	h	L	?	?	feuchte Stellen	1

ökol.: Charakterisierung der bevorzugten Lebensorte der Arten: h = hygrobionte Arten; bewohnen nahezu ausschliesslich sehr feuchte, meist kühle Lebensorte; mh = hygrobionte Arten mit einer deutlichen Streuung in nicht zu trockene mesophile Lebensorte; m = mesobionte Arten; besitzen einen deutlichen Verbreitungsschwerpunkt in mesophilen Lebensorten; mth = mesobionte, schwach thermobionte Arten, sie besitzen einen Verbreitungsschwerpunkt in wärmebegünstigten Lebensorten; mx = meso-xerobionte Arten, sie besitzen ihren Verbreitungsschwerpunkt in xerothermen Habitaten mit gut entwickelter Kraut- und Strauchschicht, kommen daneben aber auch in mesophilen, wärmebegünstigten Lebensorten vor; x = xerothermobionte Arten, sie besitzen ihren Verbreitungsschwerpunkt in Halbtrocken- und Trockenrasen – im Untersuchungsgebiet wurden sie nicht angetroffen.

Hib.: Fortpflanzungstyp der Arten: I = Imaginalüberwinterer; L = Larvalüberwinterer; L(+I) = Arten, bei denen neben den Larven der neuen Generation ein nicht geringer Teil von Altkäfern mit überwintert und eventuell im nächsten Jahr erneut an der Reproduktion teilnimmt; inst. = Arten, deren Fortpflanzungsverhältnisse keinem der oben beschriebenen Typen zuzuordnen ist – hier überwintern sowohl Larven als auch Imagines.

Akt.: Tageszeitliches Aktivitätsmuster der Arten: n = nachtaktiv; ün = überwiegend nachtaktiv, zusätzliche Aktivität am Tage beobachtet; t = tagaktiv; üt = überwiegend tagaktiv, daneben zusätzliche Aktivität in der Nacht beobachtet.

Dyn.: Ausbildung der Flügel (Alae): br = brachyptere Arten; ohne funktionsfähige Flügel; dim = dimorphe Arten – bei diesen Arten kommen geflügelte und ungeflügelte Tiere vor; pm = polymorphe Arten; bei diesen Arten sind alle Übergangsformen anzutreffen; mac = macroptere Arten; mit vollständig entwickelten Flügeln.

Ind.: Anzahl gefangener Individuen

Tab. 2. Nachgewiesene Laufkäferarten in Transekt 1 (Waldstrasse).

Dominanz-klassen	Transekt 1 Wald unten	Transekt 1 Waldstrasse (Rand)	Transekt 1 Wald oben
eudominant (32 - 100%)	*Abax ater*	*Abax ater*	
dominant (10 - 31.9%)	*Abax ovalis*	*Abax ovalis*	*Abax ater* *Abax ovalis* *Pterostichus aethiops*
subdominant (3.2 - 9.9%)	*Carabus auronitens* *Carabus violaceus* *Cychrus attenuatus* *Pterostichus burmeisteri*	*Carabus auronitens* *Pterostichus burmeisteri* *Patrobus atrorufus* *Cychrus caraboides* *Pterostichus aethiops* *Pterostichus niger*	*Pterostichus niger* *Pterostichus burmeisteri* *Carabus violaceus* *Molops piceus* *Carabus auronitens* *Trechus obtusus*
Anteil der Hauptarten am Gesamtfang	90.4%	83.9%	86.4%
rezedent (1.0 - 3.1%)	*Molops piceus* *Patrobus atrorufus* *Cychrus caraboides*	*Carabus violaceus* *Pterostichus pumilio* *Pterostichus madidus* *Cychrus attenuatus*	*Patrobus atrorufus* *Cychrus caraboides* *Cychrus attenuatus* *Trichotichnus laevicollis* *Calathus micropterus*
subrezedent (0.32 - 0.99%)	*Pterostichus aethiops* *Trechus obtusus* *Notiophilus biguttatus* *Leistus nitidus*	*Trichotichnus laevicollis* *Poecilus cupreus* *Pterostichus multipunctatus* *Carabus silvestris* *Bembidion lampros* *Platynus assimilis* *Trechus obtusus* *Trichotichnus nitens*	*Notiophilus biguttatus* *Pterostichus rhaeticus* *Pterostichus madidus* *Trichotichnus nitens* *Pterostichus pumilio*
sporadisch (bis 0.31%)	*Pterostichus niger* *Calathus micropterus* *Trichotichnus nitens* *Pterostichus pumilio*		*Carabus monilis* *Loricera pilicornis* *Bembidion deletum* *Leistus nitidus* *Carabus silvestris* *Bembidion lampros* *Platynus assimilis*
h mh m mth mx	2 Arten / 2,1% 5 Arten / 7,0% 8 Arten / 85,8% 1 Art / 4,1% 1 Art / 1,0%	3 Arten / 5,4% 3 Arten / 12,5% 7 Arten / 68,7% 3 Arten / 7,1% 4 Arten / 6,3%	5 Arten / 3,7% 5 Arten / 23,6% 10 Arten / 60,2% 3 Arten / 8,5% 3 Arten / 4,0%

Transekt 2 (Tab. 3)

Die 1988 für den Strassenbau gerodete Waldtrasse wird von der Krautschicht zu 80 % bedeckt. Der schattige untere Waldteil entspricht dem unteren Teil des ersten Transektes mit einem Deckungsgrad der Baumschicht von 70 % und jener der Krautschicht von 40 %. Der besonnte obere Waldteil wird zum Teil durch einen dichten Fichtenunterwuchs verdunkelt, so dass der Deckungsgrad der Krautschicht nur 20 % beträgt.

Wie im ersten Transekt dominieren die beiden dort genannten *Abax*-Vertreter. Im subdominanten Bereich nehmen die beiden mesobiont-thermophilen Arten

Tab. 3. Nachgewiesene Laufkäferarten im Transekt 2 (Waldschneise).

Dominanz-klassen	Transekt 2 Wald unten	Transekt 2 Waldschneise	Transekt 2 Wald oben
eudominant (32 - 100%)	Abax ater	Abax ater	Abax ater
dominant (10 - 31.9%)		*Abax ovalis*	*Abax ovalis*
subdominant (3.2 - 9.9%)	*Abax ovalis* *Carabus auronitens* *Molops piceus* *Pterostichus burmeisteri* *Cychrus attenuatus* *Pterostichus madidus* *Pterostichus aethiops*	*Pterostichus burmeisteri* *Pterostichus niger* *Pterostichus madidus* *Carabus auronitens* *Pterostichus aethiops* *Carabus violaceus* *Molops piceus*	*Pterostichus burmeisteri* *Pterostichus madidus* *Carabus auronitens* *Cychrus attenuatus* *Pterostichus aethiops*
Anteil der Hauptarten am Gesamtfang	88.5%	89.4%	89.7%
rezedent (1.0 - 3.1%)	*Carabus violaceus* *Pterostichus multipunctatus* *Cychrus caraboides*	*Pterostichus rhaeticus* *Pterostichus multipunctatus* *Cychrus attenuatus* *Pterostichus melanarius*	*Molops piceus* *Carabus violaceus*
subrezedent (0.32 - 0.99%)	*Pterostichus melanarius* *Pterostichus niger* *Notiophilus biguttatus* *Platynus assimilis* *Trichotichnus laevicollis* *Trichotichnus nitens* *Leistus piceus*	*Notiophilus biguttatus* *Bembidion deletum* *Cychrus caraboides* *Platynus assimilis* *Patrobus atrorufus*	*Pterostichus niger* *Notiophilus biguttatus* *Patrobus atrorufus* *Pterostichus melanarius* *Cychrus caraboides* *Pterostichus cristatus* *Leistus nitidus*
sporadisch (bis 0.31%)	*Leistus nitidus* *Nebria brevicollis* *Abax parallelus* *Pterostichus pumilio* *Patrobus atrorufus* *Pterostichus cristatus*	*Pterostichus pumilio* *Loricera pilicornis* *Bembidion lampros* *Pterostichus cristatus* *Carabus irregularis* *Carabus nemoralis* *Trechus obtusus* *Leistus nitidus*	*Pterostichus rhaeticus* *Carabus monilis* *Clivina fossor* *Trichotichnus laevicollis* *Trichotichnus nitens* *Bembidion deletum* *Platynus assimilis* *Pterostichus pumilio*
h mh m mth mx	4 Arten / 1,4% 4 Arten / 14,6% 11 Arten / 68,1% 2 Arten / 11,9% 3 Arten / 4,0%	5 Arten / 3,5% 4 Arten / 18,3% 12 Arten / 60,5% 2 Arten / 14,8% 3 Arten / 2,9%	5 Arten / 2,3% 5 Arten / 10,9% 9 Arten / 70,9% 3 Arten / 14,9% 2 Arten / 1,0%

Pterostichus burmeisteri und *Pterostichus madidus* vom beschatteten Waldteil nach oben in den Wald hinein zu.

Auf dem Niveau der rezedenten und subrezedenten Arten ist der Bereich unterhalb der Schneise am trockensten, was sich durch das Vorkommen von 3 meso-xerobionten Vertretern (*Pterostichus multipunctatus, Cychrus caraboides* und *Trichotichnus laevicollis*) sowie den Rückgang oder das Ausbleiben der hygrophilen Arten zeigt. Auf der Waldschneise treten neben den subrezedenten bzw. rezedenten Feldarten *Bembidion deletum* und *Pterostichus rhaeticus* auch zwei sporadische Feldarten (*Loricera pilicornis* und *Bembidion lampros*) sowie die sporadische meso-xerobionte Waldart *Carabus irregularis* auf. Wiederum nur im oberen Waldteil trifft man die mesobiont-thermophile Feldart *Carabus monilis* sowie neben

Bembidion deletum und *Pterostichus rhaeticus* als weitere Feldart *Clivina fossor* an.

Die mesobiont-thermophilen Arten nehmen vom beschatteten unteren Waldteil (2 Arten mit 11,9 % Individuen-Anteil) über die Strasse (2 Arten; 14,8 %) in den besonnten oberen Waldtteil (3 Arten; 14,9 %) zu. Die meso-xerobionten Arten finden sich vor allem im unteren Waldteil (3 Arten; 4,0 %), welcher etwas trockener ist als die krautreiche Schneise (3 Arten; 2,9 %) und der zum Teil abgedunkelte obere Waldteil (2 Arten; 1,0 %).

Transekt 3 (Tab. 4)

Der dritte Transekt unterscheidet sich vom zweiten durch den Deckungsgrad der Baumschicht, der in beiden Waldteilen 80 % beträgt. Der dichte Baumbestand des Waldes ist nur wenig lichtdurchlässig, so dass sich weder Strauchschicht (Dekkungsgrad 5 %) noch Krautschicht (Deckungsgrad im Waldteil unterhalb der Schneise 10 %, im - seit der Waldöffnung - besonnten oberen Waldteil 20 %) entwickeln können. In der Waldschneise erreicht die Krautschicht einen Deckungsgrad von 70 %.

Im dritten Transekt stösst der mesobiont-thermophile *Pterostichus madidus* zu den dominanten *Abax*-Arten vor und unterstreicht mit seinem wachsenden Anteil vom beschatteten Waldteil (11,2 % Individuen-Anteil) über die Schneise (18,4 %) in den oberen Waldteil (19,6 %) den warmen Charakter des vegetationsarmen Bodens. Bei den subdominanten Arten hält neben *Pterostichus burmeisteri* der meso-xerobionte Waldbewohner *Carabus silvestris* einen Anteil von 4,7 bis 8,9 %. Diese Art ist in den anderen Transekten wenig vertreten.

Bei den rezedenten und subrezedenten Arten nehmen die meso-xerobionten Arten vom unteren Waldteil (*Cychrus caraboides*) über die Waldschneise (*Cychrus caraboides* und *Trichotichnus laevicollis*) auf drei Arten (*Cychrus caraboides, Trichotichnus laevicollis* und *Pterostichus multipunctatus*) im relativ sonnigen oberen Waldteil zu. Auf der Schneise finden sich auch noch 2 sporadische meso-xerobionte Arten (*Pterostichus multipunctatus* und *Carabus irregularis*) sowie 5 Feldarten (*Pterostichus melanarius, P. rhaeticus, Loricera pilicornis, Bembidion deletum* und *B. lampros*).

Die mesobiont-thermophilen Arten nehmen vom beschatteten unteren Waldteil (2 Arten mit 16,4 % Individuen-Anteil) über die Schneise (2 Arten; 21,9 %) in den besonnten oberen Waldteil (2 Arten; 25,3 %) zu, wo sie ein Viertel der Carabidensynusie ausmachen. Die meisten meso-xerobionten Arten finden sich in der Schneise (5 Arten; 6,0 %).

Transekt 4 (Tab. 5)

Der Kontrolltransekt 4 führt durch einen natürlich aufgebauten Waldrand von der Wiese (Feldarten) in den Wald (Waldarten) hinein und soll als Vergleich dienen. Der Wald ist ähnlich wie der Wald im Transekt 3, mit einem Deckungsgrad von 80 % und einer wenig entwickelten Krautschicht (10 % Deckungsgrad). Die Wiese ist eine feuchte Kohldistelwiese mit 100 % Deckungsgrad.

Auch in diesem Transekt ist die Waldart *Abax ater* sowohl im Wald als auch in der Wiese die am häufigsten gefangene Art. *Abax ovalis* kann sich im Wald als subdominante Art behaupten. Bei den dominanten Arten stossen in der Wiese zum mesobiont-thermophilen *Pterostichus madidus* noch der ebenfalls mesobiont-thermophile *Pterostichus burmeisteri* und der mesobiont-hygrophile *Carabus auroni-*

Tab. 4. Nachgewiesene Laufkäferarten im Transekt 3 (Waldschneise).

Dominanz-klassen	Transekt 3 Wald unten	Transekt 3 Waldschneise	Transekt 3 Wald oben
eudominant (32 - 100%)		*Abax ater*	*Abax ater*
dominant (10 - 31.9%)	*Abax ater* *Pterostichus madidus*	*Pterostichus madidus* *Abax ovalis*	*Pterostichus madidus*
subdominant (3.2 - 9.9%)	*Carabus auronitens* *Carabus violaceus* *Carabus silvestris* *Pterostichus aethiops* *Pterostichus burmeisteri* *Pterostichus cristatus*	*Pterostichus aethiops* *Carabus silvestris* *Molops piceus* *Carabus auronitens* *Pterostichus niger* *Pterostichus burmeisteri*	*Carabus auronitens* *Abax ovalis* *Pterostichus burmeisteri* *Carabus silvestris* *Molops piceus*
Anteil der Hauptarten an Gesamtfang	89.6%	92.0%	86.1%
rezedent (1.0 - 3.1%)	*Abax ovalis* *Molops piceus* *Calathus micropterus* *Notiophilus biguttatus* *Cychrus caraboides*	*Carabus violaceus* *Notiophilus biguttatus*	*Cychrus attenuatus* *Pterostichus aethiops* *Carabus violaceus* *Pterostichus multipunctatus* *Cychrus caraboides*
subrezedent (0.32 - 0.99%)	*Pterostichus niger* *Cychrus attenuatus* *Leistus piceus* *Pterostichus melanarius*	*Bembidion deletum* *Pterostichus cristatus* *Trichotichnus laevicollis* *Cychrus caraboides*	*Notiophilus biguttatus* *Trichotichnus laevicollis* *Calathus micropterus* *Pterostichus pumilio* *Pterostichus niger* *Pterostichus melanarius*
sporadisch (bis 0.31%)	*Pterostichus pumilio* *Trichotichnus nitens* *Leistus nitidus*	*Pterostichus multipunctatus* *Cychrus attenuatus* *Pterostichus melanarius* *Carabus irregularis* *Carabus nemoralis* *Loricera pilicornis* *Bembidion lampros* *Patrobus atrorufus* *Harpalus latus* *Abax parallelus* *Pterostichus rhaeticus* *Calathus micropterus* *Leistus nitidus*	*Leistus nitidus* *Pterostichus rhaeticus*
h mh m mth mx	2 Arten / 5,2% 5 Arten / 20,3% 9 Arten / 48,2% 2 Arten / 16,4% 2 Arten / 9,9%	4 Arten / 1,1% 5 Arten / 13,8% 12 Arten / 57,2% 2 Arten / 21,9% 5 Arten / 6,0%	1 Art / 0,1% 5 Arten / 11,9% 8 Arten / 54,5% 2 Arten / 25,3% 4 Arten / 8,2%

tens hinzu. Bei den subdominanten Arten unterstreicht die hygrophile Feldart *Pterostichus rhaeticus* den feuchten Charakter der Wiese, wogegen der Wald mit *Carabus silvestris* eher als trocken zu bezeichnen ist. Bei den rezedenten, subrezedenten und sporadisch auftretenden Arten findet man in der Wiese die mesobiont-thermophilen Arten *Carabus cancellatus* und *Carabus monilis* sowie die seltenen hygrophilen Arten *Leistus terminatus* (Schweiz: Rote Liste, Kategorie 1) und *Licinus hoffmannseggi*.

Tab. 5. Nachgewiesene Laufkäferarten im Transekt 4 (Kontrolltransekt, Wald und Wiese).

Dominanz-klassen	Transekt 4 Wiese	Transekt 4 Wald
eudominant (32 - 100%)	*Abax ater*	*Abax ater*
dominant (10 - 31.9%)	*Pterostichus madidus* *Carabus auronitens* *Pterostichus burmeisteri*	*Pterostichus madidus*
subdominant (3.2 - 9.9%)	*Pterostichus aethiops* *Pterostichus rhaeticus* *Carabus violaceus* *Molops piceus*	*Pterostichus aethiops* *Carabus silvestris* *Pterostichus burmeisteri* *Molops piceus* *Carabus violaceus* *Carabus auronitens* *Abax ovalis*
Anteil der Hauptarten am Gesamtfang	91.3 %	93.5 %
rezedent (1.0 - 3.1%)	*Pterostichus niger* *Abax ovalis*	*Notiophilus biguttatus* *Pterostichus niger* *Cychrus caraboides*
subrezedent (0.32 - 0.99%)	*Abax parallelus* *Carabus silvestris* *Carabus nemoralis*	*Nebria brevicollis* *Pterostichus cristatus* *Cychrus attenuatus* *Trichotichnus nitens*
sporadisch (bis 0.31%)	*Cychrus caraboides* *Cychrus attenuatus* *Carabus cancellatus* *Carabus monilis* *Leistus terminatus* *Trechus secalis* *Trechus obtusus* *Licinus hoffmannseggi* *Trichotichnus laevicollis* *Pterostichus pumilio* *Pterostichus multipunctatus* *Calathus micropterus*	*Leistus nitidus* *Pterostichus melanarius* *Trichotichnus laevicollis* *Pterostichus pumilio* *Pterostichus multipunctatus* *Calathus micropterus*
h mh m mth mx	3 Arten / 4,9% 5 Arten / 23,2% 9 Arten / 48,1% 4 Arten / 22,8% 4 Arten / 1,0%	2 Arten / 0,9% 5 Arten / 13,7% 9 Arten / 59,1% 2 Arten / 17,4% 4 Arten / 8,9%

Die Carabidensynusie der Wiese weist diese als warmes, feuchtes Biotop aus. Sie wird durch mesobiont-thermophile (4 Arten mit 22,8 % Individuen-Anteil) sowie hygrobionte (3 Arten; 4,9 %) und meso-hygrobionte (5 Arten; 23,2 %) Laufkäfer geprägt. Meso-xerobionte Arten sind zwar mit 4 Arten vertreten, stellen aber nur gerade 1 % der Individuen, was ebenfalls auf den feuchten Charakter der Wiese schliessen lässt. Von den 25 Arten, die in der Wiese angetroffen werden, findet man deren 9 nicht im Wald.

Der Wald zeichnet sich durch das Vorhandensein von 4 meso-xerobionten Arten mit 8,9 % Individuenanteil als trockener Standort aus (hygrophile Arten: 0,9 %), der auch den beiden mesobiont-thermophilen Arten *Pterostichus madidus* und *Pterostichus burmeisteri* Lebensraum bietet. Einige typische, schattenliebende Waldbewohner sind für die 13,7 % an meso-hygrobionten Individuen verantwortlich. 6 Laufkäferarten werden nur im Wald, nicht aber in der Wiese angetroffen.

Artenidentität nach JACCARD *(1938)* (Tab. 6)

Beim Vergleich der Artenidentität heben sich die Waldstrasse und die Wiese von den anderen Lebensräumen ab. Auch untereinander besteht mit nur 50 % gemeinsamer Arten wenig Übereinstimmung. Ähnliche Arten beherbergen die besonnten Waldbereiche in Transekt 1 und 2, die beiden Schneisenbereiche sowie die beiden Waldbereiche in Transekt 2 und Transekt 3.

Dominanzidentität nach RENKONEN *(1938)* (Tab. 7)

Eine ähnlich Dominanzidentität haben die Abschnitte des dritten Transekts und der Wald im Transekt 4. Die Wiese weist ähnliche Dominanzverhältnisse auf wie der Wald, die Waldbereiche in Transekt 2 gleichen der Schneise und die beiden Schneisenabschnitte gleichen sich untereinander.

Tab. 6. Vergleich der Artenidentität der Standorte in Prozent.

	T1 unten	oben	T2 unten	Schn	oben	T3 unten	Schn	oben	T4 Wald	Wiese
Waldstrasse	54	64	57	53	52	48	45	54	56	50
T1 - unten		65	58	54	58	68	45	61	63	45
- oben			56	68	72	59	64	64	60	55
T2 - unten				61	71	69	58	63	77	44
- Schneise					67	53	74	59	55	46
- oben						63	58	63	64	44
T3 - unten							55	74	83	45
- Schneise								66	61	51
- oben									83	61
Wald										52

VERTEILUNG DER EINZELNEN ARTEN IM GEBIET

Die Abb. 2 und 3 zeigen die Aktivitätsabundanz der häufigsten Arten im Untersuchungsgebiet. Dabei gibt jede Graphik jeweils die kumulative Verteilung der Individuen der Art in den drei Transekten wieder. Die unterste Fläche stellt den Transekt 1 mit der Strasse dar. Darüber werden die Individuenzahlen der Transekte 2 und 3 abgebildet. Anhand von Wiederfängen und Graphiken wird die Wirkung der Strasse im Vergleich zur Schneise auf die einzelnen Arten beschrieben.

Cychrus attenuatus

Cychrus attenuatus fehlt an der Strasse und in der Schneise praktisch vollständig. Er bevorzugt in allen drei Transekten die beschatteten, kühleren Waldteile und wird mit zunehmender Distanz von der Waldtrasse häufiger. Von den 12 markierten *Cychrus attenuatus* wurden 2 (17 %) nach 3 respektive 4 Wochen in der Falle, aus der sie entnommen worden waren, wiedergefangen. *Cychrus attenuatus* scheint sich also standorttreu zu verhalten und wird, obwohl er als mesobionte Art klassiert ist, durch Wärme und Besonnung von der Waldöffnung ferngehalten. Überquerungen der Strasse und der Schneise konnten nicht nachgewiesen werden und müssen für *Cychrus attenuatus* als unwahrscheinlich angenommen werden.

Cychrus caraboides

Eine ziemlich gleichmässige Verteilung zeigt *Cychrus caraboides*. Als Vertreter der meso-xerobionten Arten kann er sich auf der Schneise halten und ist vor allem in den oberen, besonnten Waldteilen häufig. Von den 12 markierten Tieren wurde nur 1 Exemplar 15 Meter weit von seiner Erstfalle wiedergefangen. Eine Überquerung der Schneise konnte nicht nachgewiesen werden, ist aber aufgrund seiner Verteilung anzunehmen. Bis zu 10 m oberhalb der Strasse fehlt die Art, so dass die Strasse wahrscheinlich nicht überquert wird.

Tab. 7. Vergleich der Dominanzidentität der Standorte in Prozent.

	T1 unten	oben	T2 unten	Schn	oben	T3 unten	Schn	oben	T4 Wald	Wiese
Waldstrasse	71	70	74	72	67	56	68	66	68	61
T1 - unten		67	72	70	82	54	63	65	65	57
- oben			71	78	68	65	70	62	69	67
T2 - unten				80	77	67	72	80	76	73
- Schneise					81	65	78	73	72	75
- oben						62	70	69	67	65
T3 - unten							72	74	81	75
- Schneise								82	80	73
- oben									80	75
Wald										79

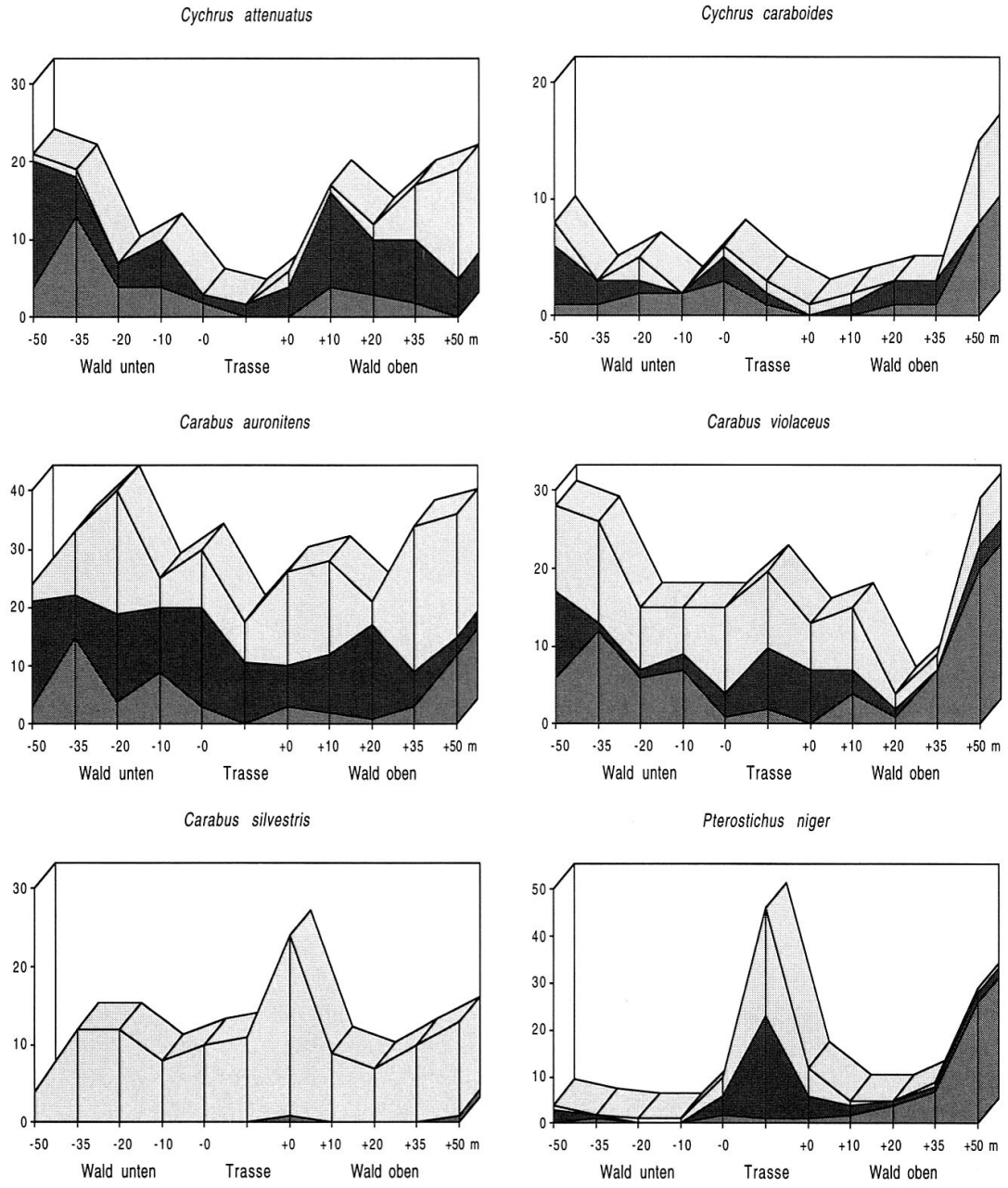


Abb. 2. Verteilungsprofile von 6 Carabiden-Arten.

Carabus auronitens

Wird im ganzen Gebiet mit grosser Regelmässigkeit angetroffen. Von den 55 markierten Tieren wurden 9 (16 %) wiedergefangen. 67 % dieser Carabiden legten pro Tag eine Distanz zwischen 1 und 5 Meter zurück. Ein einzelner *Carabus auronitens* durchquerte der ganze Transekt 2 mit der Schneise und legte dabei in 4 Tagen über 100 Meter zurück. Wie schon bei MADER (1979) konnte von *Carabus auronitens* keine Strassenüberquerung nachgewiesen werden. Wahrscheinlich hängt dies mit seiner mesobiont-hygrophilen, tagaktiven Lebensweise zusammen.

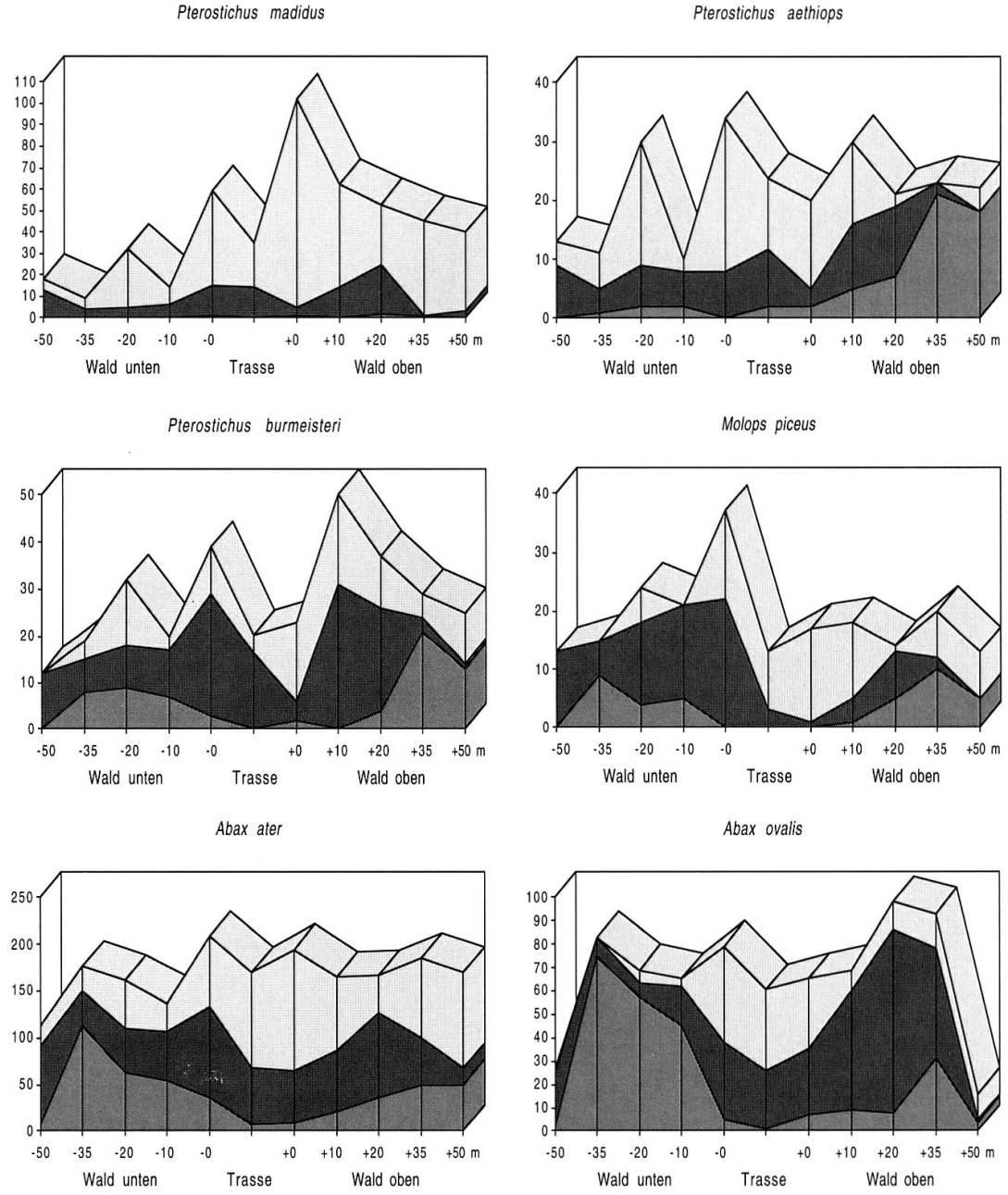


Abb. 3. Verteilungsprofile von 6 Carabiden-Arten.

Carabus violaceus

Auch *Carabus violaceus* ist im ganzen Gebiet ziemlich gleichmässig vertreten, auch wenn er 20 Meter oberhalb des Waldrandes einen Einbruch zeigt. Von den 80 markierten *Carabus violaceus* wurden 12 (15 %) wiedergefangen. 33 % der Individuen legten zwischen 1 und 8 Meter pro Tag zurück, wobei zwei die Schneise überquerten. Für *Carabus violaceus* konnte keine Strassenüberquerung nachgewiesen werden, er wird aber von MADER (1979) als sehr eurytop eingestuft und hat in dessen Versuchen eine hohe Strassenüberquerungsrate gezeigt.

Carabus silvestris

Der meso-xerobionte *Carabus silvestris* kommt im Gebiet zu 99 % im trokkenen, wenig vegetationsreichen Transekt 3 vor, wo er sich gleichmässig verteilt mit einem Maximum im am stärksten besonnten oberen Waldrandbereich. Von den 27 hier markierten *Carabus silvestris* wurden 9 (33 %) wiedergefangen. 4 Individuen legten dabei Strecken zwischen 2 und 4 Metern pro Tag zurück, wobei ein Tier die Schneise überquerte. Als überwiegend tagaktive, meso-xerobionte Waldart ist ein Überqueren der Strasse ebenfalls möglich, kann aber wegen des Fehlens von *Carabus silvestris* im Strassentransekt nicht beurteilt werden.

Pterostichus niger

Pterostichus niger – als euryöke Waldart beschrieben – bevorzugt eindeutig den lichten Waldteil oberhalb der Strasse und die beiden Schneisenbereiche, welche warm sind und eine gut entwickelte Krautschicht aufweisen. Ein Ausbrechen aus der schmalen Schneise in den Wald kommt praktich nicht vor. Auch die Wiederfänge unterstreichen diese Tendenz. So wurden von den 63 markierten *Pterostichus niger* 19 (30 %) wiedergefangen, 18 davon in ihrem linienartigen, engen Biotop. *Pterostichus niger* ist wie schon bei MADER (1979) als strassenbegünstigte Art einzustufen.

Pterostichus madidus

Auch der mesobiont-thermophile *Pterostichus madidus* kommt zum grossen Teil im Transekt 3 vor, wo er besonders häufig im wärmeren, oberen Bereich angetroffen wird. Von den 64 markierten *Pterostichus madidus* wurden 15 (23 %) wiedergefangen, 80 % davon in der gleichen Falle, in der sie schon zum ersten Mal gefangen worden waren. Die restlichen drei Individuen legten Distanzen von 1 bis 4 Meter pro Tag zurück, die Schneise wurde einmal überquert. Wegen des zu geringen Vorkommens von *Pterostichus madidus* in Transekt 1 lässt sich die Möglichkeit der Strassenüberquerung nicht abschätzen. Bei MADER (1979) stellt die Waldstrasse aber die lokale Verbreitungsgrenze für *Pterostichus madidus* dar.

Pterostichus aethiops

Den mesobiont-hygrophilen *Pterostichus aethiops* trifft man häufig im krautreichen, warmen Waldbereich oberhalb der Strasse und im trockenen Transekt 3 an, so dass seine Verteilung recht unterschiedlich ist. Von den 19 markierten *Pterostichus aethiops* wurden 9 (47 %) wiedergefangen, 89 % in ihrer Erstfalle. Ein *Pterostichus aethiops* legte 15 Meter in 4 Tagen zurück. Aufgrund der Verteilung sollte die Schneise überquerbar sein. Das Überqueren der Waldstrasse ist aber aufgrund der Standorttreue und der mesobiont-hygrophilen Lebensweise dieser Art schwierig.

Pterostichus burmeisteri

Der mesobiont-thermophile *Pterostichus burmeisteri* wird im ganzen Gebiet angetroffen und tritt in der Schneise bevorzugt am unteren Waldrand sowie 10 Meter oberhalb des oberen Waldrandes in den am stärksten besonnten Bereichen auf. Von den 33 markierten *Pterostichus burmeisteri* wurden 5 (15 %) in ihrer Erstfalle bis zu 4 Wochen später wiedergefangen. Die überwiegend tagaktive Art wird oft laufend auf

Waldwegen angetroffen (MARGGI, 1992) und konnte beim Überqueren der Strasse beobachtet werden, ohne dass sich dies in den Wiederfängen nachweisen lässt.

Molops piceus

Molops piceus ist als euryöke Waldart im Gebiet weit verbreitet. Sein Schwerpunkt liegt im beschatteten Teil des Waldes unterhalb der Waldtrasse. Er fehlt an der Strasse und scheint die Schneise weitgehend zu meiden. *Molops piceus* wird schon bei MADER (1979) als "Strassenfeind" bezeichnet, so dass die Strasse als Hindernis für diese Art bezeichnet werden muss.

Abax ater

Diese regelmässig über das gesamte Gebiet verbreitete Art bestimmt als eudominante Art die Carabidensynusie. Von den 567 markierten *Abax ater* wurden 104 (18 %) wiedergefangen, 51 % in der Falle in der sie schon zum ersten Mal gefunden worden waren. Die übrigen Individuen wurden im ganzen Gebiet verteilt wiedergefangen. Obwohl die Aktivitätsdichte zur Strasse hin abnimmt, haben doch zwei Tiere die Strasse überquert, 8 überquerten die Schneise.

Abax ovalis

Abax ovalis, der zusammen mit *Abax ater* zu den häufigsten Arten zählt, kommt im Untersuchungsgebiet regelmässig vor, wobei die Verteilung in den einzelnen Transekten sehr unterschiedlich ist. 50 Meter vom Waldrand entfernt nimmt die Waldart auf einen Bruchteil ihrer Aktivitätsdichte ab. Von den 65 markierten *Abax ovalis* wurden 12 (18 %) in der Falle, in der sie zum ersten Mal gefunden worden waren, wiedergefangen. Zum Teil hielten sie sich noch 2 Monate nach der Markierung bei dieser Falle auf. Aus den Wiederfangdaten dieser standorttreuen Art lässt sich keine Überquerung der Strasse oder der Schneise nachweisen. *Abax ovalis* wurde schon von MADER (1979) als "Strassenfeind" bezeichnet.

Von den 997 markierten Carabiden aus 12 Arten wurden 189 (19 %) wiedergefangen. Für zwei Individuen von *Abax ater* konnte die Überquerung der Strasse durch Wiederfänge nachgewiesen werden, bei *Pterostichus burmeisteri* wurde sie direkt beobachtet. Für den strassenbegünstigten *Pterostichus niger* und den mobilen, eurytopen *Carabus violaceus* ist die Überquerung der Strasse ebenfalls wahrscheinlich. Der überwiegend tagaktive, meso-xerobionte *Carabus silvestris* sollte die Strasse überqueren können, fehlt aber im Strassentransekt, so dass eine Aussage schwierig ist. Für *Pterostichus madidus* muss nach MADER (1981) ebenfalls mit einer Beeinträchtigung gerechnet werden. Schwierigkeiten beim Überqueren der Strasse bekunden der standorttreue, hygrophile *Pterostichus aethiops* sowie der meso-xerobionte *Cychrus caraboides*, welcher im sehr warmen Waldrandbereich - unmittelbar oberhalb der Strasse - fehlt. Für den überwiegend tagaktiven, mobilen, weit verbreiteten, meso-hygrophilen *Carabus auronitens* stellt die Strasse ein Hindernis dar. Typische Strassenfeinde wie *Abax ovalis* und *Molops piceus* sowie *Cychrus attenuatus* werden durch die Strasse verdrängt.

Die Schneise hingegen wird von 6 der 12 untersuchten Arten nachweisbar überquert, von drei weiteren kann dies angenommen werden. Auch die 3 Strassenfeinde *Abax ovalis, Molops piceus* und *Cychrus attenuatus* werden in der Schneise angetroffen und dies obwohl der Mikroklimagradient schon bei der gerodeten Waldschneise nachgewiesen werden kann.

Ähnlichkeitsindex – Mikroklimaschwelle

Um die Breitenwirkung der Mikroklimaschwelle der Waldtrasse – die nach MADER (1981) schon in der Folge des ersten massiven Eingriffes, der Rodung des Waldes, auftritt – auf die Carabidensynusie zu erfassen, wurde eine Clusteranalyse nach SNEATH & SOKAL (1973) durchgeführt (Abb. 4).

Die Waldtrasse bildet mit den Fallen im unteren Waldbereich bis 20 Meter in den Wald hinein die Gruppe 1. Die Fallen in einem Abstand von 35 und 50 Meter zu der Waldtrasse bilden die zweite Gruppe. Die Artenzusammensetzung der Fallen, welche 10 und 20 Meter oberhalb des Waldrandes liegen, gleicht weder der Carabidensynusie der Waldtrasse (Gruppe 1) noch der des tieferen Waldes (Gruppe 2). Anhand der Gruppenbildung lassen sich die Auswirkungen nach unten in den Wald hinein, bis zu einer Tiefe von mehr als 20 Metern (-20 m gehört noch zur Gruppe der Waldtrasse), aber weniger als 35 Meter nachweisen (-35 m gehört zur Gruppe 2). Bedingt durch die Hanglage treffen die Sonnenstrahlen in einem Winkel auf den Wald, so dass der Waldboden im hangaufwärtsgelegene oberen Waldstück der direkten Sonneneinstrahlung ausgesetzt ist. Die Standorte 10 Meter und 20 Meter im Bereich oberhalb der Waldöffnung weisen deshalb eine andere Artenzusammensetzung auf. Der Standort in einem Abstand von 35 Metern zum Waldrand gleicht wieder dem Waldstandort in 50 Meter Abstand (Gruppe 2). Die Beeinflussung durch die Trassierung liegt also in einem Bereich, der zwischen 20 und 35 Meter auf beiden Seiten in den Wald hineingeht, so dass die von MADER (1981) im Flachland gefundenen 30 Meter als Mittelmass annehmbar erscheinen. In Hanglagen wird die Laufkäfergemeinschaft im besonnten Waldbereich stärker beeinflusst.

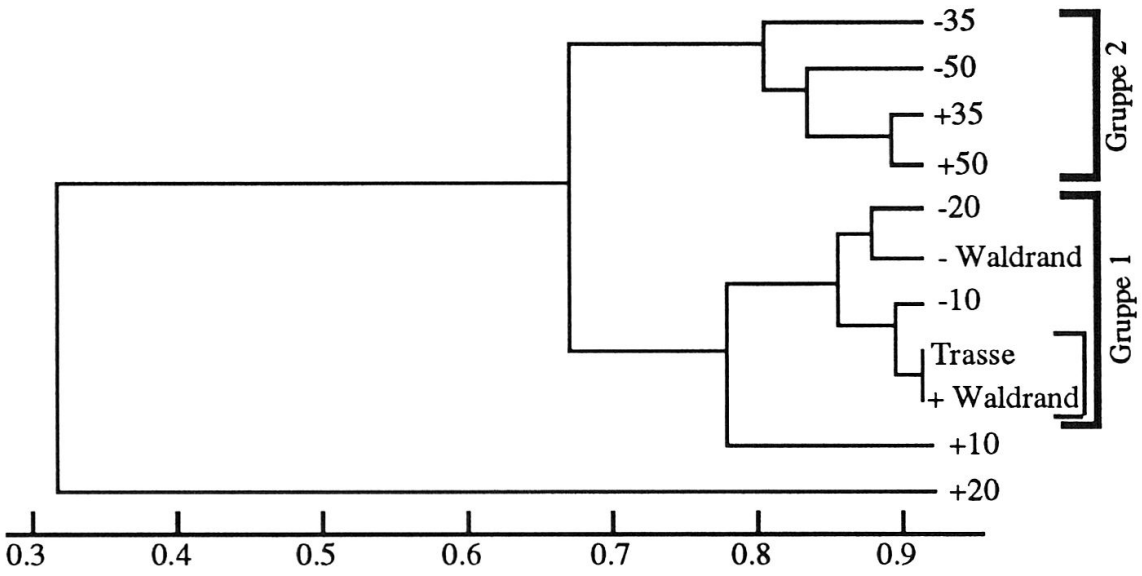


Abb. 4. Clusteranalyse der Ähnlichkeitsindices (Euklidische Distanz) der Fallenstandorte der verschiedenen Waldtiefen.

SCHLUSSFOLGERUNGEN

Verteilung der Arten

Die Carabidensynusie wird durch die Waldöffnung stark verändert. So werden in der Waldtrasse und in den besonnten Waldbereichen neue Arten nachgewiesen, während andere, typische Waldbewohner fehlen. Am meisten biotopfremde Arten finden wir im Transekt 1, wo im besonnten Bereich oberhalb der Strasse gleich 5 Feldarten angetroffen werden, der Strassenrand weist 2 Feldarten auf, im unteren, beschatteten Waldbereich fehlen solche. Im Transekt 2 werden jeweils 4 Feldarten in der Schneise und im oberen Waldbereich nachgewiesen, wiederum keine im unteren Bereich, und im Transekt 3 sind es 5 in der Schneise, 1 im oberen und keine im unteren Waldbereich.

Die Waldtrasse ist auch ein Anziehungspunkt für meso-xerobionte und mesobiont-thermophile Waldarten wie *Carabus irregularis* und für den sich im Gebiet ähnlich verhaltenden *Carabus nemoralis*, welche regelmässig in der Schneise angetroffen werden.

In den Transekten nimmt der Anteil der mesobiont-thermophilen Arten vom unteren, beschatteten Waldteil über die Waldtrasse in den besonnten, oberen Waldbereich um das 3 bis 4-fache zu. Am meisten meso-xerobionte Arten trifft man im Transekt 1 an der Strasse und im Transekt 2 und 3 im besonnten, oberen Waldbereich an.

Das artenreichste Habitat ist die Schneise in Transekt 3, gefolgt von der Schneise in Transekt 2 und dem besonnten, oberen Waldteil in Transekt 1; lässt man aber die biotopfremden Feldarten weg, wird der untere, schattige Waldbereich des zweiten Transektes zum artenreichsten Habitat.

Trennwirkung

Typische nachtaktive Waldarten werden in den Wald hinein verdrängt, so dass von der Waldstrasse eine deutliche Trennwirkung ausgeht. Für tagaktive Laufkäfer, die sich als an niedrige Temperaturen und/oder höhere Luftfeuchtigkeit gebunde Arten ausweisen (hygro- und mesohygrobionte Arten) geht von der Waldstrasse ebenfalls eine deutliche Trennwirkung aus. Die Trennwirkung ist relativ gering für tagaktive Arten, die sich durch eine Bevorzugung hoher Temperaturen und/oder niedriger Luftfeuchtigkeit als thermo- und/oder xerophil ausweisen.

Von den im Gebiet am häufigsten gefundenen 12 Laufkäferarten (93 % Individuenanteil an der gesamten Carabidensynusie) wurde bei einer Art die Überquerung der Strasse direkt beobachtet, bei einer zweiten durch Wiederfänge markierter Tiere nachgewiesen. Für die weiteren Arten fehlen Überquerungsnachweise, doch ist nach sonstigen Gegebenheiten und nach der Literatur für 3 von ihnen eine Überquerung der Strasse denkbar, während dies für die anderen 7 Arten unwahrscheinlich ist.

Die betonierte Waldstrasse besitzt im Vergleich mit der gerodeten Waldschneise eine deutlich höhere Trennwirkung.

Mikroklimaschwelle

Aufgrund der Mikroklimaschwelle der 15 Meter breiten Waldtrasse wird die Carabidensynusie bis in eine Tiefe von 20 bis 35 Meter in den Wald hinein verän-

dert. Die Veränderung ist dabei am Hang im besonnten oberen Waldbereich stärker nachweisbar. Die von MADER (1981) im Flachland gefundenen 30 m beiderseits in den Wald hinein erscheinen als Mittelwert annehmbar. Der Biotopverlust für einzelne Waldarten beträgt somit etwa 7 ha pro km Waldstrasse.

ZUSAMMENFASSUNG

Im Jahre 1991 wurden Felduntersuchungen mit Carabiden (Col., Carabidae) in einem Wald der montanen Stufe (1200 m) ausgeführt. Durch den Bau einer Waldstrasse wurden die Mikroklimatischen Bedingungen verändert, so dass die Barberfänge einiger typische Wald-Carabiden abnahmen. Zusätzlich wurde mit markierte Carabiden gezeigt, dass einige Arten die Strasse nicht überqueren. Der Biotopverlust für einzelne Waldarten beträgt etwa 7 ha pro Kilometer gebauter Waldstrasse.

VERDANKUNGEN

Prof. Dr. G. LAMPEL, Entomologische Abteilung der Universität Freiburg, danke ich für die kritische Durchsicht des Manuskripts, Dr. E. JÖRG von der Entomologischen Abteilung für die Betreuung, W.A. MARGGI, Thun, für die wertvolle Hilfe bei den Bestimmungsarbeiten, dem Naturhistorischen Museum in Freiburg für die Benutzung der Laufkäfer-Sammlung, P. DUELLI und P. WIRZ von der Eidgenössischen Forschungsanstalt für Wald, Schnee und Landschaft (WSL), sowie dem Büro frinat in Freiburg und meiner Frau Kathrin SCHMUCKLI EYHOLZER für die mannigfaltige Unterstützung meiner Arbeit.

LITERATUR

BARBER, H. 1931. Traps for cave-inhabiting insects. *J. Elisha Mitchell Sci. Soc. 46:* 259-266.

BRAUN-BLANQUET, J. 1964. *Pflanzensoziologie, Grundzüge der Vegetationskunde*. 3. Aufl. Springer, Wien.

BURKHALTER, R. & SCHADER, S. 1994. *Strassen statt Wiesen und Wälder*. Hochschulverlag AG an der ETH Zürich.

DUELLI, P., STUDER, M. & JAKOB, S. 1990. Population movements of arthropods between natural and cultivated areas. *Biol. Conserv. 54:* 193-207.

DÜX, W. 1993. Untersuchungen zur Wanzen- und Käferfauna künstlich angelegter Feuchtgebiete in den Naturparken Siebengebierge und Schwalm-Nette. *Mitt. internat. entomol. Ver. Frankfurt a.M. 18:* 81-115.

ELLENBERG, H. 1974. Zeigerwerte der Gefässpflanzen Mitteleuropas. *Scripta geobot. 9:* 1-122.

FREUDE, H., HARDE, K.W. & LOHSE, G.A. 1976. *Die Käfer Mitteleuropas*. Bd. 2. Goecke und Evers, Krefeld.

JACCARD, P. 1938. Die statistisch floristische Methode als Grundlage der Pflanzensoziologie *In*: ABDERHALDEN, R., *Handb. biolog. Arbeitsmeth. 11:* 165-202.

HEIDT, E. 1986. *Auswirkungen verschiedener Wegebaukonzepte auf die Arthropodenzönosen der Agrarlandschaft, dargestellt am Beispiel der Laufkäfer (Col., Carabidae)*. Wiss. Gutachten. Hess. Landesamt Ernährung, Landw. Landentw., Bad Nauheim, pp. 1-79.

HUBER, C., MARGGI, W. & HÄNGGI, A. 1990. Bewertung der Feuchtgebiete des Berner Seelandes anhand der Laufkäferfaunen (Coleoptera, Carabidae). *Jb. Naturhist. Mus. Bern 9:* 125-142.

KAULE, G. 1986. *Arten- und Biotopschutz*. Eugen Ulmer, Stuttgart.

KAULE, G., BEUTLER, A., HAASE, R., SCHOLL, G. & SEIDL, F. 1983. *Forschungsvorhaben "Trennwirkung von Flurbereinigungswegen und Bedeutung von Rainen und Banketten"*. Inst. f. Landschaftsplanung, Stuttgart, Arbeitsbericht 15, pp. 1-156.

KAULE, G., BEUTLER, A., HAASE, R., SCHOLL, G. & SEIDL, F. 1984. *Forschungsvorhaben "Ökologische Wirkungen unterschiedlicher Wirtschaftswegetypen"*. Inst. f. Landschaftsplanung, Stuttgart, Arbeitsbericht 16, pp. 1-121.

MADER, H.J. 1979. Die Isolationswirkung von Verkehrsstrassen auf Tierpopulationen untersucht am Beispiel von Arthropoden und Kleinsäugern der Waldbiozönose. *Schriftenr. Landschaftspfl. Natursch. 19:* 1-131.

MADER, H.J. 1981. Der Konflikt Strasse - Tierwelt aus ökologischer Sicht. *Schriftenr. Landschaftspfl. Natursch. 22:* 1-104.

MADER, H.J. 1988. Feldwege - Lebensraum und Barriere. *Natur u. Landschaft 63:* 251-256.

MARGGI, W.A. 1992. Faunistik der Sandlaufkäfer und Laufkäfer der Schweiz. *Documenta faunist. Helvet. 13*, Teil 1+2.

MÜHLENBERG, M. 1976. *Freilandökologie*. UTB 595, 2. Aufl. Gustav Fischer, Stuttgart.

NEUMANN, U. 1971. Die Sukzession der Bodenfauna (Carabidae (Col.), Diplopoda und Isopoda) in den forstlich rekultivierten Gebieten des rheinischen Braunkohlereviers. *Pedobiologia 11:* 193-226.

NOVAK, B. 1972. Jahreszeitliche Dynamik der diurnalen Aktivität bei Carabiden in einem Waldbiotop (Col. Carabidae). *Acta Univ. Palack. Olomusc. Fac. rer. nat. 43:* 251-280.

RENKONEN, O. 1938. Statistisch-ökologische Untersuchungen über die terrestrische Käferwelt der finnischen Bruchmoore. *Ann. Zool. Soc. Zool.-Bot. Fenn."Vanamo" 6:* 1-231.

SNEATH, R.H.A. & SOKAL, R.R. 1973. *Numerical Taxonomy*. Freeman, San Francisco.

THIELE, H.-U. 1963. Experimentelle Untersuchungen über die Ursachen der Biotopbindung bei Carabiden. *Z. Morph. Ökol. Tiere 53:* 387-452.

THIELE, H.-U. 1977. *Carabid beetles in their environments*. Springer, Berlin, Heidelberg, New York.

WEGMANN, S. 1991. Naturschutz bei der integralen Erschliessungsplanung. *Schweiz. Z. Forstwes. 142:* 627-645.

(erhalten am 13. April 1994; nach Revision angenommen am 3. Februar 1995)