

Erstaufnahme der Carabidenfauna eines Ackers in Brandenburg
im Rahmen eines Pilotversuchs
zur Anwendung von Humus aus Inhalten aus Trockentoiletten



Abb. 1: Versuchsfeld (eigene Aufnahme, 2021).

Bachelorarbeit

im Rahmen des Studiengangs

International Forest Ecosystem Management (B.Sc.)

der Hochschule für Nachhaltige Entwicklung Eberswalde

Erstgutachter: Prof. Dr. Andreas Linde
Zweitgutachter: Prof. Dr. Jörg Schumacher
vorgelegt von: Laila Tarouquella

[Redacted]

Abgabetermin: 28.02.2023

Inhaltsverzeichnis

Abbildungsverzeichnis.....	II
Tabellenverzeichnis.....	II
Anhangsverzeichnis.....	III
Abkürzungsverzeichnis.....	III
1.Einleitung und theoretischer Hintergrund.....	3
Zielstellung.....	4
2.Methodik.....	5
2.1 Beschreibung der Versuchsfläche.....	5
2.2 Versuchsstreifen und Fallenposition.....	6
2.3 Fallenaufstellung (nach Barber).....	7
2.4 Taxonomische Einteilung.....	9
2.5 Diversitätsindizes.....	10
3.Ergebnisse.....	12
3.1 Präsenz und Aktivitätsabundanz.....	13
3.2 Dominanzverteilung.....	16
3.3 Habitatansprüche.....	19
3.4 Diversitätsindizes Shannon Weaver & Evenness.....	21
3.5 Similarityindizes Sörensen & Renkonen.....	21
3.6 Meteorologische Gegebenheiten.....	23
3.7 Bodendaten.....	24
4.Interpretation & Diskussion.....	25
6.Fazit.....	27
7.Literaturverzeichnis.....	28
8.Abschließende Erklärung.....	31
9.Anhang.....	32

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 01	Versuchsfeld (eigene Aufnahme, 2021).	Deckblatt
Abbildung 02	Satellitenaufnahme des Untersuchungsgebiets (eigene Darstellung nach Google, 2022).....	5
Abbildung 03	Darstellung der Aufteilung der Versuchsstreifen (E-Mail Korrespondenz Boness, J.O., 2021, Unveröffentlichte Arbeit).....	6
Abbildung 04	Falle mit Plastiküberdeckung (eigene Aufnahme, 2021).....	7
Abbildung 05	Falle und Zylinder im Boden (eigene Aufnahme, 2021).....	7
Abbildung 06	Fallenposition mittels GPS-Gerät und QGIS (eigene Daten in QGIS; osm-maps server, 2021).....	8
Abbildung 07	Formel Dominanz D(i) (eigene Darstellung).....	10
Abbildung 08	Formel Diversität Hs (eigene Darstellung).....	10
Abbildung 09	Formel Evenness Js (eigene Darstellung).....	11
Abbildung 10	Formel Similarity Sørensen Qs (eigene Darstellung).....	11
Abbildung 11	Formel Similarity Renkonen Re (eigene Darstellung).....	11
Abbildung 12	Vollständige Kodierung aller Fallen (eigene Darstellung).....	12
Abbildung 13	Abundanz der eudominanten, dominanten und subdominanten Arten von Nord nach Süd (eigene Darstellung).....	17
Abbildung 14	Dominanzverteilungen der gesamten Versuchsfläche kumuliert (eigene Darstellung).	17
Abbildung 15	Dominanzverteilungen der Gattungen nach Dünger (eigene Darstellung).	18
Abbildung 16	Dominanzverteilungen der Versuchsstreifen im Verlauf von Nord nach Süd (eigene Darstellung). . .	18
Abbildung 17	Diversitätsindizes Diversität Hs und Evenness Js (eigene Darstellung).	21
Abbildung 18	Diversitätsindizes Similarity Sørensen Qs und Renkonen Re (eigene Darstellung).	21
Abbildung 19	Temperatur der drei Fangperioden (eigene Darstellung nach DWD, 2022).	23

Tabellenverzeichnis

Tabelle 01	Streifengröße des Pilotversuchs (Quelle).....	7
Tabelle 02	Fallenverteilung (eigene Darstellung).....	7
Tabelle 03	Präsenzen in Arten und Individuen der Düngerflächen (eigene Darstellung).....	13
Tabelle 04	Übersicht über die gefundenen Individuen- und Artenanzahl (eigene Darstellung).....	14
Tabelle 05	Übersicht über relative Dauer der Fangperioden zu relativer Individuenanzahl (eigene Darstellung).....	14
Tabelle 06	Mittelwert und Standardabweichungen (eigene Darstellung).....	14
Tabelle 07	Abundanz der Arten die ausschließlich auf der jeweiligen Düngerfläche auftreten (eigene Darstellung)...	14
Tabelle 08	Präsenz der Arten und Individuen nach Düngerflächen (eigene Darstellung).....	15
Tabelle 09	Dominanzverteilung der Düngerflächen (eigene Darstellung).....	16
Tabelle 10	Identifizierte(mehr oder weniger) stenöke Arten im Verlauf Nord-Süd mit relevanter Präsenz (eigene Darstellung nach Drücker et al., 2006; Freude et al., 2004; Siering, 1997).....	19
Tabelle 11	Identifizierte Arten mit signifikanter Beziehung zum Ackerrand (eigene Darstellung nach Irmeler & Schröter, 2008).....	19
Tabelle 12	Identifizierte Arten der Roten Liste (eigene Darstellung nach Scheffler et al., 1999; Schmidt et al., 2016)...	20
Tabelle 13	Habitatsansprüche identifizierter Arten (eigene Darstellung nach Drücker et al., 2006; Freude et al., 2004; Siering, 1997).....	20
Tabelle 14	Überblickstabelle statistischer Ergebnisse (eigene Darstellung).....	22
Tabelle 15	Niederschlag des Versuchszeitraums der Wetterstation Angermünde 53°01'13"59" (eigene Darstellung nach DWD, 2022).....	23
Tabelle 16	Temperatur und Niederschlag der Sommer der letzten 10 Jahre in Übersicht der Wetterstation 53°01'13"59"Angermünde (eigene Darstellung nach DWD, 2022).....	24
Tabelle 17	Bodendaten (eigene Darstellung nach e-Mail Korrespondenz mit Boness, J.-O., 2022, Unveröffentlichte Arbeit).....	24

Anhangsverzeichnis

Anhang A Präsenz der Null-Fläche – nach Versuchsstreifen, Gesamtfläche, Fangperiode und Falle.....	32
Anhang B Präsenz der WDU-Fläche – nach Versuchsstreifen, Gesamtfläche, Fangperiode und Falle.....	33
Anhang C Präsenz der HIT-Fläche – nach Versuchsstreifen, Gesamtfläche, Fangperiode und Falle.....	34
Anhang D Präsenz der MIN-Fläche – nach Versuchsstreifen, Gesamtfläche, Fangperiode und Falle.....	35
Anhang E Dominanzverteilungen der Gattungen.....	36
Anhang F Einstufung der gefundenen Carabidae nach den Roten Listen.....	37

Abkürzungsverzeichnis

HIT	Humusdünger aus Inhalten von Trockentoiletten (äquivalent zu KIT)
KIT	Kompost aus Inhalten aus Trockentoiletten (äquivalent zu HIT)
MIN	Mineraldünger
Null	Null-Variante (ohne Nährstoffzugabe)
WDÜ	Wirtschaftsdünger (Rinderstallmist)

Abstract

Im Rahmen dieser Arbeit wird eine zeitlich und räumlich parallele Beprobung der Carabidenfauna unterschiedlich Bedingter Flächen ausgewertet und Möglichkeiten einer Gegenüberstellung der Ergebnisse mit zukünftigen Erhebungen diskutiert.

Es handelt sich dabei um eine Zustandserhebung der Carabidenpopulationen auf einen Pilotversuch für die Anwendung menschlicher Fäzies, weswegen die Ergebnisse unter dem experimentellen Ansatz deskriptiv ausgewertet werden. Möglichst viele Faktoren die sich auf die Carabidenfauna auswirken können, wie Meteorologische-, und Bodenphysiologische Gegebenheiten sowie Umgebende Strukturen werden dabei berücksichtigt.

Anhand der gefundenen Arten, der zunehmenden Diversitätsindices zum Ackerrand hin, sowie einer Tendenz xero- mesophyler Arten zur Mitte des Ackers wurde eine insgesamt typische Populationsverteilung landwirtschaftlich geprägter Räume erkenntlich. Abgesehen von einem Gradientenverlauf zum Ackerrand hin wurde kein signifikanter Unterschied weder unter den Düngermitteln noch zwischen den einzelnen Versuchsstreifen anhand der errechneten Bioindizes ersichtlich.

Grundsätzlich ist ein indirekter Einfluss unterschiedlicher Düngermittel auf die Carabidenfauna möglich, wobei dieser kontrovers diskutiert wird und größtenteils abiotischen sowie regionalspezifischen Faktoren unterlegen ist. Einzelner Parameter Erkenntlich zu machen, die sich auf Carabidenpopulationen auswirken, setzt eine Bestandesaufnahme voraus und wäre erst nach mehrjähriger Gleichbehandlung der Fläche messbar. Da der Pilotversuch unter dem die Analyse stattfand langfristig ausgelegt ist, können für zukünftige Erhebungen auf derselbigen Untersuchungsfläche unter gleichen Bedingungen die Ergebnisse dieser Arbeit als Vergleichswerte angewendet werden.

1 Einleitung

In Deutschland werden trotz des großen Düngerpotentials, Menschliche Fäkalien ausschließlich dem Abwasser zugeführt und finden als Klärschlamm erst unter hohem Energieaufwand Wiederverwertung (Mostbauer, Lenz & Unger, 2017). Trockentoiletten basieren auf Technologien die frischwassersparend sind und eine effiziente Rückgewinnung von Nährstoffen ermöglichen. Unter dem Konzept der Kreislaufwirtschaft (Schaller, Randhahn, Bösch & Michelmann, 2020), wurde die erste deutschlandweite Anlage zur effizienten und ganzheitlichen Verwertung von Inhalten aus Trockentoiletten zu Recycling-Düngern entwickelt (Finizio GmbH, 2021a). Im folgenden als HIT (Humus aus Inhalten aus Trockentoiletten) bezeichnet.

HIT besteht aus Kompost oder Gärprodukten aus menschlichen Fäzes mit definierten Zuschlagstoffen, betriebsüblichen Zuschlagstoffen wie toilettenbezogenen Stoffen (Toilettenpapier, Einstreumaterial, Reinigungsmittel) und Störstoffen (Abfälle wie Hygieneartikel, Verpackungsmüll, Glas und Inhalte aus Chemietoiletten) (Boness, J.-O., 2020).

Laut der aktuellen Gesetzeslage darf aus Menschlichen Fäkalien hergestelltes Düngermittel bislang nur mit Sondergenehmigung zu Versuchszwecken eingesetzt werden (Krause, Häfner, Augustin, Harlow, Boness & Udert, 2021). Mögliche Bedenken und die tatsächliche Düngewirkung des Materials werden anhand des Pilotversuchs aktuell untersucht. Aus einer Risikoanalyse zur Anwendung von Recyclingdünger aus menschlichen Fäkalien (Krause et al., 2021) geht hervor, dass eine gewisse Konzentration an Menschlichen Pharmazeutika im Recyclingdünger nachgewiesen wurde. Wobei allgemein wenig über die Verteilung und die ökotoxologische Wirkung deren Abbauprodukte im Boden bekannt ist. (Krause et al., 2021). In dieser Studie wurde das Priorisierungskonzept nach Konradi, Brückner & Vogel (2014) angewendet, wonach das Risiko von Medikamentenrückständen vorwiegend über die Auswirkung auf Bodenorganismen bewertet wird. Daher will die Finizio GmbH als Kooperationspartners des vom Bundesministerium für Bildung und Forschung gefördertes Forschungsprojekts zirkulierBAR (ZirkulierBAR, 2023) im Rahmen ihres Pilotprojekts durch verschiedene Untersuchungen neben der Wirksamkeit auch die Unschädlichkeit von HIT-Dünger beweisen (Finizio GmbH, 2021a). Die Erhebung der Daten erfolgen auf der Untersuchungsfläche dieses Pilotprojekts.

Wird das Ökosystem: Boden als dynamischer Lebensraum für Pflanzen, Tiere und Mikroorganismen betrachtet, so ist die Gesamtheit der Bodenlebewesen über ein komplexes Nahrungsnetz verbunden und durch Stoffkreisläufe voneinander abhängig. Diese Wechselbeziehungen zwischen Mikroflora und der Bodenfauna sind unterschiedlichen Einflussgrößen ausgesetzt (Beck et al., 1997), weswegen eine eindeutige Zuordnung von Abhängigkeiten selten gegeben ist und Bodenökologische Untersuchungen meist auf indirekte Methoden angewiesen sind (Wolters, 1996).

Als Teil der Bodenfauna leben Carabidae größtenteils epigäisch (=an der Bodenoberfläche). Einige Arten davon ernähren sich carnivor (=Tierfresser) und weisen eine starke Habitatpräferenz auf. Im Bereich des Naturschutzes und der Landschaftsplanung ist die

Eignung von Laufkäfer (Carabiden) als Indikatoren für Veränderungen der Habitatqualität und andere naturschutzbezogene Zielstellungen bereits durch unterschiedliche Veröffentlichungen belegt und findet in der Praxis regelmäßig Anwendung (Bundesamt für Naturschutz, 2017). In landwirtschaftlich geprägten Räumen zählen diese zu den Artenreichsten Insekten (Irmeler & Gürlich, 2004), wobei ein relativ guter Kenntnisstand der Biologie und Ökologie über die meisten Arten besteht (Irmeler & Ranjha, 2013; Kromp, 1999; Trautner, 2017; Thiele, 1997) .

Eine ökologische Bewertung von Flächen anhand der Carabidenpopulationen setzt eine Bestandesaufnahme voraus, wobei regionalspezifische Habitatansprüche und kurzfristige witterungsbedingte Populationsschwankungen berücksichtigt werden sollten. (Trautner & Aßmann, 1998) Insbesondere weil ihre Verbreitung größtenteils durch abiotische Faktoren bestimmt wird, wie der Strukturvielfalt von Habitaten, Bodenfeuchte und Temperatur. Nur ein geringer Anteil der dokumentierten Arten ist an spezifische Nahrung gebunden (Irmeler, 2003; Thiele, 1997).

Zielstellung

Ziel dieser Arbeit ist die Erstaufnahme der Carabidenfauna der Untersuchungsflächen unter Einbezug möglichst vieler abiotischer Faktoren zu dokumentieren. Möglichkeiten für einen zukünftigen Gegenüberstellung der unterschiedlichen Düngermittel werden diskutiert. Damit sollen mögliche Einflüsse der Anwendung von Humus aus Inhalten aus Trocken-toiletten auf Carabidenpopulationen langfristig dokumentiert werden.

2 Methodik

Im folgenden Kapitel wird näher auf die Versuchsfläche und deren geografische Lage eingegangen. Im Anschluss wird der Versuchsaufbau des Untersuchungsgebietes die Fallenpositionierung und angewendete Fangmethode dargestellt. Als Nächstes wird die Grundlage der Taxonomischen Einteilung nach Dücker et al., 2006; Harde, Lohse & Klausnitzer, 2004 und Siering, 1997 sowie abschließend die Grundlagen für die Auswertung der Ergebnisse erläutert. Für die statistische Auswertung werden folgenden Indizes angewendet: Diversität nach Shannon-Weaver (Hs), Dominanz, Evenness nach Mühlenberg (Js), Similarity nach Sörensen (Qs) und die Similarity nach Renkonen (Re).

2.1 Beschreibung der Versuchsfläche

Im Rahmen des Pilotprojektes (Finizio GmbH, 2021b; ZirkulierBAR, 2023) wurde auf dem Gelände der Schorfheide Agrar GmbH ein sechs Hektar großes Versuchsfeld angelegt (Abb. 2 und 3), auf dem streifenweise unterschiedliche Düngermittel ausgebracht und das einheitlich bewirtschaftet wird.

Geografische Lage und Vorkultur

Das Versuchsfeld befindet sich in Groß Schönebeck, Nord-Ost-Brandenburg, in der Klimastufe Tiefland, mittel (Tm) für das Ostmecklenburg-Nordbrandenburgische Jungmoränenland. Stamm Nährkraftstufen der Umliegenden Wälder sind auf Mittel bis Ziemlich Arm eingestuft worden bei einem Grundwassereinfluss von frisch bis schwach Grundfrisch (Konopatzky & Kirschner, 2013; Bolte & Hornschuch, 2009; Ministerium für Landwirtschaft, Umweltschutz und Raumordnung des Landes Brandenburg, 2004; Köhler, 2007).

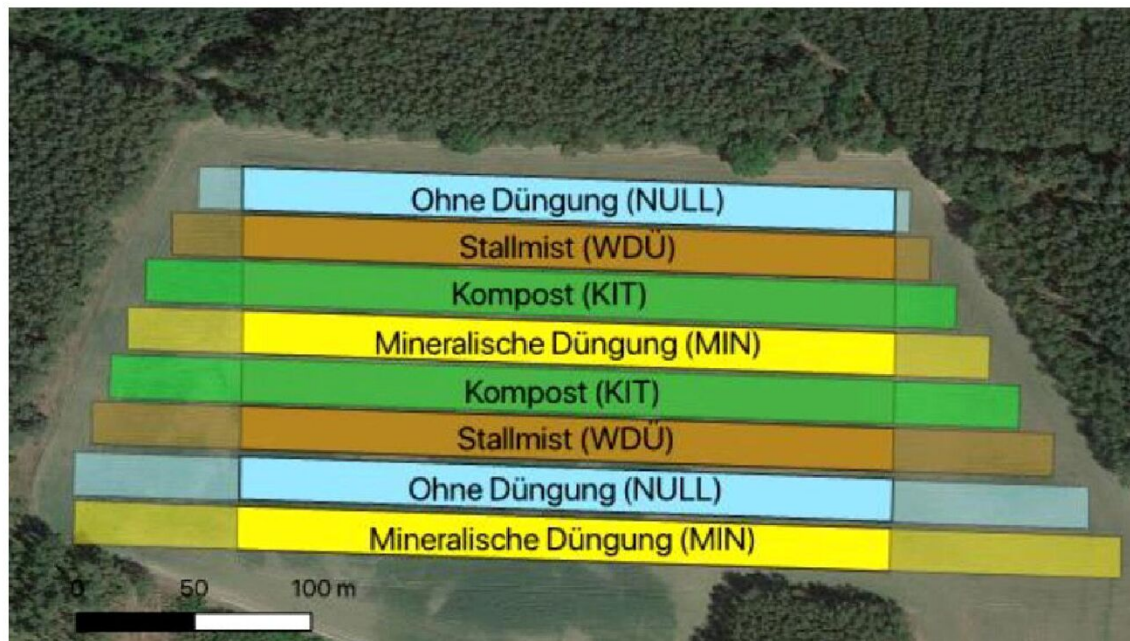
Auf dem Acker wurden vor dem Einsatz von HIT vom 15.09.2020 bis zum 01.10.2020 Sonnenblumen angepflanzt und mit Mineralischer Düngung und Jauche bedüngt (Persönliche Aussage, Boness, J.-O., Nov.2022). Die Erste Ausbringung von HIT fand am 15.11.2020 und die Aussaat vom Winterroggen am 15.11.2020 statt. Geerntet wurde August 2021 Zwischenfrucht ist das Silomais (Persönliche Aussage, Boness, J.-O., Nov.2022).

Folgende Abbildung 2 verdeutlicht die Lage der Versuchsfläche. Die umliegenden Strukturen (Wälder und Sandstraße) haben hinsichtlich der Nähe zum Acker voraussichtlich einen Einfluss auf die Versuchsergebnisse.



Abb. 2: Satellitenaufnahme des Untersuchungsgebiets (eigene Darstellung nach Google, 2022)

2.2 Versuchsstreifen und Fallenposition



*schattige Flächen = Gedüngt und nicht Beprobt; farbige Flächen = Gedüngt und Beprobt

Abb. 3: Darstellung der Aufteilung der Versuchsstreifen (E-mail Korrespondenz, Boness, J.-O., 2021, Unveröffentlichte Arbeit).

Die Versuchsstreifen wurden im Rahmen des Pilotprojekts wie in Abbildung 3 dargestellt aufgeteilt und mit den folgenden Düngern bedüngt (E-mail Korrespondenz, Boness, J.-O., 2021, Unveröffentlichte Arbeit):

- Null** Ohne Düngung (ohne Nährstoffzufuhr)
- WDU** Wirtschaftsdünger (Rinderstallmist)
- KIT** Humusdünger aus Inhalten aus Trockentoiletten (HIT)
- MIN** Mineraldünger aus flüssigem, konventionellem Stickstoffdünger mit Schwefelanteilen

Je zwei Versuchsstreifen wurden mit den oben genannten Materialien bearbeitet, es wurden somit acht Versuchsstreifen generiert. Auch wenn die Nullfläche nicht bedüngt wurde wird im Folgenden von „vier Düngerflächen“ gesprochen und meint die vier unterschiedlichen Arten der Bedüngung. Tabelle 1 zeigt die Größe der Untersuchungsflächen im Gesamten und Größe der einzelnen Streifen. Die Breite der Streifen beträgt 18 m, die Länge variiert zwischen circa 280m und circa 430m. Davon beprobt wurde jeweils eine Fläche von 5180 m² (E-mail Korrespondenz mit Boness, J.-O., 2021, Unveröffentlichte Arbeit). Tabelle 2 zeigt die schematische Aufstellung der Bodenfallen.

Streifengröße des Pilotversuchs

Gesamtgröße Flächen		Größe der Streifen		Gradient	Position	Dünger	Streifen	Position
Null	13505 m ²	Null a	5535 m ²	Norden	West	Null	1	Ost
WDU	13593 m ²	WDU a	6010 m ²		West	WDU	1	Ost
HIT	13653 m ²	HIT a	6389 m ²		West	HIT	1	Ost
MIN	14947 m ²	MIN a	6768 m ²		West	MIN	1	Ost
		HIT b	7264 m ²	Süden	West	HIT	2	Ost
		WDU b	7583 m ²		West	WDU	2	Ost
		Null b	7970 m ²		West	Null	2	Ost
		MIN b	8179 m ²		West	MIN	2	Ost
Bepropte Fläche jeweils								
5180 m ²								

Tabelle 1: Streifengröße des Pilotversuchs

Darstellung der Fallenverteilung

Tabelle 2: Darstellung der Fallenverteilung (eigene Darstellung).

2.3 Fallenaufstellung

Die Ersterhebung der Carabidenfauna auf dem Versuchsfeld findet mittels Bodenfallen nach (Barber, 1931) statt. Bei der Fangmethode nach Barber wird von einem relativ geringen Arbeitsaufwand im Verhältnis zum möglichen Aussagekraft der Ergebnisse ausgegangen. Die Fallen sind in den Boden so eingegraben, dass Imago Laufkäfer über den gesamten Fangzeitraum hineinfallen können. Die dabei ermittelten Abundanzen stellen Aktivitätsabundanzen dar (Thiele 1977).

Eine durchsichtige Plastiküberdeckung schützt die Fallen vor Regen, Kondensation und möglichen Verunreinigungen (Abb. 4). Da Laufkäfer oft im Schatten Zuflucht suchen, sind die Plastiküberdeckungen lichtdurchlässig, um mögliche Verfälschungen vorzubeugen. Die mit Fangflüssigkeit gefüllte handelsübliche Joghurtbecher (Maße 250 ml) und ein passender Plastikzylinder wurden in den Boden eingegraben (Abb. 5). Die Fangflüssigkeit besteht aus Ethanol, Glycerin, Essigsäure und Wasser.



Abb. 4: Falle mit Plastiküberdeckung (eigene Aufnahme, 2021).



Abb. 5: Falle und Zylinder im Boden (eigene Aufnahme, 2021).

Die Positionierung der Fallen erfolgte nach einer systematisch-stratifizierten Stichprobenerhebung (Wildi, 1986). Die Versuchsfläche wurde dabei den acht Düngeflächen-Streifen des Pilotversuchs entsprechend stratifiziert und systematisch erfasst (Traxler, 1997). Durch die geringe Breite der einzelnen Versuchsstreifen (=18m) und ihre unmittelbare Nähe zueinander (Tanabe, 2002) sowie der systematischen Beprobung kann der Versuchsaufbau zu Pseudoreplikationen führen, wenn keine Unabhängigkeit zwischen den Fallen mehr besteht (Hurlbert, 1984).

Aufgrund der geringen Breite der Versuchsstreifen wurden jeweils zwei Fallen pro Versuchsstreifen angelegt. Diese wurden jeweils zwölf Schritte (= zwölf Meter Augenmaß) vom am äußeren Rand der Beprobungsfläche westlich und östlich, der Versuchsstreifen positioniert. Insgesamt wurden 16 Fallen angelegt.

Die exakten Fallenpositionen wurden mittels GPS-Gerät (=gelbe Punkte) und des Verlust des GPS-Gerätes folgend mit Smartphone(=rote Punkte) ermittelt. Wie in Abbildung 6 zu beobachten, weisen die mit Smartphone aufgenommenen Koordinaten eine deutlich verstreutere Verteilung auf als das GPS-Gerät, es kann also von einer gleichmäßigen Verteilung der Fallen von Norden nach Süden ausgegangen werden.



Abb. 6: Fallenpositionen mittels GPS-Gerät und QGIS (eigene Datenerhebung, Quelle QGIS; osm-maps server).

Der Fangzeitraum umfasst 57 Tage insgesamt und erstreckte sich von Anfang Juni bis Ende Juli 2021, durch drei Leerungen ergeben sich folgende Fangperioden:

1. Fangperiode	01.06.21 – 02.07.21	32 Tage
2. Fangperiode	02.07.21 – 20.07.21	18 Tage
3. Fangperiode	20.07.21 – 27.07.21	7 Tage

Die dritte Fangperiode wurde aufgrund des Einsatzes von Erntemaschinen vorzeitig abgebrochen.

2. 4 Taxonomische Einteilung

Eine Identifikation der gefangenen Lebewesen erfolgt exklusiv für Carbiden und nicht für Beifänge, aufgrund der extrem hoher Abundanz an gefangenen Laufkäferindividuen (=Carabidae) bei relativ geringer Abundanz an Beifängen.

Die Taxonomische Einteilung der Laufkäfer wurde im Labor der Hochschule für Nachhaltige Entwicklung mithilfe eines Binokulars über das Wintersemester 2021 in Rücksprache mit Prof. Kolling basierend auf folgender Literatur Freude et al., 2004; Dücker et al., 2006 und Siering, 1997 Zwei Vergleichssammlungen vorheriger Bachelorarbeiten wurden zum Abgleichen der Arten verwendet und ein Schaukasten aller gefundenen Arten pro Versuchsstreifen zusammengestellt. Wegen dem geringen Erfahrungswert in der Laufkäferbestimmung bei einer unerwartet hohen Vielfalt und Abundanz hätte die genau Bestimmung aller Arten den Rahmen der Bachelorarbeit gesprengt. Weswegen bei Arten dessen Bestimmung eine Genitalpräparation voraussetzen die Taxonomische Einteilung bis auf die Gattung hin beschränkt wurde. Die Einteilung in Artengruppen fand anhand der Ableitungen im Bestimmungsschlüssel ebenso wie deutlicher morphologischen Unterschiede statt. Für die Einteilung der relativen Häufigkeit wurden folgende Rote Listen mit berücksichtigt: Schmidt, Trautner & Motzfeld, 2016 sowie Scheffler, Kielhorn, Warse, Korge & Braasch, 1999. Arten die nicht eindeutig bestimmt werden konnten, aber dennoch als zusammengehörige Art identifiziert wurden, wurden als unspezifische Cluster unter „spec. X“ bezeichnet wobei X einer Alphabetischen Kodierung folgt. Bei der Gattung der Harpalidae wurden einige uneindeutige Arten zudem in zwei Gruppen unterteilt, basierend auf ihrer Größe, als Gruppe A: 4-5mm und Gruppe B: 6-8mm.

Qualitative Erfassung

Bei der Beschreibung der ökologischen Ansprüche einer Art werden die folgenden Kategorien in folgender Kodierung verwendet:

Habitatbindung:	Stenök Eurök	geringer Toleranzbereich gegenüber Umweltfaktoren höherer Toleranzbereich gegenüber Umweltfaktoren
Feuchtepräferenzen:	xerophil mesophil hygrophil	Trockenheitsliebend mittlere Feuchtepräferenz Feuchtigkeitsliebend
Bedeckungsgrad:	Offen Schattig Bedeckt	

2. 5 Diversitätsindizes

Zur Beschreibung, Analyse und weiteren Betrachtungen der Artendiversität stehen zahlreiche Diversitätsindizes zur Auswahl. Im Rahmen dieser Arbeit werden die deskriptiven Indizes Abundanz, Dominanz, der Diversität nach Shannon-Weaver und dem Evenness-Index nach Mühlenberg und die vergleichenden Indizes der Similarity nach Sørensen und der Similarity nach Renkonen genutzt und ihr theoretischer Hintergrund im Folgenden kurz erläutert.

Abundanz und Aktivitätsabundanz

Unter Abundanz wird die Populationsdichte, die Anzahl der Individuen einer Art, in einem bestimmten Bereich eines Ökosystems verstanden (Lente et al., 2017; Lexikon der Biologie, o.J.). Bei einer Erhebung mittels Fallen wie Bodenfallen wird die Anzahl und Art der gefangenen Individuen neben der Populationsdichte von weiteren Faktoren beeinflusst, da diese Methoden aktive Bewegung der Tiere erfordern. Dies wird als Aktivitätsabundanz bezeichnet. In dieser Arbeit meint Abundanz demnach immer die Aktivitätsabundanz (Lexikon der Biologie-Spektrum, o.J. a).

Dominanz D(i)

Unter der Dominanz einer Art D(i) wird die Anzahl der Individuen einer Art (i) in Relation zur Gesamtzahl der gefundenen Individuen aller Arten verstanden, er zeigt also die relative Häufigkeit in Prozent % (Leguan, 2005). Die Formel der Berechnung von D(i) findet sich in Abbildung 7. Je nach Struktur können die Kategorien der Dominanz unterschiedlich festgelegt werden, in dieser Arbeit erfolgt die Einteilung nach folgender Unterteilung (Linde, 2016):

D(i) = >15%	Eudominant
D(i) = 5-15%	Dominant
D(i) = 2-5%	Subdominant
D(i) = 1-2%	Rezedent
D(i) = <1%	Subrezedent

$$D(i) = \frac{(Abundanz(i) * 100)}{Gesamtzahl \text{ gefundener Carabidae}}$$

Abb. 7: Formel Dominanz D(i) (eigene Darstellung).

Diversität Hs nach Shannon-Weaver

Ein häufig genutzter Index ist der Diversitätsindex Hs nach Shannon-Weaver, der die Vielfalt eines Lebensraums beschreibt (Lente et. al, 2017; Lexikon der Biologie-Spektrum, o.J. b). Er berücksichtigt dabei sowohl die Artenanzahl als auch die Abundanzen und zeigt ein Verhältnis der Individuenanzahl einer Art zur Gesamtzahl der Individuen, die genutzte Formel zur Berechnung findet sich in Abbildung 8. Je höher die Diversität der Arten und je gleichmäßiger das Verhältnis der Individuen zwischen diesen, desto höher der Hs-Index. Der Hs-Wert besitzt keine festen Grenzen und wird je nach Kontext und Relation interpretiert. Ein hoher Hs-Wert kann sowohl durch eine sehr hohe Artenanzahl mit unterschiedlicher Verteilung der Individuen oder aber einer sehr hohen Gleichverteilung der Individuen auf die Arten entstehen.

$$Hs = - \sum \left(\frac{ni}{N} \right) * \ln \left(\frac{ni}{N} \right)$$

ln = natürlicher Logarithmus
ni = Individuenanzahl der Art i
N = Gesamtzahl

Abb. 8: Formel Diversität nach Shannon-Weaver Hs (eigene Darstellung).

Evenness Js nach Mühlenberg

Da der Diversitätsindex H_s keine Aussage über die Verteilung der Artenanzahl und jeweiligen Individuenanzahl trifft, wird hierzu als Vergleichsmaß der Index der Evenness J_s berechnet (Mühlenberg, 1993; Smith & Smith, 2009). Der Evenness-Index setzt dabei den Diversitätsindex H_s in Relation zum maximal erreichbaren Diversitätsindex, wobei dieser einer Gleichverteilung der Individuen auf die gefundene Artenanzahl entspricht, die Formel findet sich in Abbildung 9. Der berechnete Wert liegt dabei zwischen 0 (völlig ungleiche Verteilung) und 1 (völlig gleiche Verteilung).

$$J_s = \frac{H_s * 100}{\ln(x)}$$

x = Artenanzahl
 $\ln(x)$ = $H_{\max}$

Abb. 9: Formel Evenness J_s (eigene Darstellung).

Similarity Qs nach Sørensen

Mit dem Similarity-Index Q_s nach Sørensen wird die Übereinstimmung der Artenzusammensetzung zweier Standorte angegeben, indem eine Relation zwischen Arten die an beiden Standorten und den summierten Arten des ersten Standortes und des zweiten Standortes herstellt (Lexikon der Biologie-Spektrum, o.J. c). Er kann Werte zwischen 0% (komplett unterschiedliche Arten) und 100% (exakt gleiche Arten) annehmen und wird nach der Formel in Abbildung 10 berechnet.

$$Q_s = \frac{(Nb * 2)}{(N1 + N2)} * 100$$

Nb = Gemeinsame Artenanzahl der beiden Standorte
 $N1$ = Artenanzahl des ersten Standortes
 $N2$ = Artenanzahl des zweiten Standortes

Abb. 10: Formel Similarity Sørensen Q_s (eigene Darstellung).

Similarity Re nach Renkonen

Der Similarity-Index nach Renkonen vergleicht zwei Standorte unter zusätzlicher Berücksichtigung der relativen Häufigkeit (= Dominanz) der Arten (Leguan Planungsbüro, 2005). Er addiert dabei den jeweiligen kleineren Dominanzwert der Arten, die auf beiden Flächen auftreten, wodurch gemeinsame Arten mit vielen Individuen stärker repräsentiert werden, wird nach der Formel in Abbildung 11 berechnet und wird in Prozent % angegeben.

$$R = \sum_{i=1}^G \min D_{i,2}$$
$$D = \frac{n1}{N1} \quad \text{bzw.} \quad D = \frac{n2}{N2}$$

i = Art i
 G = Gemeinsame Artenanzahl der beiden Standorte
 $n_{1,2}$ = Abundanz der Art i des ersten bzw. zweiten Standortes
 $N_{1,2}$ = Anzahl aller Individuen des ersten bzw. zweiten Standortes

Abb. 11: Formel Similarity Renkonen R_e (eigene Darstellung).

3 Ergebnisse

In diesem Kapitel werden die Ergebnisse der Studie, beginnend mit den Präsenzen, Aktivitätsbündanzen und Dominanzverteilungen aus verschiedenen Blickwinkeln dargestellt. Anschließend werden die Ergebnisse hinsichtlich der Habitatansprüche der identifizierten Arten ausgewertet und die Diversitätsindizes angegeben. Die Klimatischen Gegebenheiten wurden anhand der Daten des Deutschen Wetterdienstes der nächstgelegenen Wetterstation dargestellt. Die Ergebnisse vorheriger Bodenanalysen sind bereitgestellt worden vom Pilotprojekt (email Korrespondenz, Boness, J.-O., 2021, Unveröffentlichte Arbeit). Am Ende des Kapitels befindet sich eine zusammenfassende Überblickstabelle (Tabelle 14, Seite 15).

Es wurden 48 Datenpunkte erhoben, aus 16 Fallen zu je 3 Leerungen. Aufgrund Schwierigkeiten bei mehreren Erhebungen der MIN-Fläche konnte diese bei einigen Berechnungen nicht berücksichtigt werden. Die Ostfalle des ersten Versuchsstreifen der zweiten Leerung (O4aII) ist verwaschen worden und enthielt keine Individuen mehr. Die Waldnähe der Ostfalle des zweiten Versuchsstreifen (O4b) führt zu einer extrem hohen Anzahl von *Poecilus cupreus*. Aufgrund dieser Extremwerte und Einflüsse der Waldnähe in mehreren Fallen wurden die MIN-Fläche aus den vergleichenden Berechnungen ausgelassen.

Da diese Arbeit eine Grundlage schaffen soll für weitere Arbeiten finden sich die Darstellungen der Ergebnisse zusätzlich zur Grafischen ebenso in Tabellarischer Form, um die Ergebnisse sowohl einfacher Erfassbar als auch Nachvollziehbar und vor allem direkt Nutzbar zu gestalten. Die Datengrundlage dieser Studie befindet sich in den Anhängen A (Nullfläche), B (WDU-Fläche), C (HIT-Fläche) und D (MIN-Fläche) am Ende dieser Arbeit (Seite 32-35).

Die erhobenen Daten wurden zur statistischen Auswertung dabei bis zur Ebene der einzelnen Falle kodiert, wie in Abbildung 12 dargestellt. So ergibt sich beispielsweise für die Betrachtung des gesamten ersten Versuchsstreifen der Null-Fläche die Kodierung: 1a. Dies entspricht allen Fallen kumuliert, die zu 1a zugeordnet sind, demnach die sechs Fallen, bestehend aus der West- und Ostfalle zu je drei Leerungen: W1aI, W1aII, W1aIII, O1aI, O1aII und O1aIII.

Legende und Kodierung aller Fallen								
Fallenposition	Dünger	Versuchsstreifen	Leerung					
(w) Westfalle	(1) Null	(a) Streifen 1 Norden	(I) 1. Leerung					
(O) Ostfalle	(2) WDU	(b) Streifen 2 Süden	(II) 2. Leerung					
	(3) HIT		(III) 3. Leerung					
	(4) MIN							

Verlauf	Leerungen	Position	Dünger	Streifen	Position	Leerungen
Norden	I, II, III	W	1 Null	1 a	O	I, II, III
	I, II, III	W	2 WDU	1 a	O	I, II, III
	I, II, III	W	3 HIT	1 a	O	I, II, III
	I, II, III	W	4 MIN	1 a	O	I, II, III
	I, II, III	W	3 HIT	2 b	O	I, II, III
	I, II, III	W	2 WDU	2 b	O	I, II, III
Süden	I, II, III	W	1 Null	2 b	O	I, II, III
	I, II, III	W	4 MIN	2 b	O	I, II, III

Abb.12: Vollständige Kodierung aller Fallen (eigene Darstellung).

3.1 Präsenz und Aktivitätsabundanz

Insgesamt wurden 1964 Individuen und 72 Arten aus 24 Gattungen gefunden, davon wurden 32 Arten eindeutig identifiziert. Darunter befanden sich auch die beiden Arten *Poecilus punctulatus* und *Harpalus flavescens*, die als gefährdet (Relative Kategorie 3) in der Roten-Liste geführt werden (Scheffler et al., 1999; Schmidt et al., 2016). Die identifizierten Arten und Individuen der verschiedenen Düngerflächen sind in Tabelle 3 alphabetisch aufgelistet. Eine detailliertere Aufschlüsselung der Präsenzen zusätzlich nach Fangperiode und Versuchsstreifen befindet sich in Tabelle 8, Seite 14. Die kompletten Präsenzen befinden sich in den Anhängen A bis D, Seite 32.

Arten und Individuen im Detail, pro Düngerfläche

Null			WDU			HIT			MIN		
Agonum	sexpunctatum	1	Amara	fulva	18	Amara	fulva	29	Amara	fulva	20
Amara	fulva	22	Amara	spec. C	32	Amara	spec. A	5	Amara	spec. A	1
Amara	spec. B	2	Amara	spec. F	3	Amara	spec. B	2	Amara	spec. B	7
Amara	spec. C	12	Amara	spec. L	1	Amara	spec. C	10	Amara	spec. C	12
Amara	spec. J	3	Amara	spec. M	4	Amara	spec. G	2	Amara	spec. E	1
Amara	spec. L	1	Amara	spec. N	15	Amara	spec. H	2	Amara	spec. F	1
Amara	spec. N	2	Amara	spec. P	7	Amara	spec. K	1	Amara	spec. G	5
Amara	spec. P	2	Amara	spec. Q	4	Amara	spec. M	1	Amara	spec. H	1
Amara	spec. Q	1	Bembideon	assimile	1	Amara	spec. N	27	Amara	spec. I	1
Amara	spec. R	5	Bembideon	spec. B	1	Bembideon	assimile	1	Amara	spec. O	2
Bembideon	spec. A	1	Broscus	cephalotes	11	Bembideon	spec. A	1	Bembideon	spec. A	1
Bembideon	spec. B	1	Calathus	ambiguus/erratus	27	Broscus	cephalotes	9	Broscus	cephalotes	4
Broscus	cephalotes	8	Calathus	fuscipes	6	Calathus	ambiguus/erratus	46	Calathus	ambiguus/erratus	50
Calathus	ambiguus/erratus	45	Calathus	melanocephalus	5	Calathus	fuscipes	4	Calathus	fuscipes	26
Calathus	fuscipes	16	Calathus	spec. A	1	Calathus	melanocephalus	3	Calathus	melanocephalus	4
Calathus	melanocephalus	3	Clivina	fossor	1	Calathus	spec. B	2	Calathus	spec. A	1
Calathus	spec. D	1	Harpalus	affinis	2	Calathus	spec. C	1	Calathus	spec. D	3
Calosoma	auripunctatus	1	Harpalus	anxious	1	Cicindela	hybrida	7	Calathus	spec. E	1
Cicindela	hybrida	1	Harpalus	Gruppe A	15	Harpalus	affinis	2	Calosoma	auripunctatus	3
Dromius	spec.	1	Harpalus	Gruppe B	10	Harpalus	flavescens	1	Carabus	violaceus	2
Harpalus	affinis	4	Harpalus	latus	4	Harpalus	Gruppe A	7	Harpalus	affinis	3
Harpalus	Gruppe A	8	Harpalus	spec. B	1	Harpalus	Gruppe B	5	Harpalus	Gruppe A	5
Harpalus	Gruppe B	16	Harpalus	spec. C	1	Harpalus	latus	3	Harpalus	latus	7
Harpalus	latus	5	Harpalus	spec. E	2	Harpalus	spec. B	6	Harpalus	spec. A	2
Harpalus	spec. B	6	Harpalus	spec. H	8	Ophonus	spec. A	10	Harpalus	spec. E	2
Harpalus	spec. E	4	Masoreus	wetterhallii	1	Oodes	gracilis	1	Harpalus	spec. H	1
Harpalus	spec. G	1	Microlestes	spec.	1	Platus	calceatus.	6	Nebria	brevicollis	2
Harpalus	spec. H	1	Ophonus	spec. D	33	Poecilus	cupreus	20	Ophonus	spec. A	6
Microlestes	spec.	17	Ophonus	spec. E	1	Poecilus	lepidus	30	Platus	calceatus.	3
Ophonus	spec. A	2	Platus	calceatus.	6	Poecilus	spec. B	1	Platynus	dorsalis	23
Ophonus	spec. B	6	Platynus	dorsalis	1	Poecilus	versicolor	7	Poecilus	spec. A	1
Ophonus	spec. C	14	Poecilus	cupreus	24	Pseudophonus	griseus	14	Poecilus	cupreus	239
Ophonus	spec. F	3	Poecilus	lepidus	36	Pseudophonus	rufipes	166	Poecilus	lepidus	32
Oodes	gracilis	1	Poecilus	punctulatus	8	Syntomus	spec.	4	Poecilus	punctulatus	4
Platus	calceatus.	7	Poecilus	versicolor	19				Poecilus	versicolor	47
Poecilus	cupreus	28	Pseudophonus	griseus	5				Pseudophonus	rufipes	74
Poecilus	lepidus	60	Pseudophonus	rufipes	101				Pterostichus	melanarius	21
Poecilus	punctulatus	4	Pterostichus	melanarius	1				Pterostichus	vernalis	1
Poecilus	versicolor	18	Syntomus	spec.	7				Syntomus	spec.	13
Pseudophonus	griseus	8	Stomis	pumicatus	1				Stomis	pumicatus	1
Pseudophonus	rufipes	93	Zabrus	tenebrioides	1						
Syntomus	spec.	11									
42 Arten 446 Individuen			41 Arten 427 Individuen			34 Arten 436 Individuen			40 Arten 633 Individuen		

Tabelle 3: Präsenzen in Arten und Individuen der Düngerflächen (eigene Darstellung).

Übersicht über die gefundene Individuen- und Artenanzahl für alle Fallen nach Dünger, Versuchsstreifen und Fangperiode

Darstellung als > Individuenanzahl (Artenanzahl) <

	Null			WDU			HIT			MIN		
	a	b	Gesamt	a	b	Gesamt	a	b	Gesamt	a	b	Gesamt
1. Leerung	119 (22)	94 (20)	213 (27)	84 (21)	122 (21)	206 (30)	71 (21)	96 (17)	167 (26)	80 (23)	354 (20)	434 (34)
2. Leerung	79 (19)	97 (21)	176 (29)	75 (17)	88 (13)	163 (20)	78 (16)	116 (11)	194 (18)	17 (5)	134 (14)	151 (17)
3. Leerung	34 (8)	23 (11)	57 (15)	28 (10)	30 (10)	58 (17)	47 (12)	28 (9)	75 (15)	15 (6)	33 (10)	48(14)
Gesamt	232 (31)	214 (33)	446 (42)	187 (32)	240 (28)	427 (41)	196 (32)	240 (22)	436 (34)	112 (27)	521 (28)	633 (40)

Tab.4: Übersicht über die gefundene Individuen- und Artenanzahl der Fallen (eigene Darstellung).

Tabelle 4 zeigt eine Übersicht über die Anzahl der Individuen und Arten nach Dünger, Versuchsstreifen und Fangperiode. Der Extremwert der Falle O4b durch die Waldrandnähe ist dabei in Tabelle 4 rot hinterlegt, ebenso der durch Auswaschung bedingter Ausfall in O4a. Dass diese einen hohen Einfluss auf die Verteilung haben und damit vergleichende Berechnungen der Similarity Indices mit der MIN-Fläche keine sinnvollen Ergebnisse aufweisen können zeigt die sehr hohe Standardabweichung SD in Tabelle 6 deutlich.

Wobei der Mittelwert M dem Arithmetischem Mittel $\bar{x} = \frac{\sum x_i}{n}$ und die Standardabweichung SD der mittleren quadratischen Abweichung $s = \sqrt{s^2}$ mit $s^2 = \frac{\sum (\bar{x} - x_i)^2}{n}$ entspricht.

Anteilige Dauer der Fangperioden zu Anteilig gefundener Individuenanzahl							Mittelwert und Standardabweichung		
Fangperiode	Dauer	Anteil Dauer	Null	WDU	HIT	MIN	Fläche	M	SD
1. Fangperiode	32 Tage	56,14%	47,64%	48,24%	38,30%	68,67%	Null	222,5	12,02
2. Fangperiode	18 Tage	31,58%	39,55%	38,17%	38,30%	23,73%	WDU	213,5	37,48
3. Fangperiode	7 Tage	12,28%	12,81%	13,58%	17,20%	7,59%	HIT	218	29,70
							MIN	316	288,50

Tab.5: Übersicht über Anteilige Dauer der Fangperioden zu Anteilig gefundener Individuenanzahl (eigene Darstellung).

Tab. X.: Mittelwert und Standardabweichung (eigene Darstellung).

Eine Gegenüberstellung der Anteiligen Dauer der einzelnen Fangperioden und den anteilig gefundenen Individuen in Relation zur jeweiligen Düngerfläche zeigt Tabelle 5. Diese spiegeln die Dauer in etwa wider, mit Ausnahme der MIN-Fläche durch ihre Extremwerte. Die unterschiedliche Dauer der Fangperioden wurde in weiteren Berechnungen nicht mit aufgenommen, da diese auf Ebene der Dünger und Versuchsstreifen gleichmäßig variieren und damit im Rahmen dieser Studie vernachlässigt werden können. Welche Arten dabei in welcher Höhe exklusiv auf der jeweiligen Düngerfläche vertreten sind zeigt Tabelle 7.

Abundanz der Arten die ausschließlich auf der jeweiligen Düngerflächen auftreten

Null			WDU			HIT			MIN		
Agonum	sexpunctatum	1	Clivina	fossor	1	Amara	spec. K	1	Amara	spec. E	1
Amara	spec. J	3	Harpalus	anxius	2	Calathus	spec. B	2	Amara	spec. I	1
Amara	spec. R	5	Harpalus	spec. C	1	Calathus	spec. C	1	Amara	spec. O	2
Dromius	spec.	1	Masoreus	wetterhallii	1	Harpalus	flavescens	1	Calathus	spec. E	2
Harpalus	spec. G	1	Ophonus	spec. D	33	Poecilus	spec. B	1	Carabus	violaceus	2
Ophonus	spec. B	6	Ophonus	spec. E	1				Nebria	brevicollis	1
Ophonus	spec. C	14	Zabrus	tenebrioides	1				Poecilus	spec. A	1
Ophonus	spec. F	3							Pterostichus	vernalis	1

Tabelle 7: Abundanz der Arten die ausschließlich auf der jeweiligen Düngerflächen auftreten (eigene Darstellung).

Präsenz nach Versuchsstreifen und Düngerflächen																		
		Null				WDU				HIT				MIN				Gesamt
		1a	1b	1	1	2a	2b	2	2	3a	3b	3	3	4a	4b	4	4	
Agonum					1													1
Agonum	sexpunctatum	1		1														1
Amara					50				84				79			51		264
Amara	fulva	18	4	22		9	9	18		13	16	29		6	14	20		89
Amara	spec. A									3	2	5		1		1		6
Amara	spec. B			2	2					1	1	2		2	5	7		11
Amara	spec. C	3	9	12		5	27	32		5	5	10		9	3	12		66
Amara	spec. E													1		1		1
Amara	spec. F					2	1	3						1		1		4
Amara	spec. G									2		2		5		5		7
Amara	spec. H										2	2			1	1		3
Amara	spec. I													1		1		1
Amara	spec. J	2	1	3														3
Amara	spec. K										1	1						1
Amara	spec. L			1	1			1	1									2
Amara	spec. M					4		4		1		1						5
Amara	spec. N	1	1	2		6	9	15		10	17	27						44
Amara	spec. O													2		2		2
Amara	spec. P	2		2		6	1	7										9
Amara	spec. Q	1		1			4	4										5
Amara	spec. R	2	3	5														5
Bembideon					2				2				2			1		7
Bembideon	assimile					1		1			1	1						2
Bembideon	spec. A		1	1						1		1			1	1		3
Bembideon	spec. B	1		1		1		1										2
Brosicus					8				11				9			4		32
Brosicus	cephalotes	2	6	8		6	5	11		2	7	9		1	3	4		32
Calathus					65				39				56			85		245
Calathus	ambiguus/erratus	17	28	45		6	21	27		22	24	46		14	36	50		168
Calathus	fuscipes	3	13	16		1	5	6		4		4			26	26		52
Calathus	melanocephalus	2	1	3		3	2	5		1	2	3		1	3	4		15
Calathus	spec. A						1	1						1		1		2
Calathus	spec. B									2		2						2
Calathus	spec. C									1		1						1
Calathus	spec. D	1		1											3	3		4
Calathus	spec. E													1		1		1
Calosoma					1											3		4
Calosoma	europunctatus		1	1										2	1	3		4
Carabus																2		2
Carabus	violaceus				1									1	1	2		2
Cicindela					1								7					8
Cicindela	hybrida	1		1						5	2	7						8
Clivina									1									1
Clivina	fossor					1	1											1
Dromius					1													1
Dromius	spec.	1		1														1
Harpalidae					45				44				24			20		133
Harpalus	affinis		4	4			2	2		1	1	2		1	2	3		11
Harpalus	anxious					2		2										2
Harpalus	flavescens										1	1						1
Harpalus	Gruppe A	4	4	8		5	10	15		2	5	7		1	4	5		35
Harpalus	Gruppe B	2	14	16		8	2	10		2	3	5						31
Harpalus	latus	2	3	5			4	4		3		3		7		7		19
Harpalus	spec. A																	2
Harpalus	spec. B	1	5	6		1		1		5	1	6			2	2		13
Harpalus	spec. C						1	1										1
Harpalus	spec. E	4		4		1		1						2	2			7
Harpalus	spec. G		1	1														1
Harpalus	spec. H		1	1		8		8						1		1		10
Masoreus									1									1
Masoreus	wetterhalli					1		1										1
Mikrolestes					17				1									18
Mikrolestes	spec.	16	1	17		1		1					1					2
Oodes					1													2
Oodes	spec.		1	1						1		1						2
Ophonus					25				34				10			6		75
Ophonus	spec. A		2	2						2	8	10		6		6		18
Ophonus	spec. B	6		6														6
Ophonus	spec. C	8	6	14														14
Ophonus	spec. D					8	25	33										33
Ophonus	spec. E					1		1										1
Ophonus	spec. F	3	3															3
Nebria																2		2
Nebria	brevicollis													2		2		2
Platus					7				6				6			3		22
Platus	calceatus	7		7		4	2	6		5	1	6		2	1	3		22
Platynus					110				1							23		134
Platynus	dorsalis						1	1							23	23		24
Poecilii									87				58			323		468
Poecilus	cupreus	3	25	28		12	12	24		9	11	20			239	239		311
Poecilus	lepidus	43	17	60		22	14	36		7	23	30		8	24	32		158
Poecilus	spec. A														1	1		1
Poecilus	spec. B									1		1						1
Poecilus	punctulatus	4		4		8		8						4		4		16
Poecilus	versicolor	8	10	18		11	8	19		1	6	7			47	47		91
Pseudophonus					101				106				180			74		461
Pseudophonus	griseus	8		8		2	3	5		12	2	14						27
Pseudophonus	rufipes	49	44	93		35	66	101		107	59	166		19	55	74		434
Pterostichil									1							22		23
Pterostichus	melanarius					1		1							21	21		22
Pterostichus	vernalis													1		1		1
Stomis									1							1		2
Stomis	pumicatus					1		1							1	1		2
Syntomus					11				7				4					35
Syntomus	spec.	9	2	11		4	3	7		3	1	4		13		13		35
Zabrus									1									1
Zabrus	tenebrioides					1		1										1
Gattungen					16				17				12			16		24
Arten		32	30	42		33	27	41		30	25	34		27	26	40		73
Individuen		232	214	446	446	187	240	427	427	234	202	436	436	112	521	633	633	1942
		1a	1b	1	1	2a	2b	2	2	3a	3b	3	3	4a	4b	4	4	Gesamt

Tabelle 8: Präsenz nach Versuchsstreifen und Düngerfläche (eigene Darstellung).

3.2 Dominanzverteilung

Eine detaillierte Dominanzstruktur der einzelnen Düngerflächen auf Ebene der Arten ist in Tabelle 9 dargestellt. Die Arten *Amara fulva*, *Calathus ambiguus/erratus*, *Poecilus lepidus* und *Pseudophonus rufipes* treten auf allen Flächen mindestens als subdominant auf. *Pseudophonus rufipes* tritt dabei auf der Null-, WDU- und HIT-Fläche eudominant auf, auf der MIN-Fläche tritt *Poecilus cupreus* eudominant auf.

Dominanzverteilung der Düngerflächen											
NULL			WDU			HIT			MIN		
Eudominante Arten > 15%											
<i>Pseudophonus rufipes</i>		20,85%	<i>Pseudophonus rufipes</i>		23,65%	<i>Pseudophonus rufipes</i>		38,07%	<i>Poecilus cupreus</i>		37,76%
Dominante Arten 5 – 15 %											
<i>Poecilus lepidus</i>		13,45%	<i>Poecilus lepidus</i>		8,43%	<i>Calathus ambiguus/erratus</i>		10,55%	<i>Pseudophonus rufipes</i>		11,69%
<i>Calathus ambiguus/erratus</i>		10,09%	<i>Ophonus spec. D</i>		7,73%	<i>Poecilus lepidus</i>		6,88%	<i>Calathus ambiguus/erratus</i>		7,90%
<i>Poecilus cupreus</i>		6,28%	<i>Amara spec. C</i>		7,49%	<i>Amara fulva</i>		6,65%	<i>Poecilus versicolor</i>		7,42%
			<i>Calathus ambiguus/erratus</i>		6,32%	<i>Amara spec. N</i>		6,19%	<i>Poecilus lepidus</i>		5,06%
			<i>Poecilus cupreus</i>		5,62%						
		29,82%			23,65%			24,08%			27,01%
Subdominante Arten 2 – 5 %											
<i>Amara fulva</i>		4,93%	<i>Poecilus versicolor</i>		4,45%	<i>Poecilus cupreus</i>		4,59%	<i>Calathus fuscipes</i>		4,11%
<i>Poecilus versicolor</i>		4,04%	<i>Amara fulva</i>		4,22%	<i>Pseudophonus griseus</i>		3,21%	<i>Platynus dorsalis</i>		3,64%
<i>Microlestes spec.</i>		3,81%	<i>Amara spec. N</i>		3,51%	<i>Amara spec. C</i>		2,29%	<i>Pterostichus melanarius</i>		3,32%
<i>Calathus fuscipes</i>		3,59%	<i>Harpalus Gruppe A</i>		3,51%	<i>Ophonus spec. A</i>		2,29%	<i>Amara fulva</i>		3,16%
<i>Harpalus Gruppe B</i>		3,59%	<i>Brosicus cephalotes</i>		2,58%	<i>Brosicus cephalotes</i>		2,06%	<i>Syntomus spec.</i>		2,06%
<i>Ophonus spec. C</i>		3,14%	<i>Harpalus Gruppe B</i>		2,34%						
<i>Amara spec. C</i>		2,69%									
<i>Syntomus spec.</i>		2,47%									
		28,25%			20,61%			14,45%			16,30%
Rezidente Arten 1 – 2 %											
<i>Brosicus cephalotes</i>		1,79%	<i>Harpalus spec. H</i>		1,87%	<i>Cicindela hybrida</i>		1,61%	<i>Amara spec. C</i>		1,90%
<i>Pseudophonus griseus</i>		1,79%	<i>Poecilus punctulatus</i>		1,87%	<i>Harpalus Gruppe A</i>		1,61%	<i>Harpalus latus</i>		1,11%
<i>Harpalus Gruppe A</i>		1,79%	<i>Amara spec. P</i>		1,64%	<i>Poecilus versicolor</i>		1,61%	<i>Amara spec. B</i>		1,11%
<i>Platus calceatus.</i>		1,57%	<i>Syntomus spec.</i>		1,64%	<i>Harpalus spec. B</i>		1,38%			
<i>Harpalus spec. B</i>		1,35%	<i>Calathus fuscipes</i>		1,41%	<i>Platus calceatus.</i>		1,38%			
<i>Ophonus spec. B</i>		1,35%	<i>Platus calceatus.</i>		1,41%	<i>Amara spec. A</i>		1,15%			
<i>Amara spec. R</i>		1,12%	<i>Calathus melanocephalus</i>		1,17%	<i>Harpalus Gruppe B</i>		1,15%			
<i>Harpalus latus</i>		1,12%									
		11,88%			11,01%			9,86%			4,11%
Subezidente Arten < 1 %											
<i>Harpalus affinis</i>		0,90%	<i>Amara spec. M</i>		0,94%	<i>Calathus fuscipes</i>		0,92%	<i>Ophonus spec. A</i>		0,95%
<i>Harpalus spec. E</i>		0,90%	<i>Amara spec. Q</i>		0,94%	<i>Syntomus spec.</i>		0,92%	<i>Amara spec. G</i>		0,79%
<i>Poecilus punctulatus</i>		0,90%	<i>Harpalus latus</i>		0,94%	<i>Calathus melanocephalus</i>		0,69%	<i>Harpalus Gruppe A</i>		0,79%
<i>Amara spec. J</i>		0,67%	<i>Pseudophonus griseus</i>		0,94%	<i>Harpalus latus</i>		0,69%	<i>Brosicus cephalotes</i>		0,63%
<i>Calathus melanocephalus</i>		0,67%	<i>Amara spec. F</i>		0,70%	<i>Amara spec. B</i>		0,46%	<i>Calathus melanocephalus</i>		0,63%
<i>Ophonus spec. F</i>		0,67%	<i>Harpalus affinis</i>		0,47%	<i>Amara spec. G</i>		0,46%	<i>Poecilus punctulatus</i>		0,63%
<i>Amara spec. B</i>		0,45%	<i>Harpalus anxius</i>		0,47%	<i>Amara spec. H</i>		0,46%	<i>Calathus spec. D</i>		0,47%
<i>Amara spec. N</i>		0,45%	<i>Amara spec. L</i>		0,23%	<i>Calathus spec. B</i>		0,46%	<i>Calosoma auropunctatus</i>		0,47%
<i>Amara spec. P</i>		0,45%	<i>Bembideon assimile</i>		0,23%	<i>Harpalus affinis</i>		0,46%	<i>Harpalus affinis</i>		0,47%
<i>Ophonus spec. A</i>		0,45%	<i>Bembideon spec. B</i>		0,23%	<i>Amara spec. K</i>		0,23%	<i>Platus calceatus.</i>		0,47%
<i>Agonum sexpunctatum</i>		0,22%	<i>Calathus spec. A</i>		0,23%	<i>Amara spec. M</i>		0,23%	<i>Amara spec. O</i>		0,32%
<i>Amara spec. L</i>		0,22%	<i>Clivina fossor</i>		0,23%	<i>Bembideon assimile</i>		0,23%	<i>Carabus violaceus</i>		0,32%
<i>Amara spec. Q</i>		0,22%	<i>Harpalus spec. B</i>		0,23%	<i>Bembideon spec. A</i>		0,23%	<i>Harpalus spec. A</i>		0,32%
<i>Bembideon spec. A</i>		0,22%	<i>Harpalus spec. C</i>		0,23%	<i>Calathus spec. C</i>		0,23%	<i>Harpalus spec. E</i>		0,32%
<i>Bembideon spec. B</i>		0,22%	<i>Harpalus spec. E</i>		0,23%	<i>Harpalus flavescens</i>		0,23%	<i>Nebria brevicollis</i>		0,32%
<i>Calathus spec. D</i>		0,22%	<i>Masoreus wetterhallii</i>		0,23%	<i>Oodes gracilis</i>		0,23%	<i>Amara spec. A</i>		0,16%
<i>Calosoma auropunctatus</i>		0,22%	<i>Microlestes spec.</i>		0,23%	<i>Poecilus spec. B</i>		0,23%	<i>Amara spec. E</i>		0,16%
<i>Cicindela hybrida</i>		0,22%	<i>Ophonus spec. E</i>		0,23%				<i>Amara spec. F</i>		0,16%
<i>Dromius spec.</i>		0,22%	<i>Platynus dorsalis</i>		0,23%				<i>Amara spec. H</i>		0,16%
<i>Harpalus spec. G</i>		0,22%	<i>Pterostichus melanarius</i>		0,23%				<i>Amara spec. I</i>		0,16%
<i>Harpalus spec. H</i>		0,22%	<i>Stomis pumicatus</i>		0,23%				<i>Bembideon spec. A</i>		0,16%
<i>Oodes gracilis</i>		0,22%	<i>Zabrus tenebrioides</i>		0,23%				<i>Calathus spec. A</i>		0,16%
									<i>Calathus spec. E</i>		0,16%
									<i>Harpalus spec. H</i>		0,16%
									<i>Poecilus spec. A</i>		0,16%
									<i>Pterostichus vernalis</i>		0,16%
									<i>Stomis pumicatus</i>		0,16%
		9,19%			8,90%			7,34%			9,79%

Tabelle 9: Dominanzverteilung für die Düngerflächen von eudominant – dominant – subdominant – subezident – rezident (eigene Darstellung).

Abundanz eudominanter, dominanter und subdominanter Arten von Nord nach Süd
v.l.n.r. 1a-2a-3a-4a-3b-2b-1b-4b

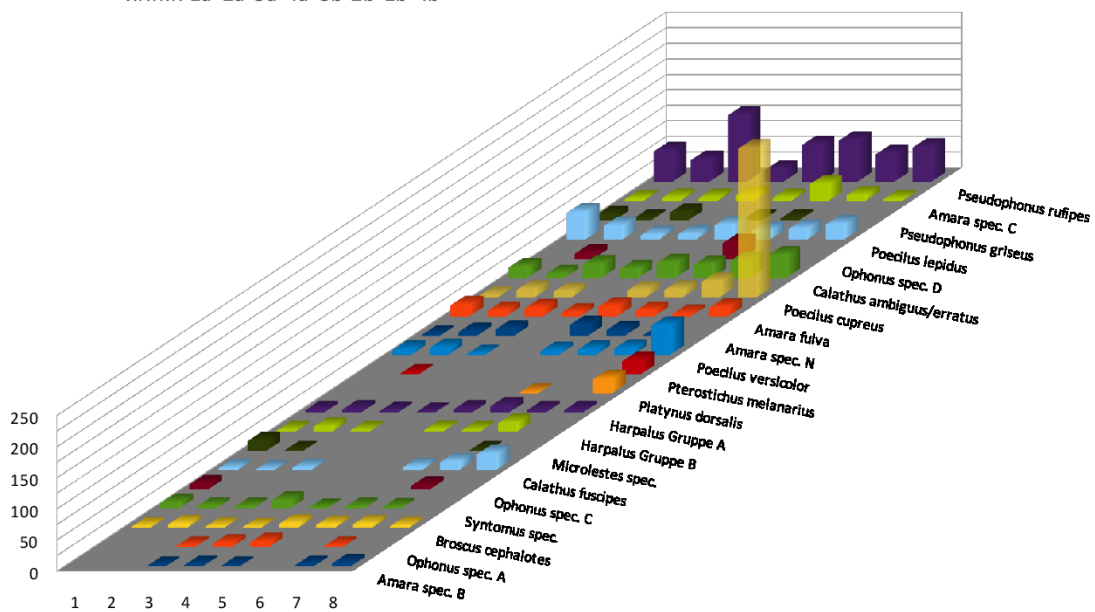
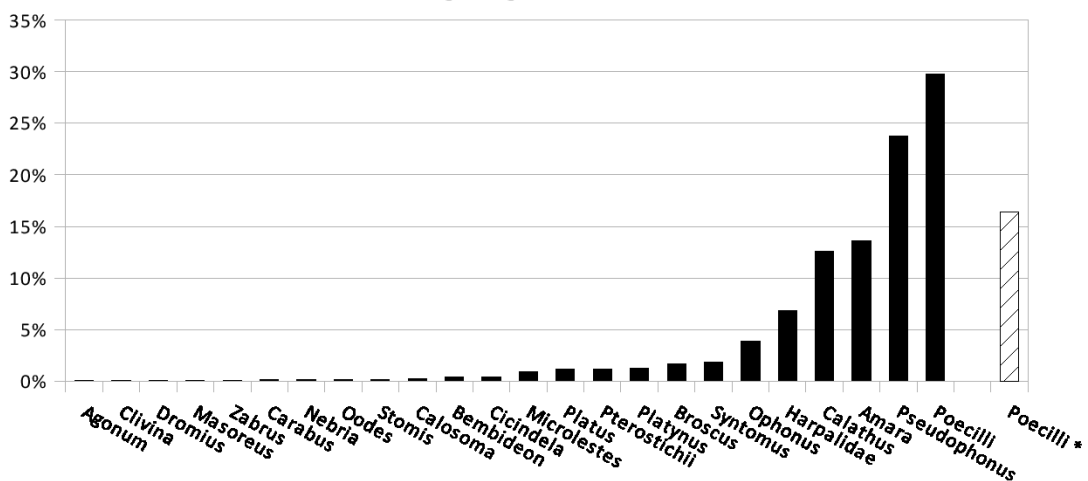


Abb. 13: Abundanz eudominanter, dominanter und subdominanter Arten von Nord nach Süd (eigene Darstellung).

Die Abundanzen der eudominanten, dominanter und subdominanten Arten auf den Versuchsstreifen im Verlauf von Norden nach Süden des Untersuchungsgebiets sind in Abbildung 13 grafisch dargestellt.

Da nicht alle Arten eindeutig identifiziert werden konnten wird die Verteilung der Dominanz im Folgenden auf der Ebene der Gattungen dargestellt. Zur Herstellung einer Relation ist die Dominanzstruktur der kompletten Versuchsfläche, also aller Fallen insgesamt, zusammengefasst in Abbildung 14 dargestellt. Zur Betrachtung der Dominanzverteilung innerhalb der verschiedenen Dünger wurden diese in Abbildung 15 dargestellt, wobei eine relativ gleichmäßige Verteilung der Gattungen zu Beobachten ist.

Dominanzverteilung der gesamten Versuchsfläche



* Exklusive der 311 Poecilii der MINb-Fläche

Abbildung 14: Dominanzverteilung der gesamten Versuchsfläche kumuliert (eigene Darstellung).

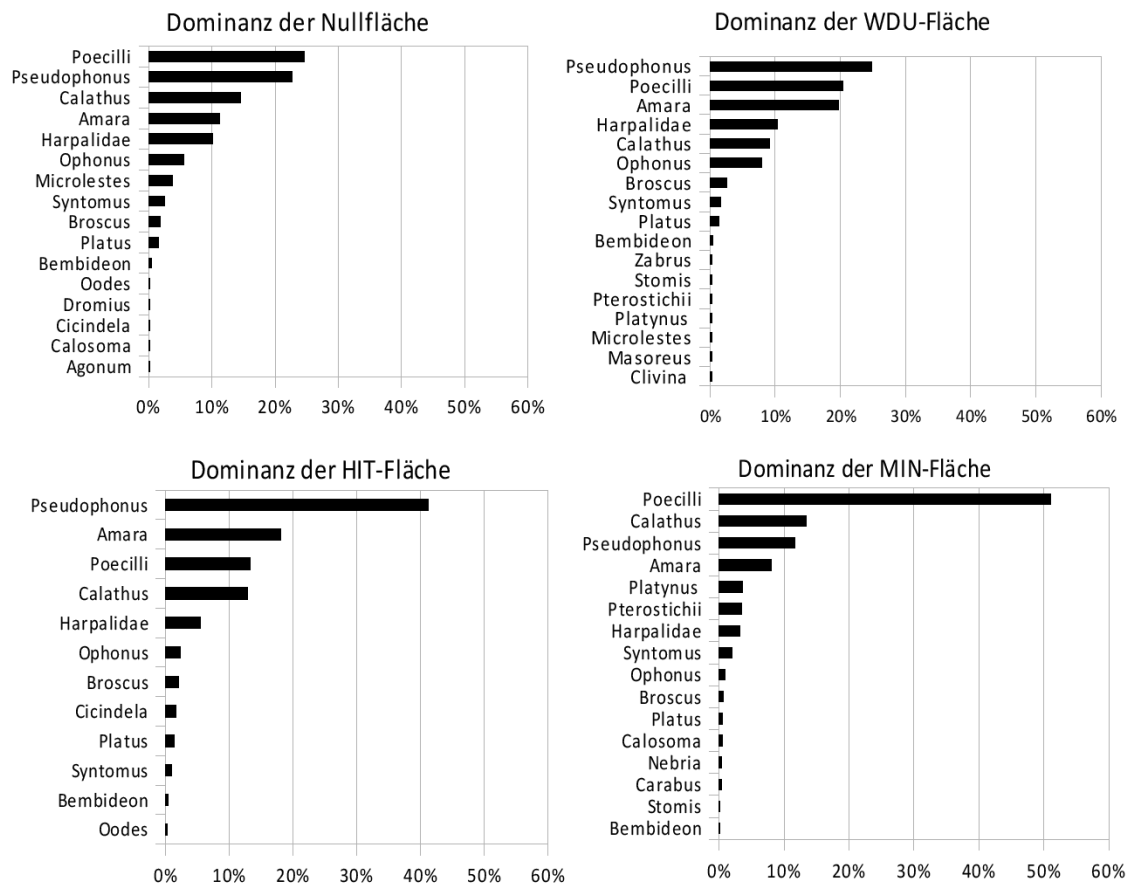
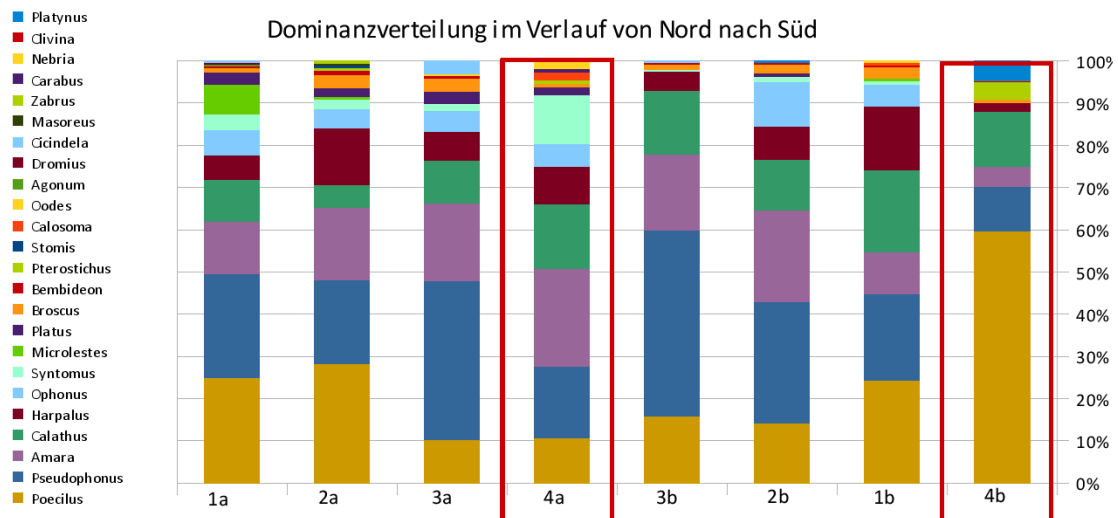


Abbildung 15: Dominanzverteilung der Gattungen der Dünger (eigene Darstellung).

Eine weitere Betrachtung ist die Dominanzverteilung auf Ebene der Gattungen im Verlauf von Nord nach Süd, diese ist in Abbildung 16 gezeigt. Zur besseren Sichtbarkeit sind die Arten entlang der Legende innerhalb der Abbildung sortiert. Die Datengrundlage der gezeigten Abbildungen zur Dominanzstruktur der Gattungen befindet sich in Anhang E (Seite 36).



Rot: Statistische Ausreißer auf 4a und 4b

Abbildung 16: Dominanzverteilung im Verlauf von Nord nach Süd (eigene Darstellung).

3.3 Habitatsprüche

Die meisten identifizierten Arten, mit wenigen Ausnahmen, sind als eurök und xerophil eingestuft worden. Aufgrund der wenig eindeutig bestimmten Arten sowie der Nähe der Versuchsstreifen zu umliegenden Waldgebieten am Nördlichen sowie am Südlichen Rand des Ackers, wird die Auswertung der Habitatsprüche entlang der Versuchsstreifen von Nord nach Süd anhand stenöker Arten mit relevanter Präsenz durchgeführt und in Tabelle 10 gezeigt. Als relevant präsent gelten Arten die als eudominant, dominant, oder subdominant in einem der Versuchsstreifen auftreten. Ebenso werden Carabidae bei denen eine positive Reaktion auf Strukturelle Vielfalt zum Ackerrand bekannt ist (Irmeler & Ranhja, 2013), in Bezug zum Verlauf des Untersuchungsgebiets von Norden nach Süden betrachtet (Tabelle 11). Eine Einstufung aller eindeutig identifizierten Arten hinsichtlich der Habitatsprüche befindet sich in Tabelle 13, Seite 20.

Kodierung der Farben in Tabelle 10 und 11:

MIN-Fläche als Statistischer Ausreißer
 Eudominant
 Dominant
 Subdominant

Stenöke Arten im Verlauf von Nord nach Süd

Art	Größe	Habitatäffinität	1a	2a	3a	4a	3b	2b	1b	4b
Amara fulva	8-10,5mm	xero-mesophil	18	9	13	6	16	9	4	14
Broscus cephalotes	12-15mm	xero-mesophil	2	6	2	1	7	5	6	3
Poecilus cupreus	9-13mm	hygrophil	3	12	9		11	12	25	239

Tab. 10: Identifizierte (mehr oder weniger) stenöke Arten im Verlauf Nord-Süd mit relevanter Präsenz (eigene Darstellung nach Dücker et al., 2006; Freude et al., 2004; Siering, 1997).

Deutlich wird die stärkere Präsenz der hygrophilen Art *Poecilus cupreus*. zum Ackerrand hin. Ebenso wie eine stärkere Präsenz xero-mesophiler Arten wie *Amara fulva* und *Broscus cephalotes* zur Mitte des Ackers. Wobei die Fallen 4a wegen eines Ausfalls während der zweiten Fangperiode und Falle 4b wegen der Nähe zur Waldfläche einige statistische Ausreißer mit sich bringt.

Im Folgenden wird im Verlauf von Nord nach Süd entlang der Versuchsstreifen die Präsenz von Arten die als eudominant, dominant oder subdominant in einem der Versuchsstreifen

Arten mit signifikanter Beziehung zum Ackerrand

Art	Abstand zum Rand	1a	2a	3a	4a	3b	2b	1b	4b
Calathus fuscipes	150-310m	3	1	4			5	13	26
Harpalus affinis	150-310m			1	1	1	2	4	2
Pseudophonus rufipes	150-310m	49	35	107	19	59	66	44	55
Poecilus cupreus	150-310m	3	12	9		11	12	25	239

Tab. 11: Identifizierte Arten mit signifikanter Beziehung zum Ackerrand (eigene Darstellung nach Irmeler & Schröter, 2008).

auftreten, denen eine signifikante Beziehung zum Ackerrand nachgewiesen wurde (Irmeler & Schröter, 2008), in Tabelle 11 dargestellt. Die Fallen 4a und 4b fallen wie oben genannt aus dem Schema heraus.

Typische Feldarten wurden gefunden, wie *Pseudophonus rufipes*, *Poecilus lepidus*, *Pterostichus melanarius*, *Platynus dorsalis*, *Poecilus versicolor*, *Nebria brevicollis*, und *Poecilus punctulatus* (Desender, Dufrene, Loreau, Luff & Maelfait, 1994 ; Boer, 1987; Luff, 1982). Größtenteils sind die identifizierten Arten xerophil mit präferierten Bedeckungsgrad von offen bis Schattig.

Gefundene relevante Arten der Roten Liste

Art	Vorkommen DE	Vorkommen BB	Lebensraum in BB	Einstufung
<i>Poecilus punctulatus</i>	selten	mittelhäufig	Ackerunkrautfluren	Gefährdet (3)
<i>Harpalus flavescens</i>	selten	mittelhäufig	offene Sandböden	Gefährdet (3)
<i>Harpalus calceatus</i>	selten	mittelhäufig	Ackerunkrautfluren	
<i>Calosoma auropunctatum</i>	selten	mittelhäufig	Ackerunkrautfluren	

DE = Deutschland; BB = Brandenburg, Einstufung gemäß der Roten Liste

Tabelle 12: Identifizierte Arten der Roten Liste (eigene Darstellung nach Scheffler et al., 1999; Schmidt et al., 2016).

Eindeutig identifizierte Arten die in der Roten-Liste eingestuft sind zeigt Tabelle 12. Die komplette Darstellung aller eindeutig identifizierten Arten findet sich in Anhang F, Seite 37.

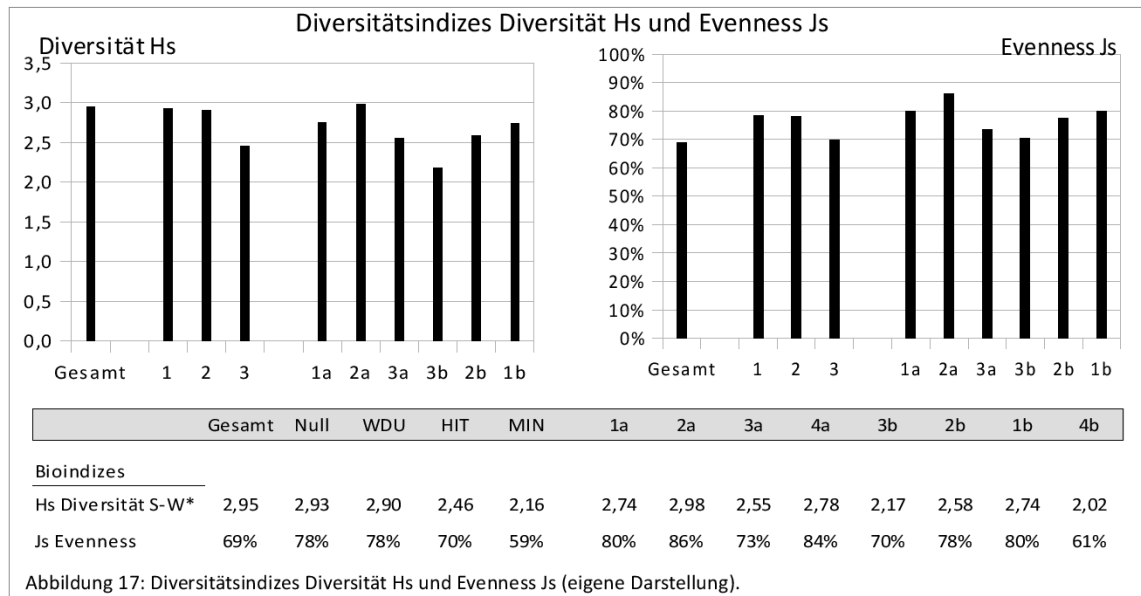
Habitatsansprüche

Art	Toleranz	Tendenz Bedeckung	Ernährung	Größe	Feuchtepräferenz
<i>Amara fulva</i>	stenök	Offen		8-10,5mm	xero-mesophil
<i>Bembideon assimile</i>	eurök	Offen-schattig		2,8-3,5mm	hygrophil
<i>Broscus cephalotes</i>	mehr o. Weniger stenök	Offen		12-15mm	xero-mesophil
<i>Calathus ambiguus/erratus</i>	eurök	Offen-schattig	Carnivor	8-12mm	xerophil
<i>Calathus fuscipes</i>	eurök	Offen-schattig	Carnivor	9-14 mm	xerophil
<i>Calathus melanocephalus</i>	eurök	Offen-schattig	carnivor	6-9mm	xerophil
<i>Calosoma auropunctatum</i>	sehr eurök	Offen-schattig	Carnivor	18-30mm	mesophil
<i>Carabus violaceus</i>	stenök	Bedeckt	Carnivor	22-40mm	hygrophil
<i>Cicindela hybrida</i>	eurök	Offen	Carnivor	11,5-15,5mm	mesophil
<i>Clivina fossor</i>	stenök	Offen-schattig	Omnivor	5,5-7mm	hygrophil
<i>Harpalus affinis</i>	eurök	Offen-schattig	Omnivor	9-12mm	xerophil
<i>Harpalus anxius</i>	eurök	Offen-schattig		6,1-8,6	xerophil
<i>Harpalus flavescens</i>	stenök	Offen		11-13mm	xerophil
<i>Harpalus affinis</i>	eurök	Offen-bedeckt	phytophag	9-12mm	xerophil
<i>Harpalus latus</i>	eurök	Offen-schattig		8-11mm	mesophil
<i>Masoreus wetterhallii</i>	stenök	Offen		4,7-7,8mm	xerophil
<i>Nebria brevicollis</i>	eurök	Offen		9-13mm	xerophil
<i>Harpalus Platus calceatus.</i>	eurök			10-15mm	xerophil
<i>Platynus dorsalis</i>	eurök	Offen-schattig	canivor	5,8-7,8mm	mesophil
<i>Poecilus cupreus</i>	mehr o. Weniger stenök	Offen-schattig		9-13mm	hygrophil
<i>Poecilus lepidus</i>	eurök	Offen		10-14mm	
<i>Poecilus punctulatus</i>		Offen-schattig		9-13mm	xerophil
<i>Poecilus versicolor</i>	eurök	Offen-schattig		8-11,5mm	meso-hygro
<i>Pseudophonus griseus</i>		Offen		9-11mm	
<i>Pseudophonus rufipes</i>	eurök	Offen-bedeckt	omnivor	11-16mm	xero-hydrophil
<i>Pterostichus melanarius</i>	eurök	Schattig	Omnivor	13-17mm	mesophil
<i>Stomis pumicatus</i>				6,5-8,3mm	hygrophil
<i>Zabrus tenebrioides</i>		Offen	omnivor	12-16mm	

Tab.13: Habitatsansprüche eindeutig identifizierter Arten (eigene Darstellung nach Freude et al., 2004; Döcker et al., 2006; Siering, 1997).

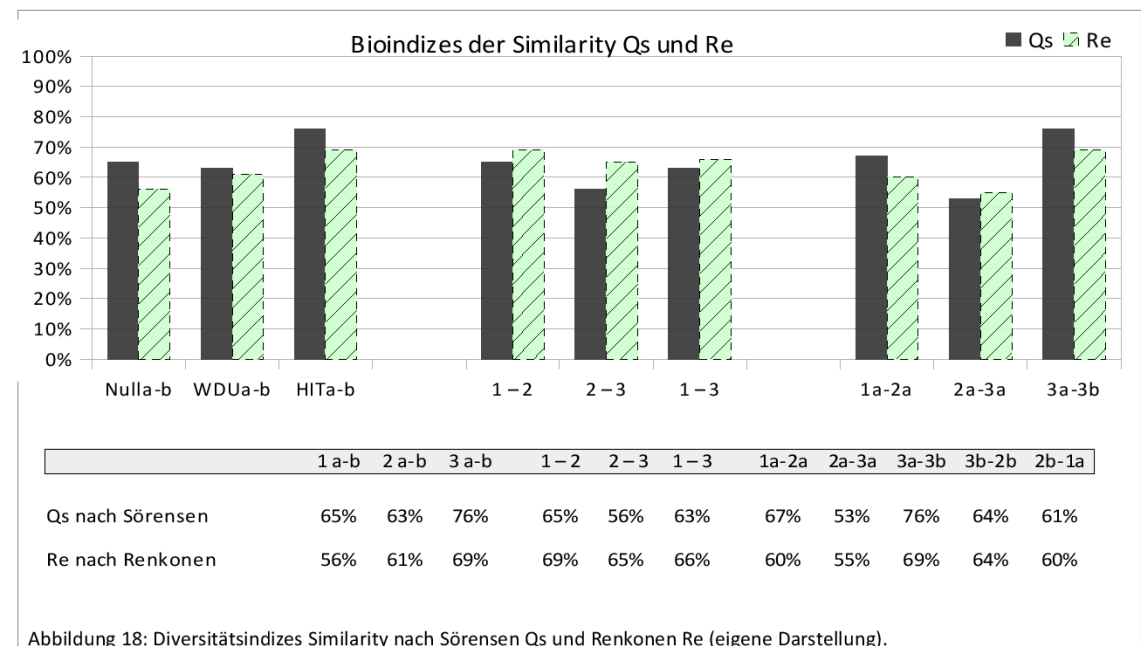
3.4 Diversitätsindizes Shannon-Weaver und Evenness

Die Ergebnisse des Diversitäts- und Evenness-Index sind in Abbildung 17 dargestellt. Dabei ist die Berechnung der MIN-Fläche durch den statistischen Ausreißer verzerrt und weist die geringsten Hs- und Js-Werte auf, weswegen sie nicht grafisch dargestellt sind. Betrachtet werden die Versuchsstreifen. Hier beträgt die Spannweite des Hs-Wertes 0,96, exklusive der MIN-Flächen 0,81. Die Spannweite des Js-Wertes beträgt 25,24%, exklusive der MIN-Flächen 15,58%



3.6 Diversitätsindizes Sørensen und Renkonen

Die Ergebnisse der Similarity-Indizes nach Sørensen und Renkonen sind in Abbildung 18 dargestellt. Die MIN-Fläche wurde aufgrund der statistischen Ausreißer nicht berechnet.



Überblickstabelle der Statistischen Ergebnisse über die Düngerflächen und Versuchsstreifen im Gradienten

	Gesamt	Null	WDU	HIT	MIN	1a	2a	3a	4a	3b	2b	1b	4b	
Präsenz														
Arten	72	42	41	34	40	31	32	32	27	22	28	33	28	
Individuen	1964	446	427	436	633	232	187	196	112	240	240	214	521	
Gattungen	24	16	17	12	16									
Fangzeitraum														
I	853	213	206	167	434	119	84	71	80	96	122	94	354	
II	490	176	163	194	151	79	75	78	17	116	88	97	134	
III	163	57	58	75	48	34	28	47	15	28	30	23	33	
Dominanzstruktur														
Poecilus	30%	25%	20%	13%	51%	Eudominant:								
Pseudophonus	24%	23%	25%	41%	12%	Pseudophonus rufipes (Null, WDU, HIT), Poecilus cupreus (MIN)								
Amara	14%	11%	20%	18%	8%	Dominant:								
Calathus	13%	15%	9%	13%	13%	Pseudophonus rufipes (MIN), Poecilus cupreus (Null, WDU),								
Harpalidae	7%	10%	10%	6%	3%	Calathus ambiguus/erratus (Alle), Poecilus lepidus (Alle),								
Ophonus	4%	6%	8%	2%	1%									
Bioindizes														
Hs Diversität S-W**	2,95	2,93	2,90	2,46	2,16	2,74	2,98	2,55	2,78	2,17	2,58	2,74	2,02	
Js Evenness	69%	78%	78%	70%	59%	80%	86%	73%	84%	70%	78%	80%	61%	
Berechnungen ohne die MIN-Fläche:														
		Nulla-b	WDUa-b	HITa-b		1 – 2	2 – 3	1 – 3		1a-2a	2a-3a	3a-3b	3b-2b	2b-1a
Bioindizes der Similarity														
Qs nach Sørensen		65%	63%	76%		65%	56%	63%		67%	53%	76%	64%	61%
Re nach Renkonen		56%	61%	69%		69%	65%	66%		60%	55%	69%	64%	60%

** Diversität nach Shannon-Wheaver

Tabelle 14: Überblickstabelle der statistischen Ergebnisse (eigene Darstellung).

3.6 Meteorologische Gegebenheiten

Die Wetterdaten entstammen der naheliegendsten Wetterstation des deutschen Wetterdienstes zur Versuchsfläche, der Wetterstation Angermünde (53°01'13"59'), die circa 35 km Luftlinie entfernt ist.

Niederschlag des Versuchszeitraums:

Niederschlag Juni 2021	184 mm
Niederschlag Juli 2021	21,4 mm
Niederschlag 1. Fangperiode	188,2 mm
Niederschlag 2. Fangperiode	17,1 mm
Niederschlag 3. Fangperiode	0,1 mm

Tabelle 15: Niederschlag des Versuchszeitraums der Wetterstation Angermünde 53°01'13"59'
(Eigene Darstellung nach DWD, 2022)

Der Niederschlag des Versuchszeitraums ist in Tabelle 15 dargestellt. Dabei kam es am Ende der ersten Fangperiode, am 30.06.2021, zu einem Starkregenfall mit 167,6mm, bei dem einige Käfer ausgewaschen wurden.

Das Monatsmittel der Temperatur betrug im Juni 2021: 19,88°C und im Juli 2021: 20,24°C. Eine detaillierte graphische Darstellung der Temperatur für die drei Fangperioden zeigt Abbildung 19.

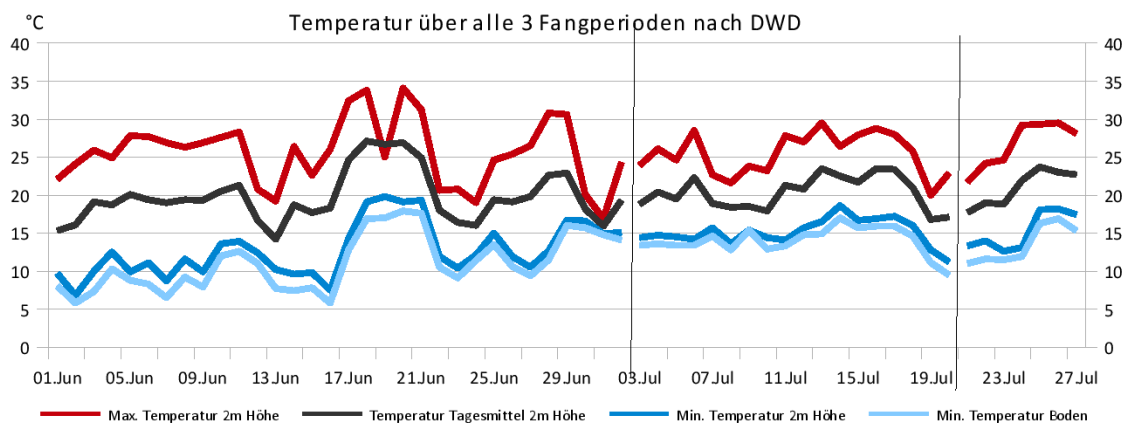


Abbildung 19: Temperatur der 3 Fangperioden (eigene Darstellung nach DWD, 2022).

Im Temperaturverlauf sind extreme Schwankungen während der ersten Fangperiode mit der infolgedessen erhöhten Temperaturmittelwerte des Bodens verdeutlicht. Teilweise stiegen die Temperaturmittelwerte des Bodens innerhalb von zwei Tagen um etwa 10°C. (17.06.21 – 19.06.21) Die restlichen Fangperioden verlaufen in gleichmäßigeren Schwankungen der Tagesmittelwerte.

Um einen erweiterten Überblick über die Meteorologischen Bedingungen der Versuchsfläche zu erhalten, finden sich in Tabelle 16 die Durchschnittstemperatur und der Niederschlag der Sommermonate (Juni, Juli und August) der letzten zehn Jahre.

Temperatur und Niederschlag der letzten 10 Jahre in Übersicht

Durchschnittstemperatur der Monate Juni-Juli-August

2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
17,66°C	17,33°C	18,41°C	18,2°C	18,55°C	18,34°C	17,87°C	19,92°C	20,36°C	18,98°C	19,05°C

Niederschlag der Monate Juni-Juli-August

2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
290,7mm	219mm	146,9mm	125mm	100,5mm	180,1mm	288,1mm	182,3mm	125,7mm	104,4mm	294mm

Tab.16: Temperatur und Niederschlag der letzten 10 Jahre in Übersicht der Wetterstation Angermünde 53°01'13"59" (Eigene Darstellung nach DWD, 2021)

3.7 Bodendaten

Tabelle 17 zeigt verschiedene Bodendaten der Versuchsfläche, die innerhalb einer weiteren wissenschaftlichen Arbeit im Rahmen des Pilotprojekts erhoben wurden (E-mail Korrespondenz, Boness, J.-O., 2021, Unveröffentlichte Arbeit). Es gibt Hinweise in der Literatur darauf, dass Humuszustand und Bodentyp charakteristische Laufkäferpopulationen aufweisen. Die Auswirkungen der Bodenfaktoren auf Laufkäfer wird jedoch kontrovers beschrieben (Siering, 1997, vgl. S.6-7). Diese Daten werden im Rahmen dieser Arbeit nicht weiter interpretiert oder ausgewertet, sondern dienen als Grundlage weiterer Erhebungen und einer Ersterfassung einiger möglicher Kennwerte des Bodenzustandes. Eine Veränderung dieser könnte in weiteren Untersuchungen in Bezug gesetzt werden.

Bodendaten der Düngerflächen und der Versuchsstreifen im Gradientenverlauf

Mittelwert der Erhebungen vom 25.02.2021 und 12.11.2021
der beiden Versuchsstreifen

Bodendaten	Null	WDU	HIT	MIN	Null a	WDU a	HIT a	MIN a	HIT b	WDU b	Null b	MIN b
Humusgehalt	1,575	1,75	1,975	1,65	1,65	1,8	2,1	1,8	1,85	1,7	1,5	1,5
Ph-Wert (CaCl ₂)	6,375	6,275	6,525	6,2	6,4	6,25	6,55	6,5	6,5	6,3	6,35	5,9
Phosphorgehalt (P-DL)	8,825	8,125	8,625	9,075	8,25	8,2	10	10,1	7,25	8,05	9,4	8,05
Zinkgehalt (CAT)	12,375	15,75	15,15	10	13,6	14,95	15,5	10,95	14,8	16,55	11,15	9,05
- 25.02.2021	22,45	28,65	27,15	17,4	25	27	27,9	18,8	26,4	30,3	19,9	16
- 12.11.2021	2,3	2,85	3,15	2,6	2,2	2,9	3,1	3,1	3,2	2,8	2,4	2,1
Kaliumgehalt (K-DL)	14,25	15,25	13,5	12,25	11	14,5	15	10	12	16	17,5	14,5
Magnesiumgehalt (Mg-CaCl ₂)	7,3	9,025	9,675	7,875	6,3	9	9,85	8,25	9,5	9,05	8,3	7,5
Kupfergehalt (CAT)	1,675	1,8	2,35	1,9	2	2,15	2,6	2,55	2,1	1,45	1,35	1,25
Manganengehalt (CAT)	32,25	28,5	37,25	39	18	23,5	40,5	40,5	34	33,5	46,5	37,5
Borgehalt (CAT)	0,0825	0,1175	0,2275	0,1475	0,06	0,115	0,265	0,22	0,19	0,12	0,105	0,075

Tabelle 17: Bodendaten [eigene Darstellung nach e-Mail Korrespondenz mit Boness, J.-O., 2022, Unveröffentlichte Arbeit].

4. Interpretation & Diskussion

Die meisten identifizierten Arten auf dem Versuchsfeld erwiesen sich als typisch für den landwirtschaftlich geprägten Raum. Darunter *Pseudophonus rufipes*, *Poecilus lepidus*, *Harpalus rufipes*, *Platynus dorsalis* und *Pterostichus melanarius* (Boer, 1987; Luff, 1982). Es wird davon ausgegangen, dass Randbereiche von Ackerflächen aufgrund der Vielfalt an Habitaten eine erhöhte Artendiversität mit sich bringen (Coombes & Southern, 1986; Irmeler & Ranjha, 2013; Kromp, 1999). Dies wurde auf dem Versuchsfeld anhand der Diversitätsindizes und der Dominanzverhältnisse entlang des Gradienten zum Ackerrand nach Norden sowie Süden hin erkenntlich.

Insgesamt wurden zwischen den einzelnen Versuchstreifen keine relevanten Abweichungen in der Artenzusammensetzung, bei gleichzeitig hoher Ähnlichkeit dominanter und eudominanter Arten dokumentiert.

Da der Similarity Index bei weiterer Entfernung der Fallen zueinander sinkt wäre es möglich, dass die Entfernung der Fallen zueinander (=18m) nicht ausreichen um einen statistisch Relevanten Unterschied zu ermitteln. Die Möglichkeit einer Pseudoreplikation ist hierbei nicht auszuschließen. (Hurlbert, 1984) Außer einem Gradientenverlauf bezüglich der Nähe zu den Randstrukturen wurden keine besonderen Unterschiede in der Artenzusammensetzung zwischen den Versuchstreifen erkenntlich.

Eine Falle auf der Mineralisch gedüngten Fläche wurde zu nah am Waldrand aufgestellt was zu einer extrem hohen Anzahl an *Poecilus cupreus* führte. Aus vorherigen Studien geht hervor, dass diese Art eine positive Korrelation zum Ackerrand aufweisen kann und gleichzeitig als hygrophil und charakteristisch für Waldbiotop angesehen wird (Irmeler & Ranjha, 2013; Wallin, 1988).

Ein weiterer Ausfall auf derselbigen Fläche führte insgesamt zu einer sehr lückenhaften Datengrundlage folgend einer ausbleibenden statistischen Auswertung der Mineralisch gedüngten Flächen. Zu erwähnen ist ebenso, dass auf den MIN-Flächen im Vergleich zu den übrigen Untersuchungsflächen ein deutlich dichter Bewuchs des Winterroggens beobachtet wurde.

Die Wetterextreme des Versuchsjahres könnten erhöhte Aktivitätsabundanzen begünstigt haben. Es handelt sich dabei um den Sommer mit den höchsten Niederschlagsmittelwerten der letzten Dekade mit stetig steigenden Temperaturmittelwerten über die letzten zehn Jahre.

Vielfältige biotische sowie abiotische Faktoren können Aktivitätsabundanzen von Carabiden beeinflussen, weswegen es unterschiedliche Ansätze gibt diese als Bioindikatoren anzuwenden (Matti, 2011). Aus vorherigen Studien geht hervor, dass die Gegenüberstellung unterschiedlicher Düngemittel (Stallmist und Mineralische Düngung) zu differenzierten Carabidenpopulationen führt (Sadej, Kosewska, Sadej & Nietupski, 2012), wobei Bodenart und Feuchtigkeit als ausschlaggebende Parameter für Carabidae auf landwirtschaftlich geprägten

Ökosystemen der gemäßigten Zonen gelten (Holland & Luff, 2000). Hinsichtlich der angewandten Düngermittel WDU, HIT und MIN ist davon auszugehen dass diese aufgrund unterschiedlicher Zusammensetzung und Herstellungsprozessen keinen gleichwertigen Humus ergeben. Unterschiede in Wasserspeicherkapazität und Struktur sind vorhanden, ebenso wie nicht auszuschließende ökotoxologische Auswirkungen von Humanarzneimitteln im Humus aus Inhalten aus Trockentoiletten (Krause et al., 2021).

Um eine Vergleichbarkeit der Ergebnisse mit weiteren Erhebungen zu gewährleisten sollten daher die Bodenparameter der einzelnen Versuchsstreifen, Meteorologische Auswertungen sowie die strukturelle Vielfalt umgebender Landschaftsstrukturen mit berücksichtigt werden. Ebenso wichtig für folgende Gegenüberstellung der Ergebnisse ist eine Konstanz möglichst vieler Versuchsparameter langfristig beizubehalten, wie der angebauten Frucht (Winterroggen), der Ausbringungstechnik, Ausbringungszeitpunkt, und der angewandten Düngermaterialien (Holland & Luff, 2000).

Eine umfassende Bodenanalyse sowie die Beibehaltung des Versuchsaufbaus wird im Rahmen des Pilotversuchs bereitgestellt. Die Kontaktdaten zu einem Wissenschaftlichen Mitarbeiter der HNE wird als Ansprechpartner im Literaturverzeichnis angegeben. (Boness, J.-O.)

5. Fazit

Mit Einbezug der unterschiedlichen Einflussfaktoren auf die Carabidenfauna ergibt sich ein gleichmäßig verteiltes Artenspektrum unabhängig der Düngermittel über das ganze Versuchsfeld hinaus. Zu beachten ist, dass es sich hierbei um die erste Erstaufnahme in Rahmen eines Pilotversuchs handelt. Demfolgend sind mögliche Indirekte Einflüsse auf die Carabidenpopulation erst in den folgenden Jahren zu Beobachten. (Matti, 2011). Folgende Untersuchungen und weitere Bestandsaufnahmen könnten vertiefte statistische Analysen hinsichtlich der Artenzusammensetzung durchführen und so Erkenntnisse über die Veränderung zwischen den Düngern abbilden.

Die hohe Aktivitätsabundanz mit 1964 Individuen und 72 identifizierten Arten, bei gleichzeitig geringem persönlichem Erfahrungswert in der Laufkäferbestimmung, hätte eine genaue Bestimmung aller Arten im Rahmen dieser Bachelorarbeit gesprengt. Wegen der limitierten taxonomischen Einteilung lässt sich die genaue Artenzusammensetzung nur erahnen, wobei die dokumentierten Aktivitätsabundanzen, Dominanzstrukturen und Diversitätsindices vergleichbare Datengrundlagen für weitere Untersuchungen liefern. Bei künftige Erfassungen sollte bedacht werden, dass für eine exakte Bestimmung mehr Ressourcen entweder zeitlicher oder personeller Art einkalkuliert werden müssen oder entsprechend mehr Expertise benötigt wird.

Der Versuch ist extremen Wetterverhältnissen und einer Strukturreichen Umgebung ausgesetzt. Eine Pseudoreplikation ist zudem nicht auszuschließen, was eine gesonderte Betrachtung der Versuchstreifen erschwert. Für eine zukünftige Gegenüberstellung der einzelnen Düngermittel wird empfohlen die Entfernung zu Randstrukturen zu den Fallen gesondert zu betrachten. Es wäre möglich weniger Versuchstreifen zu beproben, dafür mehrere Fallen auf kleineren Raum zu konzentrieren. Somit dem Einfluss von Randstrukturen auf die Artenvielfalt und dem hohen Arbeitsaufwand für Taxonomische sowie Statistische Auswertung entgegenwirkend.

6. Literaturverzeichnis

Barber, H. S. (1931). Traps for cave-inhabiting insects. *Journal of the Elisha Mitchell Scientific Society*, 46, S. 259-266.

Beck, L.; Ruf, A.; Rosciczewski; Scheurig, M.; Woas, S.; Fründ, H.-C., Römbke, J.; Förster, B. & Horak, F. (1997) Boden als Lebensraum für Bodenorganismen bodenbiologische Standortklassifikation. Karlsruhe: Landesanstalt für Umweltschutz Baden-Württemberg.

Biologie-Seite (o.J.) Abundanz (Ökologie). Entnommen am 18.02.2023 unter [https://www.biologie-seite.de/Biologie/Abundanz_\(%C3%96kologie\)?utm_content=cmp-true](https://www.biologie-seite.de/Biologie/Abundanz_(%C3%96kologie)?utm_content=cmp-true).

Boer, den P. J. (1987). On the turnover of Carabid populations in changing environments. *Acta. Phytopath. Entom. Hung.*, Vol. 22(1-4), S. 71-83.

Bolte, A. & Hornschuch, F. (2009). Kurzanleitung und Arbeitsmaterialien für die Forstwirtschaftliche Vegetationskunde. HNE Eberswalde.

Boness, J.-O. (2020). Prozess- und Produktanforderung für die Kompostierung menschlicher Fäkalien. HNE, Eberswalde, Verfügbar in Research Gate unter https://www.researchgate.net/publication/339285869_Prozess-und_Produktanforderung_fur_die_Kompostierung_menschlicher_Fakalien

Boness, J.-O. [Wissenschaftlicher Mitarbeiter der HNE, Eberswalde und Ansprechpartner für das Pilotprojekt]. Kontakt: bonessol@hu-berlin.de.

Bundesamt für Naturschutz (2017). Einheitlicher Methodenleitfaden „Insektenmonitoring“. Entnommen unter https://www.bfn.de/sites/default/files/2021-08/methodenleitfaden_insektenmonitoring_2019_0.pdf am 19.01.2023.

Coombes, D. & Southern, N.W. (1986). The dispersal and distribution of polyphagous predatory Coleoptera in cereals. *Annals of Applied Biology* 1986, Vol. 108(3), S. 431-474.

Desender, K.; Dufrene, M.; Loreau, M.; Luff, M.L. & Maelfait, J.-P.(1994). Carabid Beetles: Ecology and Evolution. *Series Entomologica*, Vol. 51. Berlin: Springer.

Dücker, A.; Schmüser, H.; Heubel, K.; Borchering, R.; Heubel, V.; Müller-Reich, C.; Pahnke, K.; Gienapp, P.; Nötzold, R. & Nötzold, V. (2006). Laufkäfer: Bestimmungsschlüssel für alle Gattungen und die wichtigsten Arten der Laufkäfer (Carabidae) mit Angaben zu Verbreitung, Ökologie und Gefährdung. Göttingen: Deutscher Jugendbund für Naturbeobachtung.

DWD, o. A. (2022a). Klimadatenarchiv des Deutschen Wetterdienstes [Daten]. Entnommen am 20.01.2023 unter <https://www.dwd.de/DE/leistungen/klimadatendeutschland/klarchivtagmonat.html;jsessionid=7D9277041032-CE12CB88783E60254484.live11053?nn=16102>.

DWD, o. A. (2022b). Stationsübersicht der Wetterstationen des Deutschen Wetterdienstes. Entnommen am 20.01.2023 unter <https://www.dwd.de/DE/leistungen/klimadatendeutschland/stationsuebersicht.html?nn=16102&lsblid=526270>.

Finizio GmbH (2021a). Pilotanlage [Homepage]. Entnommen am 14.02.2023 unter <https://finizio.de/pilotanlage/>.

Finizio GmbH (2021b). Details: Worum geht es? [Homepage]. Entnommen am 14.02.2023 unter <https://finizio.de/labor-und-feldversuche/#feldversuch1>.

Holland, J.M. & Luff, M.L. (2000). The Effects of agricultural practices on carabidae in temperate agroecosystem. *Integrated Pest Management Reviews*, 5, S. 109-129.

Hurlbert, S. H. (1984): Pseudoreplication and the design of ecological field experiments. *Ecological Monographs* 54: 187–211.

Irmeler, U. (2003). The spatial and temporal pattern of carabid beetles on arable fields in northern Germany (Schleswig-Holstein) and their value as ecological indicators. *Agriculture, ecosystems & environment*, V. 98, No. 1-3, S. 141-151.

Irmeler, U. & Gürlich, S. (2004). Die ökologische Einordnung der Laufkäfer (Coleoptera: Carabidae) in Schleswig-Holstein. *Faunistisch-ökologische Mitteilungen/Supplement*, 32. Kiel: Universitätsverlag.

Irmeler, U. & Ranjha, M. H. (2013). Which carabid species benefit from grassy strips in organic agriculture? *Ange-*

wandte Carabidologie, 10, S. 13-22.

Irmeler, U. & Schröter, L. (2008). Lauf- und Kurzflügelkäfer der Ackerflächen. Faun-Ökol.Mitt.Suppl, 25, S. 145-158.

Köhler, F. (2007). Kurzfassung der forstlichen Standortserkundung im Land Brandenburg. Entnommen am 20.01.2023 unter <https://www.ilb.de/media/dokumente/dokumente-fuer-programme/dokumente-mit-programm-zuordnung/infrastruktur/02-zuschuesse/30-forst-foerderung-landeswald/kurzfassung-forstliche-standorterkundung-sea.pdf>.

Koivula, M. J. (2011). Useful model organisms, indicators, or both? Ground beetles (Coleoptera, Carabidae) reflecting environmental conditions. ZooKeys, 100, S. 287-317.

Konopatzky, A. & Kirschner, G. (2013). Legende zur forstlichen Standortskarte des Betriebsteils 06 – Wünsdorf (Forststruktur von 2004-2010). Landebetrieb Forst Brandenburg LFE.

Konradi, S.; Brückner, J. & Vogel, I. (2014). Humanarzneimittelrückstände im Klärschlamm – Priorisierungskonzept zur Einstufung des Umweltgefährdungspotentials für den Boden. Mitt Umweltchem Ökotox, Nr. 2, S. 26-30.

Krause, F.; Häfner, F., Augustin, F.; Harlow, E.; Boness, J.-O. & Udert, K.M. (2021). Risikoanalyse zur Anwendung von Recyclingdüngern aus menschlichen Fäkalien im Gartenbau. Doi: 10.31030/3213808.

Kromp B. (1999) Carabid beetles in sustainable agriculture: a review on pest control efficacy, cultivation impacts and enhancement. Agriculture, Ecosystems & Environment, 74, 187-228.

Leguan Planungsbüro (2005). Dominanzidentität nach Renkonen [Homepage]. Entnommen am 18.02.2023 unter URL: <http://www.leguan.com/default.aspx?Content=Methoden/Bewertung/Renkonen>.

Lente, E.; Lesky, P.; Reder, S.; Roßkopf, A.; Tarouquella, L. & Waßermann, L. (2017). Angewandte Ökologie: Schlangenpfuhl/Düne [Studentisches Forschungsprojekt, unveröffentlicht]. Eberswalde: Hochschule für nachhaltige Entwicklung.

Lexikon der Biologie - Spektrum (o.J. a). Aktivitätsdichte, Aktivitätsabundanz [Onlineausgabe]. Entnommen am 18.02.2023 unter <https://www.spektrum.de/lexikon/biologie/aktivitaetsdichte/1803>.

Lexikon der Biologie - Spektrum (o.J. c). Faunenähnlichkeit [Onlineausgabe]. Entnommen am 18.02.2023 unter <https://www.spektrum.de/lexikon/biologie/faunenaehnlichkeit/23846r>.

Lexikon der Biologie – Spektrum (o.J. b). Shannon-Index [Onlineausgabe] Entnommen am 18.02.2023 unter <https://www.spektrum.de/lexikon/geowissenschaften/shannon-index/14873>.

Linde, A. (2016). Module „Waldökologie“, Module Component: Applied Ecology: Results of part „animal ecology“ - what do to with your data (species lists)? [Vorlesungsunterlagen, unveröffentlicht]. Eberswalde, Hochschule für nachhaltige Entwicklung.

Luff, M. L. (1982). Population dynamics of Carabiadae. *Annals of Applied Biology*, Vol. 101(1), S. 164-170.

Matti, J. K. (2011). Useful model organisms, indicators, or both? Ground beetles (Coleoptera, Carabidae) reflecting environmental conditions. *Zookeys* 100, S. 287-317.

Ministerium für Landwirtschaft, Umweltschutz und Raumordnung des Landes Brandenburg (2004). Waldbau-Richtlinie 2004 „Grüner Ordner“ der Landesforstverwaltung Brandenburg. Potsdam: Referat Presse- und Öffentlichkeitsarbeit.

Mostbauer, P.; Lenz, S. & Unger, N. (2017). *Phosphorrückgewinnung aus Klärschlamm und Klärschlammasche: Im Auftrag der Autonomen Provinz Bozen – Südtirol, Landesagentur für Umwelt* [Endbericht]. Wien, Institut für Abfallwirtschaft, Universität für Bodenkultur.

Mühlenberg, M. (1993): Freilandökologie (3. Auflage). Heidelberg: Quelle & Meyer.

Sadej, W.; Kosewska, A.; Sadej, W. & Nietupski, M. (2012). Effects of fertilizer and land-use type on soil properties and ground beetle communities. *Bulletin of Insectology*, 65 (2), S. 239-246.

Schaller, F.; Randhahn, A.; Bösche, E. & Michelmann, J. (2020). Kreislaufwirtschaft als Säule des EU Green Deal. *Klima*, S.233-251.

Scheffler, I.; Kielhorn, K.-H.; Warse, D. W.; Korge, H. & Braasch, D. (1999). Rote Liste und Artenliste der Laufkäfer des Landes Brandenburg (Coleoptera: Carabiadae). Naturschutz und Landschaftspflege in Brandenburg, Beilage zum Heft 4.

Siering, C. (1997). Habitatansprüche der im Wald lebenden Laufkäfer des nordostdeutschen Tieflandes: Ein Literaturvergleich [Diplomarbeit am Fachbereich Forstwirtschaft der Fachhochschule Eberswalde (HNE)].

Smith, T.M. & Smith, R.L. (2009). Ökologie: Vom Organismus bis zum Ökosystem (6. Edition). München: Pearson Studium.

Tanabe, S.-I. (2002): Between-forest variation in vertical stratification of drosophilid populations. *Ecological Entomology* 27: 720-731.

Thiele, H.U. (1977). Carabid beetles in their environments: A Study on habitat selection by adaptations in physiology and behaviour. *Zoophysiology and ecology*, 10. Berlin: New York.

Trautner, J. (2017). Die Laufkäfer Baden-Württembergs. Stuttgart, Eugen Ulmer.

Trautner, J. & Aßmann, T. (1998). Bioindikation durch Laufkäfer – Beispiele und Möglichkeiten. *Bayer. Akad. Natursch. Landschaftspfl.*, 8, S.169-182.

Traxler, A. (1997). Handbuch des Vegetationsökologischen Monitorings: Methoden, Praxis, Angewandte Projekte Teil A: Methoden. Monographie Band 89 A M-089 A. Wien. S. 56.

Wallin, H. (1988). The effects of spatial distributio on the development and reproduction of *Pterostichus cpreus*; *P. melanarius*; *P. niger* Schall. And *Harpalus rufipes* DeGeer (Col. Carabidae) or arable land. *Journal of Applied Entomology*, Vol. 106(1-5), S. 483-487.

Wolters, V. (1996). Fortschritt der Bodenzoologie: Probleme, Konzepte, Lösungsstrategien. Mitteilungen der Deutschen Bodenkundlichen Gesellschaft, 81, S. 7-16.

ZirkulierBar (2023). Vision, Mission, Projektaufbau [Startseite der Homepage]. Entnommen am 14.02.2023 unter <https://zirkulierbar.de/>.

8. Abschließende Erklärung

Ich versichere hiermit, dass ich meine Bachelorarbeit selbstständig und ohne fremde Hilfe angefertigt habe, und dass ich alle von anderen Autoren wörtlich übernommenen Stellen wie auch die sich an die Gedankengänge anderer Autoren eng anlegenden Ausführungen meiner Arbeit besonders gekennzeichnet und die Quellen zitiert habe.

Eberswalde, den 28.02.2023

A handwritten signature in black ink, appearing to be 'L. B.', written over a horizontal line.

Unterschrift

9. Anhang

Anhang A. Präsenz der Null-Fläche – nach Versuchsstreifen, Gesamtfläche, Fangperiode und Falle

N = 446 Individuen, 42 Arten, 16 Gattungen

		Gesamt				1. Fangperiode								2. Fangperiode								3. Fangperiode																																				
		1a	1b	1	1	Wa	Oa	Wb	Ob	1a	1b	1	Wa	Oa	Wb	Ob	1a	1b	1	Wa	Oa	Wb	Ob	1a	1b	1	Wa	Oa	Wb	Ob	1a	1b	1																									
Agonum		1																																																								
Agonum	sexpunctatum	1		1		1				1				1																																												
Amara		50																																																								
Amara	fulva	18	4	22		6	8	1	2	14	3	17		4		1	4	1	5												1				1				1																			
Amara	spec. B		2	2																				1				1				1					1	1																				
Amara	spec. C	3	9	12		1				5	1				5	6	2				4				2	4	6																															
Amara	spec. J	2	1	3		2				1				2	1	3																																										
Amara	spec. L		1	1																				1				1				1																										
Amara	spec. N	1	1	2		1				1				1				1				1				1					1	1	1																									
Amara	spec. P	2		2																				1				1				1																										
Amara	spec. Q	1		1		1				1				1																						1				1				1														
Amara	spec. R	2	3	5		1				3	1				3	4	1				1				1																																	
Bembideon		2																																																								
Bembideon	spec. A		1	1																				1				0				1	1				1																					
Bembideon	spec. B	1		1		1				1				1																																												
Broscus		8																																																								
Broscus	cephalotes	2	6	8		1				1				1				4				4				4	1				2				1				2	3																		
Calathus		65																																																								
Calathus	ambiguus/erratus	17	28	45		4	10	3	10	14	13	27		3	5	10	3	15	18												1				1				1																			
Calathus	fuscipes	3	13	16		1				8				1				8	9	1				1	4	2				4	6																											
Calathus	melanocephalus	2	1	3		1				1				1				2				1				1				1																												
Calathus	spec. D	1		1		1				1				1																																												
Calosoma		1																																																								
Calosoma	auropunctatus		1	1		1				1				1																																												
Cicindela		1																																																								
Cicindela	hybrida	1		1		1				1				1																																												
Dromius		1																																																								
Dromius	spec.	1		1																				1				1				1																										
Harpalidae		45																																																								
Harpalus	affinis		4	4		1				1				1				3				3				3																																
Harpalus	Gruppe A	4	4	8		1				1				1				4				2	4				2	6	1				1				1																					
Harpalus	Gruppe B	2	14	16		1				10				2	1	12	13	1				1				1	1	2	1				1				1																					
Harpalus	latus	2	3	5		2				2				2				2				4				1				1				1																								
Harpalus	spec. B	1	5	6		1				1				1				3				3				3	1				1				1	1	2																					
Harpalus	spec. E	4		4																				3				3				3				1				1				1				1										
Harpalus	spec. G		1	1																																1				1				1				1										
Harpalus	spec. H		1	1																				1				1				1																										
Microlestes		17																																																								
Microlestes	spec.	16	1	17		4	12		1	16	1	17																																														
Ophonus		25																																																								
Ophonus	spec. A		2	2																																2				2				2														
Ophonus	spec. B	6		6																				6				6				6																										
Ophonus	spec. C	8	6	14																				8				6				8	6	14																								
Ophonus	spec. F		3	3																								3				0	3	3																								
Oodes		1																																																								
Oodes	gracilis		1	1		1				1				1																																												
Platus		7																																																								
Platus	calceatus.	7		7																				3				3				3				4				4				4														
Poecilii		110																																																								
Poecilus	cupreus	3	25	28		3				1	21	3	22	25	3				3				3																																			
Poecilus	lepidus	43	17	60		1	27		4	28	4	32	13				1				10	13	11	24	2				2				2				2	4																				
Poecilus	punctulatus	4		4		3				3				3				1				1				1																																
Poecilus	versicolor	8	10	18		7				1	6	7	7	14	1				3				1				3	4																														
Pseudophonus		101																																																								
Pseudophonus	griseus	8		8																																8				8				8														
Pseudophonus	rufipes	49	44	93		4	8	6	12				6	18	11				10	1	27	21	28	49	4				12	7	3	16	10	26																								
Syntomus		11																																																								
Syntomus	spec.	9	2	11		6				1				6	1	7	3				1				3				1	4																												
	Gattungen	16																																																								
	Arten	32	30	42	16	0	11	17	13	12	23	20	29	7				14	9	15	20	21	29	4				5	9	3	9	11	15																									
	Individuen	232	214	446	446		31	88	36	58	119	94	213	36				43	24	73	79	97	176	8				26	17	6	34	23	57																									
		1a	1b	1	1	Wa				Oa	Wb	Ob	1a	1b	1	Wa				Oa	Wb	Ob	1a	1b	1	Wa				Oa	Wb	Ob	1a	1b	1																							
		Gesamt				1. Fangperiode								2. Fangperiode								3. Fangperiode																																				

Tabelle X: Präsenz der Null-Fläche nach Arten, Fallenposition, Fangzeitraum, Versuchsstreifen und der Fläche im Gesamten (eigene Darstellung).

Anhang B. Präsenz der WDU-Fläche – nach Versuchsstreifen, Gesamtfläche, Fangperiode und Falle

N = 427 Individuen, 41 Arten, 17 Gattungen

		Gesamt				1. Fangperiode							2. Fangperiode							3. Fangperiode								
		2a	2b	2	2	Wa	Oa	Wb	Ob	2a	2b	2	Wa	Oa	Wb	Ob	2a	2b	2	Wa	Oa	Wb	Ob	2a	2b	2		
Amara		84																										
Amara	fulva	9	9	18		3	5	9		8	9	17		1			1		1									
Amara	spec. C	5	27	32		3		23	4	3	27	30		2			2		2									
Amara	spec. F	2	1	3				1			1	1									2			2		2		
Amara	spec. L		1	1																			1		1	1		
Amara	spec. M	4		4		1				1	1		1	2			3		3									
Amara	spec. N	6	9	15		6		1	8	6	9	15																
Amara	spec. P	6	1	7		3				3	3		3				3		3				1		1	1		
Amara	spec. Q		4	4					3		3	3				1		1	1									
Bembideon		2																										
Bembideon	assimile	1		1			1			1		1																
Bembideon	spec. B	1		1		1				1		1																
Brosicus		11																										
Brosicus	cephalotes	6	5	11					1		1	1		4	1	3	1	5	4	9	1			1		1		
Calathus		39																										
Calathus	ambiguus/erratus	6	21	27			4	6	2	4	8	12		1	1	2	9	2	11	13			1	1		2	2	
Calathus	fuscipes	1	5	6			1		3	1	3	4				1			1	1			1			1	1	
Calathus	melanocephalus	3	2	5		1	2		2	3	2	5																
Calathus	spec. A		1	1												1			1	1								
Clivina		1																										
Clivina	fossor		1	1					1		1	1																
Harpalidae		44																										
Harpalus	affinis		2	2				2			2	2																
Harpalus	anxius	2		2																		2			2		2	
Harpalus	Gruppe A	5	10	15				5	4		9	9		4			1	4	1	5		1		1		1		
Harpalus	Gruppe B	8	2	10		5			1	5	1	6		1	2		1	3	1	4								
Harpalus	latus		4	4				4			4	4																
Harpalus	spec. B	1		1																		1			1		1	
Harpalus	spec. C		1	1				1			1	1																
Harpalus	spec. E	1		1										1				1		1								
Harpalus	spec. H	8		8		3				3	3		5					5		5								
Masoreus		1																										
Masoreus	wetterhalli	1		1			1			1		1																
Microlestes		1																										
Microlestes	spec.	1		1		1				1		1																
Ophonus		34																										
Ophonus	spec. E	1		1																		1			1		1	
Ophonus	spec. D	8	25	33										3	4	12	11	7	23	30		1		2	1	2	3	
Platys		6																										
Platys	calceatus.	4	2	6																		4	1	1	4	2	6	
Platynus		1																										
Platynus	dorsalis		1	1				1			1	1																
Poecilii		87																										
Poecilus	cupreus	12	12	24			6	2	4	6	6	12		5	1	4	1	6	5	11				1		1	1	
Poecilus	lepidus	22	14	36			15	5	7	15	12	27		5		1	1	5	2	7		1	1		2		2	
Poecilus	punctulatus	8		8			8			8		8																
Poecilus	versicolor	11	8	19			6	1	2	6	3	9		4	1	3	2	5	5	10								
Pseudophonus		106																										
Pseudophonus	griseus	1	3	4											1	1		1	1	2				2		2	2	
Pseudophonus	rufipes	36	66	102		2	1	6	10	3	16	19		13	8	16	16	21	32	53		3	9	9	9	12	18	30
Pterostichii		1																										
Pterostichus	melanarius	1		1										1				1		1								
Stomis		1																										
Stomis	pumicatus	1		1		1				1		1																
Syntomus		7																										
Syntomus	spec.	4	3	7		4		1	2	4	3	7																
Zabrus		1																										
Zabrus	tenebrioides	1		1																			1			1		1
	Gattungen	17																										
	Arten	33	27	41		13	11	15	15	21	21	30		10	15	10	10	17	13	20		3	10	7	5	11	9	17
	Gesamt:	187	240	427	427	34	50	68	54	84	122	206		38	37	44	44	75	88	163		5	23	16	14	28	30	58
		2a	2b	2	2	1. Fangperiode							2. Fangperiode							3. Fangperiode								
	Gesamt	2																										

Anhang C Präsenz der HIT-Fläche – nach Versuchsstreifen, Gesamtfläche, Fangperiode und Falle

N = 436 Individuen, 34 Arten, 12 Gattungen

		Gesamt				1. Fangperiode								2. Fangperiode								3. Fangperiode												
		3a	3b	3	3	Wa	Oa	Wb	Ob	3a	3b	3	Wa	Oa	Wb	Ob	3a	3b	3	Wa	Oa	Wb	Ob	3a	3b	3	Wa	Oa	Wb	Ob	3a	3b	3	
Amara		79																																
Amara	fulva	14	15	29		3	8	12	1	11	13	24		3	2		3	2	5															
Amara	spec. A	1	4	5				1		1	1				2			2	2				1	1			1	1	2					
Amara	spec. B	1	1	2			1	1		1	1	2																						
Amara	spec. C	6	4	10		2		1		2	1	3		3		2	3	2	5				1		1	1	1	2						
Amara	spec. G	2	0	2			2			2		2																						
Amara	spec. H	1	1	2					1		1	1		1			1		1															
Amara	spec. K	0	1	1																								1		1	1			
Amara	spec. M	1	0	1			1			1		1																						
Amara	spec. N	10	17	27		10	16	1	10	17	27																							
Bembideon		0	0		2																													
Bembideon	assimile	0	1	1					1		1	1																						
Bembideon	spec. A	1	0	1			1				1	1																						
Brosicus		0	0		9																													
Brosicus	cephalotes	6	3	9					1		1	1		5			1	5	1	6			1		1		1	1	2					
Calathus		0	0		56																													
Calathus	ambiguus/erratus	12	34	46		1	2	3	9	3	12	15		7	2	12	7	9	19	28							3		3	3				
Calathus	fuscipes	4	0	4			4			4		4																						
Calathus	melanocephalus	1	2	3			1	2		1	2	3																						
Calathus	spec. B	2	0	2																		2					2		2					
Calathus	spec. C	1	0	1		1				1		1																						
Cicindela		0	0		7																													
Cicindela	hybrida	6	1	7		3	1			4		4		1			1		1				1	1		1	1	2						
Harpalidae		0	0		24																													
Harpalus	affinis	1	1	2			1	1		1	1	2																						
Harpalus	flavescens	1	0	1										1				1		1														
Harpalus	Gruppe A	2	5	7		1	1	3	2	2	5	7																						
Harpalus	Gruppe B	4	1	5			2	1		2	1	3		2				2		2														
Harpalus	latus	3	0	3			3			3		3																						
Harpalus	spec. B	2	4	6										1	3	1	1	4	5				1			1		1						
Oodes		0	0		1																													
Oodes	spec.	1	0	1																		1					1		1					
Ophonus		0	0		10																													
Ophonus	spec. A	10	0	10		2				2		2		8				8		8														
Platus		0	0		6																													
Platus	calceatus.	6	0	6										1				1		1			5				5		5					
Poecilii		0	0		58																													
Poecilus	cupreus	9	11	20			6	1	7	6	8	14		3		1	2	3	3	6														
Poecilus	lepidus	8	22	30			1	1	16	1	17	18		5		2	2	5	4	9			1	1		1	2	1	3					
Poecilus	spec. B	1	0	1																			1					1		1				
Poecilus	versicolor	2	5	7						5		5	5		1			1		1			1					1		1				
Pseudophonus		0	0		180																													
Pseudophonus	griseus	0	14	14												10	2		12	12						2		2	2					
Pseudophonus	rufipes	74	92	166			11		9	11	9	20		25	8	40	26	33	66	99			22	8	4	13	30	17	47					
Syntomus		0	0		4																													
Syntomus	spec.	3	1	4		2				2		2				1		1	1	1	2													
Gattungen		12																																
Arten		45	45	34		7	18	12	11	21	17	26		8	10	8	9	16	11	18			7	7	4	6	12	9	15					
Individuen		196	240	436	436	13	58	43	53	71	96	167		55	23	72	44	78	116	194			29	18	7	21	47	28	75					
		3a	3b	3	3	Wa	Oa	Wb	Ob	3a	3b	3	Wa	Oa	Wb	Ob	3a	3b	3	Wa	Oa	Wb	Ob	3a	3b	3	Wa	Oa	Wb	Ob	3a	3b	3	
		Gesamt				1. Fangperiode								2. Fangperiode								3. Fangperiode												

Tabelle X: Präsenz der HIT-Fläche nach Arten, Fallenposition, Fangzeitraum, Versuchsstreifen und der Fläche im Gesamten (eigene Darstellung).

N = 633 Individuen, 40 Arten, 16 Gattungen

35

Anhang E. Dominanzverteilung der Gattungen

Gattung	Gesamt	Null	WDU	HIT	MIUN	1a	2a	3a	4a	3b	2b	1b	4b
Agonum	0,05%	0,22%				0,43%							
Amara	13,59%	11,21%	19,67%	18,12%	8,06%	12,50%	17,11%	18,37%	23,21%	17,92%	21,67%	9,81%	4,80%
Bembideon	0,36%	0,45%	0,47%	0,46%	0,16%	0,43%	1,07%	0,51%		0,42%		0,47%	0,19%
Brosicus	1,65%	1,79%	2,58%	2,06%	0,63%	0,86%	3,21%	3,06%	0,89%	1,25%	2,08%	2,80%	0,58%
Calathus	12,62%	14,57%	9,13%	12,84%	13,43%	9,91%	5,35%	10,20%	15,18%	15,00%	12,08%	19,63%	13,05%
Calosoma	0,21%	0,22%			0,47%				1,79%			0,47%	0,19%
Carabus	0,10%				0,32%				0,89%				0,19%
Cicindela	0,41%	0,22%		1,61%		0,43%		3,06%		0,42%			
Clivina	0,05%		0,23%								0,42%		
Dromius	0,05%	0,22%				0,43%							
Harpalidae	6,85%	10,09%	10,30%	5,50%	3,16%	5,60%	13,37%	6,63%	8,93%	4,58%	7,92%	14,95%	1,92%
Masoreus	0,05%		0,23%				0,53%						
Microlestes	0,93%	3,81%	0,23%			6,90%	0,53%					0,47%	
Nebria	0,10%				0,32%				1,79%				
Oodes	0,10%	0,22%		0,23%				0,51%				0,47%	
Ophonus	3,86%	5,61%	7,96%	2,29%	0,95%	6,03%	4,81%	5,10%	5,36%		10,42%	5,14%	
Platys	1,13%	1,57%	1,41%	1,38%	0,47%	3,02%	2,14%	3,06%	1,79%		0,83%		0,19%
Platynus	1,24%		0,23%		3,63%						0,42%		4,41%
Poecilus	29,76%	24,66%	20,37%	13,30%	51,03%	25,00%	28,34%	10,20%	10,71%	15,83%	14,17%	24,30%	59,69%
Pseudophonus	23,74%	22,65%	24,82%	41,28%	11,69%	24,57%	19,79%	37,76%	16,96%	44,17%	28,75%	20,56%	10,56%
Pterostichus	1,18%		0,23%		3,48%		0,53%		0,89%				4,03%
Stomis	0,10%		0,23%		0,16%		0,53%						0,19%
Syntomus	1,80%	2,47%	1,64%	0,92%	2,05%	3,88%	2,14%	1,53%	11,61%	0,42%	1,25%	0,93%	
Zabrus	0,05%		0,23%				0,53%						

Eigene Darstellung

Anhang F. Einstufung der gefundenen Carabidae nach den Roten Listen

Deutschlandweit (nach Schmidt et al., 2016)					Nach Scheffler et al., 1999	
Art		aktuelle Bestandsituation	kurzfristiger Bestandstrend	langfristiger Bestandstrend	RL Kat.	aktuelle Bestandesituation* Lebensraum in Brandenburg *
Amara	fulva	mh / h**	=	=	*	h offene Sandböden
Bembideon	assimile	h	=	=	*	h eutrophe Verlandungsvegetation
Brosicus	cephalotes	mh	=	<	*	h Ackerunkrautfluren
Calathus	ambiguus/erratus	mh	=	=	*	h Sandtrockenrasen
Calathus	fuscipes	sh	=	=	*	sh Ruderalfluren
Calathus	melanocephalus	sh	=	=	*	sh Ruderalfluren
Calosoma	auropunctatus	s	^	<<	V	mh Ackerunkrautfluren
Carabus	violaceus	mh	=	=	*	mh bodensaure Mischwälder
Cicindela	hybrida	h	=	=	*	h Sandtrockenrasen
Clivina	fossor	sh	=	=	*	h Ackerunkrautfluren
Harpalus	affinis	sh	=	=	*	sh Ackerunkrautfluren
Harpalus	anxius	mh	=	=	*	h Sandtrockenrasen
Harpalus	flavescens	s	(v)	<	3	mh offene Sandböden
Harpalus	latus	h	=	=	*	h Frischwiesen u. Weide
Masoreus	wetterhallii	mh	=	<	*	mh Sandtrockenrasen
Nebria	brevicollis!	sh	=	=	*	sh feuchte Laubwälder
Harpalus Platus	calceatus.	s	=	=	*	mh Ackerunkrautfluren
Platynus	dorsalis	h	=	=	*	h Ackerunkrautfluren
Poecilus	cupreus	sh	=	=	*	sh Ackerunkrautfluren
Poecilus	lepidus	mh	=	<	*	h Ackerunkrautfluren
Poecilus	punctulatus	ss	=	<	3	mh kurzlebige Ruderalfluren
Poecilus	versicolor	sh	=	=	*	sh Ackerunkrautfluren, Wiesen
Pseudophonus	griseus	mh	=	<	*	mh Ruderalfluren (lückig)
Pseudophonus	rufipes	sh	=	=	*	sh Ackerunkrautfluren
Pterostichus	melanarius	sh	=	=	*	sh Grünland (intensiv bewirtschaftet)
Stomis	pumicatus	h	=	=	*	h Feuchtwiesen
Zabrus	tenebrioides	mh	^	<<	*	sh Ackerunkrautfluren

Legende

aktuelle Bestandsituation		kurzfristiger Bestandstrend		langfristiger Bestandstrend	
ex	Ausgestorben oder verschollen,	vv	Sehr starke Abnahme	<<<	Sehr starker Rückgang
es	Extrem selten	vv	Starke Abnahme	<<	Starker Rückgang
ss	Sehr selten	(v)	Abnahme mäßig oder im Ausmaß unbekannt	<	Mäßiger Rückgang
s	Selten			(<)	Rückgang, Ausmaß unbekannt
mh	Mäßig häufig	=	Gleich bleibend	=	Gleich bleibend
h	Häufig	^	Deutliche Zunahme	>	Deutliche Zunahme
sh	Sehr häufig	?	Daten ungenügend	?	Daten ungenügend
?	Unbekannt				
nb	Nicht bewertet				
kn	Kein Nachweis oder nicht etabliert (nur in Regionallisten)				

Relative Kategorie

0	Ausgestorben oder verschollen	G	Gefährdung unbekannten Ausmaßes
1	Vom Aussterben bedroht	R	Extrem selten
2	Stark gefährdet	V	Vorwarnliste
3	Gefährdet	*	Ungefährdet
		D	Daten unzureichend
		◆	Nicht bewertet

Tabelle X: Einstufung der gefundenen Carabidae nach den Roten Listen (eigene Darstellung nach Scheffler et al., 1999; Schmidt et al., 2016).