

Naturwissenschaftlicher
Verein für das Fürstentum
Lüneburg von 1851 e. V.

Jahrbuch

Band 49



Herausgeber: Andreas Fichtner, Werner Härdtle & Johannes Prüter
2024

Herausgeber:
Andreas Fichtner, Werner Härdtle & Johannes Prüter
Satz und Lektorat: Sabine Arendt, lektorat@sabinearendt.org
Titelfoto: Werner Härdtle
Designvorlagen: borowiakzieheKG
Druck: Bartels Druck GmbH, Lüneburg



© 2024
Naturwissenschaftlicher Verein
für das Fürstentum Lüneburg von 1851 e. V.
Wandrahmstraße 10
21335 Lüneburg
<http://www.naturwissenschaftlicher-verein-lueneburg.de>

ISSN: 0340-4374

Inhalt

Vorwort	5
Nachruf Henry Makowski	7
Antal Festetics	
Videobotschaft an Henry Makowski (Lüneburg) am 11. Juni 2022	15
Frank Allmer	
Vom Nistkastenvogelschutz zum Naturschutzmanagement	19
Hans-Werner Frohn & Jürgen Rosebrock	
Hans Klose und Max Hilzheimer – Wegbereiter eines modernen Naturschutzes in Ballungsräumen	25
Hansjörg Küster †	
Landschaftsbilder aus Menschenhand – Vortrag zu Ehren von Henry Makowski am 11. Juni 2022	35
Wolfgang Schacht	
Die Käfer der Holmer Teiche im Naturschutzgebiet Lüneburger Heide	45
Hannah Markant	
Vergleichende Untersuchung zur Diversität von Dungkäfern auf Weiden mit antiparasitisch behandelten und unbehandelten Rindern im Biosphärenreservat Niedersächsische Elbtalaue	93

Wolfram Eckloff

Untersuchungen zum Straßenbau und zur Orientierung der
Glänzenschwarzen Holzameise *Lasius fuliginosus* (LATR. 1798)
(Formicidae, Hymenoptera) 111

Wolfram Eckloff & Barbara Eckloff

Untersuchungen zur Aktivierung der Roten Waldameisen nach der
Winterpause (*Formica polyctena* FÖRST., Formicidae, Hymenoptera) 127

Ortrun Schwarzer

Die Nelken-Sommerwurz (*Orobanche caryophyllacea* Sm.) im Elbvorland
bei Bleckede – Schutzbemühungen für eine der seltensten Pflanzenarten
Niedersachsens 151

Studienfahrten 2018 bis 2020 177

Vorträge und Kolloquien in den Wintersemestern
2018/19 bis 2020/21 179

Vorwort

Den vorliegenden Band 49 unseres traditionsreichen Jahrbuchs widmet der Naturwissenschaftliche Verein Lüneburg seinem langjährigen Ehrenmitglied Henry Makowski, der am 6. April 2023 in seinem 96. Lebensjahr gestorben ist.

In dankbarer Anerkennung seiner Verdienste als Vorsitzender unseres Vereins von 1977 bis 1996 und als Unterstützer und Förderer in verschiedensten Zusammenhängen haben wir ihm zu Ehren kurz vor seinem 95. Geburtstag – am 11. Juni 2022 – im Museum Lüneburg ein kleines Festsymposium veranstaltet. Ein Nachruf und die Vorträge dieser Veranstaltung sind in diesem Band zusammengestellt.

Die Fachbeiträge im Weiteren haben einen entomologischen Schwerpunkt, gewähren interessante Einblicke in die Biologie, Faunistik und Gefährdung unserer heimischen Insektenwelt. Vielfalt und Reichtum dieser Artengruppe, ihre Anpassung an die unterschiedlichsten Lebensräume, ihre z. T. spektakulären Sinnesleistungen sind faszinierend, ihre Funktionen in fast allen terrestrischen Ökosystemen der Erde unerlässlich. Die Gefährdung dieser Artengruppe durch systematisch unbedachten Umgang mit unserer Kulturlandschaft wurde uns in jüngerer Zeit drastisch vor Augen geführt. So ist jede Studie zu den Insekten in unserer Region immer auch eine Mahnung, diese faszinierende Fülle an Fähigkeiten und Leistungen zu erkennen und wertzuschätzen.

Neben der gedruckten Fassung liegt das Jahrbuch des Naturwissenschaftlichen Vereins Lüneburg inzwischen auch in digitaler Form vor. Seit dem Band 46 sind die Jahrbücher insgesamt sowie alle Einzelbeiträge auf der Homepage unseres Vereins unter www.naturwissenschaftlicher-verein-lueneburg.de als pdf-Dateien verfügbar. Dort findet sich zudem auch eine vollständige tabellarische Zusammenstellung der Fachveröffentlichungen aus den Jahrbüchern des Vereins seit dem im Jahre 1865 erschienenen ersten Band.

Die Herausgeber

Vergleichende Untersuchung zur Diversität von Dungkäfern auf Weiden mit anti-parasitisch behandelten und unbehandelten Rindern im Biosphärenreservat Niedersächsische Elbtalaue

Hannah Markant

Schlüsselwörter:

Antiparasitika, Biosphärenreservat, Dungkäfer, Moxidectin, Rinderbeweidung, Scarabaeidae

Zusammenfassung

Im Zeitraum von Mai bis Juli 2022 wurde auf zwei Rinderweiden im Biosphärenreservat „Niedersächsische Elbtalaue“ mittels beköderter Bodenfallen und Analyse von Rinderdung die Dungkäferfauna untersucht. Die Weidetiere auf einer der Flächen wurden vor dem Frühjahrsaustrieb mit dem Wirkstoff Moxidectin antiparasitisch behandelt. Auf der anderen Fläche findet eine ganzjährige Beweidung mit unbehandelten Rindern statt. Die in Bodenfallen und direkt im Rinderdung gefangenen Käfer der Familie Scarabaeidae wurden im Vergleich beider Probeflächen analysiert. Hinsichtlich Artenzahl und -vielfalt ergaben sich keine deutlichen Unterschiede zwischen den beiden Probeflächen. Die Individuenzahl und folglich auch die Biomasse, waren auf der Fläche mit unbehandelten Weidetieren aber signifikant höher.

Keywords:

antiparasitica, biosphere reserve, cattle pasture, dung beetle, moxidectin, Scarabaeidae

Abstract

In the period from May to July 2022, the dung beetle fauna was investigated on two cattle pastures in the biosphere reserve “Niedersächsische Elbtalau” using baited pitfall traps and cattle dung. The grazing animals on one of the pastures were treated antiparasitically with the active ingredient moxidectin before the start of the grazing season. The other plot is grazed year-round with untreated cattle. The beetles of the Scarabaeidae family found in the pitfall traps and directly in cattle dung were analyzed on both pastures. There were no clear differences in species number and diversity between the two pastures. However, the number of individuals and consequently the biomass, were significantly higher on the pasture with untreated grazing animals.

1 Einleitung

In terrestrischen Ökosystemen spielen Insekten eine wichtige Rolle für verschiedene ökologische Prozesse wie den Kohlenstoff- und Nährstoffkreislauf (YANG und GRATTON 2014). Auf beweidetem Grünland sind Dungkäfer von besonderer Bedeutung, da sie den Kot der Weidetiere besiedeln, aufbereiten, belüften, zerlegen, z. T. auch transportieren und in den Boden verbringen und damit maßgeblich zu dessen Rückführung in den Stoffkreislauf beitragen (NICHOLS et al. 2008; FRANK et al. 2017; CAMBEFORT und HANSKI 1991).

Manche Dungkäfer leben und reproduzieren sich unmittelbar in den Ausscheidungen der Weidetiere (endokopride Arten). Andere verfrachten Kot in den Boden; die Gänge sind die Nistplätze und der Kot dient den Larven als Nah-

rung (parakopride Arten). Wiederum andere formen Substrat aus dem Dunghaufen zu einer Kugel und vergraben diese in angemessenem Abstand (telekopride Arten) (CAMBEFORT und HANSKI 1991). Als Ökosystem-Ingenieure beeinflussen und fördern Dungkäfer den Nährstoffkreislauf, die Bodenstruktur, das Futterwachstum, die Entsorgung von Sekundärsamen, den Abbau von Fäkalien sowie die Parasitenbekämpfung und dienen als Nahrungsquelle für höhere trophische Ebenen.

Seit Rinder in der Regel vor Auftrieb auf die Weideflächen prophylaktisch mit Wirkstoffen gegen Endo- und/oder Ektoparasiten behandelt werden, besteht die Sorge, dass Rückstände dieser Pharmazeutika eine negative Wirkung auf die Insektenfauna im Kot ausüben und damit die Aufbereitung und Remineralisierung

der Ausscheidungen negativ beeinflussen (JOCHMANN und BLANCKENHORN 2016; HEMPEL et al. 2006).

Die Wirkung von Antiparasitika auf Dungkäfer wurde bereits verschiedentlich untersucht, allerdings mit einer großen Heterogenität in den betrachteten Wirkstoffen und den Studiendesigns. Bisherige Studien sind labor- oder feldbasiert und sie konzentrieren sich oft nur auf bestimmte Arten, sodass die Ergebnisse häufig schwer zu vergleichen sind (HEMPEL et al. 2006). Darüber hinaus haben die meisten Studien den Wirkstoff Ivermectin untersucht, welcher das am häufigsten verwendete Antiparasitikum ist. Dessen Umweltauswirkungen und -risiken sind vergleichsweise gut bekannt (MADSEN et al. 1990; JOCHMANN und BLANCKENHORN 2016; ERROUSSI et al. 2001). Was die Auswirkungen von Moxidectin betrifft, so haben einige Studien gezeigt, dass dieser Wirkstoff im Vergleich zu anderen makrozyklischen Laktonen eine geringere toxische Wirkung auf Nicht-Zieltaxa hat (BOXALL et al. 2007; STRONG und WALL 1994; WARDHAUGH et al. 2001; DOHERTY et al. 1994; BLANCKENHORN et al. 2013).

Im Gegensatz dazu zeigte eine Studie der Europäischen Arzneimittel-Agentur (EMA) (2017), dass Moxidectin aufgrund seiner persistenten, bioakkumulativen und toxischen Eigenschaften ein Risiko für die Umwelt darstellt. Darüber hinaus zeigte eine Studie von MANNING

et al. (2018), dass Moxidectin eine negative Wirkung auf einige empfindliche Arten wie *Geotrupes spiniger* hat.

Ziel dieser Arbeit ist es, mittels praktischer Feldversuche das Vorkommen von Dungkäfern auf zwei Weideflächen im Biosphärenreservat „Niedersächsische Elbtalaue“ vergleichend zu analysieren. Eine dieser Weideflächen wird seit über zwei Jahrzehnten ganzjährig und großräumig mit Heckrindern (und ergänzend mit Konik-Pferden) beweidet, die keine Tierarzneimittel erhalten (HECKENROTH et al. 2012). Auf der anderen untersuchten Weidefläche werden Holstein-Friesian-Rinder gehalten, die vor dem Frühjahrsaustrieb subkutan eine Moxidectin-Dosis erhalten. Die Untersuchungen erfolgten im Sommer 2022 im Rahmen einer Bachelorarbeit an der Leuphana Universität Lüneburg. Vor dem Hintergrund der aktuellen Rückgangstendenzen in der Insektenfauna (FARTMANN et al. 2021) lässt diese Arbeit Hinweise darauf erwarten, wie auf Weideflächen in Schutzgebieten des Biosphärenreservats ein Insektenvielfalt förderndes Flächenmanagement umgesetzt werden kann.

2 Material und Methode

2.1 Das Untersuchungsgebiet

Die beiden vergleichend untersuchten Weiden liegen im Urstromtal der Elbe

im Biosphärenreservat „Niedersächsische Elbtalau“ (Abb. 1).

Die Weide mit den unbehandelten Rindern (Fläche A) liegt in der Gemeinde Amt Neuhaus am Unterlauf der Sude, einem nordöstlichen Nebenfluss der Elbe, auf 53°31'44.8" Nord und 10°93'43.4" Ost mit einer Höhe von 10 m über NHN. Eigentümerin dieser etwa 150 Hektar großen Weide ist die Naturschutzstiftung „The Stork Foundation“ (HECKENROTH et al. 2012). Das kurzrasige Grünland ist mit diversen Flachgewässern und einzelnen Baumgruppen durchsetzt. Die Fläche ist seit 2001 an einen nach ökologischen Richtlinien wirtschaftenden Betrieb verpachtet. Der Rinderbestand beläuft sich aktuell auf etwa 170 Rinder. Hinzu kommen 23 Konik-Pferde, sodass im Untersuchungszeitraum von einer Beweidungsdichte von rund 1,3 GV (Großvieheinheit) ausgegangen werden kann. Die Pachtauflagen schließen hier eine antiparasitische Behandlung der Weidetiere aus. In den Wintermonaten sind diese Flächen häufig überflutet und in den Sommermonaten trocken, was zu einer unterschiedlichen Beweidungsintensität der Teilflächen auf der großräumigen Weide führt. In den Wintermonaten kommt es regelmäßig zu Zufütterung in einem zugehörigen, höher gelegenen Waldareal. Die Fläche gehört zu dem entsprechend einem Landschaftsschutzgebiet geschützten Gebietsteil B des Biosphärenreservates.

Die zweite untersuchte Weide (Fläche B) liegt in einer Entfernung von etwa 11 km in südöstlicher Richtung bei Zeetze im Amt Neuhaus auf 53°22'91.0" Nord und 10°95'77.8" Ost in einer Höhe von 25 m über NHN. Sie misst etwa 12,9 ha und gehört zu dem wie ein Naturschutzgebiet geschützten Gebietsteil C des Biosphärenreservates. Diese Eigentumsfläche des Landes Niedersachsen wird seit 1989 weitgehend konventionell bewirtschaftet. Auch dieser Standort ist eine halb-offene Weide mit Flachwasserhabitaten. Die Rinder grasen im Durchschnitt von April/Mai bis Oktober und werden hier prophylaktisch mit dem antiparasitischen Wirkstoff Moxidectin behandelt. Das gesamte Beweidungsgebiet, zu dem mehrere Koppeln gehören, wurde 2022 von 48 (am Ende 39) Holstein-Rindern im Alter von 19-21 Monaten (~ 3,7 GV) ab dem 5. Mai 2022 beweidet. Aufgrund von Futter- und Wassermangel auf dem mit Fallen beprobten Flächenteil, wurde das Vieh bereits am 22. Juni von der Weide entfernt.

2.2 Die prophylaktische Behandlung der Weidetiere auf Fläche B

Vor Austrieb im Frühjahr auf die Fläche B werden die Rinder prophylaktisch mit dem antiparasitären Mittel CYDECTIN® 10% LA behandelt. Es besteht aus 100 mg des Wirkstoffs Moxidectin (100 mg) und einer Kombination aus 70 mg Benzylalkohol (E 1519),

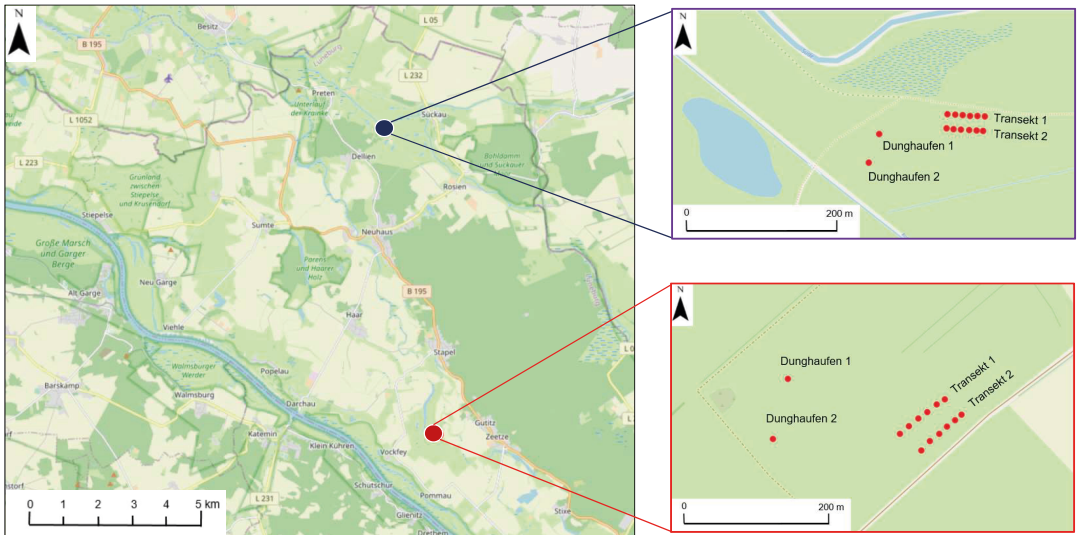


Abbildung 1: Karte des Untersuchungsgebiets (Fläche A (blau) und Fläche B (rot)) und Lage der Transekte mit geköderten Fallen sowie Sammelpunkte der Dunghaufen (modifiziert nach OPENSTREETMAP MITWIRKENDE 2023)

Sorbitanoleat (Crill 4 HP) und Propylenglykol-Diapylocaprat. Das Antiparasitikum wird zur Behandlung und Vorbeugung von Mischinfektionen mit Fadenwürmern des Magen-Darm-Trakts, Nematoden des Respirationstrakts und Parasiten wie Läuse, Haarlingen und Räudemilben verwendet. Es wird als subkutane Injektion in die dorsale Ohrmuschel des Rindes verabreicht. Die Dosierung beträgt 0,5 ml/50 kg Körpergewicht, was 1 mg Moxidectin/kg Körpergewicht entspricht, und wird je nach Gewicht und Größe des Viehs zu Beginn der Weidesaison verabreicht (ZOETIS 2018).

2.3 Datenerhebung und -auswertung

Am 24. Mai 2022 wurden in den beiden Untersuchungsgebieten jeweils 12 Bodenfallen (Barber-Fallen) für die Dauer von sieben Tagen in den Boden eingebracht, um bodenlebende und primär kotbewohnende Arten (im ausgewachsenen Stadium) zu erfassen. Sie wurden in zwei parallelen Transekten in einer Distanz von 10 m zueinander mit je sechs Fallen im Abstand von jeweils 20 m eingerichtet. Als Bodenfallen wurden Plastikbecher mit einem Volumen von jeweils 500 ml und einer Öffnung von 10 cm genutzt.

In jede Falle wurden 150 ml der Renner-Lösung gefüllt, die aus 40 % Ethanol, 30 % Wasser, 20 % Glycerin und 10 % Essigsäure bestand, um eine Konservierung der gefangenen wirbellosen Tiere zu gewährleisten. Die Köder bestanden aus Teebeuteln, die mit drei Teelöffeln Dung pro Falle gefüllt waren. Jeder Teebeutel wurde mit einem Stück Gummiband verschnürt und etwa 5 cm über der Konservierungsflüssigkeit in der Mitte eines Drahtnetzes aufgehängt, welches über den Fangbecher gespannt war (siehe Abbildung 2).

Zwischen Mai und Juli 2022 gab es drei jeweils einwöchige Fangperioden:

- 1.: 24. bis 31. Mai
- 2.: 23. bis 30. Juni und
- 3.: 22. bis 29. Juli.

So ergaben sich für beide Flächen Proben von insgesamt 72 Bodenfallen. Da allerdings während der Fangperioden sieben Fallen durch den Tritt von Weidetieren zerstört wurden, standen für die Auswertung schließlich 65 Proben zur Verfügung. Außerdem wurden am 31. Mai, 30. Juni und 29. Juli 2022 jeweils zwei Dunghaufen (ohne Erde, ~ 0,82 kg) pro Untersuchungsfläche eingesammelt. Die Probennahme erfolgte an schätzungsweise ein bis drei Tage alten Dunghaufen, die durch eine dünne Krustenbildung bei noch hoher innerer Feuchtigkeit gekennzeichnet waren (Abb. 3). Die Dunghaufen wurden im Labor geschwemmt und die auf der



Abbildung 2: Die mit einem Gitter geschützten beköderten Barber-Fallen (Fotos: H. Markant)



Abbildung 3: Zustand des direkt beprobten Rinderdungs (Foto: H. Markant)

Wasseroberfläche schwimmenden wirbellosen Tiere wurden abgesammelt.

Für die Auswertung wurden ausschließlich Käfer der Überfamilie Scarabaeoidea, die weit überwiegend als Dungkäfer leben, berücksichtigt. Die erwachsenen Individuen wurden bis auf Artniveau bestimmt (FREUDE et al. 1969; BUNALSKI 1999). Darüber hinaus wurde anhand der deutschlandweiten Roten Liste die Gefährdungskategorie jeder Art ermittelt (SCHAFFRATH 2021). Die Ergebnisse wurden im Institut für Ökologie der Leuphana Universität Lüneburg überprüft und bestätigt.

Die Artenzusammensetzung von den Flächen A und B wurde vergleichend betrachtet. Zudem wurden die vorkommenden Arten nach dem jeweiligen Nisttyp (parakoprid, telekoprid und endokoprid) vergleichend eingeordnet (BUSE et al. 2015). Um die Vielfalt und Abundanz der Dungkäfer in den beiden verschiedenen Untersuchungsgebieten zu bewerten, wurden die Gesamtzahl der Individuen, die Anzahl der Arten und die Biomasse für jede Bodenfalle ermittelt. Für die Analyse wurden die Daten aus den Monaten Mai, Juni und Juli pro Bodenfalle zusammengefasst. Die Biomasse der Dungkäfer wurde ermittelt, indem die Körpertrockenmasse jeder Art als Proxy berechnet und dann mit der Anzahl der Individuen pro Art multipliziert wurde (ULRICH 2007). Zusätzlich wurde der Shannon-Index berechnet,

welcher die Vielfalt der Arten in einer Gemeinschaft misst (SUPRIATNA 2018). Fehlende Daten, die durch den Verlust von Fallen aufgrund von Viehschäden verursacht wurden, wurden durch den Wert der ungestörten Fallen des jeweiligen Untersuchungsgebiets und Zeitraums ersetzt (KOTZE et al. 2012).

Zum Vergleich der beiden Weiden wurde der Wilcoxon-Rangsummentest, auch bekannt als Mann-Whitney-U-Test, für unabhängige Stichproben durchgeführt. Die beiden Weiden wurden hinsichtlich der Anzahl der gefangenen Dungkäferindividuen, der Anzahl der Dungkäferarten, der Biomasse und des mittleren Shannon-Index pro Bodenfalle verglichen.

3 Ergebnisse

Während des Untersuchungszeitraums wurden mit beiden Methoden der Datensammlung insgesamt 4.595 Käfer gefangen, von denen 1.139 Individuen Dungkäfer waren (Tab. 1). Sie gehörten ausschließlich zur Familie Scarabaeidae. Die gefangenen Individuen verteilten sich auf 17 Arten aus den Unterfamilien Scarabaeinae (5 Arten) und Aphodiinae (12 Arten) (Tab. 2).

In der Gesamtzahl waren die endokopriden Arten (11) insgesamt häufiger als die parakopriden mit sechs Arten (Tab. 2). Das zeigte sich auch auf der Ebene der Individuenzahlen. Signifikante Unterschiede zwischen den zwei Weideflächen waren diesbezüglich nicht erkennbar.

Tabelle 1: Anzahl der Individuen pro Familie auf den Flächen ohne (A) und mit (B) Anwendung von Moxidectin für beide Methoden der Datensammlung zusammen

Family		Fläche A	Fläche B	Gesamt
<i>Byrrhidae</i>	Pillenkäfer	/	1	1
<i>Cantharidae</i>	Weichkäfer	3	3	6
<i>Carabidae</i>	Laufkäfer	1.148	200	1.348
<i>Cerambycidae</i>	Bockkäfer	/	2	2
<i>Chrysomelidae</i>	Blattkäfer	/	1	1
<i>Coccinellidae</i>	Marienkäfer	5	7	12
<i>Curculionidae</i>	Rüsselkäfer	23	32	55
<i>Elateridae</i>	Schnellkäfer	22	22	44
<i>Histeridae</i>	Stutzkäfer	87	26	113
<i>Hydrophilidae</i>	Wasserkäfer	557	47	604
<i>Nitidulidae</i>	Glanzkäfer	11	27	38
<i>Scarabaeidae</i>	Blatthornkäfer	971	168	1.139
<i>Silphidae</i>	Aaskäfer	30	12	42
<i>Silvanidae</i>	Raubblattkäfer	/	1	1
<i>Staphylinidae</i>	Kurzflügelkäfer	542	646	1.188
<i>Tenebrionidae</i>	Schwarzkäfer	/	1	1
Gesamt		3.399	1.196	4.595



Abbildung 4: *Onthophagus vacca*
(Foto: H. Markant)

Nach der Roten Liste sind alle gefangenen Arten als nicht gefährdet eingestuft, mit Ausnahme von *Onthophagus vacca* (Abb. 4). Diese Art ist als ausgestorben eingestuft. Ein Individuum dieser Art wurde auf der Weide A gefangen (SCHAFFRATH 2021).

Tabelle 2: Individuenzahlen pro Art (Coleoptera: Scarabaeidae) auf Flächen ohne (A) und mit (B) Moxidectin-Anwendung für beide Fangmethoden kombiniert, mit Reproduktionstyp nach SCHAFFRATH (2021) und BUSE et al. (2015) und Vergleich des Vorkommens von Dungkäferarten in Barber-Fallen und Dunghaufen

Arten	Reproduktion	Fläche A	Fläche B	Barber-Fallen	Dunghaufen
Unterfamilie Scarabaeinae					
<i>Onthophagus coenobita</i> (Herbst, 1783)	parakoprid	23	6	✓	✓
<i>Onthophagus fracticornis</i> (Preyssler, 1790)	parakoprid	1	/	✓	×
<i>Onthophagus nuchicornis</i> (Linnaeus, 1758)	parakoprid	65	1	✓	✓
<i>Onthophagus similis</i> (Scriba, 1790)	parakoprid	92	8	✓	✓
<i>Onthophagus vacca</i> (Linnaeus, 1767)	parakoprid	1	/	×	✓
Unterfamilie Aphodiinae					
<i>Acrossus depressus</i> (Kugelann, 1792)	endokoprid	5	3	✓	✓
<i>Acrossus luridus</i> (Fabricius, 1775)	endokoprid	1	/	×	✓
<i>Acrossus rufipes</i> (Linnaeus, 1758)	endokoprid	20	15	✓	✓
<i>Agrilinus ater</i> (De Geer, 1774)	endokoprid	5	17	✓	✓
<i>Aphodius fmetarius</i> (Linnaeus, 1758)	endokoprid	10	6	✓	✓
<i>Calamosternus granarius</i> (Linnaeus, 1767)	endokoprid	141	27	✓	✓
<i>Chilothonax distinctus</i> (O.F. Müller, 1776)	endokoprid	7	52	✓	×
<i>Chilothonax conspurcatus</i> (Linnaeus, 1758)	endokoprid	/	1	✓	×
<i>Coloboapterus erraticus</i> (Linnaeus, 1758)	parakoprid	98	21	✓	✓
<i>Melinopterus prodromus</i> (Brahm, 1780)	endokoprid	1	/	✓	×
<i>Melinopterus sphaclatus</i> (Panzer, 1798)	endokoprid	497	2	✓	✓
<i>Teuchestes fossor</i> (Linnaeus, 1758)	endokoprid	4	9	✓	✓
Gesamt		971	168		

Die am häufigsten vorkommende Dungkäferart war *Melinopterus sphaclatus*, auf die 39,4 % der Gesamtfänge entfielen. Davon wurden 99,5 % auf Fläche A gefangen. Die zweithäufigste Art war *Calamosternus granarius* mit einem Anteil von

14,7 % an den Gesamtfängen. Auch diese Art wurde zu 83,9 % auf der Weide (Fläche A) gefunden, auf der kein Moxidectin verabreicht wurde (Tab. 2).

Tabelle 3: Zusammenfassung der Ergebnisse des Wilcoxon-Rangsummentests für die Anzahl der Dungkäferindividuen, die Biomasse, die Anzahl der Arten und den Shannon-Index pro Barber-Falle für beide Flächen

	Anzahl der Individuen		Biomasse		Anzahl der Arten		Shannon-Index	
	A	B	A	B	A	B	A	B
Median	36	18	138	53,4	6	5,33	0,497	0,442
IQR	70,5	3,5	187	36,2	3,1	2,34	0,309	0,275
Wilcoxon-Teststatistik	113		116		93		84	
p-Wert	0,01906		0,01004		0,2341		0,5066	
z-Wert	-2,344355		-2,574449		-1,189864		-0,6641411	
Effektgröße (r)	0,479		0,526		0,243		0,136	
Effektgrößenkonventionen	mittel		stark		schwach		schwach	

11 der 17 festgestellten Arten wurden mit beiden Fangmethoden gefangen (Tab. 2). Die Arten *Acrossus luridus* und *Onthophagus vacca* wurden mit den Bodenfallen nicht gefangen. Bei der Untersuchung der Dunghaufen wurden die Arten *Chilothonax distinctus*, *Chilothonax conspurcatus*, *Melinopterus prodromus* und *Onthophagus fracticornis* nicht gefunden. Für eine statistische Überprüfung einer möglichen Wirkung von Moxidectin auf Dungkäfer wurden die mittels Bodenfallen gefangenen Dungkäfer zugrunde gelegt. Die Gesamtzahl der gefangenen Dungkäferindividuen war auf der Weide ohne Moxidectin-Behandlung signifikant höher ($p = 0,01906$). Die

mittlere Biomasse auf Fläche A betrug 138 mg pro Bodenfalle und auf Fläche B 53,4 mg. Die Biomasse ist auf der Fläche A pro Barber-Falle signifikant höher als auf der Fläche B ($p = 0,01004$). Auf der Weide, auf der kein Moxidectin verabreicht wurde, wurden etwa 5,8-mal mehr Dungkäferindividuen gefangen. Es wurde kein signifikanter Unterschied zwischen den gezählten Arten auf den beiden Flächen festgestellt ($p = 0,2341$). Die mittlere Artenzahl auf Fläche A betrug 6 und auf Fläche B 5,33. Auch bei der Betrachtung des Shannon-Index konnte kein signifikanter Unterschied zwischen den beiden Weiden festgestellt werden ($p = 0,5066$) (Tab. 3).

4 Diskussion

Wirkstoffe wie Moxidectin können Dungarthropoden unterschiedlich stark schädigen und zum Aussterben oder zur Dezimierung von Arten führen (JOCHMANN und BLANCKENHORN 2016). Durch die Analyse der Zusammensetzung der Dungkäferpopulationen sind Hinweise darauf zu erwarten, welche Arten am stärksten von Moxidectin betroffen sind. Dazu ist der Fortpflanzungsmodus von Bedeutung. Die meisten Arten der Unterfamilie Aphodiinae gehören zu den endokopriden Arten und Arten der Unterfamilie Scarabaeinae zu den parakopriden Arten. Die endokopriden Arten machten mit 72,3 % die Mehrheit der gesamten Dungkäferfänge aus. In der gemäßigten Zone kommen überwiegend endokopride Arten vor (CAMBEFORT und HANSKI 1991). Die Verteilung zwischen endokopriden und parakopriden Arten ist auf beiden Weiden ähnlich. Daraus lässt sich schließen, dass Moxidectin keine Auswirkungen auf die Zusammensetzung der Population in Bezug auf den Reproduktionstyp hatte.

Es liegt nahe, dass der Unterschied in der Abundanz der Dungkäferpopulationen auf den beiden Weiden auf die Behandlung der Weidetiere mit Moxidectin zurückzuführen ist. Es ist aber auch zu beachten, dass Artenzusammensetzung und Artenreichtum einer Mistkäfergemeinschaft auch von Faktoren wie

Weidedichte, Weidekontinuität, Weidetierarten, klimatischen und geografischen Schwankungen beeinflusst werden (PAULER et al. 2019; BUSE et al. 2021; BUSE et al. 2015). Verschiedene Studien haben bereits gezeigt, dass makrozyklische Laktone schlecht verstoffwechselt und hauptsächlich mit dem Kot der behandelten Tiere ausgeschieden werden (JOCHMANN und BLANCKENHORN 2016; HEMPEL et al. 2006; LUMARET und ERROUSSI 2002). Daher kann der Wirkstoff auch den Stoffwechsel von Nicht-Zielarten schädigen. Koprophage Insekten wie Dungkäfer (Coleoptera: Scarabaeidae) sind diesen Rückständen ausgesetzt, und oft werden sowohl letale als auch subletale Wirkungen beobachtet, da sie zur gleichen taxonomischen Gruppe oder sogar zur gleichen Gattung gehören wie einige Parasiten (STRONG und JAMES 1992). Wenn die Abundanz reduziert wird, wird der Dung langfristig langsamer und unvollständig abgebaut. Je länger der Abbau dauert, desto weniger Vegetation wächst und desto weniger Futterfläche bleibt übrig, was sich wiederum negativ auf den Viehbestand auswirkt. Darüber hinaus fehlt die biologische Schädlingsbekämpfung und Bodendüngung durch die Dungkäfer. Durch die Beseitigung des Dungs hingegen verringern sie das Krankheitsrisiko für das Rind, und durch das Vergraben des Dungs versorgen sie tiefere Bodenschichten mit Nährstoffen.

Im Allgemeinen erfüllen Dungkäfer wichtige und meist auch wirtschaftlich nützliche Funktionen für den Menschen, indem sie den Nährstoffkreislauf, die Bodenbelüftung, die sekundäre Samenverbreitung und die Schädlingsbekämpfung positiv beeinflussen. Der wirtschaftliche Wert der Ökosystemleistungen von Mistkäfern pro Jahr, wird in den Vereinigten Staaten auf etwa 380 Millionen US-Dollar geschätzt (LOSEY und VAUGHAN 2006).

Bisherige Studien zur unmittelbaren Wirkung von Moxidectin auf koprophage Insekten zeichnen ein heterogenes Bild. WARDHAUGH et al. (2001) untersuchten die Fäkalien von sechs unbehandelten Rindern und sechs Rindern, die mit Moxidectin nach der Pour-on-Methode (topische Anwendung; 0,5 mg/kg Körpergewicht) behandelt wurden. Ziel war es, die letalen und subletalen Wirkungen der Arzneimittelrückstände auf die Dungkäferart *Onthophagus taurus* (Scarabaeidae) zu untersuchen. Zu diesem Zweck wurden die Überlebensrate sowohl der frisch geschlüpften als auch der ausgewachsenen Käfer, die Brutproduktion, die Entwicklungsrate der Jungtiere und die Überlebensrate vom Ei bis zum ausgewachsenen Tier untersucht. In diesem Fall gab es keine Hinweise auf eine nachteilige Wirkung von Moxidectin auf die Dungkäferart (WARDHAUGH et al. 2001). In einer Studie von DOHERTY et al. (1994) wurden

Moxidectin und Abamectin (200 µg/kg Körpergewicht) zu verschiedenen Mengen Rinderdung im Labor hinzugegeben (Konzentration von 4–512 µg/kg Mist). Die unterschiedlichen Mengen wurden zugegeben, um die zeitabhängige Abnahme der Wirkstoffe durch biotische und abiotische Abbauprozesse zu berücksichtigen. Für diese Analyse wurden im Labor aufgezogene Individuen verwendet. Das Ergebnis zeigte, dass Moxidectin eine larvizide Wirkung auf die Arten *Onthophagus gazella* (Coleoptera: Scarabaeidae) und *Haematobia irritans exigua* (Diptera: Muscidae) hatte. Die Toxizität war jedoch 64-mal geringer als die des anderen getesteten Wirkstoffes, Abamectin (DOHERTY et al. 1994). Die Studienergebnisse von STRONG und WALL (1994) bestätigen eine geringere Toxizität von Moxidectin auf koprophage Insekten im Vergleich zu Ivermectin nach einer Standardinjektionsbehandlung bei Rindern (200 µg/kg Körpergewicht). Eine Studie von MANNING et al. (2018) befasst sich mit dem Einsatz von Moxidectin (1 ml/10 kg Körpergewicht) bei Rindern als Alternative zu anderen makrozyklischen Laktonen mit höherer Toxizität. Sie untersuchten die Auswirkungen der Moxidectin-Rückstände in Kuhdung auf das Überleben, die Fortpflanzungsleistung und die Funktionsweise von zwei Dungkäferarten, die unterschiedlich empfindlich auf die Intensivierung der Landwirtschaft

reagieren. Die Überlebensrate der empfindlichen Art *Geotrupes spiniger* (Scarabaeidae) verringerte sich um 43 %. Die Überlebensrate der unempfindlichen Art *Acrossus rufipes* (Scarabaeidae) war jedoch nicht verändert (MANNING et al. 2018). Die Europäische Arzneimittelagentur (EMA) empfiehlt, die Freisetzung von Moxidectin in die Umwelt so weit wie möglich zu begrenzen und Behandlungen nur bei Bedarf und nicht als prophylaktische Langzeitbehandlungen durchzuführen (EMA 2017). Sie forderte bereits 2017 eine Überarbeitung der Produktinformation und die Durchführung einer Studie zum Verhalten des Wirkstoffes in der Umwelt. Bisher wird in der Produktinformation des Arzneimittels CYDECTIN® 10% LA lediglich auf Risiken für Algen, Krebstiere und Fische hingewiesen (ZOETIS 2018). Außerdem wurde eine Neubewertung des Nutzen-Risiko-Verhältnisses empfohlen (EMA 2017). Um die Datenqualität zu gewährleisten und die Vergleichbarkeit der Ergebnisse zu ermöglichen, sollten die Tests nach standardisierten internationalen Richtlinien durchgeführt werden. Es ist wichtig, alle Dungkäferarten zu berücksichtigen, da nach den bisherigen Befunden verschiedene Arten unterschiedlich betroffen sind. Außerdem sollte die verabreichte Wirkstoffmenge standardisiert werden, um vergleichbare Testergebnisse zu gewährleisten.

Eine Studie von SOMMER et al. (1992) zeigte, dass die Konzentration von Ivermectin, welches wie Moxidectin ebenfalls zu den makrozyklischen Laktonen gehört, auch von der verwendeten Darreichungsform und folglich von der Metabolisierungsrate abhängt. Untersucht wurden die subkutane Injektion und die Pour-on-Methode (topische Anwendung), wobei die geringere Bioverfügbarkeit des Wirkstoffs bei der Pour-on-Behandlung aufgrund von Verlusten oder des Einschlusses in der Haut untersucht wurde. Bei der Pour-on-Behandlung werden die Arzneimittel langsamer und über einen längeren Zeitraum metabolisiert (SOMMER et al. 1992). Es wäre gut, wenn mit einem solchen Ansatz auch der Wirkstoff Moxidectin untersucht würde. Wenn der Verlauf der zeitlichen Abnahme der Konzentration von Moxidectin bekannt ist, könnten die behandelten Rinder erst nach einer entsprechenden Zeit auf die Weide gelassen werden, um zu verhindern, dass zu hohe Konzentrationen in die Umwelt gelangen. Hierbei muss jedoch auch beachtet werden, dass der Kuhdung nicht auf die Felder ausgebracht wird.

Grundsätzlich sollten Regelungen für den Einsatz von Antiparasitika immer die Tiergesundheit und den Insektenschutz gleichermaßen berücksichtigen. Dies gilt nicht nur, aber auch und besonders für die geschützten Nutzflächen in einem Biosphärenreservat.

Literatur

- BLANCKENHORN, W. U.; PUNIAMOORTHY, N.; SCHEFFCZYK, A.; RÖMBKE, J. (2013): Evaluation of eco-toxicological effects of the parasiticide moxidectin in comparison to ivermectin in 11 species of dung flies. In: *Ecotox Environ Safe* 89, S. 15–20. DOI: 10.1016/j.ecoenv.2012.10.030.
- BOXALL, A. B. A.; SHERRATT, T. N.; PUDNER, V.; POPE, L. J. (2007): A screening level index for assessing the impacts of veterinary medicines on dung flies. In: *Environ Sci Technol* 41 (7), S. 2630–2635. DOI: 10.1021/es0618705.
- BUNALSKI, M. (1999): Die Blatthornkäfer Mitteleuropas. Coleoptera, Scarabaeoidea; Bestimmung – Verbreitung – Ökologie. 1. Aufl. Bratislava: Slamka.
- BUSE, J.; FÖRSCHLER, M. I.; ILLI, M. (2021): Extensive Beweidung mit Rindern als Maßnahme des Insektenschutzes – Auswirkungen auf Dungkäfergemeinschaften im Nordschwarzwald. In: *Naturschutz und Landschaftsplanung* 53 (7), S. 18–25. DOI: 10.1399/NuL.2021.07.02.
- BUSE, J.; ŠLACHTA, M.; SLADECEK, F. X. J.; PUNG, M.; WAGNER, T.; ENTLING, M. H. (2015): Relative importance of pasture size and grazing continuity for the long-term conservation of European dung beetles. In: *Biol Conserv* 187, S. 112–119. DOI: 10.1016/J.BIOCON.2015.04.011.
- CAMBEFORT, Y.; HANSKI, I. (1991): Dung Beetle Population Biology. In: I. HANSKI und Y. CAMBEFORT (Hg.): *Dung Beetle Ecology*: Princeton University Press, S. 37–50.
- DOHERTY, W. M.; STEWART, N. P.; COBB, R. M.; KEIRAN, P. J. (1994): In-Vitro Comparison of the Larvicidal Activity of Moxidectin and Abamectin Against *Onthophagus gazella* (F.) (Coleoptera: Scarabaeidae) and *Haematobia irritans exigua* De Meijere (Diptera: Muscidae). In: *Aust J Entomol* 33 (1), S. 71–74. DOI: 10.1111/j.1440-6055.1994.tb00924.x.
- EMA (2017): Moxidectin-containing veterinary medicines used in cattle, sheep and horses. Online verfügbar unter: <https://www.ema.europa.eu/en/medicines/veterinary/referrals/moxidectin-containing-veterinary-medicines-used-cattle-sheep-horses>, zuletzt geprüft am 22.03.2022.
- ERROUSSI, F.; ALVINERIE, M.; GALTIER, P.; KERBOEUF, D.; LUMARET, J. P. (2001): The negative effects of the residues of ivermectin in cattle dung using a sustained-release bolus on *Aphodius constans* (Duft.) (Coleoptera: Aphodiidae). In: *Vet Res* 32 (5), S. 421–427. DOI: 10.1051/vetres:2001134.
- FARTMANN, T.; JEDICKE, E.; STUHLREHER, G.; STREIBERGER, M. (2021): *Insektensterben in Mitteleuropa. Ursachen und Gegenmaßnahmen*. Stuttgart: Verlag Eugen Ulmer.

- FRANK, K.; HÜLSMANN, M.; ASSMANN, T.; SCHMITT, T.; BLÜTHGEN, N. (2017): Land use affects dung beetle communities and their ecosystem service in forests and grasslands. In: *Agric Ecosyst Environ* 243, S. 114–122. DOI: 10.1016/j.agee.2017.04.010.
- FREUDE, H.; HARDE, W.; LOHSE, G.; KLAUSNITZER, B. (1969): Die Käfer Mitteleuropas. Tereidilia, Heteromera, Lamellicornia. Krefeld: Goecke & Evers Verlag (8).
- HECKENROTH, H.; PRÜTER, J.; HOLLERBACH, S.; NIEDERHOFF, H.-J. (2012): Revitalisierung der Sudeniederung durch großräumige Beweidung im Biosphärenreservat „Niedersächsische Elbtalau“. In: *Modellprojekte zur Erhaltung und nachhaltigen Nutzung der biologischen Vielfalt in den deutschen Biosphärenreservaten*, S. 67–79.
- HEMPEL, H.; SCHEFFCZYK, A.; SCHALLNASS, H.-J.; LUMARET, J.-P.; ALVINERIE, M.; RÖMBKE, J. (2006): Toxicity of four veterinary parasiticides on larvae of the dung beetle *Aphodius constans* in the laboratory. In: *Environ Toxicol Chem* 25 (12), S. 3155–3163. DOI: 10.1897/06-022r2.1.
- JOCHMANN, R.; BLANCKENHORN, W. U. (2016): Non-target effects of ivermectin on trophic groups of the cow dung insect community replicated across an agricultural landscape. In: *Basic Appl Ecol* 17 (4), S. 291–299. DOI: 10.1016/j.baae.2016.01.001.
- KOTZE, D. J.; O'HARA, R. B.; LEHVÄVIRTA, S. (2012): Dealing with varying detection probability, unequal sample sizes and clumped distributions in count data. In: *PloS one* 7 (7). DOI: 10.1371/journal.pone.0040923.
- LOSEY, J. E.; VAUGHAN, M. (2006): The Economic Value of Ecological Services Provided by Insects. In: *BioScience* 56 (4), S.311. DOI:10.1641/0006-3568(2006)56[311:TEVOES]2.0.CO;2.
- LUMARET, J.-P.; ERROUSSI, F. (2002): Use of anthelmintics in herbivores and evaluation of risks for the non target fauna of pastures. In: *Vet Res* 33 (5), S. 547–562. DOI: 10.1051/vetres:2002038.
- MADSEN, M.; OVERGAARD NIELSEN, B. ; HOLTER, P.; PEDERSEN, O. C.; BROCHNER JESPERSEN, J. ; VAGN JENSEN, K.-M.; NANSEN, P.; GRØNVOLD, J. (1990): Treating Cattle with Ivermectin: Effects on the Fauna and Decomposition of Dung Pats. In: *J Appl Ecol* 27 (1), S. 1. DOI: 10.2307/2403564.
- MANNING, P.; LEWIS, O. T.; BEYNON, S. A. (2018): Effects of the veterinary anthelmintic moxidectin on dung beetle survival and dung removal. In: *Entomol Exp Appl* 166 (10), S. 810–817. DOI: 10.1111/eea.12730.
- NICHOLS, E.; SPECTOR, S.; LOUZADA, J.; LARSEN, T.; AMEZQUITA, S.; FAVILA, M. E. (2008): Ecological functions and ecosystem services provided by Scarabaei-

- nae dung beetles. In: *Biol Conserv* 141 (6), S. 1461–1474. DOI: 10.1016/j.biocon.2008.04.011.
- OPENSTREETMAP MITWIRKENDE (2023): Location of the two study areas. Online verfügbar unter: <https://www.orchids.de/haynold/koordinatenermittler2/#>.
- PAULER, C. M.; ISSELSTEIN, J.; BRAUNBECK, T.; SCHNEIDER, M. K. (2019): Influence of Highland and production-oriented cattle breeds on pasture vegetation: A pairwise assessment across broad environmental gradients. In: *Agric Ecosyst Environ* 284. DOI: 10.1016/j.agee.2019.106585.
- SCHAFFRATH, U. (2021): Rote Liste und Gesamtartenliste der Blatthornkäfer (Coleoptera: Scarabaeoidea) Deutschlands. In: M. RIES, S. BALZER, H. GRUTTKE, H. HAUPT, N. HOFBAUER, G. LUDWIG und G. MATZKE-HAJEK (Hg.): Rote Liste gefährdeter Tiere, Pflanzen und Pilze Deutschlands, Bd. 5. Münster: Landwirtschaftsverlag (5), S. 189–266.
- SOMMER, C.; STEFFANSEN, B.; NIELSEN, B. OVERGAARD; GRØNVOLD, J.; VAGN JENSEN, K.-M.; BRØCHNER JESPERSEN, J.; SPRINGBORG, J.; NANSEN, P. (1992): Ivermectin excreted in cattle dung after subcutaneous injection or pour-on treatment: concentrations and impact on dung fauna. In: *Bull Entomol Res* 82 (2), S. 257–264. DOI: 10.1017/S0007485300051804.
- STRONG, L.; JAMES, S. (1992): Some effects of rearing the yellow dung fly *Scatophaga stercoraria* in cattle dung containing ivermectin. In: *Entomol Exp Appl* 63 (1), S. 39–45. DOI: 10.1111/j.1570-7458.1992.tb02417.x.
- STRONG, L.; WALL, R. (1994): Effects of ivermectin and moxidectin on the insects of cattle dung. In: *Bull Entomol Res* 84 (3), S. 403–409. DOI: 10.1017/S0007485300032533.
- SUPRIATNA, J. (2018): Biodiversity Indexes: Value and Evaluation Purposes. In: *E3S Web Conf* 48, S. 1001. DOI: 10.1051/e3sconf/20184801001.
- ULRICH, W. (2007): Body weight distributions of central European Coleoptera. In: *Eur J Entomol* 104 (4), S. 769–776. DOI: 10.14411/eje.2007.098.
- WARDHAUGH, K. G.; LONGSTAFF, B. C.; MORTON, R. (2001): A comparison of the development and survival of the dung beetle, *Onthophagus taurus* (Schreb.) when fed on the faeces of cattle treated with pour-on formulations of eprinomectin or moxidectin. In: *Vet Parasitol* 99 (2), S. 155–168. DOI: 10.1016/S0304-4017(01)00451-4.
- YANG, L. H.; GRATTON, C. (2014): Insects as drivers of ecosystem processes. In: *Curr Opin Insect Sci* 2, S. 26–32. DOI: 10.1016/j.cois.2014.06.004.

ZOETIS (2018): Cydectin® 10% LA. Fachinformation in Form der Zusammenfassung der Merkmale des Tierarzneimittels. Online verfügbar unter https://www2.zoetis.de/content/_assets/PDFs/Cydectin-10-Prozent-LA-Cattle.pdf, zuletzt geprüft am 20.03.2023.

Anschrift der Verfasserin:
Hannah Markant
Anklamer Straße 93
17489 Greifswald
hannah.markant@posteo.de