©Gesellschaft für Angewandte Carabidologie e.V. download www.laufkaefer.de

Der Einfluss von Nutzung und Klima auf Carabidenzönosen in der Agrarlandschaft der Jülicher Börde und der Nordeifel

Johanna OELLERS, Marit ERNST, Richard OTTERMANNS, Martina ROß-NICKOLL

Abstract: The influence of usage and climate on carabid biocoenoses in the agricultural landscape of the Jülicher Börde and the Nordeifel. - The biocoenosis of ground beetles (Coleoptera, Carabidae) is influenced by various biotic (e.g. inter- and intraspecific competitive) and abiotic (e.g. soil type, temperature) factors. In agricultural landscapes, different farming practices such as pasture or arable farming produce a mosaic of several anthropogenically affected habitats. Different climatic conditions related to distinct altitudes may have an impact on ground beetle communities on a regional scale. In this study, ground beetle communities at two different altitudes (Northern Eifel and Jülicher Börde) and in three different types of habitat (hedges, arable land, meadows) were investigated. The data was evaluated using two different approaches (1) a qualitative-ecological evaluation relating to the habitat requirements and autecology of species and (2) multivariate statistics including environmental parameters. Statistical differences in the community patterns were found at the different study sites although these species were, as expected, eurytopic and characteristic of agricultural landscapes. Notably, the Northern Eifel sites with colder and wetter climatic conditions were populated by a larger number of hygrophilous species and individuals than the Jülicher Börde sites.

1 Einleitung

Seit Beginn der Industrialisierung im 18. Jh. und der Intensivierung der Landwirtschaft seit den 50er Jahren des letzten Jahrhunderts verändern anthropogene Einflüsse die Umwelt in besonderem Maße.

Die Agrarlandschaften Europas bestehen aus einem Mosaik intensiv bewirtschafteter Anbauflächen und semi-natürlicher Landschaftsstrukturen, wie z.B. Hecken, Feldraine oder Aufforstungen (Bennett et al. 2006). Dabei bieten besonders die nur partiell anthropogen überformten Strukturen Lebensraum für viele Organismen (Meek et al. 2002). Die in den 1950er Jahren einsetzende Intensivierung der Landwirtschaft geht u.a. mit einem Rückgang der natürlichen und semi-natürlichen Habitate, dem Anbau von Monokulturen, dem Einsatz von Pestiziden sowie der Fragmentierung und Isolation von Landschaftselementen einher (Rainio & Niemelä 2003). Dies bewirkt nachweislich eine Verringerung der Biodiversität in Agrarlandschaften (Diekotter et al. 2008; Geiger et al. 2010).

Aufgrund der anthropogen bedingten Freisetzung klimarelevanter Gase durch u.a. die Nutzung fossiler Brennstoffe ist von einer Erwärmung des globalen Klimas, einhergehend mit Veränderungen regionaler Niederschlagsmuster, auszugehen (Spekat et al. 2006). Entsprechend des Vierten Sachstandsberichts des Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC 2007) ist bis zur Dekade 2090/2099 mit einem Anstieg der globalen Durchschnittstemperatur um 1,8–4,0 °C (Referenzzeitraum: 1980-1999) zu rechnen. Dies führt zu einer Veränderung der Verteilungsmuster terrestrischer Organismen in Richtung kühlerer Regionen (Pole, höhere Gebirgslagen, Walther et al. 2002).

In der vorgestellten Arbeit wurden die anthropogen überformten Landschaftselemente Acker, Grünland und Hecke zweier intensiv agrarisch bewirtschafteter Regionen Nordrhein-Westfalens anhand ihrer Carabidengemeinschaften charakterisiert, verglichen und zu standörtlichen Faktoren (u.a. Klima, Boden) in Beziehung gesetzt. Dabei wurde der Fragestellung nachgegangen, ob innerhalb der Laufkäferzönosen Muster zu erkennen sein würden, die sich auf die unterschiedliche Nutzung der beprobten Flächen sowie auf die verschiedenen klimatischen Bedingungen in den Untersuchungsgebieten zurückführen ließen und inwieweit sich der prognostizierte Klimawandel auf diese Carabidengemeinschaften auswirken könnte.

Angewandte Carabidologie 10 (2014): 73–85
ISSN: 2190-7862 (Internet)

©Gesellschaft für Angewandte Carabidologie e.V. download www.laufkaefer.de

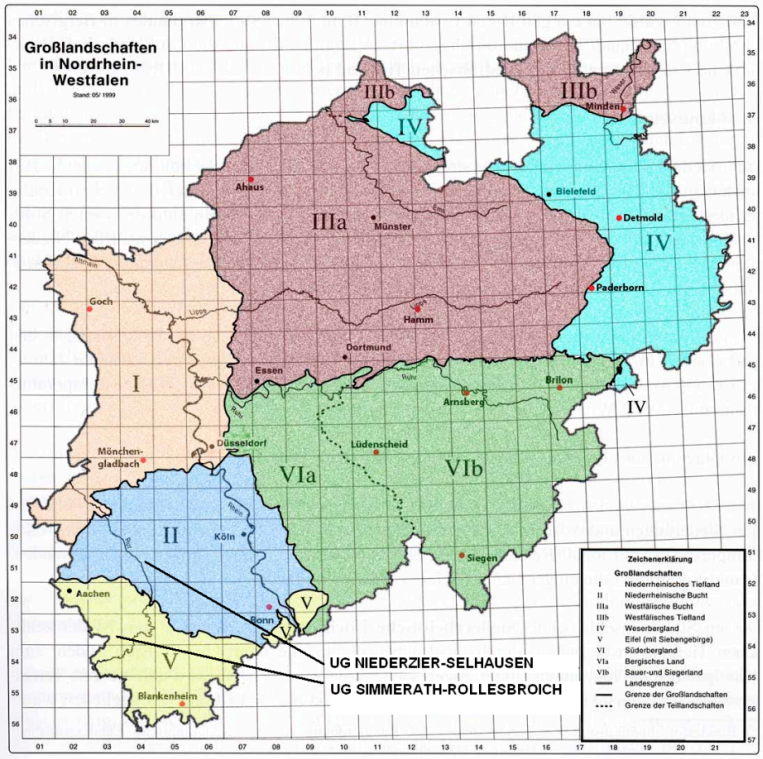

Abb. 1: Lage der Untersuchungsgebiete Niederzier-Selhausen und Simmerath-Rollesbroich in Nordrhein-Westfalen; Großlandschaften nach DINTER (1999); (http://www.natur-in-nrw.de/IMG/nrw-grosslandschaften.jpg, 23.09.13).

2 Untersuchungsgebiete

2.1 Geographische Lage

Die beiden im äußersten Südwesten Nordrhein-Westfalens gelegenen Untersuchungsgebiete gehören trotz räumlicher Nähe zueinander zwei verschiedenen Großlandschaften an (Abb. 1, siehe auch DINTER 1999). Während das erste Studiengebiet in der Niederrheinischen Bucht (Jülicher Börde) bei Niederzier-Selhausen (Landkreis Düren, Messtischblatt 5104.2 Düren) lokalisiert ist, liegt das zweite in der Nordeifel bei Simmerath-Rollesbroich (Landkreis Aachen, Messtischblatt 5303.4 Roetgen). Die beiden Untersuchungsgebiete sind etwa 30 km voneinander entfernt.

2.2 Klimatische Bedingungen

Die beiden untersuchten Regionen unterscheiden sich durch ihre Höhenlage hinsichtlich ihrer klimatischen Bedingungen. So ist es im UG Niederzier-Selhausen (ca. 100 m ü. NN, langjähriges Mittel der Temperatur: 9,6 °C, jährliche Niederschlagssummen: etwa 680 mm/Jahr) um etwa 2 °C wärmer, während die Niederschlagssummen weit unter denen des UG Simmerath-Rollesbroich (ca. 500 m ü. NN, langjähriges Mittel der Temperatur: 7,7 °C, jährliche Niederschlagssummen: etwa 1060 mm/Jahr) liegen (Deutscher Wetterdienst, langjährige Mittel 1961-1990).

Die Wetterstationen des DWD in den Untersuchungsgebieten existierten im Untersuchungsjahr 2010 nicht mehr, so dass die Temperatur- und Niederschlagsdaten für das Jahr 2010 dem privat betriebenen Eifelwetter-Messnetz (EIFELWETTER, 15.04.2011) entnommen wurden. Die Daten wurden dankenswerterweise von den Betreibern der Wetterstationen in Düren (WETTERSTATION DÜREN, 15.04.2011) sowie in Lammersdorf (WETTERSTATION LAMMERSDORF, 15.04.2011) zur Verfügung gestellt. Beim Vergleich der Daten aus dem Jahr 2010 zeigte sich, dass der Jahresmittelwert in Düren (Jülicher Börde, UG

Tab. 1: Monats- und Jahresmittelwerte der Lufttemperatur sowie Monats- und Jahressummen der Niederschläge für 2010 (Datenerhebung: Wetterservice Düren und Wetterstation Lammersdorf).

2010	Jan	Feb	Mär	Apr	Mai	Jun	Jul	Aug	Sep	Okt	Nov	Dez	Jahr
	Monatsmittel der Lufttemperatur (°C)												2010
Düren	-1,08	1,68	10,30	9,85	11,27	18,13	21,96	17,67	13,48	9,49	5,74	-1,82	9,72
Lammersdorf	-3,30	-0,80	3,00	8,20	8,90	16,60	20,00	15,20	11,60	7,90	3,20	-3,50	7,25
	Monatssummen der Niederschläge (mm)												2010
Düren	33,50	66,10	33,80	9,30	95,70	14,80	41,60	142,00	56,00	44,80	85,60	112,00	735,20
Lammersdorf	14,40	36,10	55,50	13,30	84,20	17,60	81,70	168,20	68,40	52,60	84,40	20,30	696,70

©Gesellschaft für Angewandte Carabidologie e.V. download www.laufkaefer.de

Tab. 2: Bewirtschaftung sowie Dünge- und Pflanzenschutzmitteleinsatz auf den Untersuchungsflächen in den UG Niederzier-Selhausen und Simmerath- Rollesboich. **NPK**: Stickstoff, Phosphor, Kalium.

Ort	Flächentyp	Bewirtschaftung	Düngemittel	Pflanzenschutzmittel
UG Niederzier-Selhausen	Acker	Fruchtfolge: Zuckerrüben, Weizen, Weizen/Gerste Ernte und Pflügen im Herbst; Aussaat im April	Stickstoff	Herbizid 3x im Jahr Fungizid 1x im Jahr
	Grünland	Mähwiese seit 2007 Mahd 1-2x im Jahr	NPK; Pferdemist	-
	Hecke	-	-	-
UG Simmerath-Rollesbroich	Acker	Maisanbau seit 2005 Pflügen und Aussaat im April; Ernte im Herbst	NPK; Schweinegülle im Mai Gärsubstrat (Biogasanlage)	Herbizid 1x im Jahr
	Grünland	Mahd 2x im Jahr Rinderbeweidung im Herbst	Rindergülle	-
	Hecke	-	-	-

Niederzier-Selhausen) mit 9,72 °C etwa 2,5 °C über dem in Lammersdorf (Nordeifel, UG Simmerath-Rollesbroich) mit 7,25 °C lag (siehe Tab. 1). Dies deckte sich im Wesentlichen mit den langjährigen Jahresmittelwerten aus den Jahren 1961 bis 1990 (DWD, 08.02.2011).

Im Gegensatz zum langjährigen Mittel zwischen 1961 und 1990 erreichte die Jahressumme der Niederschläge in Düren einen höheren Wert als in Lammersdorf. Bei ausschließlicher Berücksichtigung der Sommermonate, d.h. des Untersuchungszeitraums, wurden jedoch meist in Lammersdorf höhere Werte gemessen (vgl. Tab. 1).

2.3 Nutzung und Vegetation

In beiden Untersuchungsgebieten wurden jeweils eine Hecke, ein Acker und eine Grünlandfläche zur näheren Untersuchung ausgewählt. Diese Flächen unterschieden sich hinsichtlich ihres Bewirtschaftungsregimes (siehe Tab. 2). So wurden nur auf den beiden Äckern Pflanzenschutzmittel ausgebracht, gedüngt wurden sowohl die Acker- als auch die Grünlandflächen.

Die Heckenstrukturen unterlagen keiner Bewirtschaftung. Die Hecke im UG Niederzier-Selhausen grenzte einen Getreideacker (Gerste) gegen einen asphaltierten Feldweg ab, die im UG Simmerath-Rollesbroich begrenzte beidseitig einen Fußweg und war wiederum von Wiesen umgeben.

Die Informationen zur Bewirtschaftung der Flächen sind dankenswerterweise von den zuständigen Landwirten durch mündliche Mitteilungen zur Verfügung gestellt worden.

Im Rahmen von Vegetationsaufnahmen konnten auf diesen verschieden genutzten Flächen die folgenden Pflanzengesellschaften bzw. Kulturpflanzen bestimmt werden:

- **UG Niederzier-Selhausen Acker:** Kulturpflanze *Beta vulgaris* ssp. *vulgaris* var. *altissima*
- **UG Simmerath-Rollesbroich Acker:** Kulturpflanze *Zea mays*
- **UG Niederzier-Selhausen Grünland:** Arrhenatheretum typicum (Typische Glatthaferwiese, Dierschke & Briemle 2008)
- **UG Simmerath-Rollesbroich Grünland:** *Ranunculus repens-Alopecurus pratensis*-Gesellschaft (Kriechhahnenfuß-Wiesenfuchsschwanz-Fettwiese, Dierschke & Briemle 2008)
- **UG Niederzier-Selhausen Hecke:** Eichen-Baumhecke, Schlehen-Holunder-Gebüsch
- **UG Simmerath-Rollesbroich Hecke**: Buchen-Baumhecke

3 Material und Methode

3.1 Datenerhebung

Die Erfassung der Carabiden erfolgte mit Hilfe modifizierter Bodenfallen nach Barber (1931). Die Abundanzen der gefangenen Tiere hängen bei dieser Methode von der Laufaktivität der Carabiden ab, so dass die ermittelten Individuenzahlen als Aktivitätsabundanzen bezeichnet werden müssen (Thiele 1977). Es wurden auf jeder untersuchten Fläche fünf Fallen jeweils inmitten einer Vegetationsaufnahme installiert, so dass sich insgesamt 30 Probenahmestellen ergaben. Die Fallen waren in der Zeit vom 01.06.2010 bis zum 13.07.2010 und vom 31.08.2010 bis zum 19.10.2010 fangbereit. Im Rahmen der Auswertung wurden ausschließlich adulte Carabiden berücksichtigt. Die Determination erfolgte nach Müller-Motzfeld (2004) mit Hilfe eines Binokulars (Nikon SMZ 1500), die Nomenklatur und Systematik richteten sich ebenfalls nach Müller-Motzfeld (2004).

Die Vegetationsaufnahmen zur Charakterisierung der Untersuchungsflächen wurden im Juli und August

©Gesellschaft für Angewandte Carabidologie e.V. download www.laufkaefer.de

2010 nach der Methode von Braun-Blanquet (1964) durchgeführt. Die Determination der Gefäßpflanzen erfolgte nach Rothmaler (2009), die Nomenklatur folgte Oberdorfer (2001).

Des Weiteren wurden die Standortparameter C/N-Verhältnis, pH-Wert, Leitfähigkeit, Bodenart, Hangneigung, Exposition, Höhenlage, Dicke der Streuschicht, aktueller Bodenwassergehalt und Lagerungsdichte bestimmt.

Der pH-Wert (DIN ISO 10390 [2005], in 0,01 M $CaCl_2$-Lösung) und die Leitfähigkeit (DIN ISO 11265 [1997]) wurden jeweils aus einer Mischprobe (Bodenproben der fünf Aufnahmeflächen einer Untersuchungsfläche) ermittelt. Zur Messung des C/N-Verhältnisses wurden feingemörserte Bodenproben (Mischproben, s.o.) für 24 Stunden bei 105 °C getrocknet und mit dem Analysegerät VARIO EL III untersucht. Dabei wurden die Proben bei über 1000 °C verbrannt, wobei als Trägergas Helium diente. Die Messung des C- und N-Gehalts erfolgte dann durch einen Wärmeleitfähigkeitsdetektor. Die Bestimmung der Bodenart erfolgte nach AG Boden (2005) mit der Fingerprobe. Zur Messung der Hangneigung kam ein optischer Höhenmesser (PM-5/1520, Suunto Finland) und zur Ermittlung der Exposition ein Kompass zum Einsatz. Die Höhenlage zeigte das GPS-Gerät „Garmin LEGEND HCx" an. Die Dicke der Streuschicht wurde mit einem handelsüblichen Lineal ermittelt. Zur Berechnung der Lagerungsdichte und des aktuellen Bodenwassergehalts wurden Bodenkerne bei 105 °C im Trockenschrank über Nacht getrocknet. Die Lagerungsdichte ergab sich aus dem Verhältnis des Trockengewichts zum Volumen der Bodenkerne (98,1 cm^3) und der aktuelle Bodenwassergehalt aus der Differenz zwischen dem Frischgewicht und dem Trockengewicht des Bodens.

Die meisten terrestrischen Lebensräume sind in unterschiedlicher Art und Intensität durch den Menschen beeinflusst. Zur Charakterisierung dieser Unterschiede wurden die Lebensräume in verschiedene Hemerobiestufen eingeteilt (Sukopp 1972; Klotz & Kühn 2002). Um den Grad der Landnutzung in die Analysen einfließen zu lassen, wurden im Rahmen der vorliegenden Arbeit den Hemerobiegraden je nach Intensität des menschlichen Einflusses Zahlenwerte zwischen eins und sieben zugeordnet. Die Untersuchungsflächen erhielten dabei die Zahlenwerte 3 (Hecken), 4 (Grünlandflächen) und 6 (Äcker, vgl. Tab. 6).

Um die Standortparameter mit ihren unterschiedlichen Einheiten in multivariate statistische Tests einfließen lassen zu können, wurden die Werte mit der z-Transformation standardisiert. Die Werte der jeweiligen Parameter wurden um den Mittelwert zentriert und durch die Standardabweichung geteilt. Dieses Verfahren ermöglichte eine Vereinheitlichung und Vergleichbarkeit der ermittelten Werte (Leyer & Wesche 2008).

3.2 Auswertung

Die Charakterisierung und der Vergleich der untersuchten Flächen erfolgten sowohl durch eine qualitativ-ökologische als auch durch eine statistische Auswertung der Carabidendaten:

Tiere weisen spezifische ökologische Ansprüche an ihren Lebensraum auf, wodurch sich typische Zönosen für verschiedene Lebensräume definieren lassen (Ross-Nickoll 2000). Um diese habitatspezifischen Lebensgemeinschaften festlegen zu können, wurden die Carabiden, ihrer Stetigkeit und ihrer Aktivitätsabundanz entsprechend, in ökologische Gruppen eingeordnet, die demzufolge aus Arten mit ähnlichem Verteilungsmuster und vergleichbaren ökologischen Ansprüchen bestanden. Die Einordnung in ökologische Gruppen erfolgte in einem ersten Schritt durch eine Vorsortierung der Rohdaten-Kreuztabelle mit dem Programm TWINSPAN (Two Way Indicator Species Analysis, Hill 1979). Hierbei wurden die Aufnahmen in den ursprünglichen Kreuztabellen anhand ihrer Artzusammensetzung und der Individuenzahlen der Arten neu sortiert, so dass sich Gruppen von Aufnahmen mit ähnlichem Artenspektrum bildeten. Dabei wurden die Aktivitätsabundanzen der Arten in Klassen bzw. „pseudospecies" (siehe Tab. 3) angegeben (Leyer & Wesche 2008).

Daraufhin folgte eine Nachsortierung unter Berücksichtigung der Tatsache, dass einige Arten aufgrund ihres Vorkommens als Begleiter ohne Nutzen für die Standortklassifikation einzustufen waren.

Zur Charakterisierung der ökologischen Gruppen wurden die autökologischen Parameter den Arbeiten von Lindroth (1945, 1986), Thiele (1977), Desender (1986, 1989), Hurka (1996), Ross-Nickoll (2000), Turin (2000), Lennartz (2003), Irmler & Gürlich (2004), Müller-Motzfeld (2004) und Ross-Nickoll et al. (2004) entnommen. Anschließend wurden die Carabiden entsprechend ihrer Feuchtepräferenzen klassifiziert, so dass die Anzahl Feuchte und Trockenheit liebender Arten in den beiden Untersuchungsgebieten ermittelt werden konnte. Aus der Verrechnung der Abundanzen

©Gesellschaft für Angewandte Carabidologie e.V. download www.laufkaefer.de

ergaben sich die Anteile hygro-, meso- und xerophiler Individuen an der Gesamtindividuenzahl der Untersuchungsgebiete.

Die Diversität von Lebensgemeinschaften ist ein Maß für die Artenvielfalt. Bei der Berechnung wird die Zahl der erfassten Arten, der Individuen sowie die Verteilung der Individuen auf diese Arten berücksichtigt. In der vorliegenden Arbeit kam der Brillouin-Index (Magurran 2004) zur Verwendung, da bei der Erfassung der Fauna mit Hilfe von selektiven Methoden, wie z.B. Bodenfallen (Ermittlung von Aktivitätsabundanzen und nicht von absoluten Individuenzahlen), nicht von zufallsverteilten Proben ausgegangen werden kann (Mühlenberg 1993; Magurran 2004).

Die Evenness (Pielou 1966) beschreibt die Gleichmäßigkeit der Verteilung der Individuen auf die erfassten Arten. Sie errechnet sich aus dem Verhältnis des Diversitätsindex zur maximal möglichen Diversität bei einer bestehenden Artenzahl, d.h. ihr Wert nähert sich der Zahl 1 bei steigender und der Zahl 0 bei abnehmender Gleichverteilung der Arten (Mühlenberg 1993; Kratochwil & Schwabe 2001).

Um die Unterschiede zwischen den Untersuchungsflächen auf Signifikanz hin testen zu können, kam der Kruskal-Wallis-Test auf der Basis der Werte-Rangfolge (Kruskal-Wallis One-Way Analysis of Variance by Ranks) zur Anwendung. In einem ersten Schritt wurden die Werte auf ihre Varianzhomogenität und Normalverteilung hin geprüft (Shapiro-Wilk und Equal-Variance-Test). Da nicht bei allen Analysen eine Varianzhomogenität vorlag, wurde als nächster Schritt der Tukey-Test auf der Basis der Ränge der Werte angewendet. Das Signifikanzniveau lag bei $p < 0{,}05$.

Mit Hilfe der Multiple Response Permutation Procedure (MRPP, Mielke et al. 1976) wurde kalkuliert, ob die Unterschiede der Artenzusammensetzung innerhalb von gewählten Aufnahmegruppen signifikant kleiner waren, als bei einer zufälligen Verteilung zu erwarten wäre ($p<0{,}05$). Neben der Signifikanz wurde auch die Stärke des Effekts (A) angegeben. War A=1, bedeutete dies eine starke Gruppenstruktur und war A=0, lag keine Gruppenstruktur vor. Die Unterschiede zwischen den Artenzusammensetzungen basierten auf dem Bray-Curtis-Distanzmaß (Leyer & Wesche 2008).

Zur Verrechnung der Art- und Aufnahmedaten mit den Umweltparametern wurde die Kanonische Korrespondenzanalyse (CCA) durchgeführt (Ter Braak 1987). Die Ermittlung der Umweltvariablen, die eine signifikante Bedeutung für die Artenzusammensetzungen aufwiesen, erfolgte mit Hilfe der „forward selection". Dabei wurden die Umweltvariablen in die Analyse einbezogen, deren Signifikanz ($p<0{,}05$) mit dem Monte-Carlo-Permutationstest (499 Permutationen) bestätigt wurde.

Tab. 3: Aktivitätsabundanzklassen der Carabiden in der TWINSPAN-Analyse.

Klasse	Individuen
1	1-2
2	3-4
3	5-9
4	10-49
5	50-99
6	100-500

Zur statistischen Analyse der Daten kamen die Software-Programme SigmaPlot 11.0 (Systat Software Inc., San Jose, CA, USA; Berechnung signifikanter Unterschiede zwischen den Biodiversitätsindices und der Evenness), PC ORD 5 (MjM Software Design, Gleneden Beach, OR, USA; TWINSPAN-Analyse und MRPP) sowie CANOCO für Windows 4.5 (Microcomputer Power, Ithaca, NY, USA; kanonische Korrespondenzanalyse) zum Einsatz.

4 Ergebnisse und Diskussion

Insgesamt wurden 5288 Carabiden aus 54 Arten erfasst und ihrem Vorkommen in den Untersuchungsflächen entsprechend sortiert (siehe Tab. 4). Die auf diese Weise herausgearbeiteten ökologischen Gruppen entsprachen weitgehend den in der Fachliteratur angegebenen Habitatpräferenzen der Arten (u.a. Turin 2000). So wurden auf den Anbauflächen typische Acker- und Kulturlandschaftsarten (z.B. *Pterostichus melanarius*), auf den Wiesen charakteristische Grünland- (u.a. *Poecilus versicolor*) und in den Hecken einige Waldarten (z.B. *Abax parallelepipedus, Carabus problematicus, Notiophilus rufipes*), aber auch Arten der angrenzenden Offenlandflächen (z.B. *Anchomenus dorsalis*) nachgewiesen (siehe Tab. 4).

Das Artenspektrum bestand insgesamt aus eurytopen Arten, unterschied sich jedoch in der Verteilung von xerophilen und hygrophilen Spezies und Individuen in den beiden Untersuchungsgebieten. So kamen im niederschlagsreicheren UG Simmerath-Rollesbroich vermehrt hygrophile Arten in meist größerer Individuenzahl vor (z.B. *Bembidion lampros, Nebria brevicollis, Clivina fossor, Dyschirius globosus*

©Gesellschaft für Angewandte Carabidologie e.V. download www.laufkaefer.de

Tab. 4: Verteilung der Carabiden-Artengruppen auf die Untersuchungsflächen in den UG Niederzier-Selhausen und Simmerath-Rollesbroich. Die Vorkommen entsprechen den Abundanzklassen der TWINSPAN-Analyse (HILL 1979, siehe Tab. 3).

Untersuchungsfläche	Hecke Rollesbroich					Hecke Selhausen					Acker Selhausen					Acker Rollesbroich					Grünland Rollesbroich					Grünland Selhausen				
Aufnahmefläche	RHd	RHe	RHa	RHb	RHc	SHa	SHc	SHd	SHb	SHe	SAa	SAb	SAd	SAe	SAc	RAa	RAd	RAc	RAe	RAb	RGd	RGb	RGc	RGe	RGa	SGa	SGb	SGd	SGe	SGc
Artengruppe der Hecke																														
a.) Rollesbroich																														
Abax parallelepipedus	4	2	3	3	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Carabus problematicus	2	2	3	.	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Trichotichnus nitens	.	1	1	.	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Pterostichus cristatus	1	.	.	.	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Leistus rufomarginatus	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
b.) Selhausen																														
Bembidion tetracolum	.	.	.	.	.	4	4	4	4	4	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Nebria salina	.	.	.	.	.	3	4	3	3	3	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Notiophilus rufipes	.	.	.	.	.	1	1	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Asaphidion curtum	.	.	.	.	.	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Pterostichus oblongopunctatus	.	.	.	.	.	.	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Pterostichus niger	.	.	.	.	.	.	.	.	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Asaphidion stierlini	.	.	.	.	.	.	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Artengruppe der Hecke (Selhausen) und der Äcker																														
Trechus quadristriatus	.	.	.	.	.	4	4	4	3	4	4	4	4	4	4	4	4	4	3	3	.	.	.	.	1	.	.	.	1	.
Notiophilus biguttatus	1	.	.	.	.	4	1	3	1	2	.	1	1	1	1	1	1	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Anchomenus dorsalis	.	.	.	.	.	6	6	5	6	6	.	1	3	1	3	1	1	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Stomis pumicatus	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	1	.	.	.	.	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Artengruppe der Agrarflächen																														
Pterostichus melanarius	1	.	1	.	.	4	4	4	4	4	6	6	6	6	6	6	6	6	6	5	4	4	3	4	3	4	3	2	3	4
Bembidion lampros	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	2	2	2	5	4	4	4	4	4	5	4	4	4	3	1	.	.	1
Harpalus rufipes	.	.	.	.	.	.	.	.	1	2	2	.	.	3	4	1	1	1	.	.	.	.	.	.	.	3	1	1	3	.
Schwerpunkt Acker																														
Bembidion obtusum	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	1	1	4	4	4	4	4	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Bembidion quadrimaculatum	.	.	.	.	.	.	.	1	.	.	.	1	.	1	1	3	2	1	.	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Synuchus vivalis	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	.	.	.	.	.	2	2	3	3	2	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Amara plebeja	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	.	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	.	.
Schwerpunkt Offenland (Rollesbroich)																														
Agonum muelleri	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	3	3	4	3	2	2	1	1	3	1	.	.	.	.	.
Nebria brevicollis	1	1	2	.	1	1	1	.	1	1	.	.	.	.	.	2	1	2	.	1	4	5	5	4	5	.	.	.	.	.
Schwerpunkt Grünland																														
Poecilus versicolor	.	1	.	.	1	.	.	.	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	4	4	3	4	4	3	2	2	2	3
Pterostichus vernalis	1	.	.	1	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	1	2	2	3	2	1	.	1	1	3
a.) Grünland Rollesbroich																														
Calathus fuscipes	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	.	.	4	2	1	2	3	.	.	.	.	.
Clivina fossor	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	.	.	.	.	2	1	2	3	2	.	.	.	.	.
Pterostichus strenuus	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	2	2	.	1	.	.	.	.	.
Calathus melanocephalus	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	1	1	.	1	.	.	.	.	.
Carabus violaceus ssp. purpurascens	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	.	1	.	.	.	.	.	.	.
Amara communis	.	.	.	.	.	.	.	.	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	.	1	1	1	1	.	.	1	.
Dyschirius globosus	.	.	.	.	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	.	.	.	.	.	1	1	.	4	.	.	.	.	.
b.) Grünland Selhausen																														
Harpalus affinis	.	.	.	.	.	.	.	.	1	.	1	1	1	2	2	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	4	4	3	4	4
Amara similata	.	.	.	.	.	.	.	2	1	1	.	2	1	2	4	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	4	2	4	4	1
Amara lunicollis	.	.	.	.	.	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	3	4	4	2	3
Harpalus rubripes	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	4	4	3	3	.
Amara convexior	.	.	.	.	.	.	1	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	3	1	1	3	.
Badister bullatus	.	.	.	.	.	.	.	.	.	2	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	1	1	1	.
Carabus monilis	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	.	.	2	1	3
Microlestes minutulus	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	.	1	.	.
Begleitarten																														
Loricera pilicornis	.	.	.	.	2	1	.	1	1	1	.	.	.	.	.	.	.	1	1	1	3	1	1	1	.	.	.	.	.	.
Harpalus latus	1	.	1	.	.	.	.	1	.	.	.	.	.	.	.	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Harpalus distinguendus	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Trechoblemus micros	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Badister sodalis	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Amara apricaria	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Leistus ferrugineus	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Trechus obtusus	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	2	.	.	.	.	1	.	.	.	.	.
Poecilus cupreus	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Pterostichus madidus	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Cicindela campestris	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Patrobus atrorufus	.	.	.	.	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.

und *Pterostichus strenuus*), während sich im UG Niederzier-Selhausen das Verhältnis trockenheits- und feuchteliebender Arten nahezu ausgeglichen darstellte (siehe Abb. 2+3). Allerdings konnte hier die in Ausbreitung befindliche, xerophile Art *Asaphidion stierlini* mit ursprünglichem Verbreitungsgebiet im Mittelmeerraum, Frankreich und bis in die Niederlande hinein (Turin 2000) nachgewiesen werden (siehe auch Hannig 2012). Sie wurde seit wenigen Jahren mit einigen Funden aus NRW und Rheinland-Pfalz gemeldet (Schüle 2002; Persohn et al. 2007).

Die Carabidengemeinschaften der verschiedenen Nutzungstypen unterschieden sich teilweise erheblich hinsichtlich ihrer Dominanzstruktur und Diversität. Einzelne euryöke Arten (v.a. *Pterostichus melanarius*) dominierten die Ackerlebensgemeinschaften

©Gesellschaft für Angewandte Carabidologie e.V. download www.laufkaefer.de

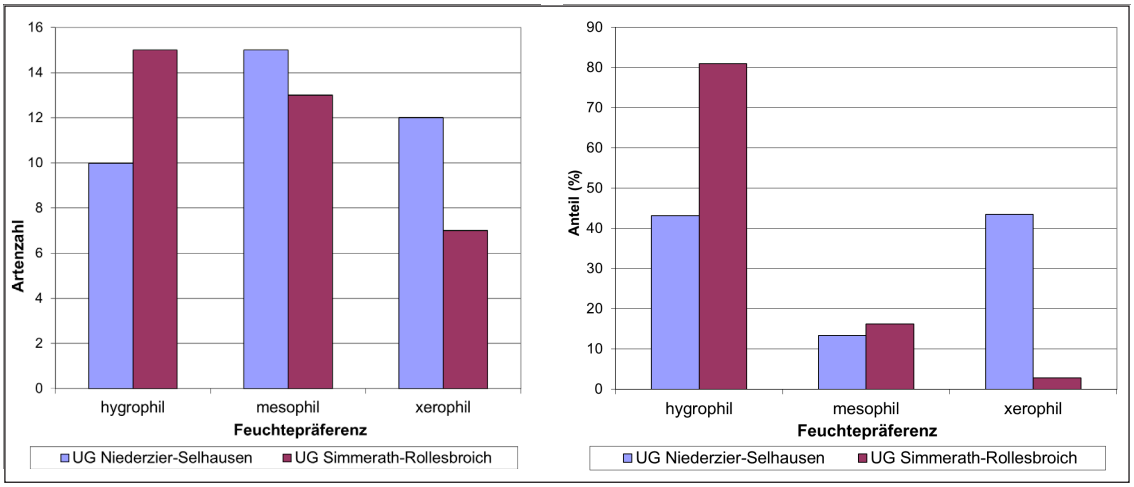

Abb. 2 (links) & Abb. 3 (rechts): Anzahl der hygro-, meso- und xerophilen Laufkäferarten in den Untersuchungsgebieten (**links**). Anteil der hygro-, meso- und xerophilen Individuen an der Gesamtindividuenzahl der Untersuchungsgebiete (**rechts**).

in hohem Maße (vgl. Tab. 4), woraus eine geringe Biodiversität und Evenness (siehe Abb. 4+5) resultierte. Diese geringe Artenvielfalt mit dominierenden „Acker-Spezies" gilt als typisch für die Laufkäferzönosen der Anbauflächen. Die häufigen Störungen des Ackerlebensraums, wie z.B. die Bodenbearbeitung, das Ausbringen von Pestiziden und Düngemitteln sowie eine wechselnde Vegetationsdecke beeinflussen die Diversität von Carabidengemeinschaften negativ (Thiele 1977; Lövei & Sunderland 1996), so dass eine im mitteleuropäischen Raum vergleichbare „Carabiden-Ackerfauna" mit wenigen dominierenden Arten, wie z.B. *Pterostichus melanarius, Anchomenus dorsalis, Bembidion lampros* und *Trechus quadristriatus,* beschrieben wird (Luff 1987, 1996, 2002; Booij & Noorlander 1992; Holland & Luff 2000; Toschki et al. 2007).

Auch die Laufkäfer-Lebensgemeinschaften auf Wiesen und Weiden werden durch unterschiedliche Bewirtschaftungsweisen, wie z.B. die Intensität der landwirtschaftlichen Nutzung, die Art und Dauer der Beweidung sowie die Häufigkeit der Mahd und der Düngung beeinflusst (Thiele 1977; Lennartz 2003; Irmler 2006). In der vorliegenden Studie zeichneten sich die Laufkäferzönosen der Wiesen durch eine größere Diversität als die der Äcker und Hecken aus (vgl. Abb. 4). Dies war auf die größere Gleichverteilung der Arten (siehe Abb. 5) sowie auf das Auftreten zusätzlicher, nur auf der jeweiligen Wiese nachgewiesener Artengruppen zurückzuführ-

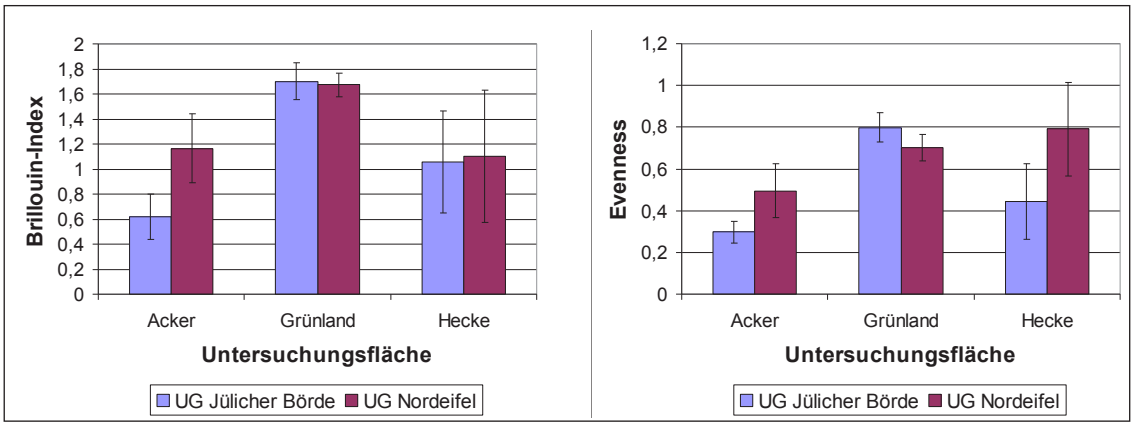

Abb. 4 (links) & Abb. 5 (rechts): Biodiversitätsindices (links) und Evenness (rechts) der Untersuchungsflächen; **Balken**: Mittelwerte mit Angabe des 95 %-Vertrauensbereichs.

©Gesellschaft für Angewandte Carabidologie e.V. download www.laufkaefer.de

Tab. 5: Ergebnisse der MRPP. A: Stärke des Effekts; p: Signifikanzwert; SA: UG Niederzier-Selhausen Acker; SG: UG Niederzier-Selhausen Grünland; SH: UG Niederzier-Selhausen Hecke; RA: UG Simmerath-Rollesbroich Acker; RG: UG Simmerath-Rollesbroich Grünland; RH: UG Simmerath-Rollesbroich Hecke.

Untersuchungsgebiete		A= 0,086		Nutzungstypen		A= 0,290		Untersuchungsflächen		A= 0,554	
UG Niederzier-Selhausen	UG Simmerath-Rollesbroich	p=	0,000118	Acker	Grünland	p=	0,000005	SA	SG	p=	0,001636
				Acker	Hecke	p=	0,000003	SA	SH	p=	0,001622
				Grünland	Hecke	p=	0,000018	SA	RA	p=	0,009869
								SA	RG	p=	0,001645
								SA	RH	p=	0,001635
								SG	SH	p=	0,001599
								SG	RA	p=	0,001586
								SG	RG	p=	0,001670
								SG	RH	p=	0,001611
								SH	RA	p=	0,001536
								SH	RG	p=	0,001600
								SH	RH	p=	0,001574
								RA	RG	p=	0,001639
								RA	RH	p=	0,001558
								RG	RH	p=	0,001632

ren. Das Vorkommen typischer Kulturlandschaftsarten, wie z.B. *Agonum muelleri, Amara convexior, Amara communis, Loricera pilicornis, Bembidion lampros, Pterostichus vernalis* und *Pterostichus melanarius*, wies jedoch auch hier auf die intensive Bewirtschaftung der Flächen hin (vgl. Ross-Nickoll 2000; Lennartz 2003).

Der Brillouin-Index der Hecken beider Untersuchungsgebiete erreichte jeweils einen Wert von 1, wobei dies im UG Niederzier-Selhausen auf hohe Individuenzahlen z.B. der Arten *Anchomenus dorsalis, Trechus quadristriatus* und *Bembidion tetracolum* zurückzuführen war (vgl. Tab. 4). Das dominante Auftreten dieser typischen Offenlandarten neben einigen wenigen Waldarten zeigte, dass diese Hecke vorwiegend durch Carabiden der angrenzenden Äcker besiedelt wurde und somit als Rückzugsmöglichkeit vor Störungen (Pestizide, Bodenumbruch usw.) dieser Flächen betrachtet werden konnte (vgl. Maudsley 2000). Die nachgewiesenen silvicolen Arten (z.B. *Notiophilus rufipes, Pterostichus oblongopunctatus*) wiesen jedoch darauf hin, dass die Hecke darüber hinaus als Korridor zwischen ansonsten isolierten Wald-Habitaten fungierte (siehe Maudsley 2000). In der Hecke im UG Simmerath-Rollesbroich dagegen erwiesen sich die Individuenzahlen als geringer, wohingegen die Individuen gleichmäßiger auf die nachgewiesenen Arten verteilt waren (siehe Abb. 5). Neben wenigen Tieren des angrenzenden Offenlands (z.B. *Poecilus versicolor*) bestand die Carabidengemeinschaft hier vorwiegend aus Waldarten (u.a. *Abax parallelepipedus, Carabus problematicus*). Dies ließ den Rückschluss zu, dass diese Hecke in größerem Maße die oben angesprochene Korridorfunktion für silvicole Arten erfüllte.

Die Untersuchungsflächen wurden durch verschiedene Carabidenarten charakterisiert und voneinander differenziert (siehe Tab. 4). Die Anwendung der MRPP (Multiple Response Permutation Procedure) ergab dabei statistisch signifikante Unterschiede ($p<0,05$), was bedeutete, dass auf jeder Untersuchungsfläche eine Artengemeinschaft beheimatet war, die sich von denen der anderen Flächen unterschied. Beim Vergleich der Nutzungstypen (zusammenfassende Betrachtung der Carabidenfänge der Grünlandflächen, Äcker und Hecken) sowie der Untersuchungsgebiete ergaben sich ebenfalls statistisch signifikant differenzierbare Carabidenzönosen, wobei hier die Stärke des Effekts geringer war (vgl. Tab. 5). Dies war darauf zurückzuführen, dass weitgehend unterschiedliche Laufkäfergemeinschaften die einzelnen Untersuchungsflächen besiedelten, deren Artenzusammensetzung vermutlich durch eine Vielzahl standörtlicher Gegebenheiten (Höhenlage, Bearbeitung der Flächen, Bodenart, Streuauflage etc.) beeinflusst wurde.

Auch die Auswertung der Daten mittels Kanonischer Korrespondenzanalyse zeigte verschiedene Artenspektren auf den untersuchten Flächen an (siehe Abb. 6). Aufgrund eines nahezu vollständig von

©Gesellschaft für Angewandte Carabidologie e.V. download www.laufkaefer.de

den anderen Untersuchungsflächen unterscheidbaren Artenspektrums wurden die Daten der Hecke in Simmerath-Rollesbroich von der Analyse ausgenommen. Die Verrechnung der Standortparameter (z.B. Hangneigung, Höhenlage, siehe Tab. 6) mit den Art- und Aufnahmedaten ergab, dass die Höhenlage, die Nutzung, die Leitfähigkeit, die Hangneigung und das C/N-Verhältnis statistisch signifikant mit der Verteilung der Carabidenarten in Beziehung standen (vgl. Abb. 6). Die Einflüsse der Höhenlage und damit der klimatischen Bedingungen sowie der Bewirtschaftung der Flächen konnten anhand der Habitatpräferenzen der gefangenen Carabiden aufgezeigt werden (s.o.). Inwieweit das C/N-Verhältnis, die auf allen Flächen eher geringe Hangneigung oder die Leitfähigkeit tatsächlich zur Zusammensetzung der Artengemeinschaften beitrugen, oder ob diese nicht mit weiteren, entscheidenden Faktoren korrelierten, konnte mit Hilfe dieser Analyse nicht nachgewiesen werden.

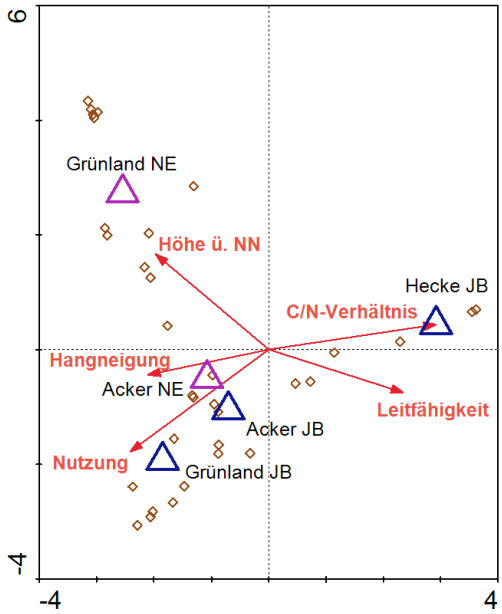

Abb. 6: Kanonische Korrespondenzanalyse der Carabidendaten. **Eigenwert 1. Achse (horizontal)**: 0,807; **Eigenwert 2. Achse (vertikal)**: 0,630; **Anteil der Achsen an der Gesamtvarianz**: 50,8 %; **Dreiecke**: Untersuchungsflächen; **Rauten**: Carabidenarten; **JB**: Jülicher Börde (UG Niederzier-Selhausen); **NE**: Nordeifel (UG Simmerath-Rollesbroich).

5 Diskussion

Die Artenzusammensetzung der Carabidengemeinschaften auf den Untersuchungsflächen ist durch verschiedene Faktoren bedingt. Anhand der ökologischen und statistischen Auswertungen konnten sowohl der Einfluss ausgewählter klimatischer Parameter, insbesondere der Feuchte, als auch der landwirtschaftlichen Nutzungsform auf die Laufkäferzönosen der untersuchten Flächen aufgezeigt werden (siehe Kap. 4 und Abb. 7).

Das Vorkommen verschiedener Laufkäfergemeinschaften in den untersuchten Lebensraumstrukturen (Acker, Grünland, Hecke) lässt den Rückschluss zu, dass das Mosaik dieser Nutzungstypen auf einer übergeordneten Skala die Biodiversität in agrarisch bewirtschafteten Gebieten erhöht (vgl. Bedford & Usher 1994; Bennett et al. 2006). Eine besondere Rolle nehmen dabei die Hecken aufgrund ihrer Korridorfunktion für silvicole Arten und ihrer Schutzfunktion (Rückzugsraum) gegenüber landwirtschaftlicher

Tab. 6: Standortparameter der Untersuchungsflächen.

	UG Niederzier-Selhausen			UG Simmerath-Rollesbroich		
Nutzung	Acker	Wiese	Hecke	Acker	Wiese/Weide	Hecke
Hangneigung (°)	2,8	0,0	0,0	3,5	2,8	5,0
Exposition	WSW	-	-	ONO	WNW	N
H_3O^+-Konzentration (mol/l)	$10^{-7,4}$	10^{-6}	$10^{-5,4}$	10^{-6}	$10^{-5,3}$	$10^{-3,7}$
Leitfähigkeit (µS/cm)	129,0	73,0	111,0	70,0	82,0	118,0
Bodenart	toniger Lehm	toniger Lehm	Schluff	toniger Lehm	toniger Lehm	schluffiger Lehm
C/N-Verhältnis	11,1	12,6	12,9	10,7	10,8	14,4
Höhe über NN (m)	98,2 ± 4,3	109,0 ± 0,0	99,8 ± 2,3	548,0 ± 7,1	513,8 ± 1,8	487,8 ± 3,2
Streuschicht (cm)	0,0 ± 0,0	3,2 ± 0,8	3,2 ± 1,3	0,0 ± 0,0	1,2 ± 0,3	6,2 ± 2,8
akt. Bodenwassergehalt (%)	16,8 ± 1,7	25,3 ± 1,9	23,4 ± 4,6	23,7 ± 2,3	34,4 ± 1,2	34,0 ± 7,5
Lagerungsdichte (g/cm³)	1,5 ± 0,1	1,1 ± 0,1	0,9 ± 0,2	1,2 ± 0,1	0,8 ± 0,1	0,5 ± 0,2
Hemerobiegrad	polyhemerob	β-euhemerob	mesohemerob	polyhemerob	β-euhemerob	mesohemerob
Zahlenwert	6	4	3	6	4	3

©Gesellschaft für Angewandte Carabidologie e.V. download www.laufkaefer.de

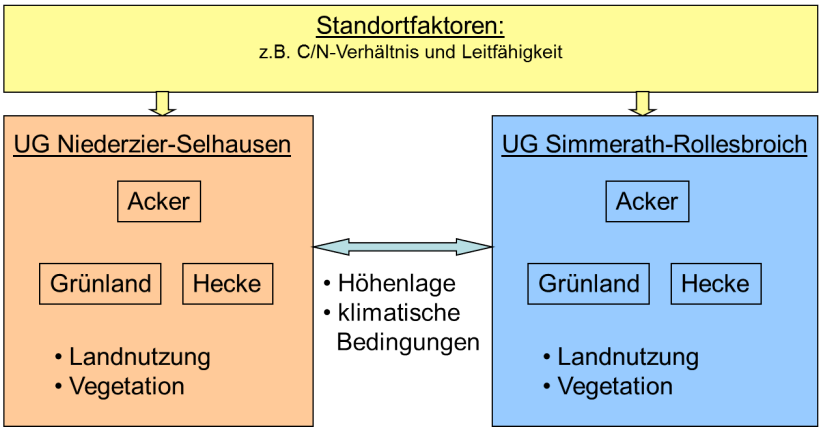

Abb. 7: Einflüsse ausgewählter Umweltparameter auf die Carabidengemeinschaften der UG Niederzier-Selhausen und Simmerath-Rollesbroich.

Bearbeitung der Ackerflächen ein (siehe Kap. 4; Bedford & Usher 1994; Maudsley 2000).

Nach Spekat et al. (2006) ist bis zum Zeitraum 2046-2055 mit einem Anstieg der Jahresmitteltemperatur um 1,7 °C in der Niederrheinischen Bucht (UG Niederzier-Selhausen) und um 1,68 °C in der Eifel (UG Simmerath-Rollesbroich) zu rechnen (Referenzzeitraum: 1951-2000). Im gleichen Zeitraum erwarten Spekat et al. (2006) bei ungefähr gleichbleibenden jährlichen Niederschlagssummen eine Veränderung der jahreszeitlichen Niederschlagsmuster. So werden die Niederschläge in den Winter- und Frühjahrsmonaten voraussichtlich zunehmen, in den Herbstmonaten nahezu unverändert bleiben und in den Sommermonaten abnehmen (siehe Tab. 7).

Je nachdem, in welchem Ausmaß sich die Prognosen bewahrheiten, ist davon auszugehen, dass durch den Temperaturanstieg thermophile Arten zunehmend begünstigt werden (siehe Walther et al. 2002), wie z.B. die ursprünglich im atlantisch-mediterranen Raum beheimatete Spezies *Asaphidion stierlini* (vgl. Kap. 4; siehe auch Hannig 2009). Dieser Trend wurde in der jüngsten Vergangenheit bereits bei verschiedenen Laufkäferarten, wie z.B. *Harpalus attenuatus*, *Harpalus cupreus*, *Notiophilus quadripunctatus* und *Calodromius bifasciatus* (Trautner 1993; Kramer & Trautner 2000; Hemmann & Trautner 2002; Hannig & Reissmann 2004; Hannig et al. 2006) beobachtet und dokumentiert.

Tab. 7: Prozentuale Änderungen der jahreszeitlichen Niederschlagssummen der Dekade 2046-2055 im Vergleich zum Referenzzeitraum 1951-2000 in der Niederrheinischen Bucht und der Eifel; nach SPEKAT et al. (2006).

	Niederrheinische Bucht	Eifel
Frühling	12,94	10,19
Sommer	-18,39	-15,53
Herbst	5,09	2,7
Winter	14,23	14,66

Der Einfluss der unterschiedlichen klimatischen Bedingungen in den Untersuchungsgebieten Niederzier-Selhausen und Simmerath-Rollesbroich (siehe Kap. 2.2) spiegelte sich in den Anteilen xero- und hygrophiler Laufkäferarten und -individuen wider. Trotz deren geografischer Nähe zueinander war der Anteil feuchteliebender Arten und Individuen im UG Simmerath-Rollesbroich weitaus größer (siehe Abb. 2+3). Dieses räumliche Nebeneinander von Carabidengemeinschaften mit unterschiedlichen Feuchtepräferenzen lässt den Schluss zu, dass sich auch die Laufkäferzönosen der Kulturlandschaft mit durchweg eurytopen Arten (vgl. Kap. 4) an regionale klimatische Gegebenheiten anpassen. Daher ist davon auszugehen, dass sich mit einer Erwärmung des Großklimas, die mit einer größeren Trockenheit in den Sommermonaten einhergeht (Tab. 7; Spekat et al. 2006; IPCC 2007), auch die Artenzusammensetzung der Carabidenzönosen in intensiv bewirtschafteten Regionen in Richtung eines Wärme und Trockenheit liebenden Artenspektrums verschieben wird. Dieser Ansatz, vom räumlichen Nebeneinander verschiedener Zönosen auf die zeitliche Abfolge von Artengemeinschaften zu schließen („space-for-time substitution"), wird bei unterschiedlichen ökologischen Fragestellungen sowie in der Klimafolgenforschung eingesetzt und diskutiert (Jähnig et al. 2009; Blois et al. 2013).

©Gesellschaft für Angewandte Carabidologie e.V. download www.laufkaefer.de

Danksagung

Die Verfasser möchten sich bei den folgenden Personen und Institutionen für ihre Unterstützung bedanken: T. Bauer (RWTH Aachen), J. Bless (Aachen), R. Bollig (Städteregion Aachen, Umweltamt), G. Eising (Duisburg), K. Hannig (Waltrop), Prof. Dr. H. Hollert (RWTH Aachen), Dr. J. Jahnke (RWTH Aachen), L. Josten (Freiberg), K. Krämer (RWTH Aachen), Dr. G. Lennartz (Forschungsinstitut gaiac, Aachen), J. Lörks (Essen), R. Mause (Biostation Düren), A. Oellers (Aachen), A. Oellers (Antonia, Köln), A. Oellers (Adrian, Köln), Dr. T. Pütz (FZ Jülich), B. Rüttgers (Kreisverwaltung Düren, Amt für Landschaftspflege und Naturschutz), Prof. Dr. A. Schäffer (RWTH Aachen), S. Hudjetz (Forschungsinstitut gaiac, Aachen), K. Stuckmann (Simmerath), Dr. A. Toschki (Forschungsinstitut gaiac, Aachen), A. Walte (Aachen), T. Wamberg (Düren), Dr. H. Zielke (RWTH Aachen) sowie der AG Ökologie und Ökotoxikologie der Lebensgemeinschaften am Institut für Umweltforschung, RWTH Aachen.

Literatur

AG BODEN (2005): Bodenkundliche Kartieranleitung. – 438 S.; 5. Aufl., Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe, Hannover.

BARBER, H. S. (1931): Traps for cave-inhabiting insects. – Journal of the Elisha Mitchel Scientific Society 46: 259–266.

BEDFORD, S. E. & M. B. USHER (1994): Distribution of arthropod species across the margins of farm woodlands. – Agriculture, Ecosystems and Environment 48: 295–305.

BENNETT, A. F., RADFORD, J. Q. & A. HASLEM (2006): Properties of land mosaics: Implications for nature conservation in agricultural environments. – Biological Conservation 133 (2): 250–264.

BLOIS, J. L., WILLIAMS, J. W., FITZPATRICK, M. C., JACKSON, S. T. & S. FERRIER (2013): Space can substitute for time in predicting climate-change effects on biodiversity. – PNAS 110 (23): 9374–9379.

BOOIJ, C. J. H. & J. NOORLANDER (1992): Farming systems and insect predators. –Agriculture, Ecosystems and Environment 40: 125–135.

BRAUN-BLANQUET, J. (1964): Pflanzensoziologie. – 865 S.; 3. Aufl., Springer, Berlin, Wien.

DESENDER, K. (1986): Distribution and ecology of carabid beetles in Belgium (Coleoptera, Carabidae). Part 1-4. – Studiedocumenten van het Koninklijk Belgisch Instituut voor Natuurwetenschappen 26, 27, 30, 34.

DESENDER, K. (1989): Dispersievermogen en ecologie van loopkevers (Coleoptera, Carabidae) in Belgie: een evolutionaire benadering. – Studiedocumenten van het Koninklijk Belgisch Instituut voor Natuurwetenschappen 54.

DINTER, W. (1999): Naturräumliche Gliederung. – In: LÖBF/LAfAO NRW (Hrsg.): Rote Liste der gefährdeten Pflanzen und Tiere in Nordrhein-Westfalen: 29–36; LÖBF-Schriftenreihe 17.

DIEKOTTER, T., BILLETER, R. & T. O. CRIST (2008): Effects of landscape connectivity on the spatial distribution of insect diversity in agricultural mosaic landscapes. – Basic and Applied Ecology 9: 298–307.

DIERSCHKE, H. & G. BRIEMLE (2008): Kulturgrasland. Wiesen, Weiden und verwandte Staudenfluren. – 239 S.; Ulmer, Stuttgart.

DIN (1997): DIN ISO 11265, Juni 1997. Bodenbeschaffenheit - Bestimmung der spezifischen elektrischen Leitfähigkeit (ISO 11265:1994 + ISO 11265:1994/Corr.1:1996). – Beuth Verlag GmbH, Berlin.

DIN (2005): DIN ISO 10390, Dezember 2005. Bodenbeschaffenheit - Bestimmung des pH-Wertes (ISO 10390:2005). – Beuth Verlag GmbH, Berlin.

GEIGER, F., BENGTSSON, J., BERENDSE, F., WEISSER, W. W., EMMERSON, M., MORALES, M. B. ET AL. (2010): Persistent negative effects of pesticides on biodiversity and biological control potential on European farmland. – Basic and Applied Ecology 11: 97–105.

HANNIG, K. (2009): Laufkäfer. – In: BEHRENS, M., FARTMANN, T. & N. HOELZEL (Hrsg.): Auswirkungen von Klimaänderungen auf die Biologische Vielfalt: Pilotstudie zu den voraussichtlichen Auswirkungen des Klimawandels auf ausgewählte Tier- und Pflanzenarten in Nordrhein-Westfalen. Teil 2: Zweiter Schritt der Empfindlichkeitsanalyse – Wirkprognose: 89–105; Westfälische Wilhelms-Universität Münster.

HANNIG, K. (2012): Faunistische Mitteilungen über ausgewählte Laufkäferarten (Col., Carabidae) in Nordrhein-Westfalen IV. – Natur und Heimat 72 (4): 117–132.

HANNIG, K. & K. REISSMANN (2004): Calodromius bifasciatus (Dejean, 1825) – Neu in Deutschland (Coleoptera, Carabidae). – Mitteilungen der Arbeitsgemeinschaft Rheinischer Koleopterologen 14 (1-2): 3–4.

HANNIG, K., REISSMANN, K. & A. SCHWERK (2006): Zur Verbreitung, Phänologie und Temperaturpräferenz von Calodromius bifasciatus (Dejean, 1825) in Nordrhein-Westfalen (Coleoptera, Carabidae). – Entomologische Zeitschrift 116 (4): 171–178.

HEMMANN, K. & J. TRAUTNER (2002): Notiophilus quadripunctatus Dejean, 1826 neu in Deutschland. – Angewandte Carabidologie 4/5: 117–120.

HILL, M. O. (1979): TWINSPAN – A FORTRAN program for arranging multivariate data in an ordered two-way-table by classification of the individuals and attributes. – 90 S.; Cornell University, Ithaca, USA.

HOLLAND, J. M. & M. L. LUFF (2000): The effects of agricultural practices on Carabidae in temperate agroecosystems. – Integrated Pest Management Reviews 5: 109–129.

HURKA, K. (1996): Carabidae of the Czech and Slovak Republics. – 565 S.; Kabourek, Zlín,Tschechien.

IPCC (2007): Climate Change 2007: Synthesis Report. Contribution of Working Groups I, II and III to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. (Core Writing Team, Pachauri, R.K. & A. Reisinger (Hrsg.)). – 104 S.; IPCC, Geneva, Switzerland.

IRMLER, U. (2006): Ein Bewertungskonzept für Laufkäfer am Beispiel von Grünlandsystemen. – Angewandte Carabidologie 7: 61 – 69.

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

JÄHNIG, S. C., BRUNZEL, S., GACEK, S., LORENZ, A. W. & D. HERING (2009): Effects of re-braiding measures on hydromorphology, floodplain-vegetation, ground beetles and benthic invertebrates in mountain rivers. – Journal of Applied Ecology 46 (2): 406–416.

KLOTZ, S. & I. KÜHN (2002): Indikatoren des anthropogenen Einflusses auf die Vegetation. – Schriftenreihe für Vegetationskunde 38: 241–246.

©Gesellschaft für Angewandte Carabidologie e.V. download www.laufkaefer.de

KRAMER, M. & J. TRAUTNER (2000): Erstnachweis von Harpalus cupreus Dejean, 1829 in Deutschland. – Angewandte Carabidologie 2/3: 99–100.

KRATOCHWIL, A. & A. SCHWABE (2001): Ökologie der Lebensgemeinschaften. Biozönologie. – 756 S.; Ulmer, Stuttgart.

LENNARTZ, G. (2003): Der biozönologisch-soziologische Klassifikationsansatz und dessen Anwendung in der Naturschutzpraxis. Dargestellt am Beispiel der Borstgrasrasen (Violion) der Eifel unter Berücksichtigung der Laufkäfer, Spinnen, Heuschrecken, Tagfalter und Schwebfliegen. – Dissertation RWTH Aachen. Shaker Verlag, Aachen.

LEYER, I. & K. WESCHE (2008): Multivariate Statistik in der Ökologie. Eine Einführung. – 221 S.; Springer, Berlin, Heidelberg.

LINDROTH, C. H. (1945): Die fennoskandischen Carabidae, eine tiergeographische Studie. I. Spezieller Teil. – 709 S.; Göteborgs Vetenstk. Samh. Handl, Göteborg.

LINDROTH, C. H. (1986): The Carabidae (Coleoptera) of Fennoscandia and Denmark II. – Fauna Entomologica Scandinavica 15 (2): 227–497.

LÖVEI, G. L. & K. D. SUNDERLAND (1996): Ecology and behavior of ground beetles (Coleoptera: Carabidae). – Annual Review of Entomology 41: 231–256.

LUFF, M. L. (1987): Biology of polyphagous ground beetles in agriculture. – Agricultural and Zoological Review 2: 237–278.

LUFF, M. L. (1996): Use of Carabids as environmental indicators in grasslands and cereals. – Annales Zoologici Fennici 33: 185–195.

LUFF, M. L. (2002): Carabid Assemblage Organization and Species Composition. – In: J. M. HOLLAND (Hrsg.): The Agroecology of Carabid Beetles: 41–80; Intercept, Andover.

MAGURRAN, A. E. (2004): Measuring Biological Diversity. – 256 S.; Blackwell Publishing, Oxford, UK.

MAUDSLEY, M. J. (2000): A review of the ecology and conservation of hedgerow invertebrates in Britain. – Journal of Environmental Management 60 (1): 65–76.

MEEK, B., LOXTON, D., SPARKS, T., PYWELL, R., PICKETT, H. & M. NOWAKOWSK (2002): The effect of arable field margin composition on invertebrate biodiversity. – Biological Conservation 106 (2): 259–271.

MIELKE, P. W., BERRY, K. J. & E. S. JOHNSON (1976): Multi-response permutation procedures for *a priori* classifications. Communications in Statistics – Theory and Methods 5: 1409 – 1424.

MÜHLENBERG, M. (1993): Freilandökologie. – 515 S.; 3. Aufl., Quelle & Meyer, Heidelberg, Wiesbaden.

MÜLLER-MOTZFELD, G. (HRSG.) (2004): Bd. 2 Adephaga 1: Carabidae (Laufkäfer). – In: FREUDE, H., HARDE, K. W., LOHSE, G. A. & B. KLAUSNITZER: Die Käfer Mitteleuropas: 1–521; 2. Aufl., Spektrum, Heidelberg, Berlin.

OBERDORFER, E. (2001): Pflanzensoziologische Exkursionsflora für Deutschland und angrenzende Gebiete. – 1051 S.; 8 Aufl., Ulmer, Stuttgart.

PERSOHN, M., MALTEN, A. & K. WOLF-SCHWENNINGER (2007): Seltenheitenausschuss der GAC - 2. Bericht. – Angewandte Carabidologie 8: 29–34.

PIELOU, E. C. (1966): The measurement of diversity in different types of biological collections. – Journal of Theoretical Biology 13: 131–144.

RAINIO, J. & J. NIEMELÄ (2003): Ground beetles (Coleoptera: Carabidae) as bioindicators. Biodiversity and Conservation 12: 487–506.

ROSS-NICKOLL, M. (2000): Biozönologische Gradientenanalyse von Wald-, Hecken- und Parkstandorten der Stadt Aachen. Verteilungsmuster von Phyto-, Carabido- und Araneozönosen. – Dissertation RWTH Aachen. Shaker Verlag, Aachen.

ROSS-NICKOLL, M., LENNARTZ, G., FÜRSTE, A., MAUSE, R., OTTERMANNS, R., SCHÄFER, S., SMOLIS, M., THEISSEN, B., TOSCHKI, A. & H. T. RATTE (2004): Die Arthropodenfauna von Nichtzielflächen und die Konsequenzen für die Bewertung der Auswirkungen von Pflanzenschutzmitteln auf den terrestrischen Bereich des Naturhaushaltes. – Umweltforschungsplan Nr. 200 63 403 des Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit.

ROTHMALER, W. (2009): Exkursionsflora von Deutschland. Band 3. Gefäßpflanzen: Atlasband. – 753 S.; 11. Aufl., Spektrum, Heidelberg.

SCHÜLE, P. (2002): Erster sicherer Nachweis von *Asaphidion stierlini* (Heyden, 1880) (Col., Carabidae) in Deutschland. – Angewandte Carabidologie 4/5: 109–110.

SPEKAT, A., GERSTENGARBE, F.-W., KREIENKAMP, F. & P. C. WERNER (2006): Fortschreibung der Klimaszenarien für Nordrhein-Westfalen. – Studie im Auftrag der LÖBF NRW (Werkvertrag 2-53700-501035).

SUKOPP, H. (1972): Wandel von Flora und Vegetation in Mitteleuropa unter dem Einfluß des Menschen. – Berichte über Landwirtschaft 50: 112–139.

TER BRAAK, C. J. F. (1987): The analysis of vegetation-environment relationships by Canonical Correspondence Analysis. – Plant Ecology 69: 1–3.

THIELE, H. U. (1977): Carabid beetles in their environments. A study on habitat selection by adaptation in physiology and behaviour. – 367 S.; Springer, Heidelberg.

TOSCHKI, A., HOTHORN, L. A. & M. ROSS-NICKOLL (2007): Effects of cultivation of genetically modified Bt maize on epigeic arthropods (Araneae; Carabidae). – Environmental Entomology 36 (4): 966–980.

TRAUTNER, J. (1993): *Harpalus attenuatus* Stephens, 1828 neu in Deutschland (Col., Carabidae). – Mitteilungen der Arbeitsgemeinschaft Rheinischer Koleopterologen 3 (2): 60–63.

TURIN, H. (2000): De Nederlandse Loopkevers, verspreiding en oecologie (Coleoptera: Carabidae). Nederlandse Fauna 3. – 666 S.; Nationaal Natuurhistorisch Museum Naturalis, KNNV Uitgeverij, European Invertebrate Survey, Leiden.

WALTHER, G. R., POST, E., CONVEY, P., MENZEL, A., PARMESAN, C., BEEBEE, T. J. C. FROMENTIN, J.-M., HOEGH-GULDBERG, O. & F. BAIRLEIN (2002): Ecological responses to recent climate change. – Nature 416: 389–395.

Internetquellen

DWD (08.02.2011): www.dwd.de/bvbw/appmanager/bvbw/dwdwww-Desktop?_nfpb=true&_pageLabel=_dwdwww_klima_umwelt_klimadaten_deutschland&T82002gsbDocumentPath=Navigation%2FOeffentlichkeit%2FKlima__Umwelt%2FKlimadaten%2Fkldaten__kostenfrei%2Fausgabe__mittelwerte__node.html__nnn%3Dtrue&_state=maximized&_windowLabel=T82002

EIFELWETTER (15.04.2011): www.ew-messnetz.de

WETTERSERVICE DÜREN (15.04.2011): www.wetterservice-dueren.de, Ansprechpartner: Thomas Wamberg

WETTERSTATION LAMMERSDORF (15.04.2011): www.miniks.de, Ansprechpartner: Klaus Stuckmann

Manuskripteingang: 27.9.2013

©Gesellschaft für Angewandte Carabidologie e.V. download www.laufkaefer.de

Adressen der Verfasser:

Dipl.-Biol. Johanna Oellers
gaiac
Forschungsinstitut für Ökosystemanalyse
und –bewertung e.V.
Kackertstr. 10
52072 Aachen
oellers@gaiac.rwth-aachen.de

Dipl.-Biol. Marit Ernst
Institut für Umweltforschung
RWTH Aachen University
Worringerweg 1
52074 Aachen
marit_ernst@bio5.rwth-aachen.de

Dr. Richard Ottermanns
Institut für Umweltforschung
RWTH Aachen University
Worringerweg 1
52074 Aachen
ottermanns@bio5.rwth-aachen.de

Dr. Martina Roß-Nickoll
Institut für Umweltforschung
RWTH Aachen University
Worringerweg 1
52074 Aachen
ross@bio5.rwth-aachen.de

©Gesellschaft für Angewandte Carabidologie e.V. download www.laufkaefer.de

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: Angewandte Carabidologie

Jahr/Year: 2014

Band/Volume: 10

Autor(en)/Author(s): Oellers Johanna, Roß-Nickoll Martina, Ernst Marit, Ottermanns Richard

Artikel/Article: Der Einfluss von Nutzung und Klima auf Carabidenzönosen in der Agrarlandschaft der Jülicher Börde und der Nordeifel 73-85