©Faunistisch-Ökologische Arbeitsgemeinschaft e.V. (FÖAG);download www.zobodat.at

Faun.-Ökol.Mitt. 9, 371- 384 Kiel, 2014

# Laufkäfer auf der Autobahn - Die Laufkäferfauna (Carabidae) eines Autobahnmittelstreifens und einer benachbarten Grünbrücke

Von Heinrich Reck und Henning Nissen


## Summary

**Ground beetles on motorways: A comparison of beetle activity on a fauna overpass, a medial motorway strip with coppice and surrounding habitats**

The study aim was to compare traffic-related barrier effects of motorway A 21 and mitigation effects of the Kiebitzholm overpass by using ground beetles as indicators. In 2012, the ground beetle assemblage of the overpass was compared with those of the nearby medial motorway strip and different roadside habitats using two different types of pitfall traps. In total, 2,003 individuals in 69 species were detected in 4 relevant study sites. In further complementary studies, about 3,000 individuals including three more species were recorded. Ground beetle activity density on the overpass and in surrounding areas was 4-6 times higher than on the medial strip and the activity traffic of flightless species was 4-8 times higher, although one of those species, i.e. *C. caraboides,* seems to thrive and prosper on the strip. The results indicate that even a low density motorway such as the A 21 with a traffic load of approximately 15,000 cars/day is a severe barrier for many species that need particular protection. But if no further obstacles such as steep kerbs are present, at least frequent species are still able to cross the road. Overpasses, however, effectively support mitigation, if the habitats of the target species are present on their portal area and the overpass itself. Furthermore, roadside areas may help the survival of at least some of the beetle species, if sympathetically managed regarding insects.


**Key words:** Coleoptera: Carabidae, ground beetles, traffic-related impact, habitat fragmentation, barrier effect, mitigation, fauna overpass, roadside habitats, medial motorway strip


## Zusammenfassung

Aus den Unterschieden der Laufkäferzönosen der Grünbrücke Kiebitzholm, des angrenzenden, begrünten Fahrbahnmittelstreifens sowie von Vergleichsbiotopen der Umgebung (Rampe und Waldmantel) werden Rückschlüsse auf die Barrierewirkung der Autobahn (A21) und die Verbundfunktion der Grünbrücke getroffen. Etwa 2.000 Laufkäferindividuen aus 69 Arten in den vier Hauptuntersuchungsflächen wurden mit jeweils identischer Erfassungsintensität unter Verwendung von je 6 Glas- und Becherfallen während der Vegetationsperiode 2012 erfasst. Weitere 3000 Individuen darunter drei zusätzliche

©Faunistisch-Ökologische Arbeitsgemeinschaft e.V. (FÖAG);download www.zobodat.at

Arten wurden in zusätzlichen Untersuchungen ermittelt, die im gleichen Jahr auf und an der Grünbrücke durchgeführt wurden.

Die Unterschiede zwischen der Fängigkeit der verwendeten Fallentypen werden als nicht eindeutig interpretiert, weil sich der Fangerfolg in Abhängigkeit von der unterschiedlichen Größe der jeweils auftretenden Arten, lebensraumspezifisch gegenläufig verhält. Auf dem Mittelstreifen erfassten die einzelnen Fallen unabhängig vom Fallentyp signifikant weniger Individuen und Arten als in den Vergleichsbiotopen. Die Laufkäferzönosen der nicht isolierten, gehölzarmen Grünbrücke und Grünbrückenrampe unterscheiden sich stark vom angrenzenden Waldmantel, da nur wenige Offenlandarten in den Waldmantel eindringen und auf der Grünbrücke die meisten Waldarten fehlen. Obwohl auf der A 21 nur rund 15.000 Kfz/Tag fahren und keine zusätzlichen Hindernisse, wie z. B. hohe Randsteine, vorhanden sind, wirkt die Autobahn als erhebliche Barriere. Die Barrierewirkung ist aber nicht absolut, da häufige Arten auf dem Mittelstreifen auftreten und für einige Arten derartige Verkehrsbegleitflächen sogar zu geeigneten Lebensräumen entwickelt werden können. Flugunfähige, besonders schutzbedürftige Arten, die nur lokal und/oder in geringer Dichte vorkommen, benötigen dagegen Querungshilfen für einen regelmäßigen Individuenaustausch über eine Autobahn.

**Schlüsselwörter:** Coleoptera: Carabidae, Laufkäfer, straßenbedingte Beeinträchtigungen, Lebensraumzerschneidung, Barrierewirkung, Vermeidungs- und Minderungsmaßnahmen, Grünbrücke, Begleitgrün, Autobahnmittelstreifen

## Einleitung

Die Bedeutung einer Querungshilfe kann danach beurteilt werden, wie sehr sie zur Mobilität von Arten zwischen Lebensorten bzw. Populationen im Vergleich zur Barrierewirkung von Straßen beiträgt.

Auf der 2005 im Übergangsbereich von Geest und östlichem Hügelland gebauten, aber erst 2008 bzw. 2009 an die Umgebung angebundenen Grünbrücke Kiebitzholm wird seit 2006 in regelmäßigen Abständen untersucht, welche Laufkäferarten die Brücke im Vergleich zur Umgebung nutzen (www.lebensraumkorridore.de). Bis 2011 konnten lediglich Arten des Offenlands entsprechend den Erwartungen nachgewiesen werden. Stenotope Waldarten fehlten, obwohl die Grünbrücke von Forsten umgeben ist. In den Jahren 2011 und 2012 wurde dann das Umfeld der Grünbrücke für die Zuwanderung von Heidearten und für Waldarten optimiert. Weitere Optimierungsmaßnahmen sind beabsichtigt (RECK 2013, SCHULZ et al. 2013).

Der Autobahn-Mittelstreifen ist südlich der Grünbrücke lediglich durch das Bankett und die Fahrbahn vom Forst getrennt. Weil die Landschaftsgeschichte, die Entwicklung der Grünbrückenhabitate und die Verteilung von Indikatorarten gut bekannt sind sowie die Habitatanordnung und die Straßenrandgestaltung sowohl die Ausbreitungsbewegungen von Offenland- und Waldarten über die Fahrbahn fördert, aber auch weil die Grünbrücke nicht alle in sie gesetzten Erwartungen erfüllt, ist eine vergleichende Untersuchung von Laufkäfern dazu geeignet, vorhandene Potentiale der Durchlässigkeit von Verkehrswegen und die Bedeutung von Querungshilfen zu beurteilen sowie Anforderungen an deren Gestaltung abzuleiten. Ein Vergleich der Aktivitätsdichten von Laufkäfern im Jahr 2012 sollte klären, welche der Anspruchs- und Ausbreitungstypen, die in der nahen Umgebung repräsentiert sind, die Grünbrücke und/oder den Mittelstreifen nutzen.

©Faunistisch-Ökologische Arbeitsgemeinschaft e.V. (FÖAG);download www.zobodat.at

## Untersuchungsgebiet und Methodik

### Die Grünbrücke und ihre Umgebung

Die Länge der Grünbrücke beträgt 35 m, die Breite 47 m, die nutzbare Breite zwischen den Irritationsschutzwänden ca. 35-40 m. Zur Beruhigung wurden Wege in der Umgebung verlegt, Teile einer benachbarten Wirtschaftsstraße zu einem Erdweg umgestaltet und eine Jagdruhezone eingerichtet (Abb1). Für das Wild wurden unterhalb der als Zugang angeschütteten Rampen unter Verwendung des Drainagewassers Tümpel bzw. Suhlen eingerichtet, die mittlerweile Schwanzlurchen als Laichgewässer dienen.

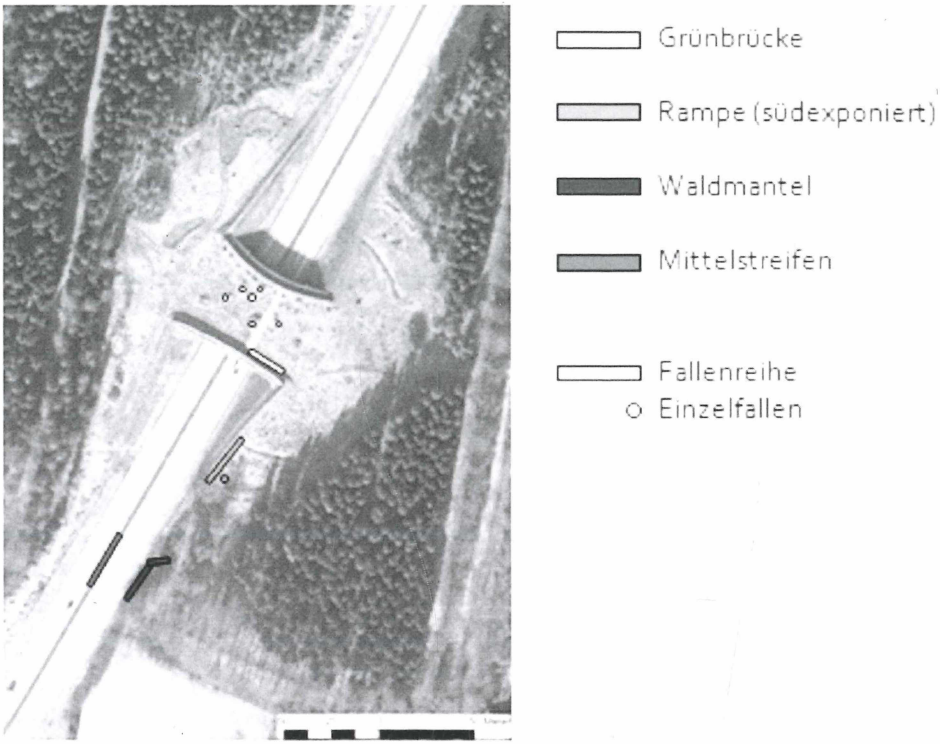


Abb. 1: Untersuchungsstellen mit je 12 Bodenfallen (Balken: linear im Abstand von 5 m aufgestellte Fallen; Punkte: außerhalb der Linie gestellte Fallen) (Foto: LVerm Geo SH.)

Die Kosten der Grünbrücke betrugen ca. 2,6 Mio. €. Sie wurde 2005 fertiggestellt und 2006 bepflanzt. Die randlichen Bodenarbeiten erfolgten 2008, die Einrichtung von Exclosures und die Bepflanzung des Randbereichs erfolgten 2009.

Die Verkehrsdichte auf der Autobahn im Bereich der Grünbrücke lag 2008 bei 12.500 Kfz/Tag (15 % Schwerlastverkehr) bzw. nach BASt 2013 bei Wankendorf 12.597 Kfz/Tag (8,5% Schwerverkehr). Die Verkehrsprognose für 2010 lag dagegen bei 36.500 Kfz/Tag (22 % Schwerverkehr) (RENK 2008), die realisierte Verkehrsmenge bei Wankendorf 2011 (automatische Zählstelle der BASt) bei 15.038 Kfz/Tag (Schwerverkehr 8,2 %) (BASt 2013). 2012 war der Verkehrsfluss sonntags kurz nach der Morgendämmerung oft minutenlang unterbrochen; 2 beispielhafte Zählungen im Juni jeweils um 6:30 Uhr ergaben auf den je 2-streifigen Fahrbahnen ein durchschnittliches Verkehrsaufkommen von 1,9 bzw. 1,7 Kfz/min. in Nord-Südrichtung und von 0,7 bzw. 0,4 Kfz/min in Süd-Nord-Richtung.

©Faunistisch-Ökologische Arbeitsgemeinschaft e.V. (FÖAG);download www.zobodat.at

Das Kollisionsrisiko für dämmerungs- und stärker noch für nachtaktive Arten ist dementsprechend gering (HELS & BUCHWALD 2001). Um ca. 7:30 Uhr betrug das sonntägliche Verkehrsaufkommen für alle vier Fahrstreifen zusammen 4,3 Kfz / min.

Der beprobte Mittelstreifen ist sehr locker mit Büschen bepflanzt, der Boden sandig mit noch sehr hohen Anteilen von Rindenmulch, der ca. 25% der Bodenoberfläche bedeckte. Das Bankett ist schütter bewachsen und die Befestigungen (Bordsteine) sind flach eingefügt und problemlos für die untersuchten Arten überwindbar.

Trotz der Nähe zueinander unterscheiden sich baubedingt die edaphischen Bedingungen, da auf der Grünbrücke nordseitig andere Substrate eingebracht wurden als südseitig und im Mittelstreifen der Eintrag von Rindenmulch bemerkbar wird, obwohl dieser noch wenig zersetzt ist (Tabelle 1).

Tabelle 1: Bodenparameter (Kelm 2013, unveröff.); Abkürzungen nach Ad-hoc-Arbeitsgruppe Boden (2005): s = Sand, Su2 = schwach schluffiger Sand, Su3 = schluffiger Sand, ls = sandiger Lehm, Lt3 = toniger Lehm, u, UU = Schluff, Us = sandiger Schluff, ut = Schluffton, t = Ton.

| Ort | Grünbrücke Nord / Süd | Rampe | Waldmantel | Mittelstreifen |
|---|---|---|---|---|
| Ph-Wert in t = 5 cm | 4,5 / 7,2 | 5,6 | 5,5 | 5,6 |
| Ph-Wert in 30 cm Tiefe | 6,13 / 6,9 | 3,6 | 4,2 | 5,7 |
| Kalkgehalt in t = 5 cm | < 1% | < 1% | < 1% | < 1% |
| Kalkgehalt in 30 cm Tiefe | < 1% | < 1% | < 1% | < 1% |
| Kg C/ha in 5 cm Tiefe | 108,1 / 364,2 | 375,4 | 260,7 | 201,2 |
| Kg C/ha in 30 cm Tiefe | 32,9 / 306,3 | 423,6 | 67,9 | 302,9 |
| C/N in 30 cm Tiefe | 17 / 26 | 15 | 19 | 17 |
| C/N in 5 cm Tiefe | 2 / 31 | 14 | 16 | 22 |
| Bodenart in 5 cm Tiefe | Su2,ls,s / UU, su, u | Lt3, ut, t | Us, su, u | Us, su, u |
| Bodenart in 30 cm Tiefe | Su2,ls,s / Su3, u, s | Us, su, u | Us, su, u | Us, su, u |

**Erfassungsmethoden**

Die Laufkäfer wurden mit Bodenfallen erfasst, deren Lage aus Abb. 1 hervorgeht. Aufgrund des Risikos, dass eine potentiell sehr geringe Aktivitätsdichte auf dem Mittelstreifen Interpretationen erschwert und, um dennoch einen möglichst hohen Anteil der dort aktiven Arten zu erfassen, erfolgte die Bodenfallenerfassung über nahezu die gesamte Vegetationsperiode vom 27. Mai bis zum 16. September. Es kamen je 7 Bodenfallen in der Fangperiode vom 27.5.-3.6., je 6 Bodenfallen vom 15.7 -16.9 sowie je 12 Bodenfallen vom 3.6.-15.7 zum Einsatz. Es wurden zwei Fallentypen (Becher- und Glasfallen) je Standort verwendet. Die Becherfallen waren konisch geformt, mit einem Öffnungsdurchmesser von 6,5 cm und einer Höhe von 10 cm, die Glasfallen waren zylindrisch mit einer kragenförmigen Verengung zur Öffnung hin; der Öffnungsdurchmesser der Glasfallen betrug 5,8 cm und die Höhe 7 cm. In den Fangperioden mit 12 Bodenfallen waren je Standort 6 Glas- und 6 Becherfallen aufgestellt.

Darüber hinaus erfolgten zusätzliche Fänge in einem westlich angrenzenden Sandstreifen, der als Spenderbiotop für den Mittelstreifen und die Grünbrücke betrachtet werden kann. Dabei wurden 9 Becherfallen vom 22.5. bis 2.7.2012 und vom 20.8. bis 1.10.2012 eingesetzt. Vom 8.5. bis 12.6. 2012 wurden weitere Untersuchungen zur Verbundfunktion von Wildwechseln durchgeführt. Dazu waren auf der Grünbrücke weitere 24 Becherfal-

©Faunistisch-Ökologische Arbeitsgemeinschaft e.V. (FÖAG);download www.zobodat.at

len, auf der Grünbrückenrampe und im östlich an die Probeflächen angrenzenden Wald jeweils 26 Becherfallen aufgestellt. Die Fallen wurden hierbei in vegetationsarmen Wildwechseln und in der angrenzenden Brache mit dichter Vegetation aufgestellt. Vom 20.8. bis 1. 10. 2012 wurden markierte Laufkäfer am Waldrand ausgesetzt, um das Mobilitätsverhalten im Grenzbereich Wald/Offenland zu untersuchen. Die markierten Tiere wurden mit je 20 Becherfallen auf Wildwechseln und in der angrenzenden dichten Vegetation auf der Grünbrückenrampe und im Wald sowie 3 Becherfallen am Waldrand zusammen mit den autochthonen Individuen wiedergefangen.

**Statistische Auswertung**

Für den Vergleich der Individuen- und Artenzahl je Bodenfalle wurden das arithmetische Mittel und die Standardabweichung getrennt sowohl für die Probestellen als auch den Fallentyp berechnet. Dafür wurden die Fangergebnisse der Fangperioden vom 3.6.-15.7, während derer an jedem Standort je 6 Boden- bzw. Glasfallen eingesetzt waren, genutzt. Den Gesamtvergleichen liegen alle gefangenen Individuen zugrunde, die aus jeweils identischer Zahl und Art zeitgleich je Standort gestellter Fallen resultieren. Zur Erstellung der randomisierten Arten-Fallenkurven für alle zeitgleich gestellten Becher- bzw. Glasfallen wurde die Software EstimateS Win 820 [*Sobs* (*Mao-Tau*) Funktion] verwendet. Die statistischen Tests wurden mit dem Programm PAST (HAMMER et al. 2014) durchgeführt. Für den Vergleich der Standorte wurde eine ANOVA bzw. eine MANOVA, wenn der Fallentyp als zweiter Effekt hinzukam, mit anschließendem Fisher LSD-Test als posthoc Test verwendet.

## Ergebnisse und Diskussion

**Zusammensetzung der Artengemeinschaften im Mittelstreifenversuch und Vergleich der Fallentypen**

Im Rahmen des unmittelbaren Probenflächenvergleichs wurden auf den vier Probeflächen insgesamt 2.003 Laufkäferindividuen aus 68 Arten erfasst. Die Mittelwerte der Artenzahlen auf dem Mittelstreifen unterscheiden sich sowohl bei den Glas- als auch bei den Becherfallen erheblich von denen der Vergleichsorte (Abb. 2). Bei den Artenzahlen hatte der Fallentyp keinen, der Standort aber einen signifikant Effekt auf das Ergebnis ($F_{Fallentyp} = 3{,}7$, $p = 0{,}06$, $F_{Standort} = 6{,}6$, $p = 0{,}001$, $F_{Fallentyp,Standort} = 1{,}5$, $p = 0{,}2$). Auf die Individuenzahlen hatten ebenso nur die Standorte einen Effekt auf das Ergebnis ($F_{Fallentyp} = 0{,}1$, $p = 0{,}7$, $F_{Standort} = 3{,}8$, $p = 0{,}0001$, $F_{Fallentyp,Standort} = 9{,}2$, $p = 0{,}0001$).

Bei der Zahl gefangener Individuen erzielten die Glasfallen für große Arten (z.B. die meisten Waldarten) höhere Fangergebnisse als Becherfallen; an Orten an denen zahlreiche kleine Arten auftreten trifft dies aber nicht zu (Abb. 2). Die Fangzahlen auf dem Mittelstreifen fallen wie bei den Artenzahlen (und mit Ausnahme des Fangergebnisses der Becherfallen im Vergleichspaar Mittelstreifen/Waldmantel) erheblich geringer aus, als die Fangzahlen der Vergleichslebensorte.

Insgesamt (betrachtet werden alle mit Glas- und Becherfallen, die mit jeweils gleichem Erfassungsaufwand und zu jeweils gleichen Fangperioden in den vier Untersuchungsorten eingesetzt waren) wurden die höchsten Artenzahlen auf der Grünbrückenrampe sowie der Grünbrücke selbst festgestellt (Abb. 4). Zielarten des Offenlands, das sind insbesondere flugunfähige Arten von Magerrasen- bzw. Heidebiotopen und auch einzelne Waldarten, nutzen die Grünbrücke, während solche Arten auf dem Mittelstreifen weitgehend fehlen (Tab. 3).

©Faunistisch-Ökologische Arbeitsgemeinschaft e.V. (FÖAG);download www.zobodat.at

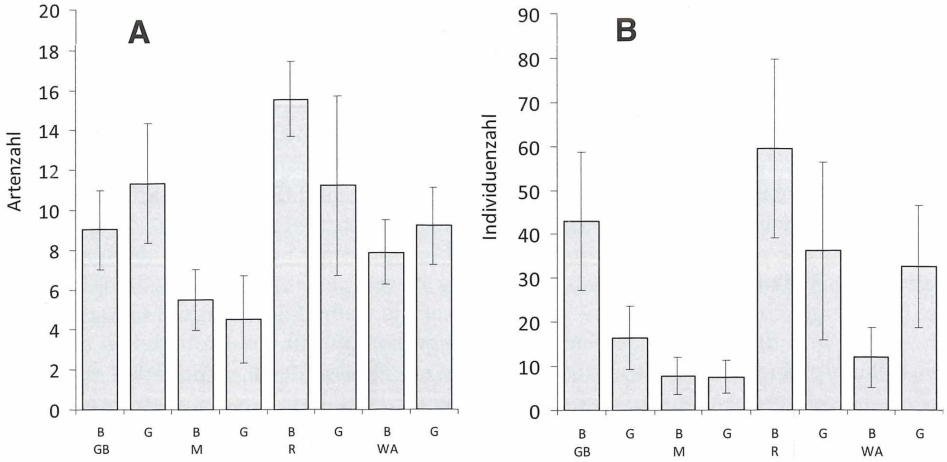


Abb. 2: Mittelwerte und Standardabweichungen der Artenzahl/6 Becher (B)- und Glasfallen (G) (A) und der entsprechenden Individuenzahl (B).

Die Artenzahl auf dem Mittelstreifen ist gegenüber der Grünbrücke und der Grünbrückenrampe deutlich verringert, obwohl an den Mittelstreifen (abgetrennt jeweils nur durch die Fahrbahn) zwei höchst unterschiedliche Donatorbiotope heranreichen und damit ein hohes Artenpotential. Östlich des Mittelstreifens grenzt Wald an die Autobahn und westlich davon trocken-mageres Begleitgrün, gefolgt von daran angrenzenden 2011 neu gestalteten und dem Waldrand vorgelagerten sandigen Rohböden. Das Besiedlungspotential aus dem westlichen Begleitgrün entspricht dabei den Zönosen von Grünbrücke und Rampe, deren weiteres Umfeld wiederum jeweils aus den gleichen Biotopen besteht wie das des Autobahnmittelstreifens.

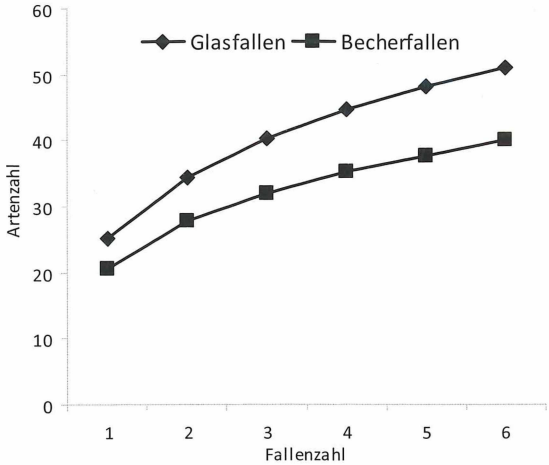


Abb. 3: Arten-Fallenkurven (randomisiert) im Vergleich von Becher- und Glasfallen.

Im Waldmantel kommen, bedingt durch das dichte Kronendach, nur wenige Arten mehr vor, als auf dem Mittelstreifen; es sind nahezu ausschließlich gehölzgebundene Arten. Zu beachten ist dabei, dass die Gesamtzahl von Waldarten landesweit und lokal er-

©Faunistisch-Ökologische Arbeitsgemeinschaft e.V. (FÖAG);download www.zobodat.at

heblich geringer ist, als die Gesamtzahl von Offenlandarten trocken- bis frischer Standorte. Dass bei den Fängen im Waldmantel keine Art des Offenland nachweisbar war und nur wenige Individuen von Arten lichter Wälder ist bemerkenswert, weil 50% der Waldfallen nur ca. 5 m vom zur Straße gelegenen Waldrand entfernt gestellt worden waren und nur ca. 20 m zu angrenzenden lichten Forstbereichen. Die dichte, dunkle Bestockung ist offenbar eine starke Barriere für Offenlandarten. Die sehr hohen Individuenzahlen von Waldarten in den Fängen bedeutet aber auch, dass eine hohe Zahl von Tieren zur Besiedlung des Mittelstreifens oder der angrenzenden Grünbrückenrampe vorhanden war - dennoch wurden dort keine Waldarten gefunden. Zur ausreichenden Vernetzung von Waldbiotopen bestehen an Engstellen, wie es Grünbrücken naturgemäß sind, also hohe Anforderungen an die Lebensraumgestaltung (= ± durchgängig verbundenes Blätterdach).

Die Individuenzahl auf dem Mittelstreifen ist gegenüber den Vergleichsbiotopen sehr gering; dies kann z.T. dadurch bedingt sein, dass Straßenbelag Teil des Einzugsgebietes der Fallen ist, während die Bodenfallen der Vergleichsbiotope von Habitatflächen umgeben sind.

Vier Arten sind auf dem Mittelstreifen überproportional häufig (Abb. 6) – ein Indiz dafür, dass der Mittelstreifen zumindest für eine Art, den flugunfähigen Schaufelläufer *Cychrus caraboides* ein besonders geeignetes Reproduktionshabitat ist.

**Weitere Bestandsaufnahmen im Vergleich zum Mittelstreifenversuch**

Auf dem als Spenderbiotop untersuchten Sandstreifen wurden insgesamt 5 Arten mit mehr als 10 Individuen gefangen, die alle auch auf der Grünbrücke vorkamen; davon wurden aber nur 2 auf dem Mittelstreifen gefunden. Die flugunfähige Zielart *Poecilus lepidus* war auf dem Sandstreifen kaum häufiger als auf der Grünbrücke (Grünbrücke: 2,5; Sandstreifen 3,0; U-Test: U=17,5 p=0.4).

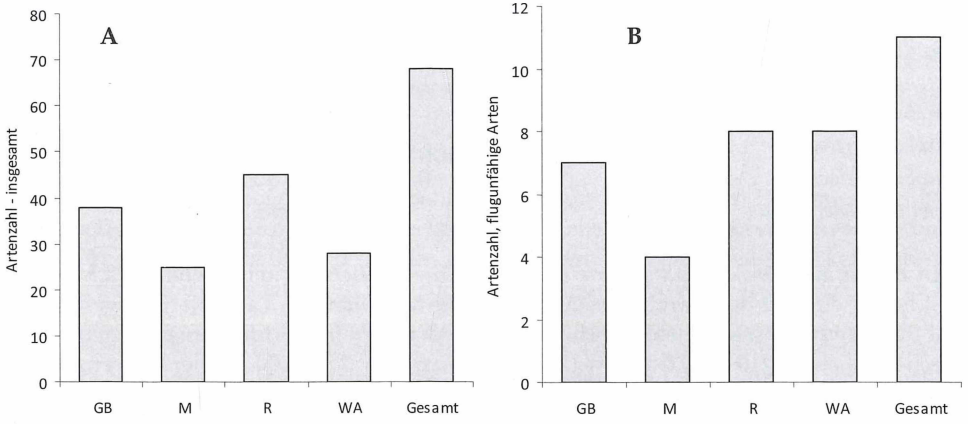


Abb. 4: Anzahl der in der Vergleichsuntersuchung insgesamt nachgewiesenen Laufkäferarten (A) und der flugunfähigen Arten (B).

Auf der Grünbrücke selbst wurden durch die ergänzenden Fänge gegenüber dem Mittelstreifenversuch 5 weitere Arten nachgewiesen. Mit *Carabus granulatus* trat eine flugunfähige Art hinzu. Außerdem wurden die ausbreitungsstarken xerophilen Sandlaufkäfer *C. campestris,* die 2012 ansonsten nur im Sandstreifen nachgewiesen wurde, und *C.*

©Faunistisch-Ökologische Arbeitsgemeinschaft e.V. (FÖAG);download www.zobodat.at

*hybrida* (die bereits im ersten Jahr nach der Fertigstellung der Grünbrücke eine Kolonie auf einem Spurstreifen gegründet hatte) gefangen. Unter Beachtung aller Fangergebnisse ist die Grünbrücke in ihrem derzeitigen Zustand zur Vernetzung zwar für xerophile Offenlandarten geeignet, für Waldarten aber nur ungenügend.

Auf der Rampe kommen durch die Ergänzungsuntersuchungen 16 weitere Arten hinzu. Das ist deshalb besonders bemerkenswert, weil auf der Rampe bereits in der Vergleichsuntersuchung überdurchschnittlich viele Arten nachgewiesen wurden (Abb. 4). Die starke Artenzunahme durch die Zusatzfänge erklärt sich aus der Lage der zusätzlichen Bodenfallen. Da die Fallen für den Mittelstreifenversuch möglichst in gleicher Entfernung vom Wald und Waldrand entfernt standen wie die Fallen auf dem Mittelstreifen war ihre Lage im Bereich der stärksten Hangneigung auf der südexponierten Seite der Rampe determiniert. Die Fallen für den Wildwechselversuch standen inmitten hoher und dichter Vegetation in drei Doppeltransekten, die auch ostexponiert waren. Dementsprechend kommen Arten eher feuchterer Standorte und Waldarten hinzu. Waldähnliches Kleinklima ist vermutlich Voraussetzung dafür, dass Waldarten breitere Zugangsbereiche von Querungshilfen nutzen.

Tabelle 2: Individuenzahlen/Falle flugunfähiger Arten; verschiedene Hochzahlen kennzeichnen signifikante Unterschiede nach ANOVA (FG: 20); F und p für Effekte des Standorts, + nachgewiesen

| Arten | Grünbrücke | Mittel-streifen | Rampe | Wald-mantel | F | p |
|---|---|---|---|---|---|---|
| *Pterostichus niger* | $^{c}$19,3 ± 5,2 | $^{a}$4,0 ± 2,5 | $^{bc}$16,2 ± 9,5 | $^{ab}$10,5 ± 7,7 | 5,9 | 0,004 |
| *Cychrus caraboides* | $^{b}$0,2 ± 0,4 | $^{a}$3,2 ± 2,3 | $^{b}$ 0,5 ± 0,8 | $^{b}$ 0,3 ± 0,8 | 7,2 | 0,002 |
| *Carabus nemoralis* | 0,2 ± 0,4 | 0,3 ± 0,5 | 0,2 ± 0,4 | 0,5 ± 0,5 | 0,7 | 0,6 |
| *Carabus granulatus* | - | - | - | 0.1 | - | - |
| *Carabus cancellatus* | - | - | + | - | - | - |
| *Poecilus lepidus* | $^{b}$2,3 ± 1,9 | $^{a}$0,0 | $^{ab}$1,0 ± 1,3 | $^{a}$0,0 | 5,8 | 0,005 |
| *Carabus convexus* | 2,0 ± 1,7 | 0,3 ± 0,5 | 1,5 ± 2,3 | 0,3 ± 0,5 | 2,0 | 0,1 |
| *Carabus arcensis* | | | + | | | |
| *Carabus hortensis* | 1,2 ± 1,2 | 0,0 | 0,0 | 35,7 ± 14,9 | 33,5 | <0,001 |
| *Carabus coriaceus* | 0,5 ± 1,2 | 0,0 | 0,2 ± 0,4 | 0,8 ± 1,0 | 1,2 | 0,3 |
| *Abax parallelepipedus* | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 4,5 ± 3,3 | 11,3 | <0,001 |

In Bezug auf die Aktivitätsdichte ergaben sich erhebliche Unterschiede zwischen den Wildwechseln und den Vergleichsstandorten. Die Mobilität von Laufkäfern insgesamt ist auf den Wildwechseln erheblich erhöht. Der Median der Individuenzahlen in den Wildwechseln betrug 210 Ind/6 Fallen (25/75 % Quartilen: 175/375), in der angrenzenden dichten Vegetation 75 Ind/6 Fallen (25/75 % Quartilen: 72,5/125). Der Unterschied war nach dem U-Test mit einem p=0,02 signifikant (n=5, z=-2.3). Dennoch ist die Individuenzahl der Waldarten auf der Rampe mit insgesamt acht Individuen sehr gering.

Die Ergebnisse aus dem Fang markierter Laufkäfer bestätigen die bereits dargestellten Aktivitätsmuster. Unter den zusätzlichen 1.441 Individuen wurde mit *Amara aulica* eine weitere Art auf der Rampe und am Waldrand nachgewiesen, die ansonsten 2012 nicht im Bereich der Grünbrücke gefangen wurde. Sie ist in Norddeutschland weit verbreitet und für Grünland und Hochstauden typisch (IRMLER & GÜRLICH 2004). Auch im Herbst zeigte sich eine starke Meidung der Rampe durch Waldarten; selbst von den sehr häufig gefangenen, ausbreitungsstarken Waldrand- bzw. Waldarten *Carabus coriaceus* und *Carabus*

©Faunistisch-Ökologische Arbeitsgemeinschaft e.V. (FÖAG);download www.zobodat.at

*hortensis* wurden von den 162 bzw. 266 der markierten Individuen nur 29 bzw. 16 auf der Rampe wieder gefangen. Ohne weitgehend geschlossenes Kronendach oder ohne erkennbare Waldsilhouette (vgl. RICHTER et al. 2012) kann für häufige waldtypische Arten keine regelmäßige Grünbrückennutzung erreicht werden. Die Bedeutung der Wildwechsel für die Mobilität von Laufkäfern war im Herbst geringer als im Frühjahr und Sommer.

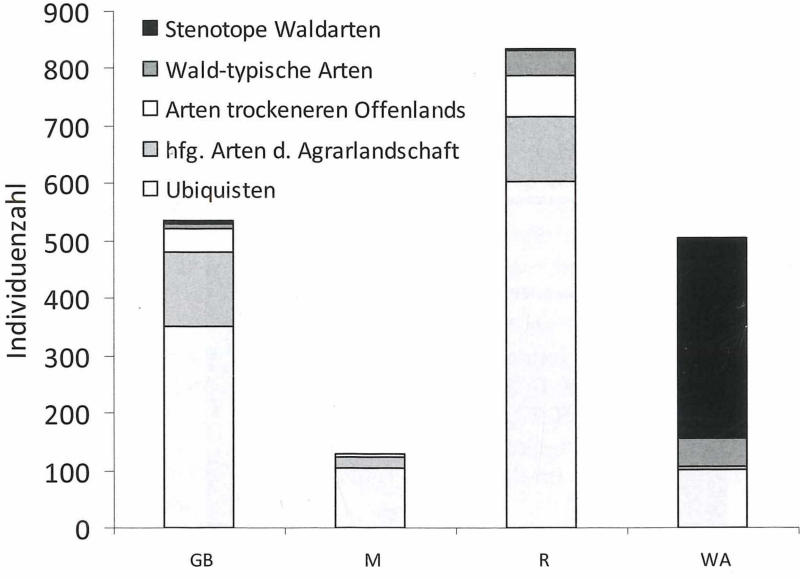


Abb. 5: Individuenzahl verschiedener Gilden von Arten (vgl. Tab. 3: Arten der Agrarlandschaft: Se + AGR; Arten des trockenen Offenlands: MHe + MHs; stenotope Waldarten: Ss + We/s + Ws).

## Schlußfolgerungen

Zumindest schwach befahrene Autobahnen sind nach den erzielten Ergebnissen zumindest bei geeigneter Gestaltung (d.h. keine Bordsteine, keine Betonmittelwände, keine dichte Krautschicht im Bankett und im angrenzenden Straßenbegleitgrün) keine absoluten Barrieren. Sie können von Arten, die entlang längerer Streckenabschnitte und in hohen Individuendichten an Verkehrswegen vorkommen, regelmäßig überwunden werden. Dieses bestätigt die Befunde von RICHTER et al. (2012): „Autobahnen stellen eine erhebliche Barriere für bodengebundene Kleintiere dar, sind aber für die untersuchten Gruppen nicht absolut unüberwindbar. Besonders für verbreitete Arten sollte ihre Durchlässigkeit über weite Strecken weiterhin gewährleistet werden. Hingegen ist eine erfolgreiche Querung bei seltenen und gefährdeten Arten mit individuenschwachen Beständen unwahrscheinlich. Für diese sind populationsstützende und habitatverbessernde Maßnahmen sowie die Anbindung an Querungshilfen nötig". Demnach müssten Verkehrswege in der Normal-Landschaft so gebaut werden, dass sie für Kleintiere überwindbar bleiben.

Zielarten (schutzbedürftige Arten, deren Lebensräume bzw. Populationen ohne Querungshilfe ansonsten durch Straßen dauerhaft getrennt sind) wurden bei Kiebitz-

©Faunistisch-Ökologische Arbeitsgemeinschaft e.V. (FÖAG);download www.zobodat.at

holm im Vergleich zum Mittelstreifen jedoch nur auf der Grünbrücke in Anzahl nachgewiesen. Gefährdete und seltene Arten mit lokal eng begrenzten Lebensräumen benötigen zur Wiedervernetzung von Populationen und Arealen also die Querungshilfe. Derzeit ist die Brücke Kiebitzholm geeignet für Arten trockener, offener Lebensräume. Weil einige Zielarten des weiteren Umfelds noch fehlen besteht weiterhin die Notwendigkeit zur Optimierung der Umfeldgestaltung. 2012 wurden nach 6 Jahren Entwicklungszeit erstmals auch Waldarten auf der Brücke nachgewiesen. Mögliche Ursachen sind aufkommende Gebüsche und evtl. auch die Verbundfunktion von Wildwechseln. Besonders stenotope Waldarten (z.B. *Abax paralellepipedus*) fehlen aber noch. Zumindest auf wasserdurchlässigen Böden und in Norddeutschland sind ein nahezu geschlossenes Blätterdach oder unmittelbar angrenzende Wälder für den erfolgreichen Verbund von Waldarten nötig (HINGST et al. 1991, BUTTERWECK 1998, GRUTTKE 2001).

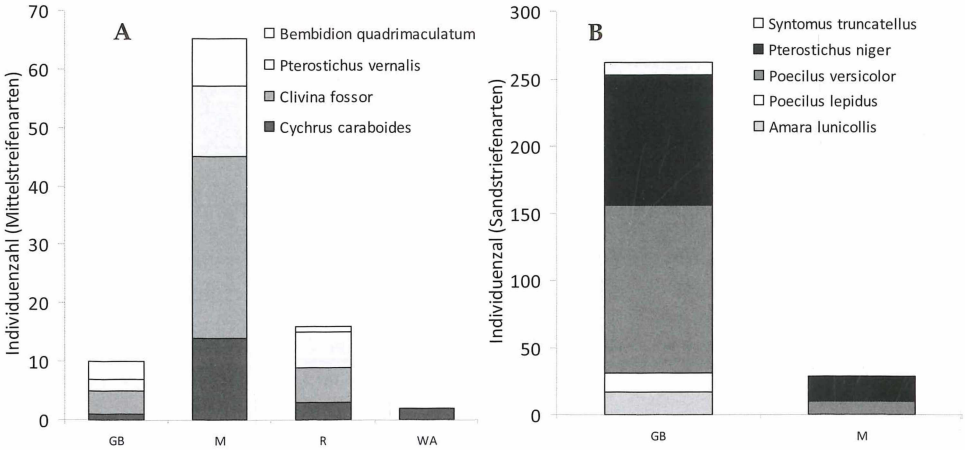


Abb. 6: Individuenzahlen der vier Laufkäferarten, die häufiger auf dem Mittelstreifen als in den drei Vergleichsbiotopen gefangen wurden (A) sowie der fünf häufigsten Arten des Sandstreifens auf der Grünbrücke und dem Mittelstreifen (B); (Grünbrücke: GB, M: Mittelstreifen, R: Rampe, WA: Waldmantel).

Der Mittelstreifen kann aber auch als Lebensraum zumindest für einige Arten dienen. Die große, flugunfähige Art *Cychrus caraboides* und wenige weitere Arten waren auf dem Mittelstreifen sogar häufiger vertreten als in den Referenzbiotopen. Es scheint daher lohnend, Verkehrsbegleitgrün inklusive der Mittelstreifen so zu gestalten, dass Mangelhabitate entstehen. Dies trägt zur Durchlässigkeit der Verkehrslandschaft und zur Sicherung der Biologischen Vielfalt bei (KISS et al. 2012, NOORDIJK 2009, OLEKSA & TYSZKO-CHMIELOWIEC 2012; PICHINOT et al. 1990, VERMEULEN 1993). Einschränkungen bestehen eventuell im Hinblick auf Lockwirkungen für Wirbeltiere und ggf. lokal vorrangige Absperrerfordernisse. Bisherige Untersuchungen zu Artenfehlbeträgen am Straßenrand (z.B. MAURER 1974, SAYER et al. 2003) liefern aber widersprüchliche Ergebnisse. Sowohl Falleneffekte als auch das Lebensraum- und Korridorpotential von Straßenbegleitgrün müssen also dringend genauer untersucht werden damit hinreichend qualifizierte Planungsempfehlungen ableitbar werden.

## Danksagung

Der vorgestellte Mittelstreifenversuch wurde von der Bundesanstalt für Straßenwesen gefördert, weitere Untersuchungen im Bereich der Grünbrücke vom Bundesamt für Na-

©Faunistisch-Ökologische Arbeitsgemeinschaft e.V. (FÖAG);download www.zobodat.at

turschutz, vom Landesbetrieb Straßenbau Schleswig-Holstein und, in Bezug auf Wildwechsel, von der Stiftung natur+mensch. Bei den Untersuchungen haben Jörn Krüttgen, Ulrich Irmler und Madeleine Kriese teilweise mitgewirkt sowie Ulrich Irmler bei bei der Statistik. Wir danken ihnen für ihre Hilfe.

## Literatur

AD-HOC-ARBEITSGRUPPE BODEN (2005): Bodenkundliche Kartieranleitung, 5. Aufl. Bundesanstalt für Geo-wissenschaften und Rohstoffe in Zusammenarbeit mit den Staatlichen Geologischen Diensten, Hannover, 438 S

BASt 2013: Zählstellenergebnisse (http://www.bast.de/DE/FB-V/Fachthemen/v2-verkehrszaehlung/Aktuell/zaehl_aktuell_node.html)

BUTTERWECK, M. (1998): Metapopulationsstudien an Waldlaufkäfern (Coleoptera: Carabidae) – Einfluss von Korridoren und Trittsteinbiotopen. Wiss.-und-Technik-Verl., Berlin, 137 S.

GES. FÜR ANGEWANDTE CARABIDOLOGIE (2009): Lebensraumpräferenzen der Laufkäfer Deutschlands - Wissensbasierter Katalog. Angewandte Carabidologie Supplement V, 48 S. + 1 CD.

GRUTTKE H. (2001): Welche Bedeutung haben Habitatgröße und –isolation für das Vorkommen waldtypi-sche Laufkäfer in Waldrelikten und Kleingehölzen einer Agrarlandschaft? Angewandte Carabidologie Supplement II, 81-98.

HAMMER Ø., HARPER D.A.T. & RYAN, P.D. (2014): PAST: Paleontological statistics software package for education and data analysis. Palaeontologia Electronica 4, 9pp

HELS T. & BUCHWALD E. (2001): The effect of road kills on amphibian populations. Biological Conservation 99: 331-340.

HINGST R., MÜLLER L. & WOLLWEBER K. (1991): Bedeutung der Knicks und Wallhecken für die Agrarland-schaft. Faun.-Ökol. Mitteilungen Supplement 10, 99 S.

IRMLER U. & GÜRLICH S. (2004): Die ökologische Einordnung der Laufkäfer (Coleoptera: Carabidae) in Schleswig-Holstein. Faun.-Ökol. Mitteilungen Supplement 32, 117 S.

KISS B., ILLYES E., KOZAR F. & SZITA E. (2012): Biodiversity survey in Hungarian highway margins. In IENE 2012 International conference. Berlin-Potsdam, 165.

Maurer, R. (1974): The beetle and spider fauna of meadows affected by traffic pollution. Oecologia 14: 327-351.

NOORDIJK J. (2009): Arthropods in linear elements - occurence, behaviour and conservation management. Dissertation. Wageningen University.

OLEKSA A. & TYSZKO-CHMIELOWIEC P. (2012): Transport infrastructure as green infrastructure: tree-lined roads as habitats and ecological corridors for Hermit Beetle and other organisms. Safeguarding ecological functions across transport infrastructure. Foundation for Sustainable Development. IENE International Conference. Potsdam-Berlin, 21.10.2012. Available at http://www.iene-conferences.info/abstracts/public-abstracts/view/!?id=72>

PICHINOT V., WOLLWEBER K. & KOSSLER J. (1990): Verbundfunktion von Straßenrandökosystemen. Faun.-Ökol. Mitteilungen Supplement 9,107 S.

RICHTER K., ZINNER F., BÖCKELMANN R., DÖRKS S., DURKA W. & FRITZSCH, S. (2013): Barrierewirkung von Straßen auf bodengebundene Kleintierpopulationen 1092. Forschung - Strassenbau und Verkehrstech-nik, Wirtschaftsverlag NW, Bremen, 89 S.

RECK H. (2013): Die ökologische Notwendigkeit zur Wiedervernetzung und Anforderungen an deren Um-setzung. - Natur und Landschaft 88 (12): 486-496.

RENK H. (2008): Informationsflyer des Landesbetriebs Straßenbau zur Eröffnung des Neubauabschnitts bei Kiebitzholm, 8 S.

©Faunistisch-Ökologische Arbeitsgemeinschaft e.V. (FÖAG);download www.zobodat.at

SAYER M., BITTNER H-J., KÖRNER M. & SCHAEFER M. (2003): Straßenbedingte Auswirkungen auf die Pflan-zen- und Tierwelt benachbarter Biotope, Forschung Straßenbau und Straßenverkehrstechnik 865, 51-94.

SCHULZ B., MÜLLER K. & NISSEN H. (2013): Umfeldgestaltung und Hinterlandanbindung von Querungshilfen am Beispiel des E + E-Vorhabens "Holsteiner Lebensraumkorridore". Natur und Landschaft 88, 509-515.

VERMEULEN H. J. W. (1993): The composition of the carabid fauna on poor sandy road-side verges in relation to comparable open areas. Biodiversity and Conservation 2, 331-350.

Autoren:
Heinrich Reck
Institut für Natur- und Ressourcenschutz
Universität Kiel
Olshausenstrasse 40
24098 Kiel
email: hreck@ecology.uni-kiel.de

Hening Nissen
Institut für Natur- und Ressourcenschutz
Universität Kiel
Olshausenstrasse 40
24098 Kiel
email: hnissen@ecology.uni-kiel.de

©Faunistisch-Ökologische Arbeitsgemeinschaft e.V. (FÖAG);download www.zobodat.at

## Anhang

Tabelle 3: Artenliste der Laufkäfer mit Zuordnung zur jeweiligen Lebensraumpräferen der Arten (e = eurytop, Se = eurytope Feuchtgebietsart, AGR = verbreitete Art in Agrotopen und anderen Offenlandlebensräumen; MHe = eurytope Art von Magerrasen oder Heiden, MHs = stenotope Art von Magerrasen oder Heiden, We = eurytope Waldarten, Ss = Stenotope Sumpf(wald)art, We/s Waldart mittlerer Stenotopie, Ws = stenotope Waldart); Bb: Biotopbindung, GB: Grünbrücke, Ms: Mittelstreifen, Ra: Rampe, Wm: Waldmantel.

| Art | | | Anzahl | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | Bb | GB | Ms | Ra | Wm | Gesamt |
| *Trechus quadristriatus* | e | | | 1 | | 1 |
| *Trechus obtusus* | e | 5 | 6 | 15 | | 26 |
| *Synuchus vivalis* | e | | | | 3 | 3 |
| *Syntomus truncatellus* | e | 9 | | 10 | | 19 |
| *Pterostichus strenuus* | e | | 2 | | 6 | 8 |
| *Pterostichus niger* | e | 97 | 19 | 164 | 56 | 336 |
| *Pterostichus melanarius* | e | 1 | | 2 | | 3 |
| *Poecilus versicolor* | e | 126 | 10 | 292 | | 428 |
| *Notiophilus palustris* | e | | | 15 | 1 | 16 |
| *Nebria salina* | e | | 2 | 1 | 15 | 18 |
| *Nebria brevicollis* | e | 17 | | 9 | 4 | 30 |
| *Loricera pilicornis* | e | | | 2 | | 2 |
| *Harpalus latus* | e | 34 | 1 | 34 | 10 | 79 |
| *Harpalus affinis* | e | 5 | 2 | 5 | | 12 |
| *Cychrus caraboides* | e | 1 | 14 | 3 | 2 | 20 |
| *Clivina fossor* | e | 4 | 31 | 6 | | 41 |
| *Carabus nemoralis* | e | 1 | 1 | 5 | 3 | 10 |
| *Carabus granulatus* | e | | | | 1 | 1 |
| *Calathus melanocephalus* | e | 15 | 6 | 8 | | 29 |
| *Bembidion quadrimaculatum* | e | 3 | 8 | 1 | | 12 |
| *Bembidion properans* | e | 5 | | 2 | | 7 |
| *Bembidion lampros* | e | 6 | | 11 | | 17 |
| *Anisodactylus binotatus* | e | | 1 | 1 | | 2 |
| *Amara familiaris* | e | 1 | | 2 | | 3 |
| *Amara communis* | e | 2 | | | | 2 |
| *Amara aenea* | e | 19 | | 13 | | 32 |
| *Agonum sexpunctatum* | e | 1 | | 3 | | 4 |
| *Acupalpus exiguus* | Se | | 1 | | | 1 |
| *Stomis pumicatus* | AGR | 3 | 1 | 1 | 2 | 7 |
| *Pterostichus vernalis* | AGR | 2 | 12 | 6 | | 20 |
| *Leistus ferrugineus* | AGR/MHe | | | 1 | 1 | 2 |
| *Harpalus rufipes* | AGR | 4 | 2 | 3 | 1 | 10 |
| *Demetrias atricapillus* | AGR | | 1 | | | 1 |
| *Carabus cancellatus* | AGR | | | 1 | | 1 |
| *Calathus fuscipes* | AGR | 96 | 1 | 25 | | 122 |
| *Badister bullatus* | AGR | 2 | | | 2 | 4 |
| *Asaphidion pallipes* | AGR | | | 1 | | 1 |
| *Anchomenus dorsalis* | AGR | | 1 | | | 1 |

©Faunistisch-Ökologische Arbeitsgemeinschaft e.V. (FÖAG);download www.zobodat.at

| | Bb | GB | Ms | Ra | Wm | Gesamt |
|---|---|---|---|---|---|---|
| *Amara similata* | AGR | | 1 | 1 | | 2 |
| *Amara plebeja* | AGR | | | 1 | | 1 |
| *Amara lunicollis* | AGR/MHe | 17 | | 64 | | 81 |
| *Amara convexior* | AGR | 2 | | | | 2 |
| *Amara bifrons* | AGR | 1 | | 5 | | 6 |
| *Agonum muelleri* | AGR | | | 1 | | 1 |
| *Poecilus lepidus* | MHe | 14 | | 26 | | 40 |
| *Microlestes minutulus* | MHe | 1 | 3 | 5 | | 9 |
| *Harpalus tardus* | MHe | 2 | | 22 | 1 | 25 |
| *Harpalus rufipalpis* | MHe | 1 | | | | 1 |
| *Harpalus rubripes* | MHe | 12 | 1 | 8 | | 21 |
| *Amara tibialis* | MHe | | | 1 | | 1 |
| *Amara spreta* | MHe | 6 | 1 | | | 7 |
| *Amara consularis* | MHe | | | 1 | | 1 |
| *Syntomus foveatus* | MHs | 4 | | 10 | | 14 |
| *Panagaeus bipustulatus* | MHs | 1 | | | | 1 |
| *Notiophilus biguttatus* | We | | | | 41 | 41 |
| *Limodromus assimilis* | We | | | | 1 | 1 |
| *Leistus terminatus* | We | | | | 5 | 5 |
| *Carabus convexus* | We | 9 | 2 | 43 | 2 | 56 |
| *Carabus arcensis* | We | | | 1 | | 1 |
| *Calathus rotundicollis* | We/s | | | | 68 | 68 |
| *Badister lacertosus* | Ss, We/s | | | | 11 | 11 |
| *Amara brunnea* | We/s | | | | 16 | 16 |
| *Pterostichus oblongopunctatus* | Ws | | | | 4 | 4 |
| *Leistus rufomarginatus* | Ws | | | | 1 | 1 |
| *Harpalus laevipes* | Ws | | | | 7 | 7 |
| *Carabus hortensis* | Ws | 5 | | | 211 | 216 |
| *Carabus coriaceus* | Ws | 2 | | 1 | 5 | 8 |
| *Abax parallelepipedus* | Ws | | | | 24 | 24 |
| Summe | | 536 | 130 | 833 | 504 | 2003 |

# ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: Faunistisch-Ökologische Mitteilungen

Jahr/Year: 2009-2016

Band/Volume: 9

Autor(en)/Author(s): Reck Heinrich, Nissen Hening

Artikel/Article: Laufkäfer auf der Autobahn - Die Laufkäferfauna (Carabidae) eines Autobahnmittelstreifens und einer benachbarten Grünbrücke 371-384