

Die Laufkäferfauna (Coleoptera, Carabidae) der intensiv genutzten Rheinischen Börde – Ein Mosaik aus häufigen und seltenen Arten in Wildpflanzenblühstreifen

TINA KOSCHATZKY, ANDRÉE HAMM & HEIKO SCHMIED

Kurzfassung: Es wird eine Liste von aktuell nachgewiesenen Carabiden aus der landwirtschaftlich intensiv genutzten Rheinischen Börde vorgestellt. Die Untersuchungen fanden auf Wildpflanzenblühstreifen statt, die im Rahmen des Projekts *Summendes Rheinland* von Landwirtinnen und Landwirten angelegt wurden. Die Artenzusammensetzung wird im Hinblick auf den Lebensraumtyp, die Individuenzahl, den Gefährdungstatus sowie aktueller Nachweise im Rheinland diskutiert.

Abstract: A list of currently ascertained carabids from the intensively cultivated Rhenish Börde is presented. The investigations were carried out on wildflower strips created by farmers in the context of the project *Summendes Rheinland*. Species composition will be discussed in terms of habitat type, number of individuals, endangering and current evidence in the Rhineland.

Einleitung & Methoden

Bereits 1995 wies KUBACH darauf hin, dass die Intensivierung der Landwirtschaft zu einem erkennbaren Rückgang der Arten- und Individuenzahl bei Laufkäfern führt. Diese können jedoch aufgrund ihrer meist räuberischen Lebensweise als natürliche Gegenspieler in der Schädlingsbekämpfung, sowohl aus ökologischer als auch ökonomischer Sicht, in Agrarökosystemen von Bedeutung sein (TRAUTNER 2017). Blühstreifen können dazu beitragen, Bodenarthropoden zu fördern (HAALAND et al. 2011, BURMEISTER & WAGNER 2014). In der von TINA KOSCHATZKY durchgeführten Masterarbeit an der Universität Bonn wurde die Laufkäferdiversität in unterschiedlichen Wildpflanzenblühstreifen in der Rheinischen Börde erfasst. Hier sollen nun die nachgewiesenen Arten aufgeführt und das Vorkommen häufiger und seltener Taxa diskutiert werden.

Die Blühstreifen (Abb. 1.) wurden in enger Zusammenarbeit mit Landwirtinnen und Landwirten im Rahmen des Projekts *Summendes Rheinland* der Stiftung Rheinische Kulturlandschaft entwickelt. Dieses wird im Bundesprogramm Biologische Vielfalt durchgeführt und vom Bundesamt für Naturschutz mit Mitteln des Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz und nukleare Sicherheit sowie der Landwirtschaftlichen Rentenbank gefördert. Es hat zum Ziel, durch die kooperative Zusammenarbeit von Naturschutz und Landwirtschaft, die Biodiversität bestäubender Insekten in der intensiv genutzten Agrarlandschaft zu fördern (Regio-Saatgutmischung „Feldraine auf Löss“ der Stiftung Rheinische Kulturlandschaft). Erste Ergebnisse in Bezug auf Wildbienen und Tagfalter zeigen einen deutlichen Anstieg der Arten- sowie der Individuenzahl (SCHMIED et al. 2018) in den Maßnahmenflächen.



Abb. 1: Blühstreifen aus regionalem Wildpflanzensaatgut in Jülich-Güsten. Quelle: Stiftung Rheinische Kulturlandschaft.

Um die Diversität der Laufkäfer zu erfassen wurden im Jahr 2017 in der Zülpicher sowie der Jülicher Börde (Abb. 2) auf neun Blühstreifen insgesamt 27 Bodenfallen aufgestellt. An jedem Blühstreifen wurde in sieben Fangintervallen von jeweils einer Woche Dauer zwischen dem 9.V. und dem 16.VIII. Laufkäferarten erfasst.



Abb. 2: Lage der Untersuchungsflächen in der Niederrheinischen Bucht bei Erftstadt-Köttingen (WGS84 Breite 50.820000°, Länge 6.800000°) und Jülich-Güsten (50.969444° 6.421667°). Kartengrundlage: Bezirksregierung Köln 2018.

Ergebnisse & Diskussion

Es konnten 44 Arten mit insgesamt 3470 Individuen nachgewiesen werden (Tab. 1). Von den 26 häufigsten Laufkäferarten der europäischen Ackergebiete (nach THIELE 1977) wurden 15 Arten im Rahmen dieser Untersuchung nachgewiesen. Die Laufkäferfauna der Äcker ist großgeographisch ähnlich (THIELE 1977) und beinhaltet europaweit eine charakteristische „Basisausstattung“ weit verbreiteter und stetig vorkommender Arten (TRAUTNER 2017). Zu den häufigsten Arten der europäischen Äcker zählen unter anderem *Pterostichus melanarius*, *Harpalus rufipes*, *Bembidion lampros*, *Bembidion properans*, *Poecilus cupreus*, *Anchomenus dorsalis*, *Agonum mülleri*, *Harpalus affinis* und *Trechus quadristriatus* (nach THIELE 1977, WACHMANN et al. 1995), die alle auf den Untersuchungsflächen mit überwiegend hoher Aktivitätsdichte erfasst werden konnten.

KAISER & SCHULTE (1998) haben eine Liste der auf den Äckern in Nordrhein-Westfalen (NRW) häufigen und weit verbreiteten Laufkäferarten zusammengestellt. Von diesen insgesamt 56 Laufkäferarten konnten 34

Arten im Rahmen dieser Masterarbeit nachgewiesen werden. Im Jahr 2004 wurde im Rahmen des DBV-Bördeprojekts im Bereich Köln-Widdersdorf in der Niederrheinischen Bucht auf sechs Untersuchungsflächen (Feldraine, einjährige und zweijährige Blühstreifen) die Laufkäferfauna untersucht (ALBRECHT et al. 2005). Hier wurden insgesamt 39 Arten in den Feldrainen und Blühstreifen nachgewiesen, von denen 25 Arten auch im Rahmen der vorliegenden Untersuchung erfasst wurden. ALBRECHT et al. (2005) verweisen darüber hinaus auf weitere Untersuchungen, die eine ähnliche Ausprägung der Laufkäfergesellschaft auf Flächen der Köln-Aachener Bucht ergaben. 24 Arten der 39 von ALBRECHT et al. (2005) in Blühstreifen in der Niederrheinischen Bucht bei Köln erfassten Laufkäfer stimmen mit der Liste von KAISER & SCHULTE (1998) überein. Die im Rahmen der vorliegenden Arbeit untersuchten Blühstreifen weisen für ganz Europa typische und verbreitete Laufkäferarten der Kulturlandschaft auf.

Tab. 1: Gesamtartenliste der Untersuchungsflächen mit Angaben über den jeweiligen Status in den Roten Liste Deutschland (RL D 2016) und NRW (RL NRW 2011) sowie der Anzahl der insgesamt nachgewiesenen Individuen (* = ungefährdet; V = Vorwarnliste; 3 = gefährdet; 2 = stark gefährdet).

Laufkäferart	RL D	RL NW	Erftstadt	Jülich
<i>Acupalpus meridianus</i> (LINNAEUS, 1761)	*	*	1	0
<i>Agonum mülleri</i> (HERBST, 1784)	*	*	4	19
<i>Agonum sexpunctatum</i> (LINNAEUS, 1758)	*	*	1	0
<i>Amara aenea</i> (DEGEER, 1774)	*	*	23	122
<i>Amara aulica</i> (PANZER, 1796)	*	*	0	6
<i>Amara bifrons</i> (GYLLENHAL, 1810)	*	*	1	1
<i>Amara eurynota</i> (PANZER, 1796)	*	3	2	61
<i>Amara nitida</i> STURM, 1825	V	3	0	1
<i>Amara plebeja</i> (GYLLENHAL, 1810)	*	*	0	42
<i>Anchomenus dorsalis</i> (PONTOPPIDAN, 1763)	*	*	9	7
<i>Anisodactylus binotatus</i> (FABRICIUS, 1787)	*	*	0	546
<i>Badister bullatus</i> (SCHRANK, 1798)	*	*	0	1
<i>Bembidion lampros</i> (HERBST, 1784)	*	*	1	15
<i>Bembidion obtusum</i> AUDINET-SERVILLE, 1821	*	*	0	1
<i>Bembidion properans</i> (STEPHENS, 1828)	*	*	0	6
<i>Bembidion quadrimaculatum</i> (LINNAEUS, 1761)	*	*	9	10
<i>Bembidion tetracolum</i> SAY, 1823	*	*	0	216

Laufkäferart	RL D	RL NW	Erftstadt	Jülich
<i>Calathus fuscipes</i> (GOEZE, 1777)	*	*	0	2
<i>Calathus melanocephalus</i> (LINNAEUS, 1758)	*	*	0	2
<i>Demetrias atricapillus</i> (LINNAEUS, 1758)	*	*	0	1
<i>Diachromus germanus</i> (LINNAEUS, 1758)	*	V	20	4
<i>Harpalus affinis</i> (SCHRANK, 1781)	*	*	20	26
<i>Harpalus frölichii</i> STURM, 1818	*	2	0	11
<i>Harpalus latus</i> STEPHENS, 1828	*	*	0	1
<i>Harpalus rubripes</i> (DUFTSCHMID, 1812)	*	*	0	1
<i>Harpalus rufipes</i> (DE GEER, 1774)	*	*	177	77
<i>Harpalus signaticornis</i> (DUFTSCHMID, 1812)	*	2	0	1
<i>Loricera pilicornis</i> (FABRICIUS, 1775)	*	*	0	3
<i>Nebria brevicollis</i> (FABRICIUS, 1792)	*	*	7	10
<i>Nebria salina</i> FAIRMAIRE ET LABOULBENE, 1854	*	*	0	27
<i>Notiophilus germinyi</i> (FAUVEL, 1863)	*	3	0	2
<i>Notiophilus substriatus</i> WATERHOUSE, 1833	*	*	0	1
<i>Ophonus rufibarbis</i> (FABRICIUS, 1792)	*	*	0	2
<i>Poecilus cupreus</i> (LINNAEUS, 1758)	*	*	3	31
<i>Poecilus versicolor</i> (STURM, 1824)	*	*	0	13
<i>Pterostichus madidus</i> (FABRICIUS, 1775)	*	*	3	0
<i>Pterostichus melanarius</i> (ILLIGER, 1798)	*	*	30	1788
<i>Pterostichus nigrita</i> (PAYKULL, 1790)	*	*	0	4
<i>Pterostichus strenuus</i> (PANZER, 1796)	*	*	0	3
<i>Pterostichus vernalis</i> (PANZER, 1796)	*	*	0	5
<i>Stenolophus teutonius</i> (SCHRANK, 1781)	*	*	0	3
<i>Stomis pumicatus</i> (PANZER, 1796)	*	*	0	1
<i>Trechus quadristriatus</i> (SCHRANK, 1781)	*	*	5	89
<i>Zabrus tenebroides</i> (GOEZE, 1777)	*	V	0	2

Erwähnenswert ist die mit insgesamt 1818 Individuen dominant auftretende Art *Pterostichus melanarius* (Abb. 3a). Dies entspricht einem Anteil von 52 Prozent der erfassten Carabiden, so dass *Pterostichus melanarius* die im Rahmen der Untersuchung am häufigsten erfasste Art darstellt. Untersuchungen von Blühstreifen im Bereich Köln-Widdersdorf ergaben ähnlich hohe Individuenzahlen dieser Art (ALBRECHT al. 2005). Die Autoren führen dabei den lückenreichen Vegetationsbestand einjähriger Blühstreifen als

Grund an. Durch eine geringere Bodenbedeckung ist der Raumwiderstand für Laufkäfer niedriger und somit das Einwandern für typische Feldarten erleichtert (ALBRECHT et al. 2005). *Pterostichus melanarius* gilt vielerorts aufgrund seiner hohen ökologischen Plastizität als Leittier faunistisch verminderter Ackerfluren (RASKIN 1993). Nach NAUMANN (2005) deutet zudem ein hoher Anteil der Art auf eine hohe Nutzungsintensität des Standortes hin. Daneben wird vermutet, dass *Pterostichus melanarius* sich in Bereichen mit einer hohen Dichte an Beutetieren, wie zum Beispiel Schnecken, in ihrem Vorkommen häufen (BOHAN et al. 2000).

Neben den euryöken Arten und Arten der Äcker weisen die untersuchten Blühstreifen Arten des Grünlandes beziehungsweise der Wiesen sowie kurzlebiger Ruderalfluren und Pioniergesellschaften auf (vgl. GAC 2009). Diese sind nach der Roten Liste Deutschlands (SCHMIDT et al. 2015) und der Roten Liste Nordrhein-Westfalens (LANUV 2011) in ihrem Bestand zum Großteil nicht gefährdet. Die folgenden sieben Arten sind für NRW besonders hervorzuheben, wobei *Amara nitida* sogar in Deutschland auf der Vorwarnliste (V) und in NRW als gefährdet (3) gelistet ist. Letzteres trifft ebenfalls auf die Arten *Amara eurynota* sowie *Notiophilus germinyi* zu. *Harpalus froelichii* (Abb. 3b) und *H. signaticornis* sind in NRW als stark gefährdet (2) eingestuft. *Diachromus germanus* (Abb. 3c) und *Zabrus tenebroides* (Abb. 3d) werden hingegen dort auf der Vorwarnliste geführt. Während *Amara nitida*, *Harpalus signatorius*, *Notiophilus germinyi* und *Zabrus tenebroides* jeweils nur mit ein bis zwei Individuen in der gesamten Untersuchung nachgewiesen werden konnten, stellen *Harpalus froelichii* mit elf und *Diachromus germanus* mit 24 Exemplaren jeweils Platz 19 bzw. 12 in Bezug auf die Häufigkeit in dieser dar. Mit 63 Individuen ist die gefährdete Art *Amara eurynota* sogar die siebt häufigste Laufkäferart in den Blühstreifen.

Von fünf dieser Arten (*Notiophilus germinyi*, *Amara eurynota* und *nitida*, *Harpalus froelichii* und *signaticornis*) liegen für den Nordrhein bzw. für das gesamte Rheinland bisher nur sehr wenige, teilweise erst jüngere Einzelnachweise vor (vgl. BLEICH et al. 2018, <http://www.colkat.de>, Stand: 26.06.2018). Dies könnte beispielsweise im Fall des Auftretens der thermophilen Arten *Harpalus froelichii* und *signaticornis* ein Hinweis darauf sein, dass diese Arten als „Klimagewinner“ anzusehen sind (TH. WAGNER, brieflich). Projektbegleitende Untersuchungen in den Wildpflanzenblühstreifen zeigten bei anderen Insektengruppen ein ähnliches Bild. Hierbei wurde unter anderem der zweite Nachweis der wärmeliebenden Schwarzbienen (*Andrena agilissima*) für NRW erbracht (DIESTELHORST

et al. 2018) sowie mehrfach der Kurzschwänzige Bläuling (*Cupido argiades*) nachgewiesen (SCHMIED et al. 2018). Dieser wird in der aktuellen Roten Liste NRW (Stand Juli 2010) noch als ausgestorben bzw. verschollen aufgeführt (SCHUMACHER et al. 2011) und breitete sich in den letzten Jahren stark nach Norden aus (DAHL & RADTKE 2012).

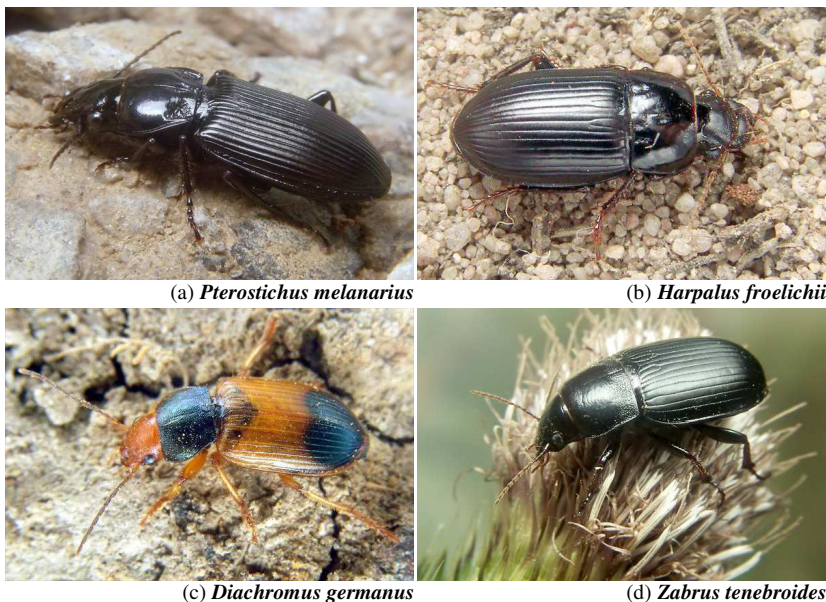


Abb. 3: Laufkäferarten in den untersuchten Blühstreifen (Fotos: FRANK KÖHLER).

Eine Einschätzung der Höhe der im Rahmen der Arbeit erfassten Gesamtartenzahl im Vergleich zu anderen Untersuchungen ist schwierig, da das Versuchsdesign und der Umfang stark voneinander abweichen. Es wird im Folgenden trotzdem der Versuch unternommen, das Ergebnis dieser Arbeit im Vergleich zu anderen Untersuchungen auf Agrarflächen in NRW einzuordnen. ALBRECHT et al. (2005) konnten in der Köln-Bonner-Rheinebene auf sechs Untersuchungsflächen (Feldraine und Blühstreifen) 39 Laufkäferarten nachweisen. RASKIN (1993) erfasste wiederum in der Zülpicher Börde auf 12 Untersuchungsflächen (Ackerschonstreifen, Feldraine, Ackerflächen) mit 72 Bodenfallen 59 Laufkäferarten. KAISER & SCHULTE (1998) vergli-

chen sechs Untersuchungen von Laufkäfern auf Äckern in NRW, in deren Rahmen zwischen 29 und 60 Laufkäferarten erfasst wurden (KAISER & SCHULTE 1998). Die höchste Artenzahl von 60 Laufkäferarten wurde auf Äckern in der Nähe von Düren (Jülicher Börde) nachgewiesen. KAISER & SCHULTE (1998) führen diese mit Abstand höchste Artenzahl auf den hohen Umfang der Untersuchung von 32 Äckern über drei Jahre zurück. Im Vergleich kann das Ergebnis der vorliegenden Untersuchung von 44 Laufkäferarten mit Hinblick auf den Untersuchungsumfang im oberen Mittel eingeordnet werden.

Zusammenfassend bleibt festzuhalten, dass selbst in der intensiv genutzten Rheinischen Börde in Wildpflanzenblühstreifen eine Vielzahl unterschiedlicher Carabiden nachgewiesen werden konnten. Neben typischen Ackerarten, welche teilweise für eine verarmte Fauna stehen, wiesen die Untersuchungsflächen auch Arten des Grünlandes oder Pionierstandorte auf. Interessanterweise wurden neben vielen ungefährdeten auch sieben auf der Roten Liste NRW aufgeführte Arten gefunden, wobei einige vergleichsweise hohe Individuenzahlen aufwiesen bzw. erst mit wenigen Nachweisen im Rheinland gelistet sind. Neben der naturschutzfachlichen Aufwertung der Flächen könnte dieses Ergebnis mit einer allgemeinen Faunenverschiebung hin zu wärmeliebenderen Arten zusammenhängen. Dass in den Blühstreifen diese Artzusammensetzung gefunden wurde, könnte eine interessante Erkenntnis für den Naturschutz und die Landwirtschaft in Zeiten des Klimawandels darstellen.

Danksagung

Die Autoren möchten sich herzlich bei GENEVIEVE MAAßEN für ihre Hilfe bei der Konzeption der Masterarbeit sowie der Interpretation der Ergebnisse bedanken. Wir möchten darüber hinaus dem Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, und nukleare Sicherheit (BMU) sowie der Landwirtschaftlichen Rentenbank für die Förderung des Projekts *Summendes Rheinland* danken. Ebenfalls möchten wir uns bei LISA GERHARD und ALINE FOSCHEPOTH für die kritische Durchsicht des Manuskripts bedanken.

Literatur

ALBRECHT, C., ESSER, T. & WEGLAU, J. (2005): Erfassung und Bewertung der Laufkäfer- und Websspinnenfauna im Rahmen der Untersuchungen zum DBV-Bördeprojekt auf Flächen im Bereich Köln-Widdersdorf. Köln (unveröffentlicht).

- BLEICH, O., GÜRLICH, S. & KÖHLER, F. (2018): Verzeichnis und Verbreitungsatlas der Käfer Deutschlands. URL: <http://www.coleokat.de/de/fhl/> (letzter Abruf: 26.06.2018).
- BOHAN, A.C., GLEN, D.M.; SYMONDSON, W.O., WILTSHIRE, C.W. & HUGHES, L. (2000): Spatial dynamics of predation by carabid beetles on Slugs. – *Journal of Animal Ecology* **69**: 367–379.
- BURMEISTER, J. & WAGNER, C. (2014): Der Einfluss von Blühflächen auf epigäisch lebende Arthropoden. In: WAGNER, C., BACHL-STAUDINGER, M., BAUCHHOLZER, S., BURMEISTER, J. & P. WIELAND (Hrsg.): Faunistische Evaluierung von Blühflächen. – Schriftenreihe der Bayerischen Landesanstalt für Landwirtschaft **1**: 65–87.
- DAHL, A. & RADTKE, A. (2012) Neue Nachweise von *Cupido argiades* (PALLAS, 1771) in Nordrhein-Westfalen (Lep., Lycaenidae). – *Melanargia* (Düsseldorf) **24**: 119–123.
- DIESTELHORST, O., MAAßEN, G. & SCHMIED, H. (2018): Erstnachweis der Zweizelligen Sandbiene *Andrena lagopus* LATREILLE, 1809 und Zweitnachweis der Schwarzblauen Sandbiene *Andrena agillissima* (SCOPOLI, 1770) für Nordrhein-Westfalen. – *Decheniana* (Bonn) **171**: 92–97.
- GESELLSCHAFT FÜR ANGEWANDTE CARABIDOLOGIE e.V. (GAC) (2009): Lebensraumpräferenzen der Laufkäfer Deutschlands – Wissensbasierter Katalog. Angewandte Carabidologie. Supplement V.
- HAALAND, C., NAISBIT, R.E. & BERSIER, L.-F. (2011): Sown wildflower strips for insect conservation: a review: Wildflower strips for insect conservation. – *Insect Conservation and Diversity* **4**: 60–80.
- KAISER, M. & SCHULTE, G. (1998): Vergleich der Laufkäferfauna (Coleoptera, Carabidae) alternativ und konventionell bewirtschafteter Äcker in Nordrhein-Westfalen. In: EBERMANN, H. (Hrsg.): *Arthropod Biology: Contributions to Morphology, Ecology and Systematics*. Biosystematic and Ecology Series **14**: 365–384.
- KUBACH, G. (1995): Verbreitung und Ökologie von Laufkäfern (Coleoptera, Carabidae) auf neu angelegten Saumstrukturen in der süddeutschen Agrarlandschaft (Kraichgau). – Hohenheim: Institut für Phytomedizin der Universität Hohenheim, Fachgebiet Entomologie. Dissertation. Cuvillier Verlag, Göttingen. 240 S.
- LANDESAMT FÜR UMWELT UND VERBRAUCHERSCHUTZ NORDRHEIN-WESTFALEN (LANUV) (2011): Rote Liste und Artenverzeichnis der Laufkäfer - Carabidae - in Nordrhein-Westfalen. URL: https://www.lanuv.nrw.de/natur/artenschutz/rote_liste/ (letzter Abruf: 05.12.2017).
- NAUMANN, B. (2005): Laufkäfergemeinschaften typischer Lebensräume in Mittelfranken/Bayern (Coleoptera: Carabidae). – *Beiträge zur bayerischen Entomofaunistik* **7**: 45–75.
- RASKIN, R. (1993): Der Einfluß des Ackerrandstreifenprogramms auf die Entwicklung der Syrphiden- und Carabiden-Fauna auf Agrarflächen. – *Mitteilungen der deutschen Gesellschaft für allgemeine und angewandte Entomologie* **8**: 391–396.
- SCHMIDT, J., TRAUTNER, J. & MÜLLER-MOTZFELD, G. (2015): Rote Liste und Ge-

- samtartenliste der Laufkäfer (Coleoptera: Carabidae) Deutschlands. In: BUNDESAMT FÜR NATURSCHUTZ (2016): Rote Liste gefährdeter Tiere, Pflanzen und Pilze Deutschlands. – Naturschutz und Biologische Vielfalt **70**: 139–204.
- SCHMIED, H., DIESTELHORST, O. & MAABEN, G. (2018): Das Naturschutzprojekt “Summendes Rheinland” – Ein neuer Ansatz zur Förderung bestäubender Insekten in einer intensiven Agrarlandschaft. – Entomologie heute **30**: 145–151.
- SCHUMACHER, H., VORBRÜGGEN, W., RETZLAFF, H. & SELIGER, R. (2011): Rote Liste und Artenverzeichnis der Schmetterlinge (Lepidoptera) in Nordrhein-Westfalen, Stand 2010, in LANUV (Hrsg.): Rote Liste der gefährdeten Pflanzen, Pilze und Tiere in Nordrhein-Westfalen, 4. Fassung, 2011 – LANUV-Fachbericht **36**, Band 2: 239–232.
- THIELE, H.-U. (1977): Carabid Beetles in Their Environments. A Study on Habitat Selection by Adaptions in Physiology and Behaviour. Springer-Verlag, Berlin – Heidelberg – New York. 369 S.
- TRAUTNER, J. (Hrsg.) (2017): Laufkäfer Baden-Württembergs. 2 Bände. Ulmer-Verlag Stuttgart. 848 S.
- WACHMANN, E., PLATEN, R. & BARNDT, D. (1995): Laufkäfer. Beobachtung – Lebensweise. Naturbuch Verlag, Augsburg. 294 S.

TINA KOSCHATZKY, Landschaftspflegeverband Neumarkt e. V.,
Nürnberger Str. 1, 92318 Neumarkt i.d.OPf.
E-Mail: <koschatzky.tina@landkreis-neumarkt.de>

ANDRÉE HAMM, Institut für Nutzpflanzenwissenschaft und
Ressourcenschutz, Lehrstuhl für Agrarökologie und Organischer Landbau,
Auf dem Hügel 6, 53121 Bonn, E-Mail: <a.hamm@uni-bonn.de>

HEIKO SCHMIED, Stiftung Rheinische Kulturlandschaft, Rochusstraße 18,
53123 Bonn, E-Mail: <h.schmied@rheinische-kulturlandschaft.de>
[korrespondierender Autor]