

Der Einfluss der Vegetationsstruktur und die Auswirkungen des Kurzumtriebs
auf die Diversität und Zönosenstruktur ausgewählter
Arthropodengemeinschaften (Col.: Carabidae; Arach.: Araneae et Opiliones) in
Agrarholzflächen Nordhessens

Dissertation
zur Erlangung des
Doktorgrades der Agrarwissenschaften (Dr. agr.)

der

Naturwissenschaftlichen Fakultät III
Agrar - und Ernährungswissenschaften,
Geowissenschaften und Informatik

der Martin - Luther - Universität Halle - Wittenberg

vorgelegt von

Frau Konrad, Jessika

Geb. am 22.12.1975 in Braunschweig

Erstgutachter: Prof. Dr. habil. Christa Volkmar, Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg

Zweitgutachter: PD Dr. habil. Werner Kratz, Freie Universität Berlin

Datum der Verteidigung: 18. Juli 2022

I. Inhaltsverzeichnis

II.	Tabellenverzeichnis.....	III
III.	Abbildungsverzeichnis.....	IV
IV.	Abkürzungsverzeichnis.....	V
V.	Zusammenfassung	VII
VI.	Abstract.....	VIII
1	Einleitung	1
1.1	Grundlagen.....	1
1.2	Stand der Forschung	2
1.3	Zielsetzungen und Fragestellungen	5
1.4	Hypothesen	6
2	Standortcharakterisierung.....	7
2.1	Das Untersuchungsgebiet	7
2.1.1	Naturräumliche Lage, Geologie und Böden.....	7
2.1.2	Makroklima.....	8
2.1.3	Landnutzung	10
2.2	Lage und Charakterisierung der Untersuchungsflächen.....	11
3	Material und Methoden.....	15
3.1	Versuchsdesign	15
3.1.1	Bodenfallen.....	15
3.1.2	Vegetationsstrukturkartierung.....	15
3.1.3	Richtungsfallen	16
3.2	Artbestimmung und Nomenklatur.....	18
3.3	Ökologische und funktionale Eigenschaften (Ökologische Gruppen).....	19
3.3.1	Ökologische Typen (ÖT).....	19
3.3.2	Habitatpräferenzen (HP).....	19
3.3.3	Flugdynamische Typen (FdT)	21
3.3.4	Körpermasseklassen (KMK)	21
3.4	Diversität und faunistische Ähnlichkeit.....	21
3.4.1	Arten -, Habitatpräferenz - und Vegetationsstruktur - Diversität	22
3.4.2	Faunistische Ähnlichkeit	23
3.5	Statistische Methoden	24
3.5.1	Wald - Wolfowitz Runs Test (Sequenztest)	24
3.5.2	Mann - Whitney - U - Test	25
3.5.3	Einfaktorielle Varianzanalyse (ANOVA)	25
3.5.4	Redundanzanalyse (RDA).....	26
3.5.5	Lineare Regression.....	28

4	Ergebnisse	31
4.1	Zönosenstruktur.....	31
4.1.1	Arten - und Individuenzahlen	31
4.1.2	Habitatpräferenzen	36
4.1.3	Stenotope und eurytope Waldarten	43
4.1.4	Ökologische Typen.....	46
4.1.5	Flugdynamische Typen	54
4.1.6	Körpermasseklassen	56
4.1.7	Artendiversität (Alpha - Diversität).....	62
4.1.8	Habitatpräferenz - Diversität.....	67
4.1.9	Faunistische Ähnlichkeit (Beta - Diversität).....	73
4.2	Auswirkungen der Holzernte	76
4.3	Vegetationsstruktur	78
4.3.1	Charakterisierung der Vegetationsstruktur.....	78
4.3.2	Diversität der Vegetationsstruktur.....	80
4.4	Auswirkungen der Vegetationsstruktur auf die Zönosen	83
4.4.1	Auswirkungen im gesamten Untersuchungszeitraum.....	83
4.4.2	Auswirkungen in den einzelnen Aufwuchsjahren	86
4.5	Einfluss der Vegetationsstruktur auf die Zusammensetzung ökologischer Gruppen.....	95
4.5.1	Agrarholzflächen in den einzelnen Untersuchungsjahren	95
4.5.2	Agrarholzflächen im Jahr nach der Holzernte	98
4.5.3	Referenzflächen in den einzelnen Untersuchungsjahren.....	100
4.5.4	Agrarholzflächen im gesamten Untersuchungszeitraum	104
4.6	Strukturelle und ökologische Diversität.....	108
5	Diskussion	111
5.1	Methodendiskussion.....	111
5.1.1	Bodenfallen.....	111
5.1.2	Richtungsfallen	113
5.1.3	Statistische Analysen	114
5.2	Ergebnisdiskussion	118
5.2.1	Zusammensetzung der Zönosen.....	118
5.2.2	Ausbreitung und Besiedlung.....	119
5.2.3	Einfluss einer Holzernte.....	123
5.2.4	Einfluss der Vegetationsstruktur	127
6	Schlussfolgerungen	131
VII.	Danksagungen.....	132
7	Literaturverzeichnis	133
8	Anhang.....	145
VIII.	Tabellenverzeichnis des Anhangs	145
IX.	Eidesstattliche Erklärung.....	206

II. Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Umtriebszeiten, Rotationsphasen	12
Tabelle 2: Definition der Diversitätsindices.....	22
Tabelle 3: Absolute Arten - und Individuenzahlen der Laufkäfer.....	31
Tabelle 4: Varianzanalyse von Arten - und Individuenzahlen der Laufkäfer.....	32
Tabelle 5: Absolute Arten - und Individuenzahlen der Spinnentiere	34
Tabelle 6: Varianzanalyse von Arten - und Individuenzahlen der Spinnentiere	35
Tabelle 7: Dominanzanteile von Habitatpräferenzen der Laufkäfer in den Agrarholzflächen	37
Tabelle 8: Dominanzanteile von Habitatpräferenzen der Laufkäfer in den Referenzflächen.....	38
Tabelle 9: Dominanzanteile von Habitatpräferenzen der Spinnentiere in den Agrarholzflächen	40
Tabelle 10: Dominanzanteile von Habitatpräferenzen der Spinnentiere in den Referenzflächen	41
Tabelle 11: Dominanzanteile von stenotopen und euryopen Waldarten der Laufkäfer	43
Tabelle 12: Dominanzanteile von stenotopen und eurytopen Waldarten der Spinnentiere	45
Tabelle 13: Dominanzanteile ökologischer Typen der Laufkäfer in den Agrarholzflächen.....	46
Tabelle 14: Dominanzanteile ökologischer Typen der Laufkäfer in den Referenzflächen.....	48
Tabelle 15: Dominanzanteile ökologischer Typen der Spinnentiere in den Agrarholzflächen	50
Tabelle 16: Dominanzanteile ökologischer Typen der Spinnentiere in den Referenzflächen	52
Tabelle 17: Dominanzanteile flugdynamischer Typen der Laufkäfer in den Agrarholzflächen	54
Tabelle 18: Dominanzanteile flugdynamischer Typen der Laufkäfer in den Referenzflächen.....	55
Tabelle 19: Dominanzanteile von Körpermasseklassen der Laufkäfer in den Agrarholzflächen	57
Tabelle 20: Dominanzanteile von Körpermasseklassen der Laufkäfer in den Referenzflächen	58
Tabelle 21: Dominanzanteile von Körpermasseklassen der Spinnentiere in den Agrarholzflächen.....	60
Tabelle 22: Dominanzanteile von Körpermasseklassen der Spinnentiere in den Referenzflächen.....	61
Tabelle 23: Varianzanalyse der Arten - Diversitätsindices für Laufkäfer	64
Tabelle 24: Varianzanalyse der Arten - Diversitätsindices für Spinnentiere	66
Tabelle 25: Varianzanalyse der Habitatpräferenz - Diversitätsindices für Laufkäfer	69
Tabelle 26: Varianzanalyse der Habitatpräferenz - Diversitätsindices für Spinnentiere	72
Tabellen 27 a - d: Faunistische Ähnlichkeiten der Laufkäferzönosen	74
Tabellen 28 a - d: Faunistische Ähnlichkeiten der Spinnentierzönosen.....	75
Tabelle 29: Varianzanalyse der Vegetationsstruktur - Diversitätsindices.....	81
Tabelle 30: Statistische Kennwerte der RDA für die Laufkäferzönosen im gesamten Untersuchungszeitraum	84
Tabelle 31: Statistische Kennwerte der RDA für die Laufkäferzönosen im 1. bis 4. Aufwuchsjahr der Agrarholzflächen	87
Tabelle 32: Statistische Kennwerte der RDA für die Spinnentierzönosen im 1. bis 4. Aufwuchsjahr der Agrarholzflächen	89
Tabellen 33 und 34: Varianzanalyse der Habitatpräferenzen in den Agrarholzflächen	99
Tabellen 35 und 36: Varianzanalyse der Habitatpräferenzen in den Referenzflächen.....	100
Tabelle 37: Statistische Kennwerte der Regression von Vegetationsstruktur - Diversität und Diversität beider Tiergruppen in den Agrarholzflächen	108

Tabellen mit dem Präfix „A“ befinden sich im Anhang (s. Tabellenverzeichnis des Anhangs).

III. Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Geografische Lage des Untersuchungsgebietes	7
Abbildung 2: Klimadiagramm für die Meteorologische Station Burgwald - Bottendorf.....	8
Abbildung 3: Differenzen monatlicher Mitteltemperaturen zum 30 - jährigen Monatsmittel.....	9
Abbildung 4: Differenzen monatlicher Niederschlagssummen zum 30 - jährigen Monatsmittel.....	10
Abbildung 5: Lage der Untersuchungsflächen und der Bodenfallentransekte	11
Abbildung 6: Schema eines Bodenfallentransektes und der Vegetationsaufnahmequadrate	15
Abbildung 7: Schematische Darstellung zweier Richtungsfalleneinheiten an Biotopgrenzen.....	16
Abbildung 8: Lage der Richtungsfallen in den Untersuchungsflächen.....	17
Abbildungen 9 a - d: Individuenanteile stenotoper und eurytoper Waldarten der Laufkäfer.....	44
Abbildungen 10 a - d: Individuenanteile stenotoper und eurytoper Waldarten der Spinnentiere	45
Abbildung 11: Boxplots für die Artendiversität der Laufkäferzönosen.....	63
Abbildung 12: Boxplots für die Artendiversität der Spinnentierzönosen	65
Abbildung 13: Boxplots für die Habitatpräferenz - Diversität der Laufkäferzönosen	68
Abbildung 14: Boxplots für die Habitatpräferenz - Diversität der Spinnentierzönosen	71
Abbildungen 15 a - d: Individuenanteile von Waldarten und Laufrichtungen nach einer Holzernte ...	77
Abbildung 16: Deckungsgrade ausgewählter Vegetationsstrukturvariablen.....	79
Abbildungen 17 a, b: RDA-Triplots für Laufkäfer und Spinnentiere im Untersuchungszeitraum	85
Abbildungen 18 a - d: RDA-Triplots für Laufkäfer im 1.- 4. Aufwuchsjahr der Agrarholzflächen	91
Abbildungen 19 a - d: RDA-Triplots für Spinnentiere im 1.- 4. Aufwuchsjahr der Agrarholzflächen	93
Abbildungen 20 a - l: Boxplots für die Beschattung und Individuenanteile von Waldarten	96
Abbildungen 21 a - d: Boxplots der Individuenanteile von Acker- und Grünlandarten.....	97
Abbildungen 22 und 23: Relation zwischen den Individuenanteilen xerophiler Spinnentierarten sowie Grünlandarten der Laufkäfer und Beschattung in den Agrarholzflächen.....	104
Abbildung 24: Relation zwischen den Individuenanteilen von Spinnentierarten „schwach hygrophiler Wälder“ und der Beschattung in den Agrarholzflächen	105
Abbildung 25: Relation zwischen den Individuenanteilen von Spinnentierarten „schwach hygrophiler Wälder“ und dem Streuanteil in den Agrarholzflächen.....	106
Abbildungen 26 a - d: Relation zwischen Vegetationsstruktur - Diversität und der Diversität von Laufkäfer- und Spinnentierzönosen	109

IV. Abkürzungsverzeichnis

A	=	potenzielle Auswanderung aus einer Fläche
ACK	=	Acker
ANOVA	=	Analysis of Variance (Varianzanalyse)
Arach.	=	Arachnida
ArcSin	=	Arkussinus (Umkehrfunktion des Sinus)
BB	=	Brandenburg
BE	=	Berlin
BF	=	Bodenfalle
BKG	=	Bundesamt für Kartographie und Geodäsie
BMEL	=	Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft
BRA	=	Brache
BW	=	Baden - Württemberg
BY	=	Bayern
CaCl ₂	=	Calciumchlorid
CANOCO	=	Canonical Community Ordination by [partial] [detrended] [canonical] Correspondence Analysis, Principal Components Analysis and Redundancy Analysis (Computerprogramm zur Analyse multivariater Daten)
CCA	=	Canonical Correspondence Analysis (Kanonische Korrespondenzanalyse)
° C	=	Grad Celsius
cm	=	Zentimeter
Col.	=	Coleoptera
DCCA	=	Detrended Correspondence Analysis (Transformierte Kanonische Korrespondenzanalyse)
DE	=	Deutschland
D-Vac	=	Dietrick's Vacuum Sampler
DWD	=	Deutscher Wetterdienst
E	=	auch potenzielle Einwanderung in eine Fläche
E	=	östliche Länge
ELKE	=	Entwicklung extensiver Landnutzungskonzepte für die Produktion nachwachsender Rohstoffe als mögliche Ausgleichs - und Ersatzmaßnahmen
FKZ	=	Förderkennzeichen
FNR	=	Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe e.V.
F - Wert	=	Prüfgröße zur Signifikanz des F - Tests (Fisher - Test)
GEI	=	Gehölzinsel
ha	=	Hektar
HB	=	Bremen
HE	=	Hessen
HH	=	Hamburg
HLNUG	=	Hessisches Landesamt für Naturschutz, Umwelt und Geologie
HSL	=	Hessisches Statistisches Landesamt
IfaS	=	Institut für angewandtes Stoffstrommanagement
Km	=	Kilometer
KMK	=	Körpermasseklasse
KU1	=	Agrarholzfläche 1
KU2	=	Agrarholzfläche 2
KU3	=	Agrarholzfläche 3
KU4	=	Agrarholzfläche 4

Abkürzungsverzeichnis (Fortsetzung)

KUV	=	Vorgewende westlich KU1
ln	=	Logarithmus naturalis
Ls2	=	schwach sandiger Lehm
Ls3	=	mittel sandiger Lehm
m	=	Meter
m ³	=	Kubikmeter
mm	=	Millimeter
MV	=	Mecklenburg - Vorpommern
N	=	nördliche Breite
n.s.	=	nicht signifikant
NHN	=	Normalhöhennull
NI	=	Niedersachsen
NW	=	Nordrhein - Westfalen
p	=	probabilitas (Wahrscheinlichkeit) , statistische Irrtumswahrscheinlichkeit
PCA	=	Principal Component Analysis (Hauptkomponentenanalyse)
pH	=	pondus Hydrogenii
Q - Q Diagramm	=	Quantil - Quantil Diagramm
RDA	=	Redundancy Analysis (Redundanzanalyse)
RP	=	Rheinland - Pfalz
SD	=	Standard deviation (Standardabweichung)
SE	=	Standard error (Standardfehler)
SH	=	Schleswig - Holstein
Sign.	=	Signifikanz oder Irrtumswahrscheinlichkeit
SL	=	Saarland
SN	=	Sachsen
SPSS	=	Statistic Package for Social Sciences (Statistikpaket für Sozialwissenschaften)
ST	=	Sachsen - Anhalt
TH	=	Thüringen
U - Test	=	Unpaired two Sample Test (Test zweier unabhängiger Stichproben)
VegStr	=	Vegetationsstruktur
VarErkl	=	Varianzerklärung
VIF	=	Variance Inflation Factor
Vs.	=	Version
WAL	=	Wald
WIE	=	Wiese
ZALF	=	Leibniz - Zentrum für Agrarlandschaftsforschung
∅	=	Durchschnitt, Durchmesser

V. Zusammenfassung

In den Jahren 2011 bis 2014 wurden in vier Agrarholzflächen sowie in den sechs Referenzflächen Acker, Brache, Vorgewende, Gehölzinsel, Wald und Wiese Freilandhebungen zur Laufkäfer - und Spinnentierfauna sowie zur Vegetationsstruktur in einer Agrarlandschaft nahe Haine im Ederbergland, Hessen durchgeführt. Zur Erfassung der Wirbellosen wurden Boden - und Richtungsfallen eingesetzt und die Vegetationsstruktur wurde durch visuelle Schätzungen von Deckungsgraden für 10 Vegetationsstrukturvariablen erhoben. Die Anpflanzung der Pappelhybriden erfolgte im Jahr 2008 auf einer Gesamtfläche von 25 ha. Im Abstand von drei bis vier Jahren wurde eine Holzernte in einer von vier Teilflächen durchgeführt.

Die Ziele dieser Arbeit bestanden in der Erfassung der Struktur von Laufkäfer - und Spinnentierzönosen und ihrer Diversität in Agrarholzflächen. Ein Einfluss ausgewählter Strukturvariablen auf die quantitative und qualitative Zusammensetzung der Zönosen sowie die Auswirkungen einer Holzernte wurden für beide Tiergruppen analysiert. In den Agrarholzflächen etablierten sich für beide Tiergruppen Zönosen, deren quantitative und qualitative Zusammensetzung sich deutlich von denjenigen der Referenzflächen unterschied. Zu Beginn der Untersuchung wiesen die Zönosen beider Tiergruppen in den Agrarholzflächen größere faunistische Ähnlichkeiten zueinander als zu den Zönosen der Referenzflächen auf, während im vierten Untersuchungsjahr deutliche Unterschiede zwischen den Zönosen aller Untersuchungsflächen bestanden.

Redundanzanalysen (RDA) ergaben einen Zusammenhang zwischen den Deckungsgraden ausgewählter Vegetationsstrukturvariablen und den quantitativen und qualitativen Zusammensetzungen der Zönosen beider Tiergruppen. Die Strukturvariablen „Schatten“ und „Streu“ leisteten den größten Beitrag zu der Gesamtvarianzaufklärung von 55 bis 70 % in den Artdaten beider Tiergruppen in den einzelnen Aufwuchsjahren der Agrarholzflächen. Auch die Variable „Gras“ trug in allen Jahren zur Varianzaufklärung in beiden Tiergruppen bei. Im 1. Aufwuchsjahr der Agrarholzflächen waren die Zönosen beider Tiergruppen positiv mit der Variablen „Offen“, im 2. Aufwuchsjahr positiv mit der Krautschicht und im 3. und 4. Aufwuchsjahr positiv mit den Variablen „Schatten“ und „Streu“ korreliert. Die Zönosen der Gehölzinsel und des Waldes waren in allen Untersuchungsjahren positiv mit den beiden zuvor genannten Variablen korreliert, diejenigen des Ackers mit der Variablen „Offen“ und diejenigen der Brache und Wiese zeigten positive Relationen zu den Variablen „Gras“ und „Kraut“. Im Vorgewende waren nach der Ansaat einer Wildkrautmischung im Jahr 2011 Veränderungen in den Deckungsgraden der Strukturvariablen zwischen den Jahren erkennbar, die sich im zeitlichen Verlauf unterschiedlich auf die Laufkäfer - und Spinnentierzönosen auswirkten.

Während der Aufwuchszeit der Pappelhybriden stieg der Beschattungsgrad und der Streuanteil in den Agrarholzflächen an. In beiden Tiergruppen bestanden für die Individuenanteile der Waldarten positive Korrelationen zu diesen Variablen und im ältesten Aufwuchsjahr wiesen die Waldarten höhere Individuenanteile im Vergleich zum jüngsten Aufwuchsjahr auf. Diese Beziehungen waren in beiden Tiergruppen statistisch signifikant. Ein Bezug zum Bestandesalter war für die Individuenanteile der stenotopen Waldarten beider Tiergruppen erkennbar, die im Jahr 2014 statistisch signifikant höhere Individuenanteile im Vergleich zum Jahr 2011 aufwiesen.

Wie hohe Individuenanteile dimorpher Arten zeigten, kann Flügeldimorphismus eine geeignete Strategie zur Besiedlung von Agrarholzflächen sein.

Nach einer Holzernte wurden in beiden Tiergruppen zielgerichtete, statistisch signifikante Laufaktivitäten identifiziert, die auf einen Biotopwechsel hindeuteten. In beiden Tiergruppen liefen die Waldarten aus der Agrarholzfläche auf angrenzende Flächen zu, die potenziell ihren artspezifischen Habitatpräferenzen entsprachen. Auf Offenlandbiotop liefen die Waldarten nach einer Holzernte nicht zu. Daraus lässt sich ableiten, dass eine abrupte Habitatveränderung, wie sie durch eine Holzernte hervorgerufen wird, einen Teil der Waldarten in beiden Tiergruppen zum Verlassen dieser Fläche durch Laufaktivität veranlasst. Für beide Tiergruppen deuteten Richtungspräferenzen darauf hin, dass zwischen artspezifischen Habitatpräferenzen und den Eigenschaften angrenzender Biotope ein Zusammenhang besteht und Laufaktivitäten auch nach einer Holzernte nicht willkürlich erfolgen. Ein statistisch signifikanter Anstieg des Individuenanteils von Waldarten im zweiten Folgejahr nach einer Holzernte wurde auf einen positiven Einfluss der Rotationsernte zurückgeführt.

Die Agrarholzflächen waren durch eine statistisch signifikant höhere Diversität der Vegetationsstruktur im Vergleich zu den Referenzbiotopen gekennzeichnet. Beide Tiergruppen wiesen eine statistisch signifikant höhere Arten- und Habitatpräferenz-Diversität in den Agrarholzflächen im Vergleich zu den Referenzbiotopen auf. In den Agrarholzflächen war die Arten- und Habitatpräferenz-Diversität in beiden Tiergruppen statistisch signifikant positiv mit der Vegetationsstruktur-Diversität korreliert. Die Diversität der Vegetationsstruktur trägt damit sowohl räumlich als auch zeitlich zur Heterogenität dieser Flächen bei. Für die Zönosen beider Tiergruppen wies die hohe Habitatpräferenz-Diversität in den Agrargehölzen auf eine ökologische Äquivalenz von Arten und somit auf ein hohes Maß an Resilienz innerhalb der Zönosen hin.

VI. Abstract

From 2011 to 2014, field surveys of ground beetle and arachnid fauna as well as vegetation structure were carried out in an agricultural landscape near Haine in the Ederbergland, Hesse, in four agroforestry and in six reference plots: arable land, fallow, headland, woody island, forest and meadow. Ground traps and directional traps were used to capture invertebrates. and Vegetation structure was assessed by visual estimates of cover for 10 vegetation structure variables. Poplar hybrids were planted in 2008 on a total area of 25 ha. At intervals of three to four years, a timber harvest was carried out in one of the four partial areas.

The objectives of this work were to record the structure of ground beetle and arachnid communities and their diversity in agricultural woodland. The influence of selected structural variables on the quantitative and qualitative composition of the cenoses as well as the effects of timber harvesting were analyzed for both groups of animals. In the agroforestry plots, both groups of animals established their own cenoses, whose quantitative and qualitative composition differed significantly from that of the reference plots. At the beginning of the study, the faunistic similarities between the composition of the cenoses of both animal groups in the agroforestry plots were greater than to those of the reference plots, whereas in the fourth year of the study there were clear differences between the faunistic compositions of all study plots.

Redundancy analyses (RDA) revealed a correlation between the cover of selected vegetation structure variables and the quantitative and qualitative compositions of the cenoses of both animal groups. The structural variables "shade" and "litter" made the largest contribution to the total variance explanation of 55 to 70 % in the species data of both animal groups in each single upgrowth year of the agroforestry plots. The variable "grass" also contributed to the variance explanation in both animal groups in all

years. In the first year of growth of the agroforestry plots, the cenoses of both animal groups were positively correlated with the variable "open", in the second year of growth positively correlated with the herb layer and in the third and fourth year of growth positively correlated with the variables "shade" and "litter". In all years of the study, the woody island and forest communities were positively correlated with the two variables previously mentioned, those of the arable field with the variable "open" and those of the fallow and meadow showed positive relationships with the variables "grass" and "herb". In the headland, after sowing a wild herb mixture in 2011, changes in the cover of the structural variables between the years were recognizable, which had different effects on the ground beetle and arachnid cenoses over time.

During the upgrowth period of the poplar hybrids, the degree of shading and the proportion of litter increased in the agroforestry plots. In both animal groups, there were positive correlations for the proportions of individuals of the forest species with these variables, and the individuals of the forest species had higher proportions in the oldest year of growth compared to the youngest year of growth. These relationships were statistically significant in both animal groups. A relationship to stand age was evident for the individual proportions of stenotopic forest species in both animal groups, which had statistically significantly higher proportions of individuals in 2014 compared to 2011.

As high proportions of individuals of dimorphic species showed, wing dimorphism can be a suitable strategy for colonizing agricultural woodland.

After a timber harvest, statistically significant targeted running activities were identified in both animal groups, indicating a biotope crossing. In both animal groups, forest species ran from the agricultural woodland to adjacent areas that potentially corresponded to their species-specific habitat preferences. The forest species did not run towards open land biotopes after a timber harvest. It can be derived from this that an abrupt habitat change, as caused by a timber harvest, induces some of the forest species in both animal groups to leave this area through running activity. For both animal groups, directional running preferences indicated that there is a connection between species-specific habitat preferences and the characteristics of adjacent biotopes and that running activities do not occur randomly even after a timber harvest. A statistically significant increase in the proportion of individuals of forest species in the second year after a timber harvest was attributed to a positive influence of rotational harvesting.

The agroforestry plots were characterized by a statistically significant higher diversity of vegetation structure compared to the reference biotopes. Both animal groups showed a statistically significant higher species- and habitat preference diversity in the agroforestry plots compared to the reference biotopes. In the agroforestry plots, species- and habitat preference diversity was statistically significantly positively correlated with vegetation structure diversity in both animal groups. The diversity of the vegetation structure thus contributes to the heterogeneity of these plots both spatially and temporally. The high habitat preference diversity in the agroforests of both animal groups indicated an ecological equivalence of species and thus a high degree of resilience within the cenoses.

1 Einleitung

1.1 Grundlagen

Diese Arbeit ging aus der Erhebung und Auswertung von Daten hervor, die im Rahmen des Bundesforschungsprojektes „Entwicklung extensiver Landnutzungskonzepte für die Produktion nachwachsender Rohstoffe als mögliche Ausgleichs - und Ersatzmaßnahmen“ (ELKE) - Phase III erhoben wurden. Das Projekt wurde aus Fördermitteln des Bundesministeriums für Ernährung und Landwirtschaft (BMEL) und der Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe (FNR) finanziert (Förderkennzeichen FKZ: 220 077 09). Zuwendungsempfänger war das Institut für angewandtes Stoffstrommanagement (IfaS) der Hochschule Trier, welches auch die Projektkoordination durchführte.

Drei aktuelle Problemfelder bildeten den wissenschaftlichen und gesellschaftspolitischen Hintergrund für die Planung und Durchführung des Projektes

- der Rückgang der Artenvielfalt, vor allem in der Agrarlandschaft
- die Energiewende - vom Verbrauch fossiler Rohstoffe zu nachhaltigen (Sonnen - und Windenergie) und erneuerbaren (nachwachsende Rohstoffe) Energiequellen
- die zunehmende Flächeninanspruchnahme durch Urbanisierung auf Kosten landwirtschaftlich nutzbarer Flächen

Ein besonderer Fokus des Projektes war auf das Spannungsfeld zwischen dem Rückgang von konventionell bewirtschafteten Acker - und Grünlandflächen im Zuge der zunehmenden Urbanisierung und dem konservierenden Naturschutz gerichtet. In Deutschland sank der Anteil landwirtschaftlicher Nutzfläche im Zeitraum von 2010 bis 2020 um mehr als 100.000 ha (BMEL 2017; Destatis 2021). Ein konservierender Naturschutz steht der natürlichen Dynamik und Evolution von Ökosystemen sowie auch den anthropogenen Verursachern von Eingriffen diametral entgegen (Haber 2013).

Einen Ausweg aus der scheinbaren Unvereinbarkeit der anhaltenden Ressourcenverknappung und den flächenerweiternden Ansprüchen des Naturschutzes sahen Wagener et al. (2013) in der Entwicklung einer integrativen Kulturlächenbewirtschaftung (Mehrfachnutzung). Die Kombination aus dem Erhalt schutzwürdiger Kulturgüter mit extensiv bewirtschafteten Kulturen auf ein - und derselben Fläche soll hierbei der anhaltenden Ressourcenverknappung entgegenwirken. Das Ziel bestand in dem Nachweis, dass ein effektives Zusammenwirken von Biomasseproduktion und angewandtem Naturschutz eine Ausweitung naturschutzfachlich relevanter Flächen ohne Verlust von landwirtschaftlicher Nutzfläche bedeuten kann (Prinzip des Naturschutzes durch Landbau).

Das übergeordnete Praxisziel des ELKE - Projektes war die gesetzliche Anerkennung von extensiven Anbau - und Bewirtschaftungssystemen für die nachhaltige Energieproduktion durch nachwachsende Rohstoffe als Ausgleichs - und Ersatzmaßnahme in der naturschutz - und baurechtlichen Eingriffsregelung. Das wissenschaftliche Ziel bestand in der Leistungserfassung von Kulturen, die als aussichtsreich für den biotischen und abiotischen Ressourcenschutz eingeschätzt wurden sowie in der Untersuchung von Auswirkungen der Anbausysteme auf verschiedene Organismengruppen (Wagener et al. 2013).

Zur Realisierung und Überprüfung der Zielvorgaben wurden an vier Modellstandorten Deutschlands in den Bundesländern Niedersachsen, Hessen, Saarland und Bayern zum Teil neuartige Anbaukulturen angepflanzt. In Bayern wurden schnellwachsende Gehölze (Erlen (*Alnus glutinosa* (L.) GAERTN.), Robinnien (*Robinia pseudoacacia* L.), Pappel - und Weidenhybriden) gepflanzt. Im Saarland setzte sich die Aussaat aus alternativen Energiepflanzen wie Wickroggen (*Secale cereale* L. + *Vicia villosa* ROTH), Hafer - Erbse (*Avena sativa* L. + *Pisum sativum* L.), Wildblumenmischungen und Riesen - Chinaschilf (*Miscanthus x giganteus* J.M.GREEF & DEUTER ex HODK. & RENVOIZE) zusammen. Verschiedene Pappel - und Weidenhybriden wurden in Hessen gepflanzt und nicht hybridisierte, einheimische Gehölze wie Eberesche (*Sorbus aucuparia* L.), Sandbirke (*Betula pendula* ROTH), Schwarzerle (*Alnus glutinosa* (L.) GAERTN.), Traubeneiche (*Quercus petraea* LIEBL.) und Hecken aus Weißdornarten (*Crataegus* spec.) wurden in Niedersachsen kultiviert. Neben einem Ertragsvergleich von alternativen Energiepflanzen mit den traditionellen Arten Mais (*Zea mays* L.) und Winter - Weizen (*Triticum aestivum* L.) wurden in den Anbauflächen vergleichende Untersuchungen zur Vegetation, zu Vögeln sowie zu Laufkäfern und Spinnentieren durchgeführt.

An allen Standorten erfolgte eine Erfassung der Biotoptypen und der Vegetation. Für eine Zustandsbewertung der Biotope wurden beispielhaft die Vögel (Flade 1994; Temple & Wiens 1989) und als quantitativ wichtige wirbellose Prädatorengruppen die Laufkäfer und Spinnentiere (Clough et al. 2005; Lang et al. 1999) ausgewählt. Diese Wirbellosen besitzen eine indikatorische Bedeutung, da sie sensibel auf Änderungen in der Landschaft reagieren (Luka 1996; Marc et al. 1999; Rainio & Niemelä 2003; Trautner 2017).

Von 2010 bis 2014 wurden von Mitarbeitern des damaligen Instituts für Landnutzungssysteme des Leibniz - Zentrum für Agrarlandschaftsforschung (ZALF) im Rahmen des ELKE - Projektes praxisbegleitende Feldforschungen durchgeführt. Diese umfassten am Modellstandort Haine in Hessen Erhebungen zur Vegetationsstruktur sowie zur Laufkäfer - und Spinnentierfauna in vier Agrarholzflächen und sechs Referenzbiotopen, welche die Grundlage dieser Arbeit bildeten.

1.2 Stand der Forschung

Die Etablierung von Agrarholzflächen erfolgt hauptsächlich auf ehemaligen Ackerflächen oder Flächenstilllegungen und dient der Energieproduktion oder als Ausgangsmaterial für die industrielle Nutzung. Im Jahr 2020 wurde deutschlandweit eine Anbaufläche von 5.727 ha zur Agrarholzproduktion genutzt (Destatis 2021). Hierbei werden vorwiegend schnellwachsende Baumarten wie Weiden - oder Pappelhybriden verwendet, die flächig oder linear angepflanzt werden. Bei einer maximalen Standzeit von 15 bis 30 Jahren erfolgt die Holzernte in den gemäßigten Regionen Mitteleuropas in Abständen von zwei bis fünf Jahren (Weger et al. 2013).

Neuere Erkenntnisse weisen jedoch auf eine höhere Wirtschaftlichkeit durch längere Umtriebszeiten hin, da die maximalen jährlichen Zuwächse (t/a) erst nach etwa 8 - 10 Jahren erreicht werden (Harling 2019). Im Gegensatz zu einjährigen Anbaufrüchten sind nach einer Etablierungsphase nur noch wenige Bewirtschaftungsmaßnahmen erforderlich und neben einem verminderten Pestizideinsatz ist eine mehrjährige Bodenruhe für Agrarholzflächen kennzeichnend.

Aufgrund der Wuchsform, der Bodenvegetation und der Streuakkumulation besitzen Agrarholzflächen eine höhere strukturelle Heterogenität als klassische Agrarbiotope (Baum et al. 2012; Dauber et al. 2010; Langeveld et al. 2012; Rowe et al. 2011).

Während der Wachstumsphase erfolgen Veränderungen in den Habitateigenschaften wie der räumlichen Struktur, der Strukturdichte und der Komplexität der Vegetation sowie auch im Beschattungsgrad und den Feuchteverhältnissen (Schulz et al. 2009). Mit zunehmender Standzeit weisen die Laufkäfer- und Spinnentierzönosen in Agrarholzflächen Veränderungen in der Zusammensetzung auf (Allegro & Sciaky 2003; Burger 2006; Elek et al. 2001; Kriegel et al. 2021; Nerlich et al. 2012; Schardt et al. 2008; Schulz et al. 2008). Wie Ribera et al. (2001) zeigen, sind die Arteigenschaften hochsignifikant mit den Habitateigenschaften korreliert.

In älteren Agrarholzflächen beobachten Nerlich et al. (2012) eine höhere Diversität für Laufkäferzönosen. Brose (2003) findet einen Zusammenhang zwischen der Heterogenität der Vegetationsstruktur und der Laufkäferdiversität in temporären Feuchtgebieten. Dies bestätigt eine Studie von Brunk (2006) in der Niederlausitzer Bergbaufolgelandschaft und auch Verheyen et al. (2014) stellen einen positiven Zusammenhang zwischen der strukturellen Heterogenität und der Vielfalt an Laufkäfer- und Spinnentierarten mit unterschiedlichen ökologischen Merkmalen in Agrarholzflächen fest.

Mit einer Holzernte gehen nach einer mehrjährigen Aufwuchsphase abrupte Veränderungen in der Habitatstruktur einher (vgl. Vanbeveren & Ceulemans 2019). Die Habitateigenschaften und damit die Lebensbedingungen unterscheiden sich für epigäische Arthropoden im Jahr nach einer Holzernte stark von denjenigen des Vorjahres. Dies kann sich für Offenlandarten positiv auf die Lebensraumeignung auswirken, für Waldarten jedoch eine Beeinträchtigung der Habitateignung bedeuten. Als Reaktion auf eine Holzernte sind für Waldarten drei Szenarien denkbar:

- 1) sie bleiben im Habitat und sterben
- 2) sie bleiben im Habitat und überleben unter suboptimalen Bedingungen
- 3) sie verlassen die Agrarholzfläche laufend oder fliegend und suchen ein für sie besser geeignetes Habitat in der Umgebung auf

Für die dritte Möglichkeit spricht, dass sich Laufkäfer für das Aufsuchen eines geeigneten Habitats an Silhouetten orientieren (Collinge & Palmer 2002; Rijnsdorp 1980; van Huizen 1977). Wachmann et al. (1995) schreiben dazu wörtlich (S. 64): „Sinnesorgane und Gehirn ermöglichen es den Laufkäfern durch Aufnahme, Verarbeitung und Bewertung von Umweltreizen, die von ihnen bevorzugten Habitate aufzusuchen“.

Die Auswirkungen von Agrarholzflächen auf die Tierartenvielfalt in Agrarlandschaften werden kontrovers diskutiert. Nach Tsonkova et al. (2012) können Agrarholzflächen für unterschiedliche Tiergruppen eine Vielzahl positiver Effekte bieten und die Biodiversität in der Agrarlandschaft erhöhen. Als allgemein positiv für die Tierwelt werden die mehrjährige Bodenruhe, der reduzierte Dünger- und Pestizid-Einsatz sowie die Ernte vor dem Blattaustrieb betrachtet (Schulz 2013). Auch eine hohe pflanzengenetische Vielfalt verschiedener Weiden-Genotypen kann sich positiv auf die Arthropodendiversität in Agrarholzflächen auswirken (Müller et al. 2018).

Es kann jedoch keine generell positive Wirkung auf die Tierartenvielfalt unterstellt werden, da diese u.a. von der Art der betrachteten Tiergruppe abhängig ist (Schulz et al. 2009). Die Besiedlung von Agrarholzflächen durch Vögel erfolgt vorwiegend durch eurytope Vogelarten, nach der Pflanzung oder nach einer Holzernte können jedoch auch Arten von naturschutzfachlichem Wert auftreten (Schulz et al. 2009). Durchweg positive Effekte von Agrarholzflächen auf die Artenvielfalt geflügelter Arthropoden (Hymenoptera und große Hemiptera) werden von Rowe et al. (2011), sowie für die Regenwurmfauna von Makeschin et al. (1989) beschrieben.

Allgemein beinhalten Agrarholzflächen im Vergleich zu landwirtschaftlichen Monokulturen höhere Artendiversitäten, die jedoch nicht mit denjenigen von Laubmischwäldern vergleichbar ist (Vanbeveren & Ceulemans 2019).

Für Laufkäfer werden unterschiedliche Auswirkungen auf die Artenvielfalt festgestellt. Innerhalb von Agrarholzflächen ermitteln Kriegel et al. (2021) höhere Artenzahlen in den Randbereichen als in Bestandeslücken und im Bestandesinneren. Im Vergleich zu Ackerhabitaten weisen Laufkäferzönosen eine geringere Artendiversität auf (Bielefeldt et al. 2008; Dauber et al. 2010; Lamersdorf et al. 2008). Im Gegensatz dazu werden im Vergleich zu gehölzbasierten Habitaten positive Effekte in Bezug auf die Artendiversität von Laufkäfern gefunden (Allegro & Sciaky 2003; Dauber et al. 2010). Ulrich et al. (2004) finden keine Hinweise auf eine Erhöhung der Laufkäferdiversität in Agrarholzflächen. Schulz (2008) betont in diesem Zusammenhang, dass das alleinige Heranziehen absoluter Arten- und Individuenzahlen zur Bewertung von Biotopen vor allem beim Vergleich verschiedener Landnutzungsformen zu verfälschten Aussagen führen kann.

Andere Autoren betonen einen positiven Beitrag zur Diversität in Agrarlandschaften (Britt et al. 2007; Burmeister & Walter 2017; Dauber et al. 2010; Havlíčková & Rudišová 2011; Liesebach & Mecke 2003; Liesebach et al. 2000). Im Vergleich zu klassischen Agrarflächen können Agrarholzkulturen anspruchsvolleren Laufkäfer- und Spinnentierarten als Habitat dienen (Allegro & Sciaky 2003; Blick & Burger 2002; Boháč et al. 2007; Döpke et al. 2013; Jose 2009; Schardt et al. 2008). Einen positiven Beitrag zum Biotopverbund für Waldarten durch den Anbau von Agrargehölzen vermuten Burger (2006); Burmeister & Walter (2017); Glemnitz et al. (2013) und Jose (2009).

Agrarholzflächen können einen positiven Beitrag zur strukturellen Heterogenität in der Agrarlandschaft leisten (Burger 2006; Busch & Lamersdorf 2009; Dauber et al. 2010; Liesebach & Mecke 2003; Schulz 2013; Schulz et al. 2010; Veste & Böhm 2018). Mit einem Anstieg der strukturellen Diversität wird allgemein ein positiver Effekt auf die Artenvielfalt erwartet (Langeveld et al. 2012; Vanbeveren & Ceulemans 2019). Büchs (2013) weist jedoch darauf hin, dass eine höhere Arten-, Struktur- oder Habitatvielfalt nicht zwangsläufig positiv ist und betont, dass zwischen quantitativer und qualitativer Biodiversität unterschieden werden muss. Auch Schulz (2013) betont, dass Agrarholzflächen in ausgeräumten, strukturarmen Agrarlandschaften eine Bereicherung sein können, in naturschutzfachlich wertvollen Kulturlandschaften jedoch nicht.

Grundsätzlich siedeln in Agrarholzflächen wenige Spezialisten und viele Generalisten, deren Spektrum vorwiegend eurytope Arten der Wälder, Äcker und Ruderalflächen umfasst (Schulz et al. 2009; Šťastná 2013). Die Ergebnisse von Boháč et al. (2007) hingegen zeigen, dass Agrarholzflächen hohe Laufkäferdiversitäten aufweisen und die Individuenzahlen ubiquärer Arten deutlich geringer sind als in der umliegenden Agrarlandschaft.

Da sich die Habitatstrukturen von Agrarholzflächen und damit die Zönosenzusammensetzungen mit zunehmendem Alter ändern (Schulz et al. 2009), muss das jeweilige Aufwuchsstadium mitberücksichtigt werden (Schulz et al. 2008). Verschiedene Untersuchungen zeigen, dass Neupflanzungen und Agrarholzflächen nach der Holzernte von artenreichen Laufkäferzönosen besiedelt werden, ältere Agrarholzflächen hingegen nur noch wenige Laufkäferarten aufweisen (Britt et al. 2007; Lamersdorf et al. 2008; Müller-Kroehling et al. 2020; Sachs et al. 2012; Schulz 2013). Daher betrachtet Schulz (2013) eine relativ kurze Umtriebszeit von etwa drei Jahren sowie eine Holzernte im Rotationsverfahren für sinnvoll. Die positiven Auswirkungen einer Holzernte im Rotationsverfahren auf Laufkäfer und Spinnentiere wären anhand folgender Aspekte erkennbar: i) Es treten Laufaktivitäten zwischen Agrarholzflächen in unterschiedlichen Aufwuchsstadien auf und ii) In Agrarholzflächen wird die Besiedlungsgeschwindigkeit von Arten, für die eine Holzernte eine Beeinträchtigung der Habitateignung darstellt, in den Folgejahren einer Holzernte positiv beeinflusst.

1.3 Zielsetzungen und Fragestellungen

Die übergeordnete Zielsetzung dieser Arbeit besteht in der Analyse von Auswirkungen einer heterogenen Vegetationsstruktur auf die Zusammensetzung von Laufkäfer - und Spinnentierzönosen nach ökologischen Eigenschaften in Agrarholzflächen im Vergleich zu weitgehend homogen strukturierten Referenzflächen in einer Agrarlandschaft.

Nach Tews et al. (2004) stellt die "Habitat - Heterogenitäts - Hypothese" einen der Eckpfeiler der Ökologie dar (MacArthur & Wilson 2001). Sie geht davon aus, dass strukturell komplexe Lebensräume mehr Nischen und vielfältige Möglichkeiten zur Nutzung der Umweltressourcen bieten. In einer auf 192 Studien basierenden Meta - Analyse zum Einfluss der Umweltheterogenität auf die Artenvielfalt belegen Stein et al. (2014) positive Relationen zwischen der Vegetations - Heterogenität und der Artenvielfalt für unterschiedliche Taxa von der regionalen bis zur globalen Ebene. Auf die ökologische Bedeutung von heterogen strukturierten Agrarlandschaften zur natürlichen Schädlingsregulation u.a. durch Laufkäfer und Spinnen in Agrarökosystemen weisen Bianchi et al. (2006) in ihrem Review hin. Die Anpflanzung von Agrargehölzen kann in der Agrarlandschaft zur strukturellen Diversifizierung beitragen. Im Vergleich zu klassischen Agrarbiotopen weisen Agrarholzflächen eine höhere Heterogenität in der Ausprägung der Vegetationsstruktur auf. Ein Ziel dieser Arbeit ist daher aufzuklären, ob Agrarholzflächen zu einer höheren Artenanzahl, einer höheren Artendiversität und einer höheren Anzahl von Arten mit unterschiedlichen Habitatpräferenzen führen als sie in den Referenzbiotopen Acker, Brache, Wiese, Feldgehölz und Wald vorhanden sind. Anhand der Alpha - Diversität wird dies in beiden Tiergruppen für jedes Aufwuchsjahr charakterisiert.

Da sich die Vegetationsstruktur in Agrarholzflächen während einer mehrjährigen Wachstumsphase grundlegend ändert, besteht ein weiteres Ziel in der Erfassung von Veränderungen in der qualitativen und quantitativen Zusammensetzung von Laufkäfer - und Spinnentierzönosen sowie ihrer ökologischen Eigenschaften im zeitlichen Verlauf. Es wird untersucht, ob Waldarten während einer mehrjährigen Wachstumsphase von Agrargehölzen in jedem Aufwuchsjahr höhere, bzw. Offenlandarten geringere Individuenanteile im Vergleich zum Vorjahr aufweisen.

Eine Holzernte bedeutet eine abrupte und umfassende Veränderung in den strukturellen Eigenschaften eines Biotopes. Die Lichtverhältnisse und damit einhergehende mikroklimatische Verhältnisse ändern sich grundlegend. Daher besteht ein weiterer Aspekt dieser Arbeit in der Beantwortung der Frage, wie sich eine Holzernte in Agrarholzflächen auf die Zusammensetzung der ökologischen Merkmale von Laufkäfer - und Spinnentierzönosen auswirkt. Für beide Tiergruppen wird analysiert, ob die Zönosen im Jahr nach einer Holzernte Unterschiede in den Individuenanteilen von Wald - und Offenlandarten im Vergleich zum Vorjahr aufweisen.

Die vier untersuchten Agrarholzflächen werden im Rotationsverfahren geerntet, wodurch unterschiedliche Wachstumsphasen in räumlicher Nähe zueinander realisiert sind. Der Einsatz von Richtungsfallen an den Biotopgrenzen soll Aufschluss darüber geben, ob Laufkäfer und Spinnentiere nach einer Holzernte Laufaktivitäten in oder aus Richtung angrenzender Biotope zeigen. Von besonderem Interesse ist hierbei, ob die Art des angrenzenden Biotopes einen Einfluss auf das Migrationsverhalten ausübt. Zeigen z.B. Waldarten eine Richtungspräferenz gegenüber Agrarholzflächen ohne Holzernte, während sie auf angrenzende Offenlandbiotope nicht zulaufen, würde dies ein selektives, zielgerichtetes Migrationsverhalten indizieren.

1.4 Hypothesen

Aus den Fragestellungen und Zielsetzungen wurden folgende Hypothesen abgeleitet:

- (1) Die quantitative Zusammensetzung von Laufkäfer - und Spinnentierzönosen weist in den Agrarholzflächen in Bezug auf die ökologischen Eigenschaften Unterschiede im Vergleich zu den Zönosen der Referenzflächen auf.
- (2) Die Artenanzahl und die Alpha - Diversität ist in heterogen strukturierten Agrarholzflächen höher im Vergleich zu weitgehend homogen strukturierten Referenzbiotopen.
- (3) Es besteht ein Zusammenhang zwischen den ökologischen Eigenschaften von Laufkäfern und Spinnentieren und den Deckungsgraden ausgewählter Strukturvariablen.
- (4) Im zeitlichen Verlauf einer mehrjährigen Wachstumsphase von Agrargehölzen treten charakteristische Veränderungen in der Zusammensetzung von Laufkäfer - und Spinnentierzönosen auf, die für Waldarten in jedem Aufwuchsjahr durch höhere, bzw. für Offenlandarten durch geringere Individuenanteile im Vergleich zum Vorjahr geprägt sind.
- (5) Die Laufkäfer - und Spinnentierzönosen sind in einer Agrarholzfläche mit Holzernte im Folgejahr durch einen diametralen Trend im quantitativen Verhältnis der Individuenanteile von Wald - und Offenlandarten im Vergleich zu den Vorjahren gekennzeichnet.
- (6) Es treten im Folgejahr einer Holzernte wechselseitige, nicht zufällige Laufaktivitäten von Laufkäfern und Spinnentieren mit bestimmten Habitatpräferenzen an den Biotopgrenzen zwischen Agrarholzflächen und angrenzenden Biotopen auf.
- (7) Zwischen der Vegetationsstruktur - Diversität und der Arten - sowie der Habitatpräferenz - Diversität von Laufkäfer - und Spinnentierzönosen besteht ein positiver Zusammenhang.

2 Standortcharakterisierung

2.1 Das Untersuchungsgebiet

2.1.1 Naturräumliche Lage, Geologie und Böden

Das Untersuchungsgebiet Haine liegt etwa 4 km östlich der Stadt Allendorf/ Eder im nordhessischen Kreis Waldeck - Frankenberg (s. Abbildung 1). Naturräumlich ist es dem Ostsauerländischen Gebirgsrand zugeordnet und mit einer Höhe von 299 m ü. NHN liegt Haine am Übergang vom Rheinischen Schiefergebirge zum Hessischen Bergland nördlich der Eder. Die Geologie der walddreichen Region zeichnet sich durch Rotliegend - Zechstein in der Randzone der Frankenger Bucht im Süden und im Norden durch Grauwacken und unterkarbonische Schiefer aus (Wagener et al. 2013).

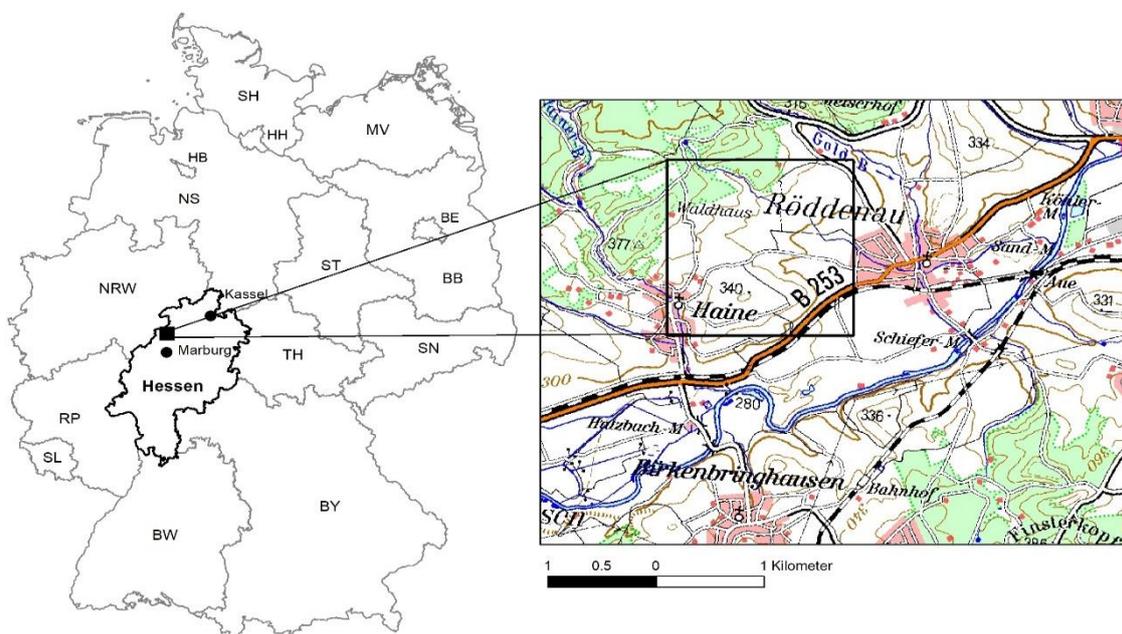


Abbildung 1: Lage des Untersuchungsgebietes Haine im Bundesland Hessen. Karte der Bundesrepublik Deutschland (links) mit Kennzeichnung der einzelnen Bundesländer im Maßstab 1:250.000 (GeoBasis DE/BKG 2011, verändert) und digitale Topografische Karte Deutschlands (rechts) im Maßstab 1:100.000 (BKG 2007, verändert). SH = Schleswig - Holstein, HH = Hamburg, HB = Bremen, NI = Niedersachsen, MV = Mecklenburg - Vorpommern, BE = Berlin, BB = Brandenburg, ST = Sachsen - Anhalt, NW = Nordrhein - Westfalen, SN = Sachsen, TH = Thüringen, RP = Rheinland - Pfalz, SL = Saarland, BY = Bayern, BW = Baden - Württemberg.

Die vorherrschenden Bodentypen des Untersuchungsgebietes sind Braunerden, die in vorwiegend konvexen, schwach reliefierten Lagen ein mittleres Ertragspotenzial von 29 aufweisen (HLNUG 2019). Aufgrund des Basen - und Nährstoffgehaltes sowie einer tiefgründigen Zersetzung der Ausgangsgesteine ist der Untergrund des Untersuchungsgebietes gut für die ackerbauliche Nutzung geeignet (Wagener et al. 2013). Im Landkreis Waldeck - Frankenberg unterliegt eine Fläche von 68.039 ha der landwirtschaftlichen Nutzung, deren Bewirtschaftung sich in 39.496 ha (58 %) Ackerland und 28.438 ha (42 %) Grünland gliedert (HSL 2017). Eine Fläche von 302 ha (0,4 %) wird zur Agrarholzproduktion genutzt (Destatis 2021). In der Region bewirtschaftet die Mehrzahl der Betriebe eine Schlaggröße zwischen 10 und 50 ha (HSL 2017).

2.1.2 Makroklima

Zur Charakterisierung des Makroklimas wurden die Daten der Klimastation Burgwald - Bottendorf herangezogen, deren Entfernung zum Untersuchungsgebiet Haine etwa sieben Kilometer beträgt. Die Station hat die Koordinaten 51°01'50" N, 08°48'53" E und befindet sich in einer Höhe von 293 m über NHN.

Die mittlere Jahrestemperatur in 2 m Höhe liegt bei 8,4 °C und der mittlere Jahresniederschlag beträgt 689,8 mm. Diese Werte wurden aus den Tageswerten der Jahre 1985 - 2014 errechnet (DWD 2018). Im Untersuchungsgebiet herrscht demnach ein typisches Mittelgebirgsklima mit mäßig warmen Sommern und mäßig kalten Wintern bei relativ hohen Niederschlägen vor. Die langjährigen Monatsmittelwerte der Temperatur und der Monatssumme des Niederschlags sind in Abbildung 2 dargestellt.

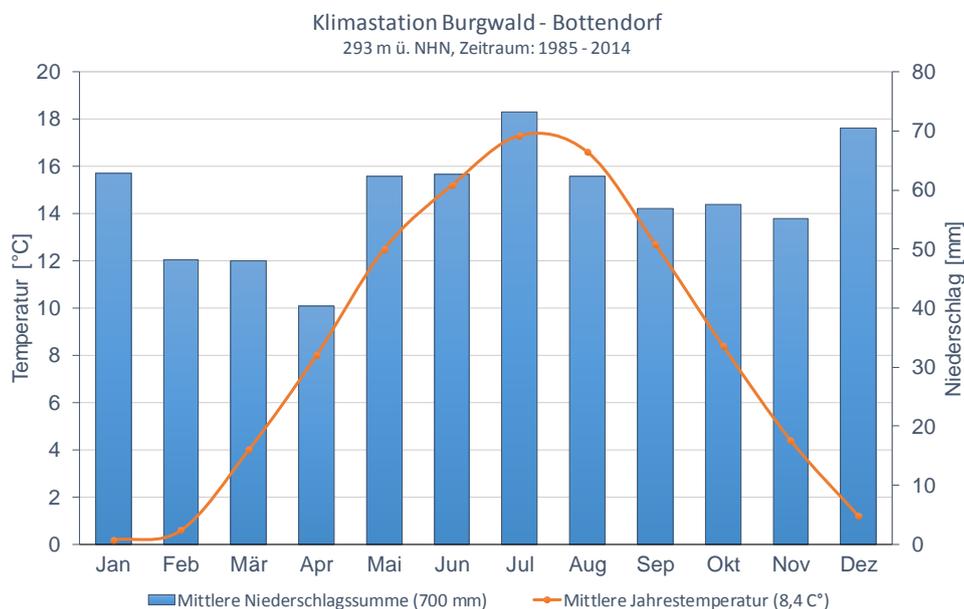


Abbildung 2: Klimadiagramm für die Meteorologische Station Burgwald - Bottendorf. 30 - jährige Monatsmittel (1985 - 2014) der Temperatur und des Niederschlages.

Die Abweichungen vom langjährigen Mittel für die Temperatur - und Niederschlagswerte in den Jahren 2011 - 2014 zeigt die Tabelle A1. Mit geringen Abweichungen entsprachen die mittleren Temperaturen und die Niederschlagssummen der Jahre 2011 bis 2013 denen des langjährigen Mittels, während das Jahr 2014 deutlich wärmer und niederschlagsreicher war. Bis auf das Jahr 2013 wiesen die Untersuchungsjahre höhere Temperaturen im Vergleich zum 30 - jährigen Mittel auf. In den ersten beiden Untersuchungsjahren traten mäßige Niederschlagsdefizite auf, positive Abweichungen in den jährlichen Niederschlagssummen zeigten hingegen die Jahre 2013 und 2014.

Die Abweichungen in den mittleren Monatswerten der Temperatur und der Niederschlagssummen von denen der langjährigen monatlichen Mittel können für die Jahre 2011 - 2014 den Abbildungen 3 und 4 sowie der Tabelle A2 entnommen werden. Das Jahr 2011 zeichnete sich durch einen warmen und trockenen Witterungsverlauf mit zum Teil erheblichen Niederschlagsdefiziten aus. Die Temperaturen im Monat April lagen deutlich über dem Durchschnitt und nur die Monate Juli und November waren kühler als im 30 - jährigen Monatsmittel. Die Niederschlagsdefizite zum Jahresbeginn wurden trotz der hohen Niederschläge im Juni und Dezember nicht ausgeglichen, da auch in den Monaten Oktober und November erhebliche Niederschlagsdefizite auftraten.

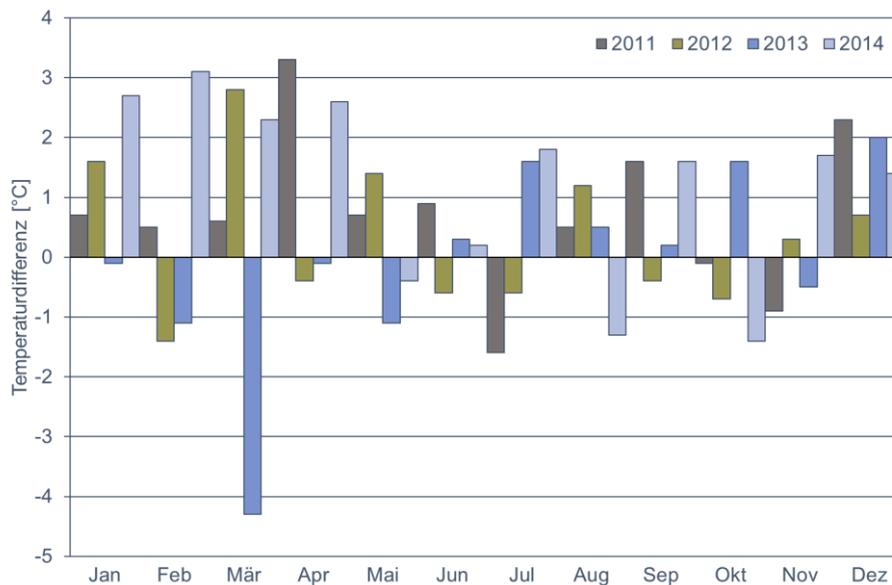


Abbildung 3: Differenzen der monatlichen Mitteltemperaturen zu den 30 - jährigen Monatsmitteln (1985 - 2014) in den Untersuchungsjahren 2011 - 2014. Die exakten Werte können der Tabelle A2 entnommen werden.

Der Temperaturverlauf des Jahres 2012 war relativ ausgeglichen und entsprach weitgehend dem des 30 - jährigen Monatsmittels. Die Monate Januar und März wiesen höhere Temperaturen im Vergleich zum langjährigen Monatsmittel auf, während im Februar geringere Temperaturen gemessen wurden (s. Abbildung 3). Auch die übrigen Monate waren mit Abweichungen von weniger als 1 °C im Durchschnitt etwas kälter. Die Niederschläge waren hingegen im Vergleich zum 30 - jährigen Monatsmittel überwiegend defizitär. In den Monaten Januar, Juni, Juli und Dezember traten geringe positive Abweichungen von > 20 mm auf (s. Abbildung 4).

Das erste Halbjahr des Jahres 2013 wies geringere Temperaturen im Vergleich zum langjährigen Monatsmittel auf und war von einem Kälteeinbruch im März mit Abweichungen von > 4 °C geprägt (s. Abbildung 3). Ab Juni waren die Abweichungen mit Ausnahme des Novembers positiv, jedoch betrug die Temperaturdifferenzen zu den 30 - jährigen Monatsmitteln nicht mehr als 2 °C.

Die Niederschläge wiesen einen relativ ausgeglichenen Verlauf auf. Zwar zeigten sich in den ersten vier Monaten geringe negative Abweichungen vom 30 - jährigen Monatsmittel, diese wurden jedoch durch Überschüsse in den beiden Folgemonaten und im Oktober ausgeglichen (s. Abbildung 4).

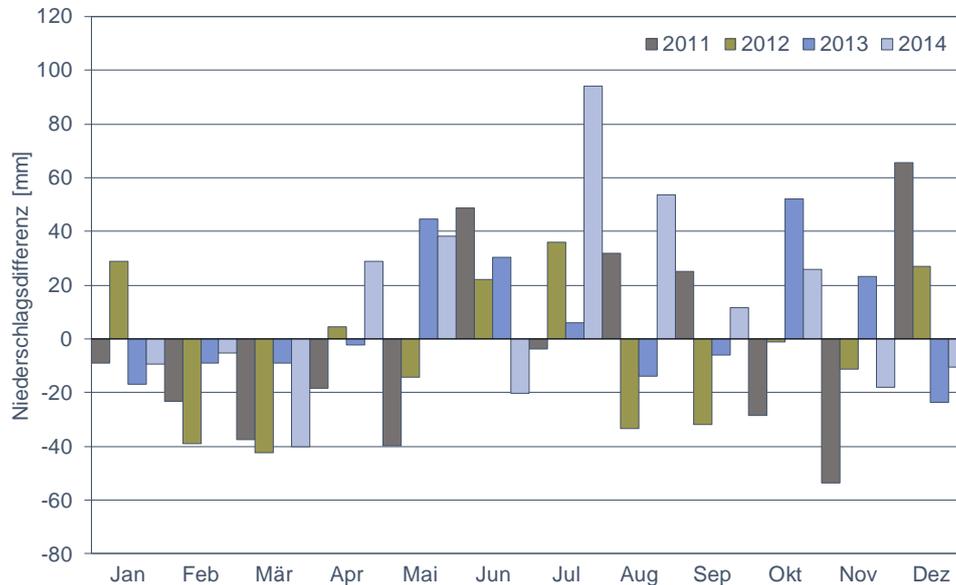


Abbildung 4: Differenzen der monatlichen Niederschlagssummen zu den 30 - jährigen Monatsmitteln (1985 - 2014) in den Untersuchungsjahren 2011 - 2014. Die exakten Werte können der Tabelle A2 entnommen werden.

Das Frühjahr des Jahres 2014 wies einen überdurchschnittlich warmen und trockenen Witterungsverlauf auf. Die positive Abweichung der Temperatur vom 30 - jährigen Monatsmittel betrug im Februar mehr als 3 °C. Mit Ausnahme der Monate August und Oktober wies die zweite Jahreshälfte höhere Temperaturen gegenüber dem 30 - jährigen Monatsmittel auf. Große Niederschlagsüberschüsse waren in den Monaten Juli und August zu verzeichnen und auch die Monate Mai und Oktober zeigten positive Abweichungen vom langjährigen Monatsmittel.

2.1.3 Landnutzung

Die dominierenden Biotoptypen des Gebietes sind konventionell bewirtschaftete Ackerflächen. Einen sehr geringen Flächenanteil besitzen reine Wildäcker und wildkrautreiche Agrarflächen, die aufgrund eines Umbruchs eine temporär erhöhte Artenvielfalt aufweisen.

Das Ederbergland ist eine Region mit hohem Grünlandanteil und einem landesweit überdurchschnittlichen Anteil an artenreichen und/ oder mageren, extensiv genutzten Flächen. Die Grünlandbiotope des Gebietes Haine stellen dagegen eine Mischung aus eher artenarmen, intensiv genutzten Flächen mit zum Teil extensiv genutzten Ausprägungen dar. Einen dominierenden Flächenanteil bilden mäßig intensiv genutzte, nährstoffreiche Grünlandbiotope mit einem eher engen Artenspektrum. Magere und artenreiche Mähwiesen sowie mageres, extensiv genutztes Hutegrünland nehmen einen geringen Flächenanteil ein. Auch Pioniergrünland kommt nur kleinflächig vor. Es handelt sich hierbei vorwiegend um nährstoffreiche, artenarme Flächen, die ohne Einbringung von Einsaat - Mischungen aus Ackerland

in Grünland umgewandelt wurden. Die Nutzung ist vorwiegend durch Mahd gekennzeichnet, zum Teil erfolgt eine unregelmäßige Beweidung im Spätsommer (Mähweiden).

Die Feldgehölze, Gebüsche und (Baum-) Hecken des Gebietes setzen sich vorwiegend aus einheimischen, nicht gepflanzten Gehölzarten zusammen. Diese wurden zum Teil in den letzten 20 Jahren durch Anpflanzungen einheimischer Gehölzarten ergänzt. Als weitere Gehölze sind von Kiefern dominierte Haine im Gebiet etabliert. Die ausgedehnten Wälder der Region bestehen überwiegend aus Buchenwaldgesellschaften (Wagner et al. 2013).

2.2 Lage und Charakterisierung der Untersuchungsflächen

Die Untersuchungsflächen umfassten vier Agrarholzflächen (nachfolgend als KU1 bis KU4 bezeichnet) sowie sechs Referenzflächen der Biotoptypen Acker (ACK), Brache (BRA), Gehölzinsel (GEI), Vorgewende (KUV), Wald (WAL) und Wiese (WIE). Nachfolgend dienen diese Abkürzungen zur Unterscheidung der Untersuchungsflächen. In allen zehn Flächen wurden mit Bodenfallen Untersuchungen zu Laufkäfern und Spinnentieren (Webspinnen und Weberknechte) sowie Kartierungen der Vegetationsstruktur durchgeführt. Die Lage der Untersuchungsflächen und der Bodenfallen zeigt Abbildung 5.



Abbildung 5: Lage der Untersuchungsflächen mit Kennzeichnung der Bodenfallen (ein Fallenpunkt repräsentiert je fünf Bodenfallen in einem linearen Transekt). ACK = Acker, BRA = Brache, GEI = Gehölzinsel, KU1 - KU4 = Agrarholzflächen, KUV = Vorgewende, WAL = Wald, WIE = Wiese.

im April der Jahre 2011 und 2012 wurden bodenkundliche Untersuchungen in sieben der zehn Untersuchungsflächen von Mitarbeitern der Brandenburgisch - Technischen Universität (BTU) Cottbus

durchgeführt. In den Flächen GEI, KU4 und KUV erfolgten keine bodenkundlichen Erhebungen. Die Daten wurden von Anna Slazak, Christian Böhm und Maik Veste erhoben und mir von Prof. Christian Böhm, Lehrstuhl für Bodenschutz und Rekultivierung an der BTU Cottbus, freundlicherweise zur Auswertung überlassen.

Die vegetationskundlichen Untersuchungen wurden von Gerrit Engelbach, Büro für Umweltplanung, Battenberg, durchgeführt. Die Auswertungen dieser Daten wurden den Tabellen aus dem Schlussbericht des ELKE - Projektes (Wagener et al. 2013) entnommen und zum Teil umformatiert (s. Tabelle A3).

Die **Agrarholzflächen KU1 - KU4** (s. Abbildung 5) wurden im Mai 2008 mit Pappelhybriden der Sorten Max 1 - Max 4 (*Populus maximowiczii* U. Thobae x *Populus nigra* L. cr. Max 1 - Max 4) in den Agrarholzflächen KU1, KU3, KU4 sowie Muhle Larsen (*Populus nigra* L. x *Populus maximowiczii* A. Henry ,NM6') in der Agrarholzfläche KU2 auf ehemaligen Ackerflächen etabliert. Nach der Pflanzung wurden die Flächen im Sommer 2008 einmalig mit einem Breitbandherbizid (MaisTer® power, 5 L/ ha) behandelt. Seit dem Frühjahr 2009 erfolgte eine mechanische Wildkrautregulierung durch Grubbern in unregelmäßigen Zeitabständen. In der 6,15 ha großen Agrarholzfläche KU2 wurde im Dezember 2008 eine Stecklingsernte durchgeführt, wodurch der Gehölzaufwuchs im Jahr 2009 dem des Pflanzjahres 2008 entsprach. Im Abstand von zwei bis vier Jahren nach der Pflanzung wurde eine Holzernte im Rotationsverfahren durchgeführt, so dass bis zu vier Aufwuchsstadien auf der Gesamtfläche vorhanden waren (s. Tabelle 1).

Tabelle 1: Anzahl der Aufwuchsjahre, der Rotationsumtriebsphasen und der Jahre seit der Anpflanzung für die Agrarholzflächen (AF) KU1 - KU4 im Untersuchungszeitraum 2011 - 2014.

		2011	2012	2013	2014
AF	Jahre seit der Anpflanzung (2008)	3	4	5	6
KU1	Aufwuchsjahr	1	2	3	4
	Rotationsumtriebsphase	2	2	2	2
KU2	Aufwuchsjahr	2	3	4	1
	Rotationsumtriebsphase	1	1	1	2
KU3	Aufwuchsjahr	3	1	2	3
	Rotationsumtriebsphase	1	2	2	2
KU4	Aufwuchsjahr	3	1	2	3
	Rotationsumtriebsphase	1	2	2	2

Am 09. und 10.12.2010 wurde in der 6,31 ha großen Agrarholzfläche KU1 eine Holzernte durchgeführt. Die Pappelkulturen befanden sich zu diesem Zeitpunkt im zweiten Aufwuchsjahr. Die Holzernte der insgesamt 8,74 ha großen Agrarholzflächen KU3 und KU4, die sich zu diesem Zeitpunkt im dritten Aufwuchsjahr befanden, erfolgte am 14.02.2012 und in der Agrarholzfläche KU2 fand die Holzernte im Winter 2013/ 2014 statt (s. Tabelle 1). Das Pappelholz wurde vor Ort gehäckselt, in der Firma Viessmann in Allendorf/ Eder zu Pellets gepresst und zur Energieerzeugung verwendet.

Die Bodenarten der Agrarholzflächen KU1, KU2 und KU3 entsprechen den mittel sandigen Lehmen (Ls3). In einer Bodentiefe von 0 - 10 cm wurde für die Agrarholzfläche KU1 ein pH - Wert (CaCl₂) von 6,22 ermittelt, die Agrarholzfläche KU2 wies einen pH - Wert von 6,26 auf und in der Agrarholzfläche KU3 betrug der pH - Wert 5,32.

Die Vegetation der Agrarholzflächen setzt sich aus Arten der oft gestörten Standorte, der Ackerkulturen, der Ruderalfluren sowie aus Arten der Tritt- und Kriechrasen zusammen (s. Tabelle A3). Die größte Gruppe bilden die Arten der Äcker und den diesen pflanzensoziologisch nahestehenden einjährigen Ruderalfluren der Chenopodietea (Hackunkraut- und verwandte Ruderalgesellschaften). Die Arten der Hackunkrautgesellschaften wurden nur in den Agrarholzflächen und nicht in der Ackerfläche gefunden. In geringer Häufigkeit traten Arten der mehrjährigen Ruderalfluren in den Agrarholzflächen auf. Dagegen sind die anthropo- zoogenen Heiden und Rasen, insbesondere die Klasse des Wirtschaftsgrünlandes (Molinio - Arrhenatheretea), durch zahlreiche Arten repräsentiert.

Daneben treten Arten der Rohbodenpioniere (*Agrostis capillaris* L.) sowie in der Agrarholzfläche KU1 auch der Sand- und Felsrasen (Sedo - Scleranthetea) auf. Abgesehen von Jungpflanzen der Salweide (*Salix caprea* L.) in den Agrarholzflächen KU1 und KU2 fehlten Arten der Wälder und Gehölze in den Agrarholzflächen. Eine ausführliche Vegetationstabelle aller Untersuchungsflächen enthält Wagener et al. (2013, S. 630 - 634).

Der konventionell bewirtschaftete **Acker** grenzt südwestlich an die Agrarholzfläche KU2 und ist von dieser durch einen Feldweg getrennt (s. Abbildung 5). In den Jahren 2011 bis 2014 wurden Winter - Gerste, Winter - Weizen, Winter - Triticale und Hafer angebaut. Die Bodenart der Ackerfläche setzt sich aus mittel sandigen Lehmen (Ls3) zusammen und ist mit einem pH - Wert von 4,93 als sauer einzustufen. Die Pflanzenarten gehören vorwiegend den Arten der Getreideunkrautgesellschaften (Secalietea) bzw. dem nachgeordneten Verband Aphanion arvensis (Acker - Frauenmantel Gesellschaft) an (s. Tabelle A3).

Die **Brache** befindet sich nordwestlich der Agrarholzfläche KU3 und südlich der Fläche KU1. Ein asphaltierter Wirtschaftsweg grenzt die Brache zur Agrarholzfläche KU1 ab und in Richtung der Fläche KU3 liegt ein grasdominierter Feldweg zwischen diesen Flächen. Die Brache wurde jährlich im Herbst gemulcht, im Jahre 2014 wurde sie zusätzlich im Juni zweimal gemäht.

Der schwach sandige Lehm (Ls2) ist bei einem pH - Wert von 5,26 als mäßig sauer zu bezeichnen. Pflanzensoziologisch dominieren die Arten der Klasse Molinio - Arrhenatheretea (Mähwiesen - und Weidengesellschaften) aus der Ordnung Arrhenatheretalia und den Verbänden Arrhenatherion elatoris (Glatthaferwiesen) und Cynosurion (Fettwiesen). Neben der Quecke *Elymus repens* (L.) Gould, die hohe Deckungsgrade aufweist, treten Arten der Agropyretalia intermediae - repentis (halbruderale Halbtrockenrasen) und der Acker - Unkrautgesellschaften (Secalietea) in der Brache auf.

Die **Gehölzinsel** ist ein isolierter, von Grünland umgebener Baumbestand in südlicher Hanglage, der sich in ca. 160 m Luftlinie nördlich der Agrarholzfläche KU4 befindet. Die benachbarten Grünlandflächen werden von Juni bis Oktober gehutet und nach Bedarf gemulcht. Es wurden keine bodenkundlichen Untersuchungen in dieser Fläche durchgeführt.

Die Gehölzinsel weist ein reichhaltiges Spektrum pflanzensoziologischer Einheiten auf, das von der dominierenden Klasse der Querco - Fagetea (reichere Laubwälder) mit den Ordnungen der frischen Sommerwälder (Fagetalia) und Prunetalia spinosae (Schlehengebüsche) bis zu den Verbänden der Buchen- und Buchenmischwälder (Fagion sylvaticae) und der Eichen - Hainbuchenwälder (Carpinion betulae) reicht.

Das **Vorgewende** schließt südwestlich unmittelbar an die Agrarholzfläche KU1 an (s. Abbildung 5). Im April 2011 wurde die 12 m breite Fläche mit einer Bodenfräse bearbeitet und im Mai 2011 erfolgte die Aussaat der Wildblumenmischung BG1P2011. In dieser Fläche wurden keine Bodenuntersuchungen durchgeführt. Neben den eingesäten Stauden traten Arten der Frischwiesen und -weiden (Molinio - Arrhenatheretea), der Fettwiesen (Cynosurion), der Ackerunkrautfluren (Secalietea), der Hackunkraut- und Ruderalfluren (Chenopodieta) sowie der Tritt- und Kriechrasen (Plantagineta) im Vorgewende auf.

Die Untersuchungsfläche **Wald** befand sich im Jahr 2011 in etwa 1 km Luftlinie nördlich der Agrarholzfläche KU1 am steilen Uferhang eines Baches. Im April 2012 wurde die Untersuchungsfläche vor dem Untersuchungsbeginn weiter nach Norden auf das Hangplateau verlegt. Die Bodenart des Waldes besteht aus mittel sandigem Lehm (Ls3) und weist mit einem pH - Wert von 3,56 eine starke Versauerung auf.

Der Baumbestand ist ca. 150 Jahre alt und wird von Pflanzenarten der Querco - Fagetea (reichere Laubwälder), der Ordnungen der Schlehengebüsche (Prunetalia spinosae), der Fagetalia (frische Sommerwälder) und des Verbandes bzw. Unterverbandes des Fagion sylvaticae (Buchen - und Buchenmischwälder) und Hainbuchen - Traubenkirschen - Gesellschaften (Carpinio - Prunion) dominiert.

Die einschürige **Wiese** liegt ca. 200 m westlich der Gehölzinsel GEI. Die Mahd erfolgt Anfang Juni und im Herbst wird eine Düngung mit 15 m³ Rindergülle durchgeführt. Nach der Mahd findet eine Beweidung bis Ende Oktober statt. Bei einem pH - Wert von 4,68 ist der mittel sandige Lehm (Ls3) als sauer zu bezeichnen. In der Wiese dominieren Arten aus der Klasse der Molinio - Arrhenatheretea (Mähwiesen - und Weidegesellschaften), der Ordnung der Arrhenatheretalia (Fettwiesen und -weiden) sowie Arten aus dem Verband des Cynosurion (Fettweiden).

3 Material und Methoden

3.1 Versuchsdesign

3.1.1 Bodenfallen

Zur Erfassung der Laufkäfer und Spinnentiere wurden je Untersuchungsfläche fünf Bodenfallen (Barber 1931) in Form von handelsüblichen Konservengläsern mit einem oberen Durchmesser von 6 cm eben-erdig in den Boden gegraben. Die Gläser wurden linear in einem Abstand von 5 m zueinander angeordnet (s. Abbildung 6), der Abstand einer Fallenreihe zur Biotopgrenze betrug mindestens 50 m. Zum Fang und zur Konservierung der Tiere wurde eine 10 % - ige Natrium - Benzoat Lösung verwendet, die mit einer Verschlusskappe voll Essigsäure und einem Spritzer Detergenz (Spülmittel) zum Herabsetzen der Oberflächenspannung versetzt wurde. Mit einer durchsichtigen Kunststoffplatte (10 x 10 cm) wurden die Bodenfallen gegen Regen und Laubeinfall in einer Höhe von etwa 25 cm über der Bodenoberfläche überdacht.

Die Untersuchungen erfolgten in den Jahren 2011 bis 2014 jeweils im Zeitraum von Anfang April bis Ende Oktober in allen Flächen. Die Bodenfallen wurden 14 - tägig gewechselt und ihr Inhalt im Labor nach Laufkäfern und Spinnentieren vorsortiert. Bis zur Artbestimmung wurden die aussortierten Tiere in 70 % Ethanol konserviert.

3.1.2 Vegetationsstrukturkartierung

Zur Erfassung der Vegetationsstruktur wurden je Untersuchungsfläche insgesamt 10 Aufnahmequadrate von 1 m² in einem Abstand von 1 m rechts und links einer jeden Bodenfalle eingerichtet (s. Abbildung 6).

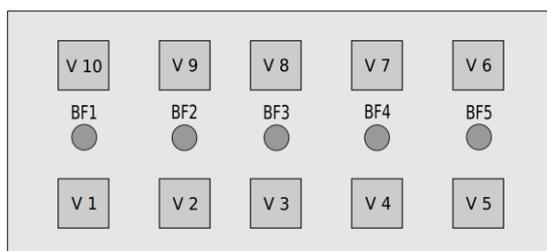


Abbildung 6: Anordnung der Bodenfallen zum Fang der Laufkäfer und Spinnentiere (BF1 - BF5) und Position der Aufnahmequadrate zur Kartierung der Vegetationsstruktur (V1 - V10).

Die Aufnahmen erfolgten nach einer modifizierten Methode von Dierschke (1994) und beinhalteten die Schätzung der prozentualen Deckung der gesamten Vegetation, der Beschattung durch Gehölze (Schatten), der Strauch -, Kultur -, Gras -, Kraut -, Moos -, und Streuschicht, in der Aufnahmefläche herumliegendes Totholz (≥ 2 cm bis ≤ 10 cm sowie ≥ 10 cm Durchmesser) sowie des vegetationslosen, offenen Bodens (Offen). Die Werte von zwei einander gegenüberliegenden Quadraten wurden vor den statistischen Analysen gemittelt.

Für die Interpretation der Vegetationsstruktur - Diversität (s. Kapitel 3.4.1) wurden mit Ausnahme der Gesamtdeckung der Vegetation die Deckungsgrade aller genannten Vegetationsstrukturvariablen verwendet. In die weiteren Analysen gingen nur die prozentualen Anteile des Schattens, der Krautschicht, der Grasschicht, der Streubedeckung und der Anteil des offenen, vegetationsfreien Bodens ein.

Die weiteren Variablen traten nur in einzelnen Flächen auf, wiesen nur wenige Werte $\neq 0$ auf (die Moos-, Kultur- und Strauchschicht sowie der Totholzanteil), bzw. waren zu den ausgewählten Strukturvariablen redundant (Gesamtdeckung der Vegetation). Im Folgenden werden die Begriffe Vegetationsstrukturvariablen, Strukturvariablen, Vegetationsstrukturelemente und Strukturelemente aus sprachlichen Gründen synonym verwendet.

Die Kartierungen der Vegetationsstruktur erfolgten in allen Flächen analog zum Wechsel der Bodenfallen (s. Kapitel 3.1.1) jeweils im Abstand von 14 Tagen von Anfang April bis Ende Oktober in den Jahren 2011 bis 2014.

3.1.3 Richtungsfallen

Um die Quantität zielgerichteter Laufaktivitäten zu erfassen, wurden die Laufkäfer und Spinnentiere mit selbst konstruierten Richtungsfallen gefangen. Die Fang- und Konservierungsflüssigkeit war mit derjenigen der Bodenfallen identisch (s. Kapitel 3.1.1). Als Fanggefäße wurden vier Plastikbecher (oberer Durchmesser: 9 cm) verwendet, die in die Ecken von vier transparenten Leitbahnen von je 2 m Länge und 25 cm Höhe platziert wurden. Die Leitbahnen wurden kreuzweise in einem Winkel von je 90° in den Boden gegraben (s. Abbildung 7).

Eine im Folgenden als Richtungsfalle bezeichnete Einheit bestand aus vier Einzelfallen und den Leitbahnen. Die nach Norden orientierte Falle einer Richtungsfallen - Einheit wurde mit Falle 1 bezeichnet und die drei folgenden (Fällen 2 - 4) wurden fortlaufend im Uhrzeigersinn angeordnet.

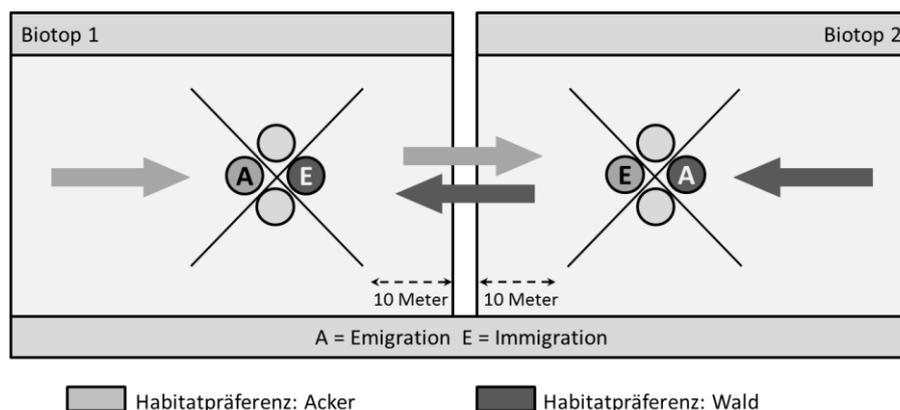


Abbildung 7: Schematische Darstellung zweier Richtungsfalleinheiten an den Biotopgrenzen einer Agrarholzfläche (rechts) und einem angrenzenden Biotop (nähere Erläuterungen im Text).

Im Folgejahr einer Holzernte (vgl. Kapitel 2.2) wurden in den Jahren 2012 und 2014 jeweils acht Richtungsfallen innerhalb der Agrarholzflächen KU1 - KU3 und in den angrenzenden Biotopen Acker und Brache platziert (s. Abbildung 8). Ein Paar aus zwei Richtungsfallen - Einheiten befand sich jeweils einander gegenüberliegend in unterschiedlichen Biotopen (s. Abbildung 7).

Um Randeffekte zu minimieren, wurde jede Richtungsfall in einem Abstand von 10 m zu den Flächen-
grenzen eingegraben. In der Agrarholzfläche KU3 wurden zwei Richtungsfallen gegenüber der Brache
(KU3-2) und der Agrarholzfläche KU3 (KU3-3) positioniert. Zwei Richtungsfallen (BRA-1 und KU2-4) be-
fanden sich in den Flächen KU2 und der Brache, ein weiteres Richtungsfallen - Paar an den Flächen-
grenzen von KU2 (KU2-7) und im Acker (ACK-8) sowie eines in den Agrarholzflächen KU2 (KU2-9) und
KU1 (KU1-10).

Die Brache grenzte unmittelbar an die Agrarholzfläche KU3 und die Agrarholzflächen KU3 und KU2
trennte ein grasdominierter Wirtschaftsweg. Zwischen den Agrarholzflächen KU2 und KU1 befand sich
ein asphaltierter Wirtschaftsweg und ein Feldweg grenzte die Flächen ACK und KU2 sowie BRA und
KU2 zueinander ab.

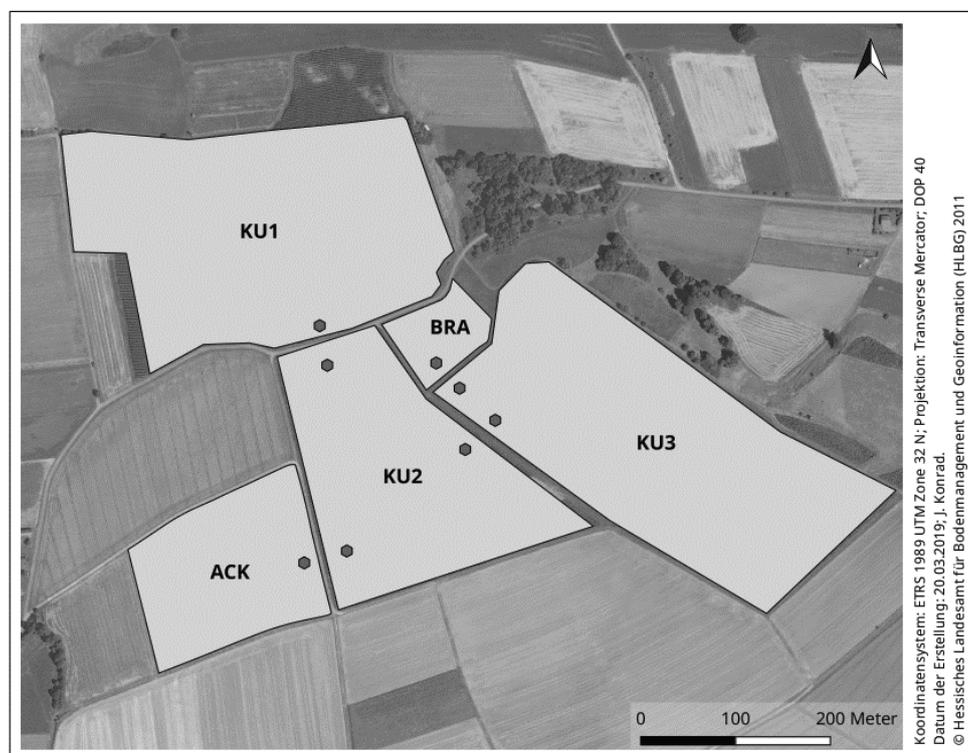


Abbildung 8: Lage der Richtungsfallen (Kreise) in den Untersuchungsflächen. KU1 - KU3: Agrarholzflä-
chen, BRA = Brache, ACK = Acker.

Für die Erfassung von zielgerichteten Laufaktivitäten wurden die Laufkäfer - und Spinnentierarten nach
ihren Habitatpräferenzen (s. Kapitel 3.3.2) klassifiziert und die Artnamen durch die artspezifischen Ha-
bitatpräferenzen ersetzt. Die Individuenzahlen der Arten wurden basierend auf den artspezifischen
Habitatpräferenzen zwischen den beiden richtungsrelevanten Einzelfällen einer Richtungsfall auf sta-
tistisch signifikante Unterschiede getestet.

Durch eine Richtungsfalle konnten potenziell vier Aktivitätsrichtungen identifiziert werden. Die Laufaktivität einer Art, oder stellvertretend für die Arten der entsprechenden Habitatpräferenz (s. Kapitel 3.3.2), wurde dann als richtungsrelevant (zielgerichtet) gewertet, wenn deren Individuen in der Einzelfalle einer Richtungsfalle mit der kürzesten oder weitesten Distanz zur Biotopgrenze mit maximaler oder minimaler Anzahl auftrat (s. Abbildung 7). Es wurden vier Arten von zielgerichteten Laufaktivitäten unterschieden:

i) die maximale Individuenzahl innerhalb einer Habitatpräferenzgruppe wurde in der Einzelfalle mit dem kürzesten Abstand zur gegenüberliegenden Richtungsfalle gefunden. Dieses Ergebnis wurde als potenzieller Flächenübertritt aus dem angrenzenden Biotop in die Fläche hinein (E) bewertet (s. Abbildung 7).

ii) die maximale Individuenzahl innerhalb einer Habitatpräferenzgruppe trat in der Einzelfalle mit der weitesten Distanz zur gegenüberliegenden Richtungsfalle auf, was als Bestreben zum Verlassen der Fläche (A) interpretiert wurde.

iii) und iv) die minimale Individuenzahl innerhalb einer Habitatpräferenzgruppe wurde in einer der oben beschriebenen Einzelfallen gefunden, was als verminderte Bereitschaft zum Aufsuchen eines angrenzenden Biotops eingeordnet wurde.

Die Einmessung von Boden - und Richtungsfallen wurde in den einzelnen Untersuchungsjahren mit einem Trimble® Geo XH 6000 Handempfänger jeweils im April durchgeführt. Zur Darstellung der Untersuchungsflächen mit Lage der Boden - und Richtungsfallen in georeferenzierten Karten (s. Abbildungen 5 und 8) sowie zur Ermittlung von Distanzen wurde die Software ArcGIS® Enterprise v.10.6.1 von ESRI verwendet.

3.2 Artbestimmung und Nomenklatur

Die Laufkäfer und Spinnentiere wurden bis zur Art bestimmt und ihre Individuenzahl je Art notiert. Zur Identifizierung der Arten wurde folgende Literatur verwendet: Müller-Motzfeld (2004) für die Laufkäfer, Almquist (2005); Almquist (2006); Heimer & Nentwig (1991); Locket & Millidge (1951/ 53); Locket et al. (1974); Nentwig et al. (2020); Roberts (1985); Roberts (1987); Roberts (1995); Wiehle (1956) und Wiehle (1960) für die Spinnen und Martens (1978) für die Weberknechte. Die Nomenklatur der Laufkäfer folgte Schmidt et al. (2016), die der Spinnen Platnick (2020) und die der Weberknechte Muster et al. (2016).

Viele Weberknechtarten bevorzugen eine hohe Luftfeuchtigkeit bei ausgeglichenen Temperaturen (Eisenbeis & Wichard 2013). Daher erreichen sie insbesondere in Wäldern und Feldgehölzen teilweise hohe Individuenzahlen, wodurch sie zur ökologischen Charakterisierung von Gehölzbiotopen beitragen können. Die Ordnung der Weberknechte weist in Mitteleuropa mit 47 indigenen (Muster et al. 2016) und in Hessen mit 32 Taxa (Malten 1999) vergleichsweise wenige Arten auf. Die geringe Anzahl von 14 Arten, die während des gesamten Untersuchungszeitraumes nachgewiesen wurden, erschwert eine differenzierte statistische Auswertung. Daher wurden aufgrund ihrer epigäischen Aktivität und einer ähnlichen, überwiegend räuberischen Ernährungsweise die Webspinnen (Araneae) und die Weber-

knechte (Opiliones) gemeinsam analysiert. Die Verifizierung und Aufbereitung der Laufkäfer - und Spinnentierdaten wurde mit der Datenbanksoftware MS Access aus dem Programmpaket Microsoft Office 2016 durchgeführt.

3.3 Ökologische und funktionale Eigenschaften (Ökologische Gruppen)

3.3.1 Ökologische Typen (ÖT)

Jeder Laufkäfer - und Spinnentierart wurde nach Barndt et al. (1991, verändert) bzw. Platen et al. (1991, verändert) ein ökologisches Merkmal zugeordnet, das die Präferenz der Art gegenüber den abiotischen Faktoren Feuchtigkeit und Licht (ergänzend auch für Temperatur) im Freiland charakterisiert (s. Tabelle A6). Die Modifikation der Angaben für die ökologischen Typen in den zitierten Originalarbeiten beinhaltet die Anpassung der ökologischen Merkmale der Arten, die für den Berliner Raum gültig sind, an ihr Vorkommen unter dem makroklimatischen Einfluss des Untersuchungsgebietes (der westlichen Mittelgebirge Deutschlands). Für Arten, die mit hoher Individuenzahl in den Untersuchungsflächen vorkamen und die in den für Berlin angegebenen abiotischen Faktorenkombinationen (Barndt et al. 1991; Platen et al. 1991) stark abwichen, wurden von den Mitarbeitern des ehemaligen ELKE - Projektes Ralph Platen für die Laufkäfer und Ingolf Rödel für die Spinnentiere Modifikationen vorgenommen. Die modifizierten Angaben besitzen somit nur für den geografischen Raum des Untersuchungsgebietes lokale Gültigkeit.

Die einzelnen ökologischen Merkmale wurden in ökologischen Gruppen (ökologische Typen - ÖT) zusammengefasst. Jeder im Untersuchungsgebiet nachgewiesenen Art wurde ein ökologischer Typ zugeordnet. So kennzeichnet z.B. der ökologische Typ „h“ eine Art, welche hohe Feuchtigkeit und unbedecktes Gelände (hohe Lichteinstrahlung) bevorzugt, „(x)w“ hingegen eine Art, die mäßige Trockenheit in Wäldern (geringe Lichteinstrahlung = hohe Beschattung) präferiert. Diese einzelnen, die Präferenzen der Arten beschreibenden ökologischen Typen werden als differenzierte ökologische Typen definiert. In den Tabellen A4 und A5 sind die Zuordnungen aller differenzierten ökologischen Typen je Art aufgeführt, Erläuterungen zu den differenzierten ökologischen Typen sind der Tabelle A6 zu entnehmen. Für die statistischen Auswertungen wurden diese differenzierten ökologischen Typen zu Großgruppen zusammengefasst, z.B. die ökologischen Typen h und (h) zu „h ges“ (s. Tabelle A7). Nachfolgend werden diese Abkürzungen für die ökologischen Typen in der gesamten Arbeit verwendet.

3.3.2 Habitatpräferenzen (HP)

Die Habitatpräferenzen (HP) sind ökologische Merkmale von Arten, die den Lebensraum bezeichnen, in dem u.a. die bevorzugten abiotischen Eigenschaften und darüber hinaus bestimmte edaphische sowie durch die Vegetation hervorgerufene, strukturelle Eigenschaften in einer bestimmten Kombination vorherrschen.

In den von Barndt et al. (1991) und Platen et al. (1991) beschriebenen Klassifikationssystemen der ökologischen Merkmale der Laufkäfer - und Spinnentierarten stehen ökologische Typen und Habitatpräferenzen in engem Zusammenhang. So kann der ökologische Typ „h“, der für nasse, offene Lebensräume steht, in unterschiedlichen Habitaten realisiert sein, u.a. in Nasswiesen (NWI), vegetationsfreien

Ufern (OUF) oder nassen Hochstaudenfluren (NHF). Die Habitatpräferenzen spezifizieren also die Lebensräume, in denen die abiotischen Faktoren Feuchte, Licht (und Temperatur) mit bestimmten Amplituden realisiert sind.

Die ökologischen Typen und Habitatpräferenzen sind i.d.R. eindeutig voneinander abgegrenzt. Nur bei den ökologischen Typen und Habitatpräferenzen der Wälder gibt es z.T. Überschneidungen der Präferenzbereiche. Dies trifft insbesondere für die euryöken Waldarten des ökologischen Typs „w“ zu, die keinen bestimmten Waldtyp erkennbar bevorzugen und für die allgemeinen Waldarten mit der Habitatpräferenz „WAL“. Während der ökologische Typ „w“ die Präferenz einer Art für die abiotische Faktorenkombination „geringe Helligkeit“ bei beliebiger Ausprägung des Faktors „Feuchtigkeit“ beschreibt, bevorzugen Arten mit der Habitatpräferenz „WAL“ allgemein Wälder, ohne Präferenz für bestimmte abiotische, strukturelle oder biotische Faktoren.

In dieser Arbeit werden verschiedene Klassifikationen für die Waldarten verwendet. Neben den oben beschriebenen euryöken und allgemeinen Waldarten werden die Begriffe „stenotope Waldarten“ für diejenigen Arten verwendet, die schwerpunktmäßig in spezifischen Waldtypen wie den Feuchtwäldern (FWA), den Mittelgebirgswäldern (MWA), den Nasswäldern (NWA), den bodensauren Mischwäldern (SWA) und den Trockenwäldern (TWA) verbreitet sind, während „eurytope Waldarten“ vor allem Vorwälder (VWA) und allgemein Wälder (WAL) besiedeln.

Aus dem Katalog der Habitatpräferenzen der Laufkäfer Deutschlands (GAC 2009) wurden für jede der nachgewiesenen Laufkäferarten die Habitatpräferenzen entnommen, die sich auf die dort angegebene geographische Region "Westliches Mittelgebirge Deutschlands" beziehen. So wurde z.B. einer Art, die schwerpunktmäßig auf Regenwassermooren lebt, die Habitatpräferenz „Hochmoor (HMO)“ zugeordnet und einer Art, welche schwerpunktmäßig auf kalkreichen Trockenrasen lebt, die Habitatpräferenz „Kalktrockenrasen (KTR)“. Die Lebensraumpräferenzen der Spinnentiere wurden aus Platen et al. (1991, verändert) entnommen und nach den Kriterien der GAC (2009) für das Makroklima der westlichen Mittelgebirge Deutschlands von den Mitarbeitern des ehemaligen ELKE - Projektes Ralph Platen und Ingolf Rödel modifiziert (s. Tabelle A8). Nachfolgend werden diese artspezifischen Habitatpräferenzen als differenzierte Habitatpräferenzen definiert. Die Zuordnungen der differenzierten Habitatpräferenzen je Art enthalten die Tabellen A4 und A5, Erläuterungen hierzu sind in der Tabelle A8 aufgeführt.

Im Gegensatz zu den Arbeiten von Barndt et al. (1991) für die Laufkäfer und von Platen et al. (1991) für die Spinnentiere, in denen die Präferenz der Arten für unterschiedliche Pflanzenformationen in Schwerpunkt-, Haupt- und Nebenvorkommen differenziert sind, wurden im Katalog der GAC Schwerpunkt- und Hauptvorkommen in einer Kategorie zusammengefasst. Das im GAC - Katalog in dieser Kategorie zuerst genannte Habitat wurde in dieser Arbeit als Habitatpräferenz festgelegt. Die entsprechenden Varianzanalysen (ANOVA), Redundanzanalysen (RDA) und linearen Mehrfachregressionen wurden für die Laufkäfer mit den als Habitatpräferenz festgelegten Kategorien aus dem GAC - Katalog durchgeführt. Für die Spinnentiere wurden die als „Schwerpunkt vorkommen“ bezeichneten und für den Untersuchungsraum modifizierten Habitatpräferenzen aus Platen et al. (1991) verwendet.

Für die Auswertung wurden die differenzierten Habitatpräferenzen, außer zur Berechnung von Habitatpräferenz - Diversitäten (s. Kapitel 3.4.1), zu Großgruppen zusammengefasst, z.B. die Habitatpräferenzen Sandtrockenrasen (STR), Kalktrockenrasen (KTR) und offene, trockene Habitate (OTH) zu offenen Trockenhabitaten (TRO) (s. Tabelle A9). Im Text verwendete Bezeichnungen wie „Ackerarten“, „Waldarten“, etc. beschreiben „Arten der Ackerhabitate“, der „Waldhabitate“, etc. in diesen zusammengefassten Habitatpräferenzgruppen. Das bedeutet jedoch nicht, dass diese Arten ausschließlich in

den für sie angegebenen Habitaten vorkommen. Sowohl für die differenzierten als auch für die zusammengefassten Habitatpräferenzen der Arten gilt, dass sie neben ihren Schwerpunktorkommen auch in anderen Habitattypen auftreten können.

3.3.3 Flugdynamische Typen (FdT)

Der Ausprägungsgrad der Hinterflügel (Flügelmorphologie) der Laufkäfer kennzeichnet den flugdynamischen Typ (FdT). Es werden voll geflügelte - makroptere (ma) -, dimorphe/ polymorphe (di) - es können in Populationen einer Art Individuen mit voll geflügelten und über alle Reduktionsstadien hinweg bis zu brachypteren Morphen auftreten und ungeflügelte - brachyptere (br) - Arten unterschieden. Die Zuordnung der flugdynamischen Typen zu den im Untersuchungsgebiet nachgewiesenen Arten wurde nach den Angaben von Barndt et al. (1991); Larsson (1939) und Lindroth (1992) vorgenommen (s. Tabelle A10).

3.3.4 Körpermasseklassen (KMK)

Die individuelle Körpermasse einer jeden Laufkäferart wurde nach der Formel von Jarosik (1989) berechnet, basierend auf einem statistisch signifikanten Zusammenhang zwischen Körperlänge und Körpermasse. Für die Spinnentiere wurde die individuelle Körpermasse nach Henschel et al. (1996) berechnet. Die Spannweiten der individuellen Körperlängen der Laufkäfer wurden Müller-Motzfeld (2004), diejenigen der Spinnen Nentwig et al. (2020) und die der Weberknechte Martens (1978) entnommen und geschlechtsspezifisch gemittelt. Die aus den mittleren individuellen Körperlängen errechneten mittleren individuellen Körpermassen der nachgewiesenen Laufkäfer - und Spinnentierarten wurden in jeweils fünf Körpermasseklassen (KMKI - KMKV) zusammengefasst (s. Tabelle A11).

3.4 Diversität und faunistische Ähnlichkeit

Für die prozentualen Deckungsgrade von 10 erhobenen Vegetationsstrukturvariablen wurden Mittelwerte aus den 10 Aufnahmequadraten gebildet, die jeweils links und rechts der fünf Bodenfallen angeordnet waren (s. Abbildung 6, Kapitel 3.1.2). Die Berechnungen der Mittelwerte sowie der Standardfehler erfolgten für alle Untersuchungsflächen je Jahr sowie für den gesamten Untersuchungszeitraum 2011 - 2014.

Die Arten - und Individuenzahlen der Laufkäfer und Spinnentiere wurden für alle Flächen, Einzeljahre und für die gesamte Untersuchungszeit dokumentiert. Die Artenzahl bezieht sich auf die absolute Artenzahl, d.h. Arten, die in mehreren Fallen und Jahren vorkamen, wurden nur einmal berücksichtigt. Die Individuenzahlen hingegen wurden für fünf Einzelfallen je Fläche und Jahr sowie für die - vier Untersuchungsjahre summiert. Zusätzlich wurden für die Kategorien ökologischer Typ, Habitatpräferenz, Körpermasseklasse und flugdynamischer Typ (nur Laufkäfer) die Dominanzanteile je Untersuchungsjahr sowie für den gesamten Untersuchungszeitraum in beiden Tiergruppen berechnet. Die Dominanzanteile repräsentieren die prozentualen Individuenanteile in einer der genannten Kategorien bezogen auf die Gesamtindividuenzahl einer Fläche und erlauben Vergleiche zwischen den Zönosen in unterschiedlichen Flächen und Jahren. Die Berechnungen wurden mit dem Tabellenkalkulationsprogramm Excel aus dem Programmpaket Microsoft Office 2016 durchgeführt. Dies trifft auch für die nachfolgenden Berechnungen zu, sofern keine anderen Programme aufgeführt sind.

3.4.1 Arten -, Habitatpräferenz - und Vegetationsstruktur - Diversität

Die Charakterisierung der Alpha - Diversität für die Laufkäfer - und Spinnentierzönosen in allen Untersuchungsflächen erfolgte mit den Diversitätsindices Log series α , Shannon - Index und dem reziproken Simpson - Index sowie der aus dem Shannon - Index errechneten Evenness (vgl. Magurran & McGill 2013). Die drei Indices und die Evenness wurden sowohl für die Arten - Diversität als auch für die Habitatpräferenz - Diversität berechnet (s. Tabelle 2). Jedes der Diversitätsmaße beschreibt einen unterschiedlichen Aspekt der zönotischen Struktur und erlaubt bei einer synoptischen Betrachtung eine erste Charakterisierung der strukturellen Zusammensetzung der Zönosen.

Tabelle 2: Definition der Arten -, Habitatpräferenz - und Vegetationsstruktur - Diversitätsindices mit Beschreibung ihres Fokus. N = Gesamtanzahl der Individuen in einer Untersuchungsfläche, n_i = Anzahl der Individuen einer Art, p_i = relative Individuenzahl einer Art (n_i/N), \ln = Logarithmus naturalis, S = Artenanzahl, x = Konstante, für jede Untersuchungsfläche iterativ aus dem Quotienten S/N berechnet, S_{HP} = Anzahl der Habitatpräferenzen, HP = Habitatpräferenz, S_{VS} = Anzahl der Vegetationsstrukturelemente, vs_i = relativer Deckungsgrad eines Strukturelementes (vs_i/Cov_{tot}), Cov_{tot} = Gesamtdeckungsgrad aller Vegetationsstrukturelemente einer Untersuchungsfläche, vs = Vegetationsstruktur.

Diversitätsmaß	Formel	Fokus auf
Artendiversität		
Log series α	$\alpha = N(1-x)/x$ [1]	Arten, die in Einzelindividuen auftreten
Shannon	$H' = - \sum p_i \ln p_i$ [2]	Heterogenität in der Artenzusammensetzung
Evenness	$E = H'/\ln S$ [3]	Verteilung von Individuenzahlen auf die Arten
reziproker Simpson	$D_s = 1/\sum (n_i/N[n_i-1/N-1])$ [4]	Anzahl hochdominanter Arten
Habitatpräferenz - Diversität		
Log series α_{HP}	$\alpha_{HP} = N(1-x)/x$ [5]	Habitatpräferenzgruppen, in denen nur Einzelindividuen auftreten
Shannon _{HP}	$H'_{HP} = - \sum p_i \ln p_i$ [6]	Heterogenität in der Habitatpräferenz -Zusammensetzung
Evenness _{HP}	$E_{HP} = H'_{HP}/\ln S_{HP}$ [7]	Verteilung von Individuenzahlen auf die Habitatpräferenzen
reziproker Simpson _{HP}	$DS_{HP} = 1/\sum (n_i/N[n_i-1/N-1])$ [8]	Anzahl von Habitatpräferenzgruppen mit hohen Individuenzahlen
Vegetationsstruktur - Diversität		
Log series α_{VS}	$\alpha_{VS} = N(1-x)/x$ [9]	Vegetationsstrukturelemente, die sehr geringe Deckungsgrade aufweisen
Shannon _{VS}	$H'_{VS} = - \sum vs_i \ln vs_i$ [10]	Heterogenität in der Zusammensetzung der Vegetationsstruktur
Evenness _{VS}	$E_{VS} = H'_{VS}/\ln S_{VS}$ [11]	Verteilung von Deckungsgraden auf die unterschiedlichen Vegetationsstrukturelemente
reziproker Simpson _{VS}	$DS_{VS} = 1/\sum (vs_i/Cov_{tot}[vs_i-1/Cov_{tot}-1])$ [12]	Anzahl von Vegetationsstrukturelementen mit hohen Deckungsgraden

Die Log series α beschreibt die Beziehung zwischen den Arten - und Individuenzahlen und basiert auf der Annahme, dass die Anzahl der Arten mit geringen Individuenzahlen größer ist als diejenige dominanter Arten. Der Wert des Index hängt daher weniger von der Anzahl individuenreicher Arten ab als der Shannon - oder der Simpson - Index, trennt jedoch - zumindest theoretisch - weniger effizient bei

Veränderungen in der Gleichverteilung (Magurran 1988). Der Shannon - Index vereint mit der Artenvielfalt und der Gleichverteilung von Individuen auf die Arten zwei Aspekte der Vielfalt miteinander (Magurran & McGill 2013). Die Evenness drückt das Verhältnis zwischen tatsächlicher und bei gegebener Artenzahl maximal möglicher Diversität aus (Brose et al. 2009) und dient somit als Maß für die Gleichverteilung der Individuenzahl auf die Arten. Für zwei zufällig aus einer Stichprobe ausgewählte Individuen gibt der Simpson - Index die Wahrscheinlichkeit an, der gleichen Art anzugehören (Magurran & McGill 2013). Während der Shannon - Index die Artenvielfalt betont, gewichtet der Simpson - Index die häufigsten Arten stärker und reagiert weniger empfindlich auf die Artenvielfalt (Magurran & McGill 2013).

Zur Ermittlung der Vegetationsstruktur - Diversität wurden die drei Diversitäts - Indices und die Evenness aus den Deckungsgraden von zehn der elf erhobenen Strukturparameter berechnet (s. Kapitel 3.1.2). Die Gesamtdeckung der Vegetation erwies sich als redundant zu den einzelnen Strukturvariablen und wurde nicht in die Berechnungen einbezogen.

Die Arten - Diversität wurde auf der Basis von Einzelfällen aus den Arten - und Individuenzahlen für jede Untersuchungsfläche und jedes Untersuchungsjahr einzeln, sowie für alle vier Untersuchungsjahre insgesamt berechnet. Für die Berechnung der Habitatpräferenz - Diversität wurden die gleichen Berechnungen durchgeführt, wobei die Artenanzahl durch die Anzahl unterschiedlicher Habitatpräferenzen ersetzt wurde. Die Individuenzahl einer Art wurde durch die Individuenzahl je Habitatpräferenz ersetzt. Somit repräsentiert die Anzahl unterschiedlicher Habitatpräferenzgruppen (s. Kapitel 3.3.2) und die Individuenzahl je Gruppe ein Diversitätsmaß für die Habitatpräferenz - Diversität je Untersuchungsfläche. Die Habitatpräferenz - Diversität kann damit als die Vielfalt nutzbarer Nischen in einem Habitat interpretiert werden.

Die Indices der Arten - und Habitatpräferenz - Diversität beider Tiergruppen wurden entsprechend der Formeln [1] - [8] (s. Tabelle 2) für jede Einzelfälle in allen Flächen mit einer One - Way ANOVA (Backhaus et al. 2010) berechnet und unter Verwendung des Duncan - Test ($p \leq 0,05$) auf statistisch signifikante Unterschiede zwischen den Untersuchungsflächen geprüft.

Die Diversität der Vegetationsstruktur wurde mit den Formeln [9] - [12] berechnet, die Anzahl der Arten wurde hierbei im Vergleich zu den Formeln [1] - [4] durch die Anzahl der Strukturelemente und die Individuenzahl durch die jeweils aus zwei den Fällen gegenüberliegenden Aufnahmequadraten gemittelten Deckungsgrade der einzelnen Strukturelemente ersetzt.

3.4.2 Faunistische Ähnlichkeit

Der Wainstein - Index ist ein Maß für die Ähnlichkeit in der Zusammensetzung von Artengemeinschaften unterschiedlicher Fundorte, basierend auf der Anzahl gemeinsam vorkommender Arten und deren Individuen (Mühlenberg 1993). Die Berechnung erfolgt durch eine Multiplikation der Artenidentität nach Jaccard und der Dominanzidentität nach Renkonen. Die Artenidentität wird als Quotient aus den an zwei Fundorten A und B gemeinsam vorkommenden und der Summe aus den nur in A und nur in B auftretenden Arten, multipliziert mit 100 berechnet. Für die Dominanzidentität werden die Individuenanteile der gemeinsamen Arten je Fundort berechnet, wobei nur die im Vergleich beider Fundorte jeweils kleineren Werte einbezogen und summiert werden. Die Jaccard'sche Zahl berücksichtigt nur die An - oder Abwesenheit (Präsenz/ Absenz) von Arten, während die Renkonen'sche Zahl die Über-

einstimmung in den Dominanzen zweier Artengemeinschaften misst (Mühlenberg 1993). Eine Kombination beider Werte erlaubt die Einschätzung von faunistischen Ähnlichkeiten zwischen unterschiedlichen Fundorten. Der Wainstein - Index kann Werte zwischen 0 und 100 % annehmen, wobei höhere Werte größere Ähnlichkeiten bedeuten. Aufgrund der Multiplikation weist der Wainstein - Index im Vergleich zur Jaccard'schen oder Renkonen'schen Zahl deutlich niedrigere Werte auf.

Die Berechnungen wurden nach folgenden Formeln durchgeführt:

$$\text{Artenidentität nach Jaccard: } J_A = \frac{G \times 100}{S_A + S_B - G}$$

$$\text{Dominanzidentität nach Renkonen: } R_e = \sum_{i=1}^G \min D_{A,B}$$

G = Anzahl der in beiden Fundorten gemeinsam vorkommenden Arten

S_A, S_B = Anzahl der in Fundort A bzw. in Fundort B erfassten Arten

i = Art i

$\min D_{A,B}$ = der jeweils kleinere Dominanzanteil der gemeinsam in Fundort A oder B vorkommenden Arten.

Der Wainstein - Index wurde für beide Tiergruppen je Untersuchungsjahr zwischen allen Untersuchungsflächen berechnet und in Trellis - Diagrammen dargestellt. Die Werte für die faunistische Ähnlichkeit wurden in vier Klassen eingeteilt und in den Tabellen 27a - d und 28a - d farbig unterlegt. Klasse 1: > 45 % (hohe Ähnlichkeit), Klasse 2: 35 - 45 % (höhere Ähnlichkeit), Klasse 3: 25 - 34,9 % (mittlere Ähnlichkeit), Klasse 4: < 25 % (geringe Ähnlichkeit). Die Berechnungen zu den faunistischen Ähnlichkeiten wurden mit einer lokalen Serverapplikation von XAMPP unter Verwendung der Module „Apache“ und „MySQL“ von Anderßon & Anderßon (2016) durchgeführt.

3.5 Statistische Methoden

3.5.1 Wald - Wolfowitz Runs Test (Sequenztest)

Die Unabhängigkeit von Daten ist eine der grundlegenden Voraussetzungen für alle durchgeführten statistischen Tests. Um die Fangergebnisse aus den fünf Einzelfallen eines Transektes auf statistische Unabhängigkeit zu testen, wurden die Individuenzahlen der Laufkäfer und Spinnentiere aller Untersuchungsflächen und -jahre mit dem Wald - Wolfowitz Runs Test geprüft. Bei diesem parameterfreien Test werden keine Annahmen über die Verteilung der Fehler getroffen (Chatterjee & Simonoff 2013). Zunächst werden die positiven und negativen Abweichungen zum Trennwert (z.B. Median oder Mittelwert) dichotomisiert (Duller 2018). Die Anzahl jeweils gleicher Merkmalsausprägungen (Runs) wird mit der erwarteten Anzahl der Runs verglichen und entsprechend der Nullhypothese (Unabhängigkeit der Ziehungen) entweder abgelehnt oder angenommen.

Bei einem Signifikanzniveau von $p \leq 0,05$ unter Verwendung des Medians und einer asymptotischen Stichprobenverteilung bestätigten die durchgeführten Tests die Nullhypothese und somit eine Unabhängigkeit der Individuenzahlen in den fünf Einzelfallen für beide Tiergruppen je Fläche und Jahr. Die

Sequenztests wurden mit der Statistiksoftware SPSS Vs. 26.0 (IBM 2019) durchgeführt, die Ergebnisse können den Tabellen A12 und A13 entnommen werden.

Die Residuen aus den linearen Mehrfachregressionen wurden auf der Basis von fünf Einzelfallen je Agrarholzfläche für die Jahre 2011 - 2014 ($n = 80$) für die ökologischen Merkmale „x“, „h“, „eu“, „(h)w“, „w“, „ACK“, „GRL“, „TRO“, „WAL“ und „MIX“ der Laufkäfer und „x“, „h“, „hw“, „(h)w“, „(x)w“, „ACK“, „GRL“, „RUD“, „WAL“ und „MIX“ der Spinnentiere auf die oben beschriebene Weise jeweils für den gesamten Datensatz mit Sequenztests auf statistische Unabhängigkeit getestet (s. Kapitel 3.5.5 und 4.5.4). Um die Ergebnisse abzusichern, wurden die Tests sowohl für eine Sortierung für jede einzelne Agrarholzfläche im gesamten Untersuchungszeitraum als auch für alle Agrarholzflächen in den einzelnen Untersuchungsjahren durchgeführt.

Analog zu diesen Analysen wurden die linearen Einfachregressionen durchgeführt, in denen die Residuen für die aus fünf Einzelfallen gemittelten Diversitätsindices aller Untersuchungsflächen je Jahr ($n = 40$) auf Unkorreliertheit geprüft wurden (s. Kapitel 3.5.1). Die Ergebnisse der Tests zeigten, dass die Abfolge der Residuen zeitlich unabhängig voneinander war (s. Tabellen A40, A41 und A46).

3.5.2 Mann - Whitney - U - Test

Für die Auswertung von zielgerichteten Laufaktivitäten wurden die Arten nach ihren Habitatpräferenzen in Gruppen zusammengefasst (vgl. Kapitel 3.3.2) und die Individuensummen je Habitatpräferenzgruppe ermittelt. Unterschiede in den Jahresindividuensummen der einzelnen Habitatpräferenzgruppen zwischen den richtungsrelevanten Einzelfällen einer Richtungsfalleneinheit (s. Abbildung 7, Kapitel 3.1.3) wurden mit einem Mann - Whitney - U - Test ($p \leq 0.1$) auf statistische Signifikanz geprüft. Die 12 Leerungstermine je Untersuchungsjahr stellten in diesem Test die Wiederholungen für die Richtungsfalleneinheiten dar.

Der nicht - parametrische Mann - Whitney - U - Test vergleicht zwei unabhängige Stichproben hinsichtlich ihrer zentralen Tendenz auf statistisch signifikante Unterschiede. Hierbei werden die Mediane beider Gruppen miteinander verglichen, nachdem die in aufsteigender Reihenfolge sortierten Werte in beiden Gruppen durch Ränge ersetzt und summiert wurden (Eid et al. 2017). Vor der Durchführung wurden die Verteilungsformen beider Gruppen mit Hilfe von Histogrammen auf Gleichheit geprüft, da der Test sensibel gegenüber ungleichen Verteilungsformen ist (Divine et al. 2018). Getestet wurden die untransformierten Individuenzahlen der beiden gegenüberliegenden Eingangs - und Ausgangsfallen (s. Abbildung 7, Kapitel 3.1.3). Die beiden seitlichen Fallen blieben unberücksichtigt und dienten der Kontrolle. Das Signifikanzniveau wurde aufgrund der hohen Streuungen in den Daten auf $p \leq 0,1$ festgelegt. Die Analysen wurden mit der Statistiksoftware SPSS Vs. 26.0 (IBM.Corp 2019) durchgeführt.

3.5.3 Einfaktorielle Varianzanalyse (ANOVA)

Zur Ermittlung von statistisch signifikanten Unterschieden in den Arten - und Individuenzahlen zwischen den Untersuchungsflächen wurde eine einfaktorielle ANOVA auf Einzelfallenbasis für beide Tiergruppen durchgeführt. Da die Artdaten eine Normalverteilung aufwiesen, erfolgten die Analysen mit untransformierten Werten für jedes Einzeljahr sowie für den Gesamtzeitraum 2011 - 2014. Unterschiede zwischen den Jahren wurden mit Hilfe des Duncan - Tests auf statistische Signifikanz ($p \leq 0,05$) geprüft.

Für beide Tiergruppen wurden mit Hilfe einer einfaktorielle ANOVA die prozentualen Individuenanteile der klassifizierten ökologischen Typen (ÖT), der Habitatpräferenzen (HP), der Körpermasseklassen (KMK) und für die Laufkäfer diejenigen der flugdynamischen Typen (FdT) je Jahr auf der Basis von Einzelfällen berechnet (s. Kapitel 3.3). Um Unterschiede in den absoluten Individuenzahlen zwischen den Jahren auszugleichen, wurden für jede Kategorie innerhalb der ökologischen Gruppen die prozentualen Individuenanteile (Dominanzanteile) berechnet. Zur Angleichung der Prozentwerte an eine Normalverteilung wurden diese vor der Analyse einer ArcSin - Wurzeltransformation unterzogen.

Zur Überprüfung der Hypothese, dass sich mit zunehmender Aufwuchszeit die Individuenanteile eurytoper zugunsten stenotoper Waldarten in den Agrarholzflächen verschieben werden und sich dieser Effekt im Jahr nach der Holzernte umkehren wird, wurden die Individuenanteile der stenotopen und eurytopen Waldarten zur Angleichung an eine Normalverteilung Log_{10} - transformiert und anschließend auf der Basis von Einzelfällen mit Hilfe einer einfaktoriellen ANOVA analysiert.

Verglichen wurden die logarithmierten Individuenanteile zwischen den einzelnen Untersuchungsjahren 2011 - 2014 für beide Tiergruppen. Zur Ermittlung statistisch signifikanter Unterschiede zwischen den Jahren wurde der Duncan - Test ($p \leq 0,05$) verwendet.

Die nicht transformierten Diversitätsindices Log series α , Shannon - und reziproker Simpson sowie die aus dem Shannon - Index und der Artenzahl errechnete Evenness wurden für die Vegetationsstruktur, die Laufkäfer und die Spinnentiere auf Einzelfallenbasis mit einer einfaktoriellen ANOVA analysiert, um statistisch signifikante Unterschiede zwischen den Untersuchungsflächen aufzudecken. Die Berechnungen wurden in beiden Tiergruppen jeweils für die Arten - und die Habitatpräferenz - Diversität je Jahr und für den gesamten Untersuchungszeitraum durchgeführt.

Als Voraussetzungen für die Durchführung einer einfaktoriellen ANOVA wurden die Residuen mit dem Kolmogorov - Smirnov Test und dem Shapiro - Wilk Test auf Normalverteilung überprüft. Die Gleichheit der Varianzen zwischen den Flächen wurde mit dem Levene - Test und die Gleichheit der Mittelwerte wurde mit dem Welch - und dem Brown - Forsythe Test geprüft. Ausreißer wurden im Datensatz belassen. Die Berechnungen erfolgten unter Verwendung der Statistiksoftware SPSS Vs. 26.0 (IBM.Corp 2019).

3.5.4 Redundanzanalyse (RDA)

Auf der Basis der Hypothese, dass ein linearer, statistisch signifikanter Zusammenhang zwischen der quantitativen und qualitativen Zusammensetzung von Laufkäfer - und Spinnentierzönosen und den Vegetationsstrukturvariablen in den Untersuchungsflächen besteht, wurden Redundanzanalysen (Redundancy Analyses - RDA) mit der Statistiksoftware CANOCO 5.0 (Šmilauer & Lepš 2014) durchgeführt und die Ergebnisse mit Hilfe von Ordinationsdiagrammen für die 1. und 2. Ordinationsachse grafisch dargestellt.

Aufgrund vieler Nullwerte wurden die Datensätze beider Tiergruppen einer Hellinger - Transformation unterzogen, welche die Individuenzahlen der einzelnen Arten in Distanzen transformiert (Legendre & Gallagher 2001). Die prozentualen Schätzwerte der Strukturvariablen wurden nicht transformiert.

Mit Hilfe von Q - Q Diagrammen wurden die distanzbasierten Residuen visuell auf eine Normalverteilung getestet. Die Flächenpunkte wurden durch eine gewichtete Summierung der Artenwerte ermittelt und die Achsen wurden auf den Artenraum zentriert.

Die Auswahl der in die Analysen einbezogenen Strukturvariablen erfolgte i) nach schrittweiser Reduktion der zunächst in das Modell integrierten 11 Strukturvariablen (vgl. Kapitel 3.1.2) unter Ausschluss von hohen Multikollinearitäten (Variance Inflation Factor - VIF, vgl. Kapitel 3.5.5) und ii) nach der vermuteten ökologischen Relevanz der Vegetationsstrukturvariablen im Hinblick auf die räumliche und zeitliche Präsenz von Laufkäfern und Spinnentieren in den Untersuchungsflächen. Basierend auf diesen Vortests wurden die Strukturvariablen „Schatten“, „Streu“, „Gras“, „Kraut“ und „Offen“ ausgewählt, mit denen auch die weiteren statistischen Analysen in dieser Arbeit durchgeführt wurden.

Eine wesentliche Zielsetzung war, die Veränderungen der Laufkäfer - und Spinnentierzönosen in den Agrarholzflächen im räumlichen und zeitlichen Vergleich zu den Referenzflächen zu charakterisieren und die für die Zönosen in den einzelnen Flächen jeweils bedeutsamen Strukturvariablen zu identifizieren.

Hierfür wurden die Analysen für a) den gesamten Untersuchungszeitraum 2011 - 2014 sowie für b) die einzelnen Aufwuchsjahre der Agrarholzflächen und die jeweils im gleichen Zeitraum untersuchten Referenzflächen auf der Basis von Individuensummen aus fünf Einzelfällen je Fläche durchgeführt. Für die Interpretation der zönotischen Strukturen wurden die Artnamen beider Tiergruppen durch die art-spezifischen Habitatpräferenzen ersetzt. Durch dieses Verfahren können Ähnlichkeiten und Unterschiede in den zönotischen Strukturen hinsichtlich der Verteilung von Arten mit gleichen Habitatpräferenzen zwischen den Jahren aufgedeckt werden.

Die Zielsetzung einer Redundanzanalyse besteht darin, die gewichteten Summen der Artenwerte (Flächenpunkte) auf möglichst wenige lineare Kombinationen von Umweltvariablen zu beschränken und gleichzeitig die Varianzen in den Artdaten zu maximieren (Jongman et al. 1995). Durch eine automatische schrittweise Vorwärtsauswahl (stepwise forward selection) wurde zunächst unabhängig für jede Umweltvariable der Beitrag zur Aufklärung der Gesamtvarianz in den Artdaten ermittelt und mit Hilfe eines Monte - Carlo - Permutationstests (4999 Permutationen) die statistische Signifikanz geprüft. Mit der Variablen, welche die kleinste Summe der Fehlerquadrate aufweist wird begonnen, das Modell aufzubauen (Leyer & Wesche 2007). Es wird eine erste Achse extrahiert, die möglichst viel der Gesamtvarianz abbildet.

Für die verbleibende Restvarianz wird erneut der Aufklärungsbeitrag jeder Variable berechnet und ein zweiter Gradient wird orthogonal zur ersten Achse erstellt. Dieses Verfahren wird so lange fortgeführt, bis alle Variablen in das Modell aufgenommen wurden. Weisen hierbei zwei oder mehrere Variablen einen ähnlich hohen, jedoch teilweise redundanten Informationsgehalt auf, würden diejenigen mit dem geringeren Informationsgehalt dem Modell nachgeordnet hinzugefügt.

In der Reihenfolge „Schatten“, „Streu“, „Gras“, „Kraut“ und „Offen“ wurde die schrittweise Vorwärtsauswahl manuell durchgeführt, da die Strukturvariablen „Schatten“ und „Streu“ bei einer automatischen Auswahl trotz hoher Korrelationen ($> 0,9$) auf der ersten Ordinationsachse, Aufklärungsbeiträgen zwischen 45 % (Streu) und > 50 % (Schatten) und einem mit < 20 moderaten VIF (vgl. Kapitel 5.1.3) überlagernde Informationsgehalte aufwiesen. Eine verzögerte Integration der Variablen „Schatten“ konnte durch eine manuelle Selektion umgangen werden.

Einer Inflation des Fehlers 1. Grades (α -Fehler) durch die Mehrfachtests wurde bei der Signifikanzberechnung durch die Holm - Korrektur (Legendre & Legendre 2012) entgegengewirkt (s. Kapitel 5.1.3).

Arten zeigen häufig ein unimodales Verhalten gegenüber Umweltvariablen (Leyer & Wesche 2007). Werden diese in den Untersuchungsflächen vollständig abgebildet, ordnen sich die Art Daten entlang dieser Gradienten an. Weisen hingegen auch die unähnlichsten Flächen noch eine hohe Übereinstimmung in der Artenzusammensetzung auf, wird das Antwortverhalten der meisten Arten unvollständig abgebildet.

Die Gradientenlänge ist ein Maß für die Beta - Diversität und wird in Standardabweichungen angegeben (Ter Braak & Šmilauer 2015). Mit Hilfe einer Detrended Canonical Correspondence Analysis (DCCA) lässt sich die Beta - Diversität analysieren. Während für Gradientenlängen < 3 lineare Modelle geeignet sind, lässt sich ein vollständiger Artenwechsel um mehr als vier Standardabweichungen besser durch unimodale Modelle charakterisieren. Gradientenlängen zwischen drei und vier erlauben beide Methoden. Da die Länge des Gradienten auf der 1. kanonischen Achse $< 3,0$ bzw. zwischen $3,0$ und $4,0$ betrug, wurden lineare kanonische Ordinationen (RDA) durchgeführt.

Aufgrund der oben genannten Zielsetzung einer RDA müssen die Ergebnisse einer PCA zur Interpretation einer realen Beziehung zwischen den Art Daten und den Umweltvariablen vergleichend hinzugezogen werden (Leyer & Wesche 2007). Weisen die Arten - und Flächenpunkte in den direkten und indirekten Ordinationsdiagrammen ähnliche Positionen auf und lassen die Eigenwerte vergleichbare Größenordnungen erkennen, tragen die Umweltvariablen tatsächlich zur Aufklärung der Hauptvariation in der Artenstruktur bei.

Bis auf wenige Unterschiede in den Positionen der Flächenpunkte der Brache und des Vorgewendes blieben die Positionen der Untersuchungsflächen und die Verteilungsmuster der Arten in den Ordinationsdiagrammen der PCA nach Einbeziehung der Strukturvariablen in den RDA - Grafiken erhalten und auch die Eigenwerte der Achsen stimmten weitgehend überein.

3.5.5 Lineare Regression

Zur Überprüfung eines linearen Zusammenhangs zwischen den prozentualen Deckungsgraden der Strukturvariablen „Schatten“, „Kraut“, „Gras“, „Streu“ und „Offen“ und den Individuenanteilen der ökologischen Typen sowie der Habitatpräferenzen beider Tiergruppen in den Agrarholzflächen wurden lineare Mehrfachregressionen auf Einzelfallenbasis durchgeführt. Die prozentualen Individuenanteile wurden vor den Analysen einer ArcSin - Wurzeltransformation unterzogen, um sie an eine Normalverteilung anzugleichen.

Die Hypothese, dass eine Abhängigkeit zwischen der Vegetationsstruktur - Diversität und der Arten - und Habitatpräferenz - Diversität der Laufkäfer - und Spinnentierzönosen besteht, wurde mit linearen Einfachregressionen für alle Untersuchungsflächen und -jahre getestet. Hierfür wurden die Shannon - Indices der Arten - und Habitatpräferenz - Diversität auf den Shannon - Index der Vegetationsstruktur - Diversität als erklärende Variable regressiert. Die Analysen erfolgten auf Flächenbasis, d.h. die Diversitätswerte wurden für die gemittelten Arten - und Individuenzahlen der fünf Einzelfallen einer Fläche berechnet. Eine Transformation der Diversitätswerte wurde nicht durchgeführt.

Vor der Durchführung der Tests wurden folgende Voraussetzungen für die Durchführung von Regressionsanalysen geprüft:

- Die Linearität der Residuen wurde grafisch mit Streu-, P-P- und Q-Q-Diagrammen sowie statistisch mit dem Rainbow-Test bestätigt.
- Ausreißer als Abweichung einer > 3 -fachen Standardabweichung (SD) wurden für die Residuen identifiziert und mit Hilfe von Hebelwerten und Cook-Distanzen spezifiziert. Da die lineare Regression nicht robust gegenüber Ausreißern ist und bereits einzelne Ausreißer einen großen Einfluss auf die Regressionskoeffizienten ausüben können, wurden einzelne Werte von den Analysen ausgeschlossen, sofern diese in allen drei Tests außerhalb der Grenzwerte lagen.
- Die Unabhängigkeit der Residuen und damit einen Ausschluss von Autokorrelationen bestätigten Sequenztests (vgl. Kapitel 3.5.1).
- Mit Hilfe des Variance Inflation Factors (VIF) wurden Multikollinearitäten für die linearen Mehrfachregressionen ausgeschlossen. Entsprechend einer Toleranz $< 0,2$ sollte bei einem $VIF \geq 20$ mindestens ein Prädiktor, der Redundanzen zu einem anderen aufweist, entfernt werden. Dies war in den Analysen nicht erforderlich, da alle VIF-Werte < 10 betragen.
- Das Vorliegen von Varianzgleichheit (Homoskedastizität) in den Residuen wurde grafisch mit Streudiagrammen abgeschätzt sowie statistisch mit dem Goldfeldt-Quandt bestätigt.
- Die Normalverteilung der Residuen wurde grafisch anhand von Histogrammen, P-P- und Q-Q-Diagrammen beurteilt sowie mit dem Kolmogorov-Smirnov- und dem Shapiro-Wilk Test statistisch geprüft.

Zur Verifizierung der Annahmen von Linearität, Homoskedastizität, Autokorrelation und Normalverteilung wurden studentisierte Residuen aus den Antwortvariablen erzeugt und gegen die standardisierten Prädiktorvariablen getestet. Für die Überprüfung von Ausreißern dienten die studentisierten ausgeschlossenen Residuen der Antwortvariablen. Die Residuen der Agrarholzflächen wiesen im Vergleich zu den Fehlerwerten der Referenzflächen geringere Streuungen auf. Unterscheiden sich die Residuen einer Stichprobe in einzelnen Gruppen hinsichtlich ihrer Varianzen, lassen sich echte Abhängigkeiten in den Residuen eher aufdecken, wenn eine gruppenspezifische Überprüfung auf Heteroskedastizität erfolgt. Daher wurde das Vorliegen von Homoskedastizität mit einem Goldfeldt-Quandt-Test geprüft, der eine gruppenspezifische Überprüfung erlaubt. Tests, die vorhandene Informationen nutzen, besitzen generell eine höhere Trennschärfe (power) als universeller geeignete, unspezifischere Tests (Stocker 2021).

Die Regressionskoeffizienten wurden mit Hilfe der Methode der gewöhnlichen kleinsten Quadrate berechnet (OLS), die auf einer Minimierung der Summe von quadrierten Abweichungen aus den Beobachtungswerten zu den Vorhersagewerten basiert (Darlington & Hayes 2016). Eine der Voraussetzungen zur Durchführung von linearen Regressionsmodellen mit OLS ist die Unabhängigkeit der Residuen, welche Sequenztests bestätigten (s. Kapitel 3.5.1).

Visuell konnte in den Residuen-Streudiagrammen eine Abhängigkeit von der Reihenfolge der Ziehung für die Beobachtungen jedoch nicht ausgeschlossen werden. Als Folge von Autokorrelationen sind die Schätzungen der OLS ineffizient, wodurch die Standardfehler verzerrt und die Teststatistiken (t- und F-Statistiken) ungültig sind (Berry et al. 1985). Die Koeffizienten selbst sind im Rahmen der Regression nicht verzerrt. Da die Regressionsmodelle für vier aufeinanderfolgende Jahre durchgeführt wurden, konnten zeitliche Abhängigkeiten für die Werte aus den Bodenfallen je Fläche zwischen den Untersuchungsjahren bestehen.

Um potenzielle Autokorrelationen zu berücksichtigen, wurden die Regressionen unter Verwendung eines heteroskedastizitäts - und autokorrelationskonsistenten Schätzers (HAC) nach Newey & West (1986) analysiert. Der Newey - West Schätzer erlaubt die Spezifizierung einer zeitlichen Verzögerung innerhalb des Datensatzes.

Die linearen Mehrfachregressionen wurden mit einer zeitlichen Verzögerung (lag) von 20 durchgeführt, um einen Versatz je Fläche innerhalb des Datensatzes für vier Agrarholzflächen á fünf Einzelfallen in vier Untersuchungsjahren ($n = 80$) zu erzeugen. Für die linearen Einfachregressionen wurde aus zehn Untersuchungsflächen das arithmetische Mittel der Diversitätswerte aller Einzelfallen je Fläche und Jahr ($n = 40$) analysiert, so dass hier ein lag von 10 gewählt wurde.

Die Interpretation des Determinationskoeffizienten folgte Cohen et al. (2003), wonach ein $R^2 = 0.02$ eine schwache, ein $R^2 = 0.13$ eine moderate und ein $R^2 = 0.26$ hohe Varianzaufklärung bedeutet. Die linearen Regressionen wurden mit der Statistiksoftware SPSS Vs. 26.0 (IBM.Corp 2019) durchgeführt. Das Makro „HCREG“ v2.0 von Hayes & Cai (2007) diente der Ermittlung der robusten Newey - West - Standardfehler und das Makro „RRegDiagTest“ von Grüner (2021) wurde zur Durchführung des Goldfeldt - Quandt - Tests genutzt.

4 Ergebnisse

4.1 Zönosenstruktur

4.1.1 Arten - und Individuenzahlen

Laufkäfer

Für die Charakterisierung der quantitativen und qualitativen Zusammensetzung der Laufkäferzönosen wurden die Jahressummen der Arten und Individuen je Untersuchungsfläche ermittelt sowie auf Einzelfallenbasis mit einer einfaktoriellen ANOVA (Duncan Test ($p \leq 0.05$)) auf statistisch signifikante Unterschiede geprüft.

Insgesamt wurden in den Jahren 2011 bis 2014 in allen Untersuchungsflächen mit Bodenfallen 103 Laufkäferarten mit 46.617 Individuen nachgewiesen (s. Tabelle A4). In den Jahren 2011 bis 2013 traten im Vergleich aller Flächen die höchsten Artenzahlen in einer Agrarholzfläche auf (s. Tabelle 3). Mit Ausnahme der Fläche KU4 im Jahr 2013 wiesen die Agrarholzflächen in den Jahren 2011 bis 2013 im Mittel statistisch signifikant höhere Artenzahlen als die Flächen WAL, WIE, BRA und GEI auf, während zu denen der Flächen ACK und KUV kaum statistisch signifikante Unterschiede bestanden (s. Tabelle 4).

Tabelle 3: Absolute Arten - und Individuenzahlen der Laufkäfer in allen Untersuchungsflächen für die einzelnen Jahre 2011 bis 2014, sowie für den gesamten Untersuchungszeitraum. Für die Agrarholzflächen ist das Aufwuchsjahr in Klammern angegeben, Zellen mit Maximalwerten sind grün, Zellen mit Minimalwerten gelb unterlegt. Arten = Artenzahlen, Individuen = Individuenzahlen. ACK = Acker, BRA = Brache, GEI = Gehölzinsel, KU1 - KU4 = Agrarholzflächen, KUV = Vorgewende, WAL = Wald, WIE = Wiese.

2011	ACK	BRA	GEI	KU1 (1)	KU2 (2)	KU3 (3)	KU4 (3)	KUV	WAL	WIE
Arten	36	34	26	45	42	47	40	43	10	21
Individuen	3136	1364	1046	3484	4243	2020	1945	2230	391	721
2012	ACK	BRA	GEI	KU1 (2)	KU2 (3)	KU3 (1)	KU4 (1)	KUV	WAL	WIE
Arten	34	33	22	37	39	42	34	36	16	21
Individuen	1757	313	543	973	518	781	671	748	228	476
2013	ACK	BRA	GEI	KU1 (3)	KU2 (4)	KU3 (2)	KU4 (2)	KUV	WAL	WIE
Arten	37	29	26	38	39	34	26	37	14	22
Individuen	1319	149	914	994	1037	406	319	865	610	600
2014	ACK	BRA	GEI	KU1 (4)	KU2 (1)	KU3 (3)	KU4 (3)	KUV	WAL	WIE
Arten	41	42	25	36	40	28	30	43	15	26
Individuen	3438	883	1146	1033	1221	893	367	1148	723	964
2011 - 2014	ACK	BRA	GEI	KU1	KU2	KU3	KU4	KUV	WAL	WIE
Arten	58	56	40	58	58	61	53	65	24	37
Individuen	9650	2709	3649	6484	7019	4100	3302	4991	1952	2761

Im Jahr 2014 und bezogen auf den gesamten Untersuchungszeitraum wurden die statistisch signifikant höchsten mittleren Artenzahlen im Vorgewende gefunden. In den einzelnen Jahren und für den gesamten Untersuchungszeitraum traten die statistisch signifikant geringsten mittleren Artenzahlen im Wald auf. Auch die Wiese war durch sehr geringe Artenzahlen gekennzeichnet.

Im Vergleich wiesen die mittleren Artenzahlen der Agrarholzflächen in den Jahren 2011 und 2012 mit Ausnahme der Fläche KU4 keine statistisch signifikanten Unterschiede zueinander auf (s. Tabelle 4). In den beiden Folgejahren war dies für die mittleren Artenzahlen der Agrarholzflächen KU1 und KU2 sowie im Jahr 2014 im Vergleich der Flächen KU3 und KU4 zutreffend.

Tabelle 4: Mittelwerte der Arten - und Individuenzahlen der Laufkäfer in allen Untersuchungsflächen für die einzelnen Jahre 2011 bis 2014, sowie für den gesamten Untersuchungszeitraum. Für die Agrarholzflächen ist das Aufwuchsjahr in Klammern angegeben, Zellen mit Maximalwerten sind grün, Zellen mit Minimalwerten gelb unterlegt. Arten = Artenzahlen, Individuen = Individuenzahlen, SE = Standardfehler. Einfaktorielle ANOVA, basierend auf der Individuensumme aus je fünf Einzelfällen je Untersuchungsjahr. Freiheitsgrade df (9,40), F = F - Wert, a, b, c, d, e, f kennzeichnen statistisch signifikante Unterschiede ($p \leq 0,05$) zwischen den Flächen. ACK = Acker, BRA = Brache, GEI = Gehölzinsel, KU1 - KU4 = Agrarholzflächen, KUV = Vorgewende, WAL = Wald, WIE = Wiese.

2011	F	ACK	BRA	GEI	KU1 (1)	KU2 (2)	KU3 (3)	KU4 (3)	KUV	WAL	WIE
Arten	47,8	21,4 ^c	20,8 ^c	16,2 ^d	28,0 ^{a,b}	29,0 ^a	27,4 ^{a,b}	24,8 ^b	27,4 ^{a,b}	7,8 ^f	11,0 ^e
SE		0,98	1,20	1,11	0,71	1,38	1,12	0,58	1,94	0,20	0,55
Individuen	48,8	627,2 ^b	272,8 ^d	209,2 ^{d,e}	696,8 ^b	848,6 ^a	404,0 ^c	389,0 ^c	446,0 ^c	78,2 ^f	144,2 ^{d,e}
SE		64,73	16,45	18,74	29,89	64,98	37,08	26,72	22,14	5,46	17,19
2012	F	ACK	BRA	GEI	KU1 (2)	KU2 (3)	KU3 (1)	KU4 (1)	KUV	WAL	WIE
Arten	24,4	20,6 ^b	16,6 ^c	12,4 ^d	26,2 ^a	22,8 ^{a,b}	24,2 ^{a,b}	21,4 ^b	23,2 ^{a,b}	9,8 ^d	12,4 ^d
SE		1,69	0,81	1,17	1,07	0,74	1,36	1,29	1,32	0,92	0,93
Individuen	18,4	351,4 ^a	62,6 ^d	108,6 ^{c,d}	194,6 ^b	103,6 ^{c,d}	156,2 ^{b,c}	134,2 ^{b,c}	149,6 ^{b,c}	45,6 ^d	95,2 ^{c,d}
SE		49,80	5,58	9,22	28,74	3,28	10,69	9,87	13,52	6,00	14,30
2013	F	ACK	BRA	GEI	KU1 (3)	KU2 (4)	KU3 (2)	KU4 (2)	KUV	WAL	WIE
Arten	23,3	21,8 ^{a,b}	13,4 ^c	13,8 ^c	24,8 ^a	22,4 ^a	18,8 ^b	14,2 ^c	23,0 ^a	9,4 ^d	11,8 ^{c,d}
SE		0,80	1,17	0,97	1,32	1,03	1,32	0,58	1,92	0,51	0,97
Individuen	17,6	263,8 ^a	29,8 ^d	182,8 ^b	198,8 ^b	207,4 ^b	81,2 ^{c,d}	63,8 ^d	173,0 ^b	122,0 ^c	119,8 ^c
SE		15,78	4,90	21,61	27,55	21,94	16,02	8,65	22,02	14,25	6,61
2014	F	ACK	BRA	GEI	KU1 (4)	KU2 (1)	KU3 (3)	KU4 (3)	KUV	WAL	WIE
Arten	29,4	26,2 ^a	22,0 ^b	15,4 ^{c,d}	24,2 ^{a,b}	26,2 ^a	16,4 ^c	17,4 ^c	27,0 ^a	11,4 ^d	14,6 ^{c,d}
SE		0,74	1,27	0,81	1,068	,58	1,17	1,44	0,55	0,75	1,57
Individuen	62,0	687,6 ^a	176,6 ^{a,b}	229,2 ^b	206,6 ^{a,b}	244,2 ^b	178,6 ^{a,b}	73,4 ^d	229,6 ^b	144,6 ^c	192,8 ^{a,b}
SE		29,79	13,36	22,71	26,18	28,77	24,97	10,76	23,11	7,84	4,93
2011 - 2014	F	ACK	BRA	GEI	KU1	KU2	KU3	KU4	KUV	WAL	WIE
Arten	62,3	38,8 ^{b,c,d}	36,4 ^{c,d}	25,0 ^e	40,8 ^b	41,0 ^b	39,8 ^{b,c}	35,2 ^d	45,2 ^a	14,8 ^f	22,8 ^e
SE		1,24	1,54	0,95	0,37	0,71	1,32	1,11	1,91	1,16	1,39
Individuen	61,1	1930,0 ^a	541,8 ^{e,f}	729,8 ^{d,e}	1296,8 ^b	1403,8 ^b	820,0 ^d	660,4 ^{d,e}	998,2 ^c	390,4 ^f	552,0 ^{e,f}
SE		101,44	21,99	53,67	71,09	107,41	61,35	27,48	42,24	23,75	23,80

Die mittleren Artenzahlen waren in den Jahren 2013 und 2014 in den Flächen KU3 und KU4 statistisch signifikant geringer als in den Agrarholzflächen KU1 und KU2. Für die mittlere Artenzahl der Agrarholzfläche KU3 bestand im Jahr 2013 kein statistisch signifikanter Unterschied zu derjenigen des Ackers und gleiches war für die Agrarholzfläche KU4 im Vergleich zu den Referenzflächen BRA, GEI und WIE

erkennbar. Im Jahr 2014 unterschieden sich die mittleren Artenzahlen der Agrarholzflächen KU3 und KU4 mit Ausnahme der Flächen GEI und WIE statistisch signifikant von denen aller anderen Flächen.

In den Agrarholzflächen traten zwischen den Jahren deutliche Unterschiede in der Anzahl der Arten auf, ein Einfluss des Aufwuchsjahres oder des Bestandesalters auf die Anzahl der Arten war nicht erkennbar (s. Tabelle 3). Auch die Artenzahlen des Ackers und der Brache zeigten von Jahr zu Jahr große Unterschiede, während in den Flächen WAL, GEI und WIE in allen Jahren ähnliche Werte charakteristisch waren.

Im gesamten Untersuchungszeitraum wurden in den Agrarholzflächen KU1 und KU2 statistisch signifikant höhere mittlere Artenzahlen als in Flächen GEI, BRA, WAL und WIE gefunden, während zu denen des Ackers kein statistisch signifikanter Unterschied bestand. Auch in den Flächen KU3 und KU4 trafen diese Befunde mit Ausnahme der Brache zu, für die keine statistisch signifikanten Unterschiede zu den mittleren Artenzahlen dieser Flächen erkennbar waren (s. Tabelle 4).

In den Jahren 2012 bis 2014 und über den gesamten Untersuchungszeitraum betrachtet traten die statistisch signifikant höchsten mittleren Individuenzahlen fast immer im Acker auf, nur im Jahr 2011 wurden die höchsten Werte in der Agrarholzfläche KU2 gefunden. Die statistisch signifikant geringsten mittleren Individuenzahlen lagen in den Jahren 2011 und 2012 sowie im gesamten Untersuchungszeitraum im Wald, im Jahr 2013 in der Brache und im Jahr 2014 in der Agrarholzfläche KU4.

Für die mittleren Individuenzahlen der Agrarholzflächen traten in nahezu allen Jahren statistisch signifikante Unterschiede zu denen des Waldes und des Ackers auf, während zu denen in den Flächen KUV, BRA, GEI und WIE in der Mehrzahl der Fälle keine statistisch signifikanten Unterschiede bestanden.

Spinnentiere

Für die Charakterisierung der quantitativen und qualitativen Zusammensetzung der Spinnentierzöosen wurden die Jahressummen der Arten und Individuen je Untersuchungsfläche ermittelt sowie auf Einzelfallenbasis mit einer einfaktoriellen ANOVA (Duncan Test ($p \leq 0.05$)) auf statistisch signifikante Unterschiede geprüft.

In den Jahren 2011 bis 2014 wurden insgesamt 181 Spinnentierarten mit 42.252 Individuen (167 Spinnenarten mit 35.623 Individuen und 14 Weberknechtarten mit 6.629 Individuen) mit den Bodenfallen nachgewiesen (s. Tabelle A5). Die höchsten Artenzahlen traten in fast allen Jahren sowie im gesamten Untersuchungszeitraum in der Brache auf, im Jahr 2013 waren sie in der Agrarholzfläche KU1 maximal (s. Tabelle 5).

Die mittleren Artenzahlen der Agrarholzflächen KU1 und KU2 wiesen in fast allen Jahren und während des gesamten Untersuchungszeitraums keine statistisch signifikanten Unterschiede zu denen der Brache auf, während sie in den Agrarholzflächen KU3 und KU4 im Vergleich zu dieser Fläche in fast allen Jahren geringere Werte zeigten (s. Tabellen 5 und 6).

Mit Ausnahme der Fläche KU3 im Jahr 2014 waren die mittleren Artenzahlen der Agrarholzflächen in den einzelnen Jahren statistisch signifikant höher als diejenigen des Waldes, der in den Jahren 2011 bis 2013 die geringsten Artenzahlen aufwies. Im Jahr 2014 traten die geringsten Artenzahlen in der Fläche KU4 auf und im gesamten Untersuchungszeitraum waren sie im Acker minimal (s. Tabelle 5).

Tabelle 5: Absolute Arten - und Individuenzahlen der Spinnentiere in allen Untersuchungsflächen für die einzelnen Jahre 2011 bis 2014, sowie für den gesamten Untersuchungszeitraum. Für die Agrarholzflächen ist das Aufwuchsjahr in Klammern angegeben, Zellen mit Maximalwerten sind grün, Zellen mit Minimalwerten gelb unterlegt. Arten = Artenzahlen, Individuen = Individuenzahlen. ACK = Acker, BRA = Brache, GEI = Gehölzinsel, KU1 - KU4 = Agrarholzflächen, KUV = Vorgewende, WAL = Wald, WIE = Wiese.

2011	ACK	BRA	GEI	KU1 (1)	KU2 (2)	KU3 (3)	KU4 (3)	KUV	WAL	WIE
Arten	43	58	42	51	48	43	52	38	34	41
Individuen	2169	1422	463	1139	1872	688	1165	1401	188	2268
2012	ACK	BRA	GEI	KU1 (2)	KU2 (3)	KU3 (1)	KU4 (1)	KUV	WAL	WIE
Arten	37	55	43	43	48	41	41	37	37	43
Individuen	1681	884	395	965	656	696	934	2219	342	2761
2013	ACK	BRA	GEI	KU1 (3)	KU2 (4)	KU3 (2)	KU4 (2)	KUV	WAL	WIE
Arten	36	36	37	46	42	35	32	39	26	40
Individuen	966	419	461	547	419	562	558	1290	238	1647
2014	ACK	BRA	GEI	KU1 (4)	KU2 (1)	KU3 (3)	KU4 (3)	KUV	WAL	WIE
Arten	45	70	49	51	47	43	40	54	52	40
Individuen	836	901	1312	912	1134	631	252	1614	680	2565
2011 - 2014	ACK	BRA	GEI	KU1	KU2	KU3	KU4	KUV	WAL	WIE
Arten	62	102	82	90	83	72	78	69	97	67
Individuen	5652	3626	2631	3563	4081	2577	2909	6524	1448	9241

Im Vergleich der Agrarholzflächen zueinander traten in den Jahren 2011 und 2012 in drei und im Jahr 2013 in vier Flächen keine statistisch signifikanten Unterschiede in den mittleren Artenzahlen auf (s. Tabelle 6). Im Jahr 2014 und im gesamten Untersuchungszeitraum wiesen die Agrarholzflächen KU1 und KU2 statistisch signifikant höhere mittlere Artenzahlen als die Flächen KU3 und KU4 auf.

Mit Ausnahme des Jahres 2013 wurden in den Flächen KU1 und KU2 statistisch signifikant höhere mittlere Artenzahlen als in der Gehölzinsel gefunden. In der Agrarholzfläche KU4 traten im Vergleich zur Gehölzinsel im Jahr 2011 statistisch signifikant höhere und im Jahr 2014 signifikant geringere Werte auf, während für die mittleren Artenzahlen der Fläche KU3 in keinem Jahr statistisch signifikante Unterschiede zu denen der Fläche GEI erkennbar waren.

Im Jahr 2011 wiesen die Agrarholzflächen KU1 und KU2 in fast allen Fällen statistisch signifikant höhere mittlere Artenzahlen im Vergleich zum Acker, dem Vorgewende und der Wiese auf, während in den Jahren 2012 und 2013 zu diesen Flächen für fast alle Agrarholzflächen keine statistisch signifikanten Unterschiede bestanden. In der Mehrzahl wurden im Jahr 2014 zwischen den mittleren Artenzahlen der Agrarholz - und der Referenzflächen ACK, KUV und WIE statistisch signifikante Unterschiede gefunden.

Für den gesamten Untersuchungszeitraum betrachtet traten in den Agrarholzflächen KU1 und KU2 statistisch signifikant höhere mittlere Artenzahlen als in den Flächen ACK, KUV, GEI, WAL und WIE auf, während in den Flächen KU3 und KU4 keine statistisch signifikanten Unterschiede erkennbar waren. Ein Einfluss des Aufwuchsjahres oder des Bestandesalters auf die Artenanzahl der Spinnentiere wurde nicht festgestellt (s. Tabelle 5).

Tabelle 6: Mittelwerte der Arten - und Individuenzahlen der Spinnentiere in allen Untersuchungsflächen für die einzelnen Jahre 2011 bis 2014, sowie für den gesamten Untersuchungszeitraum. Für die Agrarholzflächen ist das Aufwuchsjahr in Klammern angegeben, Zellen mit Maximalwerten sind grün, Zellen mit Minimalwerten gelb unterlegt. Arten = Artenzahlen, Individuen = Individuenzahlen, SE = Standardfehler. Einfaktorielle ANOVA, basierend auf der Individuensumme aus je fünf Einzelfällen je Untersuchungsjahr. Freiheitsgrade df (9, 40), F = F - Wert, a, b, c, d, e, f kennzeichnen statistisch signifikante Unterschiede ($p \leq 0,05$) zwischen den Flächen. ACK = Acker, BRA = Brache, GEI = Gehölzinsel, KU1 - KU4 = Agrarholzflächen, KUV = Vorgewende, WAL = Wald, WIE = Wiese.

2011	F	ACK	BRA	GEI	KU1 (1)	KU2 (2)	KU3 (3)	KU4 (3)	KUV	WAL	WIE
Arten	9,1	25,4 ^{b,c,d}	31,2 ^a	20,8 ^d	30,0 ^{a,b}	31,6 ^a	24,4 ^{c,d}	28,2 ^{a,b,c}	21,2 ^d	15,4 ^e	24,0 ^{c,d}
SE		0,60	2,52	1,36	1,48	1,75	2,58	1,46	1,69	0,98	1,79
Individuen	42,7	433,8 ^{a,b}	284,6 ^c	92,6 ^{d,e}	227,8 ^c	374,4 ^b	137,6 ^d	233,0 ^c	280,2 ^c	37,6 ^e	453,6 ^a
SE		24,81	8,64	12,95	17,24	11,36	14,75	13,59	20,60	2,54	49,56
2012	F	ACK	BRA	GEI	KU1 (2)	KU2 (3)	KU3 (1)	KU4 (1)	KUV	WAL	WIE
Arten	8,2	22,2 ^{c,d}	29,2 ^a	18,6 ^{d,e}	27,4 ^{a,b}	25,6 ^{a,b,c}	22,2 ^{c,d}	22,2 ^{c,d}	21,8 ^{c,d}	16,4 ^e	25,0 ^{b,c}
SE		1,42	1,20	1,99	1,75	1,60	0,66	1,39	1,02	0,81	1,05
Individuen	58,0	336,2 ^c	176,8 ^d	79,0 ^{e,f}	193,0 ^d	131,2 ^{d,e,f}	139,2 ^{d,e}	186,8 ^d	443,8 ^b	68,4 ^f	552,2 ^a
SE		8,49	22,78	16,93	12,66	7,27	8,94	10,07	28,64	10,67	47,66
2013	F	ACK	BRA	GEI	KU1 (3)	KU2 (4)	KU3 (2)	KU4 (2)	KUV	WAL	WIE
Arten	4,9	19,6 ^{a,b}	17,6 ^b	18,6 ^b	23,8 ^a	22,4 ^{a,b}	18,8 ^{a,b}	19,6 ^{a,b}	21,8 ^{a,b}	11,4 ^c	21,0 ^{a,b}
SE		0,68	1,29	2,32	1,32	1,03	0,20	1,33	1,20	1,17	2,97
Individuen	6,9	193,2 ^{b,c}	83,8 ^{c,d}	92,2 ^{c,d}	109,4 ^{c,d}	83,8 ^{c,d}	112,4 ^{c,d}	111,6 ^{c,d}	258,0 ^{a,b}	47,6 ^d	329,4 ^a
SE		16,77	11,71	11,31	8,81	9,26	9,55	8,52	23,29	5,54	100,74
2014	F	ACK	BRA	GEI	KU1 (4)	KU2 (1)	KU3 (3)	KU4 (3)	KUV	WAL	WIE
Arten	12,4	22,8 ^c	35,0 ^a	24,0 ^c	29,80 ^b	30,4 ^{a,b}	23,4 ^c	17,0 ^d	32,2 ^{a,b}	23,0 ^c	23,6 ^c
SE		1,32	2,55	1,449	1,77	0,93	1,12	2,15	1,16	1,38	0,87
Individuen	64,2	167,2 ^{e,f}	180,2 ^{d,e}	262,40 ^c	182,4 ^{d,e}	226,8 ^{c,d}	126,2 ^f	50,4 ^g	322,8 ^b	136,0 ^{e,f}	513,0 ^a
SE		8,19	20,14	20,542	15,93	16,28	15,31	4,86	23,63	12,72	13,37
2011 - 2014	F	ACK	BRA	GEI	KU1	KU2	KU3	KU4	KUV	WAL	WIE
Arten	12,2	40,2 ^b	56,6 ^a	43,4 ^b	55,2 ^a	54,6 ^a	43,6 ^b	44,2 ^b	43,8 ^b	38,0 ^b	38,8 ^b
SE		0,97	3,97	2,29	2,65	1,29	0,87	0,97	0,58	1,23	2,44
Individuen	64,7	1130,4 ^c	725,4 ^{d,e}	526,2 ^f	712,6 ^{d,e}	816,2 ^d	515,4 ^f	581,8 ^{e,f}	1304,8 ^b	289,6 ^g	1848,2 ^a
SE		28,61	46,64	45,48	28,26	36,05	18,57	22,31	13,80	24,14	155,54

Die höchsten mittleren Individuenzahlen waren in allen Einzeljahren und für den gesamten Untersuchungszeitraum betrachtet in der Wiese vorhanden (s. Tabelle 6). Die Agrarholzflächen wiesen in allen Einzeljahren und für den gesamten Untersuchungszeitraum betrachtet statistisch signifikant geringere Individuenzahlen im Vergleich zur Wiese auf.

Im Wald wurden in den Jahren 2011 bis 2013 und im gesamten Untersuchungszeitraum die geringsten mittleren Individuenzahlen gefunden und im Jahr 2014 wurden die statistisch signifikant geringsten Individuenzahlen in der Fläche KU4 erfasst.

Im Mittel der Jahre 2011 bis 2014 wiesen die Zönosen der Agrarholzflächen statistisch signifikant geringere Individuenzahlen im Vergleich zu denen der Flächen ACK, KUV und WIE auf und statistisch signifikant höhere im Vergleich zu denen des Waldes.

4.1.2 Habitatpräferenzen

Laufkäfer

Für die Charakterisierung der quantitativen und qualitativen Zusammensetzung der Laufkäferzönosen bezüglich ihrer Habitatpräferenzen (s. Kapitel 3.3.2) wurden aus den Jahressummen der Individuen die Dominanzanteile für ausgewählte Habitatpräferenzgruppen in den Untersuchungsflächen berechnet.

Generell waren die Laufkäferzönosen der **Agrarholzflächen** durch wechselnde Dominanzverhältnisse in den Habitatpräferenzgruppen zwischen den Jahren gekennzeichnet. In allen Agrarholzflächen wurden für die Ackerarten im jüngsten Aufwuchsjahr die höchsten Individuenanteile ermittelt, geringere Werte traten im ältesten Aufwuchsjahr auf (s. Tabelle 7). Mit Ausnahme der Fläche KU3 im Jahr 2014 wiesen die Ackerarten in allen Jahren mittlere bis hohe Individuenanteile auf. Für die Grünlandarten wurden in den ersten beiden Jahren vorwiegend mittlere Individuenanteile gefunden, während in den beiden Folgejahren in der Tendenz geringere Werte erkennbar waren. In der Habitatpräferenzgruppe TRO traten in allen Jahren primär geringe Individuenanteile auf und auch für die Artengruppe mit unterschiedlichen Habitatpräferenzen wurden mit Ausnahme des Jahres 2014 in der Mehrzahl geringe Individuenanteile erfasst.

Für die Individuenanteile der Waldarten waren deutliche Unterschiede zwischen den Jahren charakteristisch. Die Zönosen wiesen im jüngsten Aufwuchsjahr in allen Agrarholzflächen geringe Individuenanteile der Waldarten auf, während diese im ältesten Aufwuchsjahr die Zönosen dominierten. Für die Habitatpräferenzgruppen ACK, GRL und TRO traten hingegen im ältesten Aufwuchsjahr in drei Agrarholzflächen die geringsten Individuenanteile im Vergleich aller Jahre auf.

Tabelle 7: Absolute Individuenzahlen (Ind), Dominanzanteile (Dom) in Prozent, Mittelwerte (\bar{x}) und Standardfehler (SE) zusammengefasster Habitatpräferenzgruppen (HP) der Laufkäferarten in den Agrarholzflächen KU1 - KU4 für die Jahre 2011 - 2014. Das Aufwuchsjahr ist für die Agrarholzflächen in Klammern angegeben. Zellen mit Maximalwerten sind grün, Zellen mit Minimalwerten gelb unterlegt. ACK = Arten der Ackerhabitats, GRL = Arten der Grünlandhabitats, TRO = Arten offener Trockenhabitats, WAL = Arten der Waldhabitats, MIX = Artengruppe mit unterschiedlichen Habitatpräferenzen.

KU1																
2011 (1)				2012 (2)				2013 (3)				2014 (4)				
HP	Ind	Dom	\bar{x}	SE	Ind	Dom	\bar{x}	SE	Ind	Dom	\bar{x}	SE	Ind	Dom	\bar{x}	SE
ACK	1987	57,0	397,4	21,0	386	39,7	77,2	14,0	470	47,3	94,0	15,1	333	32,2	66,6	8,9
GRL	821	23,6	164,2	5,8	242	24,9	48,4	8,1	115	11,6	23,0	5,3	95	9,2	19,0	4,1
TRO	204	5,9	40,8	3,5	133	13,7	26,6	5,7	77	7,7	15,4	6,2	28	2,7	5,6	1,6
WAL	417	12,0	83,4	16,2	146	15,0	29,2	3,0	276	27,8	55,2	3,2	391	37,9	78,2	14,0
MIX	55	1,6	11,0	0,9	66	6,8	13,2	1,8	56	5,6	11,2	1,6	186	18,0	37,2	3,2
KU2																
2011 (2)				2012 (3)				2013 (4)				2014 (1)				
HP	Ind	Dom	\bar{x}	SE	Ind	Dom	\bar{x}	SE	Ind	Dom	\bar{x}	SE	Ind	Dom	\bar{x}	SE
ACK	2387	56,3	477,4	24,2	165	31,9	33,0	2,3	258	24,9	51,6	5,8	618	50,6	123,6	14,0
GRL	536	12,6	107,2	15,0	71	13,7	14,2	1,6	54	5,2	10,8	2,0	169	13,8	33,8	6,5
TRO	931	21,9	186,2	35,1	56	10,8	11,2	1,0	20	1,9	4,0	0,5	45	3,7	9,0	2,1
WAL	296	7,0	59,2	8,2	165	31,9	33,0	2,3	616	59,4	123,2	14,0	201	16,5	40,2	5,8
MIX	93	2,2	18,6	3,4	61	11,8	12,2	2,0	89	8,6	17,8	5,4	188	15,4	37,6	4,0
KU3																
2011 (3)				2012 (1)				2013 (2)				2014 (3)				
HP	Ind	Dom	\bar{x}	SE	Ind	Dom	\bar{x}	SE	Ind	Dom	\bar{x}	SE	Ind	Dom	\bar{x}	SE
ACK	874	43,3	174,8	24,3	266	34,1	53,2	6,4	84	20,7	16,8	3,9	110	12,3	22,0	4,8
GRL	431	21,3	86,2	11,0	212	27,1	42,4	2,8	55	13,5	11,0	3,8	10	1,1	2,0	0,5
TRO	91	4,5	18,2	3,0	69	8,8	13,8	2,5	14	3,4	2,8	1,0	5	0,6	1,0	0,4
WAL	555	27,5	111,0	17,6	144	18,4	28,8	1,9	179	44,1	35,8	10,3	656	73,5	131,2	24,3
MIX	69	3,4	13,8	0,9	90	11,5	18,0	1,9	74	18,2	14,8	2,0	112	12,5	22,4	3,5
KU4																
2011 (3)				2012 (1)				2013 (2)				2014 (3)				
HP	Ind	Dom	\bar{x}	SE	Ind	Dom	\bar{x}	SE	Ind	Dom	\bar{x}	SE	Ind	Dom	\bar{x}	SE
ACK	701	36,0	140,2	10,3	240	35,8	48,0	4,1	77	24,1	15,4	2,2	124	33,8	24,8	3,9
GRL	280	14,4	56,0	10,2	260	38,7	52,0	4,2	97	30,4	19,4	3,5	31	8,4	6,2	1,5
TRO	38	2,0	7,6	1,1	34	5,1	6,8	1,1	7	2,2	1,4	0,6	5	1,4	1,0	0,4
WAL	904	46,5	180,8	16,6	78	11,6	15,6	3,1	125	39,2	25,0	3,4	175	47,7	35,0	7,1
MIX	22	1,1	4,4	0,7	59	8,8	11,8	3,7	13	4,1	2,6	0,7	32	8,7	6,4	0,6

In den Referenzflächen wiesen die Laufkäferzönosen des **Ackers** und des **Vorgewendes** in allen Jahren den höchsten Individuenanteil von Acker- und Grünlandarten auf (s. Tabelle 8). Die Individuenanteile der Ackerarten waren in diesen beiden Flächen in allen Jahren maximal, mit Ausnahme der Ackerfläche im Jahr 2012. Für die Habitatpräferenzgruppen TRO, WAL und MIX traten im Acker in allen Jahren sehr geringe Individuenanteile auf und im Vorgewende waren die Individuenanteile der Arten mit einer Präferenz für offene Trockenhabitats in drei Jahren minimal.

Die Artengruppe mit unterschiedlichen Habitatpräferenzen wies in den Jahren 2011 bis 2013 geringe Individuenanteile im Vorgewende auf. Für die Waldarten wurden dort in den Jahren 2011 und 2012 mittlere Individuenanteile gefunden und geringe Werte in den Jahren 2013 und 2014.

Tabelle 8: Absolute Individuenzahlen (Ind), Dominanzanteile (Dom) in Prozent, Mittelwerte (\bar{x}) und Standardfehler (SE) zusammengefasster Habitatpräferenzgruppen (HP) der Laufkäferarten in den Referenzflächen für die Jahre 2011 - 2014. Zellen mit Maximalwerten sind grün, Zellen mit Minimalwerten gelb unterlegt. ACK = Arten der Ackerhabitate, GRL = Arten der Grünlandhabitate, TRO = Arten offener Trockenhabitate, WAL = Arten der Waldhabitate, MIX = Artengruppe mit unterschiedlichen Habitatpräferenzen; ACK = Acker, BRA = Brache, GEI = Gehölzinsel, KUV = Vorgewende, WAL = Wald, WIE = Wiese.

ACK																
HP	2011				2012				2013				2014			
	Ind	Dom	\bar{x}	SE												
ACK	2033	64,8	406,6	40,5	475	27,0	95,0	11,4	653	49,5	130,6	5,4	1589	46,2	317,8	17,5
GRL	826	26,3	165,2	18,9	948	54,0	189,6	42,4	477	36,2	95,4	11,3	1529	44,5	305,8	12,1
TRO	182	5,8	36,4	5,4	54	3,1	10,8	1,8	31	2,4	6,2	1,8	91	2,6	18,2	3,6
WAL	66	2,1	13,2	2,0	36	2,0	7,2	1,0	43	3,3	8,6	1,7	138	4,0	27,6	7,9
MIX	29	0,9	5,8	1,2	244	13,9	48,8	6,6	115	8,7	23,0	1,9	91	2,6	18,2	1,2

BRA																
HP	2011				2012				2013				2014			
	Ind	Dom	\bar{x}	SE	Ind	Dom	\bar{x}	SE	Ind	Dom	\bar{x}	SE	Ind	Dom	\bar{x}	SE
ACK	665	48,8	133,0	17,8	67	21,4	13,4	3,7	30	20,1	6,0	0,7	131	14,8	26,2	4,5
GRL	456	33,4	91,2	14,0	86	27,5	17,2	3,5	33	22,1	6,6	2,2	598	67,7	119,6	12,8
TRO	31	2,3	6,2	1,2	12	3,8	2,4	1,0	6	4,0	1,2	0,6	18	2,0	3,6	1,9
WAL	134	9,8	26,8	3,7	74	23,6	14,8	2,7	49	32,9	9,8	0,7	72	8,2	14,4	2,4
MIX	78	5,7	15,6	6,2	74	23,6	14,8	4,8	31	20,8	6,2	1,7	64	7,2	12,8	2,7

GEI																
HP	2011				2012				2013				2014			
	Ind	Dom	\bar{x}	SE												
ACK	13	1,2	2,6	0,8	7	1,3	1,4	0,5	70	7,7	14,0	10,5	22	1,9	4,4	1,6
GRL	55	5,3	11,0	1,3	15	2,8	3,0	1,6	0	0,0	0,0	0,0	4	0,3	0,8	0,4
TRO	13	1,2	2,6	0,9	24	4,4	4,8	3,8	4	0,4	0,8	0,8	19	1,7	3,8	0,7
WAL	957	91,5	191,4	17,6	490	90,2	98,0	10,7	821	89,8	164,2	14,7	1072	93,5	214,4	22,6
MIX	8	0,8	1,6	0,7	7	1,3	1,4	0,2	19	2,1	3,8	0,8	29	2,5	5,8	0,9

KUV																
HP	2011				2012				2013				2014			
	Ind	Dom	\bar{x}	SE	Ind	Dom	\bar{x}	SE	Ind	Dom	\bar{x}	SE	Ind	Dom	\bar{x}	SE
ACK	921	41,3	184,2	12,0	380	50,8	76,0	6,6	512	59,2	102,4	9,7	510	44,4	102,0	17,3
GRL	653	29,3	130,6	10,2	184	24,6	36,8	5,7	205	23,7	41,0	8,9	297	25,9	59,4	8,3
TRO	120	5,4	24,0	2,3	28	3,7	5,6	1,0	24	2,8	4,8	1,0	52	4,5	10,4	1,5
WAL	495	22,2	99,0	18,4	100	13,4	20,0	3,1	50	5,8	10,0	0,9	58	5,1	11,6	3,0
MIX	41	1,8	8,2	1,1	56	7,5	11,2	1,4	74	8,6	14,8	3,8	231	20,1	46,2	3,9

Tabelle 8 (Fortsetzung)

WAL																
HP	2011				2012				2013				2014			
	Ind	Dom	\bar{x}	SE	Ind	Dom	\bar{x}	SE	Ind	Dom	\bar{x}	SE	Ind	Dom	\bar{x}	SE
ACK	0	0,0	0,0	0,0	6	2,6	1,2	0,6	0	0,0	0,0	0,0	2	0,3	0,4	0,2
GRL	3	0,8	0,6	0,4	1	0,4	0,2	0,2	0	0,0	0,0	0,0	4	0,6	0,8	0,4
TRO	0	0,0	0,0	0,0	0	0,0	0,0	0,0	0	0,0	0,0	0,0	0	0,6	0,8	0,4
WAL	388	99,2	77,6	5,3	218	95,6	43,6	6,1	607	99,5	121,4	14,4	702	97,1	140,4	7,9
MIX	0	0,0	0,0	0,0	3	1,3	0,6	0,2	3	0,5	0,6	0,2	15	2,1	3,0	1,4

WIE																
HP	2011				2012				2013				2014			
	Ind	Dom	\bar{x}	SE	Ind	Dom	\bar{x}	SE	Ind	Dom	\bar{x}	SE	Ind	Dom	\bar{x}	SE
ACK	12	1,7	2,4	0,9	13	2,7	2,6	1,2	16	2,7	3,2	1,2	29	3,0	5,8	1,3
GRL	590	81,8	118,0	17,3	373	78,4	74,6	10,7	483	80,5	96,6	8,1	826	85,7	165,2	11,4
TRO	109	15,1	21,8	2,7	56	11,8	11,2	1,9	20	3,3	4,0	1,1	30	3,1	6,0	1,5
WAL	8	1,1	1,6	0,7	24	5,0	4,8	2,9	78	13,0	15,6	2,1	73	7,6	14,6	6,2
MIX	2	0,3	0,4	0,2	10	2,1	2,0	0,7	3	0,5	0,6	0,4	6	0,6	1,2	0,5

In der **Brache** waren im Jahr 2011 die Individuen der Ackerarten dominant und auch die Grünlandarten wiesen hohe Individuenanteile auf (s. Tabelle 8). Im Jahr 2012 setzte sich die Zönose zu annähernd gleichen Anteilen aus Individuen der Habitatpräferenzgruppen ACK, GRL, WAL und MIX zusammen. Im Jahr 2013 traf dies für die Habitatpräferenzgruppen ACK, GRL und MIX zu, für die Waldarten wurden die höchsten Individuenanteile gefunden. Im Gegensatz zum Vorjahr setzte sich die Zönose im Jahr 2014 vorwiegend aus Individuen der Grünlandarten zusammen. Die Ackerarten erreichten mittlere Individuenanteile und die Waldarten sowie die Arten offener Trockenhabitats traten nur in geringen Individuenanteilen auf.

In den Zönosen der **Wiese** waren in allen Jahren die Individuenanteile der Grünlandarten maximal, während für diejenigen der Artengruppe mit unterschiedlichen Habitatpräferenzen minimale Individuenanteile gefunden wurden. Die Ackerarten traten in der Wiese nur in geringen Individuenanteilen auf. Für die Arten der offenen Trockenhabitats wurden in den Jahren 2011 und 2012 mittlere und in den beiden folgenden Jahren geringe Individuenanteile erfasst.

In allen Jahren dominierten in den Flächen **Gehölzinsel** und **Wald** ausschließlich die Individuenanteile der Waldarten, während für Arten anderer Habitatpräferenzgruppen nur geringe Individuenanteile auftraten oder gänzlich fehlten.

Spinnentiere

Für die Charakterisierung der quantitativen und qualitativen Zusammensetzung der Spinnentierzönosen hinsichtlich der artspezifischen Habitatpräferenzen (s. Kapitel 3.3.2) wurden aus den Jahressummen der Individuen die Dominanzanteile für ausgewählte Habitatpräferenzgruppen in den Untersuchungsflächen berechnet.

Die Habitatpräferenzgruppe der Waldarten wies in den **Agrarholzflächen** in fast allen Jahren den höchsten Individuenanteil in den Zönosen der Spinnentiere auf (s. Tabelle 9). Nur die Zönose in der Fläche KU4 wurde im Jahr 2012 durch Individuen der Ackerarten dominiert. In drei Agrarholzflächen betrug der Individuenanteil der Waldarten mehr als 50 % im dritten und vierten Aufwuchsjahr.

Charakteristisch für die Spinnentierzönosen der Agrarholzflächen waren die wechselnden Dominanzverhältnisse in den Habitatpräferenzgruppen der Offenlandarten in den einzelnen Jahren und Flächen. Die höchsten Individuenanteile der Ackerarten wurden in allen Agrarholzflächen im jüngsten Aufwuchsjahr erreicht. Für die Grünlandarten und die Artengruppe mit unterschiedlichen Habitatpräferenzen traten in den ersten beiden Aufwuchsjahren vorwiegend mittlere Individuenanteile auf, geringere Individuenanteile wurden in den Folgejahren erfasst. Die Ruderalarten waren in den ersten beiden Untersuchungsjahren durch sehr geringe Individuenanteile gekennzeichnet, die in der Tendenz höhere Werte in den beiden Folgejahren aufwiesen.

Tabelle 9: Absolute Individuenzahlen (Ind), Dominanzanteile (Dom) in Prozent, Mittelwerte (\bar{x}) und Standardfehler (SE) zusammengefasster Habitatpräferenzgruppen (HP) der Spinnentierarten in den Agrarholzflächen KU1 - KU4 für die Jahre 2011 - 2014. Das Aufwuchsjahr ist für die Agrarholzflächen in Klammern angegeben. Zellen mit Maximalwerten sind grün, Zellen mit Minimalwerten gelb unterlegt. ACK = Arten der Ackerhabitats, GRL = Arten der Grünlandhabitats, RUD = Arten der Ruderalhabitats, WAL = Arten der Waldhabitats, MIX = Artengruppe mit unterschiedlichen Habitatpräferenzen.

KU1																
2011 (1)				2012 (2)				2013 (3)				2014 (4)				
HP	Ind	Dom	\bar{x}	SE	Ind	Dom	\bar{x}	SE	Ind	Dom	\bar{x}	SE	Ind	Dom	\bar{x}	SE
ACK	329	28,9	65,8	12,0	235	24,4	47,0	11,5	70	12,8	14,0	2,8	14	1,5	2,8	0,8
GRL	265	23,3	53,0	4,8	152	15,8	30,4	3,4	36	6,6	7,2	2,7	50	5,5	10,0	1,6
RUD	37	3,2	7,4	0,7	49	5,1	9,8	1,7	128	23,4	25,6	9,7	128	14,0	25,6	2,7
WAL	391	34,3	78,2	11,2	421	43,6	84,2	7,3	284	51,9	56,8	1,9	703	77,1	140,6	12,6
MIX	117	10,3	23,4	4,6	108	11,2	21,6	1,9	29	5,3	5,8	0,9	17	1,9	3,4	1,0
KU2																
2011 (2)				2012 (3)				2013 (4)				2014 (1)				
HP	Ind	Dom	\bar{x}	SE	Ind	Dom	\bar{x}	SE	Ind	Dom	\bar{x}	SE	Ind	Dom	\bar{x}	SE
ACK	290	15,5	58,0	2,3	119	18,1	23,8	4,0	85	20,3	17,0	5,0	330	29,1	66,0	10,1
GRL	373	19,9	74,6	4,9	68	10,4	13,6	2,0	32	7,6	6,4	0,7	300	26,5	60,0	11,8
RUD	76	4,1	15,2	2,5	37	5,6	7,4	1,9	88	21,0	17,6	1,7	46	4,1	9,2	2,3
WAL	623	33,3	124,6	10,1	240	36,6	48,0	2,6	185	44,2	37,0	3,1	404	35,6	80,8	9,7
MIX	510	27,2	102,0	4,5	192	29,3	38,4	1,9	29	6,9	5,8	0,7	54	4,8	10,8	0,9
KU3																
2011 (3)				2012 (1)				2013 (2)				2014 (3)				
HP	Ind	Dom	\bar{x}	SE	Ind	Dom	\bar{x}	SE	Ind	Dom	\bar{x}	SE	Ind	Dom	\bar{x}	SE
ACK	59	8,6	11,8	5,5	182	26,1	36,4	8,7	63	11,2	12,6	3,1	14	2,2	2,8	0,5
GRL	153	22,2	30,6	4,5	105	15,1	21,0	1,9	24	4,3	4,8	0,9	19	3,0	3,8	0,4
RUD	35	5,1	7,0	0,9	46	6,6	9,2	1,9	75	13,3	15,0	1,6	84	13,3	16,8	3,0
WAL	387	56,3	77,4	6,9	278	39,9	55,6	1,6	342	60,9	68,4	7,6	495	78,4	99,0	13,1
MIX	54	7,8	10,8	2,7	85	12,2	17,0	2,0	58	10,3	11,6	2,6	19	3,0	3,8	1,0

Tabelle 9 (Fortsetzung)

KU4																
HP	2011 (3)				2012 (1)				2013 (2)				2014 (3)			
	Ind	Dom	\bar{x}	SE	Ind	Dom	\bar{x}	SE	Ind	Dom	\bar{x}	SE	Ind	Dom	\bar{x}	SE
ACK	15	1,3	3,0	0,6	375	40,1	75,0	6,3	64	11,5	12,8	4,1	22	8,7	4,4	1,1
GRL	232	19,9	46,4	4,2	142	15,2	28,4	2,9	26	4,7	5,2	0,9	36	14,3	7,2	2,9
RUD	33	2,8	6,6	0,2	20	2,1	4,0	0,7	36	6,5	7,2	1,2	30	11,9	6,0	1,5
WAL	818	70,2	163,6	10,8	323	34,6	64,6	9,3	373	66,8	74,6	3,6	149	59,1	29,8	4,6
MIX	67	5,8	13,4	2,1	74	7,9	14,8	2,4	59	10,6	11,8	2,8	15	6,0	3,0	2,8

In den Zönosen des **Vorgewendes** dominierten in den Jahren 2011 und 2012 die Individuen der Ackerarten (s. Tabelle 10). Die Waldarten wiesen in diesen Jahren höhere Individuenanteile auf und für die Grünlandarten wurden mittlere Individuenanteile gefunden. In den Jahren 2013 und 2014 dominierten die Individuen der Waldarten. Für die Ackerarten traten im Jahr 2013 mittlere Individuenanteile auf und im Jahr 2014 traf dies für die Artengruppe mit unterschiedlichen Habitatpräferenzen zu. Die Ruderalarten erreichten in allen Jahren nur minimale Individuenanteile.

Die Zönosenzusammensetzung des **Ackers** änderte sich während der Untersuchungszeit wenig und bestand in jedem Untersuchungsjahr vorwiegend aus Individuen der Ackerarten. Arten mit anderen Habitatpräferenzen traten in fast allen Jahren nur in geringeren Individuenanteilen auf.

Heterogener setzte sich die Zönose der **Brache** zusammen, die in allen Jahren aus Individuenanteilen der Habitatpräferenzgruppen WAL, RUD und MIX bestand. In drei Untersuchungsjahren wurden maximale Individuenanteile für die Waldarten gefunden und im Jahr 2013 wies die Habitatpräferenzgruppe RUD den maximalen Individuenanteil in der Zönose auf. Für die Ackerarten traten in den Jahren 2011 und 2013 die geringsten Individuenanteile auf, während sie im Jahr 2014 mittlere Anteile erreichten.

Tabelle 10: Absolute Individuenzahlen (Ind), Dominanzanteile (Dom) in Prozent, Mittelwerte (\bar{x}) und Standardfehler (SE) zusammengefasster Habitatpräferenzgruppen (HP) der Spinnentierarten in den Referenzflächen für die Jahre 2011 - 2014. Zellen mit Maximalwerten sind grün, Zellen mit Minimalwerten gelb unterlegt. ACK = Arten der Ackerhabitats, GRL = Arten der Grünlandhabitats, RUD = Arten der Ruderalhabitats, WAL = Arten der Waldhabitats, MIX = Artengruppe mit unterschiedlichen Habitatpräferenzen; ACK = Acker, BRA = Brache, GEI = Gehölzinsel, KUV = Vorgewende, WAL = Wald, WIE = Wiese.

ACK																
HP	2011				2012				2013				2014			
	Ind	Dom	\bar{x}	SE	Ind	Dom	\bar{x}	SE	Ind	Dom	\bar{x}	SE	Ind	Dom	\bar{x}	SE
ACK	1768	81,5	353,6	23,8	1377	81,9	275,4	11,8	706	73,1	141,2	11,5	663	79,3	132,6	9,4
GRL	243	11,2	48,6	4,6	149	8,9	29,8	4,7	72	7,5	14,4	2,3	69	8,3	13,8	1,7
RUD	10	0,5	2,0	0,4	14	0,8	2,8	1,5	23	2,4	4,6	1,2	13	1,6	2,6	0,8
WAL	15	0,7	3,0	0,7	63	3,7	12,6	4,0	78	8,1	15,6	7,6	63	7,5	12,6	1,1
MIX	133	6,1	26,6	2,2	78	4,6	15,6	4,3	87	9,0	17,4	1,3	28	3,3	5,6	0,9

Tabelle 10 (Fortsetzung)

BRA																
HP	2011				2012				2013				2014			
	Ind	Dom	\bar{x}	SE												
ACK	8	0,6	1,6	1,0	54	6,1	10,8	2,2	5	1,2	1,0	0,5	192	21,3	38,4	7,4
GRL	65	4,6	13,0	1,6	32	3,6	6,4	0,7	7	1,7	1,4	0,7	82	9,1	16,4	3,6
RUD	185	13,0	37,0	6,6	215	24,3	43,0	6,8	153	36,5	30,6	2,3	130	14,4	26,0	4,1
WAL	585	41,1	117,0	12,8	238	26,9	47,6	11,5	105	25,1	21,0	4,4	263	29,2	52,6	6,2
MIX	579	40,7	115,8	14,8	345	39,0	69,0	9,9	149	35,6	29,8	5,1	234	26,0	46,8	8,7
GEI																
HP	2011				2012				2013				2014			
	Ind	Dom	\bar{x}	SE												
ACK	3	0,6	0,6	0,4	8	2,0	1,6	1,1	1	0,2	0,2	0,2	5	0,4	1,0	0,3
GRL	49	10,6	9,8	2,9	28	7,1	5,6	1,7	43	9,3	8,6	2,0	73	5,6	14,6	1,9
RUD	11	2,4	2,2	0,4	7	1,8	1,4	0,7	34	7,4	6,8	1,7	11	0,8	2,2	0,9
WAL	391	84,4	78,2	12,6	347	87,8	69,4	16,4	379	82,2	75,8	10,3	1209	92,1	241,8	19,4
MIX	9	1,9	1,8	0,7	5	1,3	1,0	0,3	4	0,9	0,8	0,4	14	1,1	2,8	0,8
KUV																
HP	2011				2012				2013				2014			
	Ind	Dom	\bar{x}	SE												
ACK	740	52,8	148,0	15,3	877	39,5	175,4	12,5	353	27,4	70,6	10,5	89	5,5	17,8	2,2
GRL	204	14,6	40,8	2,4	379	17,1	75,8	6,9	60	4,7	12,0	1,9	92	5,7	18,4	2,8
RUD	4	0,3	0,8	0,2	13	0,6	2,6	0,5	58	4,5	11,6	1,9	70	4,3	14,0	1,2
WAL	410	29,3	82,0	6,8	776	35,0	155,2	19,7	729	56,5	145,8	18,5	1168	72,4	233,6	23,4
MIX	43	3,1	8,6	2,3	174	7,8	34,8	6,0	90	7,0	18,0	2,8	195	12,1	39,0	9,0
WAL																
HP	2011				2012				2013				2014			
	Ind	Dom	\bar{x}	SE												
ACK	2	1,1	0,4	0,2	22	6,4	4,4	4,2	1	0,4	0,2	0,2	7	1,0	1,4	0,6
GRL	5	2,7	1,0	0,3	9	2,6	1,8	0,7	4	1,7	0,8	0,4	38	5,6	7,6	1,0
RUD	0	0,0	0,0	0,0	4	1,2	0,8	0,6	5	2,1	1,0	0,4	6	0,9	1,2	0,4
WAL	180	95,7	36,0	2,3	306	89,5	61,2	13,6	228	95,8	45,6	5,7	624	91,8	124,8	13,4
MIX	1	0,5	0,2	0,2	1	0,3	0,2	0,2	0	0,0	0,0	0,0	5	0,7	1,0	0,3
WIE																
HP	2011				2012				2013				2014			
	Ind	Dom	\bar{x}	SE												
ACK	132	5,8	26,4	5,0	281	10,2	56,2	7,0	94	5,7	18,8	4,6	229	8,9	45,8	6,4
GRL	1465	64,6	293,0	41,1	1926	69,8	385,2	39,2	1025	62,2	205,0	79,3	1749	68,2	349,8	20,5
RUD	36	1,6	7,2	1,2	46	1,7	9,2	1,2	72	4,4	14,4	2,1	33	1,3	6,6	1,3
WAL	38	1,7	7,6	2,2	39	1,4	7,8	1,0	22	1,3	4,4	1,7	27	1,1	5,4	2,7
MIX	597	26,3	119,4	10,9	469	17,0	93,8	5,6	434	26,4	86,8	15,3	527	20,5	105,4	6,5

Die Zönose der **Wiese** bestand in allen Jahren vorwiegend aus Individuen der Grünlandarten und wurde von mittleren Individuenanteilen aus der Artengruppe mit unterschiedlichen Habitatpräferenzen begleitet (s. Tabelle 10). Für die Individuen der Ruderalarten wurden im Jahr 2011 und für diejenigen der Waldarten in den drei Folgejahren minimale Anteile gefunden.

In allen Untersuchungsjahren waren die Individuen der Waldarten in der **Gehölzinsel** mit maximalen Anteilen vertreten. Mit Ausnahme der Grünlandarten, die im Jahr 2011 mittlere Individuenanteile aufwiesen, waren Arten mit anderen Habitatpräferenzen in allen Untersuchungsjahren nur mit geringen Individuenanteilen vorhanden.

Im **Wald** setzten sich die Zönosen fast ausschließlich aus Waldarten zusammen, Arten mit anderen Habitatpräferenzen traten nur in sehr geringen Individuenanteilen auf.

4.1.3 Stenotope und eurytope Waldarten

Die Habitataignung von Agrarholzflächen für Laufkäfer und Spinnentiere kann durch den Anteil und die zeitlichen Veränderungen des Individuenanteils von Arten mit spezifischen ökologischen Ansprüchen wie der stenotopen Waldarten charakterisiert werden.

Dazu wurden zunächst die Feuchtwald - (FWA), Nasswald - (NWA), bodensaure Mischwald - (SWA), und Mittelgebirgswaldarten (MWA) zur Gruppe der stenotopen Waldarten und die Vorwaldarten (VWA) sowie die Waldarten ohne spezifische Bindung an einen bestimmten Waldtyp (WAL) zur Gruppe der eurytopen Waldarten zusammengefasst (s. Kapitel 3.3.2 sowie Tabelle A8). Für beide Gruppen wurden die Jahressummen der Dominanzanteile je Agrarholzfläche und Jahr ermittelt und tabellarisch dargestellt (s. Tabellen 11 und 12).

Laufkäfer

Die Waldarten in den Laufkäferzönosen der Agrarholzflächen setzten sich in allen Jahren mit Ausnahme der Agrarholzfläche KU3 im Jahr 2014 vorwiegend aus Individuen der eurytopen Waldarten zusammen (s. Abbildungen 9a - d und Tabelle 11). Zu Beginn der Untersuchung im Jahr 2011 traten nur wenige Individuen der stenotopen Waldarten in den Agrarholzflächen KU1 bis KU3 auf.

Tabelle 11: Jahresindividuensummen (Ind) und Dominanzanteile (Dom) in Prozent stenotoper (steno) und eurytoper (eury) Laufkäferarten mit Präferenz zu unterschiedlichen Waldtypen in den Untersuchungsjahren 2011 - 2014. AF = Agrarholzflächen. Nähere Erläuterungen: s. Abbildungen 9a - d.

	2011				2012				2013				2014			
	eury		steno		eury		steno		eury		steno		eury		steno	
AF	Ind	Dom	Ind	Dom	Ind	Dom	Ind	Dom	Ind	Dom	Ind	Dom	Ind	Dom	Ind	Dom
KU1	417	100	0	0,0	141	96,6	5	3,4	264	95,7	12	4,4	297	76,0	94	24,0
KU2	292	98,7	4	1,4	154	93,3	11	6,7	512	83,1	104	16,9	127	63,2	74	36,8
KU3	542	97,7	13	2,3	136	94,4	8	5,6	138	77,1	41	22,9	179	27,3	477	72,7
KU4	745	82,4	159	17,6	72	92,3	6	7,7	121	96,8	4	3,2	170	97,1	5	2,9

Mit zunehmendem Gehölzwachstum zeigten die Individuenanteile der stenotopen und der eurytopen Waldarten in den Zönosen der Agrarholzflächen KU1 bis KU3 einen gegenläufigen Trend (s. Abbildungen 9a - c und Tabelle 11). Für die stenotopen Waldarten traten in den Agrarholzflächen KU1 bis KU3 vom ersten Aufwuchsjahr bis zum ältesten Aufwuchsjahr in jedem Jahr höhere Individuenanteile im Vergleich zum Vorjahr auf und in der Agrarholzfläche KU3 setzten sich die Waldarten im Jahr 2013

vorwiegend aus Individuenanteilen der stenotopen Waldarten zusammen. Für die eurytopen Waldarten wurden hingegen in jedem Aufwuchsjahr geringere Individuenanteile im Vergleich zum Vorjahr in den Agrarholzflächen KU1 bis KU3 gefunden.



Abbildungen 9 a - d: Individuenanteile in Prozent der stenotopen (grün) und eurytopen (braun) Waldarten für die Laufkäfer in den Agrarholzflächen KU1 - KU4. Die Individuen der stenotopen (steno) Waldarten umfassen Feuchtwald - (FWA), Mittelgebirgs - (MWA), Nasswaldarten (NWA) und Arten bodensaurer Mischwälder (SWA) und diejenigen der eurytopen (eury) Waldarten Vorwaldarten (VWA) sowie Waldarten ohne Bindung an einen spezifischen Waldtyp (WAL) und wurden für fünf Fallen je Untersuchungsjahr summiert. Der Zeitpunkt der Holzernte ist durch einen schwarzen Balken gekennzeichnet.

In der Fläche KU4 trat ein solcher Trend in der Veränderung der Individuenanteile der stenotopen und der eurytopen Waldarten nicht auf (s. Abbildung 9d und Tabelle 11). Die stenotopen Waldarten wiesen im Jahr 2012 deutlich geringere Individuenanteile im Vergleich zum Jahr 2011 auf. In den Jahren 2012 bis 2014 setzten sich die Waldarten in der Agrarholzfläche KU4 fast ausschließlich aus Individuenanteilen eurytoper Waldarten zusammen.

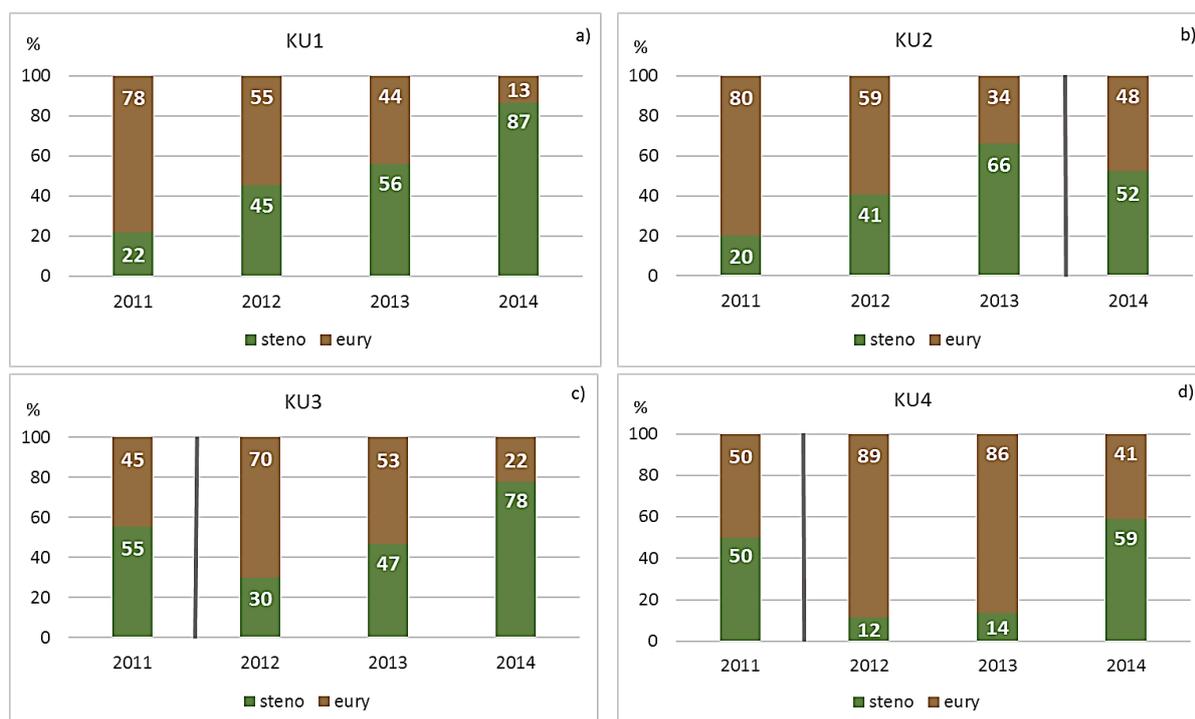
Spinnentiere

Für die Spinnentiere bestanden große Unterschiede in der Zusammensetzung der Waldarten in den unterschiedlichen Aufwuchsphasen der Agrarholzflächen. In den ersten beiden Aufwuchsjahren bestanden die Waldarten in den Flächen KU1, KU3 und KU4 vorwiegend aus Individuenanteilen der eurytopen Waldarten (KU1 in den Jahren 2011 und 2012, KU3 und KU4 in den Jahren 2012 und 2013) und in der Agrarholzfläche KU2 traf dies im zweiten Aufwuchsjahr (2011) zu (s. Abbildungen 10a - d und Tabelle 12).

Tabelle 12: Jahresindividuensummen (Ind) und Dominanzanteile (Dom) in Prozent stenotoper (steno) und eurytoper (eury) Spinnentierarten mit Präferenz zu unterschiedlichen Waldtypen in den Untersuchungsjahren 2011 - 2014. AF = Agrarholzflächen KU1 - KU4. Nähere Erläuterungen: s. Abbildungen 10a - d.

AF	2011		2012		2013		2014									
	eury		steno		eury		steno									
	Ind	Dom	Ind	Dom	Ind	Dom	Ind	Dom								
KU1	306	78,3	85	21,7	230	54,6	191	45,4	125	44,01	159	56,0	93	13,2	610	86,8
KU2	497	79,8	126	20,2	142	59,2	98	40,8	63	34,05	122	66,0	193	47,8	211	52,2
KU3	173	44,7	214	55,3	195	70,1	83	29,9	182	53,22	160	46,8	111	22,4	384	77,6
KU4	410	50,1	408	49,9	286	88,5	37	11,5	322	86,33	51	13,67	61	40,94	88	59,1

Im ältesten Aufwuchsjahr setzten sich die Waldarten in allen Agrarholzflächen vorwiegend aus Individuenanteilen der stenotopen Waldarten zusammen (KU1 im Jahr 2014, KU2 im Jahr 2013, KU3 und KU4 im Jahr 2014) (s. Abbildungen 10a - d und Tabelle 12). In der Fläche KU2 wiesen die stenotopen Waldarten auch im ersten Aufwuchsjahr der zweiten Rotationphase (2014) etwas höhere Individuenanteile auf.



Abbildungen 10 a - d: Individuenanteile in Prozent der stenotopen (grün) und eurytopen (braun) Waldarten für die Spinnentiere in den Agrarholzflächen KU1 - KU4. Die Individuen der stenotopen (steno) Waldarten umfassen Feuchtwald - (FWA), Mittelgebirgs - (MWA), Nasswaldarten (NWA) und Arten bodensaurer Mischwälder (SWA) und diejenigen der eurytopen (eury) Waldarten Vorwaldarten (VWA) sowie Waldarten ohne Bindung an einen spezifischen Waldtyp (WAL) und wurden für fünf Fallen je Untersuchungsjahr summiert. Der Zeitpunkt der Holzernte ist durch einen schwarzen Balken gekennzeichnet.

In allen Agrarholzflächen wurden vom ersten bis zum ältesten Aufwuchsjahr in jedem Jahr höhere Individuenanteile für die stenotopen Waldarten im Vergleich zum Vorjahr gefunden, während für die eurytopen Waldarten in jedem Aufwuchsjahr geringere Individuenanteile im Vergleich zum Vorjahr auftraten (s. Abbildungen 10a - d und Tabelle 12).

4.1.4 Ökologische Typen

Laufkäfer

Zur weiteren Charakterisierung der Laufkäferzönosen wurden die Jahresindividuensummen ausgewählter ökologischer Typen (s. Kapitel 3.3.1) und deren Dominanzanteile in den Untersuchungsflächen ermittelt.

In den Zönosen der **Agrarholzfläche** KU1 wurden in allen Untersuchungsjahren die höchsten Individuenanteile xerophiler Offenlandarten gefunden (s. Tabelle 13). In den Jahren 2011 und 2012 dominierten Individuen dieses ökologischen Typs in den Agrarholzflächen KU2 und KU3, in der Fläche KU4 traf dies nur im Jahr 2012 zu. Im Jahr 2011 dominierten in der Fläche KU4 die Individuenanteile der euryöken Waldarten. Auch die Zönosen der Agrarholzflächen KU2 bis KU4 setzten sich im Jahr 2013 vorwiegend aus euryöken Waldarten zusammen, was im Jahr 2014 auch für diejenige der Fläche KU4 zutraf. In der Fläche KU3 wiesen die Individuen der hygrophilen Waldarten im Jahr 2014 den höchsten Dominanzanteil auf. Dies wurde übereinstimmend für die xerophilen Offenlandarten in der Fläche KU2 ermittelt.

In nahezu allen Jahren setzten sich die Zönosen der Agrarholzflächen aus mittleren Individuenanteilen der hygrophilen Offenlandarten, der euryöken Waldarten und der euryöken Offenlandarten zusammen. Schwach hygrophile und schwach xerophile Waldarten waren während der gesamten Untersuchungszeit in den Agrarholzflächen nur in wenigen Individuen vertreten oder fehlten völlig.

Tabelle 13: Absolute Individuenzahlen, Dominanzanteile in Prozent, Mittelwerte (\bar{x}) und Standardfehler (SE) klassifizierter ökologischer Typen (ÖT) der Laufkäferarten in den Agrarholzflächen KU1 - KU4 in den Jahren 2011 - 2014. Das Aufwuchsjahr ist für die Agrarholzflächen in Klammern angegeben. Zellen mit Maximalwerten sind grün, Zellen mit Minimalwerten gelb unterlegt. x = xerophile Offenlandart, h = hygrophile Offenlandart, hw = hygrophile Waldart, (h)w = schwach hygrophile Waldart, (x)w = schwach xerophile Waldart, w = euryöke Waldart, eu = euryöke Offenlandart.

ÖT	KU1															
	2011 (1)				2012 (2)				2013 (3)				2014 (4)			
	Ind	Dom	\bar{x}	SE	Ind	Dom	\bar{x}	SE	Ind	Dom	\bar{x}	SE	Ind	Dom	\bar{x}	SE
x	1517	43,5	303,4	21,7	399	41,0	79,8	14,0	408	41,0	81,6	13,4	309	29,9	61,8	7,7
h	527	15,1	105,4	15,5	261	26,8	52,2	7,7	130	13,1	26,0	6,3	121	11,7	24,2	2,9
hw	5	0,1	1,0	0,6	25	2,6	5,0	1,2	39	3,9	7,8	0,7	242	23,4	48,4	6,4
(h)w	0	0,0	0,0	0,0	0	0,0	0,0	0,0	0	0,0	0,0	0,0	0	0,0	0,0	0,0
(x)w	2	0,1	0,4	0,2	0	0,0	0,0	0,0	1	0,1	0,2	0,2	0	0,0	0,0	0,0
w	417	12,0	83,4	16,2	141	14,5	28,2	3,0	264	26,6	52,8	3,5	297	28,8	59,4	8,5
eu	1016	29,2	203,2	8,2	147	15,1	29,4	7,5	152	15,3	30,4	8,5	64	6,2	12,8	5,2

Tabelle 13 (Fortsetzung)

KU2																
ÖT	2011 (2)				2012 (3)				2013 (4)				2014 (1)			
	Ind	Dom	x	SE	Ind	Dom	x	SE	Ind	Dom	x	SE	Ind	Dom	x	SE
x	2706	63,8	541,2	54,2	168	32,4	33,6	1,6	119	11,5	23,8	2,7	361	29,6	72,2	13,2
h	494	11,6	98,8	6,4	65	12,5	13,0	3,0	77	7,4	15,4	2,7	288	23,6	57,6	6,6
hw	7	0,2	1,4	0,9	14	2,7	2,8	0,2	113	10,9	22,6	4,1	99	8,1	19,8	1,6
(h)w	0	0,0	0,0	0,0	0	0,0	0,0	0,0	1	0,1	0,2	0,2	1	0,1	0,2	0,2
(x)w	3	0,1	0,6	0,2	1	0,2	0,2	0,2	0	0,0	0,0	0,0	0	0,0	0,0	0,0
w	292	6,9	58,4	8,1	154	29,7	30,8	2,3	512	49,4	102,4	12,7	127	10,4	25,4	5,4
eu	741	17,5	148,2	14,4	116	22,4	23,2	2,3	215	20,7	43,0	6,6	345	28,3	69,0	9,1

KU3																
ÖT	2011 (3)				2012 (1)				2013 (2)				2014 (3)			
	Ind	Dom	x	SE	Ind	Dom	x	SE	Ind	Dom	x	SE	Ind	Dom	x	SE
x	815	40,3	163,0	19,7	246	31,5	49,2	6,9	63	15,5	12,6	3,1	52	5,8	10,4	1,4
h	195	9,7	39,0	3,2	204	26,1	40,8	2,3	51	12,6	10,2	3,4	34	3,8	6,8	1,2
hw	16	0,8	3,2	0,7	14	1,8	2,8	0,6	53	13,1	10,6	3,4	535	59,9	107,0	23,1
(h)w	2	0,1	0,4	0,2	0	0,0	0,0	0,0	0	0,0	0,0	0,0	1	0,1	0,2	0,2
(x)w	0	0,0	0,0	0,0	0	0,0	0,0	0,0	1	0,2	0,2	0,2	0	0,0	0,0	0,0
w	542	26,8	108,4	18,2	136	17,4	27,2	1,7	138	34,0	27,6	8,8	179	20,0	35,8	5,8
eu	450	22,3	90,0	12,3	181	23,2	36,2	4,8	100	24,6	20,0	3,6	92	10,3	18,4	3,3

KU4																
ÖT	2011 (3)				2012 (1)				2013 (2)				2014 (3)			
	Ind	Dom	x	SE	Ind	Dom	x	SE	Ind	Dom	x	SE	Ind	Dom	x	SE
x	415	21,3	83,0	6,9	238	35,5	47,6	5,7	56	17,6	11,2	1,8	75	20,4	15,0	1,6
h	124	6,4	24,8	3,4	219	32,6	43,8	3,0	95	29,8	19,0	2,4	72	19,6	14,4	3,4
hw	158	8,1	31,6	5,9	6	0,9	1,2	0,6	4	1,3	0,8	0,5	21	5,7	4,2	0,6
(h)w	3	0,2	0,6	0,2	0	0,0	0,0	0,0	0	0,0	0,0	0,0	0	0,0	0,0	0,0
(x)w	3	0,2	0,6	0,4	2	0,3	0,4	0,4	1	0,3	0,2	0,2	1	0,3	0,2	0,2
w	745	38,3	149,0	12,1	72	10,7	14,4	2,6	121	37,9	24,2	3,3	170	46,3	34,0	7,1
eu	497	25,6	99,4	9,0	134	20,0	26,8	4,3	42	13,2	8,4	2,1	28	7,6	5,6	0,4

Die Zönosen des **Vorgewendes** setzten sich in allen Jahren zu etwa 90 % aus Individuenanteilen der xerophilen, hygrophilen und euryöken Offenlandarten zusammen, wobei diejenigen der xerophilen Offenlandarten dominierten. Arten anderer ökologischer Typen fehlten oder wiesen nur sehr geringe Individuenanteile auf (s. Tabelle 14).

Die xerophilen Offenlandarten waren in den Jahren 2011 und 2014 im **Acker** dominant und für die hygrophilen Offenlandarten traf dies in den Jahren 2013 und 2014 zu. Für die euryöken Offenlandarten traten in allen Jahren mittlere Individuenanteile im Acker auf, während Arten aus anderen ökologischen Typen - vor allem Waldarten, nur in sehr geringen Individuenanteilen oder gar nicht gefunden wurden.

In der **Brache** änderten sich die Quantitäten der ökologischen Typen während der Untersuchungszeit deutlich. So wiesen die xerophilen Offenlandarten im Jahr 2011 den größten Individuenanteil auf, im zweiten Untersuchungsjahr dominierten die euryöken Offenlandarten, im Jahr 2013 die euryöken Waldarten und im vierten Untersuchungsjahr die hygrophilen Offenlandarten. Waldarten mit einer Bindung an spezifische Waldtypen fehlten oder waren nur in geringen Individuenanteilen vertreten.

Tabelle 14: Absolute Individuenzahlen, Dominanzanteile in Prozent, Mittelwerte (\bar{x}) und Standardfehler (SE) klassifizierter ökologischer Typen (ÖT) der Laufkäferarten in den Referenzflächen in den Jahren 2011 - 2014. Zellen mit Maximalwerten sind grün, Zellen mit Minimalwerten gelb unterlegt. x = xerophile Offenlandart, h = hygrophile Offenlandart, hw = hygrophile Waldart, (h)w = schwach hygrophile Waldart, (x)w = schwach xerophile Waldart, w = euryöke Waldart, eu = euryöke Offenlandart, ACK = Acker, BRA = Brache, GEI = Gehölzinsel, KUV = Vorgewende, WAL = Wald, WIE = Wiese.

ACK																
ÖT	2011				2012				2013				2014			
	Ind	Dom	\bar{x}	SE												
x	1957	62,4	391,4	28,7	275	15,7	55,0	3,8	435	33,0	87,0	5,6	1440	41,9	288,0	12,7
h	506	16,1	101,2	6,9	978	55,7	195,6	41,6	502	38,1	100,4	14,1	1138	33,1	227,6	10,6
hw	0	0,0	0,0	0,0	0	0,0	0,0	0,0	1	0,1	0,2	0,2	7	0,2	1,4	0,2
(h)w	0	0,0	0,0	0,0	0	0,0	0,0	0,0	0	0,0	0,0	0,0	0	0,0	0,0	0,0
(x)w	0	0,0	0,0	0,0	0	0,0	0,0	0,0	1	0,1	0,2	0,2	1	0,0	0,2	0,2
w	66	2,1	13,2	2,0	36	2,0	7,2	1,0	42	3,2	8,4	1,6	133	3,9	26,6	7,7
eu	607	19,4	121,4	30,3	468	26,6	93,6	11,5	338	25,6	67,6	5,3	719	20,9	143,8	12,2

BRA																
ÖT	2011				2012				2013				2014			
	Ind	Dom	\bar{x}	SE	Ind	Dom	\bar{x}	SE	Ind	Dom	\bar{x}	SE	Ind	Dom	\bar{x}	SE
x	618	45,3	123,6	14,1	55	17,6	11,0	2,7	31	20,8	6,2	0,5	198	22,4	39,6	4,9
h	397	29,1	79,4	11,3	69	22,0	13,8	2,3	31	20,8	6,2	2,0	534	60,5	106,8	10,7
hw	9	0,7	1,8	0,8	5	1,6	1,0	0,4	6	4,0	1,2	0,7	10	1,1	2,0	0,4
(h)w	0	0,0	0,0	0,0	0	0,0	0,0	0,0	0	0,0	0,0	0,0	0	0,0	0,0	0,0
(x)w	4	0,3	0,8	0,2	3	1,0	0,6	0,4	0	0,0	0,0	0,0	6	0,7	1,2	0,6
w	132	9,7	26,4	3,6	71	22,7	14,2	2,8	44	29,5	8,8	0,6	67	7,6	13,4	2,4
eu	204	15,0	40,8	133,0	110	35,1	22,0	3,5	37	24,8	7,4	2,4	68	7,7	13,6	1,9

GEI																
ÖT	2011				2012				2013				2014			
	Ind	Dom	\bar{x}	SE												
x	21	2,0	4,2	1,1	24	4,4	4,8	3,8	7	0,8	1,4	0,9	20	1,7	4,0	0,8
h	57	5,4	11,4	1,2	15	2,8	3,0	1,6	13	1,4	2,6	0,5	10	0,9	2,0	0,7
hw	14	1,3	2,8	1,0	9	1,7	1,8	0,6	7	0,8	1,4	0,4	25	2,2	5,0	1,4
(h)w	55	5,3	11,0	3,7	24	4,4	4,8	1,1	71	7,8	14,2	5,6	28	2,4	5,6	2,0
(x)w	0	0,0	0,0	0,0	0	0,0	0,0	0,0	0	0,0	0,0	0,0	0	0,0	0,0	0,0
w	891	85,2	178,2	15,5	462	85,1	92,4	10,4	749	81,9	149,8	12,7	1041	90,8	208,2	23,6
eu	8	0,8	1,6	0,6	9	1,7	1,8	0,5	67	7,3	13,4	10,2	22	1,9	4,4	1,7

Tabelle 14 (Fortsetzung)

KUV																
2011				2012				2013				2014				
ÖT	Ind	Dom	\bar{x}	SE	Ind	Dom	\bar{x}	SE	Ind	Dom	\bar{x}	SE	Ind	Dom	\bar{x}	SE
x	1057	47,4	211,4	12,5	291	38,9	58,2	7,6	254	29,4	50,8	9,9	419	36,5	83,8	9,5
h	231	10,4	46,2	6,5	143	19,1	28,6	3,8	203	23,5	40,6	5,7	389	33,9	77,8	13,2
hw	2	0,1	0,4	0,4	11	1,5	2,2	0,9	14	1,6	2,8	0,6	99	8,6	19,8	1,7
(h)w	0	0,0	0,0	0,0	0	0,0	0,0	0,0	0	0,0	0,0	0,0	0	0,0	0,0	0,0
(x)w	0	0,0	0,0	0,0	1	0,1	0,2	0,2	0	0,0	0,0	0,0	4	0,3	0,8	0,6
w	494	22,2	98,8	18,3	100	13,4	20,0	3,1	49	5,7	9,8	0,8	56	4,9	11,2	3,0
eu	446	20,0	89,2	8,4	202	27,0	40,4	6,0	345	39,9	69,0	9,6	181	15,8	36,2	2,2
WAL																
2011				2012				2013				2014				
ÖT	Ind	Dom	\bar{x}	SE	Ind	Dom	\bar{x}	SE	Ind	Dom	\bar{x}	SE	Ind	Dom	\bar{x}	SE
x	0	0,0	0,0	0,0	1	0,4	0,2	0,2	0	0,0	0,0	0,0	6	0,8	1,2	0,4
h	3	0,8	0,6	0,4	1	0,4	0,2	0,2	2	0,3	0,4	0,2	1	0,1	0,2	0,2
hw	0	0,0	0,0	0,0	1	0,4	0,2	0,2	1	0,2	0,2	0,2	12	1,7	2,4	1,0
(h)w	217	55,5	43,4	2,1	70	30,7	14,0	2,8	231	37,9	46,2	7,3	193	26,7	38,6	8,4
(x)w	0	0,0	0,0	0,0	0	0,0	0,0	0,0	1	0,2	0,2	0,2	0	0,0	0,0	0,0
w	171	43,7	34,2	3,5	148	64,9	29,6	4,5	375	61,5	75,0	7,9	509	70,4	101,8	6,5
eu	0	0,0	0,0	0,0	7	3,1	1,4	0,7	0	0,0	0,0	0,0	2	0,3	0,4	0,2
WIE																
2011				2012				2013				2014				
ÖT	Ind	Dom	\bar{x}	SE	Ind	Dom	\bar{x}	SE	Ind	Dom	\bar{x}	SE	Ind	Dom	\bar{x}	SE
x	102	14,1	20,4	3,0	69	14,5	13,8	1,7	50	8,3	10,0	1,6	66	6,8	13,2	3,5
h	556	77,1	111,2	15,6	361	75,8	72,2	11,0	464	77,3	92,8	7,8	817	84,8	163,4	11,0
hw	1	0,1	0,2	0,2	1	0,2	0,2	0,2	0	0,0	0,0	0,0	0	0,0	0,0	0,0
(h)w	0	0,0	0,0	0,0	0	0,0	0,0	0,0	0	0,0	0,0	0,0	1	0,1	0,2	0,2
(x)w	51	7,1	10,2	2,9	10	2,1	2,0	1,0	2	0,3	0,4	0,2	3	0,3	0,6	0,2
w	7	1,0	1,4	0,5	24	5,0	4,8	2,9	78	13,0	15,6	2,1	72	7,5	14,4	6,3
eu	4	0,6	0,8	0,4	11	2,3	2,2	0,7	6	1,0	1,2	0,6	5	0,5	1,0	0,3

Für die Zönosen der **Wiese** waren in allen Jahren maximale Individuenanteile der hygrophilen Offenlandarten charakteristisch (s. Tabelle 14). In den Jahren 2011 und 2012 traten mittlere Individuenanteile für die xerophilen Offenlandarten auf. Waldarten und euryöke Offenlandarten wurden nur in geringen Dominanzanteilen nachgewiesen.

In der **Gehölzinsel** wurden für die euryöken Waldarten in allen Jahren die höchsten Individuenanteile erfasst und im **Wald** traf dies in den Jahren 2012 - 2014 zu. Im Jahr 2011 dominierten im Wald die schwach hygrophilen Waldarten, die dort auch in den anderen Jahren mit relativ hohen Individuenanteilen gefunden wurden. Arten anderer ökologischer Typen traten in beiden Flächen nur in geringen Individuenanteilen auf.

Spinnentiere

Zur weiteren Charakterisierung der Spinnentierzönosen wurden die Jahresindividuumsummen ausgewählter ökologischer Typen (s. Kapitel 3.3.1) und deren Dominanzanteile in den Untersuchungsflächen ermittelt.

Im ersten Untersuchungsjahr dominierten die xerophilen Offenlandarten in der **Agrarholzfläche** KU1, gefolgt von den schwach hygrophilen Waldarten, die in den Jahren 2012 - 2014 die höchsten Individuenanteile erreichten (s. Tabelle 15). Für die hygrophilen und euryöken Offenlandarten sowie für die hygrophilen Waldarten wurden mittlere bis geringe Individuenanteile gefunden, euryöke Waldarten fehlten in allen Agrarholzflächen und Untersuchungsjahren völlig.

In der Agrarholzfläche KU2 wiesen die hygrophilen Offenlandarten in den ersten beiden Untersuchungsjahren und die schwach hygrophilen Waldarten in den beiden Folgejahren die höchsten Individuenanteile auf. Für die xerophilen und euryöken Offenlandarten sowie die schwach xerophilen Waldarten traten mittlere bis geringe Individuenanteile auf.

In der Agrarholzfläche KU3 dominierten in drei Untersuchungsjahren die schwach hygrophilen Waldarten. Im Jahr 2012 erreichten die hygrophilen Offenlandarten die höchsten Individuenanteile. Mit Ausnahme des Jahres 2011 traten für die schwach xerophilen Waldarten in allen Jahren sehr geringe Individuenanteile auf.

Für die schwach hygrophilen Waldarten wurden in der Agrarholzfläche KU4 im ersten und vierten Untersuchungsjahr maximale Individuenanteile erfasst. Im Jahr 2012 dominierten die xerophilen Offenlandarten und im Jahr 2013 die hygrophilen Waldarten. Die Individuenanteile der hygrophilen und euryöken Offenlandarten wiesen mittlere bis geringe Werte auf.

Tabelle 15: Absolute Individuenzahlen (Ind), Dominanzanteile (Dom) in Prozent, Mittelwerte (\bar{x}) und Standardfehler (SE) klassifizierter ökologischer Typen (ÖT) der Spinnentierarten in den Agrarholzflächen KU1 - KU4 für die Jahre 2011 - 2014. Das Aufwuchsjahr ist für die Agrarholzflächen in Klammern angegeben. Zellen mit Maximalwerten sind grün, Zellen mit Minimalwerten gelb unterlegt. x = xerophile Offenlandart, h = hygrophile Offenlandart, hw = hygrophile Waldart, (h)w = schwach hygrophile Waldart, (x)w = schwach xerophile Waldart, w = euryöke Waldart, eu = euryöke Offenlandart.

ÖT	KU1															
	2011 (1)				2012 (2)				2013 (3)				2014 (4)			
	Ind	Dom	\bar{x}	SE												
x	340	29,9	68,0	9,2	195	20,2	39,0	7,6	52	9,5	10,4	2,3	13	1,4	2,6	0,5
h	136	11,9	27,2	4,7	181	18,8	36,2	4,1	135	24,7	27,0	8,6	52	5,7	10,4	2,3
hw	141	12,4	28,2	5,6	143	14,8	28,6	4,9	79	14,4	15,8	3,8	19	2,1	3,8	1,2
(h)w	233	20,5	46,6	7,1	263	27,3	52,6	8,8	200	36,6	40,0	4,1	695	76,2	139,0	13,5
(x)w	116	10,2	23,2	5,0	29	3,0	5,8	1,0	24	4,4	4,8	1,0	25	2,7	5,0	0,5
w	0	0,0	0,0	0,0	0	0,0	0,0	0,0	0	0,0	0,0	0,0	1	0,1	0,2	0,2
eu	173	15,2	34,6	2,3	154	16,0	30,8	3,8	57	10,4	11,4	2,1	107	11,7	21,4	1,6

Tabelle 15 (Fortsetzung)

KU2																
ÖT	2011 (2)				2012 (3)				2013 (4)				2014 (1)			
	Ind	Dom	x	SE	Ind	Dom	x	SE	Ind	Dom	x	SE	Ind	Dom	x	SE
x	386	20,6	77,2	5,1	141	21,5	28,2	3,8	74	17,7	14,8	4,1	241	21,3	48,2	7,7
h	445	23,8	89,0	4,5	191	29,1	38,2	2,2	80	19,1	16,0	1,9	167	14,7	33,4	3,4
hw	160	8,5	32,0	7,2	76	11,6	15,2	1,3	23	5,5	4,6	0,9	144	12,7	28,8	6,2
(h)w	216	11,5	43,2	6,1	147	22,4	29,4	2,0	161	38,4	32,2	3,5	290	25,6	58,0	7,9
(x)w	373	19,9	74,6	6,6	42	6,4	8,4	2,6	19	4,5	3,8	1,2	32	2,8	6,4	0,9
w	0	0,0	0,0	0,0	0	0,0	0,0	0,0	0	0,0	0,0	0,0	0	0,0	0,0	0,0
eu	292	15,6	58,4	4,7	59	9,0	11,8	3,0	62	14,8	12,4	1,3	260	22,9	52,0	11,5
KU3																
ÖT	2011 (3)				2012 (1)				2013 (2)				2014 (3)			
	Ind	Dom	x	SE	Ind	Dom	x	SE	Ind	Dom	x	SE	Ind	Dom	x	SE
x	41	6,0	8,2	3,3	140	20,1	28,0	6,5	28	5,0	5,6	0,9	19	3,0	3,8	0,5
h	99	14,4	19,8	4,4	167	24,0	33,4	5,6	115	20,5	23,0	2,2	64	10,1	12,8	1,7
hw	26	3,8	5,2	1,2	146	21,0	29,2	2,4	131	23,3	26,2	6,1	40	6,3	8,0	1,2
(h)w	359	52,2	71,8	6,3	120	17,2	24,0	2,0	208	37,0	41,6	6,2	463	73,4	92,6	12,3
(x)w	106	15,4	21,2	3,1	21	3,0	4,2	1,0	12	2,1	2,4	0,5	7	1,1	1,4	0,5
w	0	0,0	0,0	0,0	0	0,0	0,0	0,0	0	0,0	0,0	0,0	0	0,0	0,0	0,0
eu	57	8,3	11,4	1,5	102	14,7	20,4	1,4	68	12,1	13,6	1,7	38	6,0	7,6	1,1
KU4																
ÖT	2011 (3)				2012 (1)				2013 (2)				2014 (3)			
	Ind	Dom	x	SE	Ind	Dom	x	SE	Ind	Dom	x	SE	Ind	Dom	x	SE
x	49	4,2	9,8	0,7	305	32,7	61,0	4,9	69	12,4	13,8	3,7	35	13,9	7,0	1,0
h	70	6,0	14,0	2,0	184	19,7	36,8	1,8	82	14,7	16,4	2,0	16	6,3	3,2	0,8
hw	161	13,8	32,2	3,1	259	27,7	51,8	8,3	288	51,6	57,6	2,2	36	14,3	7,2	0,8
(h)w	795	68,2	159,0	15,2	64	6,9	12,8	2,6	83	14,9	16,6	2,4	112	44,4	22,4	5,4
(x)w	56	4,8	11,2	3,2	5	0,5	1,0	0,3	8	1,4	1,6	0,7	5	2,0	1,0	0,8
w	2	0,2	0,4	0,2	0	0,0	0,0	0,0	1	0,2	0,2	0,2	0	0,0	0,0	0,0
eu	32	2,7	6,4	0,9	117	12,5	23,4	2,1	27	4,8	5,4	1,2	48	19,0	9,6	3,9

Im **Vorgewende** wiesen die xerophilen Offenlandarten in den Jahren 2011 und 2012 die höchsten Individuenanteile auf und in den Jahren 2013 und 2014 traf dies für die hygrophilen Waldarten zu (s. Tabelle 16). In den Jahren 2011 und 2012 waren mittlere Individuenanteile für die euryöken Offenlandarten vorhanden. Für die hygrophilen Offenlandarten wurden in allen Jahren mittlere Individuenanteile gefunden.

In allen Jahren waren die Individuenanteile der xerophilen Offenlandarten in den Zönosen des **Ackers** dominant. Zusammen mit den hygrophilen und euryöken Offenlandarten repräsentierten sie mehr als 90 % der Zönosen. Im Jahr 2013 wiesen die Individuenanteile der xerophilen Offenlandarten geringere Werte als in den anderen Jahren auf, während für den Individuenanteil der hygrophilen Offenlandarten höhere Werte auftraten. Arten mit anderen ökologischen Präferenzen waren im Acker nur in geringen Individuenanteilen vorhanden oder fehlten, wie die euryöken Waldarten gänzlich.

In allen Jahren setzten sich die Zönosen der **Brache** vorwiegend aus Individuen der hygrophilen Offenlandarten zusammen und auch für die Individuen der schwach hygrophilen Waldarten wurden in allen Jahren hohe Werte nachgewiesen. Im Jahr 2014 traten mittlere Individuenanteile für die xerophilen und euryöken Offenlandarten auf. Die weiteren ökologischen Typen wurden nur in geringen bis sehr geringen Individuenanteilen erfasst.

Tabelle 16: Absolute Individuenzahlen (Ind), Dominanzanteile (Dom) in Prozent, Mittelwerte (\bar{x}) und Standardfehler (SE) klassifizierter ökologischer Typen (ÖT) der Spinnentierarten in den Referenzflächen für die Jahre 2011 - 2014. Zellen mit Maximalwerten sind grün, Zellen mit Minimalwerten gelb unterlegt. x = xerophile Offenlandart, h = hygrophile Offenlandart, hw = hygrophile Waldart, (h)w = schwach hygrophile Waldart, (x)w = schwach xerophile Waldart, w = euryöke Waldart, eu = euryöke Offenlandart, ACK = Acker, BRA = Brache, GEI = Gehölzinsel, KUV = Vorgewende, WAL = Wald, WIE = Wiese.

ACK																
2011				2012				2013				2014				
ÖT	Ind	Dom	\bar{x}	SE	Ind	Dom	\bar{x}	SE	Ind	Dom	\bar{x}	SE	Ind	Dom	\bar{x}	SE
x	1647	75,9	329,4	23,0	1177	70,0	235,4	9,9	475	49,2	95,0	8,5	595	71,2	119,0	7,8
h	227	10,5	45,4	5,4	279	16,6	55,8	7,9	305	31,6	61,0	3,7	127	15,2	25,4	2,5
hw	4	0,2	0,8	0,4	48	2,9	9,6	3,6	71	7,3	14,2	7,5	25	3,0	5,0	0,7
(h)w	21	1,0	4,2	1,2	24	1,4	4,8	1,4	15	1,6	3,0	0,9	36	4,3	7,2	0,4
(x)w	6	0,3	1,2	0,4	13	0,8	2,6	0,5	1	0,1	0,2	0,2	10	1,2	2,0	0,3
w	0	0,0	0,0	0,0	0	0,0	0,0	0,0	0	0,0	0,0	0,0	0	0,0	0,0	0,0
eu	264	12,2	52,8	5,9	140	8,3	28,0	4,5	99	10,2	19,8	2,7	43	5,1	8,6	1,3

BRA																
2011				2012				2013				2014				
ÖT	Ind	Dom	\bar{x}	SE												
x	116	8,2	23,2	4,5	95	10,7	19,0	3,1	31	7,4	6,2	1,4	154	17,1	30,8	4,9
h	616	43,3	123,2	15,3	468	52,9	93,6	10,3	224	53,5	44,8	7,5	336	37,3	67,2	11,4
hw	20	1,4	4,0	0,7	19	2,1	3,8	0,8	12	2,9	2,4	0,7	34	3,8	6,8	1,7
(h)w	508	35,7	101,6	13,9	221	25,0	44,2	10,1	97	23,2	19,4	4,2	244	27,1	48,8	7,6
(x)w	104	7,3	20,8	1,8	26	2,9	5,2	1,2	10	2,4	2,0	1,0	12	1,3	2,4	1,2
w	0	0,0	0,0	0,0	0	0,0	0,0	0,0	0	0,0	0,0	0,0	0	0,0	0,0	0,0
eu	58	4,1	11,6	3,1	55	6,2	11,0	1,5	45	10,7	9,0	2,6	121	13,4	24,2	3,1

GEI																
2011				2012				2013				2014				
ÖT	Ind	Dom	\bar{x}	SE	Ind	Dom	\bar{x}	SE	Ind	Dom	\bar{x}	SE	Ind	Dom	\bar{x}	SE
x	15	3,2	3,0	0,4	13	3,3	2,6	1,2	4	0,9	0,8	0,2	23	1,8	4,6	0,9
h	10	2,2	2,0	0,3	11	2,8	2,2	1,0	36	7,8	7,2	1,8	14	1,1	2,8	1,0
hw	6	1,3	1,2	0,5	3	0,8	0,6	0,2	2	0,4	0,4	0,2	4	0,3	0,8	0,4
(h)w	409	88,3	81,8	13,5	343	86,8	68,6	16,0	391	84,8	78,2	10,1	1210	92,2	242,0	21,1
(x)w	18	3,9	3,6	1,2	24	6,1	4,8	1,2	26	5,6	5,2	1,3	56	4,3	11,2	2,0
w	0	0,0	0,0	0,0	0	0,0	0,0	0,0	0	0,0	0,0	0,0	1	0,1	0,2	0,2
eu	5	1,1	1,0	0,4	1	0,3	0,2	0,2	2	0,4	0,4	0,2	4	0,3	0,8	0,6

Tabelle 16 (Fortsetzung)

KUV																
2011				2012				2013				2014				
ÖT	Ind	Dom	x	SE												
x	661	47,2	132,2	14,9	810	36,5	162,0	10,6	245	19,0	49,0	8,6	73	4,5	14,6	0,6
h	119	8,5	23,8	2,2	266	12,0	53,2	6,2	218	16,9	43,6	5,2	250	15,5	50,0	7,8
hw	123	8,8	24,6	2,2	642	28,9	128,4	17,8	639	49,5	127,8	19,5	917	56,8	183,4	21,6
(h)w	223	15,9	44,6	3,7	106	4,8	21,2	2,3	77	6,0	15,4	2,4	253	15,7	50,6	6,8
(x)w	78	5,6	15,6	3,4	35	1,6	7,0	1,3	19	1,5	3,8	0,9	26	1,6	5,2	1,5
w	0	0,0	0,0	0,0	0	0,0	0,0	0,0	0	0,0	0,0	0,0	0	0,0	0,0	0,0
eu	197	14,1	39,4	2,3	360	16,2	72,0	5,9	92	7,1	18,4	1,7	95	5,9	19,0	2,2
WAL																
2011				2012				2013				2014				
ÖT	Ind	Dom	x	SE												
x	2	1,1	0,4	0,2	14	4,1	2,8	2,6	1	0,4	0,2	0,2	12	1,8	2,4	0,7
h	2	1,1	0,4	0,2	15	4,4	3,0	2,5	5	2,1	1,0	0,4	6	0,9	1,2	0,2
hw	6	3,2	1,2	0,6	7	2,0	1,4	0,5	5	2,1	1,0	0,3	4	0,6	0,8	0,4
(h)w	165	87,8	33,0	2,0	279	81,6	55,8	13,2	218	91,6	43,6	5,5	587	86,3	0,8	0,4
(x)w	13	6,9	2,6	0,8	24	7,0	4,8	1,7	9	3,8	1,8	0,7	67	9,9	13,4	3,0
w	0	0,0	0,0	0,0	1	0,3	0,2	0,2	0	0,0	0,0	0,0	3	0,4	0,6	0,4
eu	0	0,0	0,0	0,0	2	0,6	0,4	0,4	0	0,0	0,0	0,0	1	0,1	0,2	0,2
WIE																
2011				2012				2013				2014				
ÖT	Ind	Dom	x	SE												
x	569	25,1	113,8	14,6	486	17,6	97,2	11,7	141	8,6	28,2	8,7	260	10,1	52,0	2,5
h	215	9,5	43,0	4,2	274	9,9	54,8	5,2	175	10,6	35,0	9,1	289	11,3	57,8	6,4
hw	6	0,3	1,2	0,4	5	0,2	1,0	0,5	5	0,3	1,0	0,8	16	0,6	3,2	3,0
(h)w	7	0,3	1,4	0,4	12	0,4	2,4	0,2	11	0,7	2,2	1,2	34	1,3	6,8	1,0
(x)w	34	1,5	6,8	1,9	30	1,1	6,0	1,2	14	0,9	2,8	1,8	5	0,2	1,0	0,3
w	0	0,0	0,0	0,0	0	0,0	0,0	0,0	0	0,0	0,0	0,0	0	0,0	0,0	0,0
eu	1437	63,4	287,4	32,2	1954	70,8	390,8	36,0	1301	79,0	260,2	82,5	1961	76,5	392,2	19,3

Die euryöken Offenlandarten dominierten in allen Jahren die Zönosen der **Wiese**, die von mittleren bis geringen Individuenanteilen der xerophilen und hygrophilen Offenlandarten begleitet wurden (s. Tabelle 16). Arten anderer ökologischer Typen wurden in der Wiese nur in sehr geringen Individuenanteilen nachgewiesen.

In den Gehölzflächen **GEI** und **WAL** dominierten die schwach hygrophilen Waldarten in allen Jahren mit rund 90 % die Zönosen. Daher wiesen Arten aus anderen ökologischen Typen nur sehr geringe Individuenanteile auf.

4.1.5 Flugdynamische Typen

Ein Flächenwechsel von Laufkäfern kann entweder durch Laufaktivität oder durch Flugaktivität erfolgen. Die Voraussetzung für einen Flächenwechsel durch Flugaktivität ist die volle Flugfähigkeit der Tiere. Dazu sind einerseits voll ausgebildete Hautflügel, andererseits eine voll ausgebildete Flugmuskulatur notwendig. Eine Analyse der Laufkäferzönosen nach flugdynamischen Typen gestattet eine Abschätzung des Migrationspotenzials durch Flugaktivität (s. Kapitel 3.3.3).

Die Zönosen der **Agrarholzflächen** setzten sich in allen Jahren vorwiegend aus Individuenanteilen dimorpher und makropterer Arten zusammen und wiesen in allen Jahren nur einen geringen Individuenanteil brachypterer Arten auf (s. Tabelle 17). In den Jahren 2012 bis 2014 wurden in den Zönosen der Flächen KU1 und KU2 maximale Individuenanteile für die dimorphen Arten ermittelt und im Jahr 2011 bestanden die Zönosen vorwiegend aus Individuen der makropteren Arten.

In den Zönosen der Agrarholzflächen KU3 und KU4 traten in drei Jahren die höchsten Individuenanteile für die makropteren Arten auf. Im Jahr 2013 dominierten die Individuenanteile der dimorphen Arten in der Agrarholzfläche KU3 und im Jahr 2014 war dies für die Zönose in der Fläche KU4 zutreffend.

Tabelle 17: Absolute Individuenzahlen (Ind), Dominanzanteile (Dom) in Prozent, Mittelwerte (\bar{x}) und Standardfehler (SE) flugdynamischer Typen der Laufkäferarten in den Agrarholzflächen KU1 - KU4 für die Jahre 2011 - 2014. Das Aufwuchsjahr ist für die Agrarholzflächen in Klammern angegeben. Zellen mit Maximalwerten sind grün, Zellen mit Minimalwerten gelb unterlegt. FdT = flugdynamischer Typ: br = brachypter, di = dimorph, ma = makropter.

KU1																	
2011 (1)				2012 (2)				2013 (3)				2014 (4)					
FdT	Ind	Dom	\bar{x}	SE	Ind	Dom	\bar{x}	SE	Ind	Dom	\bar{x}	SE	Ind	Dom	\bar{x}	SE	
br	53	1,5	10,6	1,0	33	3,4	6,6	1,9	33	3,3	6,6	1,6	51	4,9	10,2	1,2	
di	1321	37,9	264,2	11,8	493	50,7	98,6	9,6	723	72,7	144,6	18,8	716	69,3	143,2	12,7	
ma	2110	60,6	422,0	20,4	447	45,9	89,4	20,1	238	23,9	47,6	10,6	266	25,8	53,2	13,1	
KU2																	
2011 (2)				2012 (3)				2013 (4)				2014 (1)					
FdT	Ind	Dom	\bar{x}	SE	Ind	Dom	\bar{x}	SE	Ind	Dom	\bar{x}	SE	Ind	Dom	\bar{x}	SE	
br	145	3,4	29,0	2,2	45	8,7	9,0	1,6	44	4,2	8,8	2,4	66	5,4	13,2	1,9	
di	846	19,9	169,2	14,4	270	52,1	54,0	3,0	573	55,3	114,6	16,1	659	54,0	131,8	17,0	
ma	3252	76,6	650,4	57,3	203	39,2	40,6	4,7	420	40,5	84,0	12,1	496	40,6	99,2	13,6	
KU3																	
2011 (3)				2012 (1)				2013 (2)				2014 (3)					
FdT	Ind	Dom	\bar{x}	SE	Ind	Dom	\bar{x}	SE	Ind	Dom	\bar{x}	SE	Ind	Dom	\bar{x}	SE	
br	72	3,6	14,4	4,5	40	5,1	8,0	2,1	34	8,4	6,8	3,8	14	1,6	2,8	0,6	
di	597	29,6	119,4	11,7	349	44,7	69,8	6,3	233	57,4	46,6	7,4	338	37,8	67,6	8,6	
ma	1351	66,9	270,2	29,4	392	50,2	78,4	4,9	139	34,2	27,8	7,4	541	60,6	108,2	26,0	

Tabelle 17 (Fortsetzung)

KU4																
2011 (3)				2012 (1)				2013 (2)				2014 (3)				
FdT	Ind	Dom	\bar{x}	SE	Ind	Dom	\bar{x}	SE	Ind	Dom	\bar{x}	SE	Ind	Dom	\bar{x}	SE
br	97	5,0	19,4	2,6	26	3,9	5,2	1,5	30	9,4	6,0	1,5	26	7,1	5,2	1,3
di	571	29,4	114,2	9,6	175	26,1	35,0	2,9	129	40,4	25,8	3,8	217	59,1	43,4	7,9
ma	1277	65,7	255,4	22,3	470	70,0	94,0	7,8	160	50,2	32,0	5,5	124	33,8	24,8	2,9

Die Zönose im **Vorgewende** setzte sich im Jahr 2011 vorwiegend aus Individuen der makropteren Arten zusammen und in den Jahren 2012 bis 2014 bestanden die Zönosen vorwiegend aus Individuen dimorpher Arten (s. Tabelle 18).

In den Jahren 2011, 2013 und 2014 wurden die höchsten Individuenanteile in den Flächen **ACK** und **BRA** für die makropteren Arten ermittelt und im Jahr 2012 bestanden die Zönosen vorwiegend aus Individuen der dimorphen Arten. In der **Wiese** dominierten in allen Jahren die Individuenanteile der makropteren Arten. Der Individuenanteil der brachypteren Arten war in den Flächen ACK, WIE und KUV in allen Jahren sehr gering, während die Zönosen der Brache in den Jahren 2011 bis 2013 etwas höhere Individuenanteile aufwiesen.

Tabelle 18: Absolute Individuenzahlen (Ind), Dominanzanteile (Dom) in Prozent, Mittelwerte (\bar{x}) und Standardfehler (SE) flugdynamischer Typen der Laufkäfer in den Referenzflächen für die Jahre 2011 - 2014. Zellen mit Maximalwerten sind grün, Zellen mit Minimalwerten gelb unterlegt. FdT = flugdynamischer Typ: br = brachypter, di = dimorph, ma = makropter, ACK = Acker, BRA = Brache, GEI = Gehölzinsel, KUV = Vorgewende, WAL = Wald, WIE = Wiese.

ACK																
2011				2012				2013				2014				
FdT	Ind	Dom	\bar{x}	SE	Ind	Dom	\bar{x}	SE	Ind	Dom	\bar{x}	SE	Ind	Dom	\bar{x}	SE
br	58	1,8	11,6	2,2	8	0,5	1,6	0,5	8	0,5	1,6	0,5	64	1,9	12,8	2,9
di	1002	32,0	200,4	15,7	1099	62,5	219,8	44,7	546	41,4	109,2	9,4	1657	48,2	331,4	15,8
ma	2076	66,2	415,2	48,4	650	37,0	130,0	12,4	771	58,5	154,2	10,6	1717	49,9	343,4	14,7

BRA																
2011				2012				2013				2014				
FdT	Ind	Dom	\bar{x}	SE	Ind	Dom	\bar{x}	SE	Ind	Dom	\bar{x}	SE	Ind	Dom	\bar{x}	SE
br	102	7,5	20,4	4,6	36	11,5	7,2	2,0	21	14,1	4,2	0,5	27	3,1	5,4	0,7
di	253	18,5	50,6	6,4	152	48,6	30,4	4,3	60	40,3	12,0	2,4	124	14,0	24,8	3,0
ma	1009	74,0	201,8	10,1	125	39,9	25,0	4,7	68	45,6	13,6	2,8	732	82,9	146,4	12,1

GEI																
2011				2012				2013				2014				
FdT	Ind	Dom	\bar{x}	SE												
br	535	51,1	107,0	22,1	118	21,7	23,6	4,4	385	42,1	77,0	19,8	348	30,4	69,6	15,8
di	182	17,4	36,4	6,0	148	27,3	29,6	3,9	227	24,8	45,4	11,9	198	17,3	39,6	5,4
ma	329	31,5	65,8	12,9	277	51,0	55,4	5,3	302	33,0	60,4	18,6	600	52,4	120,0	32,5

Tabelle 18 (Fortsetzung)

KUV																
2011				2012				2013				2014				
FdT	Ind	Dom	\bar{x}	SE	Ind	Dom	\bar{x}	SE	Ind	Dom	\bar{x}	SE	Ind	Dom	\bar{x}	SE
br	37	1,7	7,4	1,0	23	3,1	4,6	1,1	38	4,4	7,6	1,9	17	1,5	3,4	0,7
di	699	31,3	139,8	15,1	470	62,8	94,0	8,9	452	52,3	90,4	10,1	628	54,7	125,6	10,5
ma	1494	67,0	298,8	26,0	255	34,1	51,0	5,6	375	43,4	75,0	11,0	503	43,8	100,6	15,6
WAL																
2011				2012				2013				2014				
FdT	Ind	Dom	\bar{x}	SE	Ind	Dom	\bar{x}	SE	Ind	Dom	\bar{x}	SE	Ind	Dom	\bar{x}	SE
br	330	84,4	66,0	4,0	104	45,6	20,8	1,9	400	65,6	80,0	12,2	424	58,6	84,8	7,4
di	41	10,5	8,2	2,2	95	41,7	19,0	3,3	163	26,7	32,6	0,7	216	29,9	43,2	3,8
ma	20	5,1	4,0	0,8	29	12,7	5,8	2,3	47	7,7	9,4	9,4	83	11,5	16,6	6,5
WIE																
2011				2012				2013				2014				
FdT	Ind	Dom	\bar{x}	SE	Ind	Dom	\bar{x}	SE	Ind	Dom	\bar{x}	SE	Ind	Dom	\bar{x}	SE
br	4	0,6	0,8	0,6	3	0,6	0,6	0,2	6	1,0	1,2	0,6	8	0,8	1,6	0,5
di	61	8,5	12,2	1,5	62	13,0	12,4	0,9	32	5,3	6,4	1,2	56	5,8	11,2	1,3
ma	656	91,0	131,2	16,5	411	86,3	82,2	13,6	562	93,7	112,4	7,1	900	93,4	180,0	5,0

In der **Gehölzinsel** wurden mittlere bis hohe Individuenanteile für die brachypteren Arten gefunden und in allen Jahren traten auch mittlere bis hohe Individuenanteile der dimorphen Arten auf (s. Tabelle 18). In den Jahren 2011 und 2013 waren in der Gehölzinsel die Individuenanteile der brachypteren Arten maximal, und in den Jahren 2012 und 2014 traf dies für die makropteren Arten zu.

In allen Untersuchungsjahren setzten sich die Zönosen des **Waldes** vorwiegend aus Individuen brachypterer Arten zusammen. Diese wurden in den Jahren 2012 bis 2014 von mittleren bis hohen Individuenanteilen der dimorphen Arten begleitet, während für die makropteren Arten in allen Jahren nur geringe Individuenanteile vorhanden waren.

4.1.6 Körpermassекlassen

Laufkäfer

Generell setzten sich die Zönosen in den **Agrarholzflächen** vorwiegend aus mittelschweren Arten der KMKIII zusammen (s. Tabelle 19). Auch schwere Arten der KMKIV sowie sehr leichte Arten der KMKI traten primär in mittleren bis hohen Individuenanteilen in den Zönosen der Agrarholzflächen auf. Leichte Arten der KMKII wurden vorwiegend in geringen Individuenanteilen gefunden und sehr schwere Arten aus der KMKV waren in allen Agrarholzflächen und Jahren nur in geringen Individuenanteilen vertreten.

Die mittelschweren Arten der KMKIII wiesen mit Ausnahme der Agrarholzfläche KU2 in den Jahren 2011 und 2012 in allen Agrarholzflächen maximale Individuenanteile auf. Im Jahr 2013 dominierten die Individuen der KMKIII die Zönose der Agrarholzfläche KU4 wie auch im Jahr 2014 in der Agrarholzfläche KU3.

In der Agrarholzfläche KU2 waren hingegen in den Jahren 2012 und 2014 die Individuen der sehr leichten Arten der KMKI maximal, wie auch in der Fläche KU1 in den Jahren 2013 und 2014. Im Jahr 2013 dominierten die Individuen der schweren Arten der KMKIV die Zönosen der Agrarholzflächen KU2 und KU3, ebenso wie im Jahr 2014 in der Fläche KU4.

Tabelle 19: Absolute Individuenzahlen (Ind), Dominanzanteile (Dom) in Prozent, Mittelwerte (\bar{x}) und Standardfehler (SE) der Körpermasseklassen (KMK) von Laufkäfern in den Agrarholzflächen KU1 - KU4 für die Jahre 2011 - 2014. Das Aufwuchsjahr ist für die Agrarholzflächen in Klammern angegeben. Zellen mit Maximalwerten sind grün, Zellen mit Minimalwerten gelb unterlegt. Körpermasseklassen [mg]: I = < 5, II = 5 - 9,9, III = 10 - 29,9, IV = 30 - 100, V > 100.

KU1																
2011 (1)				2012 (2)				2013 (3)				2014 (4)				
KMK	Ind	Dom	\bar{x}	SE	Ind	Dom	\bar{x}	SE	Ind	Dom	\bar{x}	SE	Ind	Dom	\bar{x}	SE
I	311	8,9	62,2	8,3	289	29,7	57,8	3,4	428	43,1	85,6	11,2	493	47,7	98,6	6,8
II	260	7,5	52,0	11,3	126	12,9	25,2	4,5	103	10,4	20,6	6,7	66	6,4	13,2	2,8
III	1846	53,0	369,2	20,9	326	33,5	65,2	14,7	143	14,4	28,6	8,9	188	18,2	37,6	12,3
IV	1028	29,5	205,6	9,0	204	21,0	40,8	7,5	293	29,5	58,6	8,3	256	24,8	51,2	7,5
V	39	1,1	7,8	1,4	28	2,9	5,6	1,4	27	2,7	5,4	1,7	30	2,9	6,0	1,2
KU2																
2011 (2)				2012 (3)				2013 (4)				2014 (1)				
KMK	Ind	Dom	\bar{x}	SE	Ind	Dom	\bar{x}	SE	Ind	Dom	\bar{x}	SE	Ind	Dom	\bar{x}	SE
I	212	5,0	42,4	3,8	151	29,2	30,2	2,3	165	15,9	33,0	7,3	364	29,8	72,8	9,7
II	732	17,3	146,4	33,1	48	9,3	9,6	0,8	79	7,6	15,8	3,1	163	13,3	32,6	5,3
III	2406	56,7	481,2	33,6	142	27,4	28,4	3,9	330	31,8	66,0	9,8	284	23,3	56,8	10,0
IV	757	17,8	151,4	14,0	137	26,4	27,4	1,5	444	42,8	88,8	16,6	357	29,2	71,4	10,2
V	136	3,2	27,2	2,4	40	7,7	8,0	1,2	19	1,8	3,8	1,3	53	4,3	10,6	2,1
KU3																
2011 (3)				2012 (1)				2013 (2)				2014 (3)				
KMK	Ind	Dom	\bar{x}	SE	Ind	Dom	\bar{x}	SE	Ind	Dom	\bar{x}	SE	Ind	Dom	\bar{x}	SE
I	178	8,8	35,6	3,3	176	22,5	35,2	4,3	119	29,3	23,8	4,6	204	22,8	40,8	3,1
II	64	3,2	12,8	1,0	57	7,3	11,4	1,9	12	3,0	2,4	0,4	2	0,2	0,4	0,4
III	1275	63,1	255,0	28,4	339	43,4	67,8	5,7	117	28,8	23,4	7,0	498	55,8	99,6	23,9
IV	433	21,4	86,6	12,8	181	23,2	36,2	4,6	127	31,3	25,4	4,6	182	20,4	36,4	6,9
V	70	3,5	14,0	4,5	28	3,6	5,6	1,2	31	7,6	6,2	3,5	7	0,8	1,4	0,2
KU4																
2011 (3)				2012 (1)				2013 (2)				2014 (3)				
KMK	Ind	Dom	\bar{x}	SE	Ind	Dom	\bar{x}	SE	Ind	Dom	\bar{x}	SE	Ind	Dom	\bar{x}	SE
I	77	4,0	15,4	3,5	75	11,2	15,0	2,8	38	11,9	7,6	1,1	114	31,1	22,8	4,6
II	32	1,6	6,4	1,0	65	9,7	13,0	3,2	20	6,3	4,0	0,9	12	3,3	2,4	1,0
III	1248	64,2	249,6	22,2	397	59,2	79,4	5,9	128	40,1	25,6	6,2	73	19,9	14,6	0,7
IV	554	28,5	110,8	8,6	124	18,5	24,8	3,8	122	38,2	24,4	3,4	163	44,4	32,6	6,5
V	34	1,7	6,8	0,8	10	1,5	2,0	0,7	11	3,4	2,2	0,6	5	1,4	1,0	0,3

Im Jahr 2011 bestand die Zönose des **Vorgewendes** mit maximalem Individuenanteil aus mittelschweren Arten der KMKIII, in den Jahren 2012 und 2014 traf dies für die sehr leichten Arten der KMKI zu und im Jahr 2013 wiesen die schweren Arten der KMKIV den größten Individuenanteil auf (s. Tabelle 20).

In der Zönose des **Ackers** dominierten im Jahr 2011 die mittelschweren Arten der KMKIII und in den drei Folgejahren wurden für die sehr leichten Arten der KMKI maximale Individuenanteile gefunden. Für die Zönosen der **Brache** waren in allen Jahren maximale Individuenanteile der mittelschweren Arten der KMKIII charakteristisch.

In der **Wiese** traten die mittelschweren Arten der KMKIII in den Jahren 2011 bis 2013 mit maximalem Individuenanteil in den Zönosen auf, die Individuenanteile der leichten Arten der KMKII dominierten im Jahr 2014.

Tabelle 20: Absolute Individuenzahlen (Ind), Dominanzanteile (Dom) in Prozent, Mittelwerte (\bar{x}) und Standardfehler (SE) der Körpermasseklassen (KMK) von Laufkäfern in den Referenzflächen für die Jahre 2011 - 2014. Körpermasseklassen [mg]: I = < 5, II = 5 - 9,9, III = 10 - 29,9, IV = 30 - 100, V > 100, Zellen mit Maximalwerten sind grün, Zellen mit Minimalwerten gelb unterlegt. ACK = Acker, BRA = Brache, GEI = Gehölzinsel, KUV = Vorgewende, WAL = Wald, WIE = Wiese.

ACK																
2011				2012				2013				2014				
KMK	Ind	Dom	\bar{x}	SE	Ind	Dom	\bar{x}	SE	Ind	Dom	\bar{x}	SE	Ind	Dom	\bar{x}	SE
I	843	26,9	168,6	6,5	1093	62,2	218,6	42,0	646	49,0	129,2	13,5	1551	45,1	310,2	10,1
II	119	3,8	23,8	3,0	261	14,9	52,2	6,2	116	8,8	23,2	2,3	135	3,9	27,0	1,8
III	1576	50,3	315,2	40,2	216	12,3	43,2	2,6	370	28,1	74,0	7,3	1039	30,2	207,8	9,3
IV	544	17,3	108,8	29,0	179	10,2	35,8	3,8	185	14,0	37,0	3,4	652	19,0	130,4	11,7
V	54	1,7	10,8	2,3	8	0,5	1,6	0,5	2	0,2	0,4	0,2	61	1,8	12,2	2,7
BRA																
2011				2012				2013				2014				
KMK	Ind	Dom	\bar{x}	SE	Ind	Dom	\bar{x}	SE	Ind	Dom	\bar{x}	SE	Ind	Dom	\bar{x}	SE
I	106	7,8	21,2	6,7	77	24,6	15,4	5,3	39	26,2	7,8	2,3	80	9,1	16,0	2,8
II	135	9,9	27,0	7,9	23	7,3	4,6	1,4	8	5,4	1,6	0,5	89	10,1	17,8	6,6
III	864	63,3	172,8	16,5	104	33,2	20,8	4,3	49	32,9	9,8	2,5	637	72,1	127,4	7,8
IV	172	12,6	34,4	6,1	80	25,6	16,0	3,3	38	25,5	7,6	0,7	55	6,2	11,0	1,8
V	87	6,4	17,4	3,8	29	9,3	5,8	2,1	15	10,1	3,0	0,5	22	2,5	4,4	0,9
GEI																
2011				2012				2013				2014				
KMK	Ind	Dom	\bar{x}	SE	Ind	Dom	\bar{x}	SE	Ind	Dom	\bar{x}	SE	Ind	Dom	\bar{x}	SE
I	60	5,7	12,0	0,9	48	8,8	9,6	2,2	80	8,8	16,0	3,0	77	6,7	15,4	2,4
II	64	6,1	12,8	1,4	37	6,8	7,4	5,4	13	1,4	2,6	0,9	11	1,0	2,2	0,4
III	431	41,2	86,2	10,4	358	65,9	71,6	7,1	439	48,0	87,8	13,4	722	63,0	144,4	30,1
IV	438	41,9	87,6	20,7	85	15,7	17,0	3,8	370	40,5	74,0	22,7	308	26,9	61,6	15,2
V	53	5,1	10,6	2,2	15	2,8	3,0	0,5	12	1,3	2,4	0,9	28	2,4	5,6	1,5
KUV																
2011				2012				2013				2014				
KMK	Ind	Dom	\bar{x}	SE	Ind	Dom	\bar{x}	SE	Ind	Dom	\bar{x}	SE	Ind	Dom	\bar{x}	SE
I	305	13,7	61,0	11,0	262	35,0	52,4	5,6	252	29,1	50,4	7,2	661	57,6	132,2	13,4
II	86	3,9	17,2	2,7	39	5,2	7,8	1,0	64	7,4	12,8	2,9	163	14,2	32,6	5,8
III	1376	61,7	275,2	23,3	200	26,7	40,0	4,7	210	24,3	42,0	7,4	215	18,7	43,0	4,9
IV	433	19,4	86,6	7,3	226	30,2	45,2	7,8	301	34,8	60,2	5,7	97	8,4	19,4	5,4
V	30	1,3	6,0	1,0	21	2,8	4,2	1,0	38	4,4	7,6	1,9	12	1,0	2,4	0,7

Tabelle 20 (Fortsetzung)

WAL																
2011				2012				2013				2014				
KMK	Ind	Dom	x	SE	Ind	Dom	x	SE	Ind	Dom	x	SE	Ind	Dom	x	SE
I	4	1,0	0,8	0,4	32	14,0	6,4	2,0	33	5,4	6,6	0,9	56	7,7	11,2	2,3
II	3	0,8	0,6	0,4	2	0,9	0,4	0,2	2	0,3	0,4	0,4	1	0,1	0,2	0,2
III	164	41,9	32,8	2,4	125	54,8	25,0	6,0	282	46,2	56,4	6,0	288	39,8	57,6	6,7
IV	200	51,2	40,0	3,3	50	21,9	10,0	1,6	277	45,4	55,4	10,3	333	46,1	66,6	8,3
V	20	5,1	4,0	0,8	19	8,3	3,8	0,9	16	2,6	3,2	0,9	45	6,2	9,0	2,8

WIE																
2011				2012				2013				2014				
KMK	Ind	Dom	x	SE	Ind	Dom	x	SE	Ind	Dom	x	SE	Ind	Dom	x	SE
I	7	1,0	1,4	0,5	23	4,8	4,6	1,4	17	2,8	3,4	0,9	36	3,7	7,2	1,4
II	206	28,6	41,2	6,4	94	19,7	18,8	6,9	255	42,5	51,0	10,5	555	57,6	111,0	10,4
III	502	69,6	100,4	20,5	354	74,4	70,8	8,5	317	52,8	63,4	5,7	364	37,8	72,8	9,7
IV	2	0,3	0,4	0,4	2	0,4	0,4	0,2	5	0,8	1,0	0,3	2	0,2	0,4	0,4
V	4	0,6	0,8	0,6	3	0,6	0,6	0,2	6	1,0	1,2	0,6	7	0,7	1,4	0,6

Die Zönose der **Gehölzinsel** setzte sich im Jahr 2011 aus etwa gleichen Individuenanteilen der mittelschweren Arten der KMKIII und der schweren Arten der KMKIV zusammen (s. Tabelle 20). In den Jahren 2012 bis 2014 wiesen die mittelschweren Arten der KMKIII den größten Individuenanteil in den Zönosen der Fläche GEI auf.

Im **Wald** dominierten die Individuenanteile der schweren Arten der KMKIV in den Jahren 2011 und 2014 und in den Jahren 2012 und 2013 traf das auf die mittelschweren Arten der KMKIII zu.

In den Flächen ACK, KUV und GEI waren die sehr schweren Arten der KMKV nur mit minimalen Individuenanteilen vorhanden, was in allen Jahren auch für die schweren Arten der KMKIV in der **Wiese** und für die leichten Arten der KMKII im **Wald** zutrif. In der **Brache** waren in den Jahren 2011 und 2014 die sehr schweren Arten der KMKV und in den Jahren 2012 und 2013 die leichten Arten der KMKII nur in minimalen Individuenanteilen vertreten.

Spinnentiere

In allen **Agrarholzflächen** waren mit Ausnahme der Fläche KU4 im Jahr 2012 maximale Individuenanteile für die leichten Arten der KMKII charakteristisch (s. Tabelle 21). Auch die sehr leichten Arten der KMKI traten in höheren Individuenanteilen in den Zönosen der Agrarholzflächen auf. Für die Individuenanteile der mittelschweren Arten der KMKIII wurden in allen Jahren geringe Werte gefunden.

Die sehr schweren Arten der KMKV waren in allen Agrarholzflächen und in allen Untersuchungsjahren nur in einzelnen Individuen vertreten oder fehlten gänzlich. In der Agrarholzfläche KU1 wiesen die Individuenanteile der schweren Arten der KMKIV in den Jahren 2011 bis 2013 mittlere Werte auf, während in den anderen Agrarholzflächen nur geringe Werte für diese Körpermasseklasse gefunden wurden.

Tabelle 21: Absolute Individuenzahlen (Ind), Dominanzanteile (Dom) in Prozent, Mittelwerte (\bar{x}) und Standardfehler (SE) der Körpermasseklassen (KMK) von Spinnentieren in den Agrarholzflächen KU1 - KU4 für die Jahre 2011 - 2014. Das Aufwuchsjahr ist für die Agrarholzflächen in Klammern angegeben. Zellen mit Maximalwerten sind grün, Zellen mit Minimalwerten orange unterlegt. Körpermasseklassen [mg]: I = < 5, II = 5 - 9,9, III = 10 - 29,9, IV = 30 - 100, V > 100.

KU1																
KMK	2011 (1)				2012 (2)				2013 (3)				2014 (4)			
	Ind	Dom	\bar{x}	SE	Ind	Dom	\bar{x}	SE	Ind	Dom	\bar{x}	SE	Ind	Dom	\bar{x}	SE
I	362	31,8	72,4	12,2	308	31,9	61,6	10,7	161	29,4	32,2	5,2	408	44,7	81,6	4,4
II	601	52,8	120,2	17,9	473	49,0	94,6	4,5	280	51,2	56,0	2,0	483	53,0	96,6	13,0
III	34	3,0	6,8	1,7	67	6,9	13,4	2,5	6	1,1	1,2	0,6	2	0,2	0,4	0,2
IV	142	12,5	28,4	1,9	116	12,0	23,2	3,0	100	18,3	20,0	7,7	19	2,1	3,8	0,5
V	0	0,0	0,0	0,0	1	0,1	0,2	0,2	0	0,0	0,0	0,0	0	0,0	0,0	0,0

KU2																
KMK	2011 (2)				2012 (3)				2013 (4)				2014 (1)			
	Ind	Dom	\bar{x}	SE												
I	293	15,7	58,6	1,8	181	27,6	36,2	4,6	170	40,6	34,0	6,1	404	35,6	80,8	10,0
II	1366	73,0	273,2	8,6	401	61,1	80,2	2,1	209	49,9	41,8	4,2	675	59,5	135,0	18,4
III	69	3,7	13,8	2,7	22	3,4	4,4	0,8	5	1,2	1,0	0,3	4	0,4	0,8	0,4
IV	144	7,7	28,8	3,3	52	7,9	10,4	2,1	35	8,4	7,0	1,1	50	4,4	10,0	1,7
V	0	0,0	0,0	0,0	0	0,0	0,0	0,0	0	0,0	0,0	0,0	1	0,1	0,2	0,2

KU3																
KMK	2011 (3)				2012 (1)				2013 (2)				2014 (3)			
	Ind	Dom	\bar{x}	SE												
I	118	17,2	23,6	8,3	213	30,6	42,6	9,6	172	30,6	34,4	2,0	253	40,1	50,6	5,0
II	452	65,7	90,4	6,0	376	54,0	75,2	3,0	353	62,8	70,6	9,0	357	56,6	71,4	9,7
III	55	8,0	11,0	2,1	23	3,3	4,6	0,7	7	1,2	1,4	0,6	3	0,5	0,6	0,2
IV	62	9,0	12,4	1,4	84	12,1	16,8	2,7	30	5,3	6,0	1,4	18	2,9	3,6	1,4
V	1	0,1	0,2	0,2	0	0,0	0,0	0,0	0	0,0	0,0	0,0	0	0,0	0,0	0,0

KU4																
KMK	2011 (3)				2012 (1)				2013 (2)				2014 (3)			
	Ind	Dom	\bar{x}	SE	Ind	Dom	\bar{x}	SE	Ind	Dom	\bar{x}	SE	Ind	Dom	\bar{x}	SE
I	161	13,8	32,2	2,0	405	43,4	81,0	6,4	125	22,4	25,0	6,9	108	42,9	21,6	2,6
II	916	78,6	183,2	13,1	391	41,9	78,2	10,4	376	67,4	75,2	3,1	120	47,6	24,0	2,5
III	39	3,3	7,8	0,5	54	5,8	10,8	1,8	20	3,6	4,0	1,0	4	1,6	0,8	0,4
IV	48	4,1	9,6	0,9	84	9,0	16,8	0,8	37	6,6	7,4	1,2	19	7,5	3,8	1,2
V	1	0,1	0,2	0,2	0	0,0	0,0	0,0	0	0,0	0,0	0,0	1	0,4	0,2	0,2

Die Zönose des **Vorgewendes** bestand im Jahr 2011 primär aus Individuen der sehr leichten Arten der KMKI und in den Jahren 2012 bis 2014 aus Individuen leichter Arten der KMKII (s. Tabelle 22).

Die Individuenanteile der sehr leichten Arten der KMKI waren in allen Jahren für die Zönosen des **Ackers** kennzeichnend, während in der **Brache** und der **Wiese** in allen Jahren die Individuen der leichten Arten der KMKII maximale Individuenanteile aufwiesen. In den Jahren 2012 und 2013 traten in der **Brache** mittlere Individuenanteile für die schweren Arten der KMKIV auf, während in den Jahren 2011 und 2014 nur geringe Individuenanteile für Arten aus dieser Körpermasseklasse gefunden wurden.

Tabelle 22: Absolute Individuenzahlen (Ind), Dominanzanteile (Dom) in Prozent, Mittelwerte (\bar{x}) und Standardfehler (SE) der Körpermassenklassen (KMK) von Spinnentieren in den Referenzflächen für die Jahre 2011 - 2014. Körpermassenklassen [mg]: I = < 5, II = 5 - 9,9, III = 10 - 29,9, IV = 30 - 100, V > 100, Zellen mit Maximalwerten sind grün, Zellen mit Minimalwerten gelb unterlegt. ACK = Acker, BRA = Brache, GEI = Gehölzinsel, KUV = Vorgewende, WAL = Wald, WIE = Wiese.

ACK																
KMK	2011				2012				2013				2014			
	Ind	Dom	\bar{x}	SE												
I	1815	83,7	363,0	25,9	1457	86,7	291,4	12,9	784	81,2	156,8	13,2	742	88,8	148,4	8,0
II	254	11,7	50,8	5,2	161	9,6	32,2	8,9	138	14,3	27,6	6,8	74	8,9	14,8	0,6
III	19	0,9	3,8	0,5	16	1,0	3,2	0,6	1	0,1	0,2	0,2	4	0,5	0,8	0,5
IV	81	3,7	16,2	3,7	47	2,8	9,4	1,3	43	4,5	8,6	1,5	16	1,9	3,2	0,6
V	0	0,0	0,0	0,0	0	0,0	0,0	0,0	0	0,0	0,0	0,0	0	0,0	0,0	0,0
BRA																
KMK	2011				2012				2013				2014			
	Ind	Dom	\bar{x}	SE												
I	173	12,2	34,6	4,0	187	21,2	37,4	10,6	67	16,0	13,4	3,8	361	40,1	72,2	6,8
II	1063	74,8	212,6	6,6	522	59,0	104,4	14,3	235	56,1	47,0	8,6	451	50,1	90,2	16,4
III	116	8,2	23,2	4,9	75	8,5	15,0	2,8	24	5,7	4,8	1,3	39	4,3	7,8	1,6
IV	68	4,8	13,6	1,8	99	11,2	19,8	3,0	91	21,7	18,2	5,0	48	5,3	9,6	1,4
V	2	0,1	0,4	0,2	1	0,1	0,2	0,2	2	0,5	0,4	0,2	2	0,2	0,4	0,4
GEI																
KMK	2011				2012				2013				2014			
	Ind	Dom	\bar{x}	SE												
I	137	29,6	27,4	7,5	241	61,0	48,2	13,0	138	29,9	27,6	6,8	525	40,0	105,0	12,4
II	250	54,0	50,0	6,9	118	29,9	23,6	5,0	291	63,1	58,2	7,0	714	54,4	142,8	19,3
III	13	2,8	2,6	0,2	7	1,8	1,4	0,5	6	1,3	1,2	0,8	16	1,2	3,2	1,0
IV	41	8,9	8,2	0,9	29	7,3	5,8	1,0	22	4,8	4,4	0,5	54	4,1	10,8	1,8
V	0	0,0	0,0	0,0	0	0,0	0,0	0,0	0	0,0	0,0	0,0	0	0,0	0,0	0,0
KUV																
KMK	2011				2012				2013				2014			
	Ind	Dom	\bar{x}	SE												
I	764	54,5	152,8	15,1	918	41,4	183,6	12,3	428	33,2	85,6	12,2	242	15,0	48,4	3,4
II	488	34,8	97,6	7,5	1130	50,9	226,0	18,7	801	62,1	160,2	19,0	1311	81,2	262,2	26,5
III	20	1,4	4,0	1,4	63	2,8	12,6	2,5	9	0,7	1,8	0,7	12	0,7	2,4	0,7
IV	129	9,2	25,8	2,6	108	4,9	21,6	1,8	52	4,0	10,4	1,9	49	3,0	9,8	1,4
V	0	0,0	0,0	0,0	0	0,0	0,0	0,0	0	0,0	0,0	0,0	0	0,0	0,0	0,0
WAL																
KMK	2011				2012				2013				2014			
	Ind	Dom	\bar{x}	SE												
I	38	20,2	7,6	1,0	215	62,9	43,0	6,9	45	18,9	9,0	3,7	217	31,9	43,4	4,4
II	77	41,0	15,4	1,2	95	27,8	19,0	5,4	164	68,9	32,8	3,2	294	43,2	58,8	12,3
III	14	7,4	2,8	0,5	4	1,2	0,8	0,4	4	1,7	0,8	0,6	3	0,4	0,6	0,2
IV	59	31,4	11,8	1,3	27	7,9	5,4	1,3	25	10,5	5,0	1,2	165	24,3	33,0	3,3
V	0	0,0	0,0	0,0	0	0,0	0,0	0,0	0	0,0	0,0	0,0	1	0,1	0,2	0,2

Tabelle 22 (Fortsetzung)

KMK	WIE															
	2011				2012				2013				2014			
	Ind	Dom	π	SE												
I	544	24,0	108,8	12,2	637	23,1	127,4	9,0	507	30,8	101,4	16,2	685	26,7	137,0	12,9
II	1278	56,3	255,6	30,6	1760	63,7	352,0	36,2	996	60,5	199,2	77,9	1696	66,1	339,2	23,7
III	391	17,2	78,2	13,6	299	10,8	59,8	8,3	87	5,3	17,4	5,5	148	5,8	29,6	1,9
IV	55	2,4	11,0	3,2	65	2,4	13,0	0,9	56	3,4	11,2	3,0	36	1,4	7,2	0,6
V	0	0,0	0,0	0,0	0	0,0	0,0	0,0	0	0,0	0,0	0,0	0	0,0	0,0	0,0

Die Zönosen der Flächen **GEI** und **WAL** bestanden in den Jahren 2011, 2013 und 2014 aus Individuen der leichten Arten der KMKII und im Jahr 2012 dominierten die sehr leichten Individuen der KMKI (s. Tabelle 22). Die schweren Arten der KMKIV wiesen in den Zönosen der Fläche GEI in allen Jahren geringere Individuenanteile auf, während im Wald vergleichsweise hohe Individuenanteile für die schweren Arten der KMKIV in den Jahren 2011 und 2014 auftraten.

4.1.7 Artendiversität (Alpha - Diversität)

Zur Charakterisierung der Artendiversität (s. Kapitel 3.4.1) der Zönosen in den Untersuchungsflächen wurden die Diversitätsmaße Log series α , Shannon - Index, die Evenness und der reziproke Simpson - Index für die Laufkäfer - und Spinnentiergemeinschaften je Untersuchungszeitraum sowie für den gesamten Untersuchungszeitraum (s. Tabellen A14 und A15) auf Einzelfallenbasis berechnet und mit einer ein-faktoriellen ANOVA auf statistisch signifikante Unterschiede zwischen den Flächen geprüft (s. Tabellen 23 und 24). Die über den gesamten Untersuchungszeitraum gemittelten Werte für den Shannon - Index je Fläche sind in Abbildung 11 für die Laufkäfer und in Abbildung 12 für die Spinnentiere grafisch dargestellt.

Laufkäfer

Die Laufkäferzönosen der **Agrarholzflächen** und des **Vorgewendes** wiesen mit Ausnahme der Fläche KU4 im Mittel der Jahre 2011 bis 2014 eine statistisch signifikant höhere Heterogenität in der Artenzusammensetzung (Shannon - Index) im Vergleich zu den Referenzflächen auf (s. Abbildung 11 und Tabelle 23).

Individuenarme Arten (Log series α) wurden in allen Agrarholzflächen mit Ausnahme der Flächen KUV und BRA in statistisch signifikant höherer Anzahl als in den Referenzflächen gefunden. Die Individuen zeigten in den Zönosen der Agrarholzflächen eine statistisch signifikant höhere Gleichverteilung auf die Arten (Evenness) im Vergleich zu derjenigen in den Flächen ACK, BRA, GEI und WIE. In den Flächen KU1, KU3 und KUV waren die Zönosen im Vergleich zu denen der weiteren Referenzflächen durch eine statistisch signifikant höhere Anzahl individuenreicher Arten (Simpson - Index) geprägt.

Im Vergleich der Agrarholzflächen zueinander traten für die Diversitätsindices Log series α und Shannon sowie für die Evenness im Mittel der Jahre 2011 - 2014 keine statistisch signifikanten Unterschiede in den Zönosen auf. In den Agrarholzflächen KU1 und KU3 wiesen die Zönosen eine statistisch signifikant höhere Anzahl individuenreicher Arten (Simpson - Index) im Vergleich zu den Flächen KU2 und KU4 auf.

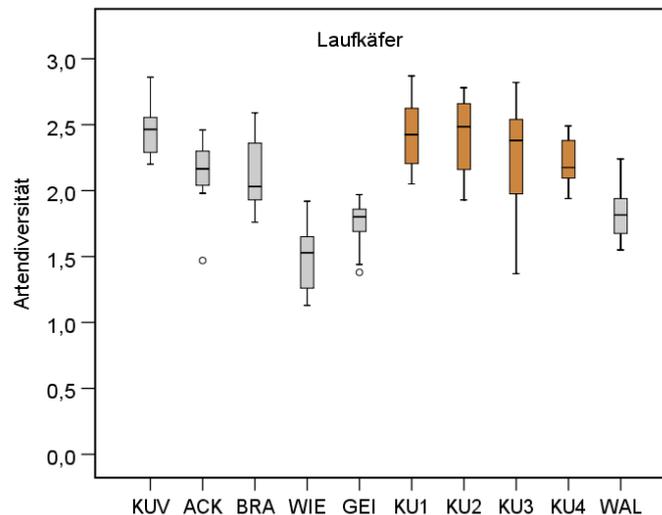


Abbildung 11: Boxplots der Artendiversität (Shannon - Index) für die Laufkäfer. Median für den Untersuchungszeitraum 2011 - 2014. KUV = Vorgewende, ACK = Acker, BRA = Brache, WIE = Wiese, GEI = Gehölzinsel, KU1 - KU4 = Agrarholzflächen, WAL = Wald. Kreise kennzeichnen Ausreißer zwischen 1,5 und 3,0 Interquartilabstand (IQA).

Für die Zönosen des **Ackers** war im Mittel der Jahre 2011 bis 2014 eine vergleichsweise hohe Anzahl individuenreicher Arten (reziproker Simpson - Index) sowie eine inhomogene Verteilung der Individuen auf die Arten (Evenness) kennzeichnend (s. Tabelle A14). Weiterhin wiesen die Zönosen für die Heterogenität in der Artenzusammensetzung (Shannon - Index) und für die Anzahl individuenarmer Arten (Log series α) in diesem Zeitraum mittlere Werte auf.

Die Zönosen der **Brache** wurden durch eine mittlere Heterogenität in der Artenzusammensetzung (Shannon - Index) und eine eher homogene Verteilung der Individuen auf die Arten (Evenness) im Mittel der Jahre 2011 bis 2014 gekennzeichnet. Individuenarme Arten (Log series α) traten in hoher und individuenreiche Arten (reziproker Simpson - Index) in mittlerer Anzahl in den Zönosen auf.

Für die Arten des **Waldes** war eine hohe Gleichverteilung der Individuen auf die Arten (Evenness) im Mittel der Jahre 2011 bis 2014 charakteristisch. Die Zönosen setzten sich aus einer mittleren Anzahl individuenreicher Arten (reziproker Simpson - Index) und sehr wenigen individuenarmen Arten (Log series α) zusammen und wiesen eine geringe Heterogenität in der Artenzusammensetzung (Shannon - Index) auf. In den Zönosen der Flächen **GEI** und **WIE** wurden für alle Diversitätsmaße im Mittel der Jahre 2011 - 2014 geringe bis sehr geringe Werte gefunden.

Tabelle 23: Gerundete Mittelwerte der Arten - Diversitätsindices Log series α , Shannon - Index, Evenness und reziproker Simpson - Index für die Laufkäfer, berechnet aus den Werten von fünf Einzelfallen je Untersuchungsfläche und -jahr sowie für den gesamten Untersuchungszeitraum. Das Aufwuchsjahr für die Agrarholzflächen ist in Klammern angegeben. Einfaktorielle ANOVA (Duncan Test, $p \leq 0.05$), Freiheitsgrade df: 9,40, F = F - Wert, a, b, c, d, e, f, g indizieren statistisch signifikante Unterschiede zwischen den Flächen. Zellen mit Maximalwerten sind grün, Zellen mit Minimalwerten gelb unterlegt. ACK = Acker, BRA = Brache, GEI = Gehölzinsel, KU1 - KU4 = Agrarholzflächen, KUV = Vorgehende, WAL = Wald, WIE = Wiese.

2011	F	ACK	BRA	GEI	KU1 (1)	KU2 (2)	KU3 (3)	KU4 (3)	KUV	WAL	WIE
Log series α	20,6	4,3 ^{c,d}	5,3 ^{b,c}	4,1 ^d	5,9 ^{a,b}	5,8 ^{a,b}	6,7 ^a	6,0 ^{a,b}	6,5 ^a	2,2 ^e	2,8 ^e
Shannon	27	2,1 ^{b,c,d}	2,0 ^d	1,7 ^e	2,2 ^{a,b,c}	2,1 ^{b,c,d}	2,3 ^a	2,1 ^{c,d}	2,2 ^{a,b}	1,6 ^e	1,4 ^f
Evenness	5,9	0,7 ^b	0,7 ^{b,c}	0,6 ^{b,c}	0,7 ^{b,c}	0,6 ^{b,c}	0,7 ^b	0,6 ^{b,c}	0,7 ^b	0,8 ^a	0,6 ^c
Simpson	15,9	6,1 ^{a,b}	4,6 ^c	3,4 ^{d,e}	6,1 ^{a,b}	5,2 ^{b,c}	6,8 ^a	5,2 ^{b,c}	6,7 ^a	4,4 ^{c,d}	2,8 ^e
2012	F	ACK	BRA	GEI	KU1 (2)	KU2 (3)	KU3 (1)	KU4 (1)	KUV	WAL	WIE
Log series α	14,3	4,8 ^c	7,6 ^{a,b}	3,7 ^c	8,4 ^{a,b}	9,1 ^a	8,1 ^{a,b}	7,2 ^b	7,8 ^{a,b}	4,1 ^c	4,0 ^c
Shannon	24,8	1,9 ^d	2,3 ^c	1,8 ^d	2,7 ^a	2,7 ^a	2,6 ^{a,b}	2,4 ^{b,c}	2,5 ^{a,b,c}	1,9 ^d	1,5 ^e
Evenness	10,4	0,6 ^{c,d}	0,8 ^a	0,7 ^{b,c}	0,8 ^a	0,9 ^a	0,8 ^a	0,8 ^{a,b}	0,8 ^{a,b}	0,8 ^a	0,6 ^d
Simpson	23,2	4,3 ^{d,e}	7,7 ^c	4,1 ^{d,e}	10,6 ^{a,b}	12,0 ^a	10,0 ^b	7,8 ^c	7,8 ^c	5,6 ^d	2,7 ^e
2013	F	ACK	BRA	GEI	KU1 (3)	KU2 (4)	KU3 (2)	KU4 (2)	KUV	WAL	WIE
Log series α	12	5,7 ^c	10,4 ^a	3,5 ^d	7,6 ^{b,c}	6,5 ^{b,c}	8,5 ^{a,b}	5,8 ^c	7,2 ^{b,c}	2,5 ^d	3,3 ^d
Shannon	18,5	2,4 ^a	2,3 ^a	1,8 ^b	2,4 ^a	2,3 ^a	2,4 ^a	2,2 ^a	2,4 ^a	1,9 ^b	1,5 ^c
Evenness	18,8	0,8 ^{c,d}	0,9 ^a	0,7 ^e	0,7 ^d	0,7 ^d	0,8 ^b	0,8 ^b	0,8 ^{c,d}	0,8 ^{b,c}	0,6 ^f
Simpson	7,8	8,3 ^a	8,1 ^a	4,4 ^{c,d}	6,9 ^{a,b}	7,0 ^{a,b}	8,1 ^a	6,7 ^{a,b}	6,9 ^{a,b}	5,4 ^{b,c}	3,2 ^d
2014	F	ACK	BRA	GEI	KU1 (4)	KU2 (1)	KU3 (3)	KU4 (3)	KUV	WAL	WIE
Log series α	17,5	5,4 ^b	6,7 ^a	3,8 ^{c,d}	7,2 ^a	7,6 ^a	4,5 ^{b,c}	7,6 ^a	8,1 ^a	2,9 ^d	3,7 ^{c,d}
Shannon	26,6	2,2 ^b	1,9 ^c	1,7 ^{c,d}	2,5 ^a	2,5 ^a	1,7 ^{d,e}	2,2 ^b	2,6 ^a	1,9 ^c	1,5 ^e
Evenness	14,8	0,7 ^b	0,6 ^b	0,6 ^b	0,8 ^a	0,8 ^a	0,6 ^{b,c}	0,8 ^a	0,8 ^a	0,8 ^a	0,5 ^c
Simpson	16,3	6,4 ^{b,c}	3,6 ^e	3,9 ^{d,e}	7,8 ^b	8,0 ^b	3,4 ^e	6,0 ^c	10,0 ^a	5,5 ^{c,d}	2,9 ^e
2011 - 2014	F	ACK	BRA	GEI	KU1	KU2	KU3	KU4	KUV	WAL	WIE
Log series α	38,1	6,9 ^c	8,8 ^{a,b}	5,0 ^d	8,0 ^b	8,0 ^b	8,8 ^{a,b}	8,0 ^b	9,8 ^a	3,1 ^e	4,8 ^d
Shannon	94,9	2,4 ^b	2,4 ^b	2,0 ^{c,d}	2,7 ^a	2,7 ^a	2,7 ^a	2,5 ^{a,b}	2,7 ^a	2,0 ^c	1,7 ^d
Evenness	32,1	0,7 ^b	0,7 ^b	0,6 ^c	0,7 ^a	0,7 ^a	0,7 ^a	0,7 ^a	0,7 ^a	0,7 ^a	0,6 ^d
Simpson	69,8	8,0 ^b	6,2 ^c	4,5 ^d	10,3 ^a	8,9 ^b	11,0 ^a	8,5 ^b	10,5 ^a	5,9 ^c	3,5 ^e

Die höchsten Werte traten für die Diversitätsmaße Log series α , Shannon und Simpson in den Jahren **2011** und **2012** in den Zönosen einer Agrarholzfläche auf (s. Tabelle 23). In fast allen Fällen waren diese Werte statistisch signifikant unterschiedlich zu denen der Referenzflächen, mit Ausnahme der Fläche KUV. Die Zönose des Waldes wies im Jahr 2011 den statistisch signifikant höchsten Wert für die Evenness auf und im Jahr 2012 trat der maximale Wert in der Agrarholzfläche KU2 auf.

Im Jahr **2013** wurden die höchsten Werte für Log series α und die Evenness in der Zönose der Brache gefunden. Diese Werte unterschieden sich statistisch signifikant von denen aller anderen Flächen mit Ausnahme von Log series α in der Agrarholzfläche KU3. Die maximalen Werte des Shannon - Index waren im Jahr 2013 in den Flächen ACK, KU1, KU3 und KUV vorhanden und die Zönose des Ackers wies den höchsten reziproken Simpson - Index auf.

Für die Zönose des Vorgewendes waren im Jahr **2014** die höchsten Werte für die Diversitätsmaße Log series α , Shannon und Simpson vorhanden und in den Zönosen der Flächen KU1, KU2, KU4, KUV und WAL traten übereinstimmend hohe Werte für die Evenness auf. In allen Jahren wurden die geringsten Werte für die Indices Shannon und reziproker Simpson sowie für die Evenness in den Zönosen der Wiese gefunden, während Log series α in denen des Waldes minimale Werte aufwies.

Spinnentiere

Die Spinnentierzönosen der **Agrarholzflächen** KU1, KU2 und KU3 zeigten im Mittel der Jahre 2011 bis 2014 eine statistisch signifikant höhere Heterogenität in der Artenzusammensetzung (Shannon - Index) im Vergleich zu denen der Referenzflächen (s. Abbildung 12 und Tabelle 24). In den Agrarholzflächen KU1 bis KU3 trat eine statistisch signifikant höhere Anzahl individuenreicher Arten (reziproker Simpson - Index) auf und zusammen mit der Zönose des Waldes waren die Individuen in allen Agrarholzflächen im Mittel der Jahre 2011 bis 2014 statistisch signifikant homogener auf die Arten verteilt (Evenness) als in den anderen Flächen.

Für den gesamten Untersuchungszeitraum betrachtet wurde in den Zönosen der Flächen KU1, KU2, BRA und WAL eine statistisch signifikant höhere Anzahl individuenarmer Arten (Log series α) im Vergleich zu denen der anderen Flächen gefunden. Im Vergleich der Agrarholzflächen zueinander wiesen die Zönosen für alle Diversitätsmaße in der Mehrzahl statistisch signifikante Unterschiede im Mittel der Jahre 2011 bis 2014 auf.

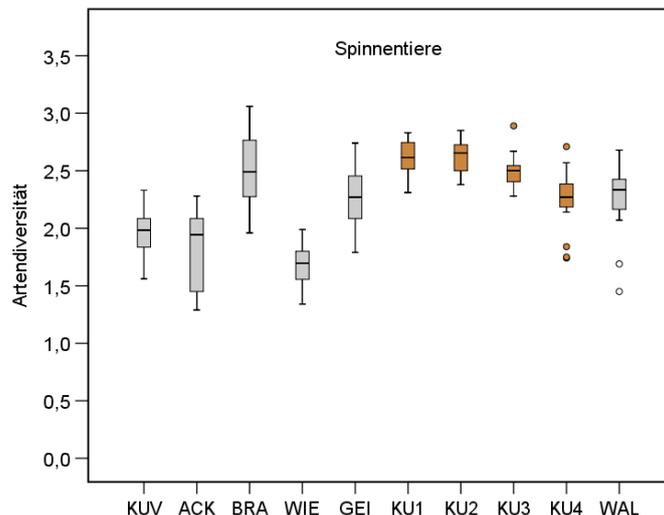


Abbildung 12: Boxplots der Artendiversität (Shannon - Index) für die Spinnentiere. Median für den Untersuchungszeitraum 2011 - 2014. KUV = Vorgewende, ACK = Acker, BRA = Brache, WIE = Wiese, GEI = Gehölzinsel, KU1 - KU4 = Agrarholzflächen, WAL = Wald. Kreise kennzeichnen Ausreißer zwischen 1,5 und 3,0 Interquartilabstand (IQA).

Für die Zönosen der **Brache** war eine große Heterogenität in der Artenzusammensetzung (Shannon - Index) im Mittel der Jahre 2011 bis 2014 charakteristisch. Dies wurde von einer homogeneren Verteilung der Individuen auf die Arten (Evenness) begleitet (s. Tabelle A15). Die Zönosen zeichneten sich

durch eine relativ hohe Anzahl individuenreicher Arten (reziproker Simpson - Index) aus und wiesen im Vergleich zu den anderen Flächen eine maximale Anzahl individuenarmer Arten (Log series α) auf. Die Zönosen der Flächen **ACK**, **KUV** und **WIE** waren für alle Diversitätsmaße im Mittel der Jahre 2011 bis 2014 durch geringe Werte gekennzeichnet.

Tabelle 24: Gerundete Mittelwerte der Arten - Diversitätsindices Log series α , Shannon - Index, Evenness und reziproker Simpson - Index für die Spinnentiere, berechnet aus den Werten von fünf Einzelfällen je Untersuchungsfläche und -jahr sowie für den gesamten Untersuchungszeitraum. Das Aufwuchsjahr für die Agrarholzflächen ist in Klammern angegeben. Einfaktorielle ANOVA (Duncan Test, $p \leq 0.05$), Freiheitsgrade df: 9,40, F = F - Wert, a, b, c, d, e, f, g indizieren statistisch signifikante Unterschiede zwischen den Flächen. Zellen mit Maximalwerten sind grün, Zellen mit Minimalwerten gelb unterlegt. ACK = Acker, BRA = Brache, GEI = Gehölzinsel, KU1 - KU4 = Agrarholzflächen, KUV = Vorgehende, WAL = Wald, WIE = Wiese.

2011	F	ACK	BRA	GEI	KU1 (1)	KU2 (2)	KU3 (3)	KU4 (3)	KUV	WAL	WIE
Log series α	4,9	5,9 ^b	9,0 ^a	9,0 ^a	9,4 ^a	8,3 ^a	8,6 ^a	8,4 ^a	5,4 ^b	9,9 ^a	5,4 ^b
Shannon	40,1	1,4 ^e	2,4 ^b	2,5 ^b	2,7 ^a	2,5 ^{a,b}	2,6 ^{a,b}	2,4 ^b	2,1 ^c	2,4 ^b	1,9 ^d
Evenness	91,9	0,4 ^f	0,7 ^{c,d}	0,8 ^b	0,8 ^b	0,7 ^c	0,8 ^b	0,7 ^c	0,7 ^d	0,9 ^a	0,6 ^e
Simpson	18	2,0 ^g	6,4 ^{d,e}	8,2 ^{b,c,d}	10,4 ^a	8,7 ^{a,b,c}	9,2 ^{a,b}	7,0 ^{c,d}	5,1 ^{e,f}	8,9 ^{a,b,c}	3,8 ^f
2012	F	ACK	BRA	GEI	KU1 (2)	KU2 (3)	KU3 (1)	KU4 (1)	KUV	WAL	WIE
Log series α	9,1	5,4 ^{e,f}	10,2 ^a	8,3 ^{b,c,d}	8,9 ^{a,b,c}	9,5 ^{a,b}	7,5 ^{c,d}	6,6 ^{d,e,f}	4,8 ^f	7,2 ^{c,d,e}	5,4 ^{e,f}
Shannon	26	1,7 ^d	2,6 ^a	2,2 ^b	2,6 ^a	2,6 ^a	2,5 ^a	2,3 ^b	2,0 ^c	2,3 ^b	1,7 ^d
Evenness	23,5	0,5 ^c	0,8 ^a	0,7 ^a	0,7 ^b	0,8 ^a	0,5 ^c				
Simpson	15,7	2,8 ^e	8,2 ^{a,b,c}	6,7 ^{c,d}	9,6 ^a	9,9 ^a	8,9 ^{a,b}	6,7 ^{c,d}	5,0 ^d	7,2 ^{b,c}	2,8 ^e
2013	F	ACK	BRA	GEI	KU1 (3)	KU2 (4)	KU3 (2)	KU4 (2)	KUV	WAL	WIE
Log series α	7,8	5,5 ^{b,c}	6,9 ^{b,c}	7,2 ^b	9,5 ^a	10,3 ^a	6,6 ^{b,c}	7,0 ^{b,c}	5,7 ^{b,c}	5,1 ^c	5,2 ^{b,c}
Shannon	11,3	2,1 ^{c,d,e}	2,2 ^{c,d}	2,3 ^{b,c}	2,6 ^{a,b}	2,7 ^a	2,4 ^{b,c}	1,9 ^{d,e,f}	1,9 ^{e,f}	1,9 ^{d,e,f}	1,7 ^f
Evenness	15,1	0,7 ^{c,d}	0,8 ^{b,c}	0,8 ^{b,c}	0,8 ^{a,b}	0,9 ^a	0,8 ^{a,b}	0,7 ^{d,e}	0,6 ^{e,f}	0,8 ^{b,c}	0,6 ^f
Simpson	12,6	5,6 ^{c,d}	6,2 ^{b,c}	6,9 ^{b,c}	8,3 ^b	11,3 ^a	7,3 ^{b,c}	3,5 ^{d,e}	3,7 ^{d,e}	5,2 ^{c,d,e}	3,2 ^e
2014	F	ACK	BRA	GEI	KU1 (4)	KU2 (1)	KU3 (3)	KU4 (3)	KUV	WAL	WIE
Log series α	6,8	7,2 ^{c,d,e}	13,2 ^a	6,5 ^{d,e}	10,2 ^b	9,5 ^{b,c}	8,7 ^{b,c,d}	9,4 ^{b,c}	9,0 ^{b,c,d}	8,0 ^{b,c,d}	5,1 ^e
Shannon	32,3	2,0 ^d	2,9 ^a	2,1 ^d	2,5 ^{b,c}	2,6 ^b	2,5 ^{b,c}	2,3 ^c	1,9 ^d	2,4 ^{b,c}	1,6 ^e
Evenness	39,9	0,6 ^c	0,8 ^a	0,7 ^c	0,8 ^b	0,8 ^b	0,8 ^{a,b}	0,8 ^a	0,5 ^d	0,8 ^{a,b}	0,5 ^d
Simpson	31	4,2 ^{c,d}	12,3 ^a	5,6 ^c	7,9 ^b	8,9 ^b	8,4 ^b	7,2 ^b	3,1 ^d	7,7 ^b	2,6 ^d
2011 - 2014	F	ACK	BRA	GEI	KU1	KU2	KU3	KU4	KUV	WAL	WIE
Log series α	17,6	8,1 ^d	14,4 ^a	11,3 ^c	14,1 ^a	13,2 ^{a,b}	11,4 ^c	11,2 ^c	8,7 ^d	11,8 ^{b,c}	7,0 ^d
Shannon	222,9	1,9 ^f	2,9 ^c	2,5 ^d	3,1 ^a	3,0 ^b	3,0 ^b	2,8 ^c	2,3 ^e	2,8 ^c	1,8 ^g
Evenness	136,5	0,5 ^f	0,7 ^c	0,7 ^d	0,8 ^a	0,7 ^b	0,8 ^a	0,7 ^b	0,6 ^e	0,8 ^{a,b}	0,5 ^f
Simpson	86,9	3,0 ^g	9,5 ^d	7,3 ^e	14,9 ^a	13,6 ^{a,b}	13,3 ^b	9,4 ^d	5,2 ^f	10,9 ^c	3,0 ^g

In den Flächen **GEI** und **WAL** zeigten die Arten eine homogene Verteilung der Individuen auf die Arten (Evenness). Für die Diversitätsmaße Log series α und Shannon traten im gesamten Untersuchungszeitraum hohe Werte in den Zönosen beider Flächen auf, die im Wald von hohen Werten für den reziproken Simpson - Index begleitet wurden.

Die Diversitätsmaße zeigten für die Spinnentierzönosen in den einzelnen Jahren eine sehr heterogene Ausprägung (s. Tabelle 24). Die Werte aller Diversitätsmaße erreichten in den Agrarholzflächen in allen Jahren hohe bis sehr hohe Werte, die jedoch für Log series α im Jahr 2011 im Wald und in den Jahren 2012 und 2014 in der Brache maximal waren.

Im Jahr **2011** wurde der statistisch signifikant höchste Wert für die Evenness in der Zönose des Waldes gefunden. In den Zönosen der Flächen ACK, KUV und WIE traten im Jahr 2011 die statistisch signifikant geringsten Werte für Log series α auf und im Jahr **2012** traf dies für die Evenness in den Flächen ACK und WIE zu. Die Zönose der Brache wies im Jahr 2012 den höchsten Wert für Log series α auf. Für den Shannon - Index wurde der maximale Wert im Jahr 2011 in der Zönose von KU1 gefunden und im Jahr 2012 war dies in den Zönosen der Flächen KU1, KU2 und BRA zutreffend. Der höchste Wert für den reziproken Simpson - Index war im Jahr 2011 in der Zönose der Fläche KU1 vorhanden und im Jahr 2012 trat der höchste Wert in der Zönose der Agrarholzfläche KU2 auf.

Im Jahr **2013** wies die Zönose der Fläche KU2 für alle Diversitätsmaße statistisch signifikant höhere Werte im Vergleich zu den Zönosen der Referenzflächen auf. Im Jahr **2014** traf dies in nahezu allen Fällen für die Zönose der Brache zu. Die statistisch signifikant geringsten Werte wurden für die Indices Shannon und reziproker Simpson sowie für die Evenness in den Jahren 2011 und 2012 in den Zönosen des Ackers gefunden. In den Jahren 2012 bis 2014 war dies in fast allen Fällen für die Zönose der Wiese zutreffend.

4.1.8 Habitatpräferenz - Diversität

Zur Kennzeichnung der Habitatpräferenz - Diversitäten (s. Kapitel 3.4.1) in den Untersuchungsflächen wurden die Individuenzahlen für jede differenzierte Habitatpräferenzgruppe der Laufkäfer - und Spinnentierarten auf Einzelfallenbasis summiert (s. Kapitel 3.3.2). Für die Individuenzahlen je Habitatpräferenzgruppe wurden für beide Tiergruppen die Diversitätsmaße Log series α , Shannon - Index, die Evenness und der reziproke Simpson - Index je Untersuchungszeitraum sowie für den gesamten Untersuchungszeitraum (s. Tabellen A16 und A17) berechnet und mit einer einfaktoriellen ANOVA auf statistisch signifikante Unterschiede zwischen den Flächen geprüft (s. Tabellen 25 und 26). Die über den gesamten Untersuchungszeitraum je Fläche gemittelten Werte für den Shannon - Index sind in Abbildung 13 für die Laufkäfer und in Abbildung 14 für die Spinnentiere grafisch dargestellt.

Laufkäfer

In allen **Agrarholzflächen**, dem Vorgewende und der Brache wiesen die Laufkäferzönosen im Mittel der Jahre 2011 bis 2014 eine statistisch signifikant höhere Heterogenität in der Zusammensetzung der Habitatpräferenzgruppen (Shannon - Index) im Vergleich zu den weiteren Referenzflächen auf (s. Abbildung 13 und Tabelle 25). Die statistisch signifikant geringsten Werte für die Shannon - Indices traten im Mittel der Jahre 2011 bis 2014 in der Gehölzinsel und im Wald auf.

In den Agrarholzflächen, der Brache und dem Vorgewende setzten sich die Zönosen im Vergleich zu denen der weiteren Referenzflächen aus einer statistisch signifikant höheren Anzahl individuenarmer Habitatpräferenzgruppen (Log series α) zusammen. Die Flächen ACK und GEI waren im Vergleich zu den Agrarholzflächen im Mittel der Jahre 2011 bis 2014 durch eine statistisch signifikant geringere Gleichverteilung der Individuen auf die Habitatpräferenzgruppen (Evenness) gekennzeichnet.

In den Zönosen der Agrarholzflächen, sowie in denen der Flächen BRA und KUV trat in diesem Zeitraum eine statistisch signifikant höhere Anzahl individuenreicher Habitatpräferenzgruppen (reziproker Simpson - Index) als in den Zönosen der weiteren Referenzflächen auf. Im Vergleich der Agrarholzflächen zueinander wiesen die Zönosen der Agrarholzflächen im Mittel der Jahre 2011 - 2014 keine statistisch signifikanten Unterschiede in den Werten der Diversitätsmaße auf.

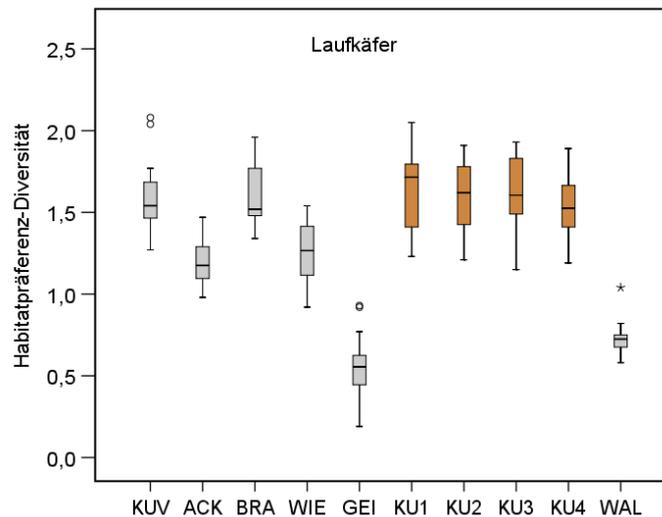


Abbildung 13: Boxplots der Habitatpräferenz - Diversität (Shannon - Index) für die Laufkäfer. Median für den Untersuchungszeitraum 2011 - 2014. KUV = Vorgewende, ACK = Acker, BRA = Brache, WIE = Wiese, GEI = Gehölzinsel, KU1 - KU4 = Agrarholzflächen, WAL = Wald. Kreise kennzeichnen Ausreißer zwischen 1,5 und 3,0, Sterne > 3,0 Interquartilabstand (IQA).

Für die Zönosen des **Ackers** war im Mittel der Jahre 2011 bis 2014 eine geringe Heterogenität in der Zusammensetzung der Habitatpräferenzgruppen (Shannon - Index) kennzeichnend (s. Tabelle A16). Die Zönosen zeigten eine sehr heterogene Verteilung der Individuen auf die Habitatpräferenzgruppen (Evenness), die sich aus einer geringen Anzahl individuenreicher (reziproker Simpson - Index) und individuenarmer Habitatpräferenzgruppen (Log series α) zusammensetzten.

In den Zönosen der Flächen **BRA** und **KUV** bestand im Mittel der Jahre 2011 bis 2014 eine große Heterogenität in der Zusammensetzung der Habitatpräferenzgruppen (Shannon - Index). In diesen Flächen zeigten die Individuen der Zönosen eine eher inhomogene Verteilung auf die Habitatpräferenzgruppen (Evenness) und sowohl für individuenarme (Log series α) als auch für individuenreiche Habitatpräferenzgruppen (reziproker Simpson - Index) wurden hohe Werte ermittelt.

Im **Wald** waren für alle Habitatpräferenz - Diversitätsmaße geringe Werte im Mittel der Jahre 2011 bis 2014 vorhanden.

Die Zönosen der **Gehölzinsel** zeigten für den gesamten Untersuchungszeitraum betrachtet eine sehr geringe Heterogenität in der Zusammensetzung der Habitatpräferenzgruppen (Shannon - Index). Für diese Zönosen war eine sehr hohe Anzahl individuenarmer (Log series α) und eine sehr geringe Anzahl individuenreicher Habitatpräferenzgruppen (reziproker Simpson - Index) kennzeichnend, die von einer sehr heterogenen Individuenverteilung (Evenness) begleitet wurden.

Im Mittel der Jahre 2011 bis 2014 wiesen die Zönosen der **Wiese** geringe Werte für die Indices Log series α und Shannon sowie für die Evenness auf und mittlere Werte für den reziproken Simpson - Index.

Tabelle 25: Gerundete Mittelwerte der Habitatpräferenz - Diversitätsindices Log series α , Shannon - Index, Evenness und reziproker Simpson - Index für die Laufkäfer, berechnet aus den Werten von fünf Einzelfällen je Untersuchungsfläche und -jahr sowie für den gesamten Untersuchungszeitraum. Das Aufwuchsjahr für die Agrarholzflächen ist in Klammern angegeben. Einfaktorielle ANOVA (Duncan Test, $p \leq 0.05$), Freiheitsgrade df: 9,40, F = F - Wert, a, b, c, d, e, f, g indizieren statistisch signifikante Unterschiede zwischen den Flächen. Zellen mit Maximalwerten sind grün, Zellen mit Minimalwerten gelb unterlegt. Anzahl HP = mittlere Anzahl unterschiedlicher Habitatpräferenzgruppen. ACK = Acker, BRA = Brache, GEI = Gehölzinsel, KU1 - KU4 = Agrarholzflächen, KUV = Vorgewende, WAL = Wald, WIE = Wiese.

2011	F	ACK	BRA	GEI	KU1 (1)	KU2 (2)	KU3 (3)	KU4 (3)	KUV	WAL	WIE
Anzahl HP	21,2	9,4 ^{b,c}	10,6 ^{a,b}	7,8 ^{c,d}	10,6 ^{a,b}	12,0 ^a	12,0 ^a	11,0 ^{a,b}	9,6 ^{b,c}	2,6 ^e	6,4 ^d
Alpha	13,7	1,6 ^{d,e}	2,2 ^{a,b}	1,6 ^{d,e}	1,8 ^{b,c,d,e}	2,0 ^{a,b,c,d}	2,3 ^a	2,1 ^{a,b,c}	1,7 ^{c,d,e}	0,5 ^f	1,4 ^e
Shannon	51,1	1,1 ^c	1,5 ^a	0,6 ^d	1,4 ^b	1,4 ^{a,b}	1,5 ^a	1,5 ^{a,b}	1,5 ^{a,b}	0,7 ^d	1,2 ^c
Evenness	13,1	0,5 ^c	0,6 ^b	0,3 ^d	0,6 ^{b,c}	0,6 ^{b,c}	0,6 ^b	0,6 ^b	0,7 ^b	0,8 ^a	0,6 ^b
Simpson	15,3	2,1 ^c	3,3 ^a	1,4 ^d	2,7 ^b	2,7 ^b	3,4 ^a	3,3 ^a	3,5 ^a	2,0 ^c	2,5 ^{b,c}
2012	F	ACK	BRA	GEI	KU1 (2)	KU2 (3)	KU3 (1)	KU4 (1)	KUV	WAL	WIE
Anzahl HP	23,7	8,4 ^{d,e}	9,2 ^{c,d}	6,2 ^f	12,8 ^a	10,8 ^{b,c}	11,4 ^{a,b}	10,8 ^{b,c}	10,8 ^{b,c}	3,8 ^g	7,4 ^{e,f}
Alpha	14,1	1,6 ^{b,c}	3,1 ^a	1,4 ^{b,c}	3,2 ^a	3,1 ^a	2,8 ^a	2,8 ^a	2,7 ^a	1,0 ^c	1,9 ^b
Shannon	49,1	1,2 ^c	1,8 ^{a,b}	0,6 ^e	1,9 ^a	1,8 ^{a,b}	1,9 ^a	1,8 ^{a,b}	1,6 ^b	0,8 ^d	1,3 ^c
Evenness	18,5	0,6 ^d	0,8 ^a	0,3 ^e	0,7 ^{a,b,c}	0,8 ^{a,b}	0,8 ^{a,b}	0,7 ^{a,b}	0,7 ^{b,c,d}	0,6 ^d	0,6 ^{c,d}
Simpson	26,8	2,7 ^{b,c}	4,9 ^a	1,4 ^e	4,6 ^a	4,6 ^a	4,9 ^a	4,4 ^a	3,3 ^b	1,9 ^{d,e}	2,5 ^{c,d}
2013	F	ACK	BRA	GEI	KU1 (3)	KU2 (4)	KU3 (2)	KU4 (2)	KUV	WAL	WIE
Anzahl HP	18,5	10,0 ^a	6,8 ^b	5,0 ^c	10,6 ^a	10,2 ^a	9,4 ^a	7,0 ^b	10,4 ^a	2,8 ^d	7,2 ^b
Alpha	13,9	2,1 ^{b,c}	2,9 ^a	1,0 ^d	2,4 ^{a,b}	2,3 ^{a,b,c}	2,9 ^a	2,0 ^{b,c}	2,5 ^{a,b}	0,5 ^d	1,7 ^c
Shannon	30,5	1,3 ^c	1,6 ^{a,b}	0,6 ^d	1,5 ^{b,c}	1,5 ^{b,c}	1,8 ^a	1,5 ^{b,c}	1,4 ^{b,c}	0,7 ^d	1,3 ^c
Evenness	9,2	0,6 ^d	0,9 ^a	0,4 ^e	0,6 ^{c,d}	0,6 ^{c,d}	0,8 ^{a,b}	0,8 ^{a,b}	0,6 ^{c,d}	0,8 ^{a,b,c}	0,7 ^{b,c,d}
Simpson	16,7	2,8 ^d	4,4 ^{a,b}	1,4 ^f	3,2 ^{c,d}	3,1 ^{c,d}	4,7 ^a	3,8 ^{b,c}	2,6 ^{d,e}	1,9 ^{e,f}	3,0 ^d
2014	F	ACK	BRA	GEI	KU1 (4)	KU2 (1)	KU3 (3)	KU4 (3)	KUV	WAL	WIE
Anzahl HP	26,2	11,4 ^{a,b}	10,0 ^{b,c}	6,4 ^e	10,2 ^{b,c}	12,4 ^a	8,6 ^{c,d}	9,0 ^{c,d}	12,8 ^a	4,2 ^f	8,2 ^d
Alpha	26,2	1,9 ^c	2,3 ^{b,c}	1,2 ^{d,e}	2,3 ^{b,c}	2,8 ^{a,b}	1,9 ^c	2,8 ^{a,b}	3,0 ^a	0,8 ^e	1,7 ^{c,d}
Shannon	42,8	1,1 ^d	1,5 ^b	0,5 ^f	1,8 ^a	1,7 ^a	1,4 ^{b,c}	1,4 ^{b,c}	1,8 ^a	0,7 ^e	1,3 ^{c,d}
Evenness	42,8	0,5 ^e	0,7 ^{b,c}	0,2 ^f	0,8 ^a	0,7 ^{a,b,c}	0,6 ^{b,c}	0,6 ^{b,c}	0,7 ^{a,b}	0,5 ^{d,e}	0,6 ^{c,d}
Simpson	13,3	2,5 ^{c,d}	3,1 ^{b,c}	1,2 ^e	4,5 ^a	3,5 ^b	3,0 ^{b,c}	3,1 ^{b,c}	4,4 ^a	1,7 ^{d,e}	2,7 ^{b,c}
2011 - 2014	F	ACK	BRA	GEI	KU1	KU2	KU3	KU4	KUV	WAL	WIE
Anzahl HP	46,0	9,8 ^{b,c}	9,2 ^c	6,4 ^d	11,1 ^a	11,4 ^a	10,4 ^{a,b}	9,5 ^{b,c}	10,9 ^a	3,4 ^e	7,3 ^d
Alpha	29,5	1,8 ^b	2,6 ^a	1,3 ^c	2,4 ^a	2,5 ^a	2,5 ^a	2,4 ^a	2,5 ^a	0,7 ^d	1,7 ^{b,c}
Shannon	85,0	1,2 ^b	1,6 ^a	0,6 ^d	1,6 ^a	1,6 ^a	1,6 ^a	1,5 ^a	1,6 ^a	0,7 ^c	1,3 ^b
Evenness	27,1	0,5 ^c	0,7 ^a	0,3 ^d	0,7 ^{a,b}	0,7 ^{a,b}	0,7 ^{a,b}	0,7 ^{a,b}	0,7 ^{a,b}	0,7 ^{a,b}	0,6 ^b
Simpson	28,9	2,5 ^c	3,9 ^{a,b}	1,4 ^e	3,7 ^{a,b}	3,5 ^{a,b}	4,0 ^a	3,6 ^{a,b}	3,4 ^b	1,9 ^d	2,7 ^c

In den Jahren **2011** bis **2013** trat die höchste mittlere Anzahl für die Habitatpräferenzgruppen in einer der Agrarholzflächen auf (s. Tabelle 25). Auch die größte Heterogenität in der Zusammensetzung der Habitatpräferenzgruppen (Shannon - Index) sowie die höchste Anzahl individuenarmer Habitatpräfe-

renzgruppen (Log series α) wurde in diesem Zeitraum in einer Agrarholzfläche gefunden. Zu den Werten in diesen Flächen und denen der meisten Referenzflächen bestanden mit Ausnahme der Flächen BRA und KUV statistisch signifikante Unterschiede.

Die höchste Anzahl individuenreicher Habitatpräferenzgruppen (reziproker Simpson - Index) wurde im Jahr 2011 im Vorgewende gefunden. Im Vergleich zu den anderen Referenzflächen war dieser Unterschied mit Ausnahme der Brache und den Agrarholzflächen KU3 und KU4 statistisch signifikant. Für die Zönosen der Flächen BRA und KU3 wurde in den Jahren 2012 und 2013 eine statistisch signifikant höhere Anzahl individuenreicher Habitatpräferenzgruppen (reziproker Simpson - Index) im Vergleich zu den Referenzflächen ermittelt, wie auch für die Zönosen der Flächen KU1 und KUV im Jahr 2014.

Die Zönose des Waldes wies im Jahr 2011 die statistisch signifikant höchste Homogenität in der Individuenverteilung (Evenness) auf und im Jahr 2012 war die Evenness in den Zönosen der Brache und der Agrarholzflächen KU2 und KU3 maximal. Im Jahr 2013 wurden die höchsten Werte für die Evenness in der Zönose der Brache und im Jahr 2014 in derjenigen der Agrarholzfläche KU1 gefunden.

Im Jahr **2014** war die größte Heterogenität in der Zusammensetzung der Habitatpräferenzgruppen (Shannon - Index) in den Zönosen der Flächen KU1 und KUV vorhanden. Die Werte in diesen Flächen unterschieden sich statistisch signifikant von denen der Referenzflächen. Die höchsten Werte für die mittlere Anzahl der Habitatpräferenzgruppen und für Log series α traten im Jahr 2014 im Vorgewende auf.

In allen Einzeljahren sowie über den gesamten Untersuchungszeitraum betrachtet traten die absolut geringsten Werte für die Diversitätsmaße entweder im Wald oder in der Gehölzinsel auf.

Die Indices Shannon und reziproker Simpson sowie die Evenness waren in den Zönosen der Fläche GEI in allen Jahren am geringsten, während die mittlere Anzahl der Habitatpräferenzgruppen sowie Log series α in den Zönosen des Waldes in allen Jahren minimal war. Im Vergleich zu den Zönosen des Waldes wiesen die Zönosen der Fläche GEI in allen Jahren eine statistisch signifikant höhere mittlere Anzahl der Habitatpräferenzgruppen auf.

Spinnentiere

Die Spinnentierzönosen der **Agrarholzflächen** und der Brache zeigten im Mittel der Jahre 2011 - 2014 für den Shannon - Index der Habitatpräferenz - Diversität statistisch signifikant höhere Werte im Vergleich zu den Zönosen der weiteren Referenzflächen (s. Abbildung 14 und Tabelle 26).

Auch für die Anzahl individuenreicher Habitatpräferenzgruppen (reziproker Simpson - Index) wurden in den Zönosen der Agrarholzflächen und der Brache die statistisch signifikant höchsten Werte gefunden. In den Zönosen dieser Flächen trat für die Individuen der Habitatpräferenzgruppen zusammen mit der Fläche KUV eine statistisch signifikant höhere Gleichverteilung auf die Habitatpräferenzgruppen (Evenness) auf. Im Mittel der Jahre 2011 - 2014 wies die Zönose der Brache die statistisch signifikant höchste Anzahl individuenarmer Habitatpräferenzgruppen (Log series α) auf.

Für die Diversitätsmaße traten im Vergleich der Agrarholzflächen KU1, KU3 und KU4 zueinander keine statistisch signifikanten Unterschiede im Mittel der Jahre 2011 bis 2014 auf, während in der Agrarholzfläche KU2 für die Indices Shannon und Simpson sowie für die Evenness fast ausnahmslos statistisch signifikant höhere Werte ermittelt wurden.

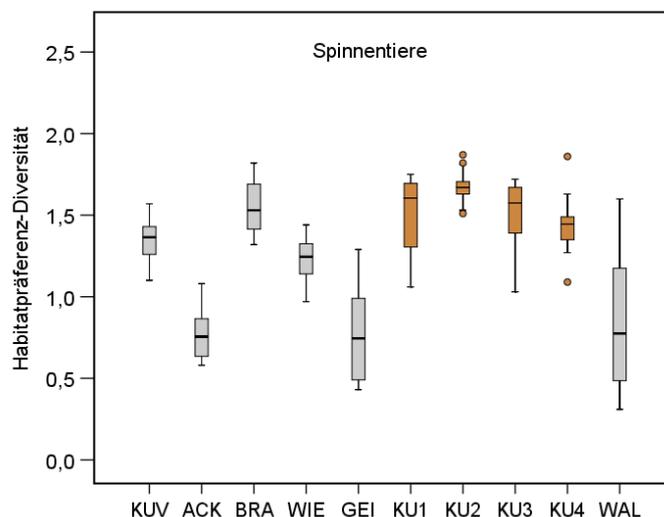


Abbildung 14: Boxplots der Habitatpräferenz - Diversität (Shannon - Index) für die Spinnentiere. Median für den Untersuchungszeitraum 2011 - 2014. KUV = Vorgewende, ACK = Acker, BRA = Brache, WIE = Wiese, GEI = Gehölzinsel, KU1 - KU4 = Agrarholzflächen, WAL = Wald. Kreise kennzeichnen Ausreißer zwischen 1,5 und 3,0 Interquartilabstand (IQA).

Die Zönosen des **Ackers** zeichneten sich im Mittel der Jahre 2011 bis 2014 durch geringe Werte aller Diversitätsmaße aus (s. Tabelle A17).

In der Fläche **KUV** war eine mittlere Heterogenität in der Zusammensetzung der Habitatpräferenzgruppen (Shannon - Index) erkennbar, die von einer eher inhomogenen Verteilung der Individuen auf die Habitatpräferenzgruppen (Evenness) begleitet wurde. Im Mittel der Jahre 2011 bis 2014 wurde eine geringe Anzahl individuenarmer (Log series α) und eine vergleichsweise hohe Anzahl individuenreicher Habitatpräferenzgruppen (reziproker Simpson - Index) in dieser Fläche gefunden.

Für die Zönosen der **Brache** war im Mittel der Jahre 2011 bis 2014 eine heterogene Zusammensetzung der Habitatpräferenzgruppen (Shannon - Index) und eine sehr hohe Anzahl individuenarmer Habitatpräferenzgruppen (Log series α) charakteristisch. Auch individuenreiche Habitatpräferenzgruppen (reziproker Simpson - Index) traten in hoher Anzahl auf und die Verteilung der Individuen auf die Habitatpräferenzgruppen (Evenness) war vergleichsweise homogen.

Im Mittel der Jahre 2011 bis 2014 zeigten die Zönosen der **Wiese** eine mittlere Heterogenität in der Zusammensetzung der Habitatpräferenzgruppen (Shannon - Index) bei einer inhomogenen Verteilung der Individuen (Evenness). Für die Anzahl individuenreicher Habitatpräferenzgruppen (reziproker Simpson - Index) traten mittlere Werte auf, während die Anzahl individuenarmer Habitatpräferenzgruppen (Log series α) sehr gering war.

Die Zönosen der Flächen **GEI** und **WAL** wiesen im Zeitraum 2011 bis 2014 eine geringe Heterogenität in der Zusammensetzung der Habitatpräferenzgruppen (Shannon - Index) auf. Die Gleichverteilung der Individuen auf die Habitatpräferenzgruppen (Evenness) war sehr gering wie auch die Anzahl individuenreicher Habitatpräferenzgruppen (reziproker Simpson - Index). Individuenarme Habitatpräferenzgruppen (Log series α) traten in sehr hoher Anzahl in den Zönosen der Fläche GEI und in geringer Anzahl in denjenigen des Waldes auf.

Tabelle 26: Gerundete Mittelwerte der Habitatpräferenz - Diversitätsindices Log series α , Shannon - Index, Evenness und reziproker Simpson - Index für die Spinnentiere, berechnet aus den Werten von fünf Einzelfällen je Untersuchungsfläche und -jahr sowie für den gesamten Untersuchungszeitraum. Das Aufwuchsjahr für die Agrarholzflächen ist in Klammern angegeben. Einfaktorielle ANOVA (Duncan Test, $p \leq 0.05$), Freiheitsgrade df: 9,40, F = F - Wert, a, b, c, d, e, f, g indizieren statistisch signifikante Unterschiede zwischen den Flächen. Zellen mit Maximalwerten sind grün, Zellen mit Minimalwerten gelb unterlegt. Anzahl HP = mittlere Anzahl unterschiedlicher Habitatpräferenzgruppen. ACK = Acker, BRA = Brache, GEI = Gehölzinsel, KU1 - KU4 = Agrarholzflächen, KUV = Vorgewende, WAL = Wald, WIE = Wiese.

2011	F	ACK	BRA	GEI	KU1 (1)	KU2 (2)	KU3 (3)	KU4 (3)	KUV	WAL	WIE
Anzahl HP	8,3	7,6 ^{b,c}	8,2 ^{a,b}	7,4 ^{b,c}	8,8 ^{a,b}	9,4 ^a	6,6 ^c	8,4 ^{a,b}	6,4 ^c	5,0 ^d	8,8 ^{a,b}
Alpha	3,0	1,3 ^{c,d}	1,6 ^{a,b,c,d}	2,0 ^a	1,8 ^{a,b}	1,8 ^{a,b,c}	1,5 ^{b,c,d}	1,7 ^{a,b,c}	1,2 ^d	1,6 ^{a,b,c,d}	1,6 ^{a,b,c,d}
Shannon	66,3	0,7 ^h	1,5 ^{c,d}	0,9 ^g	1,6 ^{a,b}	1,7 ^a	1,6 ^{b,c}	1,4 ^{d,e}	1,3 ^{e,f}	1,2 ^f	1,3 ^{e,f}
Evenness	55,8	0,3 ^f	0,7 ^{b,c}	0,5 ^e	0,7 ^b	0,8 ^b	0,8 ^a	0,7 ^c	0,7 ^{b,c}	0,8 ^b	0,6 ^d
Simpson	46,7	1,5 ^f	3,5 ^c	1,8 ^f	4,2 ^b	4,7 ^a	4,1 ^b	3,4 ^{c,d}	2,9 ^e	2,8 ^e	3,0 ^{d,e}
2012	F	ACK	BRA	GEI	KU1 (2)	KU2 (3)	KU3 (1)	KU4 (1)	KUV	WAL	WIE
Anzahl HP	6,5	6,0 ^{c,d}	9,6 ^a	6,0 ^{c,d}	7,4 ^{b,c}	8,4 ^{a,b}	7,0 ^{b,c}	8,2 ^{a,b}	7,6 ^{b,c}	4,8 ^d	8,0 ^{a,b}
Alpha	4,8	1,0 ^d	2,2 ^a	1,6 ^{b,c,d}	1,5 ^{b,c,d}	2,0 ^{a,b}	1,6 ^{b,c,d}	1,8 ^{a,b,c}	1,3 ^{c,d}	1,2 ^{c,d}	1,3 ^{c,d}
Shannon	20,7	0,7 ^c	1,6 ^a	0,7 ^c	1,7 ^a	1,7 ^a	1,7 ^a	1,5 ^{a,b}	1,4 ^{a,b}	0,7 ^c	1,2 ^b
Evenness	19,1	0,4 ^d	0,7 ^c	0,4 ^d	0,8 ^a	0,8 ^{a,b}	0,9 ^a	0,7 ^{b,c}	0,7 ^{b,c}	0,4 ^d	0,6 ^c
Simpson	31,6	1,5 ^d	3,8 ^b	1,6 ^d	4,8 ^a	5,1 ^a	4,7 ^a	3,5 ^b	3,5 ^b	1,8 ^{c,d}	2,5 ^c
2013	F	ACK	BRA	GEI	KU1 (3)	KU2 (4)	KU3 (2)	KU4 (2)	KUV	WAL	WIE
Anzahl HP	3,3	6,8 ^a	7,2 ^a	6,6 ^a	7,6 ^a	7,0 ^a	6,6 ^a	6,8 ^a	7,6 ^a	4,4 ^b	7,8 ^a
Alpha	1,6	1,4 ^{a,b}	2,0 ^a	1,6 ^{a,b}	1,9 ^a	1,9 ^{a,b}	1,5 ^{a,b}	1,6 ^{a,b}	1,5 ^{a,b}	1,3 ^b	1,5 ^{a,b}
Shannon	18,4	0,9 ^d	1,4 ^{b,c}	0,9 ^d	1,6 ^a	1,7 ^a	1,6 ^{a,b}	1,3 ^c	1,3 ^c	0,6 ^e	1,3 ^c
Evenness	12,6	0,5 ^d	0,7 ^{b,c}	0,5 ^d	0,8 ^{a,b}	0,9 ^a	0,8 ^a	0,7 ^{b,c}	0,7 ^c	0,4 ^d	0,6 ^c
Simpson	29,3	1,8 ^e	3,3 ^c	1,8 ^e	4,2 ^{a,b}	4,8 ^a	4,1 ^b	2,6 ^d	2,8 ^{c,d}	1,5 ^e	2,7 ^{c,d}
2014	F	ACK	BRA	GEI	KU1 (4)	KU2 (1)	KU3 (3)	KU4 (3)	KUV	WAL	WIE
Anzahl HP	3,8	7,0 ^c	10,8 ^a	8,8 ^{b,c}	8,6 ^{b,c}	7,6 ^{b,c}	7,0 ^c	6,8 ^c	9,2 ^{a,b}	8,0 ^{b,c}	8,6 ^{b,c}
Alpha	3,3	1,5 ^c	2,5 ^a	1,8 ^{b,c}	1,9 ^{b,c}	1,5 ^c	1,6 ^{b,c}	2,2 ^{a,b}	1,8 ^{b,c}	1,9 ^{b,c}	1,5 ^c
Shannon	43,4	0,8 ^e	1,7 ^a	0,5 ^f	1,1 ^d	1,6 ^{a,b}	1,2 ^{c,d}	1,5 ^b	1,3 ^c	0,8 ^e	1,1 ^d
Evenness	50,7	0,4 ^f	0,7 ^b	0,2 ^g	0,5 ^{d,e}	0,8 ^{a,b}	0,6 ^c	0,8 ^a	0,6 ^{c,d}	0,4 ^f	0,5 ^e
Simpson	38,5	1,6 ^e	4,7 ^a	1,2 ^e	2,1 ^{c,d}	4,2 ^{a,b}	2,4 ^c	4,0 ^b	2,6 ^c	1,6 ^{d,e}	2,3 ^c
2011 - 2014	F	ACK	BRA	GEI	KU1	KU2	KU3	KU4	KUV	WAL	WIE
Anzahl HP	8,6	6,9 ^d	9,0 ^a	7,2 ^{c,d}	8,1 ^{a,b,c}	8,1 ^{a,b,c}	6,8 ^d	7,6 ^{b,c,d}	7,7 ^{b,c,d}	5,6 ^e	8,3 ^{a,b}
Alpha	6,7	1,3 ^d	2,1 ^a	1,7 ^{b,c}	1,8 ^b	1,8 ^b	1,5 ^{b,c,d}	1,8 ^b	1,4 ^d	1,5 ^{c,d}	1,5 ^d
Shannon	53,2	0,8 ^e	1,5 ^b	0,8 ^e	1,5 ^b	1,7 ^a	1,5 ^b	1,4 ^{b,c}	1,3 ^{c,d}	0,8 ^e	1,2 ^d
Evenness	36,9	0,4 ^f	0,7 ^c	0,4 ^f	0,7 ^{b,c}	0,8 ^a	0,8 ^{a,b}	0,7 ^{b,c}	0,7 ^c	0,5 ^e	0,6 ^d
Simpson	48,0	1,6 ^d	3,8 ^b	1,6 ^d	3,8 ^b	4,7 ^a	3,8 ^b	3,4 ^b	3,0 ^c	1,9 ^d	2,6 ^c

Die Agrarholzfläche KU2 wies im Jahr 2011 die höchste mittlere Anzahl der Habitatpräferenzgruppen auf (s. Tabelle 26). In den Jahren 2012 und 2014 waren die Werte in der Brache maximal und im Jahr 2013 traf dies für die Wiese zu. Die geringsten Werte für die Anzahl der Habitatpräferenzgruppen wurden in den ersten drei Jahren im Wald und im Jahr 2014 in der Agrarholzfläche KU4 gefunden.

In der Zönose der Fläche GEI war im Jahr 2011 die höchste Anzahl individuenarmer Habitatpräferenzgruppen (Log series α) vorhanden und in den Jahren 2012 bis 2014 traf dies für die Zönose der Brache zu.

In den Jahren 2011 bis 2013 wiesen die Zönosen der Agrarholzfläche KU2 die höchste Heterogenität in der Zusammensetzung der Habitatpräferenzgruppen (Shannon - Index) und auch die höchste Anzahl individuenreicher Habitatpräferenzgruppen (reziproker Simpson - Index) auf. In allen Jahren wurde die größte Homogenität in der Verteilung der Individuen auf die Habitatpräferenzgruppen (Evenness) in einer Agrarholzfläche gefunden. Im Vergleich zu den Referenzflächen waren diese Unterschiede mit Ausnahme des Shannon - Index in den Zönosen der Flächen BRA und KUV im Jahr 2012 statistisch signifikant. In der Brache trat im Jahr 2014 die höchste Anzahl unterschiedlicher Habitatpräferenzgruppen (Shannon - Index) auf und auch die Anzahl individuenreicher und individuenarmer Habitatpräferenzgruppen war in diesem Jahr in der Brache maximal.

Die statistisch signifikant geringsten Werte der Indices Shannon und Simpson sowie der Evenness waren in den Jahren 2011 und 2012 mit Ausnahme der Flächen GEI und WAL in den Zönosen des Ackers vorhanden. Im Jahr 2013 wies die Zönose des Waldes für alle Diversitätsmaße die geringsten Werte auf und in der Mehrzahl der Fälle unterschieden sich diese statistisch signifikant von denen der anderen Flächen. Im Jahr 2014 traten die geringsten Werte der Indices Shannon, reziproker Simpson sowie der Evenness in der Fläche GEI auf. Die Werte waren mit Ausnahme des reziproken Simpson - Index in den Zönosen der Flächen ACK und WAL statistisch signifikant verschieden zu denen der anderen Flächen. Die geringsten Werte für Log series α wurden im Jahr 2011 für die Zönose der Fläche KUV ermittelt. Im Jahr 2012 war dieses Diversitätsmaß für die Zönose des Ackers am geringsten und im Jahr 2014 wurden die geringsten Werte in den Zönosen der Flächen ACK, KU2 und WIE gefunden.

4.1.9 Faunistische Ähnlichkeit (Beta - Diversität)

Zur Ermittlung der Beta - Diversität, d.h. der Ähnlichkeit der Arten - Diversität zwischen zwei Flächen, wurde die faunistische Ähnlichkeit zwischen den Laufkäfer - und Spinnentiergemeinschaften der einzelnen Untersuchungsflächen mit dem Wainstein - Index (s. Kapitel 3.4.2) für die Jahre 2011 bis 2014 berechnet.

Laufkäfer

Die höchsten faunistischen Ähnlichkeiten wurden in den Jahren 2012 bis 2014 zwischen den Laufkäferzönosen der Agrarholzflächen gefunden, Ähnlichkeiten von mehr als 50 % wurden jedoch in keinem Jahr erreicht (s. Tabellen 27a - d). Zu Beginn der Untersuchung wiesen fast alle Zönosen der Agrarholzflächen höhere zönotische Ähnlichkeiten zueinander auf. In den beiden Folgejahren traten insgesamt geringere Ähnlichkeiten als im ersten Untersuchungsjahr auf und im Jahr 2014 wurden nur in vier Kombinationen mittlere bis hohe Ähnlichkeiten zwischen den Zönosen der Agrarholzflächen gefunden. Das zeigt, dass die faunistische Ähnlichkeit zwischen den Laufkäfergemeinschaften zwischen den vier Agrarholzflächen im Laufe der Untersuchungszeit abnahm.

Die Zönosen der Agrarholzflächen wiesen zueinander generell höhere Ähnlichkeiten als zu den Zönosen der Referenzbiotope auf. Die Lebensgemeinschaften aller Agrarholzflächen zeigten im Jahr 2011 höhere Ähnlichkeiten zur Zönose der Fläche KUV. Im Vergleich zum Jahr 2011 bestanden in den Jahren 2012 und 2013 geringe bis höhere Ähnlichkeiten zwischen den Zönosen dieser Flächen und im Jahr 2014 wiesen die Zönosen aller Agrarholzflächen geringe Ähnlichkeiten im Vergleich zur Zönose der Fläche KUV auf.

Im Jahr 2011 traten in den Zönosen aller Agrarholzflächen mittlere bis höhere Ähnlichkeiten zu der des Ackers auf. Für die Zönosen der Agrarholzflächen KU1 und KU2 bestanden in diesem Jahr auch höhere bis hohe Ähnlichkeiten zur Zönose der Brache. In den drei folgenden Jahren traten Ähnlichkeiten für die Zönosen der Agrarholzflächen zu denen der Flächen ACK und BRA fast nur in solchen Flächen auf, in denen im Winter zuvor eine Holzernte erfolgte. Dies traf im Jahr 2012 für die Zönose der Agrarholzfläche KU4 zu, die mittlere Ähnlichkeiten zu derjenigen des Ackers aufwies. Im Jahr 2014 zeigte die Zönose der Fläche KU2 höhere Ähnlichkeiten zu derjenigen des Ackers und im Jahr 2012 bestanden mittlere faunistische Ähnlichkeiten zwischen der Zönose der Agrarholzfläche KU3 und derjenigen der Brache. Nur die Zönose der Agrarholzfläche KU3 wies auch im zweiten Folgejahr nach einer Holzernte 2013 höhere Ähnlichkeiten zu derjenigen der Brache auf.

Tabellen 27 a - d: Faunistische Ähnlichkeiten (Wainstein - Index) für die Laufkäferzönosen zwischen allen Untersuchungsflächen in den Jahren 2011 - 2014. Ähnlichkeitswerte zwischen > 45,0 % sind dunkelgrün (hohe Ähnlichkeit), zwischen 35,0 und 45,0 % hellgrün (höhere Ähnlichkeit) und zwischen 25,0 und 34,9 % gelb (mittlere Ähnlichkeit) unterlegt. Ähnlichkeitswerte < 25 % (geringe Ähnlichkeit) sind nicht farbig unterlegt. ACK = Acker, BRA = Brache, GEI = Gehölzinsel, KU1 - KU4 = Agrarholzflächen, KUV = Vorgehende, WAL = Wald, WIE = Wiese.

2011	ACK	BRA	GEI	KU1	KU2	KU3	KU4	KUV	WAL	WIE	a)
WIE	3,9	13,3	1,4	7,6	4,7	4,7	4,4	4,1	0,1		ACK
WAL	0,4	0,5	11,7	1,0	1,0	0,8	2,2	1,1		8,9	BRA
KUV	50,4	18,5	8,1	43,2	35,7	44,8	39,4		1,5	1,0	GEI
KU4	29,0	17,2	14,1	38,5	33,3	40,5		3,4	23,5	18,8	KU1
KU3	36,5	21,2	10,7	41,1	38,4		38,7	3,7	19,5	19,6	KU2
KU2	35,2	45,8	1,9	39,0		43,8	47,8	2,6	25,1	20,6	KU3
KU1	36,0	36,9	7,6		42,3	30,0	36,6	3,8	17,9	27,2	KU4
GEI	1,3	1,7		27,2	31,8	31,0	39,3	1,7	28,1	23,1	KUV
BRA	28,6		3,2	4,8	4,6	5,7	3,4	20,2	0,7	1,9	WAL
ACK		2,2	12,3	14,4	12,5	6,1	11,7	2,0	7,6	3,7	WIE
b)	WIE	WAL	KUV	KU4	KU3	KU2	KU1	GEI	BRA	ACK	2012
2013	ACK	BRA	GEI	KU1	KU2	KU3	KU4	KUV	WAL	WIE	c)
WIE	5,5	5,7	4,4	4,3	5,6	6,0	16,0	8,2	0,5		ACK
WAL	0,5	1,4	18,6	1,9	3,7	1,8	2,9	0,8		16,0	BRA
KUV	38,9	30,2	4,2	29,7	21,6	29,9	23,1		1,2	1,4	GEI
KU4	19,6	19,8	8,2	35,3	30,2	35,2		5,8	9,1	21,9	KU1
KU3	20,7	37,5	6,4	47,2	35,5		30,4	3,8	15,7	39,7	KU2
KU2	18,1	22,6	10,9	34,4		15,3	25,7	2,4	6,0	7,9	KU3
KU1	24,5	22,0	7,0		37,0	23,6	46,5	5,0	16,0	18,4	KU4
GEI	3,2	2,8		24,3	10,1	19,8	20,4	0,8	18,9	26,7	KUV
BRA	13,4		0,9	3,7	2,1	3,3	3,9	21,3	1,1	1,4	WAL
ACK		1,8	8,0	3,4	0,7	4,4	2,1	1,5	16,3	2,3	WIE
d)	WIE	WAL	KUV	KU4	KU3	KU2	KU1	GEI	BRA	ACK	2014

Die geringsten faunistischen Ähnlichkeiten traten in allen Jahren zwischen den Zönosen der Agrarholzflächen und denen des Waldes auf und auch im Vergleich zu den Zönosen der Flächen GEI und WIE wurden nur geringe Ähnlichkeiten gefunden (s. Tabellen 27a - d).

Für die Zönosen der Referenzflächen bestand zwischen dem Acker und der Brache im Jahr 2011 eine mittlere Ähnlichkeit und in den Jahren 2012 und 2013 wiesen diejenigen der Flächen KUV und BRA eine mittlere faunistische Ähnlichkeit zueinander auf. Im Jahr 2014 wurde für die Zönosen der Flächen KUV und ACK eine mittlere Übereinstimmung gefunden. Für die Zönosen der Flächen GEI und WAL waren in allen Jahren mit maximalen Werten um 20 % nur geringe faunistische Ähnlichkeiten erkennbar.

Spinnentiere

Generell waren für die Spinnentierzönosen der Agrarholzflächen vorwiegend geringe bis mittlere faunistische Ähnlichkeiten im Untersuchungszeitraum erkennbar. Die höchsten Ähnlichkeiten traten in den Jahren 2011, 2012 und 2014 zwischen den Zönosen der Agrarholzflächen auf (s. Tabellen 28a - d). Im Jahr 2011 wiesen die Zönosen fast aller Agrarholzflächen mittlere und im Jahr 2012 mittlere bis höhere faunistische Ähnlichkeiten zueinander auf. Im Jahr 2013 traten in vier Fällen mittlere Ähnlichkeiten zwischen den Zönosen der Agrarholzflächen auf und im Jahr 2014 wurden in zwei Fällen mittlere sowie zwischen den Zönosen der Flächen KU1 und KU3 höhere Ähnlichkeiten gefunden.

In den Jahren 2011 und 2013 bestanden in drei Agrarholzflächen mittlere bis höhere faunistische Ähnlichkeiten zu den Zönosen des Vorgewendes und im Jahr 2012 wurden in allen Agrarholzflächen mittlere bis höhere Ähnlichkeiten zur Zönose des Vorgewendes gefunden. In zwei Agrarholzflächen wiesen die Zönosen im Jahr 2014 mittlere Übereinstimmungen zu derjenigen des Vorgewendes auf. Zu den Zönosen der anderen Referenzflächen zeigten diejenigen der Agrarholzflächen mit Ausnahme der Brache nur geringe faunistische Ähnlichkeiten. In der Brache bestanden im Jahr 2011 mittlere faunistische Ähnlichkeiten zur Zönose der Agrarholzfläche KU2 und im Jahr 2014 zu derjenigen der Agrarholzfläche KU4.

Tabellen 28 a - d: Faunistische Ähnlichkeiten (Wainstein - Index) für die Spinnentierzönosen zwischen allen Untersuchungsflächen in den Jahren 2011 - 2014. Ähnlichkeitswerte zwischen 35,0 und 45,0 % sind hellgrün (höhere Ähnlichkeit) und zwischen 25,0 und 34,9 % gelb (mittlere Ähnlichkeit) unterlegt. Ähnlichkeitswerte < 25 % (geringe Ähnlichkeit) sind nicht farbig unterlegt. ACK = Acker, BRA = Brache, GEI = Gehölzinsel, KU1 - KU4 = Agrarholzflächen, KUV = Vorgewende, WAL = Wald, WIE = Wiese.

2011												2013											
ACK	BRA	GEI	KU1	KU2	KU3	KU4	KUV	WAL	WIE		a)	ACK	BRA	GEI	KU1	KU2	KU3	KU4	KUV	WAL	WIE	c)	
WIE	8,6	5,0	1,0	9,7	8,4	6,6	3,5	7,0	0,1		ACK	WIE	8,6	5,7	0,7	8,3	8,5	10,4	9,9	9,6	0,2		ACK
WAL	0,2	1,3	11,1	2,0	1,0	1,9	3,8	1,6		4,4	BRA	WAL	0,3	2,6	24,3	8,2	4,6	11,3	2,2	1,0		12,9	BRA
KUV	33,1	10,1	3,1	30,7	26,9	25,8	17,7		5,0	1,4	GEI	KUV	27,3	10,4	1,7	27,1	21,2	27,6	43,3		6,0	0,7	GEI
KU4	4,3	16,0	11,3	24,9	18,9	33,2		3,1	17,0	20,9	KU1	KU4	10,6	9,9	2,2	23,7	14,9	32,1		22,8	12,1	3,6	KU1
KU3	10,6	20,7	8,0	27,0	27,2		37,1	3,9	21,9	10,3	KU2	KU3	13,8	16,0	6,8	34,7	28,4		14,6	5,5	21,5	22,1	KU2
KU2	15,3	25,3	3,9	42,0		31,6	44,6	3,2	15,1	20,8	KU3	KU2	13,6	17,0	7,8	34,6		18,7	37,6	15,3	16,8	4,4	KU3
KU1	21,9	14,7	8,6		38,9	17,3	27,7	3,3	7,5	16,8	KU4	KU1	12,3	18,8	8,5		31,8	27,6	20,2	10,5	25,9	10,4	KU4
GEI	0,6	9,1		34,6	42,4	34,5	40,1	2,4	9,5	30,7	KUV	GEI	0,6	4,7		29,7	21,4	29,1	14,0	3,6	20,6	9,2	KUV
BRA	2,7		5,3	6,5	5,7	5,4	5,9	25,7	6,0	1,8	WAL	BRA	4,2		2,6	5,0	9,6	4,8	9,8	24,1	5,3	0,6	WAL
ACK		2,2	15,9	11,7	21,4	4,7	14,7	1,3	7,2	10,0	WIE	ACK		0,2	5,5	10,3	2,2	16,6	2,2	0,6	15,0	11,8	WIE
b)	WIE	WAL	KUV	KU4	KU3	KU2	KU1	GEI	BRA	ACK	2012	d)	WIE	WAL	KUV	KU4	KU3	KU2	KU1	GEI	BRA	ACK	2014

Die geringsten faunistischen Ähnlichkeiten wiesen die Zönosen der Agrarholzflächen in allen Jahren zu denjenigen des Waldes auf und auch zu den Zönosen der Wiese bestanden deutliche Unterschiede (s. Tabellen 28a - d). Im Vergleich der Aufwuchsjahre war die Ausprägung der faunistischen Ähnlichkeiten zwischen den Zönosen der Agrarholzflächen und denen der Fläche GEI im ältesten Aufwuchsjahr in der Tendenz etwas erhöht. In den Referenzflächen traten in den Jahren 2011 bis 2013 mittlere Übereinstimmungen zwischen den Zönosen der Flächen ACK und KUV auf und im Jahr 2012 traf dies für die Zönosen der Flächen GEI und WAL zu. Im Jahr 2014 bestanden nur geringe faunistische Ähnlichkeiten zwischen den Zönosen aller Referenzflächen.

4.2 Auswirkungen der Holzernte

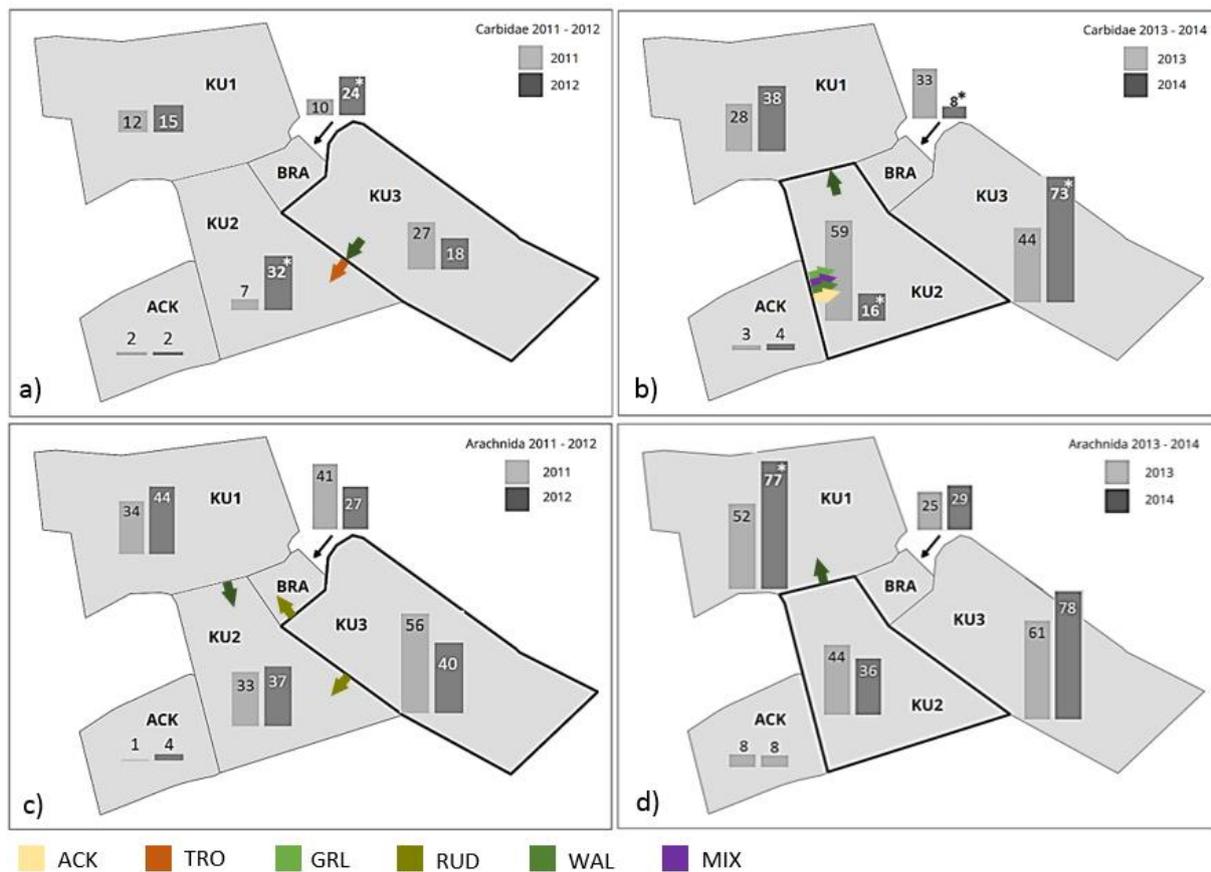
Um zu klären, ob Hinweise auf einen positiven Einfluss einer Holzernte im Rotationsverfahren auf die Besiedlung von Waldarten für die Laufkäfer und Spinnentiere bestanden, wurden die Individuenanteile der Waldarten aus den Bodenfallenfängen im Jahr nach einer Holzernte mit denen des Vorjahres verglichen (s. Tabellen 7 - 10, Kapitel 4.1.2). Mit Hilfe einer einfaktoriellen ANOVA (s. Kapitel 3.5.3) wurde auf der Basis von Einzelfallen geprüft, ob in einer Agrarholzfläche mit Holzernte, in den angrenzenden Biotopen Acker und Brache sowie in den Agrarholzflächen ohne Holzernte statistisch signifikante Unterschiede für die Individuenanteile der Waldarten zwischen den Jahren vor und nach einer Holzernte bestanden (s. Tabellen 33 und 34, Kapitel 4.5.2).

Wenn für Waldarten im Jahr nach einer Holzernte in angrenzenden Agrarholzflächen ohne Holzernte statistisch signifikant höhere Individuenanteile im Vergleich zum Vorjahr auftraten, jedoch nicht in solchen mit größerer Distanz zur Erntefläche, kann dies auf einen Wechsel von Tieren von der geernteten in die angrenzende nicht geerntete Fläche hinweisen.

Mit Hilfe von Richtungsfallen (s. Kapitel 3.1.3) wurde im Folgejahr einer Holzernte untersucht, ob zielgerichtete Laufaktivitäten von Laufkäfern und Spinnentieren mit spezifischen Habitatpräferenzen (vgl. Kapitel 3.3.2) im Randbereich zwischen einer Agrarholzfläche mit Holzernte und angrenzenden Agrarbiotopen auftraten. Für die Auswertung von zielgerichteten Laufaktivitäten wurden die Unterschiede in den Jahresindividuensummen der Habitatpräferenzgruppen Ackerarten, Grünlandarten, allgemeine Waldarten, Ruderalarten (letztere nur Spinnentiere), Arten offener Trockenhabitats (nur Laufkäfer) und die Artengruppe mit unterschiedlichen Habitatpräferenzen zwischen den richtungsrelevanten Einzelfällen einer Richtungsfalleneinheit (s. Tabellen A18 und A19) mit einem Mann - Whitney - U - Test ($p \leq 0.1$) auf statistische Signifikanz geprüft (s. Tabellen A20 - A21 sowie Kapitel 3.5.2).

In den Abbildungen 15a - d sind die prozentualen jährlichen Individuenanteile der Waldarten aus den Bodenfallen (summiert für fünf Fallen je Fläche und Jahr) für die Laufkäfer - und Spinnentierzönosen im Jahr nach der Holzernte im Vergleich zum Vorjahr durch Säulen für jede Untersuchungsfläche dargestellt, in der auch eine Richtungsfalleneinheit platziert war (s. Tabellen 7 - 10, Kapitel 4.1.2). Die Umrahmung kennzeichnet eine Fläche mit Holzernte. Statistisch signifikante Unterschiede zwischen den Jahren sind innerhalb der Säulen mit einem Asterisk (*) markiert.

Die Pfeile repräsentieren statistisch signifikante Unterschiede zwischen den Jahresindividuensummen der Habitatpräferenzgruppen in den beiden richtungsrelevanten Fällen einer Richtungsfalleneinheit und stellen zielgerichtete Laufaktivitäten von Laufkäfern und Spinnentieren in der Agrarholzfläche mit Holzernte sowie in den angrenzenden Agrarbiotopen für die Jahre 2012 und 2014 dar. Ein Pfeil kennzeichnet die Position der Einzelfalle innerhalb einer Fläche, in der eine statistisch signifikant höhere Laufaktivität im Vergleich zu der anderen richtungsrelevanten Falle auftrat (U - Test, $p \leq 0.1$, Freiheitsgrade $df = 3, 16$) und damit die Laufrichtung der Tiere (vgl. auch Kapitel 3.1.3). Wenn ein Pfeil von einer Flächengrenze in eine Fläche hinein zeigt, kennzeichnet dies einen potenziellen Flächenübertritt, während ein auf eine Flächengrenze hin gerichteter Pfeil das „Bestreben“ hierzu anzeigt.



Abbildungen 15 a - d: Prozentuale Anteile der Jahresindividuensummen von Waldarten in den Bodenfallen (Säulen) der Agrarholzflächen mit Holzernte (eingerahmt) sowie der angrenzenden Untersuchungsflächen für die Laufkäfer und Spinnentiere in den Jahren 2012 (links) und 2014 (rechts), jeweils im Vergleich zum Vorjahr. Statistisch signifikante Unterschiede zwischen den Jahren sind mit einem Asterisk (*) markiert (einfaktorielle ANOVA, Duncan - Test ($p \leq 0,05$), Freiheitsgrade $df(3,16)$). Die Pfeile markieren statistisch signifikante Unterschiede (Mann - Whitney U - Test, $p \leq 0,1$) in den Jahresindividuensummen von Habitatpräferenzgruppen der Laufkäfer (Abbildungen 15 a und b) und Spinnentiere (Abbildungen 15 c und d) in den Richtungsfallen und kennzeichnen deren Laufrichtung. Die Pfeile sind nach den unterschiedlichen Habitatpräferenzgruppen farblich gekennzeichnet. Untersuchungsflächen: ACK = Acker, BRA = Brache, KU1 - KU3 = Agrarholzflächen; Habitatpräferenzgruppen: ACK = Arten der Ackerhabitate, GRL = Arten der Grünlandhabitate, TRO = Arten offener Trockenhabitate, RUD = Arten der Ruderalhabitate, WAL = Arten der Waldhabitate, MIX = Artengruppe mit unterschiedlichen Habitatpräferenzen. Für die prozentualen Individuenanteile von Habitatpräferenzgruppen in der Agrarholzfläche KU4 (nicht dargestellt in Abbildungen 15a - d) s. Tabellen 7 und 9, Kapitel 4.1.2. Weitere Erläuterungen im Text.

Für die Waldarten traten statistisch signifikant höhere Individuenanteile im Vergleich zum Vorjahr ausschließlich in unmittelbar an eine Fläche mit Holzernte angrenzenden Biotopen auf (s. Abbildungen 15a - d). Dies traf im Jahr 2014 in den Agrarholzflächen KU1 für die Spinnentiere und in KU3 für die Laufkäfer sowie im Jahr 2012 in KU2 und in der Brache zu. Die Agrarholzflächen KU1 im Jahr 2012 sowie KU4 im Jahr 2014 (KU4 ist in den Abbildungen nicht dargestellt) wiesen eine größere Distanz zu einer Agrarholzfläche mit Holzernte auf. Dort waren im Vergleich zum Vorjahr keine statistisch signifikant höheren Individuenanteile von Waldarten vorhanden (s. Tabellen 33 und 34, Kapitel 4.5.2 sowie Tabellen 7 und 9, Kapitel 4.1.2).

In vier der sechs Referenzflächen wurden für die Individuen der Waldarten beider Tiergruppen keine statistisch signifikanten Unterschiede im Folgejahr einer Holzernte gefunden. Statistisch signifikant geringere Individuenanteile im Vergleich zum Vorjahr waren im Jahr 2012 für die Waldarten der Laufkäfer in der Fläche KUV vorhanden und im Jahr 2014 trat dies in der Brache auf. In den Agrarholzflächen wiesen die Waldarten nur im Folgejahr einer Holzernte statistisch signifikant geringere Individuenanteile auf. Dies traf für beide Tiergruppen in der Fläche KU4 und für die Laufkäfer in der Fläche KU2 zu.

In den Jahren 2012 und 2014 wurden in den Richtungsfallen insgesamt 95 Laufkäferarten mit 18.301 Individuen und 164 Spinnenarten mit 23.048 Individuen erfasst (s. Tabellen A4 und A5). Es wurden insgesamt sieben statistisch signifikante Laufaktivitäten für die Laufkäfer und vier für die Spinnentiere in beiden Untersuchungsjahren gefunden (s. Tabellen A20 und A21). Die häufigsten Laufaktivitäten zeigten Individuen von Arten mit einer spezifischen Habitatpräferenz ausgehend von einer Agrarholzfläche mit Holzernte in Richtung angrenzender Biotope (s. Abbildungen 15a - d). Für die Laufkäfer - und Spinnentierindividuen erfolgten diese in jeweils drei Fällen.

Für die Individuen der Waldarten wurden in fünf Fällen statistisch signifikant zielgerichtete Laufaktivitäten gefunden. In zwei Fällen zeigten die Individuen der Ruderalarten eine statistisch signifikante Richtungspräferenz und jeweils ein Mal traf dies für die Individuen der Acker - und Grünlandarten, der offenen Trockenhabitats sowie für diejenigen der Artengruppe mit unterschiedlichen Habitatpräferenzen zu. In drei Fällen zeigten die Individuen der Waldarten eine statistisch signifikante Richtungspräferenz von einer Agrarholzfläche mit Holzernte in Richtung einer Agrarholzfläche im älteren Aufwuchsjahr und einmal wurde dies zwischen Agrarholzflächen unterschiedlicher Aufwuchsjahre beobachtet. Eine bevorzugte Laufrichtung von Individuen der Waldarten aus einer Agrarholzfläche im älteren Aufwuchsjahr in Richtung einer Agrarholzfläche mit Holzernte war nicht vorhanden. Auf Offenlandbiotopen liefen die Individuen der Waldarten nach einer Holzernte nicht zu.

In einer Richtungsfall traten Laufaktivitäten durch Individuen der Offenlandarten in drei statistisch signifikanten Fällen (repräsentiert durch die Habitatpräferenzen ACK, GRL, MIX) nach einer Holzernte in der Agrarholzfläche KU2 aus Richtung der Ackerfläche auf. Die gleiche Laufrichtung wurde auch für die Individuen der Waldarten gefunden.

Die artspezifischen Habitatpräferenzen von Individuen, die eine Laufaktivität in Richtung einer angrenzenden Fläche zeigten, entsprachen in beiden Tiergruppen in neun von elf Fällen dem Biotoptyp dieser angrenzenden Fläche.

4.3 Vegetationsstruktur

4.3.1 Charakterisierung der Vegetationsstruktur

Zur Charakterisierung der Vegetationsstruktur und deren Wachstumsverlauf während der Untersuchungszeit wurden die Deckungsgrade der Strukturvariablen Schatten, Baum -, Strauch -, Kultur -, Kraut -, Gras -, Moos - und Streuschicht, der Totholzanteil ≥ 2 cm bis ≤ 10 cm \emptyset sowie ≥ 10 cm \emptyset und der Anteil offenen, vegetationslosen Bodens (Offen) in allen Untersuchungsflächen im 14 - tägigen Turnus kartiert (s. Kapitel 3.1.2 und Tabelle A22). Die mittleren prozentualen Deckungsgrade der Variablen mit den höchsten Deckungsgraden „Schatten“, „Streu“, „Kultur“, „Offen“, „Kraut“ und „Gras“ sind je Fläche und Jahr in der Abbildung 16 dargestellt.

Die Vegetationsstruktur in den **Agrarholzflächen** setzte sich aus den Variablen „Kraut“, „Gras“, „Streu“ und „Offen“ zusammen. Die Flächen waren zudem durch vorwiegend hohe Beschattungsgrade gekennzeichnet. Charakteristisch für die Agrarholzflächen waren deutliche Unterschiede in den Deckungsgraden der Variablen zwischen den Jahren im Gegensatz zu fast allen Referenzflächen.

Die Variablen „Schatten“ und „Streu“ wiesen im ältesten Aufwuchsjahr in allen Agrarholzflächen höhere Deckungsgrade im Vergleich zum jüngsten Aufwuchsjahr auf, während für die Variable „Offen“ in den Agrarholzflächen KU1, KU3 und KU4 das Gegenteil zutrifft.

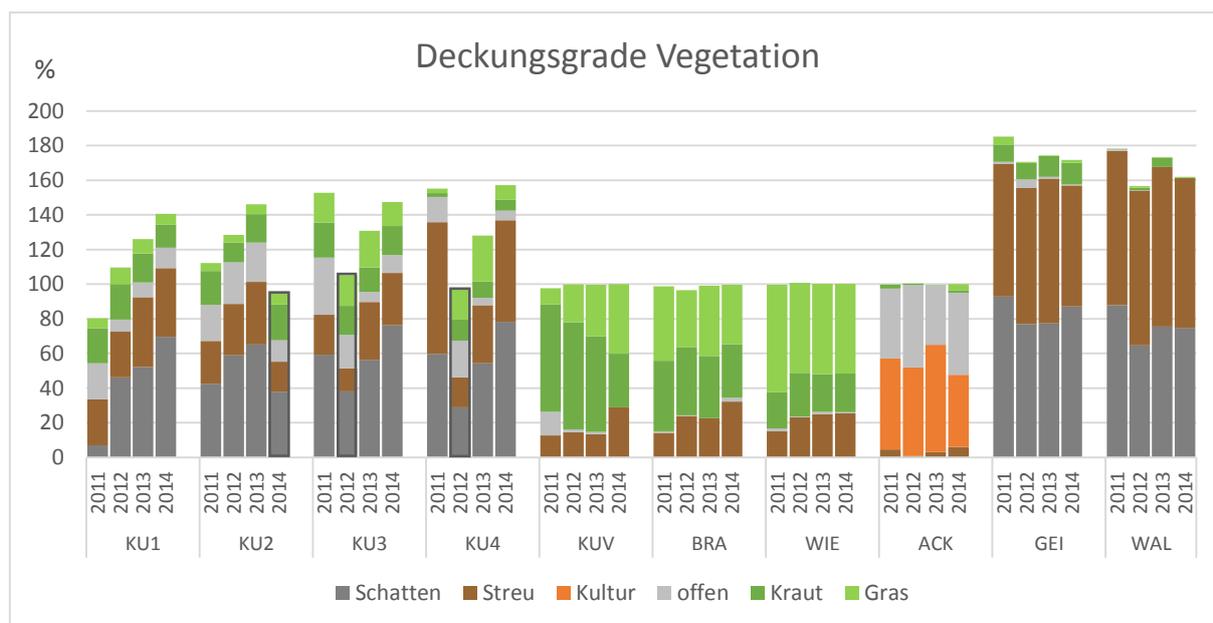


Abbildung 16: Mittlere prozentuale Deckungsgrade ausgewählter Strukturvariablen in Prozent, berechnet aus 10 Aufnahmequadraten je Untersuchungsfläche und -jahr für den Untersuchungszeitraum 2011 bis 2014. Das Jahr nach der Holzernte in den Agrarholzflächen ist schwarz umrahmt. ACK = Acker, BRA = Brache, GEI = Gehölzinsel, KU1 - KU4 = Agrarholzflächen, KUV = Vorgewende, WAL = Wald, WIE = Wiese. Der Gesamtdeckungsgrad der Strukturvariablen in den Gehölzflächen KU1 - KU4, GEI und WAL kann > 100 % betragen, da die Beschattung zum Deckungsgrad der weiteren Strukturvariablen addiert wurde.

Die Biotopstruktur des **Ackers** wurde fast ausschließlich durch die Kulturart (Kultur) und einen hohen Anteil vegetationsfreien, unbedeckten Bodens (Offen) geprägt (s. Abbildung 16 und Tabelle A22).

In den Offenlandflächen **KUV, BRA** und **WIE** bestand die Vegetation vorwiegend aus der Kraut- und Grasschicht. Die Variable „Streu“ wies mittlere Deckungsgrade in diesen Flächen auf. In allen Jahren dominierte die Grasschicht in der Wiese und mittlere Deckungsgrade traten für die Krautschicht auf. In der Brache setzte sich die Vegetation zu etwa gleichen Teilen aus der Kraut- und der Grasschicht zusammen.

In der Fläche KUV dominierte im Jahr 2011 die Krautschicht mit hohen Deckungsgraden und für die Variablen „Offen“ und „Gras“ wurden eher geringe Deckungsgrade ermittelt. In den Jahren 2012 bis 2014 war ein Anstieg der Deckungsgrade für die Variable „Gras“ erkennbar, während für diejenigen der Variablen „Kraut“ und „Offen“ geringere Werte auftraten. Im Jahr 2014 waren in der Fläche KUV keine vegetationsfreien Bereiche vorhanden und die Variable „Gras“ wies hohe Deckungsgrade auf.

Für die Flächen **GEI** und **WAL** waren hohe Beschattungsgrade und Streuanteile kennzeichnend. Der Deckungsgrad der Variablen „Streu“ dominierte in allen Jahren fast ausschließlich die bodennahe Struktur des Waldes, in der Fläche GEI traten geringe Deckungsgrade für die Krautschicht auf.

4.3.2 Diversität der Vegetationsstruktur

Zur Ermittlung der Vegetationsstruktur - Diversität wurden die Indices Log series α , der Shannon - Index, der reziproke Simpson - Index sowie die Evenness (s. Kapitel 3.4.1) für die Deckungsgrade von zehn Vegetationsstrukturelementen (s. Kapitel 3.1.2) je Untersuchungsjahr sowie für den gesamten Untersuchungszeitraum berechnet (s. Tabellen A22 und A23) und mit einer einfaktoriellen ANOVA (s. Kapitel 3.5.3) auf statistisch signifikante Unterschiede zwischen den Flächen geprüft (s. Tabelle 29). Die Anzahl der Vegetationsstrukturvariablen (AnzStr) wurde ln - transformiert und ebenfalls mit einer einfaktoriellen ANOVA auf statistisch signifikante Unterschiede zwischen den Untersuchungsflächen getestet.

Im Mittel der Jahre 2011 bis 2014 wiesen die Diversitätsmaße in allen **Agrarholzflächen** statistisch signifikant höhere Werte im Vergleich zu denen der Referenzflächen auf. Die Agrarholzflächen zeigten für die Vegetationsstruktur in den einzelnen Untersuchungsjahren eine höhere Heterogenität (Shannon - Index) im Vergleich zu den Referenzflächen (s. Tabelle 29). In den Agrarholzflächen KU1 - KU3 war dieser Unterschied in allen Einzeljahren der Untersuchung, mit Ausnahme der Brache im Jahr 2012, statistisch signifikant. Die Vegetationsstruktur dieser Agrarholzflächen setzte sich in den einzelnen Jahren in fast allen Fällen aus einer statistisch signifikant höheren Anzahl von Strukturelementen mit geringen Deckungsgraden (Log series α) und solchen mit hohen Deckungsgraden (reziproker Simpson - Index) zusammen.

In allen Einzeljahren waren die Agrarholzflächen KU1 - KU3, mit Ausnahme der Flächen BRA und WIE im Jahr 2013, durch eine statistisch signifikant homogenere Verteilung der Deckungsgrade auf die unterschiedlichen Strukturelemente (Evenness) im Vergleich zu den Referenzflächen gekennzeichnet. Auch für die Diversitätsmaße der Agrarholzfläche KU4 traten in der Mehrzahl statistisch signifikante Unterschiede zu denen der Referenzflächen auf. Für die mittlere Anzahl der Strukturelemente wurden in allen Agrarholzflächen und Einzeljahren in nahezu jedem Fall statistisch signifikant höhere Werte im Vergleich zu denen der Referenzflächen gefunden.

Das **Vorgewende** war in allen Jahren durch eine geringe Vegetationsstruktur - Diversität (Shannon - Index) gekennzeichnet und wies geringe Werte in der mittleren Anzahl der Strukturelemente auf (s. Tabellen 29 sowie A23). Die Verteilung der Deckungsgrade auf die unterschiedlichen Strukturelemente zeigte in fast allen Jahren eine große Homogenität (Evenness), da sowohl die Strukturelemente mit hohen Deckungsgraden (reziproker Simpson - Index) als auch solche mit geringen Deckungsgraden (log series α) in allen Jahren eher geringe Werte erreichten.

Tabelle 29: Gerundete Mittelwerte für die Vegetationsstruktur - Diversitätsindices Log series α , Shannon -, Evenness und reziproker Simpson - Index, berechnet auf der Basis der mittleren Deckungsgrade der Vegetationsstruktur je Aufnahmequadrat, Untersuchungsfläche und -jahr sowie für den gesamten Untersuchungszeitraum 2011 - 2014. Das Aufwuchsjahr für die Agrarholzflächen ist in Klammern angegeben. Einfaktorielle ANOVA (Duncan Test, $p \leq 0,05$), Freiheitsgrade $df(9,40)$, $F = F$ - Wert, a, b, c, d, e, f, g indizieren statistisch signifikante Unterschiede zwischen den Flächen. Zellen mit Maximalwerten sind grün, Zellen mit Minimalwerten gelb unterlegt. Ln AnzStr = Ln der mittleren Anzahl von 10 Strukturelementen. ACK = Acker, BRA = Brache, GEI = Gehölzinsel, KU1 - KU4 = Agrarholzflächen, KUV = Vorgewende, WAL = Wald, WIE = Wiese.

2011	F	ACK	BRA	GEI	KU1 (1)	KU2 (2)	KU3 (3)	KU4 (3)	KUV	WAL	WIE
Ln AnzStr	48,0	2,0 ^{b,c}	2,0 ^c	2,1 ^b	2,2 ^a	2,2 ^a	2,2 ^a	2,2 ^a	1,8 ^{d,e}	1,8 ^e	1,9 ^{c,d}
Log series α	71,8	1,3 ^c	1,2 ^{c,d}	1,4 ^b	1,8 ^a	1,7 ^a	1,6 ^a	1,7 ^a	1,0 ^e	0,9 ^e	1,1 ^d
Shannon	92,7	1,3 ^{b,c}	1,3 ^{b,c}	1,3 ^c	1,8 ^a	1,9 ^a	1,8 ^a	1,4 ^b	1,3 ^c	0,9 ^d	1,3 ^c
Evenness	32,6	0,7 ^{c,d}	0,7 ^{b,c}	0,7 ^e	0,9 ^a	0,9 ^a	0,9 ^a	0,7 ^{d,e}	0,8 ^b	0,6 ^f	0,7 ^{c,d}
Simpson	161,3	3,3 ^c	3,2 ^{c,d}	2,9 ^d	5,1 ^b	5,8 ^a	5,4 ^b	3,1 ^{c,d}	3,1 ^{c,d}	2,3 ^e	3,0 ^d
2012	F	ACK	BRA	GEI	KU1 (2)	KU2 (3)	KU3 (1)	KU4 (1)	KUV	WAL	WIE
Ln AnzStr	48,0	1,9 ^d	2,0 ^c	2,1 ^b	2,2 ^a	2,2 ^a	2,2 ^a	2,2 ^a	1,9 ^d	2,1 ^b	2,0 ^c
Log series α	50	1,1 ^{c,d}	1,2 ^c	1,4 ^b	1,6 ^a	1,6 ^a	1,6 ^a	1,7 ^a	1,0 ^d	1,4 ^b	1,2 ^c
Shannon	178,2	1,2 ^c	1,4 ^b	1,3 ^c	1,8 ^a	1,8 ^a	1,8 ^a	1,8 ^a	1,3 ^c	1,0 ^d	1,4 ^b
Evenness	70,8	0,7 ^c	0,8 ^b	0,7 ^d	0,9 ^a	0,9 ^a	0,9 ^a	0,9 ^a	0,7 ^{b,c}	0,5 ^e	0,7 ^{b,c}
Simpson	238,7	3,2 ^{d,e}	3,5 ^c	2,9 ^f	5,1 ^b	5,3 ^a	5,3 ^a	5,3 ^a	3,0 ^{e,f}	2,3 ^g	3,3 ^{c,d}
2013	F	ACK	BRA	GEI	KU1 (3)	KU2 (4)	KU3 (2)	KU4 (2)	KUV	WAL	WIE
Ln AnzStr	19,2	1,9 ^b	1,8 ^{b,c}	1,9 ^{b,c}	2,2 ^a	2,2 ^a	2,2 ^a	2,2 ^a	1,8 ^c	1,8 ^{b,c}	1,8 ^c
Log series α	23	1,3 ^b	1,0 ^c	1,0 ^{b,c}	1,6 ^a	1,6 ^a	1,6 ^a	1,5 ^a	0,9 ^c	1,0 ^{b,c}	1,0 ^c
Shannon	184,3	1,2 ^{d,e}	1,3 ^c	1,2 ^e	1,8 ^a	1,8 ^a	1,8 ^{a,b}	1,7 ^b	1,2 ^d	1,0 ^f	1,3 ^c
Evenness	18,9	0,7 ^d	0,8 ^{b,c}	0,7 ^d	0,9 ^a	0,9 ^{a,b}	0,9 ^{a,b}	0,9 ^{a,b}	0,8 ^c	0,6 ^e	0,8 ^{a,b,c}
Simpson	364,1	3,1 ^d	3,3 ^c	2,7 ^e	5,3 ^a	5,2 ^a	5,2 ^a	5,0 ^b	3,0 ^d	2,4 ^f	3,3 ^c
2014	F	ACK	BRA	GEI	KU1 (4)	KU2 (1)	KU3 (3)	KU4 (3)	KUV	WAL	WIE
Ln AnzStr	50,5	1,9 ^c	1,8 ^d	2,1 ^b	2,1 ^b	2,3 ^a	2,1 ^b	2,1 ^b	1,6 ^d	1,9 ^c	1,6 ^d
Log series α	38,3	1,3 ^{c,d}	1,1 ^d	1,5 ^b	1,5 ^b	2,2 ^a	1,5 ^b	1,4 ^{b,c}	0,8 ^e	1,1 ^d	0,8 ^e
Shannon	144,5	1,1 ^e	1,2 ^d	1,3 ^d	1,7 ^b	2,0 ^a	1,6 ^b	1,4 ^c	1,1 ^{e,f}	1,0 ^g	1,1 ^{e,f}
Evenness	66,5	0,7 ^e	0,8 ^{c,d}	0,7 ^e	0,8 ^b	0,9 ^a	0,8 ^b	0,7 ^d	0,8 ^c	0,6 ^f	0,8 ^c
Simpson	163	2,7 ^d	3,2 ^c	2,9 ^d	4,1 ^b	6,3 ^a	4,0 ^b	3,3 ^c	2,8 ^d	2,4 ^e	2,7 ^d
2011 - 2014	F	ACK	BRA	GEI	KU1	KU2	KU3	KU4	KUV	WAL	WIE
Ln AnzStr	54,3	1,9 ^d	1,9 ^{d,e}	2,0 ^c	2,2 ^{a,b}	2,2 ^a	2,2 ^{a,b}	2,2 ^b	1,8 ^f	1,9 ^d	1,8 ^{e,f}
Log series α	23,3	1,1 ^b	1,1 ^b	1,2 ^b	1,5 ^a	1,5 ^a	1,4 ^a	1,4 ^a	1,1 ^b	1,2 ^b	1,1 ^b
Shannon	250,3	1,0 ^e	1,2 ^c	1,1 ^d	1,7 ^a	1,7 ^a	1,7 ^a	1,6 ^b	1,2 ^c	0,9 ^f	1,1 ^d
Evenness	66,7	0,6 ^e	0,8 ^c	0,6 ^e	0,9 ^a	0,9 ^a	0,9 ^a	0,8 ^b	0,7 ^c	0,5 ^f	0,7 ^d
Simpson	215,2	2,3 ^{f,g}	3,0 ^c	2,5 ^{e,f}	4,9 ^a	4,0 ^a	4,7 ^a	4,1 ^b	2,8 ^d	2,2 ^g	2,6 ^{d,e}

Im Jahr 2011 wies die Zusammensetzung der Vegetationsstruktur des **Ackers** eine mittlere Heterogenität (Shannon - Index) auf. Die Diversitätsmaße Log series α und der reziproke Simpson - Index sowie die Evenness und auch die mittlere Anzahl von Strukturelementen lagen im Vergleich zu den anderen Flächen im mittleren Bereich. Für die Jahre 2012 bis 2014 betrachtet war die Vegetationsstruktur -

Diversität des Ackers durch eine geringe Heterogenität gekennzeichnet (Shannon - Index), die von mittleren Werten für die Evenness begleitet wurde. Strukturelemente mit geringen Deckungsgraden (Log series α) traten im Jahr 2012 in geringer Anzahl auf, während solche mit hohen Deckungsgraden häufiger waren (reziproker Simpson - Index). Mittlere Werte wurden in den Jahren 2013 und 2014 für die Strukturelemente mit geringen Deckungsgraden (Log series α) gefunden, während mittlere Werte im Jahr 2013 und geringe Werte im Jahr 2014 für solche mit hohen Deckungsgraden auftraten (reziproker Simpson - Index).

Die Vegetationsstruktur der **Wiese** wies in den Jahren 2011 und 2014 eine geringe Heterogenität auf (Shannon - Index) und auch die mittlere Anzahl der Strukturelemente zeigte in drei Jahren geringe Werte. Strukturelemente mit geringen Deckungsgraden und solche mit hohen Deckungsgraden waren nur in geringer Anzahl vorhanden (Log series α , reziproker Simpson - Index). In den Jahren 2012 und 2013 war die Zusammensetzung der Vegetationsstruktur (Shannon - Index) heterogener ausgeprägt und es wurde eine mittlere Anzahl von Strukturelementen mit hohen Deckungsgraden (reziproker Simpson - Index) gefunden. Die Deckungsgrade der unterschiedlichen Strukturelemente zeigten im Vergleich zu den Jahren 2011 und 2012 in den Jahren 2013 und 2014 eine ausgewogenere Verteilung auf die Vegetationsstruktur (Evenness).

In der **Brache** war in den Jahren 2011 bis 2013 eine mittlere Heterogenität in der Zusammensetzung der Vegetationsstruktur erkennbar (Shannon - Index) und eine etwas geringere im Jahr 2014. In allen Jahren wurden nur wenige Strukturelemente mit geringen Deckungsgraden (Log series α) sowie eine mittlere Anzahl von Strukturelementen mit hohen Deckungsgraden (reziproker Simpson - Index) gefunden. Insgesamt wiesen die Deckungsgrade der unterschiedlichen Strukturelemente eine ausgewogene Verteilung auf (Evenness), während für die mittlere Anzahl der Strukturelemente in den Jahren 2011 und 2012 höhere und in den Jahren 2013 und 2014 geringere Werte ermittelt wurden.

Die Vegetationsstruktur der **Gehölzinsel** zeichnete sich in allen Jahren durch eine mittlere Heterogenität aus (Shannon - Index). Es traten weder Strukturelemente mit hohen Deckungsgraden (reziproker Simpson - Index) noch solche mit geringen Deckungsgraden (Log series α) in höherer Anzahl auf. Dagegen waren in drei Jahren hohe Werte für die mittlere Anzahl der Strukturelemente erkennbar. Die Evenness zeigte in allen Jahren eine mittlere Homogenität in der Verteilung der Deckungsgrade auf die unterschiedlichen Strukturelemente.

Im **Wald** wurde in allen Jahren die statistisch signifikant geringste Heterogenität in der Zusammensetzung der Vegetationsstruktur (Shannon - Index) gefunden. Die Strukturelemente mit hohen Deckungsgraden (reziproker Simpson - Index) wiesen in allen Jahren die statistisch signifikant geringste Anzahl im Wald auf. Auch Strukturelemente mit geringen Deckungsgraden (Log series α) zeigten mit Ausnahme des Jahres 2012 geringe Werte, ebenso wie die mittlere Anzahl von Strukturelementen. Für die Evenness traten im Vergleich zu allen anderen Flächen und Jahren statistisch signifikant geringere Werte im Wald auf.

Im Mittel der Jahre 2011 bis 2014 wiesen die Strukturelemente in der Fläche GEI die höchste mittlere Anzahl im Vergleich der Referenzflächen auf und die geringste mittlere Anzahl wurde in der Fläche KUV gefunden. Für die Diversitätsmaße in den Flächen ACK, GEI, WAL und WIE waren sehr geringe Werte im Mittel der Jahre 2011 bis 2014 kennzeichnend. Etwas höhere Werte traten in den Flächen BRA und KUV für die Indices Shannon und Simpson sowie für die Evenness auf. Dagegen waren die Werte für Log series α sehr gering.

4.4 Auswirkungen der Vegetationsstruktur auf die Zönosen

Mit Hilfe von Redundanzanalysen (RDA) wurde getestet ob ein linearer, statistisch signifikanter Zusammenhang zwischen den Laufkäfer - und Spinnentierzönosen und ausgewählten Strukturvariablen in den Untersuchungsflächen in Abhängigkeit zum Aufwuchsjahr der Agrarholzflächen bestand (s. Kapitel 3.5.4). Hierfür wurde der Beitrag zur Varianzaufklärung in den Artdaten für a) den gesamten Untersuchungszeitraum 2011 - 2014 (s. Tabelle 30 und Abbildungen 17a, b sowie für b) die einzelnen Aufwuchsjahre der Agrarholzflächen und den jeweils im gleichen Zeitraum untersuchten Referenzflächen durch fünf Variablen der Vegetationsstruktur analysiert (s. Tabellen 31 und 32 sowie Abbildungen 18a - d und 19a - d).

Mit einem Monte - Carlo Permutationstest (4999 Permutationen) wurde die Varianzaufklärung der Strukturvariablen auf statistische Signifikanz getestet. Um den Zusammenhang zwischen den strukturellen Habitateigenschaften und der Ansiedlung von Arten mit entsprechenden Habitatpräferenzen zu verdeutlichen, wurden die Artnamen in beiden Tiergruppen durch ihre artspezifischen Habitatpräferenzen ersetzt (vgl. Kapitel 3.3.2). Für eine bessere Lesbarkeit wurden nur die 50 Arten (Habitatpräferenzen) mit der höchsten Anpassung an die ersten beiden Achsen (most best fitting species) im Ordinationsraum dargestellt.

Allgemein gilt, dass Arten, die nahe eines Punktes positioniert sind, welcher repräsentativ für eine Untersuchungsfläche steht (des Weiteren als Flächenpunkt bezeichnet), in hoher Individuenzahl in dieser Untersuchungsfläche auftreten. Die Zönosen weit voneinander entfernter Flächenpunkte besitzen dagegen nur geringe Ähnlichkeiten in der quantitativen und qualitativen Artenkomposition und weisen nur wenige Arten mit gleichen Habitatpräferenzen auf.

Die Länge der Umweltvektoren und die Winkel zu den Achsen sind ein Maß für die Korrelation der einzelnen Umweltvariablen zu den Achsen. Ein Maß für die Stärke des Zusammenhangs stellen die Regressionskoeffizienten dar, welche als Ladungen berichtet werden. Weist eine Umweltvariable eine hohe Ladung auf einer der Achsen auf, nimmt sie entsprechend des Vorzeichens in dieser Richtung entweder stark zu, oder bei negativem Vorzeichen stark ab. Für die Arten - und Flächenpunkte ergeben sich aus den Ladungen die Positionen im Ordinationsdiagramm. Die Summe aller Ladungen einer Achse wird durch ihren Eigenwert (eigenvalue) repräsentiert.

Die pseudokanonische Korrelation repräsentiert die Korrelation zwischen der Variabilität in den Artdaten entlang der Achsen (CaseR - Scores) und den Umweltvariablen (CaseE - Scores), die den multidimensionalen Raum der Artdaten einschränken (s. Tabellen A29 - A32).

4.4.1 Auswirkungen im gesamten Untersuchungszeitraum

In den Ordinationsdiagrammen der RDA, die für den gesamten Untersuchungszeitraum 2011 - 2014 durchgeführt wurden, sind die Flächenpunkte und damit die durch ihre Habitatpräferenzen repräsentierten Arten, entlang von zwei Ordinationsachsen angeordnet (Abbildungen 17a und b). Die erste Achse repräsentiert einen Gradienten von Offenland zu Wald, also von streuarmer, unbeschatteten zu streureichen beschatteten Habitaten, während die zweite Achse einen Verlauf von grasarmen, offeneren zu dichten, grasreichen Biotopen zeichnet.

Für beide Tiergruppen erklärten die Strukturvariablen insgesamt etwa die Hälfte der Gesamtvarianz in den Artdaten (s. Tabelle 30). Die pseudokanonische Korrelation zwischen den Artdaten und den Strukturvariablen betrug in beiden Tiergruppen mehr als 90 % auf den ersten beiden Achsen.

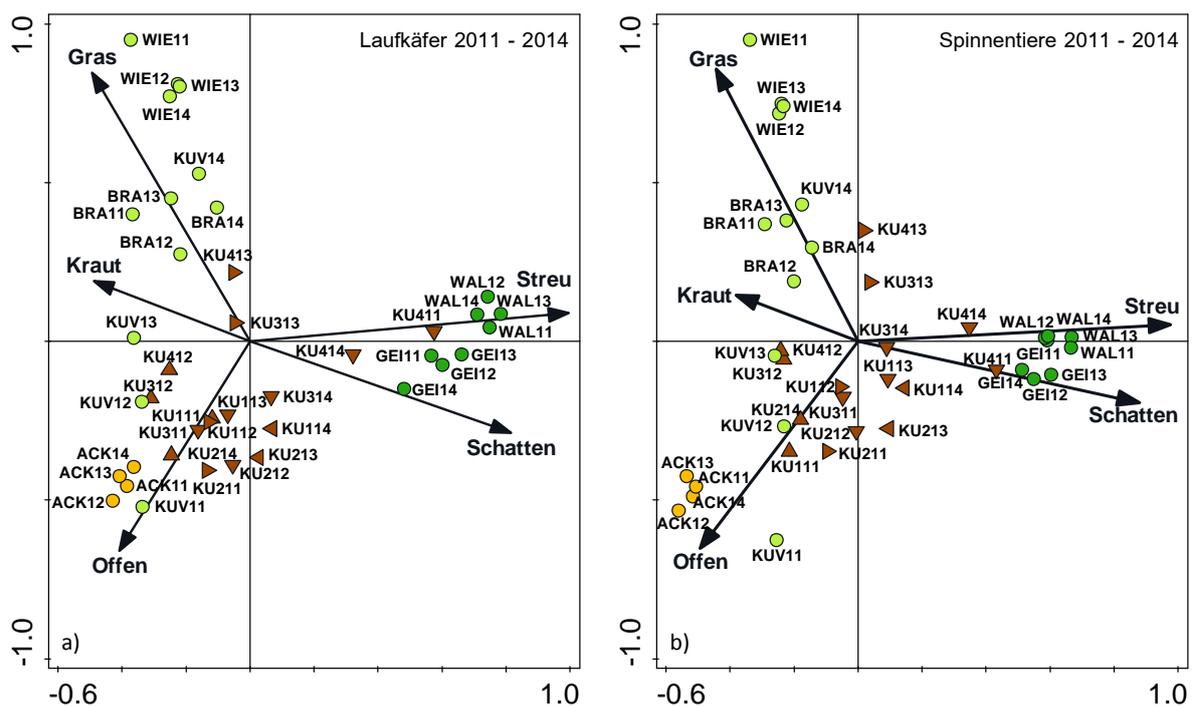
Tabelle 30: Statistische Kennwerte für die ersten vier Ordinationsachsen der Redundanzanalysen (RDA) für Laufkäfer und Spinnentiere auf der Basis von fünf summierten Einzelfällen je Fläche für den gesamten Untersuchungszeitraum 2011 - 2014 sowie für ausgewählte Vegetationsstrukturvariablen. VarAufkl = Varianzaufklärung, F = F - Statistik, p = Signifikanz, unkorrigiert, p_{adj} = Signifikanz korrigiert nach Holm, $Sign_{.adj}$ = Signifikanzniveau * $p \leq 0,05$, ** $p \leq 0,01$, *** $p \leq 0,001$, n.s. = statistisch nicht signifikant.

Laufkäfer 2011 - 2014					
Statistik	Achse 1	Achse 2	Achse 3	Achse 4	
Eigenvalue	0,29	0,14	0,06	0,02	
Varianzaufklärung (kumulativ)	28,69	42,93	49,14	51,29	
Pseudokanonische Korrelation	0,93	0,94	0,77	0,63	
Strukturvariablen	VarAufkl [%]	F	p	p_{adj}	$Sign_{.adj}$
Schatten	21,4	10,4	<0,001	0,001	***
Streu	14,8	8,6	<0,001	0,001	***
Gras	10,9	7,4	<0,001	0,001	***
Kraut	3,2	2,3	0,008	0,016	*
offen	2,4	1,7	0,050	0,050	*
VarAufkl Total [%]	52,8				
Gesamtvarianz in den Artdaten	19,93				
Spinnentiere 2011 - 2014					
Statistik	Achse 1	Achse 2	Achse 3	Achse 4	
Eigenvalue	0,27	0,11	0,06	0,02	
Varianzaufklärung (kumulativ)	27,36	38,67	44,90	46,46	
Pseudokanonische Korrelation	0,94	0,92	0,67	0,55	
Strukturvariablen	VarAufkl [%]	F	p	p_{adj}	$Sign_{.adj}$
Schatten	22,1	10,8	<0,001	0,001	***
Streu	10,1	5,5	<0,001	0,001	***
Gras	10,2	6,4	<0,001	0,001	***
Kraut	3,6	2,4	0,009	0,019	*
offen	1,7	1,1	0,312	0,312	n.s.
VarAufkl Total [%]	47,8				
Gesamtvarianz in den Artdaten	20,06				

Den größten Beitrag zur Varianzaufklärung erbrachten die Variablen „Schatten“, „Streu“ und „Gras“, der in beiden Tiergruppen statistisch höchstsignifikant war. Mehr als 40 % der Gesamtvarianz wurde für die Laufkäfer durch die ersten beiden Achsen erklärt und fast ebenso hohe Werte wiesen diese Achsen für die Spinnentiere auf. Demnach fügten bereits die ersten beiden Achsen einen wesentlichen Beitrag zur Aufklärung der Gesamtvarianz in den Artdaten beider Tiergruppen hinzu, während die dritte und vierte Achse mit insgesamt 8 % nur noch wenig zur Varianzaufklärung beitrugen.

Für die Art Daten beider Tiergruppen zeigten die Variablen „Schatten“ und „Streu“ positive Korrelationen zur ersten Achse, während für die Variable „Gras“ eine positive Korrelation zur zweiten Achse bestand (s. Tabelle A26).

Die Variable „Kraut“ wies in beiden Tiergruppen positive Beziehungen zur vierten Achse sowie für die Spinnentiere auch zur dritten Achse auf und trug in beiden Tiergruppen statistisch signifikant zur Varianzaufklärung bei. Dies traf auch für die Varianzaufklärung in den Art Daten der Laufkäfer durch die positiv mit der dritten Achse korrelierten Variable „Offen“ zu. Für die Spinnentiere trug diese Variable nicht statistisch signifikant zur Aufklärung der Variabilität in den Art Daten bei.



Abbildungen 17 a, b: Ordinationsdiagramme (1. und 2. Ordinationsachse) der Laufkäfer und Spinnentiere auf der Grundlage einer Redundanzanalyse (RDA). Dargestellt sind die durch Flächensymbole repräsentierten Zönosen (Jahresindividuumsummen aus fünf Bodenfallen je Fläche) in allen Untersuchungsflächen und -jahren für den gesamten Untersuchungszeitraum 2011 - 2014 in Relation zu fünf Strukturvariablen. ACK = Acker, BRA = Brache, GEI = Gehölzinsel, KU1 - KU4 = Agrarholzflächen (Untersuchungsjahr hinter dem Flächenkürzel), KUV = Vorgewende, WAL = Wald, WIE = Wiese. Die Aufwuchsjahre der Agrarholzflächen sind durch die Symbole ▲ = erstes, ► = zweites, ▼ = drittes und ◄ = viertes Aufwuchsjahr gekennzeichnet.

Die Referenzflächen **ACK**, **BRA**, **GEI**, **WAL** und **WIE** besaßen für beide Tiergruppen in allen Jahren eine große Ähnlichkeit in der Positionierung zu den Strukturvariablen (s. Abbildungen 17a und b). Dies weist darauf hin, dass in den einzelnen Jahren die gleichen Strukturvariablen für die Zusammensetzung dieser Zönosen von Bedeutung waren. In den Flächen **WAL** und **GEI** wurde die Zusammensetzung der Zönosen stark durch die Variablen „Schatten“ und „Streu“ beeinflusst, die positiv mit der ersten Ordinationsachse korreliert waren (s. Tabelle A26). Die Variable „Gras“ zeigte einen positiven Bezug zur zweiten Ordinationsachse, während für die Variable „Kraut“ eine negative Assoziation zur ersten Achse bestand. Beide Variablen prägten in den Flächen **BRA** und **WIE** hinsichtlich der Habitatpräferenzen die quantitative und qualitative Zusammensetzung der Zönosen beider Tiergruppen.

Die Flächenpunkte des **Vorgewendes** nahmen in jedem Jahr für beide Tiergruppen unterschiedliche Positionen ein (s. Abbildungen 17a und b). Nach der Ansaat der Wildblumenmischung im Jahr 2011 zeichnete sich diese Fläche durch einen hohen Deckungsgrad krautiger Arten aus, während der Deckungsgrad durch Gräser gering und die Fläche durch Bestandeslücken geprägt war (vgl. Kapitel 4.3.1). In den beiden folgenden Jahren wies diese Fläche eine durch einen hohen Deckungsgrad krautiger Arten gekennzeichnete, weitgehend geschlossene Pflanzendecke auf. Im Jahr 2014 setzte sich die Vegetation vorwiegend aus Gräsern zusammen. Diese Unterschiede in der Zusammensetzung der Vegetation zwischen den Jahren gingen mit Veränderungen in den Zönosenzusammensetzungen beider Tiergruppen einher, was darauf hindeutet, dass sich die für die Artengemeinschaften bedeutsamen Strukturvariablen in den Jahren 2011 bis 2014 unterschieden.

Im Gegensatz zu nahezu allen Referenzbiotopen unterschieden sich die Positionen der Flächenpunkte der **Agrarholzflächen** in den Zönosen beider Tiergruppen von Jahr zu Jahr deutlich voneinander (s. Abbildungen 17a und b). Dies ist ein Indiz dafür, dass sich die Zusammensetzung der Zönosen während des Untersuchungszeitraumes stark veränderte und dass dies durch Unterschiede in den Deckungsgraden der Strukturvariablen in den Agrarholzflächen mit hervorgerufen wurde (vgl. Kapitel 4.3.1, Abbildungen 17a und b).

Die Grafiken zeigen für fast alle Zönosen der Agrarholzflächen in den ersten beiden Aufwuchsjahren eine negative Relation zu den Variablen „Streu“ und „Schatten“. Nur in den Agrarholzflächen KU3(13) und KU4(13) wiesen die Zönosen der Spinnentiere im zweiten Aufwuchsjahr eine positive Relation zu diesen Variablen auf. Ab dem dritten Aufwuchsjahr verringerte sich für beide Tiergruppen die Distanz der Flächenpunkte von KU1, KU2 und KU4 zu denen der Gehölzinsel und des Waldes. Dies deutet auf eine Veränderung in der Zönosenzusammensetzung hin, die primär durch einen Anstieg des Individuenanteils von Waldarten in den Agrarholzflächen hervorgerufen wurde.

4.4.2 Auswirkungen in den einzelnen Aufwuchsjahren

Auch in den Analysen, die für die einzelnen Aufwuchsjahre der Agrarholzflächen durchgeführt wurden, ordneten sich die Arten beider Tiergruppen entlang von zwei Ordinationsachsen an, welche die gleichen Gradienten wie in den oben dargestellten Abbildungen 17a und b repräsentierten (s. Abbildungen 18a - d und 19a - d). Die Variable „Offen“ leistete in allen Analysen der Einzeljahre in beiden Tiergruppen keinen statistisch signifikanten Beitrag zur Varianzaufklärung und erwies sich im ersten Aufwuchsjahr als kollinear zu den weiteren Strukturvariablen (s. Tabellen 31 und 32 sowie A27 und A28). Da diese Variable für die Laufkäfer in der Analyse des gesamten Untersuchungszeitraums 2011 - 2014 statistisch signifikant zur Varianzaufklärung beitrug, wurde sie für eine Vergleichbarkeit der Ordinationen im Datensatz belassen.

Durch die in den einzelnen Untersuchungsjahren inhomogene Anzahl von Agrarholzflächen in jeweils gleichen Aufwuchsjahren ging eine unterschiedliche Anzahl von Flächen und damit auch von Zönosen in die Analysen ein. Je weniger Flächen in das Modell integriert wurden, desto geringere Varianzen traten in den Artdaten auf und umso höher war der Beitrag zur Aufklärung der Gesamtvarianz durch die Strukturvariablen.

Die Artdaten beider Tiergruppen wiesen in den ersten beiden Aufwuchsjahren in 22 Flächen eine Gesamtvarianz von 12 auf, von der etwa 60 % durch die Strukturvariablen erklärt werden konnte (s. Tabellen 31 und 32). Für das dritte Aufwuchsjahr wurden insgesamt 30 Flächen, bzw. Zönosen mit einer Gesamtvarianz von 16 analysiert. In beiden Tiergruppen trugen die Strukturvariablen mit etwa 55 % zur Varianzaufklärung bei. Die Artdaten beider Tiergruppen wiesen in den Analysen des vierten Aufwuchsjahres eine Gesamtvarianz von etwa 7 in 14 Flächen auf. Hiervon erklärten die Strukturvariablen nahezu 70 % je Tiergruppe.

Tabelle 31: Statistische Kennwerte für die ersten vier Ordinationsachsen der Redundanzanalysen (RDA) für Laufkäfer auf der Basis von fünf summierten Einzelfällen je Fläche in den unterschiedlichen Aufwuchsjahren der Agrarholzflächen und den zeitgleich untersuchten Referenzflächen sowie für ausgewählte Strukturvariablen. VarAufkl = Varianzaufklärung, F = F - Statistik, p = Signifikanz, unkorrigiert, p_{adj} = Signifikanz korrigiert nach Holm, Sign._{adj} = Signifikanzniveau * $p \leq 0,05$, ** $p \leq 0,01$, *** $p \leq 0,001$, n.s. = statistisch nicht signifikant.

Laufkäfer 1. Aufwuchsjahr					
Statistik	Achse 1	Achse 2	Achse 3	Achse 4	
Eigenvalues	0,40	0,17	0,05	0,02	
Varianzaufklärung (kumulativ)	39,89	57,01	62,45	64,88	
Pseudokanonische Korrelation	0,98	0,96	0,87	0,63	
Strukturvariablen	VarAufkl [%]	F	p	p_{adj} *	Sign. _{adj}
Schatten	36,0	11,3	<0,001	0,001	***
Streu	9,7	3,4	0,002	0,004	**
Gras	9,7	3,4	0,002	0,004	**
Kraut	4,5	2,1	0,016	0,016	*
offen	3,1	1,5	0,128	0,128	n.s.
VarAufkl Total [%]	66,3				
Gesamtvarianz in den Artdaten	11,81				
Laufkäfer 2. Aufwuchsjahr					
Statistik	Achse 1	Achse 2	Achse 3	Achse 4	
Eigenvalues	0,40	0,15	0,06	0,03	
Varianzaufklärung (kumulativ)	39,59	54,88	61,05	63,55	
Pseudokanonische Korrelation	0,99	0,97	0,81	0,70	
Strukturvariablen	VarAufkl [%]	F	p	p_{adj} *	Sign. _{adj}
Schatten	30,0	8,6	<0,001	0,001	***
Streu	13,2	4,4	<0,001	0,001	***
Gras	13,2	5,5	<0,001	0,001	***
Kraut	5,3	2,3	0,014	0,014	*
offen	3,7	1,7	0,071	0,071	n.s.
VarAufkl Total [%]	65,4				
Gesamtvarianz in den Artdaten	11,84				

Tabelle 31 (Fortsetzung)

Laufkäfer 3. Aufwuchsjahr					
Statistik	Achse 1	Achse 2	Achse 3	Achse 4	
Eigenvalues	0,32	0,15	0,05	0,03	
Varianzaufklärung (kumulativ)	32,18	47,61	52,69	55,55	
Pseudokanonische Korrelation	0,94	0,94	0,73	0,69	
Strukturvariablen	VarAufkl [%]	F	P	P _{adj} *	Sign. _{adj.}
Schatten	27,2	10,4	<0,001	0,001	***
Streu	11,1	4,8	<0,001	0,001	***
Gras	12,0	6,3	<0,001	0,001	***
Kraut	4,0	2,2	0,013	0,025	*
offen	3,0	1,7	0,074	0,074	n.s.
VarAufkl Total [%]	57,3				
Gesamtvarianz in den Artdaten	16,61				
Laufkäfer 4. Aufwuchsjahr					
Statistik	Achse 1	Achse 2	Achse 3	Achse 4	
Eigenvalues	0,39	0,20	0,07	0,05	
Varianzaufklärung (kumulativ)	39,25	59,04	66,26	70,81	
Pseudokanonische Korrelation	0,98	0,95	0,92	0,81	
Strukturvariablen	VarAufkl [%]	F	p	p _{adj} *	Sign. _{adj.}
Schatten	34,8	6,4	<0,001	0,001	***
Streu	16,0	3,6	0,003	0,010	**
Gras	13,3	3,7	0,003	0,011	*
Kraut	6,6	2,0	0,071	0,141	n.s.
offen	1,2	0,3	0,934	0,934	n.s.
VarAufkl Total [%]	71,8				
Gesamtvarianz in den Artdaten	7,61				

In allen Analysen nach Aufwuchsjahren bestand zwischen den Artdaten und den Strukturvariablen auf den ersten beiden Achsen eine pseudokanonische Korrelation von mehr als 90 % in beiden Tiergruppen (s. Tabellen 31 und 32). Diese beiden Achsen erklärten etwa die Hälfte der Gesamtvarianz in den Artdaten der Laufkäfer und mindestens 45 % in Artdaten der Spinnentiere. Geringere Beiträge zur Varianzaufklärung waren für die dritte und vierte Achse zusammen mit annähernd 10 % für beide Tiergruppen vorhanden.

Die Variable „Schatten“ leistete in allen Analysen nach Aufwuchsjahren den größten Beitrag zur Varianzaufklärung und trug statistisch höchstsignifikant zur Aufklärung der Gesamtvarianz in den Artdaten beider Tiergruppen bei. Zur ersten Achse wies die Variable „Schatten“ eine positive Korrelation auf (s. Tabellen A27 und A28). Dies traf auch für die Variable „Streu“ zu, die für die Laufkäfer überwiegend statistisch höchstsignifikant und für die Spinnentiere mindestens statistisch signifikant zur Varianzaufklärung beitrug. Auch die positiv mit der zweiten Achse korrelierte Variable „Gras“ fügte einen wesentlichen Beitrag zur Aufklärung der Gesamtvarianz in den Artdaten beider Tiergruppen hinzu, der in den Analysen der ersten drei Aufwuchsjahre statistisch hochsignifikant bis höchstsignifikant und statistisch signifikant im vierten Aufwuchsjahr war (s. Tabellen 31 und 32).

Mit einem eher geringen Beitrag zur Varianzaufklärung wirkte sich die vorwiegend statistisch signifikant positiv mit der dritten Achse korrelierte Variable „Kraut“ in den Artdaten beider Tiergruppen aus. Die in der Mehrzahl positiv mit der dritten oder vierten Achse korrelierte Variable „Offen“ trug in beiden Tiergruppen nicht statistisch signifikant zur Varianzaufklärung bei.

Tabelle 32: Statistische Kennwerte für die ersten vier Ordinationsachsen der Redundanzanalysen (RDA) für Spinnentiere auf der Basis von fünf summierten Einzelfällen je Fläche in den unterschiedlichen Aufwuchsjahren der Agrarholzflächen und den zeitgleich untersuchten Referenzflächen und für ausgewählte Strukturvariablen. VarAufkl = Varianzaufklärung, F = F - Statistik, p = Signifikanz unkorrigiert, p_{adj} = Signifikanz korrigiert nach Holm, $Sign_{adj}$ = Signifikanzniveau * $p \leq 0,05$, ** $p \leq 0,01$, *** $p \leq 0,001$, n.s. = statistisch nicht signifikant.

Spinnentiere 1. Aufwuchsjahr					
Statistik	Achse 1	Achse 2	Achse 3	Achse 4	
Eigenvalues	0,36	0,16	0,05	0,02	
Varianzaufklärung (kumulativ)	35,78	51,43	56,70	58,45	
Pseudokanonische Korrelation	0,98	0,97	0,67	0,72	
Strukturvariablen	VarAufkl [%]	F	p	p_{adj}^*	$Sign_{adj}$
Schatten	31,8	9,3	<0,001	0,001	***
Streu	7,2	2,3	0,023	0,046	*
Gras	13,5	5,1	<0,001	0,001	***
Kraut	4,4	1,7	0,089	0,089	n.s.
offen	2,6	1,0	0,407	0,407	n.s.
VarAufkl Total [%]	59,5				
Gesamtvarianz in den Artdaten	11,54				
Spinnentiere 2. Aufwuchsjahr					
Statistik	Achse 1	Achse 2	Achse 3	Achse 4	
Eigenvalues	0,33	0,15	0,10	0,02	
Varianzaufklärung (kumulativ)	33,12	47,64	57,46	59,38	
Pseudokanonische Korrelation	0,97	0,94	0,83	0,74	
Strukturvariablen	VarAufkl [%]	F	p	p_{adj}^*	$Sign_{adj}$
Schatten	27,1	7,4	<0,001	0,001	***
Streu	11,7	3,6	<0,001	0,002	**
Gras	12,5	4,6	<0,001	0,001	***
Kraut	5,7	2,2	0,037	0,037	*
offen	3,7	1,5	0,148	0,148	n.s.
VarAufkl Total [%]	60,7				
Gesamtvarianz in den Artdaten	12,00				

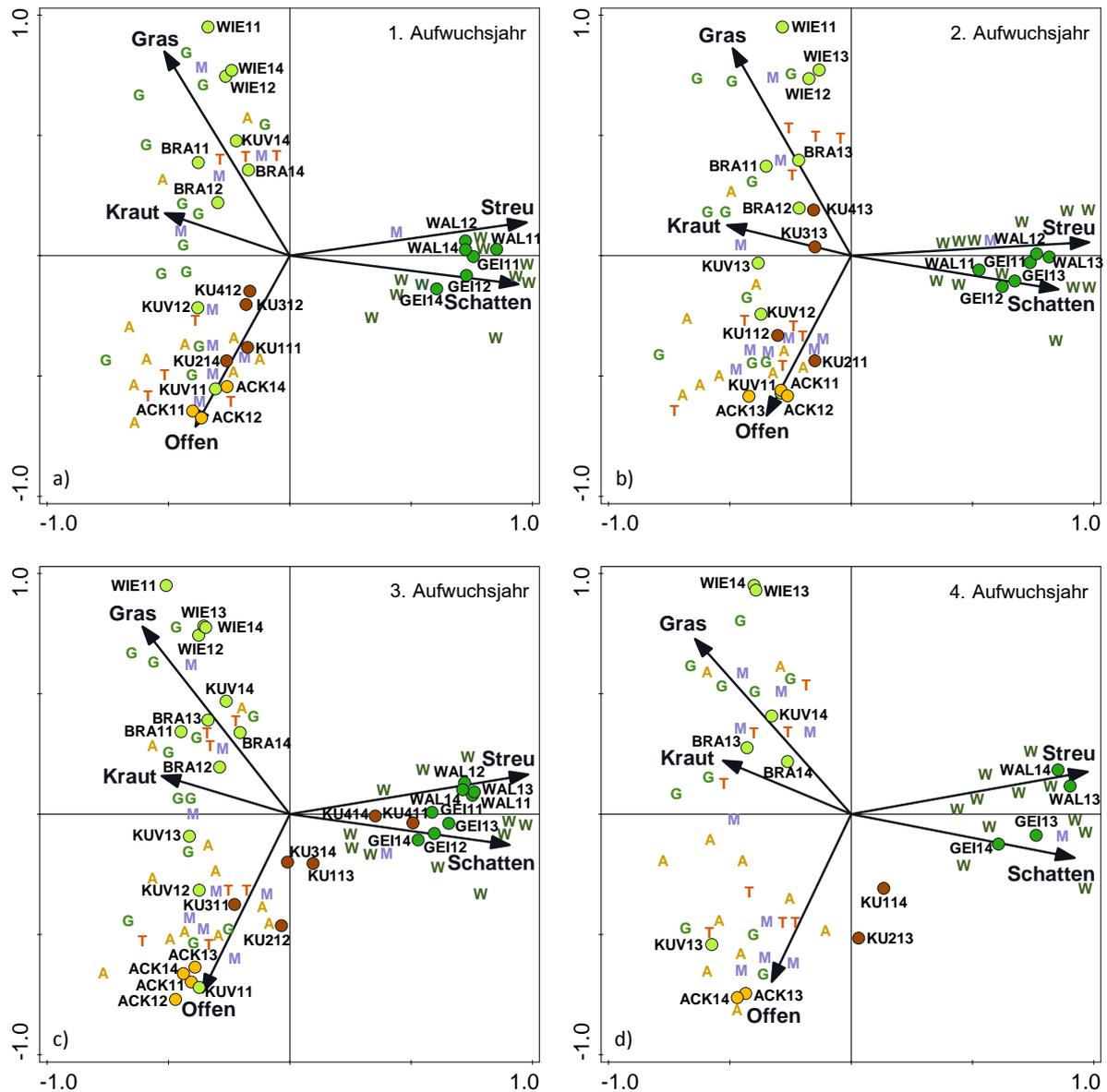
Tabelle 32 (Fortsetzung)

Spinnentiere 3. Aufwuchsjahr					
Statistik	Achse 1	Achse 2	Achse 3	Achse 4	
Eigenvalues	0,31	0,14	0,05	0,02	
Varianzaufklärung (kumulativ)	30,92	45,26	50,47	52,90	
Pseudokanonische Korrelation	0,96	0,95	0,62	0,76	
Strukturvariablen	VarAufkl [%]	F	p	p _{adj} *	Sign. _{adj.}
Schatten	27,2	10,4	<0,001	0,001	***
Streu	7,8	3,2	0,001	0,002	**
Gras	12,6	6,2	<0,001	0,001	***
Kraut	4,9	2,6	0,011	0,022	*
offen	2,5	1,3	0,205	0,205	n.s.
VarAufkl Total [%]	54,9				
Gesamtvarianz in den Artdaten	16,48				
Spinnentiere 4. Aufwuchsjahr					
Statistik	Achse 1	Achse 2	Achse 3	Achse 4	
Eigenvalues	0.38	0.17	0.08	0.05	
Varianzaufklärung (kumulativ)	37.79	54.53	62.21	67.41	
Pseudokanonische Korrelation	0.98	0.94	0.80	0.95	
Strukturvariablen	VarAufkl [%]	F	p	p _{adj} *	Sign. _{adj.}
Schatten	34,2	6,2	<0,001	0,001	***
Streu	11,2	2,3	0,024	0,048	*
Gras	12,1	2,8	0,01	0,038	*
Kraut	9,4	2,6	0,025	0,073	n.s.
offen	2,0	0,5	0,847	0,847	n.s.
VarAufkl Total [%]	68,9				
Gesamtvarianz in den Artdaten	7,60				

Die Stärke des Zusammenhangs zwischen den Artdaten und den Strukturvariablen lässt sich an den Ladungen ablesen, welche die Regressionskoeffizienten repräsentieren. Das Vorzeichen einer Ladung kennzeichnet eine positive oder negative Korrelation zu einer Achse. Für beide Tiergruppen sind die Regressionskoeffizienten der Strukturvariablen auf den ersten vier Achsen den Tabellen A27 und A28 für den gesamten Untersuchungszeitraum und für die einzelnen Aufwuchsjahre der Agrarholzflächen den Tabellen A31 und A32 zu entnehmen. Für die Flächenpunkte und damit die Artengemeinschaften des **Ackers** waren vorwiegend positive Ladungen auf der Achse vorhanden, die positiv mit der Strukturvariablen „Offen“ assoziiert war, während zu den anderen Achsen in allen Jahren negative Ladungen bestanden.

In den **Agrarholzflächen** KU1(11) und KU4(12) traten für die Artengemeinschaften der Laufkäfer im ersten Aufwuchsjahr positive Ladungen auf der dritten Achse auf, zu der die Variable „Offen“ in den ersten beiden Aufwuchsjahren positiv korreliert war. Auch die Anordnung der Flächenpunkte KU2(14) und KU3(12) deutet für die Laufkäfer auf eine positive Assoziation mit der Variablen „Offen“ hin (s. Abbildung 18a). Diese Flächenpunkte wiesen zwar negative Ladungen auf der dritten Achse auf, jedoch trugen die negativen Ladungen auf den ersten beiden Achsen vorrangig zu ihrer Positionierung bei. Das gleiche traf auch für die Spinnentiere in der Fläche KU1(11) zu (s. Abbildung 19a).

Die Artengemeinschaften der Spinnentiere zeigten in den Agrarholzflächen im ersten Aufwuchsjahr mit Ausnahme der Fläche KU1(11) ebenfalls positive Ladungen auf der Achse, die durch einen positiven Bezug zur Variablen „Offen“ gekennzeichnet war. Für die Spinnentiere war dies jedoch in den ersten beiden Aufwuchsjahren die vierte Achse.



Abbildungen 18 a - d: Ordinationsdiagramme (1. und 2. Ordinationsachse) der Laufkäfer auf der Grundlage von Redundanzanalysen (RDA). Dargestellt sind die durch Flächensymbole repräsentierten Zönozen (Jahresindividuumsummen aus fünf Bodenfallen je Fläche) in den Agrarholzflächen KU1 - KU4 je Aufwuchsjahr sowie die jeweils im gleichen Zeitraum untersuchten Referenzbiotope in Relation zu fünf Strukturvariablen. Die Artennamen wurden durch die Habitatpräferenzen der einzelnen Arten ersetzt. Es wurden die 50 Arten (Habitatpräferenzen) mit der höchsten Anpassung an die ersten beiden Achsen (most best fitting species) im Ordinationsraum abgebildet. Habitatpräferenzgruppen: A = Arten der Ackerhabitate, G = Arten der Grünlandhabitate, M = Artengruppe mit unterschiedlichen Habitatpräferenzen, T = Arten offener Trockenhabitate, W = Arten der Waldhabitate. Untersuchungsflächen: ACK = Acker, BRA = Brache, GEI = Gehölzinsel, KU1 - KU4 = Agrarholzflächen (Untersuchungsjahr hinter dem Flächenkürzel), KUV = Vorgewende, WAL = Wald, WIE = Wiese.

Im zweiten Aufwuchsjahr wiesen die Artengemeinschaften beider Tiergruppen in den Agrarholzflächen negative Ladungen auf der dritten, bzw. vierten Achse auf und waren entfernt von den Flächenpunkten des Ackers angeordnet (s. Abbildungen 18b und 19b sowie Tabellen A31 und A32).

In den ersten beiden Aufwuchsjahren bestanden für die Artengemeinschaften der Agrarholzflächen in beiden Tiergruppen negative Ladungen auf der ersten Achse, mit der die Variablen „Schatten“ und „Streu“ in allen Jahren positiv korreliert waren.

Im **Vorgewende** war nach der Ansaat der Wildblumenmischung im Jahr 2011 eine Veränderung der Laufkäfer - und Spinnentierzönosen im zeitlichen Verlauf erkennbar (s. Abbildungen 18a - d und 19a - d). Während die Flächenpunkte des Vorgewendes für die Laufkäfer in den ersten beiden Aufwuchsjahren auf allen Achsen vorwiegend negative Ladungen aufwiesen, wurden in den Analysen des dritten Aufwuchsjahres positive Assoziationen zur dritten Achse gefunden (s. Tabelle A31). Mit dieser Achse war die Variable „Kraut“ positiv korreliert (s. Tabelle A27). Für die Artengemeinschaften der Spinnentiere traten auf dieser Achse positive Ladungen in den Analysen des ersten und dritten Aufwuchsjahres auf. Zudem bestand für die Spinnentiere im dritten Aufwuchsjahr eine positive Assoziation zur vierten Achse, zu der die Variable „Offen“ eine positive Korrelation aufwies.

Im vierten Aufwuchsjahr waren die Flächenpunkte des Vorgewendes (KUV) für beide Tiergruppen stark mit der Variablen „Gras“ assoziiert, da diese Zönosen, wie auch die Variable „Gras“, einen positiven Bezug zur zweiten Achse zeigten (s. Abbildungen 18d und 19d).

In fast allen **Agrarholzflächen** bestanden für die Artengemeinschaften beider Tiergruppen im dritten Aufwuchsjahr positive Ladungen auf der dritten Achse, mit der die Variable „Kraut“ positiv korreliert war (s. Tabellen A27 und A28 sowie A31 und A32). Nur der Flächenpunkt KU4(11) war in beiden Tiergruppen durch negative Ladungen auf der dritten Achse gekennzeichnet. Im Gegensatz zu den Laufkäfern wiesen die Spinnentiere in den Agrarholzflächen in fast allen Aufwuchsjahren positive Ladungen auf der dritten Achse auf, zu der die Variable „Kraut“ eine positive Korrelation zeigte.

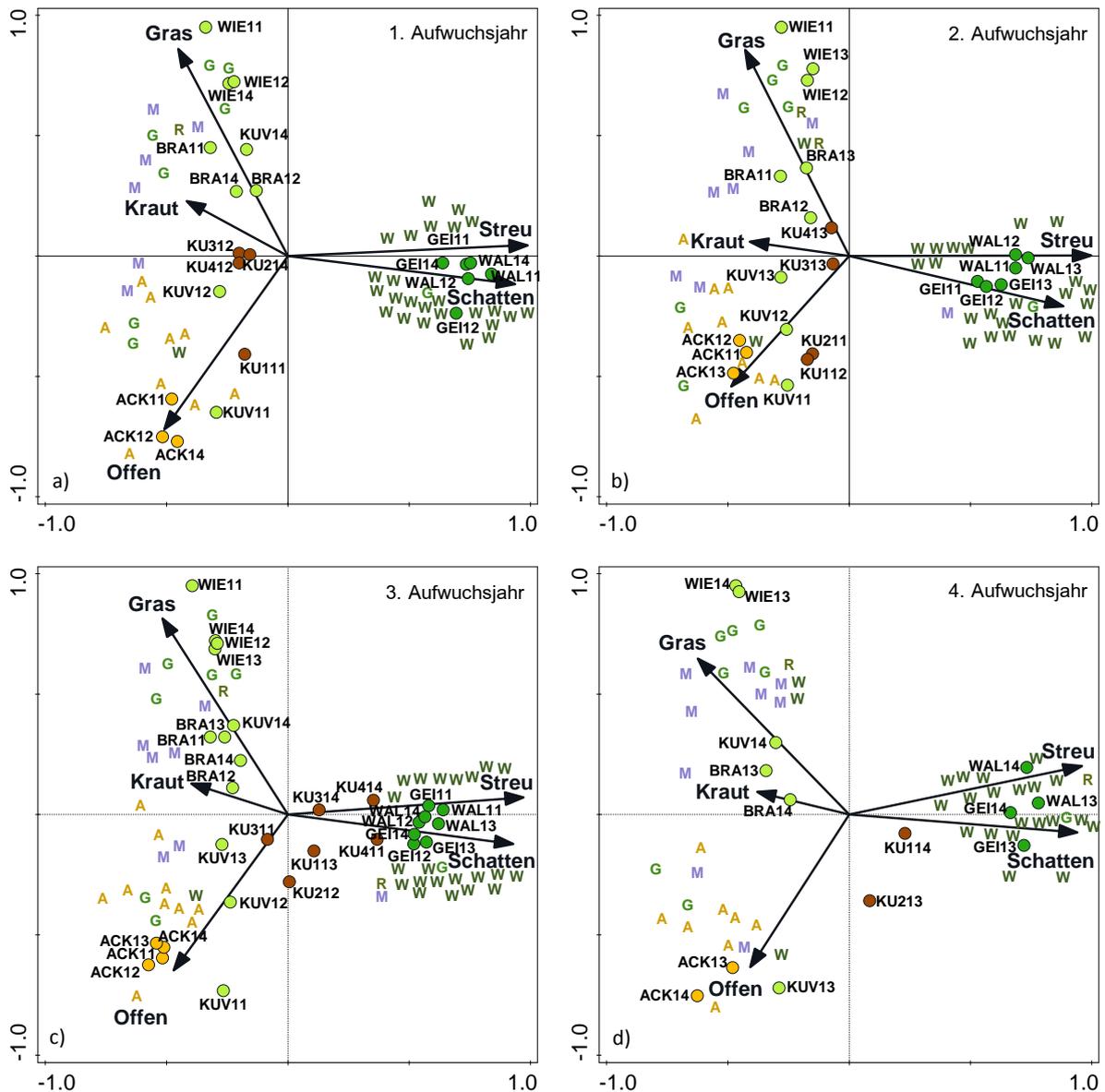
Ein negativer Bezug trat für die Spinnentiere in den Agrarholzflächen nur im zweiten Aufwuchsjahr mit Ausnahme der Fläche KU4(13) auf der zweiten Achse auf, zu der für die Variable „Kraut“ eine geringe positive Korrelation bestand. Beide Tiergruppen wiesen in allen Aufwuchsjahren vorwiegend negative Relationen zur positiv mit der Variablen „Gras“ korrelierten zweiten Achse auf.

In der **Brache** traten für die Artengemeinschaften beider Tiergruppen positive Ladungen auf den Achsen auf, zu denen die Variable „Kraut“ positive Korrelationen zeigte (s. Tabellen A27 und A28 sowie A31 und A32). Dies traf analog auch für die zweite Achse zu, mit der die Variablen „Gras“ in allen Jahren positiv korreliert war.

Auch die Flächenpunkte der **Wiese** wurden in allen Jahren durch hohe positive Ladungen auf der zweiten Achse charakterisiert. Diese Achse war im ersten Aufwuchsjahr für die Laufkäfer und im zweiten Aufwuchsjahr für beide Tiergruppen neben der Variablen „Gras“ auch positiv mit der Variablen „Kraut“ assoziiert.

Die Laufkäfer wiesen in den **Agrarholzflächen**, mit Ausnahme der Flächen KU3(13) und KU4(13) im zweiten Aufwuchsjahr, in allen anderen Aufwuchsjahren negative Ladungen auf der zweiten Achse auf und auch die Spinnentiere zeigten in der Mehrzahl einen negativen Bezug zur zweiten Achse. Positive Ladungen zur zweiten Achse bestanden für die Spinnentiere im ersten Aufwuchsjahr in den Flächen KU3(12) und KU2(14), im zweiten Aufwuchsjahr für die Fläche KU4(13) und im dritten Aufwuchsjahr für die Flächen KU4(14) und KU3(14).

In beiden Tiergruppen waren für die Artengemeinschaften der Flächen **WAL** und **GEI** in allen Jahren hohe positive Ladungen auf der ersten Achse charakteristisch, zu der die Variablen „Schatten“ und „Streu“ positiv assoziiert waren (s. Tabellen A27 und A28 sowie A31 und A32). Für die Laufkäferzönosen des Waldes bestanden zudem auch positive Ladungen auf der positiv mit der Variablen „Gras“ korrelierten zweiten Achse. Zur positiv mit der Variablen „Offen“ korrelierten Achse traten positive



Abbildungen 19 a - d: Ordinationsdiagramme (1. und 2. Ordinationsachse) der Spinnentiere auf der Grundlage von Redundanzanalysen (RDA). Dargestellt sind die durch Flächensymbole repräsentierten Zönosen (Jahresindividuumsummen aus fünf Bodenfallen je Fläche) in den Agrarholzflächen KU1 - KU4 je Aufwuchsjahr sowie die jeweils im gleichen Zeitraum untersuchten Referenzbiotope in Relation zu fünf Vegetationsstrukturvariablen. Die Artnamen wurden durch die Habitatpräferenzen der einzelnen Arten ersetzt. Es wurden die 50 Arten (Habitatpräferenzen) mit der höchsten Anpassung an die ersten beiden Achsen (most best fitting species) im Ordinationsraum abgebildet. Habitatpräferenzgruppen: A = Arten der Ackerhabitats, G = Arten der Grünlandhabitats, M = Artengruppe mit unterschiedlichen Habitatpräferenzen, T = Arten offener Trockenhabitats, W = Arten der Waldhabitats. Untersuchungsflächen: ACK = Acker, BRA = Brache, GEI = Gehölzinsel, KU1 - KU4 = Agrarholzflächen (Untersuchungsjahr hinter dem Flächenkürzel), KUV = Vorgewende, WAL = Wald, WIE = Wiese.

Assoziationen für die Laufkäfer sowie in der Tendenz auch für die Spinnentiere auf. Für beide Tiergruppen traf dies für die dritte bzw. vierte Achse zu. Dies war zum Teil auch für die Fläche GEI in beiden Tiergruppen erkennbar.

In fünf von sechs **Agrarholzflächen** zeigten die Spinnentiere im dritten Aufwuchsjahr positive Ladungen auf der ersten Achse. Für die Laufkäfer traf dies in den Agrarholzflächen KU4(11), KU4(14) und KU1(13) zu. Im vierten Aufwuchsjahr bestanden für die Artengemeinschaften beider Tiergruppen in beiden Agrarholzflächen positive Ladungen auf der dritten Achse, zu der die Variable „Kraut“ positive Relationen aufwies. Die Variable „Kraut“ trug im vierten Aufwuchsjahr jedoch in beiden Tiergruppen nicht statistisch signifikant zur Varianzaufklärung bei. In beiden Tiergruppen traten zur ersten Achse im vierten Aufwuchsjahr positive Ladungen in beiden Agrarholzflächen auf.

Insgesamt war in beiden Tiergruppen übereinstimmend in den Agrarholzflächen eine Veränderung der Artenzusammensetzung im zeitlichen Verlauf der Aufwuchsjahre erkennbar (s. Abbildungen 17a und b). Obwohl sich die Flächenpunkte der Agrarholzflächen in den unterschiedlichen Aufwuchsjahren denjenigen einzelner Referenzflächen annäherten, zeigten die Artengemeinschaften deutliche Unterschiede in der Komposition der für sie bedeutsamen Variablen im Vergleich zu den Artengemeinschaften der Referenzflächen.

In einzelnen Agrarholzflächen zeigten die Spinnentiere vom ersten bis zum dritten Aufwuchsjahr positive Ladungen auf der zweiten Achse, zu der die Variable „Gras“ und im zweiten Aufwuchsjahr auch die Variable „Kraut“ positiv korreliert waren (s. Tabellen A28 und A32). Für die Laufkäfer traf dies nur im zweiten Aufwuchsjahr in den Agrarholzflächen KU3(13) und KU4(13) zu (s. Tabellen A27 und A31). Dies zeigt, dass für die Artengemeinschaften der Spinnentiere die Variable „Gras“ und tendenziell auch „Kraut“ eine größere Bedeutung in den Agrarholzflächen besaß als für die Laufkäfer. Trotzdem die Artengemeinschaften im dritten Aufwuchsjahr in fast allen Agrarholzflächen, wie auch diejenigen des Vorgewendes und der Brache, positive Ladungen auf der mit der Variablen „Kraut“ positiv korrelierten dritten Achse aufwiesen, bestanden nur geringe Ähnlichkeiten zwischen den Artenzusammensetzungen dieser Flächen. Die Artengemeinschaften der Agrarholzflächen wiesen gleichzeitig positive Ladungen auf der ersten, positiv mit den Variablen „Schatten“ und „Streu“ korrelierten Achse auf, was für die Artengemeinschaften des Vorgewendes und der Brache nicht zutraf.

Obwohl sich die Flächenpunkte der Agrarholzflächen ab dem dritten Aufwuchsjahr denen der Flächen WAL und GEI annäherten, weisen die Unterschiede in den Ladungen zu den weiteren Achsen auf strukturelle Unterschiede hin, die sich mit auf die Zusammensetzungen der Zönosen in diesen Flächen auswirkten.

4.5 Einfluss der Vegetationsstruktur auf die Zusammensetzung ökologischer Gruppen

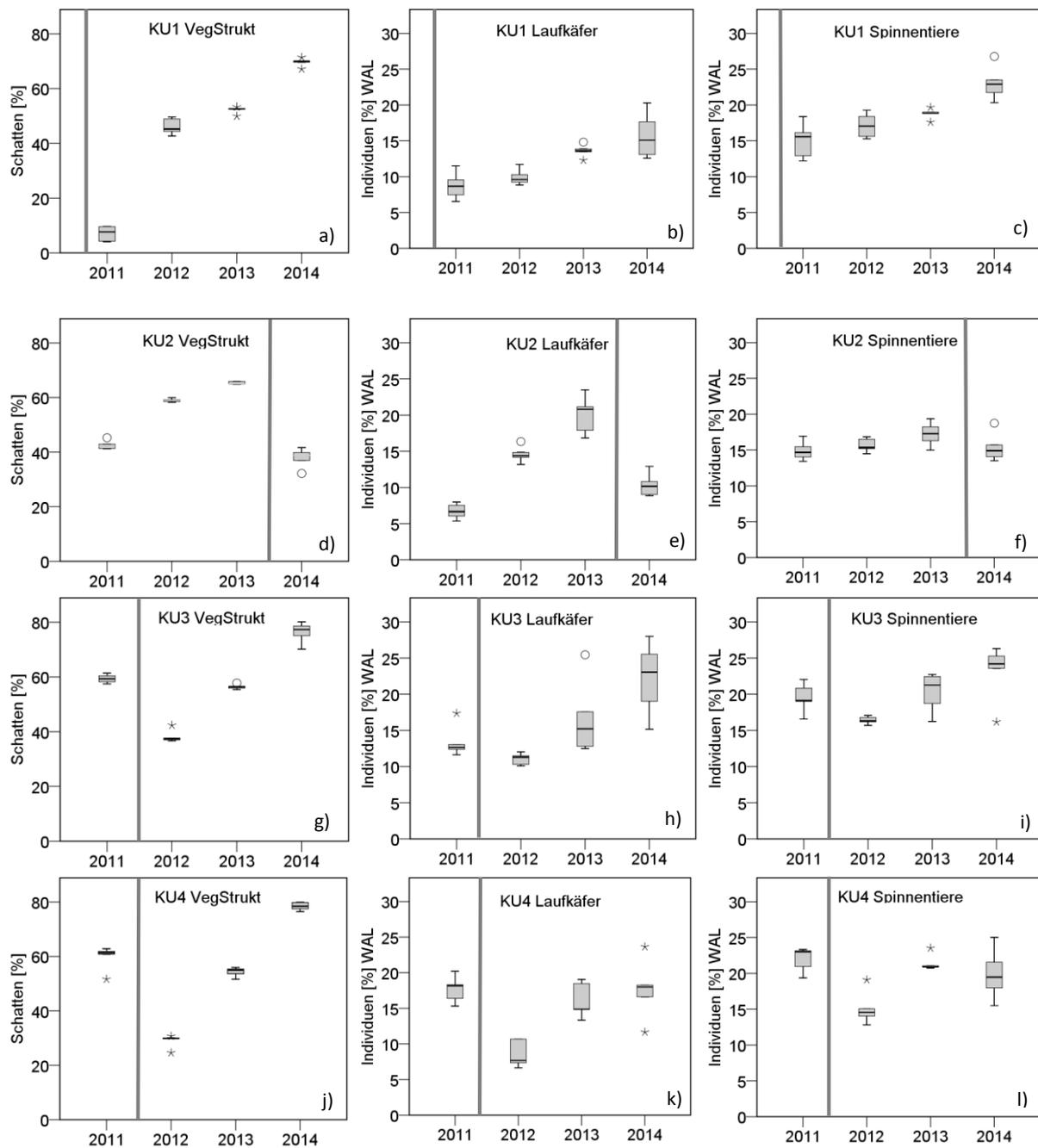
Für die Individuenanteile der ökologischen Gruppen (ökologische Typen, Habitatpräferenzen, Körpermasseklassen und Flugdynamische Typen (nur Laufkäfer) der Laufkäfer und Spinnentiere) wurde getestet, ob übereinstimmende Trends mit den Deckungsgraden ausgewählter Vegetationsstrukturvariablen im Untersuchungszeitraum auftraten. Dazu wurden die mittleren Deckungsgrade der Strukturvariablen „Schatten“, „Streu“, „Kraut“, „Gras“ und „Offen“ sowie die mittleren Individuenanteile der ökologischen Gruppen auf Einzelfallenbasis je Fläche und Jahr berechnet und mit einer einfaktoriellen ANOVA (Duncan Test ($p \leq 0.05$)) (s. Kapitel 3.5.3) auf statistische Signifikanz zwischen den Jahren geprüft (s. Tabellen 33 und 34, Kapitel 4.5.2; Tabellen 35 und 36, Kapitel 4.5.3 sowie Tabellen A24, A25 und A33 bis A37).

Die Individuenanteile der stenotopen und eurytopen Waldarten beider Tiergruppen wurden für die Agrarholzflächen mit einer ANOVA auf statistisch signifikante Unterschiede zwischen den Jahren getestet (s. Tabellen A38 und A39). Die Koinzidenzen zwischen der Strukturvariable „Schatten“ und der Habitatpräferenz „Wald“ in den Agrarholzflächen zeigen die Abbildungen 20a - l und diejenigen mit „Acker“ und „Grünland“ sind in den Abbildungen 21a - d für beide Tiergruppen dargestellt.

4.5.1 Agrarholzflächen in den einzelnen Untersuchungsjahren

Für die Agrarholzflächen war eine große Veränderung in den Deckungsgraden der Vegetationsstruktur innerhalb weniger Jahre charakteristisch. Die **Beschattungsgrade** (s. Abbildungen 20 a, d, g, j) und die **Streuanteile** stiegen während der Aufwuchsphase in allen Agrarholzflächen statistisch signifikant an (s. Tabelle A24). In allen Agrarholzflächen traten in der Habitatpräferenzgruppe der allgemeinen Waldarten für beide Tiergruppen (s. Abbildungen 20 b, e, h, k für Laufkäfer und Abbildungen 20 c, f, i, l für Spinnentiere) im ältesten Aufwuchsjahr statistisch signifikant höhere mittlere Individuenanteile im Vergleich zum jüngsten Aufwuchsjahr auf (in KU1: im Jahr 2014 im Vergleich zum Jahr 2011; in KU2: im Jahr 2013 im Vergleich zum Jahr 2011; in KU3 und KU4: im Jahr 2014 im Vergleich zum Jahr 2012; s. Tabellen 33 und 34). Dies traf auch für die mittleren Individuenanteile der Ruderalarten und nach den ökologischen Typen für die schwach hygrophilen Waldarten der Spinnentiere sowie in drei Agrarholzflächen für diejenigen der euryöken Waldarten und der hygrophilen Waldarten der Laufkäfer zu (s. Tabellen A33 und A34).

In drei Agrarholzflächen wurden für die stenotopen Waldarten beider Tiergruppen im ältesten Aufwuchsjahr statistisch signifikant höhere mittlere Individuenanteile im Vergleich zum jüngsten Aufwuchsjahr gefunden (s. Tabellen A38 und A39). Die eurytopen Waldarten beider Tiergruppen wiesen im Jahr 2014 in drei Agrarholzflächen statistisch signifikant geringere mittlere Individuenanteile im Vergleich zum Jahr 2011 auf, während das Gegenteil für die stenotopen Waldarten zutraf.

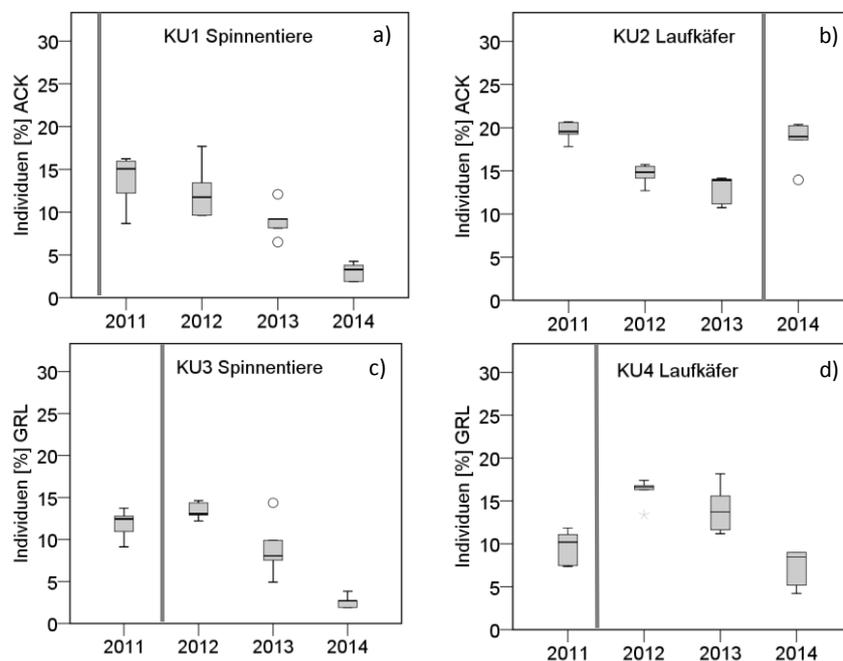


Abbildungen 20 a - l: Deckungsgrad der Beschattung (Schatten) in den Agrarholzflächen KU1 - KU4 und prozentuale Individuenanteile von allgemeinen Waldarten (WAL) der Laufkäfer - und Spinnentierzönosen für die Untersuchungsjahre 2011 - 2014. Kreise kennzeichnen Ausreißer zwischen 1,5 und 3,0 Interquartilabstand (IQA), Asteriske > 3 IQA. Statistisch signifikante Unterschiede zwischen den Jahren können den Tabellen 33 und 34, Kapitel 4.5.2 entnommen werden. Die senkrechten Balken kennzeichnen den Zeitpunkt einer Gehölzernte.

Für die Ackerarten beider Tiergruppen (s. Abbildungen 21 a, b) wurden im ältesten Aufwuchsjahr in drei Agrarholzflächen statistisch signifikant geringere mittlere Individuenanteile im Vergleich zum jüngsten Aufwuchsjahr gefunden (s. Tabellen 33 und 34).

Die mittleren Individuenanteile der Grünlandarten beider Tiergruppen (s. Abbildungen 21 c, d) und diejenigen der Laufkäferarten offener Trockenhabitats wiesen in allen Agrarholzflächen im ältesten

Aufwuchsjahr geringere Individuenanteile als im jüngsten Aufwuchsjahr auf. Dieser Unterschied war in allen Agrarholzflächen statistisch signifikant mit Ausnahme der Laufkäferarten der offenen Trockenhabitate in der Agrarholzfläche KU1.



Abbildungen 21 a - d: Prozentuale Individuenanteile - von Acker - (ACK) und Grünlandarten (GRL) der Spinnentier - und Laufkäferzönosen in den Agrarholzflächen KU1 - KU4 für die Untersuchungsjahre 2011 - 2014. Kreise kennzeichnen Ausreißer zwischen 1,5 und 3,0 Interquartilabstand (IQA). Statistisch signifikante Unterschiede zwischen den Jahren können den Tabellen 33 und 34, Kapitel 4.5.2 entnommen werden. Die senkrechten Balken kennzeichnen den Zeitpunkt einer Gehölzernte.

Der mittlere Deckungsgrad des vegetationsfreien, unbedeckten Bodens (**Offen**) sank während der Aufwuchsphase in drei Agrarholzflächen statistisch signifikant und in der Tendenz auch die mittleren Deckungsgrade der Variablen „Kraut“ und „Gras“ (s. Tabelle A24). In drei Agrarholzflächen wurden nach den ökologischen Typen für die xerophilen Arten, die hygrophilen Waldarten und die schwach xerophilen Waldarten der Spinnentiere im ältesten Aufwuchsjahr statistisch signifikant geringere mittlere Individuenanteile im Vergleich zum jüngsten Aufwuchsjahr gefunden (s. Tabelle A34). In der Mehrzahl war dies auch für die xerophilen, die hygrophilen und die euryöken Offenlandarten der Laufkäfer zutreffend (s. Tabelle A33).

Die dimorphen Laufkäferarten zeigten im Jahr 2014 in drei Agrarholzflächen statistisch signifikant höhere Individuenanteile im Vergleich zum Jahr 2011, während die makropteren Arten statistisch signifikant geringere Individuenanteile aufwiesen (s. Tabelle A37). In allen Agrarholzflächen traten für die mittelschweren Arten der KMKIII der Spinnentiere im Jahr 2014 und für die Laufkäfer in den Agrarholzflächen KU1, KU2 und KU4 statistisch signifikant geringere Individuenanteile als im Jahr 2011 auf (s. Tabellen A35 und A36). Für die sehr leichten Laufkäferarten der KMKI waren in allen Agrarholzflächen im Jahr 2014 statistisch signifikant höhere Individuenanteile als im Jahr 2011 vorhanden. In drei Agrarholzflächen wurde dies ebenso für die Spinnentiere gefunden.

4.5.2 Agrarholzflächen im Jahr nach der Holzernte

Im Jahr nach der Holzernte sanken die mittleren Deckungsgrade der Beschattung und der Streu in allen Agrarholzflächen statistisch signifikant (s. Tabelle A24). In den Agrarholzflächen KU2 und KU3 nahm der mittlere Deckungsgrad des vegetationsfreien, unbedeckten Bodens statistisch signifikant ab. Die Deckungsgrade des Kraut- und Grasbestandes zeigten keine auffälligen Trends, ein statistisch signifikanter Anstieg wurde für beide Variablen nur in der Agrarholzfläche KU4 gefunden.

In den Zönosen beider Tiergruppen traten im Jahr nach der Holzernte für die mittleren Individuenanteile der allgemeinen Waldarten geringere Werte als im Vorjahr auf (s. Tabellen 33 und 34). Diese Unterschiede waren in den Agrarholzflächen KU2 und KU4 für die Laufkäfer und in der Agrarholzfläche KU4 für die Spinnentiere statistisch signifikant.

Die stenotopen Waldarten der Spinnentiere wiesen im Jahr nach der Holzernte in den Agrarholzflächen KU3 und KU4 statistisch signifikant geringere mittlere Individuenanteile im Vergleich zum Vorjahr auf (s. Tabelle A39). In der Agrarholzfläche KU4 war dies analog für die Laufkäfer zutreffend (s. Tabelle A38). Für die eurytopen Waldarten der Laufkäfer wurden im Folgejahr der Holzernte in allen Agrarholzflächen statistisch signifikant geringere mittlere Individuenanteile im Vergleich zum Vorjahr gefunden wie auch für die Spinnentiere in der Agrarholzfläche KU4.

Aus der Gruppe der ökologischen Typen wiesen die mittleren Individuenanteile der schwach hygrophilen Waldarten und der schwach xerophilen Waldarten der Spinnentiere im Jahr nach der Holzernte in fast allen Fällen statistisch signifikant geringere Werte im Vergleich zum Vorjahr auf und für die euryöken Waldarten und die hygrophilen Waldarten der Laufkäfer traf dies in den Agrarholzflächen KU2 und KU4 zu (s. Tabellen A33 und A34).

Die mittleren Individuenanteile der xerophilen und der hygrophilen Offenlandarten sowie der Grünlandarten wiesen im Jahr nach der Holzernte für die Laufkäfer in den Agrarholzflächen KU2 und KU4 statistisch signifikant höhere Werte im Vergleich zum Vorjahr auf (s. Tabellen 33 und A33). Gleiches wurde für die Individuenanteile der Ackerarten in der Agrarholzfläche KU2 gefunden.

Für die mittleren Individuenanteile der Laufkäfer aus der Artengruppe mit unterschiedlichen Habitatpräferenzen sowie für die sehr leichten Arten der KMKI traten im Jahr nach der Holzernte in allen Agrarholzflächen statistisch signifikant höhere Werte im Vergleich zum Vorjahr auf wie auch für die leichten Arten der KMKII in den Flächen KU3 und KU4 (s. Tabelle A35).

Tabellen 33 und 34: Mittelwerte der Individuenanteile in Prozent für unterschiedliche Habitatpräferenzgruppen (HP) der Laufkäfer - und Spinnentierzönos in den Agrarholzflächen KU1 - KU4, basierend auf den Individuensummen aus fünf Einzelfällen je Untersuchungsfläche und -jahr. Einfaktorielle ANOVA (Duncan Test $p \leq 0,05$). a, b, c, d indizieren statistisch signifikante Unterschiede zwischen den Jahren. Maximale Werte sind grün, minimale Werte gelb unterlegt. Eine Holzernte ist mit einem senkrechten Strich gekennzeichnet. Freiheitsgrade df: 3,16. ACK = Arten der Ackerhabitats, GRL = Arten der Grünlandhabitats, RUD = Arten der Ruderalhabitats, TRO = Arten offener Trockenhabitats, WAL = Arten der Waldhabitats, MIX = Artengruppe mit unterschiedlichen Habitatpräferenzen.

Laufkäfer						Spinnentiere					
KU1						KU1					
HP	F	2011	2012	2013	2014	HP	F	2011	2012	2013	2014
ACK	3,3	19,7 ^a	16,1 ^{a,b}	17,7 ^{a,b}	14,6 ^b	ACK	16,9	13,6 ^a	12,4 ^{a,b}	9,0 ^b	3,0 ^c
GRL	9,1	12,5 ^a	12,7 ^a	8,5 ^b	7,6 ^b	GRL	19,3	12,4 ^a	10,2 ^b	6,2 ^c	5,9 ^c
TRO	5,2	6,2 ^b	9,3 ^a	6,5 ^{a,b}	4,0 ^b	RUD	9,2	4,6 ^b	5,7 ^b	11,8 ^a	9,6 ^a
WAL	13,0	8,7 ^b	9,9 ^b	13,6 ^a	15,7 ^a	WAL	14,8	15,0 ^c	17,1 ^{b,c}	18,8 ^b	23,0 ^a
MIX	61,1	3,2 ^c	6,6 ^b	6,0 ^b	10,9 ^a	MIX	17,7	8,1 ^a	8,6 ^a	5,9 ^b	3,3 ^c
KU2						KU2					
HP	F	2011	2012	2013	2014	HP	F	2011	2012	2013	2014
ACK	16,1	19,6 ^a	14,6 ^b	12,8 ^b	18,4 ^a	ACK	2,2	10,1 ^b	10,8 ^{a,b}	11,2 ^{a,b}	13,8 ^a
GRL	7,1	9,1 ^a	9,5 ^a	5,8 ^b	9,4 ^a	GRL	12,4	11,5 ^a	8,2 ^b	7,1 ^b	13,0 ^a
TRO	32,8	11,9 ^a	8,4 ^b	3,5 ^c	4,8 ^c	RUD	25,8	5,1 ^b	5,9 ^b	11,8 ^a	5,0 ^b
WAL	53,2	6,7 ^d	14,6 ^b	20,0 ^a	10,4 ^c	WAL	2,0	14,9 ^b	15,7 ^{a,b}	17,2 ^a	15,4 ^{a,b}
MIX	13,9	3,7 ^c	8,7 ^{a,b}	7,2 ^b	10,1 ^a	MIX	157,8	13,5 ^a	14,0 ^a	6,7 ^b	5,6 ^c
KU3						KU3					
HP	F	2011	2012	2013	2014	HP	F	2011	2012	2013	2014
ACK	9,7	16,9 ^a	15,0 ^a	11,4 ^b	8,8 ^b	ACK	7,7	6,8 ^{b,c}	12,8 ^a	8,3 ^b	3,7 ^c
GRL	26,4	11,8 ^{a,b}	13,4 ^a	9,0 ^b	2,6 ^b	GRL	38,9	12,0 ^a	10,0 ^b	5,2 ^c	4,4 ^c
TRO	10,2	5,4 ^{a,b}	7,5 ^a	4,1 ^b	1,5 ^c	RUD	8,7	5,7 ^b	6,5 ^b	9,3 ^a	9,2 ^a
WAL	7,7	13,4 ^{b,c}	11,0 ^c	16,7 ^b	22,2 ^a	WAL	5,4	19,5 ^{a,b}	16,4 ^b	20,3 ^a	23,1 ^a
MIX	19,7	4,7 ^c	8,7 ^b	10,9 ^a	9,0 ^b	MIX	5,5	6,9 ^a	8,9 ^a	8,0 ^a	4,0 ^b
KU4						KU4					
HP	F	2011	2012	2013	2014	HP	F	2011	2012	2013	2014
ACK	2,6	15,5 ^a	15,5 ^a	12,6 ^b	14,9 ^{a,b}	ACK	37,2	2,8 ^c	16,4 ^a	8,3 ^b	7,3 ^b
GRL	16,3	9,6 ^b	16,1 ^a	14,1 ^a	7,2 ^b	GRL	5,7	11,5 ^a	10,0 ^a	5,5 ^b	9,0 ^a
TRO	3,3	3,5 ^{a,b}	5,7 ^a	2,9 ^b	2,3 ^b	RUD	10,9	4,3 ^c	3,7 ^c	6,4 ^b	8,6 ^a
WAL	11,8	17,7 ^a	8,6 ^b	16,1 ^a	17,6 ^a	WAL	8,4	22,0 ^a	15,1 ^b	21,4 ^a	19,9 ^a
MIX	7,4	2,7 ^b	7,3 ^a	4,6 ^b	7,6 ^a	MIX	1,9	6,1 ^a	7,1 ^a	8,1 ^a	3,4 ^a

Die Spinnentierzönos ließen in den Agrarholzflächen KU3 und KU4 für die xerophilen, die euryöken Offenlandarten und die Ackerarten sowie in allen Agrarholzflächen für die hygrophilen Waldarten im Jahr nach der Holzernte statistisch signifikant höhere mittlere Individuenanteile im Vergleich zum Vorjahr erkennen (s. Tabellen 34 und A34). In der Agrarholzfläche KU2 traten im Jahr nach der Holzernte statistisch signifikant höhere Individuenanteile für die Grünlandarten der Spinnentiere auf.

4.5.3 Referenzflächen in den einzelnen Untersuchungsjahren

Vorgewende

Im Vorgewende sank der mittlere Deckungsgrad der Krautschicht und des offenen, vegetationsfreien Bodens im Jahr 2014 im Vergleich zum Jahr 2011 statistisch signifikant, während der Gras- und Streuanteil statistisch signifikant zunahm (s. Tabelle A25). Für die hygrophilen Offenlandarten, die hygrophilen Waldarten und die Artengruppe mit unterschiedlichen Habitatpräferenzen der Laufkäfer wurden im Jahr 2014 statistisch signifikant höhere mittlere Individuenanteile im Vergleich zum Jahr 2011 gefunden (s. Tabellen 35 und A33). Dies traf auch für die hygrophilen Offenlandarten, die hygrophilen Waldarten und die allgemeinen Waldarten der Spinnentiere zu (s. Tabellen 36 und A34).

Die allgemeinen Waldarten und die euryöken Waldarten der Laufkäfer wiesen hingegen im Jahr 2014 statistisch signifikant geringere mittlere Individuenanteile als im Jahr 2011 auf. Für die leichten Arten der KMKII beider Tiergruppen sowie für die dimorphen Arten und die sehr leichten Arten der KMKI der Laufkäfer traten im Jahr 2014 statistisch signifikant höhere mittlere Individuenanteile im Vergleich zum Jahr 2011 auf (s. Tabellen A35 - A37).

Die makropteren Arten und die mittelschweren Arten der KMKIII der Laufkäfer sowie die sehr leichten Arten der KMKI der Spinnentiere hingegen ließen im Jahr 2014 im Vergleich zum Jahr 2011 statistisch signifikant geringere Individuenanteile erkennen.

Tabellen 35 und 36: Mittelwerte der Individuenanteile in Prozent für unterschiedliche Habitatpräferenzgruppen (HP) der Laufkäfer- und Spinnentierzönosen in den Referenzflächen, basierend auf den Individuensummen aus fünf Einzelfällen je Untersuchungsfläche und -jahr. Einfaktorielle ANOVA (Duncan Test $p \leq 0,05$). a, b, c, d indizieren statistisch signifikante Unterschiede zwischen den Jahren. Maximale Werte sind grün, minimale Werte gelb unterlegt. Freiheitsgrade df: 3,16. ACK = Arten der Ackerhabitate, GRL = Arten der Grünlandhabitate, RUD = Arten der Ruderalhabitate, TRO = Arten offener Trockenhabitate, WAL = Arten der Waldhabitate, MIX = Artengruppe mit unterschiedlichen Habitatpräferenzen.

Laufkäfer						Spinnentiere					
ACK						ACK					
HP	F	2011	2012	2013	2014	HP	F	2011	2012	2013	2014
ACK	17,0	21,0 ^a	13,4 ^c	18,3 ^b	17,7 ^b	ACK	0,7	23,8 ^a	23,9 ^a	22,4 ^a	23,4 ^a
GRL	3,9	13,2 ^b	18,8 ^a	15,5 ^{a,b}	17,3 ^{a,b}	GRL	1,9	8,6 ^a	7,6 ^a	6,9 ^a	7,3 ^a
TRO	4,9	6,1 ^a	4,4 ^b	3,8 ^b	4,1 ^b	RUD	3,0	1,7 ^b	1,9 ^b	3,8 ^a	2,8 ^{a,b}
WAL	1,7	3,7 ^b	3,6 ^b	4,5 ^a	4,9 ^a	WAL	5,2	2,1 ^b	4,7 ^{a,b}	6,4 ^a	7,0 ^a
MIX	63,1	2,4 ^d	9,5 ^a	7,6 ^b	4,2 ^c	MIX	7,4	6,3 ^{a,b}	5,3 ^{b,c}	7,7 ^a	4,6 ^c
BRA						BRA					
HP	F	2011	2012	2013	2014	HP	F	2011	2012	2013	2014
ACK	9,6	18,0 ^a	11,5 ^b	11,5 ^b	9,8 ^b	ACK	24,0	1,2 ^c	6,2 ^b	2,1 ^c	11,6 ^a
GRL	6,2	14,8 ^b	13,3 ^b	10,7 ^b	21,5 ^a	GRL	9,0	5,4 ^b	4,8 ^b	2,8 ^c	7,6 ^a
TRO	0,2	3,8 ^a	3,9 ^a	3,9 ^a	2,7 ^a	RUD	13,4	9,2 ^c	12,6 ^b	15,6 ^a	9,7 ^c
WAL	20,8	8,0 ^c	12,3 ^b	14,8 ^a	7,2 ^c	WAL	1,8	16,6 ^a	13,0 ^a	12,6 ^a	13,9 ^a
MIX	5,2	5,7 ^b	12,0 ^a	11,4 ^a	6,7 ^b	MIX	1,6	16,5 ^a	16,1 ^a	15,2 ^a	13,0 ^a

Tabellen 35 und 36 (Fortsetzung)

Laufkäfer						Spinnentiere					
GEI						GEI					
HP	F	2011	2012	2013	2014	HP	F	2011	2012	2013	2014
ACK	0,9	2,7 ^a	2,5 ^a	5,3 ^a	3,3 ^a	ACK	1,0	1,3 ^a	2,6 ^a	0,5 ^a	1,4 ^a
GRL	14,9	5,8 ^a	3,5 ^b	0,0 ^c	1,2 ^c	GRL	0,6	7,8 ^a	6,5 ^a	7,6 ^a	6,0 ^a
TRO	1,6	2,5 ^a	3,9 ^a	0,8 ^a	3,3 ^a	RUD	5,8	3,9 ^b	2,5 ^b	6,6 ^a	1,8 ^b
WAL	0,03	25,2 ^a	25,0 ^a	25,0 ^a	25,5 ^a	WAL	0,1	24,0 ^a	24,1 ^a	23,8 ^a	25,4 ^a
MIX	4,9	1,7 ^b	2,9 ^{a,b}	3,6 ^a	4,0 ^a	MIX	0,5	3,1 ^a	2,5 ^a	1,8 ^a	2,6 ^a
KUV						KUV					
HP	F	2011	2012	2013	2014	HP	F	2011	2012	2013	2014
ACK	2,1	16,7 ^a	18,5 ^a	20,0 ^a	17,1 ^a	ACK	47,5	18,9 ^a	16,3 ^b	13,4 ^c	6,0 ^d
GRL	0,5	14,0 ^a	12,7 ^a	12,3 ^a	13,0 ^a	GRL	35,8	9,8 ^a	10,6 ^a	5,5 ^b	6,1 ^b
TRO	3,3	5,9 ^a	4,9 ^{a,b}	4,2 ^b	5,4 ^{a,b}	RUD	50,0	1,2 ^b	1,9 ^b	5,4 ^a	5,3 ^a
WAL	12,4	11,9 ^a	9,3 ^b	6,1 ^c	5,5 ^c	WAL	13,3	14,0 ^b	15,2 ^b	19,5 ^a	22,3 ^a
MIX	31,7	3,4 ^c	7,0 ^b	7,3 ^b	11,5 ^a	MIX	6,2	4,3 ^b	7,1 ^a	6,7 ^a	8,7 ^a
WAL						WAL					
HP	F	2011	2012	2013	2014	HP	F	2011	2012	2013	2014
ACK	4,2	0,0 ^b	3,2 ^a	0,0 ^b	0,9 ^b	ACK	0,5	1,7 ^a	3,5 ^a	0,7 ^a	2,0 ^a
GRL	1,1	1,4 ^a	0,8 ^a	0,0 ^a	1,5 ^a	GRL	2,6	3,7 ^{a,b}	3,6 ^{a,b}	2,5 ^b	6,0 ^a
TRO	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	RUD	2,0	0,0 ^b	1,7 ^{a,b}	2,8 ^a	2,1 ^{a,b}
WAL	0,05	26,4 ^a	25,7 ^a	26,3 ^a	26,1 ^a	WAL	0,1	25,9 ^a	24,4 ^a	25,8 ^a	25,2 ^a
MIX	3,2	0,0 ^b	2,3 ^{a,b}	1,4 ^{a,b}	3,1 ^a	MIX	1,9	0,8 ^{a,b}	0,6 ^{a,b}	0,0 ^b	1,9 ^a
WIE						WIE					
HP	F	2011	2012	2013	2014	HP	F	2011	2012	2013	2014
ACK	0,6	2,9 ^a	3,6 ^a	3,9 ^a	4,3 ^a	ACK	3,2	6,0 ^b	8,1 ^a	6,0 ^b	7,6 ^{a,b}
GRL	0,1	23,6 ^a	23,1 ^a	23,6 ^a	24,4 ^a	GRL	0,2	20,9 ^a	21,8 ^a	19,5 ^a	21,6 ^a
TRO	18,6	9,9 ^a	8,7 ^a	4,5 ^b	4,4 ^b	RUD	13,7	3,2 ^b	3,3 ^b	5,3 ^a	2,9 ^b
WAL	6,9	2,3 ^c	5,0 ^{b,c}	9,2 ^a	6,6 ^{a,b}	WAL	0,5	3,1 ^a	3,0 ^a	2,7 ^a	2,4 ^a
MIX	2,4	0,9 ^b	3,2 ^a	1,1 ^{a,b}	1,7 ^{a,b}	MIX	3,4	13,2 ^a	10,6 ^b	13,1 ^a	11,7 ^{a,b}

Acker

Die mittleren Deckungsgrade der Variablen „Kraut“ und „Streu“ zeigten statistisch signifikante Unterschiede zwischen den einzelnen Untersuchungsjahren, jedoch wiesen diese Variablen in allen Jahren nur geringe Deckungsgrade im Acker auf (s. Tabelle A25). Für den vegetationsfreien, unbedeckten Boden (Offen) traten in den Jahren 2012 und 2014 statistisch signifikant höhere mittlere Werte als in den Jahren 2011 und 2013 auf.

Die hygrophilen Offenlandarten beider Tiergruppen waren in den Jahren 2012 und 2014 durch statistisch signifikant höhere Individuenanteile als im Jahr 2011 gekennzeichnet, während die xerophilen Offenlandarten, die Arten der offenen Trockenhabitats und die Ackerarten der Laufkäfer statistisch signifikant geringere Werte zeigten (s. Tabellen 35, A33 und A34).

Die Grünlandarten und diejenigen aus der Artengruppe mit unterschiedlichen Habitatpräferenzen der Laufkäfer umfassten im Jahr 2012 statistisch signifikant höhere Individuenanteile als im Jahr 2011. In beiden Tiergruppen wurden für die allgemeinen Waldarten im Jahr 2014 statistisch signifikant höhere Individuenanteile im Vergleich zum Jahr 2011 gefunden, jedoch traten in allen Jahren nur geringe Individuenanteile für die allgemeinen Waldarten im Acker auf (s. Tabellen 35 und 36). Für die makropteren Arten der Laufkäfer waren in den Jahren 2012 und 2014 statistisch signifikant geringere Individuenanteile im Vergleich zum Jahr 2011 vorhanden (s. Tabelle A37). Die mittelschweren Arten der KMKIII beider Tiergruppen wiesen im Jahr 2014 statistisch signifikant geringere Individuenanteile als im Jahr 2011 auf, während die sehr leichten Arten der KMKI der Laufkäfer im Vergleichszeitraum mit statistisch signifikant höheren Individuenanteilen vertreten waren (s. Tabellen A35 und A36).

Brache

In der Brache traten während des Untersuchungszeitraumes keine statistisch signifikanten Unterschiede in den mittleren Deckungsgraden der Kraut- und Grasschicht auf (s. Tabelle A25). Der mittlere Streuanteil stieg im Vergleich der Jahre 2011 und 2014 statistisch signifikant an, was zum Teil auf die zweimalige Mahd im Jahr 2014 zurückgeführt werden kann (s. Kapitel 2.2). In den Jahren 2012 und 2013 wiesen die allgemeinen Waldarten der Laufkäfer statistisch signifikant höhere mittlere Individuenanteile im Vergleich zum Jahr 2011 auf (s. Tabelle 35). Ein statistisch signifikant geringerer Anteil wurde hingegen im Jahr 2014 für die Laufkäferindividuen der allgemeinen Waldarten im Vergleich zum Vorjahr gefunden. In den mittleren Individuenanteilen der allgemeinen Waldarten und der schwach hygrophilen Waldarten der Spinnentiere bestanden keine statistisch signifikanten Unterschiede zwischen den einzelnen Jahren (s. Tabellen 36 und A34).

Für die xerophilen und die euryöken Offenlandarten, die Acker- und Grünlandarten sowie für die sehr leichten Spinnentierarten der KMKI waren im Jahr 2014 statistisch signifikant höhere Individuenanteile als im Jahr 2011 vorhanden (s. Tabelle A36). Dies traf auch für die hygrophilen Offenlandarten und die Grünlandarten der Laufkäfer zu, während für die xerophilen Offenlandarten und die Ackerarten statistisch signifikant geringere Werte erkennbar waren (s. Tabellen 35 und A33).

Wiese

In den mittleren Deckungsgraden der Variablen „Kraut“ und „Gras“ bestanden in der Wiese während der Untersuchungszeit keine statistisch signifikanten Unterschiede, während der Streuanteil im Vergleich der Jahre 2011 und 2014 statistisch signifikant zunahm (s. Tabelle A25). Die xerophilen Offenlandarten beider Tiergruppen wiesen im Jahr 2014 statistisch signifikant geringere mittlere Individuenanteile als im Jahr 2011 auf (s. Tabellen A33 und A34).

Für die Laufkäfer traten keine statistisch signifikanten Unterschiede in den mittleren Individuenanteilen der hygrophilen Offenlandarten und der Acker- und Grünlandarten zwischen den einzelnen Jahren auf (s. Tabellen 35 und A33). Übereinstimmend war dies für die mittleren Individuenanteile der Grünlandarten der Spinnentiere zutreffend (s. Tabelle 36). In den Habitatpräferenzgruppen WAL, TRO und MIX waren für die Laufkäfer in allen Jahren nur geringe mittlere Individuenanteile vorhanden, für die zwischen den einzelnen Jahren statistisch signifikante Unterschiede bestanden. Gleiches war analog für die Ruderalarten der Spinnentiere erkennbar.

Die mittleren Individuenanteile der Artengruppe mit unterschiedlichen Habitatpräferenzen wiesen in allen Jahren mittlere Werte auf, die sich in den Jahren 2011 und 2013 statistisch signifikant von denen des Jahres 2012 unterschieden.

Im Jahr 2014 wurden für die mittelschweren Arten der KMKIII beider Tiergruppen statistisch signifikant geringere Individuenanteile im Vergleich zum Jahr 2011 gefunden, während für die leichteren Arten der KMKI und KMKII der Laufkäfer statistisch signifikant höhere Werte im Vergleichszeitraum auftraten (s. Tabellen A35 und A36).

Gehölzinsel

Für die Fläche GEI waren während der gesamten Untersuchungszeit hohe Deckungsgrade der Variablen „Schatten“ und „Streu“ kennzeichnend, obwohl die mittleren Deckungsgrade dieser Variablen im Vergleich der Jahre 2011 und 2014 statistisch signifikant sanken (s. Tabelle A25). Die Variablen „Gras“ und „Offen“ wiesen hingegen nur geringe Deckungsgrade in der Fläche GEI auf.

In den Habitatpräferenzgruppen ACK, GRL, TRO und MIX bestanden für die Laufkäfer z.T. statistisch signifikante Unterschiede zwischen den einzelnen Jahren, jedoch beinhalteten diese Gruppen in allen Jahren nur geringe mittlere Individuenanteile (s. Tabelle 35). Für die allgemeinen Waldarten, die euryöken Waldarten und die schwach hygrophilen Waldarten der Laufkäfer traten zwischen den einzelnen Jahren keine statistisch signifikanten Unterschiede in den mittleren Individuenanteilen auf (s. Tabellen 35 und A33). Gleiches wurde analog auch für die mittleren Individuenanteile der Spinnentiere in den Habitatpräferenzgruppen ACK, GRL, WAL und MIX sowie für diejenigen der ökologischen Typen hw, (h)w, (x)w und eu gefunden (s. Tabellen 36 und A34).

Wald

Der Wald war in allen Untersuchungsjahren durch hohe mittlere Deckungsgrade der Variablen „Schatten“ und „Streu“ charakterisiert und wurde durch sehr geringe Deckungsgrade der Variablen „Kraut“, „Gras“ und „Offen“ begleitet (s. Tabelle A25). Für die Waldarten beider Tiergruppen waren keine statistisch signifikanten Unterschiede in den mittleren Individuenanteilen zwischen den einzelnen Jahren erkennbar (s. Tabellen 35 und 36). Im Jahr 2014 traten für die mittleren Individuenanteile der euryöken Waldarten, der dimorphen Arten und der sehr leichten Arten der KMKI der Laufkäfer statistisch signifikant höhere Werte im Vergleich zum Jahr 2011 auf (s. Tabellen A33, A35 und A37). Für die schwach hygrophilen Waldarten und die brachypteren Arten der Laufkäfer sowie für die mittelschweren Arten der KMKIII der Spinnentiere waren im genannten Vergleichszeitraum statistisch signifikant geringere mittlere Individuenanteile kennzeichnend (s. Tabelle A36).

Die mittleren Individuenanteile der Laufkäfer aus den Habitatpräferenzgruppen ACK, GRL, TRO und MIX wiesen z.T. statistisch signifikante Unterschiede zwischen den Jahren auf. Jedoch waren in diesen Habitatpräferenzgruppen in allen Jahren nur geringe Individuenzahlen vorhanden. Für die mittleren Individuenanteile aller ökologischen Typen der Spinnentiere bestanden keine statistisch signifikanten Unterschiede zwischen den einzelnen Jahren (s. Tabelle A34).

4.5.4 Agrarholzflächen im gesamten Untersuchungszeitraum

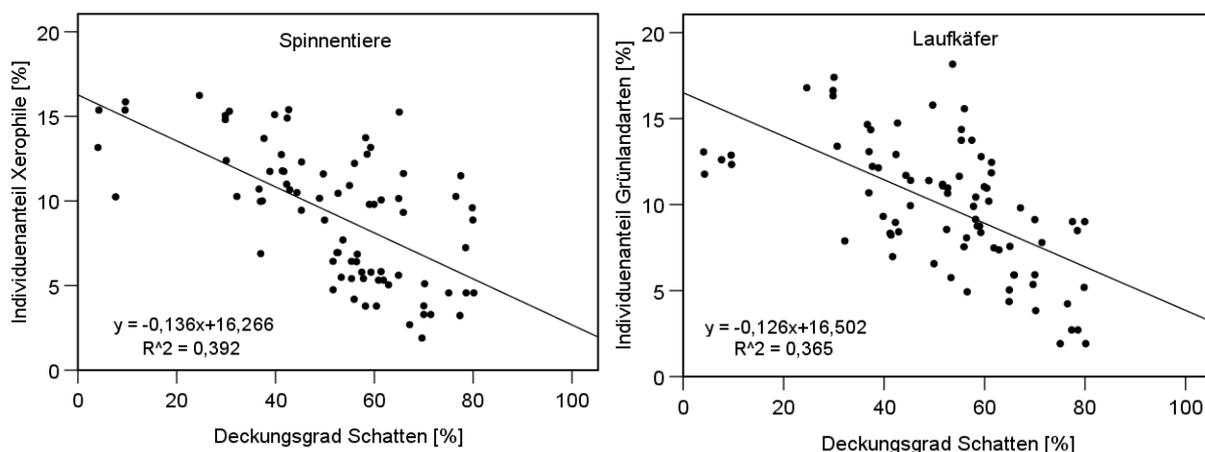
Mit Hilfe einer linearen Mehrfachregression wurden die Individuenanteile der ökologischen Gruppen „ökologischer Typ“ und „Habitatpräferenz“ für die Laufkäfer und Spinnentiere auf Relationen mit den mittleren Deckungsgraden der Strukturvariablen „Schatten“, „Streu“, „Offen“, „Kraut“ und „Gras“ in den Agrarholzflächen für den Zeitraum 2011 bis 2014 getestet (s. Kapitel 3.5.5 zur Methodik, die Ergebnistabellen A42 und A43 für die Laufkäfer sowie A44 und A45 für die Spinnentiere). Die Analysen erfolgten auf der Basis von fünf Einzelfällen. Die Individuenzahlen wurden je Agrarholzfläche und Untersuchungsjahr summiert.

Die Determinationskoeffizienten (R^2) bestätigten für beide Tiergruppen in fast allen Analysen eine hohe Varianzaufklärung durch die Strukturvariablen in den ökologischen Gruppen. Für die Gruppe der allgemeinen Waldarten der Laufkäfer und der Artengruppe mit unterschiedlichen Habitatpräferenzen der Spinnentiere wurde eine mittlere Varianzaufklärung ermittelt.

In fast allen Fällen wiesen die Modelle für die Strukturvariablen einen statistisch höchstsignifikanten Beitrag ($p \leq 0,001$) zur Varianzaufklärung in den Artdaten beider Tiergruppen auf. In der Artengruppe mit unterschiedlichen Habitatpräferenzen der Spinnentiere trugen die Strukturvariablen statistisch hochsignifikant zur Varianzaufklärung bei. Für die allgemeinen Waldarten der Spinnentiere erbrachten die Strukturvariablen keinen statistisch signifikanten Erklärungsbeitrag, weshalb für dieses Modell keine Interpretation erfolgte.

Relationen zur Variablen Schatten

Die Individuenanteile der Grünlandarten beider Tiergruppen und diejenigen der xerophilen Offenlandarten der Spinnentiere waren statistisch höchstsignifikant negativ mit der Variablen „Schatten“ korreliert (s. Abbildungen 22 und 23 sowie Tabellen A43 - A45).



Abbildungen 22 und 23: Relation zwischen dem prozentualen Individuenanteil xerophiler (x) Spinnentierarten sowie der Grünlandarten (GRL) der Laufkäfer und dem Deckungsgrad der Beschattung. Lineare Einfachregression für die Agrarholzflächen KU1 - KU4 in den Untersuchungsjahren 2011 - 2014 auf der Basis von Individuensummen aus fünf Einzelfällen je Fläche und Jahr ($n = 80$).

Auch die Individuenanteile der Ackerarten und der euryöken Offenlandarten beider Tiergruppen, diejenigen der hygrophilen Offenlandarten und der Arten offener Trockenhabitats der Laufkäfer sowie diejenigen der hygrophilen und schwach xerophilen Waldarten der Spinnentiere wiesen statistisch signifikant bis höchstsignifikant negative Relationen zur Beschattung auf (s. Tabellen A42 - A44).

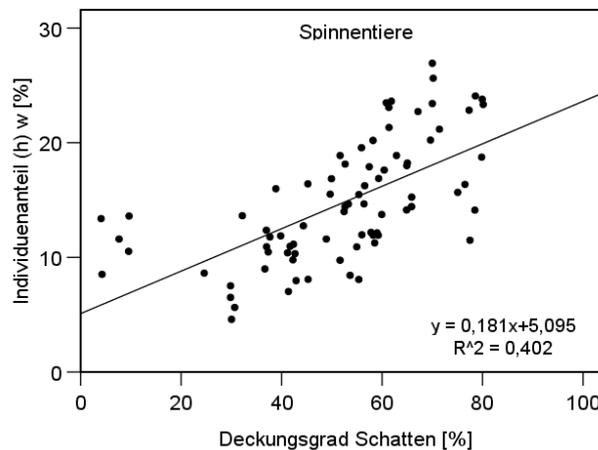


Abbildung 24: Relation zwischen dem prozentualen Individuenanteil von Spinnentierarten mit dem ökologischen Typ „schwach hygrophile Wälder“ ((h)w) und dem Deckungsgrad der Beschattung. Lineare Einfachregression für die Agrarholzflächen KU1 - KU4 in den Untersuchungsjahren 2011 - 2014 auf der Basis von Individuensummen aus fünf Einzelfällen je Fläche und Jahr (n = 80).

Im Gegensatz dazu zeigten die Individuenanteile des ökologischen Typs der schwach hygrophilen Waldarten beider Tiergruppen (s. Abbildung 24 für die Spinnentiere) sowie diejenigen der euryöken Waldarten der Laufkäfer statistisch hoch - bis höchstsignifikant positive Relationen zur Variablen „Schatten“ (s. Tabellen A42 und A44). Auch für die Individuenanteile der Laufkäfer aus der Artengruppe mit unterschiedlichen Habitatpräferenzen sowie für diejenigen der Ruderalarten der Spinnentiere bestanden statistisch höchstsignifikant positive Beziehungen zur Variablen „Schatten“ (s. Tabellen A43 und A45).

Relationen zur Variablen Streu

Die Individuenanteile der schwach xerophilen und der schwach hygrophilen Waldarten der Spinnentiere sowie diejenigen der euryöken Wald - und Ackerarten der Laufkäfer zeigten eine statistisch signifikant bis hochsignifikant positive Relation zur Variablen „Streu“ (s. Abbildung 25 sowie Tabellen A42 - A44).

Die Individuenanteile der hygrophilen Offenlandarten wiesen für beide Tiergruppen eine statistisch höchstsignifikant negative Relation zur Streubedeckung auf. Die Individuenanteile der Ackerarten und diejenigen der xerophilen und euryöken Offenlandarten der Spinnentiere zeigten zur Streubedeckung ebenfalls eine statistisch signifikant bis höchstsignifikant negative Relation.

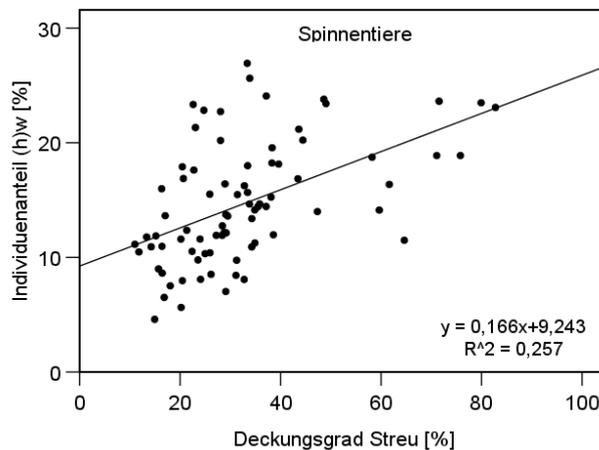


Abbildung 25: Relation zwischen dem prozentualen Individuenanteil von Spinnentierarten mit dem ökologischen Typ „schwach hygrophile Wälder“ ((h)w) und dem Deckungsgrad der Streu. Lineare Einfachregression für die Agrarholzflächen KU1 - KU4 in den Untersuchungsjahren 2011 - 2014 auf der Basis von Individuensummen aus fünf Einzelfällen je Fläche und Jahr (n = 80).

Auch die Individuenanteile der schwach hygrophilen Waldarten, diejenigen der Arten offener Trockenhabitate und der Artengruppe mit unterschiedlichen Habitatpräferenzen der Laufkäfer zeigten eine statistisch signifikant bis höchstsignifikant negative Relation zur Streubedeckung (s. Tabellen A42 - A45).

Relationen zur Variablen Offen

Für die Individuenanteile der hygrophilen Offenlandarten, der schwach hygrophilen Waldarten und der Artengruppe mit unterschiedlichen Habitatpräferenzen der Laufkäfer wurde ein statistisch höchstsignifikant negativer Zusammenhang zur Variablen „Offen“ gefunden (s. Tabellen A42 und A43). Dies traf auch für die Individuenanteile der hygrophilen Waldarten der Spinnentiere zu (s. Tabelle A44). Ebenfalls eine statistisch signifikant negative Beziehung war für die Individuenanteile der euryöken Spinnentierarten des Offenlandes zur Variablen „Offen“ vorhanden.

Für die Spinnentiere wiesen die Individuenanteile der schwach xerophilen Waldarten und der Grünlandarten eine statistisch signifikant bis höchstsignifikant positive Relation zur Variablen „Offen“ auf (s. Tabellen A44 und A45). Für die Individuenanteile der euryöken Offenlandarten der Laufkäfer bestand eine statistisch höchstsignifikant positive Relation zu dieser Variablen.

Relationen zur Variablen Kraut

Die Individuenanteile aus der Artengruppe mit unterschiedlichen Habitatpräferenzen zeigten für die Laufkäfer eine statistisch höchstsignifikant negative Beziehung zur Variablen „Kraut“ wie auch diejenigen der xerophilen Offenlandarten der Spinnentiere. Für die hygrophilen Waldarten der Spinnentiere war ebenfalls ein statistisch hochsignifikant negativer Zusammenhang zur Variablen „Kraut“ vorhanden. Die Individuenanteile der schwach xerophilen und schwach hygrophilen Waldarten der Spinnentiere wiesen dagegen eine statistisch signifikant bis höchstsignifikant positive Relation zur Variablen „Kraut“ auf. Die Individuenanteile der Ackerarten der Laufkäfer waren hochsignifikant positiv mit dieser Variablen korreliert (s. Tabellen A43 und A44).

Relationen zur Variablen Gras

Eine statistisch signifikant bzw. höchstsignifikant positive Beziehung wiesen die Individuenanteile der euryöken Waldarten und der Grünlandarten der Laufkäfer zur Variablen „Gras“ auf. Dagegen wurde für die Individuen der schwach hygrophilen Waldarten, der Arten offener Trockenhabitats und der Artengruppe mit unterschiedlichen Habitatpräferenzen der Laufkäfer eine signifikant bis hochsignifikant negative Relation gefunden. Die Relationen zwischen den Individuenanteilen der xerophilen und euryöken Offenlandarten der Spinnentiere und dieser Variablen waren statistisch hoch - bis höchstsignifikant negativ (s. Tabellen A42 - A44).

Insgesamt zeigten die Individuenanteile der Waldarten in beiden Tiergruppen vorwiegend positive Relationen zu den Variablen „Schatten“ und „Streu“. So bestand für die schwach hygrophilen Waldarten beider Tiergruppen ein positiver Zusammenhang zur Variablen „Schatten“ wie auch für die euryöken Waldarten der Laufkäfer, welche auch zur Variablen „Streu“ eine positive Beziehung aufwiesen. Die Individuenanteile der schwach xerophilen und schwach hygrophilen Waldarten der Spinnentiere und diejenigen der allgemeinen Waldarten der Laufkäfer zeigten ebenfalls eine positive Relation zur Variablen „Streu“. Dagegen bestand für die Individuenanteile der hygrophilen und schwach xerophilen Waldarten eine negative Relation zur Variablen „Schatten“.

Für die Individuenanteile der Offenlandarten traten in beiden Tiergruppen vorwiegend negative Relationen zu den Variablen „Schatten“ und „Streu“ auf. Die Individuenanteile der Grünlandarten zeigten in beiden Tiergruppen negative Beziehungen zur Variablen „Schatten“, ebenso wie diejenigen der Ackerarten, der hygrophilen und euryöken Offenlandarten der Laufkäfer. Für die Individuenanteile der xerophilen und euryöken Offenlandarten der Spinnentiere waren negative Relationen zur Variablen „Streu“ vorhanden. Dies traf auch für die Individuenanteile der hygrophilen Offenlandarten der Laufkäfer zu, während die Ackerarten der Laufkäfer eine positive Beziehung zur Variablen „Streu“ aufwiesen.

Zwischen den Individuenanteilen der Offenlandarten der Laufkäfer sowie denjenigen der Waldarten bestanden in beiden Tiergruppen teilweise positive Relationen zu den Variablen „Kraut“ bzw. „Gras“. Für die hygrophilen Offenlandarten der Laufkäfer und die hygrophilen, bzw. schwach hygrophilen Waldarten bestanden in beiden Tiergruppen negative Beziehungen zur Variablen „Offen“.

4.6 Strukturelle und ökologische Diversität

Die Diversität der Vegetationsstruktur sowie die Arten - und Habitatpräferenz - Diversität der Laufkäfer - und Spinnentierzönosen (s. Kapitel 3.4.1) wurden basierend auf dem Shannon - Index mit Hilfe von linearen Regressionen für beide Tiergruppen in allen Untersuchungsflächen für den gesamten Untersuchungszeitraum 2011 bis 2014 auf statistisch signifikante Zusammenhänge geprüft (s. Tabelle 37). Die Ergebnisse der Analysen sind in den Abbildungen 26a - d graphisch dargestellt.

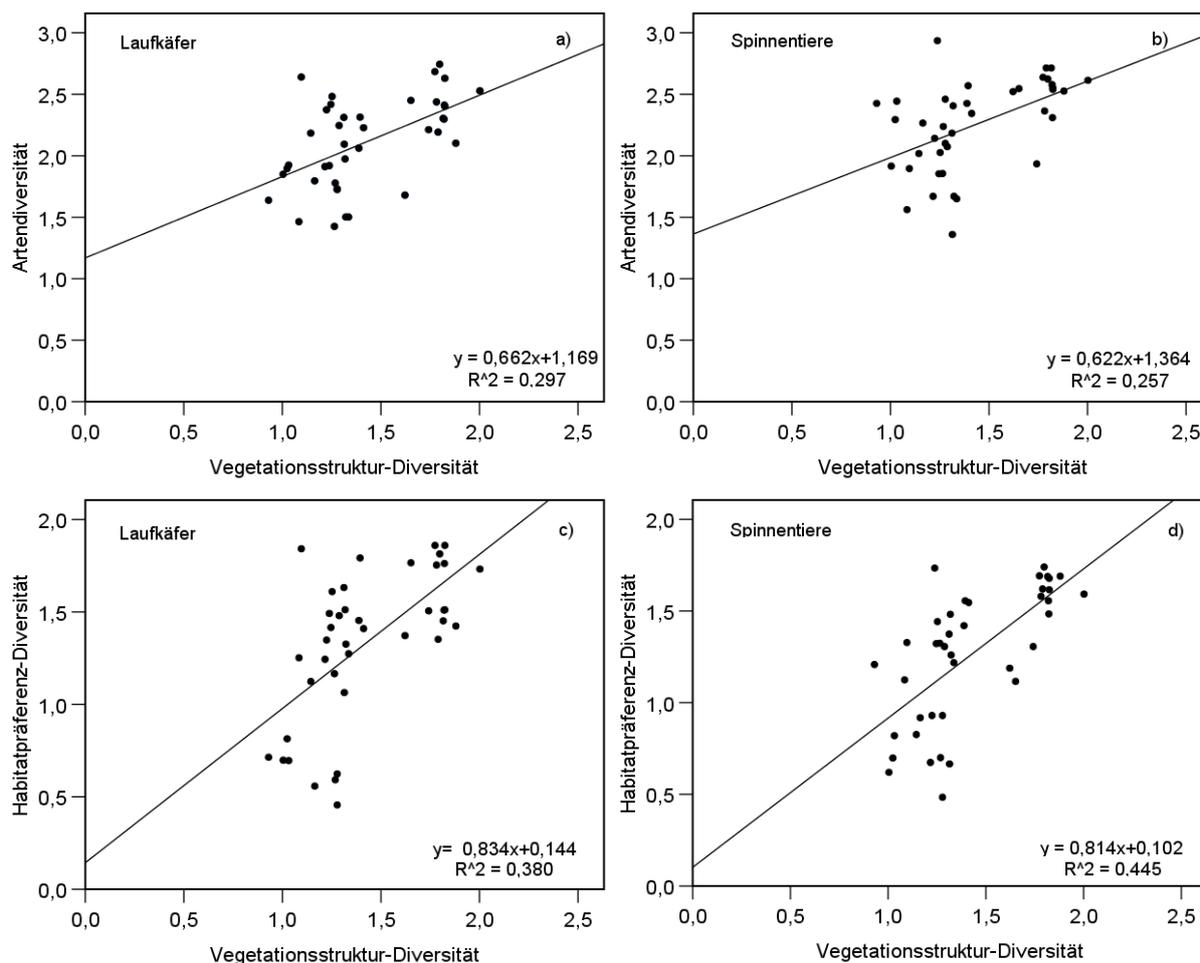
Für beide Tiergruppen bestätigten die Determinationskoeffizienten (R^2) einen starken positiven linearen Zusammenhang zwischen der Diversität der Vegetationsstruktur und der Artendiversität (s. Tabelle 37 und Abbildungen 26a - d). Zur Varianzaufklärung in den Werten für die Artendiversität der Laufkäfer trug die Strukturdiversität etwa 30 % bei und die Aufklärung für die Spinnentiere betrug etwa 26 %. Demnach besaß das Modell für beide Tiergruppen eine hohe Anpassungsgüte. Gleichzeitig war erkennbar, dass weitere, nicht erfasste Einflussfaktoren auf die Artendiversität wirkten. In beiden Tiergruppen trug die Strukturdiversität statistisch höchstsignifikant ($p \leq 0,001$) zur Varianzaufklärung der Artendiversität bei. Die Standardfehler (SE_{HAC}) ließen eine recht zuverlässige Schätzung für die Regressionskoeffizienten (B) erkennen. Dies indiziert, dass ein Anstieg der Strukturdiversität um eine Einheit mit einer Zunahme in der Artendiversität um mehr als eine halbe Einheit einherging.

Tabelle 37: Statistische Kennwerte der Relationen zwischen den Arten - (ArtenDiv.) und Habitatpräferenzdiversitäten (HabDiv.) (Shannon - Index) der Laufkäfer - und Spinnentierzönosen und der Vegetationsstruktur - Diversität in den Untersuchungsflächen der Untersuchungsjahre 2011 - 2014 auf der Basis einer linearen Regression. Shan. = Shannon - Index, R^2 = Determinationskoeffizient, B = Regressionskoeffizient, F = F - Wert, df = Freiheitsgrade, p (Modell) = Signifikanz des Modells, SE = Standardfehler, t = t - Wert, p (Koeff.) = Signifikanz der Koeffizienten. HAC = Statistische Kennwerte wurden mit robusten Newey - West Schätzern berechnet.

	Laufkäfer		Spinnentiere	
	Shan. ArtenDiv	Shan. HabDiv	Shan. ArtenDiv	Shan. HabDiv
Modellübersicht				
R^2	0,297	0,380	0,257	0,445
B	0,662	0,834	0,622	0,814
F	16,081	23,311	13,123	30,528
F_{HAC}	22,676	47,613	109,518	67,629
df	1, 38	1, 38	1, 38	1, 38
p [Modell]	< 0,001	< 0,001	0,001	< 0,001
Koeffizienten				
SE (B)	0,165	0,173	0,172	0,147
t	4,010	4,828	3,623	5,525
t_{HAC}	4,762	6,900	10,465	8,224
p_{HAC} [(Koeff.)]	< 0,001	< 0,001	0,001	< 0,001

Auch für die Habitatpräferenz - Diversität zeigten die Determinationskoeffizienten (R^2) für beide Tiergruppen einen starken positiven linearen Zusammenhang zur Strukturdiversität der Vegetation (s. Tabelle 37 und Abbildungen 26a - d). Zur Aufklärung der Gesamtvarianz in den Fehlerwerten der Habitatpräferenz - Diversität trug die Strukturdiversität statistisch höchstsignifikant ($p \leq 0,001$) mit einem Anteil von etwa 40 % in beiden Tiergruppen bei. Demnach besaß die Strukturdiversität für die Habitat-

präferenz - Diversität in beiden Tiergruppen eine höhere Bedeutung im Vergleich zu den Artendiversitäten. Die Regressionskoeffizienten (B) ermittelten bei einer mittleren Abweichung vom Erwartungswert um etwa 0,1 eine um den Faktor 0,8 höhere Habitatpräferenz - Diversität in beiden Tiergruppen, wenn die Strukturdiversität um eine Einheit steigt. Neben der Strukturdiversität trugen weitere, nicht erfasste Einflussfaktoren zur Ausprägung der Habitatpräferenz - Diversität bei, wie die Determinationskoeffizienten (R^2) erkennen lassen.



Abbildungen 26 a - d: Relation zwischen dem Shannon - Index der Strukturdiversität der Vegetation und den Shannon - Indices der Arten - und Habitatpräferenz - Diversität der Laufkäfer und Spinnentiere in den Agrarholzflächen KU1 - KU4 für die Untersuchungsjahre 2011 - 2014. Lineare Regression, basierend auf den Diversitätswerten je Fläche und Jahr ($n = 40$).

Die Analysen ließen erkennen, dass eine hohe Heterogenität in der Ausprägung der Vegetationsstruktur (vgl. Kapitel 4.3.1) linear mit einer hohen Artendiversität der Laufkäfer - und Spinnenzönosen in den Agrarholzflächen einher ging. Darüber hinaus förderte eine größere Strukturdiversität der Vegetation auch die Lebensraumeignung der Agrarholzflächen für eine größere Anzahl von Arten mit unterschiedlichen Habitatpräferenzen.

5 Diskussion

5.1 Methodendiskussion

5.1.1 Bodenfallen

Seit der Einführung der Bodenfallen zur Erfassung epigäisch aktiver Arthropoden durch Dahl (1907) und Barber (1931), hat sich diese Methode immer mehr zu einem Standard in der ökologischen Freilandforschung durchgesetzt (Dunger & Fiedler 1989; Mühlenberg 1993).

Diese Methode dient der Erfassung von epigäisch aktiven Tieren, die bei ihrer Laufaktivität zufällig den Rand von in den Boden gegrabenen, ebenerdig mit der Oberfläche abschließenden Gefäßen überschreiten (vorwiegend Invertebraten). Hierfür werden die Gefäße häufig mit einer Tötungs- und Konservierungsflüssigkeit gefüllt. Die Methode arbeitet scheinbar unspezifisch und nicht selektiv. Die Tiere werden in Abhängigkeit von der Besiedlungsdichte (Abundanz; Populationsdichte) (Baars 1979), aber auch von der Intensität ihrer Laufaktivität erfasst (Greenslade 1964; Lang 2000). Das Fangergebnis wird als Aktivitätsabundanz bezeichnet (Mühlenberg 1993). Neben der Populationsdichte und der Laufaktivität geht insbesondere die Größe der Tiere in das Fangergebnis ein, die den Aktionsradius und damit die Wahrscheinlichkeit, in eine Bodenfalle zu geraten, maßgeblich beeinflusst (Lang 2000).

Weiterhin spielen bautechnische Parameter (Alexeev & Aleksanov 2017; Bashford & Ramsden 2011) wie der Umfang der Falle (Luff 1975), ihre Geometrie (Boetzel et al. 2018; Luff 1975), der Einsatz und die Art einer Überdachung zum Schutz vor unabsichtlich hineinfliegenden Wirbeltieren wie Mäusen, Amphibien, Reptilien, etc. eine entscheidende Rolle für die Fangeffizienz (Buchholz & Hannig 2009; Császár et al. 2018).

Auch die Art der Konservierungsflüssigkeit wirkt sich entscheidend auf das Fangergebnis aus (Knapp et al. 2016). Darüber hinaus wird es durch die umgebende Habitatstruktur (vegetationsfreier Boden vs. dichte Vegetation (Bell et al. 2014; Greenslade 1964; Lang 2000), die Bodenstruktur (Kuschka 2004) sowie die Witterung während des Fangzeitraumes (Temperatur, Niederschlag) beeinflusst.

Die einzelnen Einflussfaktoren wie z.B. die Habitatstruktur und die Witterung, die teilweise nicht kontrollierbar sind, haben zu einer Vielzahl von Kritikpunkten geführt, welche die Effizienz, die Repräsentativität und die Vergleichbarkeit der Fallenfangergebnisse und ihre Auswertung betreffen. Die wichtigsten werden an dieser Stelle diskutiert.

Die mit der Bodenfallenmethode gemessene Aktivitätsabundanz ergibt ein verzerrtes Bild der Besiedlungs- (Populations-) dichte in der Fallenumgebung (Lang 2000). Sehr aktive Arten werden überrepräsentativ häufiger erfasst als weniger aktive Arten. Das Ziel dieser Arbeit ist jedoch kein quantitativer Vergleich von Populationsdichten, sondern die Ermittlung von Arten- und Individuenzahlen, die durch die Laufaktivität von Tieren mit ein- und derselben Methode inkl. aller Randbedingungen (Geometrie, Größe, Material, etc.) gefangen werden.

Die Bodenfallenmethode erfasst nur oberflächenaktive Tiere. Arten, die in höheren Straten (Kraut-, Strauch- oder Baumschicht) leben, werden nicht oder nur in stark verminderter Anzahl nachgewiesen. Das Fangergebnis spiegelt demnach kein repräsentatives Bild der räumlichen Besiedlung der Tiergemeinschaften wider. Dazu müssten ergänzend andere Methoden (z.B. Hand-, Kescher-, Klopff-, D-Vac-, Eklektor- und Malaisefallen) angewandt werden, deren Ergebnisse jedoch weder untereinander noch mit denen der Bodenfallenmethode quantitativ und qualitativ vergleichbar sind. Der Fokus dieser Arbeit liegt nicht in einer vollständigen Bestandsaufnahme der Laufkäfer- und Spinnentierzönosen in

allen Straten, sondern in einem Vergleich der Aktivitätsdichte der am Boden aktiven Arten in unterschiedlichen Biotopen. Hierfür war eine Methode erforderlich, die in allen Offenland - und Waldbiotopen gleichermaßen eingesetzt werden konnte.

Verschiedene Geometrien von Fallen unterscheiden sich hinsichtlich ihrer Effizienz (Luff 1975). Daher ist die Verwendung einer identischen Fallengeometrie für einen Vergleich der Aktivitätsdichten unabdingbar.

Die Art der Fangflüssigkeit hat einen entscheidenden Einfluss auf das Fangergebnis (Knapp et al. 2016; Schmidt et al. 2006). Je nach Viskosität und chemischer Zusammensetzung (z.B. Wasser, Äthylenglykol, Ethanol - Essigsäure - Wasser - Gemisch) bietet die Fangflüssigkeit hinein gefallenen Tieren eine mehr oder minder große Chance, sich wieder aus der Falle zu befreien. Hierbei spielt auch das Material der Fallen (Rauigkeit der Wände) eine große Rolle (Luff 1975).

Die Fangflüssigkeiten fixieren die getöteten Tiere unterschiedlich gut: Während Formaldehyd, Ethanol - Essigsäure - Wasser und gesättigte Salzlösung eine längerfristige Konservierung ermöglichen, fixieren reines Wasser, Ethylenglykol und Natrium - Benzoat je nach Umgebungstemperatur und Verrottungsgrad des Beifanges eher kurzzeitig. Dieser Umstand erfordert eine hohe Frequenz des Fallenwechsels, was vor allem bei weit entfernten Untersuchungsflächen die Arbeits - und Kostenintensität steigert. Manche Fangflüssigkeiten wie z.B. Formaldehyd, können auch attrahierend auf bestimmte Arten wirken (Adis 1979).

In dieser Untersuchung wurde als Fangflüssigkeit eine 10 % - ige Na - Benzoat Lösung mit einer Verschlusskappe voll Essigsäure und einem Spritzer Detergenz (handelsübliches Spülmittel) verwendet. Die Fixierung von Na - Benzoat in dieser Konzentration ist sowohl für die Laufkäfer als auch für die weichhäutigen Spinnentiere selbst bei einer weiteren Verdünnung durch Niederschlag innerhalb eines 14 - tägigen Leerungsturnus ausreichend. Weiterhin ist die Lösung ungiftig und somit umweltschonend.

Eine Überdachung aus Glas oder Kunststoff kann durch einen sogenannten „Gewächshauseffekt“ das Mikroklima (höhere Temperatur und höhere Luftfeuchtigkeit) direkt über der Falle ändern und das Fangergebnis maßgeblich beeinflussen (Buchholz et al. 2013). Gleichzeitig stellt die Überdachung jedoch einen Schutz der Fangflüssigkeit vor Verdünnung durch Niederschlag und Verunreinigung durch Laubeinfall dar. Da in allen Biotopen Überdachungen eingesetzt wurden, wirkte sich ein potenzieller mikroklimatischer Einfluss in allen Biotopen gleichermaßen auf das Fangergebnis aus. Daher ist von einer Beeinträchtigung der Vergleichbarkeit der Fangergebnisse nicht auszugehen. Ein grobmaschiges Gitter über der Falle zur Verhinderung eines unabsichtlichen Hineinfallens von Wirbeltieren bietet kleineren Arthropodenarten die Möglichkeit, über die Gitterstäbe zu laufen, womit ihre Erfassung durch die Falle verhindert wird. Daher wurde für diese Untersuchung auf die Verwendung eines solchen Gitters verzichtet.

Die folgenden Kritiken beziehen sich auf die statistische Auswertbarkeit von Bodenfallenfängen. Ein Abstand von fünf Metern zwischen den Fallen ist nach Brouwers & Newton (2009) und Butterweck & Jeschke (2001) für eine statistische Unabhängigkeit der einzelnen Fallen nicht ausreichend. Um diesem Argument zu begegnen, wurden die Individuenzahlen der fünf Fallen aller Fallentransekte je Untersuchungsjahr mit einem Wald - Wolfowitz Runs Test auf statistische Unabhängigkeit getestet (vgl. Kapitel 3.5.1 und 5.1.3). Bei zu geringem Fallenabstand kann es zu „Ausdünnungseffekten“ kommen, da die Bodenfallen die Käfer „einander wegfangen“. Digweed (1995) empfehlen daher einen Mindest - Fallenabstand von 25 Metern.

Bei einem solch großen Fallenabstand ist die Bodenoberfläche zwischen den Fallen aufgrund eines unterschiedlichen Pflanzenbewuchses unter Umständen nicht mehr homogen, so dass die Artenzusammensetzung nicht mehr nur einem, sondern unterschiedlichen Biotopen zugerechnet werden muss. Dies würde eine sinnvolle Vergleichbarkeit der Fangergebnisse zwischen verschiedenen Transekten beeinträchtigen. Die geringe Größe der Teilflächen im Untersuchungsgebiet erlaubte nur einen Abstand von fünf Metern der Bodenfallen zueinander. Hierdurch wurde die Homogenität des Bewuchses zwischen den Bodenfallen weitgehend gewahrt. Es wurden keine vergleichenden Auswertungen absoluter Aktivitätsdichten in den Untersuchungsflächen durchgeführt. Im Vordergrund stand die Erfassung von Individuenzahlen mit einer einheitlichen Methodik. Daher wird das gegenseitige Wegfangen von Tieren durch einen zu geringen Fallenabstand als nicht relevant für die Fragestellung dieser Arbeit angesehen.

Ein weiterer Kritikpunkt betrifft die statistische Auswertbarkeit eines Fallentransektes in Bezug auf die Anzahl der verwendeten Einzelfallen. Ein Fallentransekt sollte für die statistische Auswertung einer einjährigen Untersuchung nach Trautner (2017) aus mindestens sechs Bodenfallen bestehen. Für eine mehrjährige Untersuchung befinden sich fünf Fallen jedoch bereits „im oberen Mittelfeld“ zur Auswertbarkeit (Müller-Kroehling 2015).

5.1.2 Richtungsfallen

Die meisten Kritikpunkte, die für die Bodenfallen diskutiert wurden, besitzen weitgehend auch für die Richtungsfallen Gültigkeit. Die Richtungsfallen wurden in einem Abstand von 10 Metern zur Biotopgrenze aufgestellt.

Eine Platzierung direkt an der Biotopgrenze könnte sich positiv auf die Individuenzahl erfasster Arten in den richtungsrelevanten Fallen auswirken (s. Kapitel 3.1.3). Gleichzeitig ginge hiermit jedoch eine erhöhte Wahrscheinlichkeit des Auftretens von Randeffekten einher. Es würden z.B. auch solche Individuen als potentielle Emigranten bzw. Immigranten erfasst, die ohne Anwesenheit einer Falle nur kurzzeitig die Biotopgrenze eines benachbarten Biotopes aufgesucht hätten, um anschließend in ihr primäres Habitat zurückzukehren. Neben einer zu geringen Distanz kann auch eine zu große Entfernung zur Biotopgrenze zwischen Biotopen die Erfassung von Migrationsbewegungen durch Laufaktivitäten beeinträchtigen. Um bevorzugte Laufrichtungen durch Laufaktivitäten von Laufkäfern und Spinnentieren möglichst zuverlässig zu erfassen und um Randeffekte zu minimieren, wurde für die Richtungsfallen ein Abstand von 10 Metern zur Biotopgrenze gewählt.

Neben finanziellen und personellen Rahmenbedingungen ließen die Geometrie der Untersuchungsflächen sowie die geringe Flächengröße der Brache keine für statistische Tests ausreichende Anzahl von Wiederholungen zu. Konstruktionsbedingt weisen die Richtungsfallen aufgrund von zwei Meter langen Leitbahnen einen gegenüber Bodenfallen erhöhten Fangradius auf, der u.a. zu den in Kapitel 5.1.1 beschriebenen „Ausdünnungseffekten“ führen kann.

Um die Ergebnisse trotz einer geringen Anzahl von Richtungsfallen statistisch absichern zu können, wurden die Leerungsdaten als Wiederholungen eingesetzt. Da die Individuenzahlen innerhalb der einzelnen Habitatpräferenzgruppen große Varianzen aufwiesen, wurde eine Irrtumswahrscheinlichkeit von $p \leq 0,1$ festgelegt. Obwohl Trends erkennbar waren, die z.T. statistisch abgesichert werden konnten, zeigen die Ergebnisse insbesondere aufgrund der geringen Anzahl von Richtungsfallen lediglich einen Trend auf, der nur lokale Gültigkeit besitzt.

5.1.3 Statistische Analysen

Unabhängigkeit der Stichproben

Verschiedene Autoren (z.B. Müller-Kroehling 2015) weisen darauf hin, dass eine statistische Auswertung von Daten aus Fallentransekten nicht zulässig sei, da die Fangergebnisse aus den Einzelfällen statistisch nicht unabhängig seien. Hurlbert (1984) hat dafür den Begriff der Pseudoreplikation eingeführt. In der Begrifflichkeit der Varianzanalyse ist eine Pseudoreplikation definiert als „das Testen von Behandlungseffekten mit einem Fehlerterm, der für die aufgestellte Hypothese unangemessen ist“ (Hurlbert 1984, S. 190). Dies bedeutet ein Versuchsdesign, bei dem entweder keine Wiederholungen vorhanden oder die Wiederholungen statistisch nicht unabhängig sind.

Die statistische Unabhängigkeit von Wiederholungen ist jedoch eine der grundlegenden Voraussetzungen für die Durchführung parametrischer Tests. Daher wurden vor der Durchführung der statistischen Analysen die Individuenzahlen aus den fünf Einzelfällen eines jeden Fallentransektes je Untersuchungsjahr auf statistische Unabhängigkeit mit dem Wald - Wolfowitz Runs Test (Sequenztest) geprüft (vgl. Kapitel 3.5.1). Mit dem gleichen Verfahren wurden die Residuen aus den linearen Regressionen auf Unabhängigkeit getestet.

Normalverteilung und Homoskedastizität der Varianzen

Ein Ziel der Arbeit besteht in einem quantitativen Vergleich der Individuenzahlen von Laufkäfern und Spinnentieren zwischen verschiedenen Untersuchungsflächen. Dafür wurden die etablierten Methoden der einfaktoriellen Varianzanalyse (One - way ANOVA) und der linearen Regression verwendet. Diese Methoden stellen eine Anzahl von Anforderungen an die Datenstruktur. Eine davon ist die Normalverteilung der Residuen. Nach Bolker et al. (2009) sind Zählmengen, um die es sich bei den Individuenzahlen aus Fallenfängen handelt, i.d.R. nicht normal -, sondern Poisson - oder negativ binomial verteilt. Es ist jedoch möglich, die Daten durch geeignete Transformationen (in dieser Arbeit wurden Ln -, Log₁₀ und ArcSin - Wurzeltransformationen durchgeführt) an eine Normalverteilung anzupassen. Darüber hinaus sind besonders die ANOVA, aber auch die lineare Regression gegenüber einer Verletzung der Normalverteilungsvoraussetzung sehr robust, sie ist einer der unwichtigsten Voraussetzungen für die Durchführung der beiden Tests (Salkind 2010). Eine weitere Voraussetzung für die Durchführung der ANOVA ist die Homoskedastizität der Varianzen, die mit Hilfe eines Levene - Tests geprüft wurde. Ist diese Voraussetzung verletzt, so kann alternativ die Welch - ANOVA (Welch - Test) interpretiert werden, die auf Unterschiede zwischen den Gruppen (Untersuchungsflächen) fokussiert und robust gegenüber Heteroskedastizität ist (Levy 1978). Der Interpretation der Ergebnisse aus der ANOVA liegt in dieser Arbeit die Welch - Statistik zugrunde. Ein Ziel dieser Arbeit ist die Interpretation statistisch signifikanter Unterschiede zwischen den Gruppen (Kontraste), deren Berechnungen keine Varianzhomogenitäten voraussetzen.

Die Beschreibung einer quantitativen Abhängigkeit von Zielvariablen (ökologische Gruppen, Habitatpräferenzen) zu ebenfalls quantitativen Prädiktoren (Vegetationsstrukturvariablen) stellt einen weiteren Aspekt dieser Arbeit dar. Da aufgrund von entsprechenden Transformationen die Bedingung einer Normalverteilung hinreichend erfüllt und auch die übrigen Voraussetzungen für die ANOVA und die lineare Regression gegeben waren (s. Kapitel 3.5.3 und 3.5.5), konnten diese beiden Methoden für die Datenanalysen verwendet werden.

Hypothesentests

Multivariate statistische Methoden, wie z.B. die Hauptkomponentenanalyse (PCA) oder die Redundanzanalyse (RDA) sind sehr gut für die visuelle Darstellung von komplexen Zusammenhängen vieler Einzeldaten, wie z. B. die Verteilung von Arten im virtuellen Raum der Untersuchungsflächen geeignet (Ter Braak & Šmilauer 2012). Mit einer direkten Gradientenanalyse wie der RDA können darüber hinaus gemessene oder kategoriale Umweltparameter als Gradienten in Ausprägung und Wirkungsrichtung berechnet und damit ihre Auswirkungen auf die Struktur einer Zönose dargestellt werden. Zu diesen Umweltgradienten zählen z.B. abiotische Faktoren wie Licht, Temperatur und Feuchtigkeit oder räumlich - strukturelle Faktoren, wie die Vegetationsstruktur.

Die Anwendung eines Monte Carlo - Permutationstests zur Berechnung der Signifikanz birgt durch Iterationen die Gefahr einer Akkumulation des Fehlers 1. Ordnung (α -Fehler), d. h. die Nullhypothese wird abgelehnt, obwohl sie richtig ist (Šmilauer & Lepš 2014). Zur Vermeidung dieser Akkumulation kann eine Bonferroni-Korrektur dienen. Hierdurch steigt jedoch die Wahrscheinlichkeit eines Fehlers 2. Ordnung (β -Fehler), d.h. die Nullhypothese wird angenommen, obwohl sie falsch ist. Daher wurde im Rahmen der Permutationen eine Korrektur nach Holm angewandt, die weniger konservativ im Vergleich zur Bonferroni - Korrektur ist und die Gefahr eines Fehlers 2. Ordnung reduziert (Legendre & Legendre 2012). Einen Überblick über verschiedene alternative Methoden zur Vermeidung der Inflation des α -Fehlers und ihre praktischen Anwendungen geben auch Blanchet et al. (2008).

Variance Inflation Factor (VIF)

Im Rahmen von Mehrfachregressionen, die bei direkten Gradientenanalysen durchgeführt werden, können Multikollinearitäten zwischen unabhängigen Variablen auftreten. Hierbei weisen eine oder mehrere Variablen redundante Informationsgehalte auf. Grundsätzlich sollten nur Variablen mit einem signifikanten Aufklärungsbeitrag in das Regressionsmodell aufgenommen werden. Variablen ohne oder redundanten Informationsgehalt tragen nicht zur Modellverbesserung bei und sollten daher entfernt werden. Bei ökologischen Daten treten unkorrelierte Umweltvariablen jedoch eher selten auf (Leyer & Wesche 2007).

Das Ausmaß von Multikollinearität einer oder mehreren Variablen wird mit dem Variance Inflation Factor (VIF) oder seinem Kehrwert, der Toleranz ermittelt (O'Brien 2007). Um Multikollinearität zu minimieren, werden in der Literatur verschiedene Möglichkeiten vorgeschlagen. Die häufigste Methode ist die Entfernung von Variablen aus dem Modell, die einen bestimmten VIF - Faktor überschreiten. Dieser Wert variiert je nach der Aussage verschiedener Autoren. So ordnet Eckstein (2016) VIF - Werte > 5 als ausgeprägte Kollinearität ein, während Ter Braak & Šmilauer (2012) einen Grenzwert von 20 vorschlagen. O'Brien (2007) hingegen spricht sich gegen eine absolute Grenzgröße aus und betont, dass selbst Variablen mit $VIF > 20$ nicht unberücksichtigt bleiben müssen. Er begründet dies damit, dass eine Variable mit hohem VIF im Zusammenhang mit den anderen Faktoren im Modell bewertet werden sollte und stellt die Entfernung zur Reduktion von Kollinearitäten als „Allheilmittel“ in Frage. Diese Ansicht vertreten auch Leyer & Wesche (2007). Die Entfernung augenscheinlich nicht redundanter Variablen mit hohem VIF kann dazu führen, dass der Raum für komplexe ökologische Interpretation reduziert wird. O'Brien (2007) schlägt deshalb für hoch kollineare Variablen vor, diese nur dann nicht zu interpretieren oder aus dem Modell zu entfernen, wenn weitere Parameter wie z.B. der Regressionskoeffizient R^2 auf eine unzuverlässige Schätzung hindeuten. Auch Ter Braak & Šmilauer (2015) heben hervor, dass eine gewisse Vorsicht dann angebracht ist, wenn die absoluten t - Werte klein (< 2) sind.

Ein VIF von 24,73 trat für die Strukturvariable „Offen“ in den direkten Gradientenanalysen (RDA) im ersten Aufwuchsjahr in beiden Tiergruppen auf. Weder die Determinationskoeffizienten R^2 noch die absoluten t -Werte deuteten auf eine unzuverlässige Schätzung hin. Für eine Vergleichbarkeit der Analysen über den gesamten Untersuchungszeitraum und denen der einzelnen Aufwuchsjahre wurde die Variable „Offen“ daher im Modell belassen, obwohl sie keinen signifikanten Beitrag zur Varianzaufklärung in den Artdaten leistete. Die Variablen „Streu“ und „Schatten“ ließen nach ihrer Position in den Ordinationsdiagrammen eine hohe Kollinearität vermuten, die jedoch aufgrund geringer VI-Faktoren und der vergleichsweise hohen R^2 -Werte auf der ersten Achse nicht bestand.

Diversitätsmaße

Die Verwendung von verschiedenen Maßzahlen zur Beschreibung der Diversität ist ein Thema, das seit langem kontrovers diskutiert wird (z.B. Jost 2006a; Magurran & McGill 2013). Ziel der Verwendung von Diversitäts-Indices ist die möglichst vollständige und umfassende Beschreibung der Diversität auf Arten-, Lebensgemeinschafts- oder Landschaftsniveau. Dabei wird zur Beschreibung der Alpha- (Arten-) Diversität oft nur ein einziges Maß, der Shannon-Index mit der Evenness, verwendet. Mit dem Shannon-Index lässt sich die Heterogenität einer Artengemeinschaft (genauer: die Abweichung von der Gleichverteilung der Individuen auf die Arten = negative Entropie) beschreiben und mit der Evenness wird die Verteilung der Individuen auf die Arten einer Probe (Untersuchungsfläche) berechnet. Zur Beschreibung der Alpha-Diversität stehen jedoch noch verschiedene andere Maßzahlen und Indices zur Verfügung, die entweder nur die Artenzahlen (Artenvielfalt) oder auch die Frequenzen (Individuenzahlen) mit in die Berechnung einbeziehen.

Das Diversitätsmaß α betont die Anzahl der individuenarmen Arten, in den Simpson-Index gehen dagegen besonders die hochdominanten Arten mit größerem Gewicht ein (s. auch Kapitel 3.4.1). Jost (2006a) unterstreicht jedoch, dass es nicht korrekt ist, alle möglichen Diversitäts-Indices zu berechnen und sich den für seine beabsichtigte Interpretation am besten geeignetsten herauszusuchen. Magurran (2004) und Jost (2006a) beschreiben die Vor- und Nachteile verschiedener Diversitätsmaße, empfehlen jedoch unterschiedliche zur universellen Verwendung.

Magurran (2004) nennt den Artenreichtum als eine der am besten geeignete Maßzahl zur generellen Verwendung für die Beschreibung der Diversität. Artenreichtum ist jedoch im Gegenteil denkbar schlecht dafür geeignet, da die Artenzahl mit steigender Stichprobenzahl zunimmt und nur sehr langsam einen asymptotischen Grenzwert annimmt, also stark von der Probenanzahl abhängig ist. Außerdem erhalten beim Artenreichtum die seltenen Arten das gleiche Gewicht wie diejenigen, die mit einer höheren Individuenzahl (Frequenz) vorkommen (Jost 2006a). Für eine exakte Beschreibung der Diversität sollten daher generell nur Diversitätsmaße verwendet werden, in deren Berechnung auch die Frequenz der Arten eingehen.

Magurran (2004) empfiehlt die vorzügliche Verwendung des Log-series Parameter α . Jost (2006a) entgegnet, dass sich dieser als generell zu verwendender Index nicht eignet, da er nur dann realistische Ergebnisse liefert, wenn die Arten auch Log-series verteilt sind. Sind sie es nicht, gehen nahezu alle Informationen verloren (Jost 2006a). In das Diversitätsmaß α gehen zwar die Frequenzen der einzelnen Arten ein, jedoch werden die individuenarmen Arten besonders stark gewichtet, was zu Missinterpretationen beim Vergleich von α -Diversitäten führt (Jost 2006a).

Im Gegensatz zu Log series α betont der Simpson - Index besonders die hochdominanten Arten (Magurran 2004). Seine Verwendung ist nur dann sinnvoll, wenn gleichzeitig der Artenreichtum und die Heterogenität der Artenzusammensetzung (Shannon - Index) für eine Interpretation hinzugezogen werden, was in dieser Arbeit erfolgt ist, um mit den verschiedenen Diversitätsmaßen einen ersten, differenzierten Überblick über die Zönosenstruktur zu erhalten. Eine alleinige Verwendung als Diversitätsmaß empfiehlt sich nur dann, wenn der Fokus der Interpretation auf einer vergleichenden Betrachtung der dominanten Arten liegt. Außerdem lässt sich der Simpson - Index nicht in Komponenten zerlegen, die eine Beschreibung der Alpha - und der Beta - Diversität ermöglichen.

Magurran (2004) schlägt vor, den Shannon - Index nicht zu verwenden. Eines ihrer Argumente ist, dass der Shannon - Index sehr viel sensitiver gegenüber der Stichprobengröße als der Artenreichtum ist. Jost (2006a) widerlegt dieses Argument: Während die Artenzahl mit steigender Stichprobengröße weiterhin zunimmt, zeigt der Shannon - Index bei zunehmender Stichprobenzahl einen asymptotischen Kurvenverlauf und ist damit von der Probenanzahl weniger abhängig. Verwendet man den Shannon - Exponential, so wird durch die Potenzierung des Shannon - Index zur Basis e die Logarithmierung aufgehoben, was die sogenannte effektive Artenzahl ergibt (Jost 2006b). Dadurch ist eine direkte Vergleichbarkeit mit den Diversitätsmaßen Log series α und reziprokem Simpson - Index sowie eine Verhältnisbildung möglich (Jost 2006b). Für Jost (2006a) sind der Shannon - Index und vor allem der Shannon Exponential die einzig universell zu verwendenden Diversitätsmaße, da die Frequenz der Arten durch die Logarithmierung gewichtet in die Berechnung eingeht und weder seltene noch häufige Arten die Indexberechnung dominieren. Außerdem ist der Shannon - Index das einzige Diversitätsmaß, mit dem sowohl eine regionale α - als auch β - Diversität beschrieben werden kann. Um die β - Diversität mit einer einzigen Maßzahl zu beschreiben, genügt der Index Shannon - Exponential.

5.2 Ergebnisdiskussion

5.2.1 Zusammensetzung der Zönosen

Artenvielfalt

Generell weisen die Laufkäferzönosen in den Agrarholzflächen eine hohe Artenvielfalt im Vergleich zu den Referenzflächen auf. Während des Untersuchungszeitraumes werden im Vergleich zur Brache in drei Agrarholzflächen höhere Artenzahlen gefunden und in drei Jahren treten trotz deutlicher Unterschiede zwischen den Jahren in zwei Agrarholzflächen höhere Artenzahlen als in den Referenzbiotopen auf. Eine hohe Artenvielfalt für Laufkäfer bestätigen die Untersuchungen von Boháč et al. (2007); Havlíčková & Rudišová (2011); Helbig & Müller (2010) und Verheyen et al. (2014) in Agrarholzflächen. Im Vergleich zu Wäldern finden Allegro & Sciaky (2003) eine höhere Anzahl von Laufkäferarten in Agrarholzflächen, während andere Autoren im Vergleich zu Äckern geringere Artenzahlen feststellen (Britt et al. 2007; Döpke et al. 2013; Sachs et al. 2012; Ulrich et al. 2004).

Die Zönosen der Spinnentiere weisen eine mittlere bis hohe Artenvielfalt in den Agrarholzflächen auf. Im Vergleich zu den Zönosen der Flächen Acker und Wiese treten in den Agrarholzflächen für die Spinnentiere im Mittel höhere Artenzahlen auf, während im Vergleich zu den Zönosen der Flächen Brache und Wald durchschnittlich geringere Artenzahlen vorhanden sind. Auch Blick et al. (2003) ermitteln eine hohe Artenvielfalt der Spinnentiere in Agrarholzflächen. Britt et al. (2007) und Liesebach & Mecke (2003) finden hingegen in Agrarholzflächen geringere Artenzahlen für Spinnentiere im Vergleich zu Äckern.

Generell kann eine Bewertung von Agrarholzflächen wesentlich durch die Auswahl der Referenzbiotope beeinflusst werden, wie Glemnitz et al. (2013) betonen. Auch Müller-Kroehling et al. (2020) weisen darauf hin, dass ein Vergleich von Artenzahlen qualitative Aspekte wie seltene, gefährdete oder spezialisierte Arten unberücksichtigt lässt und daher nur innerhalb vergleichbarer Landnutzungsformen Gültigkeit besitzt.

In Übereinstimmung mit den Ergebnissen von Schulz et al. (2008); Šťastná (2013) und Ulrich et al. (2004) bestehen die Laufkäfer - und Spinnentierzönosen in den vier Agrarholzflächen überwiegend aus Arten, welche auch in den sechs Referenzflächen häufig vorkommen. Für seltene oder gefährdete Laufkäfer - oder Spinnentierarten stellen Agrarholzflächen keinen geeigneten Lebensraum dar, wie die Untersuchungen von Blick & Burger (2002); Brauner & Schulz (2011); Šťastná (2013); Ulrich et al. (2004) und Weger et al. (2013) übereinstimmend bestätigen. Gefährdete Pionierarten finden Müller-Kroehling et al. (2020) nur während der Etablierungsphase in Agrarholzflächen. Für seltene Arten heben die Autoren die Bedeutung von Randbereichen und Störstellen hervor, die jedoch eher für kleine, nicht - kommerziell genutzte Agrarholzflächen kennzeichnend sind (Schulz et al. 2009). Analog hierzu ermitteln Kriegel et al. (2021) für seltene Arten die höchste Anzahl in Bestandeslücken.

Im Vergleich zu Äckern können sich in Agrarholzflächen jedoch Arten ansiedeln, die weniger störungstolerant sind (Blick & Burger 2002), wie die zwar geringen, aber in allen Jahren vorhandenen Individuenanteile der Ruderalarten für die Spinnentiere in den Agrarholzflächen zeigen. Auch der im ältesten Aufwuchsjahr statistisch signifikant höhere Individuenanteil stenotoper Waldarten im Vergleich zum jüngsten Aufwuchsjahr bestätigt diesen Befund für beide Tiergruppen in drei Agrarholzflächen, während für die eurytopen Waldarten statistisch signifikant geringere Individuenanteile auftreten.

Zum Vorkommen stenotoper Arten in Agrarholzflächen weisen Piotrowska et al. (2020) darauf hin, dass dies wesentlich durch die Rotationslänge beeinflusst wird. Während die Individuenanteile stenotoper Waldarten der Spinnentiere mit der Anzahl der Aufwuchsjahre ansteigen, ist ein solcher Trend für die Laufkäfer nicht erkennbar.

Faunistische Ähnlichkeiten

Insgesamt sind die Zönosen der Laufkäfer - und Spinnentiere der Agrarholzflächen zueinander durch hohe zönotische Ähnlichkeiten im Vergleich zu denen der Referenzflächen gekennzeichnet. Im ersten Untersuchungsjahr setzen sich die Laufkäferzönosen in drei Agrarholzflächen vorwiegend aus Individuen der Ackerarten zusammen und in beiden Tiergruppen weisen die Zönosen höhere faunistische Ähnlichkeiten zu denen des Vorgewendes und des Ackers auf. Auch im Folgejahr einer Holzernte treten in den Zönosen beider Tiergruppen höhere Individuenanteile von Acker - und/ oder Grünlandarten im Vergleich zum Vorjahr auf, wobei die Lebensgemeinschaften der Laufkäfer mittlere bis hohe Übereinstimmungen in der faunistischen Ähnlichkeit zu denen des Ackers und der Brache zeigen. Im letzten Untersuchungsjahr 2014 bestehen deutliche Unterschiede zwischen den Zönosen nahezu aller Agrarholzflächen und denen der Referenzflächen.

Diese Veränderungen in den Zusammensetzungen der Zönosen während der Untersuchungszeit zeigen, dass sich eigene Zönosen in den Agrarholzflächen ausbilden und dies binnen kurzer Zeiträume erfolgen kann. Die Entwicklung spezifischer Zönosen in Agrarholzflächen bestätigen die Ergebnisse von Boháč et al. (2007); Havlíčková & Rudišová (2011) und Verheyen et al. (2014) für die Laufkäfer sowie Blick & Burger (2002); Burger (2006) und Schardt et al. (2008) für die Spinnentiere. Auch im Vergleich von Laufkäfergemeinschaften in Agrargehölzen mit denen eines Ackers und einer Naturschutzhecke (Al Hussein et al. 2014) sowie mit einem Acker und einem Fichtenwald (Liesebach & Mecke 2003) finden die Autoren die größte zönotische Ähnlichkeit zwischen den Agrargehölzen.

5.2.2 Ausbreitung und Besiedlung

Besiedlung der Agrarholzflächen durch Waldarten

Innerhalb von vier Jahren findet in Agrarholzflächen ein Wechsel von Offenland zu gehölzdominierten Habitaten statt (Dauber et al. 2010). Damit gehen Veränderungen in den Zusammensetzungen der Zönosen einher. Obwohl während der Untersuchungszeit in drei Agrarholzflächen Holzernten erfolgen, weisen die Waldarten beider Tiergruppen im letzten Untersuchungsjahr in drei Agrarholzflächen höhere Dominanzanteile im Vergleich zum im ersten Untersuchungsjahr auf, während für die Offenlandarten ein gegenteiliger Trend vorhanden ist. Schardt et al. (2008) betonen, dass die Sukzession von Spinnentierzönosen in Richtung auf eine Gehölz - bzw. Niederwaldfauna durch eine Holzernte im Trend nicht unterbrochen wird.

In allen Agrarholzflächen dominieren im ältesten Aufwuchsjahr die Individuen der Waldarten die Zönosen beider Tiergruppen. Einen Anstieg der Anzahl von Waldarten und eine Abnahme an Offenlandarten für Laufkäfer in Agrarholzflächen stellen auch Allegro & Sciaky (2003); Nerlich et al. (2012) und Schulz et al. (2009) fest. Burger (2006) und Schardt et al. (2008) bestätigen die gleichen Veränderungen für

die Spinnentierzönosen. Auch Blick & Burger (2002) finden mit zunehmender Standzeit der Agrargehölze eine höhere Anzahl von Waldarten für Spinnentiere und Glemnitz et al. (2013) stellen einen Anstieg der Individuenzahl von Waldarten in streifenförmigen Agrarholzflächen in Bayern fest.

Agrarholzflächen durchlaufen eine spezifische Entwicklung sowohl hinsichtlich des Alters seit der Etablierung als auch in Bezug auf die Aufwuchsjahre (Müller-Kroehling et al. 2020). Bereits vier Jahre nach der Pflanzung weisen die Laufkäfer - und Spinnentierzönosen in drei Agrarholzflächen hohe Individuenanteile von Waldarten auf. Auch Boháč et al. (2007); Havlíčková & Rudišová (2011) und Nerlich et al. (2012) stellen typische Waldarten unter den Laufkäfern innerhalb der ersten vier Aufwuchsjahre fest.

Dagegen zeigen die Ergebnisse der Untersuchungen von Burger (2006); Lamersdorf et al. (2008); Sachs et al. (2012); Schardt et al. (2008) und Schulz et al. (2009), dass Waldarten unter den Laufkäfern und Spinnentiere in den Agrargehölzen erst ab einer Standzeit von acht Jahren auftreten. Piotrowska et al. (2020) stellen hingegen für Laufkäferzönosen in Agrarholzflächen fest, dass Offenlandarten die höchsten Individuenanteile aufweisen, während Waldarten nur in geringen Individuenanteilen nachweisbar sind. Auch Allegro & Sciaky (2003) finden in völlig isolierten Agrarholzflächen der italienischen Po - Ebene nur wenige Waldarten unter den Laufkäfern. Zu ähnlichen Ergebnissen kommt Gruttke (1997), der in größeren und älteren, jedoch isolierten Waldbiotopen weniger typische Waldarten findet als in kleineren, jüngeren, jedoch weniger isolierten Wäldern.

Nach Schulz et al. (2009) kann die Entfernung zu Waldbiotopen die Besiedlung von Agrarholzflächen durch Waldarten wesentlich begünstigen. Dies trifft insbesondere für strikte Waldarten zu, wie die Analysen von Müller-Kroehling et al. (2020) bestätigen. Die Autoren finden einen statistisch signifikanten Zusammenhang zwischen der Anzahl strikter Waldarten und der Entfernung zum nächstgelegenen Wald.

Den positiven Einfluss einer geringen Distanz zu Gehölzbiotopen auf die Besiedlung durch Waldarten in dieser Untersuchung unterstreicht ein Vergleich der Agrarholzflächen mit unterschiedlicher Entfernung zu Gehölzbiotopen im ersten Untersuchungsjahr. Dieses ist für einen Vergleich besonders geeignet, da in drei Agrarholzflächen keine Holzernte seit der Pflanzung erfolgt ist. Die Distanz zwischen der Fläche KU4 und dem nächstgelegenen Forst beträgt etwa 400 m. Zwischen diesen Flächen befindet sich in einer Entfernung von etwa 120 m zur Agrarholzfläche KU4 die Gehölzinsel. In beiden Tiergruppen weisen die Zönosen dieser Agrarholzfläche im ersten Untersuchungsjahr die höchsten Artenzahlen und Individuenanteile für die Waldarten im Vergleich zu den anderen Agrarholzflächen auf, während in der Fläche KU2 mit der größten Distanz von etwa 700 m zum Forst und etwa 400 m zur Gehölzinsel die geringsten Individuenanteile an Waldarten gefunden werden. Für die Waldarten der Spinnentiere treten auch die geringsten Artenzahlen in der Agrarholzfläche KU2 auf, während für die Waldarten der Laufkäfer die zweitgeringsten Werte in dieser Fläche ermittelt werden.

Diese Unterschiede und auch der hohe Individuenanteil von Waldarten in drei der Agrarholzflächen zu Beginn der Untersuchung deuten darauf hin, dass sich eine geringe Distanz zu Waldbiotopen in beiden Tiergruppen positiv auf die Besiedlung von Agrarholzflächen durch Waldarten auswirken kann. In einer neunjährigen Untersuchung zeigen Gruttke & Willeke (1993) anhand von Laufkäfern, Spinnentieren und Asseln, dass das Besiedlungsvermögen von neu angelegten Gehölzanpflanzungen durch Waldarten wesentlich durch die Nähe zu größeren Wäldern beeinflusst wird und die Anpflanzungen gerade in einer ausgeräumten, intensiv bewirtschafteten Agrarlandschaft nicht an beliebiger Stelle erfolgen sollten.

Neben der Entfernung zu Waldbiotopen kann auch das Makroklima die Besiedlung von Agrarholzflächen durch Waldarten beeinflussen, wie Al Hussein et al. (2014); Brauner & Schulz (2011) und Weger et al. (2013) für trockenwarme Regionen Ostdeutschlands und Mittelböhmens zeigen. Für Laufkäferarten stellen Skarbek et al. (2021) einen Zusammenhang zwischen den artspezifischen Habitatpräferenzen und dem Jahresniederschlag in einer 33-jährigen Untersuchung in unbewirtschaftetem xerophilen Grünland fest. Die vergleichsweise hohen mittleren Jahresniederschläge im Untersuchungsgebiet können die Besiedlung von Agrarholzflächen durch Waldarten mit einer hohen Feuchtepräferenz wie z.B. *Abax parallelepipedus* (Piller & Mitterpacher, 1793) aufgrund einer höheren Boden- und Luftfeuchte im Bestandesinneren im Gegensatz zu trockenwarmen Regionen vermutlich begünstigen (vgl. Wachmann et al. 1995).

Neben einem reduzierten Pestizideinsatz und einer geringeren Bewirtschaftungsintensität im Vergleich zu einjährigen Kulturen (Piotrowska et al. 2020) sind die Anwesenheit und die Geometrie von Migrationskorridoren zwischen isolierten Agrarholzflächen, die Ausstattung des regionalen Artenpools (Schulz et al. 2008), das Alter der Gehölze sowie die Strukturausprägung der zu besiedelnden Fläche (Schulz 2013) weitere Faktoren, welche die Besiedlung von Agrarholzflächen durch Wirbellose mit beeinflussen.

Migrationsvermögen von Laufkäfern und Spinnentieren

Die Hauptfunktionen von Ausbreitung sind die Besiedlung neuer Flächen und die Vermeidung ungeeigneter Bedingungen wie Habitatinstabilität oder limitierte Nahrungsressourcen (Matalin 1994). Laufkäfer breiten sich vorwiegend durch Laufaktivität aus (French et al. 2001). Nach Blake et al. (1994) trifft dies insbesondere für größere Laufkäferarten zu, die in den Zönosen der Agrarholzflächen z.T. hohe Individuenanteile aufweisen.

Die Fähigkeit zum aktiven Flug stellt für Laufkäferarten eine wichtige Reaktion auf eine sich schnell verändernde Umgebung dar, da die Ausbreitung durch Laufaktivität weder dafür geeignet ist, schnell ungünstige Bedingungen zu vermeiden, noch für die Kolonisierung neuer Habitate (Matalin 1994). Voraussetzung für die Fähigkeit zum aktiven Flug ist die vollständige Ausbildung von Hautflügeln (Alae) und der metathorakalen Flugmuskulatur (Den Boer 1990; Matalin 2003).

Die Untersuchungsflächen werden in allen Jahren vorwiegend durch makroptere und dimorphe Arten, bei denen ein Anteil der Population flugfähige Individuen besitzt, besiedelt. Insgesamt kommen nur wenige brachyptere Individuen in den Flächen vor. Diese Verteilung der Flügelverhältnisse in den Untersuchungsflächen lässt auf ein potenzielles Flugvermögen der meisten Individuen schließen.

Den Boer (1990) betont jedoch, dass die tatsächliche Flugfähigkeit artspezifisch sehr unterschiedlich ausgeprägt ist. Viele Frühlingsbrüter (Imagoüberwinterer) bilden nur während bestimmter Lebensphasen eine funktionale Flugmuskulatur aus, die mit zwei Flugperioden im Jahr und mit einem Habitatwechsel (Überwinterung, Reproduktion) verbunden sind (Desender 2000). Die meisten flugfähigen Insekten zeigen ein ausgeprägtes „Oogenesis - flight - syndrome“ (Johnson 1969). Dies bedeutet, dass die Flugmuskulatur während der Ovarienreife abgebaut wird, um Energie für die Oogenese zur Verfügung zu stellen (Zera & Denno 1997).

Nach der Eiablage kehrt sich dieser Prozess um, in dem die Weibchen erneut eine Flugmuskulatur aufbauen, um in neue Habitate per Flug immigrieren zu können. Johnson (1969) schließt aus der Reversibilität des Oogenesis - flight - syndromes, dass es nicht genetisch vererbt, sondern durch Umweltfaktoren induziert wird. Nelemans (1987) zeigt für die als adultes Tier überwinterte Art *Nebria brevicollis* (Fabricius, 1792), dass die Ausbildung einer funktionalen Flugmuskulatur entscheidend von einer guten Nahrungsverfügbarkeit während des Larvalstadiums beeinflusst wird.

Desender (2000) findet bei den von ihm untersuchten Laufkäferarten - vorwiegend für Imagoüberwinterer, dass der Aufbau einer funktionalen Flugmuskulatur häufig unabhängig von der Ovarienreife stattfindet und durch eine gute Nahrungsverfügbarkeit unterstützt wird. Damit sind flugfähige, befruchtete Weibchen fähig, andere geeignete Habitate zu erreichen und dort neue Populationen zu gründen (Desender 2000). Matalin (2003) stellt fest, dass eine Autolyse der Flugmuskulatur mit der Entwicklung der Gonaden vorwiegend bei Weibchen großer Laufkäferarten auftritt, wohingegen dieser Prozess bei Weibchen kleiner Arten kaum zu beobachten ist.

Eine besondere Ausbreitungsstrategie besitzen dimorphe Laufkäferarten, bei denen in ein - und derselben Population sowohl Anteile von geflügelten als auch von ungeflügelten Individuen vorhanden sein können. Kotze & O'Hara (2003) vermuten, dass dimorphe Laufkäferarten insbesondere in hochdynamischen Lebensräumen wie Flussauen erfolgreich überleben können, da die Ausbreitung zwischen geeigneten Habitaten durch langgeflügelte Tiere erfolgt, während das Überleben und die Reproduktion in neu besiedelten Habitaten durch kurzgeflügelte Tiere gesichert wird.

Auch Weyman et al. (2002) heben hervor, dass sich der Individuenanteil einer dimorphen Population in anthropogen beeinflussten, unvorhersehbar instabilen Lebensräumen zugunsten von makropteren Individuen verschieben kann, wenn geeignete Lebensräume erreichbar sind oder zugunsten von brachypteren Tieren, wenn das Maß der Stabilität oder Isolation steigt. Für die dimorphen Laufkäferarten treten im Jahr 2014 in drei Agrarholzflächen statistisch signifikant höhere mittlere Individuenanteile im Vergleich zum ersten Untersuchungsjahr auf, während das Gegenteil für die makropteren Arten zutrifft. Die hohen Individuenanteile dimorpher Arten bestätigen, dass Flügeldimorphismus eine geeignete Strategie zur erfolgreichen Nutzung von durch zyklisch wiederkehrende Störungen geprägten Habitaten wie Agrarholzflächen sein kann.

Spinnen sind im Gegensatz zu Laufkäfern passive Flieger und können zwischen den Ausbreitungsmodi Laufaktivität, rigging oder Ballooning variieren (Samu et al. 1999). Das Ballooning stellt auf Landschaftsebene die effizienteste Ausbreitungsart dar, welche das Aufsuchen verschiedener, weit auseinanderliegender Habitate innerhalb kurzer Zeit ermöglicht (Samu et al. 1999; Weyman 1993). Grundsätzlich besitzen Bewohner instabiler, temporärer Habitate wie Äcker eine höhere Neigung zur Ausbreitung per Fadenflug (Samu et al. 1999) als Spinnenarten mit hoher Habitatspezialisierung (Bonte et al. 2003b). Die Mehrheit der ballooningenden Spinnen in Agrarbiotopen besteht aus sehr leichten Individuen, schwerere Individuen mit einer Körpermasse von mehr als 2 mg hingegen breiten sich nur selten durch Fadenflug aus (Greenstone et al. 1987).

Die Zönosen beider Tiergruppen weisen in den Agrarholzflächen hohe Individuenanteile von Arten mit größerer Habitatspezialisierung, wie z.B. Waldarten auf. Darüber hinaus ist die Mehrzahl der Spinnenindividuen in den Agrarholzflächen schwerer als 2 mg. Daher besteht für die meisten dieser Arten eine geringe Wahrscheinlichkeit, im adulten Zustand erfolgreich per Fadenflug in neue Habitate zu migrieren.

Bei vielen Spinnenarten treten jedoch im Jahresverlauf überlappende Generationen mit ein oder mehreren ballooningenden Juvenil - Stadien auf (Plagens 1986), wodurch für Jungtiere angrenzende Flächen durch Fadenflug potenziell erreichbar sind. Im Gegensatz zu kleineren Arten ist das Ballooning bei größeren Arten aufgrund einer großen Körpermasse der Adulten vorwiegend auf juvenile Stadien beschränkt (Weyman et al. 2002). Für größere Tiere wie die adulten Individuen der Lycosiden, die einen hohen Anteil der Spinnentierzönosen in den Agrarholzflächen ausmachen, stellt die Laufaktivität die wichtigste Ausbreitungsmethode dar (Bonte et al. 2004; Bonte & Maelfait 2001; Henschel 2002; Kreiter & Wise 2001; Morse 2002; Samu et al. 2003). Die Weberknechte können neue Habitate ausschließlich durch Laufaktivität besiedeln, da sie im Gegensatz zu den Webspinnen keine Seide produzieren und somit keine Möglichkeit zum Fadenflug besitzen (Martens 1978).

5.2.3 Einfluss einer Holzernte

Laufaktivitäten im Jahr nach einer Holzernte

Mit einer Holzernte gehen nach einer mehrjährigen Aufwuchsphase der Agrargehölze abrupte und tiefgreifende Habitatveränderungen einher (vgl. Kriegel et al. 2021). Durch die Holzernte werden die mikroklimatischen (Sonneneinstrahlung, Feuchtigkeit, Temperatur) und strukturellen Eigenschaften des Biotops und damit die Lebensbedingungen für die darin lebenden Tiere stark verändert. Mit Hilfe von Richtungsfallen wird untersucht, ob diese Habitatveränderung die Laufkäfer und Spinnentiere und insbesondere die Waldarten zum Verlassen der geernteten Fläche durch Laufaktivität veranlasst. In beiden Tiergruppen zeigen die Individuen statistisch signifikant zielgerichtete Laufaktivitäten im Randbereich der Untersuchungsflächen, die auf einen Biotopwechsel hindeuten.

Eine regelmäßige Überquerung von Habitatgrenzen stellt für Laufkäfer nichts Ungewöhnliches dar (French et al. 2001). Verschiedene Studien zeigen, dass Migrationsbewegungen von Laufkäfern zwischen Agrarbiotopen stattfinden (z.B. Collinge & Palmer 2002; Hawthorne et al. 1998; Russon & Woltz 2014; Thomas et al. 2006). Habitatwechsel durch Laufaktivität wurden von Bonte et al. (2004) auch für Spinnen festgestellt. Gleiches beobachten Öberg et al. (2008) für Lycosiden und Linyphiiden zwischen Grasstreifen und Wintergerstefeldern. Sunderland & Samu (2000) hingegen finden nur wenige Hinweise darauf, dass Spinnen in nennenswerter Anzahl von Randstrukturen in die angrenzenden Äcker einwandern, sondern dass diese vor allem durch Fadenflug besiedelt werden.

Glück & Kreisel (1986) bestätigen Migrationsbewegungen für die Waldarten *Carabus problematicus* (Herbst, 1786) und *Abax parallelepipedus*, die auch in den Agrarholzflächen auftreten. Die Individuen dieser Tiere wechseln durch Laufaktivität zwischen den Habitaten Wald und Hecke und überwinden hierbei Distanzen zwischen 100 und 160 m während einer Vegetationsperiode. Die meisten Laufkäferarten können innerhalb einer Vegetationsperiode Distanzen von ≥ 100 m laufend bewältigen (vgl. Den Boer 1990).

Manche Arten wie z.B. *Pterostichus melanarius* (Illiger, 1798) zeigen hierbei unterschiedliche Bewegungsmuster in Abhängigkeit davon, ob sie sich in ihrem Vorzugshabitat aufhalten oder nicht. Innerhalb ihres Präferenzhabitats bewegen sich diese Tiere in einem ungerichteten Zufallslauf, während sie außerhalb ihres Vorzugshabitats ein gerichtetes Bewegungsmuster verfolgen (Wallin & Ekblom 1988).

Dies bestätigen auch die Ergebnisse einer Radiotelemetrie - Studie von Elek et al. (2021) für *Carabus coriaceus* (Linnaeus, 1758) in einem 80 - jährigen ungarischen Mischwald. Durch zielgerichtete Laufaktivitäten können somit geringe Distanzen innerhalb kurzer Zeit bewältigt und ungeeignete Habitate durchquert bzw. verlassen werden (Gruttke et al. 1998).

Zum Teil sind auch Spinnentiere in der Lage, durch Laufaktivität größere Entfernungen zurückzulegen. Ein hoher Individuenanteil in den Spinnentierzönosen der Agrarholzflächen besteht aus Lycosiden, die sich im adulten Stadium vorwiegend am Boden laufend ausbreiten und hierbei größere Distanzen bewältigen können (vgl. Morse 2002; Samu et al. 2003). In Abhängigkeit von der Vegetationsdichte eines Habitats überwinden z.B. Individuen der Art *Pardosa monticola* (Clerck, 1757) Distanzen von 185 bis 280 m durch Laufaktivität (Bonte et al. 2003a). Obwohl die Erfassung mit Hilfe von Richtungsfallen im Gegensatz zu anderen Methoden wie z.B. Telemetrie oder Fang-Wiederfang keinen echten Nachweis eines Habitatwechsels erlaubt, sind angrenzende Agrarholzflächen im Jahr nach einer Holzernte mit hoher Wahrscheinlichkeit für die Waldarten beider Tiergruppen durch Laufaktivität erreichbar.

Ausbreitung ist positiv mit dem Grad der Habitatinstabilität korreliert und kann in Zusammenhang mit einer (temporären) Verminderung der Lebensraumeignung auftreten (Southwood 1962). Im Jahr nach einer Holzernte weisen die Waldarten die höchste Anzahl statistisch signifikanter Laufaktivitäten auf. Am häufigsten laufen die Individuen der Waldarten von einer Agrarholzfläche mit Holzernte auf angrenzende Agrarholzflächen zu, die sich in älteren Aufwuchsjahren befinden.

Zwischen Agrarholzflächen im zweiten und dritten Aufwuchsjahr werden statistisch signifikante Laufaktivitäten für die Waldarten der Spinnentiere registriert. Nachdem eine Holzernte in einer dieser Agrarholzflächen durchgeführt wird, treten hingegen für die Waldarten beider Tiergruppen statistisch signifikante Laufaktivitäten nur aus dieser Fläche heraus in Richtung der angrenzenden Agrarholzfläche im älteren Aufwuchsjahr auf. Eine abrupte Habitatveränderung wie sie z.B. durch eine Holzernte hervorgerufen wird, kann demnach einen Teil der Waldarten in beiden Tiergruppen zum Verlassen der geernteten Fläche durch Laufaktivität veranlassen.

In beiden Tiergruppen laufen die Individuen der Waldarten nur auf Agrarholzflächen zu. Für die Waldarten sind in beiden Tiergruppen keine statistisch signifikanten Laufaktivitäten in Richtung der Offenlandbiotope Acker und Brache erkennbar. Beide Flächen weisen hinsichtlich ihrer mikroklimatischen und strukturellen Ausstattung nur geringe Ähnlichkeiten zu den Agrarholzflächen auf. Besteht zwischen benachbarten Biotopen wie Forst und Acker eine minimale physikalische Ähnlichkeit, ist die Durchdringung gering (Alderweireldt 1989; Downie et al. 1996) und zum Teil auf wenige Meter beschränkt (Bedford & Usher 1994). Collinge & Palmer (2002); Rijnsdorp (1980); van Huizen (1977) und Wachmann et al. (1995) nennen Silhouetten als Orientierungshilfen für Laufkäfer zum Aufsuchen ihres bevorzugten Lebensraumes. Waldbewohnende Laufkäfer bewegen sich zielgerichtet auf senkrechte Strukturen wie Bäume zu, Offenlandarten dagegen auf waagerechte dem Horizont entsprechende oder sie bewegen sich von senkrechten Silhouetten weg (Wachmann et al. 1995).

Auch Spinnen verfügen über ein visuelles Orientierungsvermögen (Henschel 2002; Morse 2002), wobei dieses jedoch kontrastreiche Grenzen voraussetzt und auf kurze Distanzen begrenzt ist (Bonte et al. 2004). In beiden Tiergruppen treten für die Waldarten nur dann statistisch signifikante Laufaktivitäten in Richtung angrenzender Flächen auf, wenn diese den artspezifischen Habitatpräferenzen potenziell entsprechende Habitateigenschaften aufweisen. Im Randbereich einer Agrarholzfläche können sich die Individuen der Waldarten vermutlich an den kontrastreichen Silhouetten der Bäume angrenzender Agrarholzflächen orientieren und erkennen, wenn diese Silhouetten wie im Acker, fehlen.

Die Individuen der Ruderalarten der Spinnentiere laufen nach einer Holzernte aus dieser Agrarholzfläche heraus auf die Brache und auf eine angrenzende Agrarholzfläche im älteren Aufwuchsjahr zu. Das deutet auf einen Biotopwechsel durch Laufaktivität hin und darauf, dass die Ruderalarten als weniger störungstolerante Arten zwischen Agrarholzflächen und extensiv genutzten Flächen wie Brachen migrieren können. Ähnliche Hinweise finden Lamerre et al. (2016) in Energieholzstreifen, für die von den Autoren eine Funktion als Quellhabitat für Laufkäfer und Spinnentiere zur Besiedlung von Ackerflächen vermutet wird.

Aus Richtung des Ackers zeigen die Laufkäferindividuen der Offenlandarten statistisch signifikante Laufaktivitäten in Richtung einer angrenzenden Agrarholzfläche, in der im Winter zuvor eine Holzernte durchgeführt wurde. Duelli et al. (1990) untersuchen den Biotopwechsel von Laufkäfer- und Spinnenarten u.a. mit Hilfe von Richtungsfallen und ermitteln deutliche Unterschiede für Arten mit unterschiedlichen Ausbreitungsmodi und Habitatpräferenzen. Sie differenzieren die Arten entsprechend ihres Verhaltens an Biotopgrenzen und finden kaum Wanderbewegungen über Habitatgrenzen hinweg für Bewohner ungestörter, mehrjähriger Habitats („Hard - Edge - Species“), während Arten mit einer diffusen Verteilung („Soft Edge - Species“) regelmäßige Biotopwechsel durch Laufaktivität vornehmen. Die Autoren schlussfolgern, dass die Kolonisierung in heterogenen Agrarlandschaften mehr von der Habitateignung abhängt als von der Flächengröße oder der Distanz zu anderen geeigneten Habitats. Darauf, dass die Habitateignung einen wesentlichen Einfluss auf einen Habitatwechsel durch Laufaktivität ausüben kann, deuten auch die Ergebnisse dieser Untersuchung hin. In beiden Tiergruppen sind weder für Waldarten noch für Offenlandarten Laufaktivitäten erkennbar, die auf regelmäßige Habitatwechsel zwischen den Agrarholzflächen und angrenzenden Offenlandbiotopen schließen lassen.

Für die Waldarten beider Tiergruppen treten in den Jahren 2012 und 2014 nur in den Agrarholzflächen mit Holzernte und in der an diese Flächen angrenzenden Brache statistisch signifikant geringere Individuenanteile im Vergleich zum Vorjahr auf. Da viele Laufkäferarten in der Lage sind, ungünstigen Lebensbedingungen durch Flug auszuweichen (vgl. Desender 2000; Matalin 1994), ist für einen Teil der Individuen der Waldarten ein Auswandern aus den geernteten Flächen durch Flugaktivität in angrenzende Agrarholzflächen ohne Holzernte wahrscheinlich. Auch für juvenile oder leichte Spinnen ist eine angrenzende Agrarholzfläche ohne Holzernte durch Fadenflug potenziell erreichbar (vgl. Weyman et al. 2002).

Ausschließlich in den Agrarholzflächen, die an eine weitere mit Holzernte grenzen sowie in der Brache werden in den Jahren 2012 und 2014 statistisch signifikant höhere Individuenanteile von Waldarten beider Tiergruppen im Vergleich zum Vorjahr gefunden. Dies indiziert, dass ein Teil der Individuen an Waldarten eine Agrarholzfläche nach einer Holzernte laufend oder fliegend verlässt, um angrenzende Agrarholzflächen in älteren Aufwuchsjahren aufzusuchen.

Für die Waldarten beider Tiergruppen deutet im Vergleich der Jahre 2012 und 2013 ein signifikanter Anstieg der Individuenanteile im zweiten Folgejahr einer Holzernte darauf hin, dass die Besiedlung einer geernteten Agrarholzfläche zum Teil durch Flugaktivität aus den angrenzenden Agrarholzflächen erfolgt und durch eine Ernte im Rotationsverfahren positiv beeinflusst wird. Positive Auswirkungen auf Laufkäferzönosen durch eine Teilbeerntung stellen auch Al Hussein et al. (2014) und Weger et al. (2013) fest und auch Schulz (2013) erachtet neben einer kurzen Umtriebszeit ein durch Beerntung im Rotationsverfahren geschaffenes Mosaik aus Teilflächen verschiedener Aufwuchsstadien für den Artenreichtum von Laufkäferzönosen als sinnvoll.

Die Untersuchungen zu Laufaktivitäten von Laufkäfern und Spinnentieren wurden nur mit einer geringen Anzahl von Richtungsfallen durchgeführt. Neben regionalklimatischen Unterschieden ist die heterogene und kleinteilige Landschaftsstruktur sowie ein hoher Waldanteil im Untersuchungsgebiet nicht mit intensiv genutzten Agrarlandschaften anderer Regionen vergleichbar. Die Ergebnisse besitzen daher nur lokale Gültigkeit.

Sägezahnhypothese

In drei der vier Agrarholzflächen wird eine Holzernte während der Untersuchungszeit durchgeführt, wodurch sich diese Flächen im Jahr 2011 in der ersten und im Jahr 2014 in der zweiten Rotationsphase befinden. Durch eine im Jahr 2010 erfolgte Holzernte befindet sich die vierte Agrarholzfläche während des gesamten Untersuchungszeitraumes in der zweiten Rotationsphase. Die Sägezahnhypothese besagt nach Platen et al. (2013), dass die Arten- und Individuenzahl von Waldarten während des Gehölzaufwuchses in Agrarholzflächen steigt. Nach der Ernte verbleibt ein Teil der Waldarten in der Fläche und vermehrt sich in der folgenden Aufwuchsphase. Mit zunehmender Anzahl von Erntezyklen erhöht sich dieser in der Fläche verbleibende Individuenanteil bis hin zu einem asymptotischen Grenzwert.

In Übereinstimmung mit der Sägezahnhypothese weisen die Waldarten beider Tiergruppen in jedem Aufwuchsjahr höhere Individuenanteile im Vergleich zum Vorjahr auf. Zum Teil sind diese Unterschiede zwischen den Jahren statistisch signifikant. Die Individuenanteile der Waldarten beider Tiergruppen zeigen in allen Agrarholzflächen im letzten Aufwuchsjahr statistisch signifikant höhere Individuenanteile im Vergleich zum ersten Aufwuchsjahr. Im letzten Untersuchungsjahr werden in nahezu allen Fällen statistisch signifikant höhere Individuenanteile für die Waldarten beider Tiergruppen im Vergleich zum ersten Untersuchungsjahr ermittelt. Diese Befunde dokumentieren für die Individuenanteile der Waldarten einen positiven Einfluss sowohl durch das Aufwuchsjahr als auch durch das Alter der Anpflanzung. Für die Acker- und/ oder Grünlandarten treten hingegen im letzten Aufwuchsjahr in beiden Tiergruppen statistisch signifikant geringere Individuenanteile als im ersten Aufwuchsjahr auf und auch im Vergleich der einzelnen Untersuchungsjahre ist dieser Trend erkennbar. Insbesondere das Aufwuchsjahr wirkt sich demnach negativ auf die Individuenanteile von Offenlandarten in Agrarholzflächen aus. In der Tendenz trifft dies auch für das Alter der Anpflanzung zu.

Obwohl im Jahr nach einer Holzernte für die Waldarten beider Tiergruppen geringere Individuenanteile im Vergleich zum Vorjahr charakteristisch sind, weisen die Waldarten im Folgejahr einer Holzernte in dieser Agrarholzfläche noch einen Individuenanteil von 10 - 20 % für die Laufkäfer und 20 - 30 % für die Spinnentiere auf. In Übereinstimmung mit der Sägezahnhypothese bedeutet dies im Vergleich zur Initialphase einen Anstieg der Individuenzahlen von Waldarten zu Beginn der zweiten Rotationsphase, da eine Besiedlung der Agrarholzflächen durch Waldarten erst nach der Anpflanzung der Gehölze anzunehmen ist. Zur Klärung, ob sich dieser Trend mit zunehmender Anzahl von Erntezyklen fortsetzt, sind weitere mehrjährige Untersuchungen erforderlich.

Daneben ist dieser vergleichsweise hohe Individuenanteil ein Hinweis darauf, dass im Jahr nach einer Holzernte keine vollständige Neubesiedlung durch Waldarten erfolgt, sondern dass sich zumindest ein Teil dieser Tiere bereits bzw. noch in den Agrarholzflächen befindet. Für die Laufkäfer wird diese These durch eine höhere Anzahl brachypterer Waldarten im Vergleich zu den makropteren Waldarten unterstützt, die im Jahr nach einer Holzernte bis auf wenige Arten in Einzelfunden bereits im Jahr vor der

Holzernte in diesen Agrarholzflächen auftreten. Wie die Ergebnisse der Analysen zeigen, können Agrarholzflächen im Rotationsernteverfahren sowohl makropteren als auch brachypteren Waldarten als Lebensraum dienen. Das deutet auf eine Eignung von Agrarholzflächen im Rotationsernteverfahren als Verbundelement zwischen Gehölzbiotopen in Agrarlandschaften für Laufkäfer unabhängig vom Flugvermögen der Arten hin. Auch eine potenzielle Korridorfunktion von Agrarholzflächen heben Müller-Kroehling et al. (2020) für flugunfähige strikte Waldarten hervor. Zur Überprüfung dieser Annahme sind jedoch detaillierte Untersuchungen unerlässlich, welche sowohl die Migrationsbewegungen direkt verfolgen als auch die Flugfähigkeit der Individuen von dimorphen Laufkäferarten untersuchen.

Hinweise auf eine Bestätigung der Sägezahnhypothese für Laufkäfer finden auch Müller-Kroehling et al. (2020) hinsichtlich des Vorkommens von strikten Waldarten. Die Autoren zeigen, dass das Alter der Anpflanzung einen deutlich höheren Einfluss auf die Anzahl strikter Waldarten ausübt als das Aufwuchsjahr. Sie schlussfolgern, dass langjährig etablierte Agrarholzflächen selbst bei kürzeren Umtriebszeiten eine größere Bedeutung für die Anzahl strikter Waldarten besitzen als jüngere Agrarholzflächen mit vergleichsweise alten Beständen.

Innerhalb der vierjährigen Untersuchungszeit ist in beiden Tiergruppen keine Beziehung zwischen der Anzahl von allgemeinen oder stenotopen Waldarten und dem Alter der Anpflanzung oder dem Aufwuchsjahr erkennbar. In zwei Agrarholzflächen wird zwar im letzten Untersuchungsjahr eine höhere Anzahl stenotoper Waldarten gefunden, eine klare Tendenz lässt sich hieraus jedoch in beiden Tiergruppen nicht ableiten. Auch für die Anzahl der Offenlandarten wird kein Bezug zum Aufwuchsjahr festgestellt. Ein negativer Zusammenhang zum Alter der Anpflanzung ist hingegen in allen Agrarholzflächen für die Anzahl von Acker- und/ oder Grünlandarten der Laufkäfer im Jahr 2014 im Vergleich zum Jahr 2011 erkennbar. Das Alter der Anpflanzung wirkt sich jedoch statistisch signifikant positiv auf die Individuenanteile der stenotopen Waldarten in beiden Tiergruppen aus. Zudem besteht für die Individuenanteile der stenotopen Waldarten der Spinnentiere ein statistisch signifikant positiver Zusammenhang zum Aufwuchsjahr in den Agrarholzflächen mit Holzernte.

5.2.4 Einfluss der Vegetationsstruktur

Einfluss der Vegetationsstruktur auf die Zönosen

Die Autoren verschiedener Studien betonen, dass die Habitatwahl von Laufkäfern und Spinnen in hohem Maße von der Vegetationsstruktur beeinflusst wird (z.B. Bruggisser et al. 2012; Brunk 2006; Ings & Hartley 1999; Mcnett & Rypstra 2000; Meißner 1998; Robinson 1981; Uetz 1991). Diese Aussage wird in dieser Untersuchung durch die Analyse der Zönosenzusammensetzung beider Tiergruppen in Abhängigkeit von ausgewählten Variablen der Vegetationsstruktur bestätigt. Für beide Tiergruppen ist im zeitlichen Verlauf der Aufwuchsjahre übereinstimmend eine Veränderung in der zönotischen Zusammensetzung in den Agrarholzflächen erkennbar. Diese Veränderung steht in Zusammenhang mit den Deckungsgraden der Strukturvariablen „Schatten“, „Streu“, „Gras“, „Kaut“ und „Offen“, deren Ausprägung sich in den Agrarholzflächen mit jedem Aufwuchsjahr ändert.

Im Gegensatz dazu weisen die Strukturvariablen in fast allen Referenzflächen nur geringe Unterschiede in den Deckungsgraden zwischen den Jahren auf. Eine Ausnahme bildet das Vorgewende, in dessen struktureller Ausprägung aufgrund der Ansaat einer Wildkrautmischung im Jahr 2011 große Unter-

schiede zwischen den Folgejahren bestehen. In den fünf weiteren Referenzflächen sind für die Zusammensetzungen der Zönosen in allen Jahren die gleichen Strukturvariablen von ähnlich großer Bedeutung.

In den einzelnen Aufwuchsjahren tragen die Strukturvariablen zwischen 55 - 70 % zur Aufklärung der Gesamtvarianz in den Zönosen beider Tiergruppen bei. Die Variablen „Schatten“ und „Streu“ leisten in beiden Tiergruppen den höchsten Beitrag zur Varianzaufklärung und auch die Variable „Gras“ trägt wesentlich zur Varianzaufklärung in beiden Tiergruppen bei. Für die Artengemeinschaften der Spinnentiere besitzt die Variable „Gras“ und in der Tendenz auch „Kraut“ im Vergleich zu den Laufkäfern eine größere Bedeutung in den Agrarholzflächen. Obwohl die Zönosen der Agrarholzflächen ab dem dritten Aufwuchsjahr Ähnlichkeiten zu den Zönosen der Gehölzbiotope WAL und GEI aufweisen und in den einzelnen Untersuchungsjahren auch Ähnlichkeiten zu denen einzelner Referenzflächen bestehen, ist die zönotische Übereinstimmung - auch aufgrund von strukturellen Unterschieden, zwischen den Flächen insgesamt gering ausgeprägt.

Eine große Bedeutung der Vegetationsstruktur für die Zönosen verschiedener Arthropodentaxa belegen auch Bröring & Wiegleb (2005) und Bröring et al. (2005) in ihren Untersuchungen zur Sukzession von Kippen im ehemaligen Niederlausitzer Tagebauggebiet. Ähnliche Beobachtungen bestätigen Mrzljak & Wiegleb (2000) für Spinnenzönosen, die in den dichtesten Vegetationsbeständen von Kippen die höchsten Artenzahlen finden. Für Laufkäferzönosen in Agrarholzflächen deuten die Ergebnisse von Kriegel et al. (2021) darauf hin, dass die Unterschiede in der Artenzusammensetzung von Laufkäferzönosen aus unterschiedlichen strukturellen Merkmalen von Lebensräumen und deren Einfluss auf die vorherrschenden mikroklimatischen Bedingungen resultieren. Die Autoren ermitteln für die Temperatur, die Strauch- und die Krautbedeckung einen statistisch signifikanten Einfluss auf die Artenzusammensetzung, wobei die fortschreitende Sukzession der Strauchbedeckung den größten Einfluss auf die Artenvielfalt ausübt.

Einfluss der Vegetationsstruktur auf die ökologischen Gruppen

Da die strukturelle Ausstattung eines Lebensraumes in hohem Maße durch die Vegetation bestimmt wird, wirkt sie sich direkt und indirekt auf die Habitateigenschaften aus (Brose 2003). In den Deckungsgraden der ausgewählten Strukturvariablen bestehen zwischen den Untersuchungsflächen große Unterschiede. Die Analyse dieser Variablen und der nach ökologischen Merkmalen klassifizierten Arten zeigt, dass ein statistisch signifikanter Zusammenhang zwischen den strukturellen Habitateigenschaften und den spezifischen Habitatansprüchen der Arten besteht.

Im Vergleich zu den Referenzbiotopen weisen drei Agrarholzflächen in allen Jahren eine statistisch signifikant höhere strukturelle Diversität auf und der Beschattungsgrad sowie der Anteil der Streu nehmen in den Agrarholzflächen während der Aufwuchsphase statistisch signifikant zu. Die mittleren Individuenanteile der Waldarten zeigen in beiden Tiergruppen statistisch hoch - bis höchstsignifikant positive Korrelationen zu diesen beiden Variablen. Im ältesten Aufwuchsjahr weisen die Individuenanteile dieser Habitatpräferenzgruppe sowie die mittleren Individuenanteile der stenotopen Waldarten beider Tiergruppen statistisch signifikant höhere Werte im Vergleich zum jüngsten Aufwuchsjahr auf.

Im Gegensatz dazu bestehen in beiden Tiergruppen statistisch höchstsignifikant negative Korrelationen für die mittleren Individuenanteile der Acker - und Grünlandarten und der Beschattung. Die mittleren Individuenanteile der Acker - und Grünlandarten beider Tiergruppen weisen im ältesten Aufwuchsjahr statistisch signifikant geringere Individuenanteile als im jüngsten Aufwuchsjahr auf.

Ähnliche Hinweise finden Karen et al. (2008) für Laufkäfer in Aufforstungen Irlands. Sie zeigen, dass die Individuenzahl von Offenlandarten negativ mit dem Moosanteil korreliert ist und mit zunehmender Standzeit der Gehölze sinkt, was die Autoren auf eine Zunahme der Beschattung zurückführen. Auch Brunk (2007); Gibb & Cunningham (2010); Jukes et al. (2001); Liu et al. (2016); Schwab et al. (2002); Spake et al. (2016) und Taboada et al. (2006) betonen, dass die Beschattung einen starken Einfluss auf die Artenzusammensetzung hat. Die Wirkung von Streu wird insbesondere von Brunk (2006); Guillemain et al. (1997); Koivula et al. (1999); Lassau et al. (2005); Loreau (1987) und Magura et al. (2005) hervorgehoben, da mit zunehmender Mächtigkeit und Komplexität der Streu die Anzahl der Mikrohabitate steigt und die Artendiversität signifikant zunimmt (Stevenson & Dindal 1982).

Hinweise auf einen Zusammenhang zwischen verschiedenen Jagdstrategien und der Raumstruktur des Habitats liefern die Untersuchungen von Bonn & Kleinwächter (1999); Brose (2003) und Brunk (2007). Für die Laufkäfer steigt die potenzielle Beuteverfügbarkeit mit zunehmender Komplexität der Vegetationsstruktur an (Hawthorne & Hassall 1995). Andererseits zeigen Kalinkat et al. (2013) anhand von Experimenten mit Hundertfüßern (Chilopoda), dass der Fangerfolg mit zunehmender Komplexität der Vegetation abnimmt, weil die Wahrscheinlichkeit des Zusammentreffens von Räuber und Beute sinkt. Agrargehölze können jedoch für Laufkäfer und Spinnentiere ein höheres Nahrungsangebot bieten als Ackerflächen, worauf die Ergebnisse von Britt et al. (2007); Burmeister & Walter (2017); Liesebach et al. (2000) und Rowe et al. (2013) hindeuten.

Mit einer Holzernte endet der Trend des Anstiegs der Individuenanteile von Waldarten. In beiden Tiergruppen weisen die Waldarten im Folgejahr einer Holzernte zum Teil statistisch signifikant geringere Individuenanteile im Vergleich zum Vorjahr auf, während für die Offenlandarten statistisch signifikant höhere Individuenanteile gefunden werden. Diese Veränderungen gehen mit einer statistisch signifikanten Abnahme der Deckungsgrade der Variablen „Schatten“ und „Streu“ im Vergleich zum Vorjahr einher.

Im zweiten Jahr nach einer Holzernte erreichen diese Strukturvariablen erneut hohe Deckungsgrade und der Trend hinsichtlich eines höheren Individuenanteils von Waldarten im Vergleich zum Vorjahr, der mit einem geringeren Individuenanteil von Offenlandarten einhergeht, setzt sich weiter fort. Ähnliche Beobachtungen machen Blick & Burger (2002) in Agrarholzflächen für Spinnentierzönosen nach einer Holzernte. Diese Ergebnisse unterstreichen den oben dargestellten Einfluss der einzelnen Strukturvariablen auf die Zusammensetzung der Laufkäfer - und Spinnentierzönosen in den Agrarholzflächen.

Einfluss von struktureller Vielfalt auf die ökologische Diversität

Sowohl für die Laufkäfer - als auch für die Spinnentierzönosen ist der Shannon - Index der Arten - und Habitatpräferenz - Diversität statistisch signifikant positiv mit der strukturellen Diversität der Vegetation in den Agrarholzflächen korreliert. In beiden Tiergruppen weisen die Zönosen der Agrarholzflächen eine statistisch signifikant höhere Arten - und Habitatpräferenz - Diversität im Vergleich zu denen der Referenzbiotope auf.

Nach (Loreau et al. 2001) kann die Vielfalt funktionaler Gruppen mit der Artenvielfalt ansteigen. Diese Vielfalt an funktionalen Eigenschaften wirkt sich positiv auf die Elastizität und die Widerstandsfähigkeit eines Ökosystems aus (Díaz & Cabido 2001). Die Veränderungen der Individuenanteile für die Wald - und Offenlandarten in den Jahren vor und nach einer Holzernte zeigen, dass die Laufkäfer - und Spinnentiergemeinschaften in den Agrarholzflächen innerhalb kurzer Zeiträume auf Veränderungen in der Ausprägung der Vegetationsstruktur reagieren.

Für die Waldarten beider Tiergruppen deutet ein statistisch signifikanter Anstieg der Individuenanteile in den Agrarholzflächen im zweiten Folgejahr einer Holzernte im Vergleich zum ersten Folgejahr darauf hin, dass eine Ernte im Rotationsverfahren einen positiven Einfluss auf die Elastizität der Zönosen ausübt. Mit einer hohen Artendiversität in den Agrarholzflächen geht eine erhöhte Wahrscheinlichkeit einher, dass die Arten unterschiedlichen funktionalen Gruppen angehören (vgl. Loreau et al. 2001). Nach Schmid (2003) kann eine große Anzahl funktionaler Gruppen die Funktionsfähigkeit eines Ökosystems zum gegenwärtigen Zeitpunkt erhöhen, während eine große Anzahl von Arten innerhalb von funktionalen Gruppen eine „Versicherung dieser Funktionsfähigkeit für die Zukunft“ bedeutet.

Die hohe Habitatpräferenz - Diversität in den Agrarholzflächen spiegelt für die Zönosen beider Tiergruppen eine große Anzahl von Arten mit unterschiedlichen ökologischen Toleranzen wider und weist auf die ökologische Äquivalenz von Arten mit ähnlichen ökologischen Ansprüchen hin. Arten mit gleichen ökologischen Funktionen können unterschiedliche ökologische Ansprüche und Toleranzen besitzen, da die Arten z.B. je nach Körpergröße unterschiedliche Ernährungsgewohnheiten besitzen oder verschiedene Jagdstrategien anwenden. Darüber hinaus treffen verschiedene räuberische Arten aufgrund ihrer Aktivität zu spezifischen Tages - und Jahreszeiten zeitabhängig unterschiedliche Beutetiere an. So können Arten des gleichen Funktionstyps mit unterschiedlichen ökologischen Ansprüchen und Toleranzen zur ökologischen Äquivalenz essentieller Ökosystemfunktionen beitragen (Díaz & Cabido 2001; Walker 1995).

Eine ökologische Äquivalenz von Arten ist aufgrund der hohen Habitatpräferenz - Diversität in den Zönosen der Agrarholzflächen wahrscheinlich und auch die hohe Artendiversität kann potenziell zur Vielfalt innerhalb der Habitatpräferenzgruppen beitragen. Beide Aspekte können sich positiv auf die Resilienz der Zönosen auswirken. Darüber hinaus beinhalten artenreiche Gemeinschaften im Vergleich zu artenärmeren eher Arten, die zahlreichen Schwankungen von Umweltfaktoren gegenüber tolerant sind (Yachi & Loreau 1999). Zu den funktionalen Aspekten von Laufkäfer - und Spinnentieren in Ökosystemen ist bislang wenig bekannt, daher sind detaillierte Untersuchungen hierzu dringend erforderlich.

6 Schlussfolgerungen

Laufkäfer und Spinnentiere bilden in den Agrarholzflächen artenreiche Zönosen aus, die sich in der Zusammensetzung der ökologischen Gruppen von denen der Referenzbiotop deutlich unterscheiden.

Während des Gehölzaufwuchses geht eine Zunahme des Beschattungsgrades und des Deckungsgrades der Streuauflage in beiden Tiergruppen mit einem Anstieg des Individuenanteils der Waldarten und einer Verminderung des Individuenanteils der Acker - und Grünlandarten im Vergleich zum Vorjahr einher.

Zwischen der Individuenzahl von Habitatpräferenzgruppen und einzelnen Vegetationsstrukturvariablen bestehen in beiden Tiergruppen statistisch signifikante Korrelationen.

Eine abrupte Habitatveränderung, wie sie durch eine Holzernte hervorgerufen wird, veranlasst einen Teil der Individuen von Waldarten in beiden Tiergruppen zum Verlassen der geernteten Fläche durch Laufaktivität. Die Tiere laufen im Jahr nach einer Holzernte zielgerichtet auf angrenzende Flächen zu, die potenziell ihren artspezifischen Habitatpräferenzen entsprechen und meiden stark davon abweichende Biotop.

Die Agrarholzflächen weisen eine statistisch signifikant höhere strukturelle Diversität im Vergleich zu den Referenzbiotop auf. In beiden Tiergruppen ist die Arten - und Habitatpräferenz - Diversität statistisch signifikant positiv mit der strukturellen Diversität der Vegetation korreliert. Somit kann sich eine hohe Strukturdiversität sowohl positiv auf die Artendiversität als auch auf die Ansiedlung von Arten mit unterschiedlichen ökologischen Ansprüchen in den Agrarholzflächen auswirken.

VII. Danksagungen

Meinen persönlichen Dank möchte ich Frau Prof Dr. Christa Volkmar, Halle (Saale), für die Annahme und Betreuung meiner Dissertation aussprechen. Auch Herrn Dr. Ralph Platen möchte ich an dieser Stelle recht herzlich für die vielen Gespräche, seine für mich sehr wertvollen Anregungen und für die Hilfe bei der Einarbeitung in die Bestimmung von Laufkäfern und Spinnentieren danken.

Weiterhin danke ich Herrn Hans - Moritz von Harling, dem Leiter der Abteilung Biomasse der Viessmann Werke GmbH & Co. KG, für das Ermöglichen von vierjährigen Untersuchungen zur Vegetationsstruktur und der Erfassung von Laufkäfern und Spinnentieren. Er stellte den Kontakt zu den Landwirten Alexander Neurath und Mathias Landau her, welche die Erhebungen in der Ackerfläche, der Brache, der Gehölzinsel und der Wiese ermöglichten. Die Unterstützung durch Arbeitskräfte zur Durchführung von Leerungs - und Kartierungstätigkeiten durch die Fa. Viessmann sowie die Bereitstellung von Informationen zur Historie und Vornutzung der Agrarholzflächen waren für die Erstellung dieser Arbeit von großer Bedeutung.

Herrn Dr. Michael Glemnitz danke ich sehr für seine umfangreiche fachliche und personelle Unterstützung. Für ihr tatkräftiges Engagement bei den Feldarbeiten wie dem Fallenwechsel und der Vegetationsstrukturkartierung möchte ich Frau Sigrid Ehlert herzlich danken. Frau Ilona Dietsch leistete durch ihren unermüdlichen Einsatz beim Vorsortieren der Laufkäfer und Spinnentiere einen mir sehr wertvollen Beitrag, für den ich in hohem Maße dankbar bin.

Mein besonderer Dank gilt meinem guten Freund Frank Kubik, der einen wichtigen Grundstein für diese Arbeit legte. Herzlichen Dank auch an Herrn Olaf Anderßen, Bleckede für die Bereitstellung seines Computerprogrammes zur Berechnung der faunistischen Ähnlichkeits - Indices.

7 Literaturverzeichnis

- Adis, J. (1979): "Problems of interpreting arthropod sampling with pitfall traps." *Zoologischer Anzeiger Jena*, 202, S. 177-184.
- Al Hussein, I. A., Röhrich, C., Ruscher, K. und Lübke-Al Hussein, M. (2014): "Ökologische Bewertung von Energieholzanlagen und einer Naturschutzhecke auf großen Ackerschlägen am Beispiel der Laufkäfer." *Angewandte Carabidologie*, 10, S. 87-95.
- Alderweireldt, M. (1989): "An ecological analysis of the spider fauna (Araneae) occurring in maize fields, Italian ryegrass fields and their edge zones, by means of different multivariate techniques." *Agriculture, ecosystems & environment*, 27(1-4), S. 293-306.
- Alexeev, S. C. und Aleksanov, V. V. (2017): "Pitfall trap construction affects the efficacy of ground beetle counts." *Entomological Review*, 97(3), S. 310-319.
- Allegro, G. und Sciaky, R. (2003): "Assessing the potential role of ground beetles (Coleoptera, Carabidae) as bioindicators in poplar stands, with a newly proposed ecological index (FAI)." *Forest Ecology and Management*, 175(1), S. 275-284.
- Almqvist, S. (2005): Swedish Araneae, part. 1 families Atypidae to Hahniidae (Linyphiidae excluded). 284 S.
- Almqvist, S. (2006): Swedish Araneae, part. 2 families Dictynidae to Salticidae. 318 S.
- Anderßon, O. und Anderßon, A. (2016): "Faunenähnlichkeitsindizes." [online],[Stand: 2018], <http://www.andersson-info.de/bio.php>, [Besucht am: 14.06.2016].
- Baars, M. (1979): "Catches in pitfall traps in relation to mean densities of carabid beetles." *Oecologia*, 41(1), S. 25-46.
- Backhaus, K., Erichson, B., Plinke, W. und Weiber, R. (2010): "Multivariate Analysemethoden. Eine anwendungsorientierte Einführung. 13. überarb. Aufl." Berlin, Springer.
- Barber, H. S. (1931): "Traps for cave-inhabiting insects." *J. Elisha Mitchell Sci. Soc.*, 46(3), S. 259-266.
- Barndt, D., Brase, S., Glauche, M., Gruttke, H., Kegel, B., Platen, R. und Winkelmann, H. (1991): "Die Laufkäferfauna von Berlin (West)-mit Kennzeichnung und Auswertung der verschollenen und gefährdeten Arten (Rote Liste, 3. Fassung)" in A. Auhagen, R. Platen, and H. Sukopp, (Hrsg.), *Rote Liste der gefährdeten Pflanzen und Tiere in Berlin. Landschaftsentwicklung und Umweltforschung. Sonderausgabe 6*. Technische Universität: Berlin, S. 243-275.
- Bashford, R. und Ramsden, N. (2011): "The effect of a new pitfall trap design on the capture abundance of three arthropod taxa." *The Australian Entomologist*, 38(2), S. 49.
- Baum, S., Bolte, A. und Weih, M. (2012): "Short rotation coppice (SRC) plantations provide additional habitats for vascular plant species in agricultural mosaic landscapes." *BioEnergy Research*, 5(3), S. 573-583.
- Bedford, S. und Usher, M. (1994): "Distribution of arthropod species across the margins of farm woodlands." *Agriculture, ecosystems & environment*, 48(3), S. 295-305.
- Bell, A. J., Phillips, I. D., Floate, K. D., Hoemsen, B. M. und Phillips, C. E. (2014): "Effects of pitfall trap lid transparency and habitat structure on the catches of Carabid beetles (Coleoptera: Carabidae) in tame pasture." *Environmental entomology*, 43(1), S. 139-145.
- Berry, W. D., Feldman, S. und Stanley Feldman, D. (1985): Multiple regression in practice. 1. Aufl. (No. 50). Sage Publications: Beverly Hills, 95 S.
- Bianchi, F. J., Booij, C. und Tscharrntke, T. (2006): "Sustainable pest regulation in agricultural landscapes: a review on landscape composition, biodiversity and natural pest control." *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences*, 273(1595), S. 1715-1727.
- Bielefeldt, J., Bolte, A., Busch, G., Dohrenbusch, A., Kroihner, F., Lamersdorf, N., Schulz, U. und Stoll, B. (2008): "Energieholzproduktion in der Landwirtschaft." *Chancen und Risiken aus Sicht des Natur- und Umweltschutzes. Naturschutzbund Deutschland (NABU) eV, Berlin, Warlich Druck Meckenheim GmbH, Meckenheim*.
- Blake, S., Foster, G., Eyre, M. und Luff, M. (1994): "Effects of habitat type and grassland management practices on the body size distribution of carabid beetles." *Pedobiologia*, 38, S. 502-512.
- Blanchet, F. G., Legendre, P. und Borcard, D. (2008): "Forward selection of explanatory variables." *Ecology*, 89(9), S. 2623-2632.

- Blick, T. und Burger, F. (2002): "Wirbellose in Energiewäldern. Am Beispiel der Spinnentiere der Kurzumtriebsfläche Wöllershof (Oberpfalz, Bayern)." *Naturschutz und Landschaftsplanung*, 34(9), S. 276-284.
- Blick, T., Weiss, I. und Burger, F. (2003): "Spinnentiere einer neu angelegten Pappel-Kurzumtriebsfläche (Energiewald) und eines Ackers bei Schwarzenau (Lkr. Kitzingen, Unterfranken, Bayern)." *Arachnologische Mitteilungen*, 25, S. 1-16.
- Boetzel, F. A., Ries, E., Schneider, G. und Krauss, J. (2018): "It's a matter of design - how pitfall trap design affects trap samples and possible predictions." *PeerJ*, 6, S. e5078.
- Boháč, J., Celjak, I., Moudrý, J., Kohout, P. und Wotavová, K. (2007): "Communities of beetles in plantations of fast growing plant species for energetic purposes." *Entomologica Romanica*, 12, S. 213-221.
- Bolker, B. M., Brooks, M. E., Clark, C. J., Geange, S. W., Poulsen, J. R., Stevens, M. H. H. und White, J.-S. S. (2009): "Generalized linear mixed models: a practical guide for ecology and evolution." *Trends in ecology & evolution*, 24(3), S. 127-135.
- Bonn, A. und Kleinwächter, M. (1999): "Microhabitat distribution of spider and ground beetle assemblages (Araneae, Carabidae) on frequently inundated river banks of the River Elbe." *Zeitschrift für Ökologie und Naturschutz*, 8, S. 109-123.
- Bonte, D., Baert, L., Lens, L. und Maelfait, J. P. (2004): "Effects of aerial dispersal, habitat specialisation, and landscape structure on spider distribution across fragmented grey dunes." *Ecography*, 27(3), S. 343-349.
- Bonte, D., Lens, L., Maelfait, J.-P., Hoffmann, M. und Kuijken, E. (2003a): "Patch quality and connectivity influence spatial dynamics in a dune wolfspider." *Oecologia*, 135(2), S. 227-233.
- Bonte, D. und Maelfait, J.-P. (2001): "Life history, habitat use and dispersal of a dune wolf spider (*Pardosa monticola* (Clerck, 1757) Lycosidae, Araneae) in the Flemish coastal dunes (Belgium)." *Belgian Journal of Zoology*, 13(2), S. 145-158.
- Bonte, D., Vandenbroecke, N., Lens, L. und Maelfait, J.-P. (2003b): "Low propensity for aerial dispersal in specialist spiders from fragmented landscapes." *Proceedings of the Royal Society of London B: Biological Sciences*, 270(1524), S. 1601-1607.
- Brauner, O. und Schulz, U. (2011): "Laufkäfer auf Energieholzplantagen und angrenzenden Vornutzungsflächen (Carabidae) - Untersuchungen in Sachsen und Brandenburg." *Entomologische Blätter für Biologie und Systematik der Käfer*, 107, S. 31-64.
- Britt, C., Fowbert, J. und McMillan, S. (2007): "The ground flora and invertebrate fauna of hybrid poplar plantations: results of ecological monitoring in the PAMUCEAF project." *Aspects of Applied Biology*, 82, S. 83-90.
- Bröring, U., Mrzljak, J., Niedringhaus, R. und Wiegler, G. (2005): "Soil zoology I: arthropod communities in open landscapes of former brown coal mining areas." *Ecological Engineering*, 24(1-2), S. 121-133.
- Bröring, U. und Wiegler, G. (2005): "Soil zoology II: Colonization, distribution, and abundance of terrestrial Heteroptera in open landscapes of former brown coal mining areas." *Ecological Engineering*, 24(1-2), S. 135-147.
- Brose, U. (2003): "Bottom-up control of carabid beetle communities in early successional wetlands: mediated by vegetation structure or plant diversity?" *Oecologia*, 135(3), S. 407-413.
- Brose, U., Kronberg, I., Misof, B., Pohl-Apel, G., Scheu, S., Schlegel, M., Schmidt, S., Schmitt, M., Schneider, H. und Steidle, J. (2009): Taschenlehrbuch Biologie: Ökologie - Evolution. Georg Thieme Verlag: Stuttgart, 479 S.
- Brouwers, N. C. und Newton, A. C. (2009): "Movement rates of woodland invertebrates: a systematic review of empirical evidence." *Insect Conservation and Diversity*, 2(1), S. 10-22.
- Bruggisser, O. T., Sandau, N., Blandenier, G., Fabian, Y., Kehrl, P., Aebi, A., Naisbit, R. E. und Bersier, L.-F. (2012): "Direct and indirect bottom-up and top-down forces shape the abundance of the orb-web spider *Argiope bruennichi*." *Basic and Applied Ecology*, 13(8), S. 706-714.
- Brunk, I. (2006): "Diversität von Laufkäfern (Coleoptera, Carabidae), höheren Pflanzen und struktureller Diversität in frühen Sukzessionsstadien" in U. Bröring and G. Wiegler, (Hrsg.),

- Biodiversität und Sukzession in der Niederlausitzer Bergbaufolgelandschaft: BIOLOG; SUBICON*. Books on Demand GmbH, Norderstedt, S. 22-44.
- Brunk, I. (2007): Diversität und Sukzession von Laufkäferzönosen in gestörten Landschaften Südbrandenburgs, Dissertation, Universität Cottbus.
- Buchholz, S. und Hannig, K. (2009): "Do covers influence the capture efficiency of pitfall traps?" *European Journal of Entomology*, 106(4), S. 667-671.
- Buchholz, S., Rolfmeyer, D. und Schirmel, J. (2013): "Simulating small-scale climate change effects—lessons from a short-term field manipulation experiment on grassland arthropods." *Insect science*, 20(5), S. 662-670.
- Büchs, W. (2013): "Bewertung der Evertebraten-Biodiversität landwirtschaftlicher Nutzflächen—Möglichkeiten und Grenzen der Nutzung biotischer Elemente als Indikatoren für Biodiversität der Agrarlandschaft." *Julius-Kühn-Archiv*(436), S. 44-53.
- Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft (BMEL). (2017): Daten und Fakten. Land-, Forst- und Ernährungswirtschaft mit Fischerei und Wein- und Gartenbau. Broschüre des Bundesministeriums für Ernährung und Landwirtschaft Berlin. Berlin, 43 S.
- Burger, F. (2006): "Zur Ökologie von Energiewäldern." *Schriftenreihe des Deutschen Rates für Landespfl ege*, 79, S. 74-80.
- Burmeister, J. und Walter, R. (2017): "Auswirkungen von Energieholzstreifen auf Laufkäfer und Nacktschnecken ökologisch bewirtschafteter Ackerflächen."
- Busch, G. und Lamersdorf, N. (2009): "Kurzumtriebsplantagen." *Handlungsempfehlungen zur naturverträglichen Produktion von Energieholz in der Landwirtschaft. Ergebnisse aus dem Projekt NOVALIS [SRC on agricultural sites—recommendations for an environmentally sound production]*. DBU, Osnabrück.
- Butterweck, M. und Jeschke, R. (2001): "Wie schwer ist das Laufen im Wald? Laufwiderstandsmessungen an *Abax parallelepipedus* (Piller et Mitterpacher, 1783) in unterschiedlichen Habitaten." *Angewandte Carabidologie, Suppl. II*, S. 99-104.
- Chatterjee, S. und Simonoff, J. S. (2013): *Handbook of regression analysis*. John Wiley & Sons, 252 S.
- Clough, Y., Kruess, A., Kleijn, D. und Tscharrntke, T. (2005): "Spider diversity in cereal fields: comparing factors at local, landscape and regional scales." *Journal of Biogeography*, 32(11), S. 2007-2014.
- Cohen, J., Cohen, P., West, S. und Aiken, L. (2003): *Applied multiple regression/correlation analysis for the behavioral sciences* (3. Aufl.). Lawrence Erlbaum Associates: Mahwah, NJ, 736 S.
- Collinge, S. K. und Palmer, T. M. (2002): "The influences of patch shape and boundary contrast on insect response to fragmentation in California grasslands." *Landscape Ecology*, 17(7), S. 647-656.
- Császár, P., Torma, A., Gallé-Szpisjak, N., Tölgyesi, C. und Gallé, R. (2018): "Efficiency of pitfall traps with funnels and/or roofs in capturing ground-dwelling arthropods." *European Journal of Entomology*, 115, S. 15-24.
- Darlington, R. B. und Hayes, A. F. (2016): *Regression analysis and linear models: Concepts, applications, and implementation*. Guilford Publications, 661 S.
- Dauber, J., Jones, M. B. und Stout, J. C. (2010): "The impact of biomass crop cultivation on temperate biodiversity." *Gcb Bioenergy*, 2(6), S. 289-309.
- Den Boer, P. J. (1990): "Density limits and survival of local populations in 64 carabid species with different powers of dispersal." *Journal of evolutionary Biology*, 3(1-2), S. 19-48.
- Desender, K. (2000): "Flight muscle development and dispersal in the life cycle of carabid beetles: patterns and processes." *Bulletin de l'Institut Royal des Sciences Naturelles de Belgique, Entomologie*, 70, S. 13-31.
- Destatis. (2021): *Bodennutzung der Betriebe (Struktur der Bodennutzung)*, Fachserie 3, Reihe 2.1.2, Vj 2020. Statistisches Bundesamt, Wiesbaden.
- Deutscher Wetterdienst (DWD). (2018): "Open-Data-Server des Deutschen Wetterdienstes." [online], Deutscher Wetterdienst (Hrsg.), Offenbach, [Stand: 20.09.2018], <https://opendata.dwd.de>, [Besucht am: 21.10.2018].

- Díaz, S. und Cabido, M. (2001): "Vive la difference: plant functional diversity matters to ecosystem processes." *Trends in Ecology & Evolution*, 16(11), S. 646-655.
- Dierschke, H. (1994): Pflanzensozioökologie: Grundlagen und Methoden. Ulmer Stuttgart, 683 S.
- Digweed, S. (1995): "Digging out the "digging-in effect" of pitfall traps: influences of depletion and disturbance on catches of ground beetles (Coleoptera: Carabidae)." *Pedobiologia*, 39, S. 561-576.
- Divine, G. W., Norton, H. J., Barón, A. E. und Juárez-Colunga, E. (2018): "The Wilcoxon-Mann-Whitney procedure fails as a test of medians." *The American Statistician*, 72(3), S. 278-286.
- Döpke, K., Moschner, C. R. und Hartung, E. (2013): "Die ökologischen Aspekte von Kurzumtriebsplantagen-eine Literaturstudie." *Landtechnik*, 68(1), S. 33-37.
- Downie, I. S., Coulson, J. C. und Butterfield, J. E. (1996): "Distribution and dynamics of surface-dwelling spiders across a pasture-plantation ecotone." *Ecography*, 19(1), S. 29-40.
- Duelli, P., Studer, M., Marchand, I. und Jakob, S. (1990): "Population movements of arthropods between natural and cultivated areas." *Biological Conservation*, 54(3), S. 193-207.
- Duller, C. (2018): Einführung in die nichtparametrische Statistik mit SAS, R und SPSS. 2. Aufl. Springer Gabler: Berlin, 380 S.
- Dunger, W. und Fiedler, H. (1989): "Methoden der Bodenbiologie. VEB G." Fischer Verlag, Jena, S. 429.
- Eckstein, P. P. (2016): Angewandte Statistik mit SPSS: Praktische Einführung für Wirtschaftswissenschaftler, 8., überarbeitete und erweiterte Auflage. Springer-Verlag: Wiesbaden, 378 S.
- Eid, M., Gollwitzer, M. und Schmitt, M. (2017): Statistik und Forschungsmethoden, 5., korr. Aufl.. Beltz Verlag: Weinheim, Basel, 1076 S.
- Eisenbeis, G. und Wichard, W. (2013): Atlas zur Biologie der Bodenarthropoden. Springer-Verlag, 448 S.
- Elek, Z., Magura, T. und Tóthmérész, T. (2001): "Impacts of non-native Norway spruce plantation on abundance and species richness of ground beetles (Coleoptera: Carabidae)." *Web Ecology*, 2(1), S. 32-37.
- Elek, Z., Růžicková, J. und Ódor, P. (2021): "Individual decisions drive the changes in movement patterns of ground beetles between forestry management types." *Biologia*, S. 1-10.
- Ellenberg, H., Weber, H., Düll, R., Wirth, V., Werner, W. und Paulissen, D. (1992): Zeigerwerte von Pflanzen in Mitteleuropa. Scripta Geobotanica XVIII. Göttingen, 248 S.
- Flade, M. (1994): Die Brutvogelgemeinschaften Mittel- und Norddeutschlands: Grundlagen für den Gebrauch vogelkundlicher Daten in der Landschaftsplanung. IHW-Verlag, 879 S.
- French, B. W., Elliott, N. C., Berberet, R. C. und Burd, J. D. (2001): "Effects of riparian and grassland habitats on ground beetle (Coleoptera: Carabidae) assemblages in adjacent wheat fields." *Environmental Entomology*, 30(2), S. 225-234.
- Gesellschaft Für Angewandte Carabidologie (GAC). (2009): "Lebensraumpräferenzen der Laufkäfer Deutschlands - Wissensbasierter Katalog." *Angewandte Carabidologie, Supplement V*, 1-45.
- Gibb, H. und Cunningham, S. (2010): "Revegetation of farmland restores function and composition of epigeic beetle assemblages." *Biological conservation*, 143(3), S. 677-687.
- Glemnitz, M., Platen, R., Krechel, R., Konrad, J. und Wagener, F. (2013): "Can short-rotation coppice strips compensate structural deficits in agrarian landscapes?" *Aspect Appl Biol*, 118, S. 153-162.
- Glück, E. und Kreisel, A. (1986): "Die Hecke als Lebensraum, Refugium und Vernetzungsstruktur und ihre Bedeutung für die Dispersion von Waldcarabidenarten." *Laufene Seminarbeiträge 10/86, Akademie für Landschaftspflege und Naturschutz (ANL) (1988) Biotopverbund in der Landschaft, Symposium*, 3(5), S. 64-83.
- Greenslade, P. (1964): "Pitfall trapping as a method for studying populations of Carabidae (Coleoptera)." *The Journal of Animal Ecology*, S. 301-310.
- Greenstone, M. H., Morgan, C. E., Hultsch, A.-L., Farrow, R. A. und Dowse, J. (1987): "Ballooning spiders in Missouri, USA, and New South Wales, Australia: family and mass distributions." *Journal of Arachnology*, S. 163-170.

- Grüner, H. (2021): "Regression Diagnostic Tests with R. With R libraries lmtest and zoo." [online], Freie Universität Berlin, Berlin, [Stand: 09.06.2021], <http://gruener.userpage.fu-berlin.de>, [Besucht am: 06.10.2021].
- Gruttke, H. (1997): "Berücksichtigung tierökologischer Erfordernisse bei der Standortwahl für Aufforstungen in der Agrarlandschaft." *SchrR Landschaftspflege Naturschutz* (49), S. 123-138.
- Gruttke, H., Kornacker, P. und Willecke, S. (1998): "Effizienz eines neu angelegten Biotopstreifens als Ausbreitungskorridor in der Agrarlandschaft - Ergebnisse einer Langzeitstudie " *Schriftenreihe für Landschaftspflege und Naturschutz*, 58, S. 243-290.
- Gruttke, H. und Willecke, S. (1993): "Tierökologische Langzeitstudie zur Besiedlung neu angelegter Gehölzpflanzungen in der intensiv bewirtschafteten Agrarlandschaft-ein E+ E-Vorhaben." *Natur und Landschaft*, 68(7), S. 367-376.
- Guillemain, M., Loreau, M. und Daufresne, T. (1997): "Relationships between the regional distribution of carabid beetles (Coleoptera, Carabidae) and the abundance of their potential prey." *Acta oecologica*, 18(4), S. 465-483.
- Haber, W. (2013): Landwirtschaft. Wiley-VCH: Weinheim, 153 S.
- Harling, H.-M. v. (2019): "Erfahrungen aus 12 Jahren KUP-Ernte - ein Praxisbericht." *Tagungsband - 2. Erfurter Tagung "Schnellwachsende Baumarten - Erntetechniken, -verfahren und Logistik"*. Fachhochschule Erfurt, Fakultät Landschaftsarchitektur, Gartenbau und Forst: Erfurt, S. 43-51.
- Havlíčková, K. und Rudišová, I. (2011): "A short rotation coppice of fast-growing trees, their landscape aspects and biodiversity." *Ekológia (Bratislava)*, 30(1), S. 12-21.
- Hawthorne, A. und Hassall, M. (1995): "The effect of cereal headland treatments on carabid communities." *Acta Jutlandica*, 70, S. 185-198.
- Hawthorne, A., Hassall, M. und Sotherton, N. (1998): "Effects of cereal headland treatments on the abundance and movements of three species of carabid beetles." *Applied Soil Ecology*, 9(1), S. 417-422.
- Hayes, A. F. und Cai, L. (2007): "Using heteroscedasticity-consistent standard error estimators in OLS regression: An introduction and software implementation." *Behavior Research Methods*, 39, S. 709-722.
- Heimer, S. und Nentwig, W. (1991): Spinnen Mitteleuropas: Ein Bestimmungsbuch. Parey: Berlin, 543 S.
- Helbig, C. und Müller, M. (2010): "Habitatqualität von Kurzumtriebsplantagen für die epigäische Fauna am Beispiel der Laufkäfer (Coleoptera, Carabidae)." *Agrowood - Kurzumtriebsplantagen in Deutschland und europäische Perspektiven*, Hg. Bemman, A, S. 147-152.
- Henschel, J., Stumpf, H. und Mahsberg, D. (1996): "Mass-length relationships of spiders and harvestmen (Araneae and Opiliones)." *Rev. suisse Zool., Hors série*, 1, S. 265-268.
- Henschel, J. R. (2002): "Long-distance wandering and mating by the dancing white lady spider (*Leucorchestris arenicola*)(Araneae, Sparassidae) across Namib dunes." *Journal of Arachnology*, 30(2), S. 321-330.
- Hessisches Landesamt für Naturschutz - Umwelt und Geologie (HLNUG). (2019): "BodenViewer Hessen." [online], Hessisches Landesamt für Naturschutz, Umwelt und Geologie (Hrsg.), Wiesbaden, <http://bodenviewer.hessen.de>, [Besucht am: 14.01.2019].
- Hessisches Statistisches Landesamt (HSL). (2017): Agrarstrukturerhebung - Kennziffer: CIV9 1a-2 - 4j/16. Hessisches Statistisches Landesamt (Hrsg.). Wiesbaden.
- Hurlbert, S. H. (1984): "Pseudoreplication and the design of ecological field experiments." *Ecological monographs*, 54(2), S. 187-211.
- IBM.Corp. (2019): "IBM SPSS Statistics for Windows." Armonk, NY.
- Ings, T. und Hartley, S. (1999): "The effect of habitat structure on carabid communities during the regeneration of a native Scottish forest." *Forest Ecology and Management*, 119(1), S. 123-136.
- Jarosik, V. (1989): "Mass vs. length relationship for carabid beetles (Col., Carabidae)." *Pedobiologia*, 33(2), S. 87-90.

- Johnson, C. G. (1969): Migration and dispersal of insects by flight. Methuen And Co. Ltd.; London, 763 S.
- Jongman, R. H. G., Braak, C. J. F. t. und Van Tongeren, O. F. R. (1995): Data analysis in community and landscape ecology. Cambridge University Press: New York, 299 S.
- Jose, S. (2009): "Agroforestry for ecosystem services and environmental benefits: an overview." *Agroforestry systems*, 76(1), S. 1-10.
- Jost, L. (2006a): "Critical review of Anne Magurran's Measuring BioLogical Diversity." [online],[Stand: 2009], <http://www.loujost.com/Statistics%20and%20Physics/Diversity%20and%20Similarity/MagurranReview.htm>, [Besucht am: 17.01.2019].
- Jost, L. (2006b): "Entropy and diversity." *Oikos*, 113(2), S. 363-375.
- Jukes, M. R., Peace, A. J. und Ferris, R. (2001): "Carabid beetle communities associated with coniferous plantations in Britain: the influence of site, ground vegetation and stand structure." *Forest ecology and management*, 148(1), S. 271-286.
- Kalinkat, G., Brose, U. und Rall, B. C. (2013): "Habitat structure alters top-down control in litter communities." *Oecologia*, 172(3), S. 877-887.
- Karen, M., O'Halloran, J., Breen, J., Giller, P., Pithon, J. und Kelly, T. (2008): "Distribution and composition of carabid beetle (Coleoptera, Carabidae) communities across the plantation forest cycle - implications for management." *Forest Ecology and Management*, 256(4), S. 624-632.
- Knapp, M., Baranovská, E. und Jakubec, P. (2016): "Effects of bait presence and type of preservative fluid on ground and carrion beetle samples collected by pitfall trapping." *Environmental entomology*, 45(4), S. 1022-1028.
- Koivula, M., Punttila, P., Haila, Y. und Niemelä, J. (1999): "Leaf litter and the small-scale distribution of carabid beetles (Coleoptera, Carabidae) in the boreal forest." *Ecography*, 22(4), S. 424-435.
- Kotze, D. J. und O'Hara, R. B. (2003): "Species decline - but why? Explanations of carabid beetle (Coleoptera, Carabidae) declines in Europe." *Oecologia*, 135(1), S. 138-148.
- Kreiter, N. A. und Wise, D. H. (2001): "Prey availability limits fecundity and influences the movement pattern of female fishing spiders." *Oecologia*, 127(3).
- Kriegel, P., Fritze, M. A. und Thorn, S. (2021): "Surface temperature and shrub cover drive ground beetle (Coleoptera: Carabidae) assemblages in short-rotation coppices." *Agricultural and Forest Entomology*.
- Kuschka, V. (2004): Ackerbrachen als Chance für den Naturschutz? Struktur und Dynamik von Spinnenzönosen der Bodenoberfläche als Indikatoren der Habitatqualität. Ökom: München.
- Lamerre, J., Langhof, M., Sevke-Masur, K., Schwarz, K., von Wühlisch, G., Swieter, A., Greef, J., Dauber, J., Hirschberg, F. und Joormann, I. (2016): "Nachhaltige Erzeugung von Energieholz in Agroforstsystemen: Teilprojekt 3: Standort Niedersachsen, Strukturvielfalt und Biodiversität. Schlussbericht." *Institut für Pflanzenbau und Bodenkunde; Julius Kühn-Institut Bundesforschungsinstitut für Kulturpflanzen (JKI): Braunschweig, Deutschland*.
- Lamersdorf, N., Bielefeldt, J., Bolte, A., Busch, G., Dohrenbusch, A., Knust, C., Kroihner, F., Schulz, U. und Stoll, B. (2008): "Das Projekt NOVALIS - zur naturverträglichen Produktion von Energieholz in der Landwirtschaft." *Archiv für Forstwesen und Landschaftsökologie*, 43(3), S. 183-141.
- Lang, A. (2000): "The pitfalls of pitfalls: a comparison of pitfall trap catches and absolute density estimates of epigeal invertebrate predators in arable land." *Anzeiger für Schädlingskunde*, 73(4), S. 99-106.
- Lang, A., Filser, J. und Henschel, J. R. (1999): "Predation by ground beetles and wolf spiders on herbivorous insects in a maize crop." *Agriculture, ecosystems & environment*, 72(2), S. 189-199.
- Langeveld, H., Quist-Wessel, F., Dimitriou, I., Aronsson, P., Baum, C., Schulz, U., Bolte, A., Baum, S., Köhn, J. und Weih, M. (2012): "Assessing environmental impacts of short rotation coppice (SRC) expansion: model definition and preliminary results." *Bioenergy Research*, 5(3), S. 621-635.

- Larsson, S. G. (1939): "Entwicklungstypen und Entwicklungszeiten der dänischen Carabiden." *Entomologische Meddeleser*, 20, S. 277-560+Appendix.
- Lassau, S. A., Hochuli, D. F., Cassis, G. und Reid, C. A. (2005): "Effects of habitat complexity on forest beetle diversity: do functional groups respond consistently?" *Diversity and distributions*, 11(1), S. 73-82.
- Legendre, P. und Gallagher, E. D. (2001): "Ecologically meaningful transformations for ordination of species data." *Oecologia*, 129(2), S. 271-280.
- Legendre, P. und Legendre, L. F. (2012): Numerical ecology. Elsevier.
- Levy, K. J. (1978): "Some empirical power results associated with Welch's robust analysis of variance technique." *Journal of Statistical Computation and Simulation*, 8(1), S. 43-48.
- Leyer, I. und Wesche, K. (2007): Multivariate Statistik in der Ökologie: Eine Einführung. Springer-Verlag: Berlin Heidelberg, 221 S.
- Liesebach, M. und Mecke, R. (2003): "Die Laufkäferfauna einer Kurzumtriebsplantage, eines Gerstenackers und eines Fichtenwaldes im Vergleich." *Die Holzzucht*, 54, S. 11-15.
- Liesebach, M., Mecke, R. und Rose, A. (2000): "Die epigäische Wirbellosenfauna einer Kurzumtriebsplantage im Vergleich zu der eines angrenzenden Gerstenackers und der eines Fichtenwaldes." *Die Holzzucht. Mitteilungsblatt des Forschungsinstitutes für Schnellwachsende Baumarten in Hann. Münden*, 53, S. 21-25.
- Lindroth, C. H. (1992): Ground beetles (Carabidae) of Fennoscandia: a zoogeographic study: Part 1. Specific knowledge regarding the species. Intercept Ltd.
- Liu, J.-L., Li, F.-R., Sun, T.-S., Ma, L.-F., Liu, L.-L. und Yang, K. (2016): "Interactive effects of vegetation and soil determine the composition and diversity of carabid and tenebrionid functional groups in an arid ecosystem." *Journal of Arid Environments*, 128, S. 80-90.
- Locket, G. und Millidge, A. (1951/ 53): British spiders Vol. I-II. Ray Society: London, 310 und 449 S.
- Locket, G. A., Millidge, A. F. und Merrett, P. (1974): British spiders Vol. III. Ray Society: London, 315 S.
- Loreau, M. (1987): "Vertical distribution of the activity of carabid beetles in a beech forest floor." *Pedobiologia*, 30(3), S. 173-178.
- Loreau, M., Naeem, S., Inchausti, P., Bengtsson, J., Grime, J., Hector, A., Hooper, D., Huston, M., Raffaelli, D. und Schmid, B. (2001): "Biodiversity and ecosystem functioning: current knowledge and future challenges." *Science*, 294, S. 804-808.
- Luff, M. (1975): "Some features influencing the efficiency of pitfall traps." *Oecologia*, 19(4), S. 345-357.
- Luka, H. (1996): "Laufkäfer: Nützlinge und Bioindikatoren in der Landwirtschaft." *Agrarforschung*, 3(1), S. 33-36.
- MacArthur, R. H. und Wilson, E. O. (2001): The Theory of Island Biogeography. Reprint edition of 1967. Princeton University Press, 203 S.
- Magura, T., Tóthmérész, B. und Elek, Z. (2005): "Impacts of leaf-litter addition on carabids in a conifer plantation." *Biodiversity & Conservation*, 14(2), S. 475-491.
- Magurran, A. E. (1988): Ecological diversity and its measurement. Princeton University Press: Princeton NJ, USA, 181 S.
- Magurran, A. E. (2004): Measuring biological diversity. Blackwell Science Ltd: Oxford, 256 S.
- Magurran, A. E. und McGill, B. J. (2013): Biological diversity. Frontiers in Measurement and Assessment. Oxford University Press: Oxford NY, USA, 345 S.
- Makeschin, F., Rehfuess, K., Rüscher, I. und Schörry, R. (1989): "Anbau von Pappeln und Weiden im Kurzumtrieb auf ehemaligem Acker: Standortliche Voraussetzungen, Nährstoffversorgung, Wuchsleistung und bodenökologische Auswirkungen." *Forstwissenschaftliches Centralblatt*, 108(1), S. 125-143.
- Malten, A. (1999): "Liste der bisher aus Hessen bekannten Weberknechte (Opiliones). ." *Bearbeitungsstand 09.2000*. [online],[Stand: 07.10.2008], <http://www.malten.de/Opiliones.html>, [Besucht am: 05.04.2021].
- Marc, P., Canard, A. und Ysnel, F. (1999): "Spiders (Araneae) useful for pest limitation and bioindication." *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 74, S. 229-273.

- Martens, J. (1978): Weberknechte, Opiliones. Die Tierwelt Deutschlands 64. Teil. VEB Gustav Fischer Verlag: Jena, 464 S.
- Matalin, A. V. (1994): "The strategy of dispersal behaviour in some Carabidae species of Southeastern Europe" in K. Desender, M. Loreau, M. Luff, and J.-P. Maelfait, (Hrsg.), *Carabid Beetles: Ecology and Evolution*. Kluwer Academic Publishers: Dordrecht, S. 183-188.
- Matalin, A. V. (2003): "Variations in flight ability with sex and age in ground beetles (Coleoptera, Carabidae) of south-western Moldova." *Pedobiologia*, 47(4), S. 311-319.
- Mcnett, B. J. und Rypstra, A. L. (2000): "Habitat selection in a large orb-weaving spider: vegetational complexity determines site selection and distribution." *Ecological Entomology*, 25(4), S. 423-432.
- Meißner, A. (1998): Die Bedeutung der Raumstruktur für die Habitatwahl von Lauf- und Kurzflügelkäfern - Freilandökologische und experimentelle Untersuchungen einer Niedermoorzönose, Dissertation. Technische Universität Berlin, 184 S.
- Morse, D. H. (2002): "Orientation and movement of wolf spiders *Pardosa lapidicina* (Araneae, Lycosidae) in the intertidal zone." *Journal of Arachnology*, 30(3), S. 601-609.
- Mrzljak, J. und Wiegler, G. (2000): "Spider colonization of former brown coal mining areas - time or structure dependent?" *Landscape and urban planning*, 51(2-4), S. 131-146.
- Mühlenberg, M. (1993): Freilandökologie. Quelle & Meyer: Heidelberg, 512 S.
- Müller-Kroehling, S. (2015): Laufkäfer als charakteristische Arten in Bayerns Wäldern-eine methodenkritische Auseinandersetzung mit Definition und Verfahren zur Herleitung charakteristischer Arten und zur Frage der Gemeinschaften, Dissertation. Technische Universität München.
- Müller-Kroehling, S., Hohmann, G., Helbig, C., Liesebach, M., Lübke-Al Hussein, M., Al Hussein, I. A., Burmeister, J., Jantsch, M. C., Zehlius-Eckert, W. und Müller, M. (2020): "Biodiversity functions of short rotation coppice stands-results of a meta study on ground beetles (Coleoptera: Carabidae)." *Biomass and Bioenergy*, 132, S. 13.
- Müller-Motzfeld, G. (2004): "Vol. 2 Adephega 1: Carabidae (Laufkäfer), 2. Aufl. " in H. Freude, K. W. Harde, G. A. Lohse, and B. Klausnitzer, (Hrsg.), *Die Käfer Mitteleuropas*. Spektrum Akademischer Verlag (Elsevier): Heidelberg, S. 521.
- Müller, M., Klein, A.-M., Scherer-Lorenzen, M., Nock, C. A. und Staab, M. (2018): "Tree genetic diversity increases arthropod diversity in willow short rotation coppice." *Biomass and Bioenergy*, 108, S. 338-344.
- Muster, C., Blick, T. und Schönhofer, A. (2016): "Rote Liste und Gesamtartenliste der Weberknechte (Arachnida: Opiliones) Deutschlands." *Naturschutz und Biol Vielfalt*, 70(4), S. 513-536.
- Nelemans, M. N. E. (1987): "Possibilities for flight in the carabid beetle *Nebria brevicollis* (F.)." *Oecologia*, 72(4), S. 502-509.
- Nentwig, W., Blick, T., R, B., Gloor, D., Hänggi, A. und Kropf, C. (2020): "Spiders of Europe. Version 09.20." [online], <https://araneae.nmbe.ch/>, [Besucht am: 20.09.2020].
- Nerlich, K., Seidl, F., Mastel, K., Graeff-Hönninger, S. und Claupein, W. (2012): "Auswirkungen von Weiden (*Salix spp.*) und Pappeln (*Populus spp.*) im Kurzumtrieb auf die biologische Vielfalt am Beispiel von Laufkäfern (Carabidae)." *Gesunde Pflanzen*, 64(3), S. 129-139.
- Newey, W. K. und West, K. D. (1986): "A simple, positive semi-definite, heteroskedasticity and autocorrelation consistent covariance matrix." *Econometrica*: Cambridge, MA., USA, S. 703.
- O'Brien, R. M. (2007): "A caution regarding rules of thumb for variance inflation factors." *Quality & quantity*, 41(5), S. 673-690.
- Öberg, S., Mayr, S. und Dauber, J. (2008): "Landscape effects on recolonisation patterns of spiders in arable fields." *Agriculture, ecosystems & environment*, 123(1), S. 211-218.
- Piotrowska, N. S., Czachorowski, S. Z. und Stolarski, M. J. (2020): "Ground Beetles (Carabidae) in the Short-Rotation Coppice Willow and Poplar Plants - Synergistic Benefits System." *Agriculture*, 10(12), S. 648.
- Plagens, M. J. (1986): "Aerial dispersal of spiders (Araneae) in a Florida cornfield ecosystem." *Environmental entomology*, 15(6), S. 1225-1233.

- Platen, R., Konrad, J. und Glemnitz, M. (2013): "Sägezahnhypothese, Arten/Strukturvielfalt" in P. Heck and J. Böhmer, (Hrsg.), *Nachwachsende Rohstoffe als Option für den Naturschutz. Naturschutz durch Landbau? Schlussbericht zu ELKE III.: Umwelt-Campus Birkenfeld*, S. 802.
- Platen, R., Moritz, M. und Broen, B. v. (1991): "Liste der Webspinnen-und Weberknechtarten (Arach.: Araneida, Opilionida) des Berliner Raumes und ihre Auswertung für Naturschutzzwecke (Rote Liste)" in A. Auhagen, R. Platen, and H. Sukopp, (Hrsg.), *Rote Liste der gefährdeten Pflanzen und Tiere in Berlin. Landschaftsentwicklung und Umweltforschung. Sonderband 6*. Technische Universität: Berlin, S. 169-205.
- Platnick, N. (2020): "World Spider Catalog. Version 21.5. Natural History Museum Bern." [online], <https://wsc.nmbe.ch>, [Besucht am: 12.09.2020].
- Rainio, J. und Niemelä, J. (2003): "Ground beetles (Coleoptera: Carabidae) as bioindicators." *Biodiversity & Conservation*, 12(3), S. 487-506.
- Ribera, I., Dolédec, S., Downie, I. S. und Foster, G. N. (2001): "Effect of land disturbance and stress on species traits of ground beetle assemblages." *Ecology*, 82(4), S. 1112-1129.
- Rijnsdorp, A. (1980): "Pattern of movement in and dispersal from a Dutch forest of of *Carabus problematicus* Hbst.(Coleoptera, Carabidae)." *Oecologia*, 45(2), S. 274-281.
- Roberts, M. J. (1985): The spider fauna of Great Britain and Ireland. Atypidae-Theridiosomatidae. Brill Archive: Colchester, 229 S.
- Roberts, M. J. (1987): The spider fauna of Great Britain and Ireland. Linyphiidae. Brill Archive: Colchester, 204 S.
- Roberts, M. J. (1995): Spiders of Britain & Northern Europe. HarperCollins Publishers: London, 383 S.
- Robinson, J. V. (1981): "The effect of architectural variation in habitat on a spider community: an experimental field study." *Ecology*, S. 73-80.
- Rowe, R. L., Goulson, D., Doncaster, C. P., Clarke, D. J., Taylor, G. und Hanley, M. E. (2013): "Evaluating ecosystem processes in willow short rotation coppice bioenergy plantations." *GCB Bioenergy*, 5(3), S. 257-266.
- Rowe, R. L., Hanley, M. E., Goulson, D., Clarke, D. J., Doncaster, C. P. und Taylor, G. (2011): "Potential benefits of commercial willow Short Rotation Coppice (SRC) for farm-scale plant and invertebrate communities in the agri-environment." *Biomass and Bioenergy*, 35(1), S. 325-336.
- Russon, H. und Woltz, J. M. (2014): "Movement Patterns of Carabid Beetles Between Heterogenous Crop and Noncrop Habitats." *Great Lakes Entomologist*, 47(3-4).
- Sachs, D., Brauner, O. und Schulz, U. (2012): "Laufkäfer (Carabidae) auf Energieholzflächen - die Bedeutung von Begleitstrukturen für Diversität und Abundanz." *Mitt.Dtsch.Ges.Allg.Angew.Ent.*, 18, S. 157-161.
- Salkind, N. J. (2010): Encyclopedia of research design. Sage: Los Angeles CA, USA, 1776 S.
- Samu, F., Sunderland, K. D. und Szinetar, C. (1999): "Scale-dependent dispersal and distribution patterns of spiders in agricultural systems: a review." *Journal of Arachnology*, S. 325-332.
- Samu, F., Szirányi, A. und Kiss, B. (2003): "Foraging in agricultural fields: local 'sit-and-move' strategy scales up to risk-averse habitat use in a wolf spider." *Animal behaviour*, 66(5), S. 939-947.
- Schardt, M., Burger, F. und Blick, T. (2008): "Ökologischer Vergleich der Spinnenfauna (Arachnida: Araneae) von Energiewäldern und Ackerland." *DGaaE Mitteilungen*, 16, S. 131-135.
- Schmid, B. (2003): "Die funktionelle Bedeutung der Artenvielfalt: Biodiversität." *Biologie in unserer Zeit*, 33(6), S. 356-365.
- Schmidt, J., Trautner, J. und Müller-Motzfeld, G. (2016): "Rote Liste und Gesamtartenliste der Laufkäfer (Coleoptera: Carabidae) Deutschlands." *Naturschutz und Biologische Vielfalt*, 70(4), S. 139-204.
- Schmidt, M. H., Clough, Y., Schulz, W., Westphalen, A. und Tschardt, T. (2006): "Capture efficiency and preservation attributes of different fluids in pitfall traps." *The Journal of Arachnology*, 34(1), S. 159-162.
- Schulz, U. (2008): "Tierartenvielfalt" in NABU, (Hrsg.), *Energieholzproduktion in der Landwirtschaft - Chancen und Risiken aus Sicht des Natur- und Umweltschutzes. Naturschutzbund Deutschland*. Warlich Druck: Berlin, S. 41-49.

- Schulz, U. (2013): "Ökologische Aspekte" in B. E. T. Initiative, (Hrsg.), *Energieholz aus Kurzumtriebsplantagen - Leitfaden für Produzenten und Nutzer im Land Brandenburg*. IHK Potsdam, S. 62-63.
- Schulz, U., Brauner, O. und Gruß, H. (2009): "Animal diversity on short-rotation coppices—a review." *Landbauforschung Volkenrode*, 59(3), S. 171-181.
- Schulz, U., Brauner, O., Gruß, H. und Mannherz, C. (2010): "Zoodiversität - Förderung der Tierwelt auf Kurzumtriebsplantagen" in D. B. Umwelt, (Hrsg.), *Kurzumtriebsplantagen - Handlungsempfehlungen zur naturverträglichen Produktion von Energieholz in der Landwirtschaft*. Steinbacher Druck: Osnabrück, S. 32-43.
- Schulz, U., Brauner, O., Gruß, H. und Neuenfeldt, N. (2008): "Vorläufige Aussagen zu Energieholzflächen aus tierökologischer Sicht." *Archiv für Forstwesen und Landschaftsökologie*, 42(2), S. 83-87.
- Schwab, A., Dubois, D., Fried, P. M. und Edwards, P. J. (2002): "Estimating the biodiversity of hay meadows in north-eastern Switzerland on the basis of vegetation structure." *Agriculture, ecosystems & environment*, 93(1), S. 197-209.
- Skarbek, C. J., Kobel-Lamparski, A. und Dormann, C. F. (2021): "Trends in monthly abundance and species richness of carabids over 33 years at the Kaiserstuhl, southwest Germany." *Basic and Applied Ecology*, 50, S. 107-118.
- Šmilauer, P. und Lepš, J. (2014): *Multivariate analysis of ecological data using CANOCO 5*. Cambridge University Press: Cambridge MA, USA, 376 S.
- Southwood, T. (1962): "Migration of terrestrial arthropods in relation to habitat." *Biological reviews*, 37(2), S. 171-211.
- Spake, R., Barsoum, N., Newton, A. C. und Doncaster, C. P. (2016): "Drivers of the composition and diversity of carabid functional traits in UK coniferous plantations." *Forest Ecology and Management*, 359, S. 300-308.
- Šťastná, P. (2013): "Diversity of ground beetles (Carabidae) in the plantations of fast growing trees." *Acta Universitatis Agriculturae et Silviculturae Mendelianae Brunensis*, 60(6), S. 309-316.
- Stein, A., Gerstner, K. und Kreft, H. (2014): "Environmental heterogeneity as a universal driver of species richness across taxa, biomes and spatial scales." *Ecology Letters*, 17(7), S. 866-880.
- Stevenson, B. G. und Dindal, D. L. (1982): "Effect of leaf shape on forest litter spiders: community organization and microhabitat selection of immature *Enoplognatha ovata* (Clerck)(Theridiidae)." *Journal of Arachnology*, S. 165-178.
- Stocker, H. (2021): "Angewandte Ökonometrie. Methoden der Empirischen Wirtschaftsforschung, Sommersemester 2021. Institut für Wirtschaftstheorie, -politik und -geschichte." [online], Universität Innsbruck, Innsbruck, <https://www.hsto.info/econometrics/>, [Besucht am: 06.10.2021].
- Sunderland, K. und Samu, F. (2000): "Effects of agricultural diversification on the abundance, distribution, and pest control potential of spiders: a review." *Entomologia Experimentalis et Applicata*, 95(1), S. 1-13.
- Taboada, A., Kotze, D. J., Tárrega, R. und Salgado, J. M. (2006): "Traditional forest management: Do carabid beetles respond to human-created vegetation structures in an oak mosaic landscape?" *Forest Ecology and Management*, 237(1), S. 436-449.
- Temple, S. A. und Wiens, J. A. (1989): "Bird populations and environmental changes: can birds be bio-indicators." *American Birds*, 43(2), S. 260-270.
- Ter Braak, C. J. und Šmilauer, P. (2015): "Topics in constrained and unconstrained ordination." *Plant Ecology*, 216(5), S. 683-696.
- Ter Braak, C. J. und Šmilauer, P. (2012): *Canoco reference manual and user's guide: software for ordination, version 5.0*. Microcomputer Power: Ithaca NY, USA, 496 S.
- Tews, J., Brose, U., Grimm, V., Tielbörger, K., Wichmann, M., Schwager, M. und Jeltsch, F. (2004): "Animal species diversity driven by habitat heterogeneity/diversity: the importance of keystone structures." *Journal of biogeography*, 31(1), S. 79-92.

- Thomas, C., Brown, N. und Kendall, D. (2006): "Carabid movement and vegetation density: Implications for interpreting pitfall trap data from split-field trials." *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 113(1), S. 51-61.
- Trautner, J. (2017): Die Laufkäfer Baden-Württembergs: Band 1: Allgemeiner und Spezieller Teil. Verlag Eugen Ulmer: Stuttgart, 416 S.
- Tsonkova, P., Böhm, C., Quinkenstein, A. und Freese, D. (2012): "Ecological benefits provided by alley cropping systems for production of woody biomass in the temperate region: a review." *Agroforestry systems*, 85(1), S. 133-152.
- Uetz, G. (1991): "Habitat structure and spider foraging" in E. D. Mc Coy and H. R. Mushinsky, (Hrsg.), *Habitat structure*. Chapman and Hall: London, S. 325-348.
- Ulrich, W., Buszko, J. und Czarnecki, A. (2004): "The contribution of poplar plantations to regional diversity of ground beetles (Coleoptera: Carabidae) in agricultural landscapes." *Annales Zoologici Fennici*, 41, S. 501-512.
- van Huizen, T. (1977): "The significance of flight activity in the life cycle of *Amara plebeja* Gyll.(Coleoptera, Carabidae)." *Oecologia*, 29(1), S. 27-41.
- Vanbeveren, S. P. und Ceulemans, R. (2019): "Biodiversity in short-rotation coppice." *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 111, S. 34-43.
- Verheyen, K., Buggenhout, M., Vangansbeke, P., De Dobbelaere, A., Verdonck, P. und Bonte, D. (2014): "Potential of Short Rotation Coppice plantations to reinforce functional biodiversity in agricultural landscapes." *Biomass and Bioenergy*, 67, S. 435-442.
- Veste, M. und Böhm, C. (2018): Agrarholz-Schnellwachsende Bäume in der Landwirtschaft. Springer: Berlin, 529 S.
- Wachmann, E., Platen, R. und Barndt, D. (1995): Laufkäfer. Beobachtung und Lebensweise. Weltbild Verlag GmbH: Augsburg, 294 S.
- Wagener, F., Heck, P. und Böhmer, J. (2013): Nachwachsende Rohstoffe als Option für den Naturschutz... Naturschutz durch Landbau? Schlussbericht zum Verbundprojekt „Entwicklung extensiver Landnutzungskonzepte für die Produktion nachwachsender Rohstoffe als mögliche Ausgleichs- und Ersatzmaßnahmen (ELKE)“ Projektphase III. Hochschule Trier, Umwelt-Campus Birkenfeld, Institut für angewandtes Stoffstrommanagement (IfaS), Trier, 802 S.
- Walker, B. (1995): "Conserving biological diversity through ecosystem resilience." *Conservation biology*, S. 747-752.
- Wallin, H. und Ekblom, B. (1988): "Movements of carabid beetles (Coleoptera: Carabidae) inhabiting cereal fields: a field tracing study." *Oecologia*, 77(1), S. 39-43.
- Weger, J., Vávrová, K., Kašparová, L., Bubeník, J. und Komárek, A. (2013): "The influence of rotation length on the biomass production and diversity of ground beetles (Carabidae) in poplar short rotation coppice." *Biomass and Bioenergy*, 54, S. 284-292.
- Weyman, G., Sunderland, K. und Jepson, P. (2002): "A review of the evolution and mechanisms of ballooning by spiders inhabiting arable farmland." *Ethology Ecology & Evolution*, 14(4), S. 307-326.
- Weyman, G. S. (1993): "A review of the possible causative factors and significance of ballooning in spiders." *Ethology Ecology & Evolution*, 5(3), S. 279-291.
- Wiehle, H. (1956): Linyphiidae-Baldachinspinnen 44. Teil. VEB Gustav Fischer Verlag: Jena, 337 S.
- Wiehle, H. (1960): Micryphantidae-Zwergspinnen 47. Teil. VEB Gustav Fischer Verlag: Jena, 620 S.
- Yachi, S. und Loreau, M. (1999): "Biodiversity and ecosystem productivity in a fluctuating environment: the insurance hypothesis." *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 96(4), S. 1463-1468.
- Zera, A. J. und Denno, R. F. (1997): "Physiology and ecology of dispersal polymorphism in insects." *Annual review of entomology*, 42(1), S. 207-230.

Topographische Kartenwerke:

Digitale Topografische Karte Deutschlands (2007): DTK100-V Deutschland Südwest im Maßstab 1:100.000. Bundesamt für Kartographie und Geodäsie (BKG), Frankfurt am Main.

Verwaltungsgebiete der Bundesländer Deutschlands (2011): VG250 im Maßstab 1:250.000, GeoBasis DE/BKG 2011. Bundesamt für Kartographie und Geodäsie (BKG), Frankfurt am Main.

8 Anhang

VIII. Tabellenverzeichnis des Anhangs

Tabelle A1: Differenzen von Temperatur und Niederschlag zwischen den Jahren 2011 - 2014 zum 30 - jährigen Mittelwert.....	147
Tabelle A2: Differenzen von Monatsmitteltemperaturen und Niederschlagssummen zwischen den Jahren 2011 - 2014 zum 30 - jährigen Mittelwert.....	147
Tabelle A3: Vegetationseinheiten in den Untersuchungsflächen.....	148
Tabelle A4: Artenliste der Laufkäfer aus Boden- und Richtungsfallen mit Angaben zur Ökologie..	151
Tabelle A5: Artenliste der Spinnentiere aus Boden- und Richtungsfallen mit Angaben zur Ökologie.....	153
Tabelle A6: Legende der differenzierten ökologischen Typen.....	158
Tabelle A7: Legende der zusammengefassten ökologischen Typen.....	158
Tabelle A8: Legende der differenzierten Habitatpräferenzen.....	158
Tabelle A9: Legende der zusammengefassten Habitatpräferenzen.....	159
Tabelle A10: Legende der flugdynamischen Typen der Laufkäfer.....	159
Tabelle A11: Legende der Körpermasseklassen.....	160
Tabelle A12: Statistische Kennwerte des Sequenztests für Laufkäferindividuen.....	160
Tabelle A13: Statistische Kennwerte des Sequenztests für Spinnentierindividuen.....	161
Tabelle A14: Arten - Diversitätsindices der Laufkäferzönosen.....	162
Tabelle A15: Arten - Diversitätsindices der Spinnentierzönosen.....	164
Tabelle A16: Habitatpräferenz - Diversitätsindices der Laufkäferzönosen.....	165
Tabelle A17: Habitatpräferenz - Diversitätsindices der Spinnentierzönosen.....	167
Tabelle A18: Jahressummen der Laufkäferindividuen aus den Richtungsfallen.....	168
Tabelle A19: Jahressummen der Spinnentierindividuen aus den Richtungsfallen.....	170
Tabelle A20: U - Test für die Laufkäferzönosen aus den Richtungsfallen.....	171
Tabelle A21: U - Test für die Spinnentierzönosen aus den Richtungsfallen.....	172
Tabelle A22: Mittlere Deckungsgrade der aufgenommenen Vegetationsstrukturvariablen.....	173
Tabelle A23: Vegetationsstruktur - Diversitätsindices.....	175
Tabelle A24: Varianzanalyse für die Vegetationsstruktur - Diversität in den Agrarholzflächen.....	176
Tabelle A25: Varianzanalyse für die Vegetationsstruktur - Diversität in den Referenzflächen.....	177
Tabelle A26: Korrelationsmatrix der Strukturvariablen aus der RDA im gesamten Untersuchungszeitraum.....	178
Tabelle A27: Korrelationsmatrix der Strukturvariablen aus der RDA für Laufkäfer im 1. bis 4. Aufwuchsjahr der Agrarholzflächen.....	178
Tabelle A28: Korrelationsmatrix der Strukturvariablen aus der RDA für Spinnentiere im 1. bis 4. Aufwuchsjahr der Agrarholzflächen.....	179
Tabelle A29: Ladungen der Flächenpunkte auf den Ordinationsachsen 1 - 4 aus der RDA für Laufkäfer im gesamten Untersuchungszeitraum.....	179
Tabelle A30: Ladungen der Flächenpunkte auf den Ordinationsachsen 1 - 4 aus der RDA für Spinnentiere im gesamten Untersuchungszeitraum.....	181
Tabelle A31: Ladungen der Flächenpunkte auf den Ordinationsachsen 1 - 4 aus der RDA für Laufkäfer im 1. bis 4. Aufwuchsjahr der Agrarholzflächen.....	182
Tabelle A32: Ladungen der Flächenpunkte auf den Ordinationsachsen 1 - 4 aus der RDA für Spinnentiere im 1. bis 4. Aufwuchsjahr der Agrarholzflächen.....	184

Tabellenverzeichnis des Anhangs (Fortsetzung)

Tabelle A33: Varianzanalyse von ökologischen Typen der Laufkäfer.....	187
Tabelle A34: Varianzanalyse von ökologischen Typen der Spinnentiere.....	189
Tabelle A35: Varianzanalyse von Körpermasseklassen der Laufkäfer.....	191
Tabelle A36: Varianzanalyse von Körpermasseklassen der Spinnentiere.....	192
Tabelle A37: Varianzanalyse von flugdynamischen Typen der Laufkäfer.....	194
Tabelle A38: Varianzanalyse der Individuen von steno - und eurytopen Waldarten der Laufkäfer in den Agrarholzflächen.....	195
Tabelle A39: Varianzanalyse der Individuen von steno - und eurytopen Waldarten der Spinnentiere in den Agrarholzflächen.....	196
Tabelle A40: Signifikanzen von Sequenztests auf Autokorrelation aus linearen Regressionen für ökologische Merkmale in den Agrarholzflächen (flächensortiert).....	196
Tabelle A41: Signifikanzen von Sequenztests auf Autokorrelation aus linearen Regressionen für ökologische Merkmale in den Agrarholzflächen (zeitlich sortiert).....	197
Tabelle A42: Statistische Kennwerte der RDA für die Relation zwischen ökologischen Typen der Laufkäfer und ausgewählten Vegetationsstrukturvariablen.....	197
Tabelle A43: Statistische Kennwerte der RDA für die Relation zwischen Habitatpräferenzen der Laufkäfer und ausgewählten Vegetationsstrukturvariablen.....	199
Tabelle A44: Statistische Kennwerte der RDA für die Relation zwischen ökologischen Typen der Spinnentiere und ausgewählten Vegetationsstrukturvariablen.....	201
Tabelle A45: Statistische Kennwerte der RDA für die Relation zwischen Habitatpräferenzen der Spinnentiere und ausgewählten Vegetationsstrukturvariablen.....	204
Tabelle A46: Signifikanzen von Sequenztests auf Autokorrelation für eine Regression für die Diversitätsindices von Strukturelementen, Laufkäfern und Spinnentieren.....	205

Anmerkung: Die Möglichkeit zur Bereitstellung von Rohdaten besteht in Rücksprache mit der Autorin unter folgender Kontaktadresse: Dr. Michael Glemnitz, Leibniz - Zentrum für Agrarlandschaftsforschung (ZALF) e. V., Eberswalder Str. 84, 15374 Müncheberg.

Tabelle A1: Mittlere Temperatur und Niederschlagssumme je Jahr sowie die Differenzen zum 30 - jährigen Mittel 1985 - 2014 (Temperatur: 8,4 °C, Niederschlag: 689,8 mm) an der Klimastation Burgwald - Bottendorf.

	2011	2012	2013	2014
Temperatur [°C]	9,2	8,7	8,3	10,0
Differenz	0,8	0,3	-0,1	1,6
Niederschlag [mm]	657,3	646,5	775,8	804,0
Differenz	-32,5	-43,3	86,0	114,2

Tabelle A2: Mittlere Temperaturen und Niederschlagssummen je Monat in den Untersuchungsjahren 2011 - 2014 und ihre Differenzen zum 30 - jährigen Monatsmittel 1985 - 2014 an der Klimastation Burgwald - Bottendorf. MW = Mittelwert.

	Jan	Feb	Mär	Apr	Mai	Jun	Jul	Aug	Sep	Okt	Nov	Dez
MW 1985 - 2014												
Temperatur [°C]	0,2	0,6	4,0	8,0	12,5	15,2	17,3	16,6	12,7	8,4	4,4	1,2
Niederschlag [mm]	62,9	48,1	48,0	40,3	62,3	62,6	73,2	62,3	56,8	57,5	55,1	70,5
Temperatur 2011	0,9	1,1	4,6	11,3	13,2	16,1	15,7	17,1	14,3	8,3	3,5	3,5
Differenz	0,7	0,5	0,6	3,3	0,7	0,9	-1,6	0,5	1,6	-0,1	-0,9	2,3
Niederschlag 2011	54,0	25,0	10,4	21,9	22,6	111,4	69,4	94,1	81,8	29,1	1,5	136,1
Differenz	-8,9	-23,2	-37,6	-18,4	-39,7	48,8	-3,8	31,8	25,0	-28,4	-53,6	65,6
Temperatur 2012	1,8	-2,0	6,8	7,6	13,9	14,6	16,7	17,8	12,3	7,7	4,7	1,9
Differenz	1,6	-1,4	2,8	-0,4	1,4	-0,6	-0,6	1,2	-0,4	-0,7	0,3	0,7
Niederschlag 2012	91,8	9,0	6,8	44,8	48,0	84,8	109,2	29,0	25,0	56,5	44,0	97,6
Differenz	28,9	-39,1	-42,2	4,5	-14,3	22,2	36,0	-33,3	-31,8	-1,0	-11,1	27,1
Temperatur 2013	0,1	-1,1	-0,3	7,9	11,4	15,5	18,9	17,1	12,9	10,0	3,9	3,2
Differenz	-0,1	-1,1	-4,3	-0,1	-1,1	0,3	1,6	0,5	0,2	1,6	-0,5	2,0
Niederschlag 2013	46,2	39,0	39,1	38,1	107,0	93,0	79,3	48,5	50,9	109,5	78,5	46,7
Differenz	-16,7	-9,1	-8,9	-2,2	44,7	30,4	6,1	-13,8	-5,9	52,0	23,4	-23,8
Temperatur 2014	2,9	3,7	6,3	10,6	12,1	15,4	19,1	15,3	14,3	11,3	6,1	2,6
Differenz	2,7	3,1	2,3	2,6	-0,4	0,2	1,8	-1,3	1,6	-1,4	1,7	1,4
Niederschlag 2014	53,4	43,0	7,9	69,1	100,6	42,2	167,5	115,8	24,3	83,3	37,0	59,9
Differenz	-9,5	-5,1	-40,1	28,8	38,3	-20,4	94,3	53,5	11,6	25,8	-18,1	-10,6

Tabelle A3: Vegetationseinheiten nach Ellenberg et al. (1992) für die Untersuchungsflächen in den Aufnahmejahren 2011 (11) und 2012 (12). ArtGes = Artenzahl insgesamt und pro Vegetationseinheit in allen Flächen und Jahren. K = Klasse, O = Ordnung, V = Verband, UV = Unterverband. ACK = Acker, BRA = Brache, GEI = Gehölzinsel, KU1 - KU4 = Agrarholzflächen, KUV = Vorgewende, WAL = Wald, WIE = Wiese, E = Einsaat, KA = Kulturart. Quelle: Wagener et al. (2013, S. 214 ff.).

Vegetationseinheiten	ArtGes	ACK11	ACK12	BRA11	BRA12	GEI11	GEI12	KU111	KU112	KU211	KU212	KU311	KU312	KU411	KU412	KUV11	KUV12	WAL11	WAL12	WIE11	WIE12
Krautige Vegetation oft gestörter Standorte	3			1	1			1	1	2	1	1	1	1	1	1	21 (E)				
O Cyperitalia - Mitteleuropäische Zwergbinsenfluren	1														1						
K Chenopodietea - Hackunkraut - und Ruderalgesellschaften	4							2	1		1	1	2		2	3	2				
O Polygono - Chenopodietalia - Hackunkraut-Gesellschaften	7							1	2			1	5		1	2	1				
V Fumario - Euphorbion - Kalkacker - Gesellschaften	3							2		1											
O Sisymbrietalia - kurzlebige Ruderalgesellschaften	1								1												
V Sisymbion - Wegrauken - Gesellschaften	1											1									
K Secalietea - Getreideunkraut - Gesellschaften	5	3	3	2	2			3	4	1		1	5		1	4	3				
O Aperiotalia - Windhalm-Gesellschaften	1								1												
V Aphanion arvensis - Ackerfrauenmantel - Gesellschaften	2	1	1					2	2				1		2						
K Artemisietea - Stickstoff-Krautfluren	3						2		3	1	1	1	1		2		1				
O Glechometalia - Nitrophile Saum - und Verdichtungsgesellschaften	1						1														
V Alliarion - Knoblauchsrauken-Gesellschaften	2					2	2														1

Tabelle A3 (Fortsetzung)

Vegetationseinheiten	ArtGes	ACK11	ACK12	BRA11	BRA12	GEI11	GEI12	KU111	KU112	KU211	KU212	KU311	KU312	KU411	KU412	KUV11	KUV12	WAL11	WAL12	WIE11	WIE12
V Onopordion acanthii - Eselsdistel - Gesellschaften	2															2 (E)	2 (E)				
V Dauco - Melilotion - Möhren -Steinklee - Gesellschaften	3															2 (E)	2 (E)				
O Agropyretalia intermediae-repentis - halbruderale Halbtrockenrasen	1			1	1			1	1	1	1	1	1	1	1						
V Convolvulo - Agropyron - Ackerwinden-Quecken-Gesellschaften	1																1 (E)				
O Plantaginetalia - Trittpflanzen-Gesellschaften	1							1				1		1	1	1	1				
V Polygonion avicularis - Vogelknöterich - Gesellschaften	2		1									1	1		1						
V Agropyro - Rumicion - Flutrasen	3								1		1	2	1			1	2		1		
Anthropo-zoogene Heiden und Rasen	3			1	1			2	2	1	1	1	1	1	1		1			3	3
K Sedo-Scleranthetea - lockere Sand- und Felsrasen	2							2	2												
O Sedo-Scleranthetalia - Felsgrus- und Felsband - Gesellschaften	1							1							1						
K Festuco - Brometea - Kalk-Magerrasen	1																			1	1
O Corynephorretalia - Sandboden-Gesellschaften	1															1 (E)	1 (E)				
K Molinio - Arrhenatheretea - Mähwiesen- und Weidegesellschaften	12			4	9			2		1	1	2	5		2	1	6			8	11
O Molinietalia - Nass- und Streuwiesen, nasse Hochstaudengesellschaften	1																1				
O Arrhenatheretalia - Fettwiesen und -weiden	5			2	2					1	1					1	1			4	5
V Arrhenaterion elatoris - Glatthaferwiesen	3			2	2				2				1								

Tabelle A3 (Fortsetzung)

Vegetationseinheiten	ArtGes	ACK11	ACK12	BRA11	BRA12	GEI11	GEI12	KU111	KU112	KU211	KU212	KU311	KU312	KU411	KU412	KUV11	KUV12	WAL11	WAL12	WIE11	WIE12
V Cynosurion - Fettweiden	6			2	2			1	1	1		1	3		1	2	2			2	3
K Trifolio - Geranietea - Staudensäume an Gehölzen	1									1	1				1						
V Geranion sanguinei - Blutstorchschnabel - Saumgesellschaften	1							1													
K Epilobietea - Waldlichtungsfluren	1									1	1										
O Atropetalia - Tollkirschen - Gesellschaften	2				1					1	1	1			1	1 (E)					
V Sambuco - Salicion - Holunder-Weiden - Gesellschaften	1							1	1	1											
V Linnaeo - Piceion	1																				1
Laubwälder und verwandte Gebüsche	2					1	1											1			
K Querco - Fagetea - reichere Laubwälder	4					2	3											1	1		
O Prunetalia spinosae - Schlehengebüsche	2				1	1	1														1
UV Carpinio - Prunio - Hainbuchen-Traubenkirschen - Gesellschaften	1						1														1
O Fagetalia - frische Sommerwälder	3						3							1	1						2
V Fagion sylvaticae - Buchen - und Buchenmischwälder	1						1												1	1	
V Carpinion betuli - Eichen - Hainbuchenwälder	2					2	2														
Arten ohne pflanzensoziologische Zuordnung (indifferente Arten) und Kulturarten	36	(1 KA)	4 (1 KA)	4	2	5	9	6 (1 KA)	5 (1 KA)	3 (1 KA)	8 (1 KA)	6 (1 KA)	7 (1 KA)	4 (1 KA)	7 (1 KA)	(1 KA, 1 E)	(1 KA, 3 E)	1	6	4	5
Arten gesamt pro Vegetationseinheit	141	5	9	19	24	13	26	25	33	17	20	21	36	8	28	29	41	5	15	23	28

Tabelle A4: Liste der Laufkäferarten und -individuen, die mit Bodenfallen (BF) und Richtungsfallen (RF) im Untersuchungszeitraum 2011 - 2014 in allen Untersuchungsflächen gefangen wurden mit Angabe des Autors, der Abkürzung des Artnamens, des ökologischen Typs (ÖT), der Habitatpräferenz (HP), des flugdynamischen Typs (FdT) und der Körpermasseklasse (KMK). Legenden: s. Tabellen A6, A8, A10 und A11.

Art	Autor	Kürzel	BF	RF	ÖT	HP	FdT	KMK
<i>Abax ovalis</i>	(Duftschmid, 1812)	Aba oval	371	0	(h)w	FWA	br	IV
<i>Abax parallelepipedus</i>	(Piller & Mitterpacher, 1783)	Aba para	1725	75	(w)	WAL	br	IV
<i>Abax parallelus</i>	(Duftschmid, 1812)	Aba parl	2	0	(h)w	MWA	br	IV
<i>Acupalpus meridianus</i>	(Linnaeus, 1760)	Acu meri	6	3	(h)	ACK	ma	I
<i>Agonum emarginatum</i>	(Gyllenhal, 1827)	Ago emar	1	0	h(w)	VUF	di	II
<i>Agonum fuliginosum</i>	(Panzer, 1809)	Ago fuli	2	4	h(w)	ROE	di	I
<i>Agonum muelleri</i>	(Herbst, 1784)	Ago muel	259	151	(h)	TUF	ma	II
<i>Agonum sexpunctatum</i>	(Linnaeus, 1758)	Ago sexp	119	19	(h)	ROB	ma	II
<i>Agonum thoreyi</i>	Dejean, 1828	Ago thor	0	1	h	ROE	ma	II
<i>Agonum viduum</i>	(Panzer, 1796)	Ago vidu	2	0	h	ROE	ma	II
<i>Amara aenea</i>	(De Geer, 1774)	Ama aene	100	55	x(w)	OTH	ma	II
<i>Amara apricaria</i>	(Paykull, 1790)	Ama apri	147	82	(h)	PIO	ma	II
<i>Amara aulica</i>	(Panzer, 1796)	Ama auli	80	28	(x)	WBE	ma	III
<i>Amara bifrons</i>	(Gyllenhal, 1810)	Ama bifr	4	3	(x)	ACK	ma	I
<i>Amara communis</i>	(Panzer, 1797)	Ama comm	337	51	h	NWI	ma	II
<i>Amara consularis</i>	(Duftschmid, 1812)	Ama cons	269	189	(x)	GRL	ma	II
<i>Amara convexior</i>	Stephens, 1828	Ama conv	28	1	x	KTR	ma	II
<i>Amara curta</i>	Dejean, 1828	Ama curt	0	14	x	OTH	ma	I
<i>Amara eurynota</i>	(Panzer, 1796)	Ama eury	1	0	x	KTR	ma	III
<i>Amara familiaris</i>	(Duftschmid, 1812)	Ama fami	18	8	(x)	GRL	ma	I
<i>Amara fulva</i>	(O.F. Müller, 1776)	Ama fulv	0	2	x	STR	ma	III
<i>Amara littorea</i>	C.G. Thomson, 1857	Ama litt	33	12	(h)	ACK	ma	II
<i>Amara lunicollis</i>	Schiödte, 1837	Ama luni	954	48	(h)	GRL	ma	II
<i>Amara ovata</i>	(Fabricius, 1792)	Ama ovat	36	47	(h)	GRL	ma	II
<i>Amara plebeja</i>	(Gyllenhal, 1810)	Ama pleb	10	9	h	NWI	ma	II
<i>Amara similata</i>	(Gyllenhal, 1810)	Ama simi	91	37	(h)	WEI	ma	II
<i>Anchomenus dorsalis</i>	(Pontoppidan, 1763)	Anc dors	1897	2402	(h)	ACK	ma	I
<i>Anisodactylus binotatus</i>	(Fabricius, 1787)	Ani bino	25	11	eu	OHP	ma	III
<i>Asaphidion flavipes</i>	(Linnaeus, 1760)	Asa flav	21	69	(h)	SUF	ma	I
<i>Asaphidion pallipes</i>	(Duftschmid, 1812)	Asa pall	3	0	(h)	SUF	ma	I
<i>Badister bullatus</i>	(Schränk, 1798)	Bad bull	21	34	x	KTR	ma	I
<i>Badister lacertosus</i>	Sturm, 1815	Bad lace	19	12	h(w)	NWA	ma	I
<i>Bembidion guttula</i>	(Fabricius, 1792)	Bem gutt	2	0	h	NWI	di	I
<i>Bembidion lampros</i>	(Herbst, 1784)	Bem lamp	3168	3651	(x)	ACK	di	I
<i>Bembidion obliquum</i>	Sturm, 1825	Bem obli	0	5	h	SCH	ma	I
<i>Bembidion obtusum</i>	Audinet-Serville, 1821	Bem obtu	1844	428	(h)	GRL	di	I
<i>Bembidion properans</i>	(Stephens, 1828)	Bem prop	83	42	(x)	ACK	di	I
<i>Bembidion quadrimaculatum</i>	(Linnaeus, 1760)	Bem quad	61	114	(x)	ACK	ma	I
<i>Bembidion tetracolum</i>	Say, 1823	Bem tetr	1	0	eu	ACK	di	I
<i>Brachinus crepitans</i>	(Linnaeus, 1758)	Bra crep	869	264	x	KTR	ma	II
<i>Brachinus explodens</i>	Duftschmid, 1812	Bra expl	0	1	(h)	ACK	ma	I
<i>Bradycellus csikii</i>	Laczó, 1912	Bra csik	29	4	(x)	RUD	di	I
<i>Calathus ambiguus</i>	(Paykull, 1790)	Cal ambi	2	1	x	STR	ma	III
<i>Calathus cinctus</i>	Motschulsky, 1850	Cal cinc	1	1	x	STR	di	II
<i>Calathus fuscipes</i>	(Goeze, 1777)	Cal fusc	254	111	x	OTH	di	III
<i>Calathus melanocephalus</i>	(Linnaeus, 1758)	Cal mela	253	73	x	OTH	di	II

Tabelle A4 (Fortsetzung)

Art	Autor	Kürzel	BF	RF	ÖT	HP	FdT	KMK
<i>Calathus micropterus</i>	(Duftschmid, 1812)	Cal micr	1	1	(x)w	SWA	br	II
<i>Calathus rotundicollis</i>	Dejean, 1828	Cal rotu	560	0	w	WAL	ma	III
<i>Calosoma inquisitor</i>	(Linnaeus, 1758)	Cal inqu	3	3	(h)w	FWA	ma	IV
<i>Carabus auratus auratus</i>	(Linnaeus, 1760)	Car aura	140	62	(x)	GRL	br	V
<i>Carabus auronitens auronitens</i>	Fabricius, 1792	Car aurn	2	0	(h)w	MWA	br	V
<i>Carabus cancellatus cancellatus</i>	Illiger, 1798	Car canc	6	4	(h)	ACK	br	V
<i>Carabus granulatus granulatus</i>	Linnaeus, 1758	Car gran	15	13	h(w)	ONH	di	IV
<i>Carabus nemoralis nemoralis</i>	O.F. Müller, 1764	Car nemo	132	97	(w)	WAL	br	V
<i>Carabus problematicus proble.</i>	Herbst, 1768	Car prob	138	18	w	WAL	br	V
<i>Carabus violaceus purpurascens</i>	Fabricius, 1787	Car vpur	757	183	w	WAL	br	V
<i>Chlaenius nigricornis</i>	(Fabricius, 1787)	Chl nigr	1	0	h	NWI	ma	III
<i>Cicindela campestris</i>	Linnaeus, 1758	Cic camp	4	3	(x)	ROB	ma	III
<i>Clivina collaris</i>	(Herbst, 1784)	Cli coll	8	1	(h)	SUF	ma	I
<i>Clivina fossor</i>	(Linnaeus, 1758)	Cli foss	606	195	eu	OHA	di	I
<i>Cychnus caraboides</i>	(Linnaeus, 1758)	Cyc cara	0	2	(w)	WAL	br	IV
<i>Demetrias atricapillus</i>	(Linnaeus, 1758)	Dem atri	3	3	(h)	ACK	ma	I
<i>Diachromus germanus</i>	(Linnaeus, 1758)	Dia germ	1	0	(h)	GRL	ma	III
<i>Dyschirius globosus</i>	(Herbst, 1784)	Dys glob	3	0	eu	OHP	di	I
<i>Epaphius secalis</i>	(Paykull, 1790)	Epa seca	0	1	h(w)	ONH	br	I
<i>Harpalus affinis</i>	(Schrank, 1781)	Har affi	1023	686	x	OTH	ma	III
<i>Harpalus atratus</i>	Latreille, 1804	Har atra	0	2	x	KTR	ma	III
<i>Harpalus calceatus</i>	(Duftschmid, 1812)	Har calc	4	0	x	STR	ma	III
<i>Harpalus distinguendus</i>	(Duftschmid, 1812)	Har dist	53	27	(x)	ACK	ma	III
<i>Harpalus griseus</i>	(Panzer, 1796)	Har gris	1	0	x	STR	ma	III
<i>Harpalus laevipes</i>	Zetterstedt, 1828	Har laev	1	0	w	WAL	ma	III
<i>Harpalus latus</i>	(Linnaeus, 1758)	Har latu	161	155	eu	OHA	ma	III
<i>Harpalus luteicornis</i>	(Duftschmid, 1812)	Har lute	61	10	(h)	WEI	ma	I
<i>Harpalus rubripes</i>	(Duftschmid, 1812)	Har rubr	60	112	x	OTH	ma	III
<i>Harpalus rufipalpis</i>	Sturm 1818	Har rupa	1	0	x	STR	ma	III
<i>Harpalus rufipes</i>	(De Geer, 1774)	Har rufi	5081	1606	(x)	ACK	ma	III
<i>Harpalus signaticornis</i>	(Duftschmid, 1812)	Har sign	1	3	x	KTR	ma	I
<i>Harpalus smaragdinus</i>	(Duftschmid, 1812)	Har smar	9	1	x	STR	ma	III
<i>Harpalus solitaris</i>	Dejean, 1829	Har soli	1	0	(x)w	VWA	ma	III
<i>Harpalus tardus</i>	(Panzer, 1796)	Har tard	2	2	x	OTH	ma	III
<i>Leistus ferrugineus</i>	(Linnaeus, 1758)	Lei ferr	21	73	(w)	WAL	br	I
<i>Leistus piceus</i>	Frölich, 1799	Lei pice	0	5	(h)w	MWA	br	II
<i>Leistus rufomarginatus</i>	(Duftschmid, 1812)	Lei rufo	19	3	w	WAL	ma	II
<i>Limodromus assimilis</i>	(Paykull, 1790)	Lim assi	1034	412	hw	NWA	ma	III
<i>Loricera pilicornis</i>	(Fabricius, 1775)	Lor pili	550	424	eu	OHA	ma	II
<i>Microlestes minutulus</i>	(Goeze, 1777)	Mic minu	2	10	(x)	ROB	ma	I
<i>Nebria brevicollis</i>	(Fabricius, 1792)	Neb brev	3580	215	(w)	WAL	ma	III
<i>Notiophilus aestuans</i>	Dejean, 1826	Not aest	1	2	(h)	ROB	di	I
<i>Notiophilus aquaticus</i>	(Linnaeus, 1758)	Not aqua	1	6	x	KTR	di	I
<i>Notiophilus biguttatus</i>	(Fabricius, 1779)	Not bigu	563	377	w	WAL	di	I
<i>Notiophilus palustris</i>	(Duftschmid, 1812)	Not palu	40	308	x	KTR	di	I
<i>Olisthopus rotundatus</i>	(Paykull, 1790)	Oli rotu	3	2	x	STR	di	I
<i>Ophonus ardosiacus</i>	Lutschnik, 1922	Oph ardo	0	1	x	KTR	ma	III
<i>Ophonus rufibarbis</i>	(Fabricius, 1792)	Oph rufi	3	23	(x)	GRL	ma	II
<i>Oxypselaphus obscurus</i>	(Herbst, 1784)	Oxy obsc	71	130	h(w)	ROE	di	I
<i>Panagaeus bipustulatus</i>	(Fabricius, 1775)	Pan bipu	6	3	x	OTH	ma	II

Tabelle A4 (Fortsetzung)

Art	Autor	Kürzel	BF	RF	ÖT	HP	FdT	KMK
<i>Panagaeus cruxmajor</i>	(Linnaeus, 1758)	Pan crux	0	5	h	NHF	ma	II
<i>Paradromius linearis</i>	(Olivier, 1795)	Par line	1	1	x	KTR	di	I
<i>Poecilus cupreus</i>	(Linnaeus, 1758)	Poe cupr	3767	1153	(x)	GRL	ma	III
<i>Poecilus versicolor</i>	(Sturm, 1824)	Poe vers	3994	1004	(h)	WEI	ma	III
<i>Pterostichus burmeisteri burm.</i>	Heer, 1838	Pte burm	513	0	(h)w	FWA	br	III
<i>Pterostichus diligens</i>	(Sturm, 1824)	Pte dili	0	1	h	HMO	di	I
<i>Pterostichus melanarius</i>	(Illiger, 1798)	Pte mela	6382	1598	eu	ACK	di	IV
<i>Pterostichus niger</i>	(Schaller, 1783)	Pte nige	1898	612	w	WAL	di	IV
<i>Pterostichus nigrita</i>	(Paykull, 1790)	Pte nigr	1	1	h(w)	VUF	ma	III
<i>Pterostichus oblongopunctatus</i>	(Fabricius, 1787)	Pte oblo	728	36	w	WAL	di	III
<i>Pterostichus strenuus</i>	(Panzer, 1796)	Pte stre	443	78	h(w)	VUF	di	I
<i>Pterostichus vernalis</i>	(Panzer, 1796)	Pte vern	292	112	h	NWI	di	I
<i>Stomis pumicatus</i>	(Panzer, 1796)	Sto pumi	99	122	h	NWI	br	II
<i>Synuchus vivalis</i>	(Illiger, 1798)	Syn viva	126	55	h	NWI	di	II
<i>Trechoblemus micros</i>	(Herbst, 1784)	Tre micr	3	1	h	NMO	ma	I
<i>Trechus obtusus</i>	Erichson, 1837	Tre obtu	22	0	h	VUF	di	I
<i>Trechus quadristriatus</i>	(Schrank, 1781)	Tre quad	458	265	eu	ACK	ma	I
<i>Trichotichnus laevicollis</i>	(Duftschmid, 1812)	Tri laev	7	4	(h)w	MWA	ma	II
<i>Trichotichnus nitens</i>	(Heer, 1837)	Tri nite	2	7	w	WAL	ma	II

Tabelle A5: Liste der Spinnentierarten und -individuen, die mit Bodenfallen (BF) und Richtungsfallen (RF) im Untersuchungszeitraum 2011 - 2014 in allen Untersuchungsflächen gefangen wurden, mit Angabe des Autors, der Abkürzung des Artnamens, des ökologischen Typs (ÖT), der Habitatpräferenz (HP) und der Körpermasseklasse (KMK). Legenden: s. Tabellen A6, A8 und A11.

Art	Autor	Kürzel	BF	RF	ÖT	HP	KMK
<i>Aculepeira ceropegia</i>	(Walckenaer, 1802)	Acu cero	1	0	(x)	ACK	IV
<i>Agroeca brunnea</i>	(Blackwall, 1833)	Agr brun	0	2	(w)	SWA	III
<i>Agroeca proxima</i>	(O. P.-Cambridge, 1871)	Agr prox	2	5	x	OTH	II
<i>Agyneta affinis</i>	(Kulczynski, 1898)	Agy affi	1	10	(h)	OHA	I
<i>Agyneta decora</i>	(O. P.-Cambridge, 1871)	Agy deco	20	5	h	RUD	I
<i>Agyneta rurestris</i>	(C.L. Koch, 1836)	Agy rure	172	110	(x)	ACK	I
<i>Allomengea scopigera</i>	(Grube, 1859)	All scop	0	6	h	NMO	II
<i>Allomengea vidua</i>	(L. Koch, 1879)	All vidu	1	1	h	NWI	II
<i>Alopecosa cuneata</i>	(Clerck, 1757)	Alo cune	912	96	(x)	WEI	III
<i>Alopecosa farinosa</i>	(Herman, 1879)	Alo fari	0	1	x	OTH	IV
<i>Alopecosa pulverulenta</i>	(Clerck, 1757)	Alo pulv	496	410	(x)	OHA	III
<i>Alopecosa taeniata</i>	(C.L. Koch, 1835)	Alo taen	1	2	(h)w	MWA	IV
<i>Amaurobius fenestralis</i>	(Ström, 1768)	Ama fene	4	0	(h)w	FWA	III
<i>Anelasmaocephalus cambridgei</i>	(Westwood, 1874)	Ane camb	31	1	(h)w	FWA	II
<i>Anguliphantes angulipalpis</i>	(Westring, 1851)	Ang angul	1	0	(x)w	SWA	I
<i>Anyphaena accentuata</i>	(Walckenaer, 1802)	Any acce	7	0	(h)w	FWA	II
<i>Araeoncus humilis</i>	(Blackwall, 1841)	Ara humi	14	10	(x)	ACK	I
<i>Araneus diadematus</i>	Clerck, 1757	Ara diad	1	0	(x)(w)	SWA	IV
<i>Araneus quadratus</i>	Clerck, 1757	Ara quad	4	5	(h)	GRL	V
<i>Araneus triguttatus</i>	(Fabricius, 1793)	Ara trig	1	0	(h)w	FWA	II
<i>Araniella cucurbitina</i>	(Clerck, 1757)	Ara cucu	0	4	(x)(w)	VWA	II
<i>Arctosa leopardus</i>	(Sundevall, 1833)	Arc leop	0	1	h	ONH	III
<i>Asagena phalerata</i>	(Panzer, 1801)	Asa phal	0	1	x	STR	II

Tabelle A5 (Fortsetzung)

Art	Autor	Kürzel	BF	RF	ÖT	HP	KMK
<i>Asthenargus paganus</i>	(Simon, 1884)	Ast paga	0	1	(h)w	MWA	I
<i>Aulonia albimana</i>	(Walckenaer, 1805)	Aul albi	9	25	x	OTH	II
<i>Bathyphantes gracilis</i>	(Blackwall, 1841)	Bat grac	247	110	(x)	ACK	I
<i>Bathyphantes nigrinus</i>	(Westring, 1851)	Bat nigr	0	3	hw	NWA	I
<i>Bathyphantes parvulus</i>	(Westring, 1851)	Bat parv	52	49	eu	RUD	I
<i>Centromerita bicolor</i>	(Blackwall, 1833)	Cen bico	1070	312	(x)(w)	VWA	II
<i>Centromerus brevipalpus</i>	(Menge, 1866)	Cen brev	5	0	h(w)	FWA	I
<i>Centromerus dilutus</i>	(O. P.-Cambridge, 1875)	Cen dilu	3	0	(h)w	FWA	I
<i>Centromerus incilium</i>	(L. Koch, 1881)	Cen inci	1	0	(h)(w)	VWA	I
<i>Centromerus pabulator</i>	(O. P.-Cambridge, 1875)	Cen pabu	0	1	(x)w	SWA	II
<i>Centromerus sylvaticus</i>	(Blackwall, 1841)	Cen sylv	418	209	(h)(w)	VWA	I
<i>Ceratinella brevis</i>	(Wider, 1834)	Cer brev	15	7	(h)w	FWA	I
<i>Cheiracanthium erraticum</i>	(Walckenaer, 1802)	Che erra	2	5	eu	OHA	III
<i>Cicurina cicur</i>	(Fabricius, 1793)	Cic cicu	3	4	(h)(w)	VWA	II
<i>Clubiona comta</i>	C.L. Koch, 1839	Clu comt	8	0	(x)w	SWA	II
<i>Clubiona diversa</i>	O. P.-Cambridge, 1862	Clu dive	8	12	(h)	OHA	II
<i>Clubiona lutescens</i>	Westring, 1851	Clu lute	0	1	h	ONH	II
<i>Clubiona neglecta</i>	O. P.-Cambridge, 1862	Clu negl	0	2	h	VUF	II
<i>Clubiona pallidula</i>	(Clerck, 1757)	Clu pall	2	3	(h)(w)	WAL	III
<i>Clubiona reclusa</i>	O. P.-Cambridge, 1863	Clu recl	115	190	(x)	RUD	II
<i>Clubiona terrestris</i>	Westring, 1851	Clu terr	21	8	(x)w	SWA	III
<i>Cnephalocotes obscurus</i>	(Blackwall, 1834)	Cne obsc	35	146	(h)	RUD	I
<i>Coelotes terrestris</i>	(Wider, 1834)	Coe terr	311	4	(h)w	FWA	IV
<i>Collinsia inerrans</i>	(O. P.-Cambridge, 1885)	Col iner	129	47	(h)	ACK	I
<i>Cryptachaea riparia</i>	(Blackwall, 1834)	Cry ripa	1	2	(x)	RUD	II
<i>Cyclosa conica</i>	(Pallas, 1772)	Cyc coni	3	0	(x)w	SWA	II
<i>Diaea dorsata</i>	(Fabricius, 1777)	Dia dors	1	0	(h)w	FWA	II
<i>Dicymbium nigrum brevisetosum</i>	Locket, 1962	Dic brev	515	104	eu	RUD	I
<i>Diplocephalus cristatus</i>	(Blackwall, 1833)	Dip cris	0	10	(h)	WIE	I
<i>Diplocephalus latifrons</i>	(O. P.-Cambridge, 1863)	Dip lati	66	36	(h)w	FWA	I
<i>Diplocephalus picinus</i>	(Blackwall, 1841)	Dip pici	677	41	(h)w	FWA	I
<i>Diplostyla concolor</i>	(Wider, 1834)	Dip conc	247	287	(h)(w)	VWA	I
<i>Drassodes cupreus</i>	(Blackwall, 1834)	Dra cupr	0	4	eu	OHA	V
<i>Drassodes lapidosus</i>	(Walckenaer, 1802)	Dra lapi	2	6	eu	OTH	V
<i>Drassodes pubescens</i>	(Thorell, 1856)	Dra pube	5	1	x	RUD	III
<i>Drassyllus lutetianus</i>	(L. Koch, 1866)	Drs lute	130	178	(h)(w)	RUD	II
<i>Drassyllus pusillus</i>	(C.L. Koch, 1833)	Drs pusi	166	229	(x)(w)	OHA	II
<i>Enoplognatha ovata</i>	(Clerck, 1757)	Eno ovat	14	2	(x)(w)	VWA	II
<i>Enoplognatha thoracica</i>	(Hahn, 1833)	Eno thor	45	1	(x)	WEI	II
<i>Episinus angulatus</i>	(Blackwall, 1836)	Epi angu	1	0	(h)(w)	WAL	II
<i>Eratigena picta</i>	(Simon, 1870)	Era pict	6	6	(x)(w)	FWA	III
<i>Erigone atra</i>	Blackwall, 1833	Eri atra	2108	1248	(h)	ACK	I
<i>Erigone dentipalpis</i>	(Wider, 1834)	Eri dent	1412	822	(x)	ACK	I
<i>Erigonella hiemalis</i>	(Blackwall, 1841)	Eri hiem	128	146	(h)	RUD	I
<i>Ero furcata</i>	(Villers, 1789)	Ero furc	3	1	(x)(w)	SWA	I
<i>Euophrys frontalis</i>	(Walckenaer, 1802)	Euo fron	0	8	(x)w	WAL	II
<i>Evarcha arcuata</i>	(Clerck, 1757)	Eva arcu	2	0	eu	OHA	II
<i>Evarcha falcata</i>	(Clerck, 1757)	Eva falc	1	0	(x)(w)	SWA	II
<i>Floronia bucculenta</i>	(Clerck, 1757)	Flo bucc	4	4	(h)w	FWA	II
<i>Gonatium hilare</i>	(Thorell, 1875)	Gon hila	0	1	(h)w	MWA	I

Tabelle A5 (Fortsetzung)

Art	Autor	Kürzel	BF	RF	ÖT	HP	KMK
<i>Gongyliellum latebricola</i>	(O. P.-Cambridge, 1871)	Gon late	3	5	(h)w	WAL	I
<i>Gongyliellum murcidum</i>	Simon, 1884	Gon murc	0	1	h	HMO	I
<i>Gongyliellum vivum</i>	(O. P.-Cambridge, 1875)	Gon vivu	1	0	h	HMO	I
<i>Gongylidium rufipes</i>	(Linnaeus, 1758)	Gon rufi	0	1	(h)(w)	FWA	I
<i>Hahnia helveola</i>	Simon, 1875	Hah helv	4	3	(h)w	FWA	I
<i>Hahnia nava</i>	(Blackwall, 1841)	Hah nava	3	10	(x)(w)	OHP	I
<i>Hahnia pusilla</i>	C.L. Koch, 1841	Hah pusi	0	4	(h)(w)	FWA	I
<i>Haplodrassus signifer</i>	(C.L. Koch, 1839)	Hap sign	38	119	x	OTH	III
<i>Haplodrassus silvestris</i>	(Blackwall, 1833)	Hap silv	14	2	(x)w	SWA	III
<i>Histopona torpida</i>	(C.L. Koch, 1837)	His torp	33	1	(h)w	MWA	II
<i>Inermocoelotes inermis</i>	(L. Koch, 1855)	Ine iner	80	1	(h)w	MWA	IV
<i>Labulla thoracica</i>	(Wider, 1834)	Lab thor	1	0	(h)w	MWA	II
<i>Lacinius dentiger</i>	(C.L. Koch, 1847)	Lac dent	134	41	(h)w	FWA	III
<i>Lacinius ephippiatus</i>	(C.L. Koch, 1835)	Lac ephi	1833	542	(h)w	FWA	II
<i>Larinioides cornutus</i>	(Clerck, 1757)	Lar corn	2	0	h	ROE	IV
<i>Lathys humilis</i>	(Blackwall, 1855)	Lat humi	0	1	(h)w	FWA	I
<i>Leiobunum blackwalli</i>	Meade, 1861	Lei blac	3	0	(h)(w)	FWA	II
<i>Leiobunum rotundum</i>	(Latreille, 1798)	Lei rotu	1	0	w	SWA	II
<i>Lepthyphantes minutus</i>	(Blackwall, 1833)	Lep minu	4	0	(x)w	SWA	II
<i>Leptorhoptrum robustum</i>	(Westring, 1851)	Lep robu	0	1	hw	NWA	II
<i>Linyphia hortensis</i>	Sundevall, 1830	Lin hort	8	6	(h)w	FWA	II
<i>Linyphia triangularis</i>	(Clerck, 1757)	Lin tria	2	1	(x)(w)	OHP	II
<i>Lophopilio palpinalis</i>	(Herbst, 1799)	Lop palp	133	2	(h)w	FWA	II
<i>Mangora acalypha</i>	(Walckenaer, 1802)	Man acal	4	7	eu	OHP	II
<i>Maso sundevalli</i>	(Westring, 1851)	Mas sund	6	1	(h)w	FWA	I
<i>Mermessus trilobatus</i>	(Emerton, 1882)	Mer tril	56	32	eu	OHP	I
<i>Metellina segmentata</i>	(Clerck, 1757)	Met segm	4	1	(w)	FWA	II
<i>Micaria pulicaria</i>	(Sundevall, 1831)	Mic puli	12	79	eu	OHA	II
<i>Micrargus herbigradus</i>	(Blackwall, 1854)	Mic herb	10	2	(x)w	WAL	I
<i>Microlinyphia pusilla</i>	(Sundevall, 1830)	Mic pusi	4	3	(h)	OHA	II
<i>Microneta viaria</i>	(Blackwall, 1841)	Mic viar	210	10	(h)w	FWA	I
<i>Mioxena blanda</i>	(Simon, 1884)	Mio blan	4	4	x	OHA	I
<i>Mitostoma chrysmelas</i>	(Hermann, 1804)	Mit chry	4	0	(h)(w)	RUD	I
<i>Monocephalus fuscipes</i>	(Blackwall, 1836)	Mon fusc	6	5	(h)w	MWA	I
<i>Nemastoma lugubre</i>	(O.F. Müller, 1776)	Nem lugu	362	163	(h)w	FWA	I
<i>Meom reticulatus</i>	(Blackwall, 1853)	Neo reti	1	0	(h)w	FWA	I
<i>Neottiura bimaculata</i>	(Linnaeus, 1767)	Neo bima	7	15	(h)	OHA	I
<i>Neriere clathrata</i>	(Sundevall, 1830)	Ner clat	10	12	(h)(w)	VWA	II
<i>Oedothorax apicatus</i>	(Blackwall, 1850)	Oed apic	5532	2430	(x)	ACK	I
<i>Oedothorax fuscus</i>	(Blackwall, 1834)	Oed fusc	22	23	(h)	NWI	I
<i>Oedothorax gibbosus</i>	(Blackwall, 1841)	Oed gibb	5	1	h	HMO	I
<i>Oedothorax retusus</i>	(Westring, 1851)	Oed retu	23	17	h	WEI	I
<i>Oligolophus tridens</i>	(C.L. Koch, 1836)	Oli trid	3195	1204	(h)(w)	FWA	II
<i>Opilio canestrinii</i>	(Thorell, 1876)	Opi cane	6	0	(h)w	FWA	II
<i>Ostearius melanopygius</i>	(O. P.-Cambridge, 1879)	Ost mela	2	0	(x)	PIO	I
<i>Ozyptila praticola</i>	(C.L. Koch, 1837)	Ozy prat	28	26	(x)w	FWA	II
<i>Pachygnatha clercki</i>	Sundevall, 1823	Pac cler	478	331	h	OHA	II
<i>Pachygnatha degeeri</i>	Sundevall, 1830	Pac dege	1701	315	eu	OHA	II
<i>Pachygnatha listeri</i>	Sundevall, 1830	Pac list	2	6	(h)w	FWA	II
<i>Palliduphantes ericaeus</i>	(Blackwall, 1853)	Pal eric	0	4	h	NHE	I
<i>Palliduphantes pallidus</i>	(O. P.-Cambridge, 1871)	Pal pall	21	3	(h)w	FWA	I

Tabelle A5 (Fortsetzung)

Art	Autor	Kürzel	BF	RF	ÖT	HP	KMK
<i>Pardosa agrestis</i>	(Westring, 1861)	Par agre	49	93	(x)	ACK	III
<i>Pardosa amentata</i>	(Clerck, 1757)	Par amen	4380	3286	h(w)	VWA	II
<i>Pardosa lugubris</i>	(Walckenaer, 1802)	Par lugu	266	218	(h)(w)	VWA	II
<i>Pardosa nigriceps</i>	(Thorell, 1856)	Par nigr	2	0	x	STR	II
<i>Pardosa palustris</i>	(Linnaeus, 1758)	Par palu	6203	1114	eu	GRL	II
<i>Pardosa pullata</i>	(Clerck, 1757)	Par pull	2359	1901	(h)	OHA	II
<i>Pardosa saltans</i>	Töpfer-Hofmann, 2000	Par salt	127	152	(h)(w)	VWA	II
<i>Paroligolophus agrestis</i>	(Meade, 1855)	Pao agre	5	0	(h)(w)	VWA	II
<i>Pelecopsis parallela</i>	(Wider, 1834)	Pel para	1	0	(h)	OHA	I
<i>Phalangium opilio</i>	Linnaeus, 1758	Pha opil	87	40	(x)	ACK	II
<i>Philodromus aureolus</i>	(Clerck, 1757)	Phi aure	1	0	(x)w	SWA	II
<i>Philodromus cespitum</i>	(Walckenaer, 1802)	Phi cesp	1	1	(x)w	SWA	II
<i>Pholcomma gibbum</i>	(Westring, 1851)	Pho gibb	1	0	(x)(w)	SWA	I
<i>Phrurolithus festivus</i>	(C.L. Koch, 1835)	Phr fest	1	6	(x)	TRO	I
<i>Phrurolithus minimus</i>	C.L. Koch, 1839	Phr mini	3	18	x	STR	I
<i>Phylloneta impressa</i>	(L. Koch, 1881)	Phy impr	1	7	(x)	RUD	II
<i>Piratula hygrophila</i>	(Thorell, 1872)	Pir hydr	1	2	h(w)	NWA	II
<i>Piratula latitans</i>	(Blackwall, 1841)	Pir lati	13	21	h	ONH	II
<i>Piratula uliginosa</i>	(Thorell, 1856)	Pir ulig	274	359	h	RUD	II
<i>Pisaura mirabilis</i>	(Clerck, 1757)	Pis mira	12	43	(h)	OHA	V
<i>Platybunus bucephalus</i>	(C.L. Koch, 1835)	Pla buce	35	0	(h)w	MWA	III
<i>Pocadicnemis juncea</i>	Locket & Millidge, 1953	Poc junc	3	0	h	OHA	I
<i>Pocadicnemis pumila</i>	(Blackwall, 1841)	Poc pumi	7	7	(h)(w)	WAL	I
<i>Porrhomma errans</i>	(Blackwall, 1841)	Por erra	70	38	(h)(w)	VWA	I
<i>Porrhomma microphthalmum</i>	(O. P.-Cambridge, 1871)	Por micr	35	21	(x)	ACK	I
<i>Porrhomma oblitum</i>	(O. P.-Cambridge, 1871)	Por obli	8	3	h	VUF	I
<i>Porrhomma pygmaeum</i>	(Blackwall, 1834)	Por pygm	1	1	h(w)	NWA	I
<i>Pseudophrys erratica</i>	(Walckenaer, 1826)	Pse erra	1	0	(x)w	SWA	II
<i>Rilaena triangularis</i>	(Herbst, 1799)	Ril tria	800	124	(h)(w)	GRL	II
<i>Robertus arundineti</i>	(O. P.-Cambridge, 1871)	Rob arun	6	3	eu	OHA	I
<i>Robertus lividus</i>	(Blackwall, 1836)	Rob livi	20	6	(x)w	FWA	I
<i>Robertus neglectus</i>	(O. P.-Cambridge, 1871)	Rob negl	51	45	(h)w	FWA	I
<i>Segestria senoculata</i>	(Linnaeus, 1758)	Seg seno	3	0	(x)w	SWA	III
<i>Stemonyphantes lineatus</i>	(Linnaeus, 1758)	Ste line	6	19	(x)w	VWA	II
<i>Styloctetor compar</i>	(Westring, 1861)	Sty comp	1	9	h	NWI	I
<i>Talavera aequipes</i>	(O. P.-Cambridge, 1871)	Tal aequ	1	12	x	STR	I
<i>Tallusia experta</i>	(O. P.-Cambridge, 1871)	Tal expe	31	10	h(w)	RUD	I
<i>Tapinocyba insecta</i>	(L. Koch, 1869)	Tap inse	50	40	(h)w	FWA	I
<i>Tapinocyba praecox</i>	(O. P.-Cambridge, 1873)	Tap prae	2	1	x	RUD	I
<i>Tapinopa longidens</i>	(Wider, 1834)	Tap long	1	0	(x)w	SWA	II
<i>Tenuiphantes cristatus</i>	(Menge, 1866)	Ten cris	1	0	(h)w	FWA	I
<i>Tenuiphantes flavipes</i>	(Blackwall, 1854)	Ten flav	371	30	(h)w	FWA	I
<i>Tenuiphantes mengei</i>	(Kulczynski, 1887)	Ten meng	9	2	h(w)	WAL	I
<i>Tenuiphantes tenebricola</i>	(Wider, 1834)	Ten tene	61	0	(h)w	FWA	I
<i>Tenuiphantes tenuis</i>	(Blackwall, 1852)	Ten tenu	256	166	(x)	GRL	I
<i>Tenuiphantes zimmermanni</i>	(Bertkau, 1890)	Ten zimm	108	13	(h)w	FWA	I
<i>Tetragnatha montana</i>	Simon, 1874	Tet mont	1	0	h(w)	NWA	IV
<i>Tetragnatha nigrita</i>	Lendl, 1886	Tet nigr	1	0	h(w)	VUF	III
<i>Tetragnatha obtusa</i>	C.L. Koch, 1837	Tet obtu	1	0	(x)w	SWA	II
<i>Tetragnatha pinicola</i>	L. Koch, 1870	Tet pini	3	0	(x)	ACK	II
<i>Theridion varians</i>	Hahn, 1833	The vari	1	0	(x)	OTH	I

Tabelle A5 (Fortsetzung)

Art	Autor	Kürzel	BF	RF	ÖT	HP	KMK
<i>Thyreosthenius biovatus</i>	(O. P.-Cambridge, 1875)	Thy biov	1	1	x	STR	I
<i>Tiso vagans</i>	(Blackwall, 1834)	Tis vaga	94	14	(h)	WEI	I
<i>Trochosa ruricola</i>	(De Geer, 1778)	Tro ruri	1324	3254	eu	GRL	IV
<i>Trochosa spinipalpis</i>	(F.O. P.-Cambridge, 1895)	Tro spin	1	0	h	NWI	IV
<i>Trochosa terricola</i>	Thorell, 1856	Tro terr	782	913	(h)	RUD	IV
<i>Trogulus nepaeformis</i>	(Scopoli, 1763)	Tro nepa	0	1	(h)w	SWA	III
<i>Troxochrus scabriculus</i>	(Westring, 1851)	Tro scab	3	4	x	STR	I
<i>Walckenaeria acuminata</i>	Blackwall, 1833	Wal acum	1	2	(h)w	FWA	II
<i>Walckenaeria alticeps</i>	(Denis, 1952)	Wal alti	4	0	hw	NWA	I
<i>Walckenaeria antica</i>	(Wider, 1834)	Wal anti	1	0	(x)w	VWA	I
<i>Walckenaeria atrotibialis</i>	(O. P.-Cambridge, 1878)	Wal atro	52	130	(h)w	FWA	I
<i>Walckenaeria corniculans</i>	(O. P.-Cambridge, 1875)	Wal corn	5	1	(h)w	FWA	I
<i>Walckenaeria cucullata</i>	(C.L. Koch, 1836)	Wal cucu	3	2	(h)w	FWA	I
<i>Walckenaeria cuspidata</i>	Blackwall, 1833	Wal cusp	2	1	hw	NWA	I
<i>Walckenaeria dysderoides</i>	(Wider, 1834)	Wal dysd	31	9	(x)w	FWA	I
<i>Walckenaeria nudipalpis</i>	(Westring, 1851)	Wal nudi	56	7	h(w)	ONH	I
<i>Walckenaeria obtusa</i>	Blackwall, 1836	Wal obtu	15	26	(h)w	FWA	II
<i>Walckenaeria unicornis</i>	O. P.-Cambridge, 1861	Wal unic	4	7	h(w)	ONH	I
<i>Walckenaeria vigilax</i>	(Blackwall, 1853)	Wal vigi	98	39	h	ACK	I
<i>Xerolycosa miniata</i>	(C.L. Koch, 1834)	Xer mini	0	2	x	STR	II
<i>Xerolycosa nemoralis</i>	(Westring, 1861)	Xer nemo	0	1	(x)w	SWA	II
<i>Xysticus audax</i>	(Schrank, 1803)	Xys auda	0	1	x	STR	II
<i>Xysticus bifasciatus</i>	C.L. Koch, 1837	Xys bifa	9	27	x	RUD	III
<i>Xysticus cristatus</i>	(Clerck, 1757)	Xys cris	138	190	(x)	GRL	II
<i>Xysticus erraticus</i>	(Blackwall, 1834)	Xys erra	0	1	(x)	OTH	II
<i>Xysticus kochi</i>	Thorell, 1872	Xys koch	138	42	(x)	OHA	II
<i>Xysticus lanio</i>	C.L. Koch, 1835	Xys lani	7	1	(h)w	FWA	II
<i>Xysticus ulmi</i>	(Hahn, 1831)	Xys ulmi	44	93	(h)	OHA	II
<i>Zelotes clivicola</i>	(L. Koch, 1870)	Zel cliv	3	0	(x)w	SWA	II
<i>Zelotes latreillei</i>	(Simon, 1878)	Zel latr	14	17	(x)	OTH	III
<i>Zelotes longipes</i>	(L. Koch, 1866)	Zel long	0	2	x	STR	II
<i>Zelotes subterraneus</i>	(C.L. Koch, 1833)	Zel subt	6	7	(x)w	FWA	III
<i>Zora silvestris</i>	Kulczynski, 1897	Zor silv	0	2	(x)w	SWA	II
<i>Zora spinimana</i>	(Sundevall, 1833)	Zor spin	12	59	eu	OHP	II

Tabelle A6: Liste der differenzierten ökologischen Typen (ÖT) nach Barndt et al. (1991) und Platen et al. (1991), modifiziert.

Symbol	Bedeutung
offene Flächen	
h	hygrophile Offenlandart
(h)	schwach hygrophile Offenlandart
x	xerophile Offenlandart
(x)	schwach xerophile Offenlandartart
eu	euryöke Offenlandart
bewaldete Flächen	
hw	hygrophile Waldart
(h)w	schwach hygrophile Waldart
(x)w	schwach xerophile Waldart
w	euryöke Waldart
(w)	überwiegend euryöke Waldart
offene und/ oder bewaldete Flächen	
h(w)	hygrophile Art, in offenen Flächen und/ oder in nassen Wäldern
(h)(w)	schwach hygrophile Art, in offenen Flächen und/ oder in feuchten Wäldern
x(w)	xerophile Art in offenen Flächen und/ oder in trocknen Wäldern
(x)(w)	schwach xerophile Art, in offenen Flächen und/ oder in mäßig trockenen Wäldern

Tabelle A7: Zusammengefasste Gruppen ökologischer Typen basierend auf den differenzierten ökologischen Typen (DiffÖT) gemäß Tabelle A6.

DiffÖT	Symbol	Bedeutung
h, (h)	h	hygrophile/ schwach hygrophile Offenlandart
x, (x)	x	xerophile/ schwach xerophile Offenlandart
eu	eu	euryöke Offenlandart
hw, h(w)	hw	hygrophile Art, in offenen Flächen und/oder in nassen Wäldern
(h)w, (h)(w)	(h)w	schwach hygrophile Art in offenen Flächen und/oder in feuchten Wäldern
(x)w, x(w), (x)(w)	(x)w	xerophile/ schwach xerophile Art in offenen Flächen und/oder in trockenen und/oder in mäßig trockenen Wäldern
w, (w)	w	euryöke/ überwiegend euryöke Waldart

Tabelle A8: Liste der differenzierten Habitatpräferenzen (DiffHP) nach GAC (2009), Barndt et al. (1991) und Platen et al. (1991), modifiziert.

DiffHP	Bedeutung
ACK	Ackerflächen auf sandigen und lehmigen Böden
FWA	feuchte Laub - und Nadelwälder
GRL	Grünland
HMO	Hochmoore
KTR	Kalktrockenrasen
MWA	Mittelgebirgswälder
NHE	Nassheiden
NHF	nasse Hochstaudenfluren
NMO	Niedermoore und offene Sümpfe
NWA	Nasswälder inkl. Auwälder
NWI	Nasswiesen und - weiden
OHA	offene Habitats

Tabelle A8 (Fortsetzung)

DiffHP	Bedeutung
OHP	ohne (erkennbare) Habitatpräferenz
ONH	offene Nasshabitats
PIO	Pionierhabitats, ephemere Brachen
ROB	Rohböden
ROE	Röhrichte
RUD	ausdauernde Ruderalfluren, dauerhafte Brachen
SCH	Schlamm
STR	Sandtrockenrasen inkl. Dünen
SUF	sandige Ufer
SWA	bodensaure Mischwälder
TRO	offene Trockenhabitats
TUF	tonige, lehmige und schluffige Ufer
UFH	Ufer, offene Nass - und Feuchthabitats
VUF	vegetationsreiche Ufer
VWA	Vorwälder inkl. Lichtungen, Waldränder
WAL	Wälder, allgemein
WBE	Weinberge
WIE	Mähwiesen und mäßig trockene Weiden

Tabelle A9: Zusammengefasste Habitatpräferenzgruppen entsprechend Tabelle A8.

Differenzierte Habitatpräferenzen	Symbol	Bedeutung
ACK	ACK	Ackerflächen
GRL, NWI, WBE, WEI, WIE	GRL	nasses bis mäßig trockenes Grünland, Kultur
HMO, NHE, NHF, NMO, OHA, OHP, ONH, PIO, ROB, ROE, SUF, SCH, TUF, UFH, VUF	MIX	Artengruppe mit unterschiedlichen Habitatpräferenzen
RUD	RUD	Ruderalflächen, Brachen
KTR, OTH, STR, TRO	TRO	offene Trockenhabitats
FWA, MWA, NWA, SWA, VWA, WAL	WAL	Wälder

Tabelle A10: Flugdynamische Typen nach Larsson (1939) und Lindroth (1992).

Bezeichnung	Symbol	Bedeutung
brachypter	br	„flügellose“, flugunfähige Individuen, Hinterflügel reduziert oder fehlend, Deckflügel oft miteinander verwachsen, unter anderem bei, <i>Carabus</i> ssp., <i>Cychnus</i> ssp.
dimorph	di	Arten mit Populationen mit voll geflügelten (makropteren), die flugfähig sind, wenn die Flugmuskulatur ausgebildet ist, reduzierten (polymorphen), oder flügellosen (brachypteren) Individuen, Deckflügel nicht verwachsen
macropter	ma	voll geflügelte Individuen, bei Ausbildung der Flugmuskulatur flugfähig

Tabelle A11: Körpermasseklassen (KMK) für Laufkäfer und Spinnentiere.

Laufkäfer		Spinnentiere	
KMK	[mg]	KMK	[mg]
KMK I	< 5	KMK I	< 2
KMK II	5 - 9,9	KMK II	2 - 4,9
KMK III	10 - 29,9	KMK III	5 - 9,9
KMK IV	30 - 100	KMK IV	10 - 20
KMK V	> 100	KMK V	> 20

Tabelle A12: Statistische Kennwerte der Sequenztests auf der Basis von Individuenzahlen der Laufkäfer für fünf Einzelfallen aus allen Untersuchungsflächen und -jahren. Trennwert ist der Median. Asymptotische Signifikanz, $p \leq 0,05$.

Fläche	Wertesequenz		Signifikanz
2011			
Acker (ACK)	≤699	>699	0,326
Brache (BRA)	≤271	>271	0,377
Gehölzinsel (GEI)	≤214	>214	0,913
Agrarholzfläche (KU1)	≤726	>726	0,913
Agrarholzfläche (KU2)	≤868	>868	1,000
Agrarholzfläche (KU3)	≤452	>452	1,000
Agrarholzfläche (KU4)	≤404	>404	0,326
Vorgewende (KUV)	≤438	>438	0,913
Wald (WAL)	≤85	>85	0,326
Wiese (WIE)	≤158	>158	0,326
2012			
Acker (ACK)	≤317	>317	0,913
Brache (BRA)	≤66	>66	0,913
Gehölzinsel (GEI)	≤104	>104	1,000
Agrarholzfläche (KU1)	≤151	>151	0,326
Agrarholzfläche (KU2)	≤103	>103	0,913
Agrarholzfläche (KU3)	≤165	>165	0,326
Agrarholzfläche (KU4)	≤131	>131	1,000
Vorgewende (KUV)	≤152	>152	1,000
Wald (WAL)	≤43	>43	0,913
Wiese (WIE)	≤89	>89	1,000
2013			
Acker (ACK)	≤276	>276	0,913
Brache (BRA)	≤26	>26	0,913
Gehölzinsel (GEI)	≤170	>170	0,913
Agrarholzfläche (KU1)	≤169	>169	0,326
Agrarholzfläche (KU2)	≤219	>219	1,000
Agrarholzfläche (KU3)	≤64	>64	0,326
Agrarholzfläche (KU4)	≤59	>59	1,000
Vorgewende (KUV)	≤155	>155	0,326
Wald (WAL)	≤132	>132	0,230
Wiese (WIE)	≤118	>118	1,000

Tabelle A12 (Fortsetzung)

Fläche	Wertesequenz		Signifikanz
	2014		
Acker (ACK)	≤686	>686	1,000
Brache (BRA)	≤176	>176	0,913
Gehölzinsel (GEI)	≤233	>233	1,000
Agrarholzfläche (KU1)	≤200	>200	0,326
Agrarholzfläche (KU2)	≤239	>239	0,913
Agrarholzfläche (KU3)	≤193	>193	0,326
Agrarholzfläche (KU4)	≤65	>65	0,230
Vorgewende (KUV)	≤246	>246	1,000
Wald (WAL)	≤145	>145	0,230
Wiese (WIE)	≤192	>192	0,230

Tabelle A13: Statistische Kennwerte der Sequenztests auf der Basis von Individuenzahlen der Spinnentiere für fünf Einzelfallen aus allen Untersuchungsflächen und - jahren. Trennwert ist der Median. Asymptotische Signifikanz, $p \leq 0,05$.

Fläche	Wertesequenz		Signifikanz
	2011		
Acker (ACK)	≤462	>462	0,326
Brache (BRA)	≤386	>386	0,648
Gehölzinsel (GEI)	≤91	>91	1,000
Agrarholzfläche (KU1)	≤247	>247	1,000
Agrarholzfläche (KU2)	≤478	>478	0,326
Agrarholzfläche (KU3)	≤142	>142	1,000
Agrarholzfläche (KU4)	≤259	>259	0,326
Vorgewende (KUV)	≤291	>291	0,913
Wald (WAL)	≤36	>36	1,000
Wiese (WIE)	≤541	>541	0,913
2012			
Acker (ACK)	≤351	>351	1,000
Brache (BRA)	≤228	>228	0,230
Gehölzinsel (GEI)	≤71	>71	1,000
Agrarholzfläche (KU1)	≤221	>221	0,913
Agrarholzfläche (KU2)	≤175	>175	1,000
Agrarholzfläche (KU3)	≤165	>165	0,913
Agrarholzfläche (KU4)	≤202	>202	0,913
Vorgewende (KUV)	≤475	>475	0,913
Wald (WAL)	≤63	>63	0,913
Wiese (WIE)	≤621	>621	0,326
2013			
Acker (ACK)	≤207	>207	0,230
Brache (BRA)	≤123	>123	0,326
Gehölzinsel (GEI)	≤87	>87	0,913
Agrarholzfläche (KU1)	≤104	>104	0,326
Agrarholzfläche (KU2)	≤84	>84	1,000
Agrarholzfläche (KU3)	≤125	>125	0,230
Agrarholzfläche (KU4)	≤130	>130	0,913
Vorgewende (KUV)	≤250	>250	0,326
Wald (WAL)	≤44	>44	1,000
Wiese (WIE)	≤298	>298	0,326

Tabelle A13 (Fortsetzung)

Fläche	Wertesequenz		Signifikanz
	2014		
Acker (ACK)	≤169	>169	1,000
Brache (BRA)	≤208	>208	0,230
Gehölzinsel (GEI)	≤261	>261	0,913
Agrarholzfläche (KU1)	≤179	>179	1,000
Agrarholzfläche (KU2)	≤227	>227	0,913
Agrarholzfläche (KU3)	≤140	>140	1,000
Agrarholzfläche (KU4)	≤51	>51	0,913
Vorgewende (KUV)	≤346	>346	0,326
Wald (WAL)	≤134	>134	0,913
Wiese (WIE)	≤621	>621	1,000

Tabelle A14: Absolute Arten - und Individuenzahlen sowie unterschiedliche Arten - Diversitätsindices der Laufkäfer in den Untersuchungsflächen für die Untersuchungsjahre 2011 - 2014 sowie für den gesamten Untersuchungszeitraum. ACK = Acker, BRA = Brache, GEI = Gehölzinsel, KU1 - KU4 = Agrarholzflächen, KUV = Vorgewende, WAL = Wald, WIE = Wiese.

2011						
Fläche	Arten	Individuen	Log series α	Shannon	Evenness	Simpson
ACK	36	3136	5,70	2,15	0,60	6,39
BRA	34	1364	6,32	2,11	0,60	4,87
GEI	26	1046	4,83	1,89	0,58	4,01
KU1	45	3484	7,29	2,26	0,59	6,27
KU2	42	4243	6,47	2,16	0,58	5,40
KU3	47	2020	8,60	2,39	0,62	7,16
KU4	40	1945	7,13	2,12	0,57	5,21
KUV	43	2230	7,56	2,32	0,62	7,14
WAL	10	391	1,87	1,69	0,73	4,52
WIE	21	721	4,05	1,51	0,50	2,57
2012						
Fläche	Arten	Individuen	Log series α	Shannon	Evenness	Simpson
ACK	34	1757	5,98	1,94	0,55	3,85
BRA	33	313	9,31	2,65	0,76	9,80
GEI	22	543	4,60	1,98	0,64	4,41
KU1	37	973	7,62	2,79	0,77	11,16
KU2	39	518	9,78	2,95	0,81	13,94
KU3	42	781	9,50	2,78	0,74	10,80
KU4	34	671	7,56	2,56	0,73	8,42
KUV	36	748	7,89	2,63	0,73	8,62
WAL	16	228	3,92	2,12	0,76	6,35
WIE	21	476	4,50	1,67	0,55	2,68

Tabelle A14 (Fortsetzung)

2013						
Fläche	Arten	Individuen	Log series α	Shannon	Evenness	Simpson
ACK	37	1319	7,07	2,48	0,69	9,20
BRA	29	149	10,74	2,75	0,82	11,06
GEI	26	914	4,98	2,05	0,63	5,56
KU1	38	994	7,83	2,61	0,72	7,70
KU2	39	1037	8,01	2,41	0,66	6,92
KU3	34	406	8,83	2,71	0,77	10,04
KU4	26	319	6,69	2,41	0,74	7,39
KUV	37	865	7,85	2,54	0,70	7,26
WAL	14	610	2,55	1,91	0,72	5,70
WIE	22	600	4,49	1,65	0,53	3,50
2014						
Fläche	Arten	Individuen	Log series α	Shannon	Evenness	Simpson
ACK	41	3438	6,54	2,22	0,60	6,54
BRA	42	883	9,18	2,09	0,56	3,67
GEI	25	1146	4,51	1,86	0,58	4,31
KU1	36	1033	7,25	2,63	0,73	8,68
KU2	40	1221	7,93	2,63	0,71	8,34
KU3	28	893	5,49	1,76	0,53	3,10
KU4	30	367	7,73	2,37	0,70	5,83
KUV	43	1148	8,82	2,78	0,74	10,28
WAL	15	723	2,68	2,05	0,76	6,27
WIE	26	964	4,92	1,57	0,48	2,98
2011 - 2014						
Fläche	Arten	Individuen	Log series α	Shannon	Evenness	Simpson
ACK	58	9650	8,20	2,41	0,59	8,09
BRA	56	2709	9,99	2,47	0,61	6,55
GEI	40	3649	6,28	2,10	0,57	5,42
KU1	58	6484	8,78	2,78	0,68	10,50
KU2	58	7019	8,66	2,69	0,66	9,31
KU3	61	4100	10,16	2,79	0,68	11,76
KU4	53	3302	8,97	2,59	0,65	8,70
KUV	65	4991	10,55	2,79	0,67	10,84
WAL	24	1952	3,85	2,03	0,64	6,19
WIE	37	2761	6,04	1,77	0,49	3,55

Tabelle A15: Absolute Arten - und Individuenzahlen sowie unterschiedliche Arten - Diversitätsindices der Spinnentiere in den Untersuchungsflächen für die Untersuchungsjahre 2011 - 2014 sowie für den gesamten Untersuchungszeitraum. ACK = Acker, BRA = Brache, GEI = Gehölzinsel, KU1 - KU4 = Agrarholzflächen, KUV = Vorgewende, WAL = Wald, WIE = Wiese.

2011						
Fläche	Arten	Individuen	Log series α	Shannon	Evenness	Simpson
ACK	43	2169	7,60	1,40	0,37	2,00
BRA	58	1423	12,16	2,55	0,63	6,68
GEI	42	463	11,22	2,70	0,72	9,66
KU1	51	1139	10,96	2,86	0,73	11,69
KU2	48	1872	8,98	2,60	0,67	8,98
KU3	43	688	10,17	2,78	0,74	10,19
KU4	52	1165	11,17	2,53	0,64	6,99
KUV	38	1401	7,20	2,14	0,59	5,02
WAL	34	188	12,13	2,85	0,81	11,23
WIE	41	2268	7,11	1,90	0,51	3,84
2012						
Fläche	Arten	Individuen	Log series α	Shannon	Evenness	Simpson
ACK	37	1681	6,69	1,76	0,49	2,80
BRA	55	883	12,99	2,79	0,70	8,83
GEI	43	395	12,28	2,51	0,67	6,01
KU1	43	965	9,23	2,79	0,74	11,14
KU2	48	656	11,92	2,81	0,73	10,62
KU3	41	696	9,52	2,70	0,73	10,04
KU4	41	934	8,76	2,41	0,65	6,90
KUV	37	2219	6,31	2,07	0,57	5,07
WAL	40	342	11,75	2,78	0,75	9,57
WIE	43	2761	7,23	1,68	0,45	2,76
2013						
Fläche	Arten	Individuen	Log series α	Shannon	Evenness	Simpson
ACK	36	966	7,37	2,26	0,63	5,83
BRA	36	419	9,43	2,45	0,68	7,30
GEI	37	461	9,47	2,56	0,71	7,46
KU1	46	547	11,97	2,83	0,74	10,33
KU2	42	419	11,63	2,91	0,78	12,61
KU3	35	562	8,27	2,57	0,72	8,29
KU4	32	558	7,37	2,13	0,61	3,56
KUV	39	1290	7,58	1,94	0,53	3,56
WAL	26	238	7,44	2,27	0,70	5,53
WIE	40	1647	7,39	1,69	0,46	2,89
2014						
Fläche	Arten	Individuen	Log series α	Shannon	Evenness	Simpson
ACK	45	836	10,18	2,13	0,56	4,15
BRA	70	901	17,73	3,20	0,75	15,21
GEI	49	1312	10,04	2,19	0,56	5,80
KU1	51	912	11,67	2,68	0,68	8,12
KU2	47	1134	9,89	2,75	0,71	10,24
KU3	43	631	10,44	2,73	0,73	9,57
KU4	40	252	13,39	2,90	0,79	10,87
KUV	54	1614	10,76	1,98	0,50	2,96
WAL	52	680	13,10	2,63	0,67	8,26
WIE	40	2565	6,73	1,61	0,44	2,55

Tabelle A15 (Fortsetzung)

2011 - 2014						
Fläche	Arten	Individuen	Log series α	Shannon	Evenness	Simpson
ACK	62	5652	9,74	1,89	0,46	2,99
BRA	102	3626	19,50	2,99	0,65	9,91
GEI	82	2631	16,06	2,59	0,59	7,71
KU1	90	3563	16,78	3,22	0,72	15,99
KU2	83	4081	14,75	3,05	0,69	14,29
KU3	72	2577	13,74	3,11	0,73	14,04
KU4	78	2909	14,75	2,91	0,67	9,69
KUV	69	6524	10,77	2,30	0,54	5,29
WAL	80	1448	18,23	2,98	0,68	11,29
WIE	67	9241	9,78	1,77	0,42	2,98

Tabelle A16: Anzahl der Habitatpräferenzen (AnzHabPräf), absolute Individuenzahlen sowie unterschiedliche Habitatpräferenz - Diversitätsindices der Laufkäfer für die einzelnen Untersuchungsjahre 2011 - 2014 sowie für den gesamten Untersuchungszeitraum. ACK = Acker, BRA = Brache, GEI = Gehölzinsel, KU1 - KU4 = Agrarholzflächen, KUV = Vorgewende, WAL = Wald, WIE = Wiese.

2011						
Fläche	AnzHabPräf	Individuen	Log series α	Shannon	Evenness	Simpson
ACK	14	3136	1,89	1,08	0,41	2,09
BRA	14	1364	2,17	1,58	0,60	3,34
GEI	12	1046	1,90	0,68	0,27	1,37
KU1	13	3484	1,71	1,38	0,54	2,71
KU2	15	4243	1,95	1,46	0,54	2,81
KU3	17	2020	2,55	1,54	0,54	3,48
KU4	16	1945	2,39	1,48	0,53	3,39
KUV	15	2230	2,16	1,51	0,56	3,64
WAL	4	391	0,62	0,73	0,53	2,00
WIE	9	721	1,45	1,19	0,54	2,41

2012						
Fläche	AnzHabPräf	Individuen	Log series α	Shannon	Evenness	Simpson
ACK	12	1757	1,73	1,25	0,50	2,69
BRA	13	313	2,74	1,95	0,76	5,69
GEI	9	543	1,53	0,68	0,31	1,37
KU1	16	973	2,72	1,90	0,69	4,56
KU2	16	518	3,13	1,88	0,68	4,69
KU3	15	781	2,63	1,91	0,71	5,03
KU4	13	671	2,29	1,84	0,72	4,58
KUV	15	748	2,66	1,67	0,62	3,34
WAL	7	228	1,37	0,87	0,45	1,96
WIE	10	476	1,79	1,37	0,59	2,57

Tabelle A16 (Fortsetzung)

2013						
Fläche	AnzHabPräf	Individuen	Log series α	Shannon	Evenness	Simpson
ACK	13	1319	2,00	1,40	0,55	2,89
BRA	12	149	3,08	1,84	0,74	5,08
GEI	10	914	1,57	0,69	0,30	1,46
KU1	14	994	2,31	1,60	0,61	3,28
KU2	16	1037	2,69	1,49	0,54	3,11
KU3	12	406	2,32	1,84	0,74	4,93
KU4	10	319	1,96	1,57	0,68	3,83
KUV	15	865	2,58	1,48	0,55	2,64
WAL	6	610	0,92	0,72	0,40	1,92
WIE	10	600	1,70	1,41	0,61	3,22
2014						
Fläche	AnzHabPräf	Individuen	Log series α	Shannon	Evenness	Simpson
ACK	15	3438	2,02	1,14	0,42	2,47
BRA	16	883	2,77	1,56	0,56	3,23
GEI	11	1146	1,69	0,46	0,19	1,21
KU1	12	1033	1,91	1,83	0,74	4,67
KU2	16	1221	2,60	1,76	0,63	3,46
KU3	14	893	2,36	1,41	0,53	2,89
KU4	12	367	2,38	1,45	0,58	2,99
KUV	17	1148	2,83	1,89	0,67	4,17
WAL	6	723	0,90	0,73	0,41	1,76
WIE	12	964	1,93	1,32	0,53	2,72
2011 - 2014						
Fläche	AnzHabPräf	Individuen	Log series α	Shannon	Evenness	Simpson
ACK	18	9650	2,14	1,26	0,44	2,62
BRA	20	2709	2,93	1,78	0,59	4,45
GEI	15	3649	2,00	0,65	0,24	1,34
KU1	18	6484	2,26	1,69	0,58	3,44
KU2	20	7019	2,52	1,75	0,58	3,55
KU3	20	4100	2,73	1,90	0,63	4,99
KU4	19	3302	2,67	1,69	0,57	3,95
KUV	21	4991	2,81	1,73	0,57	3,71
WAL	11	1952	1,54	0,79	0,33	1,96
WIE	16	2761	2,25	1,44	0,52	3,23

Tabelle A17: Anzahl der Habitatpräferenzen (AnzHabPräf), absolute Individuenzahlen sowie unterschiedliche Habitatpräferenz - Diversitätsindices der Spinnentiere für die einzelnen Untersuchungs-jahre 2011 - 2014 sowie für den gesamten Untersuchungszeitraum. ACK = Acker, BRA = Brache, GEI = Gehölzinsel, KU1 - KU4 = Agrarholzflächen, KUV = Vorgewende, WAL = Wald, WIE = Wiese.

2011						
Fläche	AnzHabPräf	Individuen	Log series α	Shannon	Evenness	Simpson
ACK	11	2169	1,51	0,67	0,28	1,47
BRA	10	1422	1,45	1,54	0,67	3,76
GEI	13	463	2,48	0,96	0,37	1,70
KU1	11	1139	1,69	1,67	0,70	4,52
KU2	11	1872	1,55	1,71	0,71	4,83
KU3	8	688	1,27	1,64	0,79	4,45
KU4	11	1165	1,68	1,45	0,60	3,50
KUV	8	1401	1,12	1,32	0,63	2,91
WAL	8	188	1,70	1,28	0,62	2,85
WIE	13	2268	1,82	1,35	0,53	3,05
2012						
Fläche	AnzHabPräf	Individuen	Log series α	Shannon	Evenness	Simpson
ACK	9	1681	1,25	0,70	0,32	1,47
BRA	13	884	2,16	1,60	0,62	3,94
GEI	10	395	1,87	0,77	0,33	1,45
KU1	10	965	1,55	1,75	0,76	5,21
KU2	13	656	2,30	1,78	0,69	5,18
KU3	11	696	1,85	1,73	0,72	4,99
KU4	12	934	1,94	1,53	0,62	3,58
KUV	9	2219	1,20	1,46	0,66	3,55
WAL	9	342	1,69	0,90	0,41	1,61
WIE	10	2761	1,31	1,22	0,53	2,45
2013						
Fläche	AnzHabPräf	Individuen	Log series α	Shannon	Evenness	Simpson
ACK	9	966	1,37	0,98	0,45	1,81
BRA	11	419	2,07	1,44	0,60	3,43
GEI	11	461	2,02	1,00	0,42	1,79
KU1	11	547	1,95	1,71	0,71	4,77
KU2	10	419	1,84	1,73	0,75	4,96
KU3	8	562	1,32	1,63	0,78	4,39
KU4	9	558	1,52	1,38	0,63	2,71
KUV	10	1290	1,48	1,35	0,59	2,85
WAL	8	238	1,60	0,68	0,33	1,39
WIE	10	1647	1,42	1,24	0,54	2,55
2014						
Fläche	AnzHabPräf	Individuen	Log series α	Shannon	Evenness	Simpson
ACK	11	836	1,79	0,84	0,35	1,56
BRA	17	901	2,97	1,82	0,64	5,14
GEI	13	1312	2,00	0,49	0,19	1,23
KU1	13	912	2,15	1,15	0,45	2,10
KU2	12	1134	1,87	1,65	0,66	4,57
KU3	11	631	1,89	1,22	0,51	2,40
KU4	9	252	1,82	1,74	0,79	4,69
KUV	13	1614	1,93	1,36	0,53	2,52
WAL	11	680	1,86	0,83	0,35	1,52
WIE	12	2565	1,63	1,15	0,46	2,25

Tabelle A17 (Fortsetzung)

2011 - 2014						
Fläche	AnzHabPräf	Individuen	Log series α	Shannon	Evenness	Simpson
ACK	14	5652	1,73	0,79	0,30	1,54
BRA	18	3626	2,47	1,71	0,59	4,39
GEI	18	2631	2,60	0,75	0,26	1,42
KU1	17	3563	2,32	1,78	0,63	5,14
KU2	16	4081	2,11	1,81	0,65	5,60
KU3	14	2577	1,95	1,70	0,64	4,65
KU4	14	2909	1,91	1,68	0,64	4,38
KUV	15	6524	1,83	1,53	0,56	3,66
WAL	13	1448	1,97	0,95	0,37	1,66
WIE	14	9241	1,62	1,26	0,48	2,57

Tabelle A18: Jahressummen der Laufkäferindividuen aus Richtungsfallenfängen der Jahre 2012 und 2014. Die Individuenzahlen der Arten wurden durch ihre Habitatpräferenzen ersetzt und je Habitatpräferenzgruppe summiert. ACK = Arten der Ackerhabitate, GRL = Arten der Grünlandhabitate, TRO = Arten offener Trockenhabitate, WAL = Arten der Waldhabitate, MIX = Artengruppe mit unterschiedlichen Habitatpräferenzen. RF = Richtungsfalleneinheit bestehend aus vier Einzelfallen, Nr. = Fortlaufende Nummer der Richtungsfalleneinheit, EF = Bezeichnung der Einzelfalle, A = Richtungsrelevante Einzelfalle mit der weitesten Distanz zur Biotopgrenze, E = Richtungsrelevante Einzelfalle mit der kürzesten Distanz zur Biotopgrenze, S = Seitenfalle.

Jahr	RF	Nr.	EF	ACK	GRL	TRO	WAL	MIX	Total
2012	BRA	1	A1	81	33	11	11	10	146
2012	BRA	1	S2	56	36	8	12	6	118
2012	BRA	1	E3	65	28	8	11	8	120
2012	BRA	1	S4	55	38	4	14	2	113
2012	KU3	2	S1	118	99	21	18	17	273
2012	KU3	2	A2	130	90	22	32	23	297
2012	KU3	2	S3	122	58	33	55	18	286
2012	KU3	2	E4	115	98	45	26	19	303
2012	KU3	3	A1	98	74	31	42	14	259
2012	KU3	3	S2	124	48	39	30	23	264
2012	KU3	3	E3	84	37	19	27	16	183
2012	KU3	3	S4	174	101	40	47	28	390
2012	KU2	4	S1	152	23	32	40	26	273
2012	KU2	4	E2	212	30	41	77	22	382
2012	KU2	4	S3	76	23	21	35	12	167
2012	KU2	4	A4	84	23	19	29	12	167
2012	KU2	7	S1	89	11	58	29	4	191
2012	KU2	7	A2	238	25	107	30	10	410
2012	KU2	7	S3	155	10	43	24	6	238
2012	KU2	7	E4	117	8	43	27	7	202
2012	ACK	8	S1	297	174	56	13	98	638
2012	ACK	8	E2	261	70	74	14	41	460
2012	ACK	8	S3	318	110	48	26	73	575
2012	ACK	8	A4	210	66	39	15	49	379

Tabelle A18 (Fortsetzung)

Jahr	RF	Nr.	EF	ACK	GRL	TRO	WAL	MIX	Total
2012	KU2	9	E1	40	20	15	14	3	92
2012	KU2	9	S2	65	17	27	15	5	129
2012	KU2	9	A3	28	10	12	8	4	62
2012	KU2	9	S4	60	14	6	19	6	105
2012	KU1	10	A1	118	69	31	29	0	247
2012	KU1	10	S2	180	87	73	19	8	367
2012	KU1	10	E3	114	42	34	21	4	215
2012	KU1	10	S4	156	78	26	41	12	313
2014	FAL	1	A1	139	100	15	25	13	292
2014	FAL	1	S2	173	147	38	28	18	404
2014	FAL	1	E3	96	103	16	27	14	256
2014	FAL	1	S4	93	96	18	10	19	236
2014	KU3	2	S1	46	5	3	47	19	120
2014	KU3	2	A2	53	3	3	72	52	183
2014	KU3	2	S3	94	11	2	52	58	217
2014	KU3	2	E4	49	8	2	47	36	142
2014	KU3	3	A1	41	10	5	26	17	99
2014	KU3	3	S2	64	12	5	39	28	148
2014	KU3	3	E3	37	12	2	38	41	130
2014	KU3	3	S4	30	7	4	32	19	92
2014	KU2	4	E1	132	27	11	69	23	262
2014	KU2	4	S2	138	39	26	58	16	277
2014	KU2	4	A3	75	20	16	35	14	160
2014	KU2	4	S4	100	29	15	50	33	227
2014	KU2	7	S1	284	27	30	76	17	434
2014	KU2	7	A2	96	12	24	29	22	183
2014	KU2	7	S3	105	10	21	25	8	169
2014	KU2	7	E4	299	39	38	83	63	522
2014	ACK	8	S1	645	218	58	32	42	995
2014	ACK	8	E2	628	222	76	23	29	978
2014	ACK	8	S3	529	231	44	23	52	879
2014	ACK	8	A4	410	164	31	13	31	649
2014	KU2	9	E1	81	28	14	18	10	151
2014	KU2	9	S2	122	38	16	43	17	236
2014	KU2	9	A3	94	21	19	49	11	194
2014	KU2	9	S4	103	20	6	22	8	159
2014	KU1	10	A1	195	17	7	40	11	270
2014	KU1	10	S2	157	15	6	40	10	228
2014	KU1	10	E3	199	22	9	64	15	309
2014	KU1	10	S4	232	23	17	50	14	336

Tabelle A19: Jahressummen der Spinnentierindividuen aus Richtungsfallenfängen der Jahre 2012 und 2014. Die Individuenzahlen der Arten wurden durch ihre Habitatpräferenzen ersetzt und je Habitatpräferenzgruppe summiert. ACK = Arten der Ackerhabitate, GRL = Arten der Grünlandhabitate, TRO = Arten offener Trockenhabitate, WAL = Arten der Waldhabitate, MIX = Artengruppe mit unterschiedlichen Habitatpräferenzen. RF = Richtungsfalleneinheit bestehend aus vier Einzelfallen, Nr. = Fortlaufende Nummer der Richtungsfalleneinheit, EF = Bezeichnung der Einzelfalle, A = Richtungsrelevante Einzelfalle mit der weitesten Distanz zur Biotopgrenze, E = Richtungsrelevante Einzelfalle mit der kürzesten Distanz zur Biotopgrenze, S = Seitenfalle.

Jahr	RF	Nr.	EF	ACK	GRL	RUD	WAL	MIX	Total
2012	BRA	1	A1	6	42	74	65	215	402
2012	BRA	1	S2	26	52	160	69	255	562
2012	BRA	1	E3	10	49	161	63	217	500
2012	BRA	1	S4	17	54	135	74	192	472
2012	KU3	2	S1	51	101	52	140	86	430
2012	KU3	2	A2	33	70	38	77	57	275
2012	KU3	2	S3	30	63	22	98	44	257
2012	KU3	2	E4	60	67	31	124	75	357
2012	KU3	3	A1	76	88	30	126	70	390
2012	KU3	3	S2	121	125	31	145	89	511
2012	KU3	3	E3	85	98	25	158	56	422
2012	KU3	3	S4	110	111	35	131	110	497
2012	KU2	4	S1	226	40	22	95	63	446
2012	KU2	4	E2	128	69	55	135	65	452
2012	KU2	4	S3	96	57	20	74	41	288
2012	KU2	4	A4	75	45	9	56	40	225
2012	KU2	7	S1	69	80	12	92	83	336
2012	KU2	7	A2	82	170	31	66	135	484
2012	KU2	7	S3	49	87	8	56	49	249
2012	KU2	7	E4	88	156	33	71	101	449
2012	ACK	8	S1	537	121	17	15	70	760
2012	ACK	8	E2	262	83	6	9	53	413
2012	ACK	8	S3	554	96	3	10	74	737
2012	ACK	8	A4	583	112	6	8	58	767
2012	KU2	9	E1	28	62	18	97	45	250
2012	KU2	9	S2	26	67	24	72	57	246
2012	KU2	9	A3	13	57	28	34	26	158
2012	KU2	9	S4	13	43	20	58	49	183
2012	KU1	10	A1	30	98	27	155	90	400
2012	KU1	10	S2	31	125	73	177	135	541
2012	KU1	10	E3	47	153	31	127	122	480
2012	KU1	10	S4	39	463	55	198	180	935
2014	BRA	1	A1	16	51	27	45	79	218
2014	BRA	1	S2	17	38	49	63	122	289
2014	BRA	1	E3	16	24	28	32	60	160
2014	BRA	1	S4	34	39	39	44	69	225
2014	KU3	2	S1	1	9	20	89	6	125
2014	KU3	2	A2	0	9	26	89	11	135
2014	KU3	2	S3	12	17	32	133	13	207
2014	KU3	2	E4	3	7	14	69	12	105
2014	KU3	3	A1	3	9	30	127	8	177
2014	KU3	3	S2	5	15	34	150	23	227
2014	KU3	3	E3	5	11	31	193	16	256
2014	KU3	3	S4	6	4	33	140	14	197

Tabelle A19 (Fortsetzung)

Jahr	RF	Nr.	EF	ACK	GRL	RUD	WAL	MIX	Total
2014	KU2	4	E1	6	140	44	272	30	492
2014	KU2	4	S2	12	67	34	269	29	411
2014	KU2	4	A3	7	166	21	229	28	451
2014	KU2	4	S4	13	140	18	303	18	492
2014	KU2	7	S1	11	100	43	321	46	521
2014	KU2	7	A2	13	47	13	150	38	261
2014	KU2	7	S3	5	34	8	95	20	162
2014	KU2	7	E4	9	79	28	275	53	444
2014	ACK	8	S1	255	72	7	37	18	389
2014	ACK	8	E2	210	29	6	32	14	291
2014	ACK	8	S3	337	45	4	27	21	434
2014	ACK	8	A4	321	22	1	13	13	370
2014	KU2	9	E1	6	132	10	124	14	286
2014	KU2	9	S2	14	170	62	147	22	415
2014	KU2	9	A3	6	121	25	124	17	293
2014	KU2	9	S4	16	313	13	97	13	452
2014	KU1	10	A1	1	11	28	76	14	130
2014	KU1	10	S2	2	16	41	108	15	182
2014	KU1	10	E3	3	12	26	115	10	166
2014	KU1	10	S4	4	16	51	122	20	213

Tabelle A20: Jahressummen der Laufkäferindividuen aus Richtungsfallenfängen der Jahre 2012 und 2014. Die Individuenzahlen der Arten wurden durch ihre Habitatpräferenzen ersetzt und je Habitatpräferenzgruppe summiert. ACK = Arten der Ackerhabitate, GRL = Arten der Grünlandhabitate, TRO = Arten offener Trockenhabitate, WAL = Arten der Waldhabitate, MIX = Artengruppe mit unterschiedlichen Habitatpräferenzen. RF = Richtungsfallenummer, EF = Bezeichnung der Einzelfalle, A = Richtungsrelevante Einzelfalle mit der weitesten Distanz zur Biotopgrenze, E = Richtungsrelevante Einzelfalle mit der kürzesten Distanz zur Biotopgrenze; Fett und grau unterlegt = mit Signifikanz U - Test, exakte Stichprobenverteilung ($p \leq 0.1$).

2012													
Flae	RF	EF	ACK	Sign.	GRL	Sign.	TRO	Sign.	WAL	Sign.	MIX	Sign.	Total
ACK	8	A4	210	1,000	66	0,949	39	0,606	15	0,949	49	0,797	379
ACK	8	E2	261		70		74		14		41		460
BRA	1	A3	65	0,437	28	1,000	8	0,406	11	0,894	8	0,769	120
BRA	1	E1	81		33		11		11		10		146
KU1	10	A1	118	0,880	69	0,311	31	0,650	29	0,418	0	0,336	247
KU1	10	E3	114		42		34		21		4		215
KU2	4	A4	84	0,325	23	0,202	19	0,085	29	0,519	12	0,650	167
KU2	4	E2	212		30		41		77		22		382
KU2	7	A2	238	0,285	25	0,024	107	0,246	30	0,804	10	0,874	410
KU2	7	E4	117		8		43		27		7		202
KU2	9	A1	40	0,899	20	0,193	15	0,527	14	0,527	3	0,631	92
KU2	9	E3	28		10		12		8		4		62
KU3	2	A2	130	0,582	90	0,974	22	0,974	32	0,346	23	0,923	297
KU3	2	E4	115		98		45		26		19		303
KU3	3	A1	98	0,608	74	0,211	31	0,260	42	0,027	14	0,740	259
KU3	3	E3	84		37		19		27		16		183

Tabelle A20 (Fortsetzung)

2014													
Flae	RF	EF	ACK	Sign.	GRL	Sign.	TRO	Sign.	WAL	Sign.	MIX	Sign.	Total
ACK	8	A4	410	0,247	164	0,684	31	0,165	13	0,075	31	0,853	649
ACK	8	E2	628		222		76		23		29		978
BRA	1	A1	139	0,462	100	0,667	15	0,705	25	0,742	13	0,781	292
BRA	1	E3	96		103		16		27		14		256
KU1	10	A1	195	0,839	17	0,734	7	0,910	40	0,454	11	0,571	270
KU1	10	E3	199		22		9		64		15		309
KU2	4	A3	75	0,379	20	0,928	16	0,091	35	0,235	14	0,316	160
KU2	4	E1	132		27		11		69		23		262
KU2	7	A2	96	0,021	12	0,019	24	0,454	29	0,002	22	0,027	183
KU2	7	E4	299		39		38		83		63		522
KU2	9	A3	94	0,608	21	1,000	19	0,569	49	0,011	11	0,167	194
KU2	9	E1	81		28		14		18		10		151
KU3	2	A2	53	0,899	3	0,527	3	0,860	72	0,899	52	0,899	183
KU3	2	E4	49		8		2		47		36		142
KU3	3	A1	41	0,833	10	1,000	5	0,413	26	0,566	17	0,288	99
KU3	3	E3	37		12		2		38		41		130

Tabelle A21: Jahressummen der Spinnentierindividuen aus Richtungsfallenfängen der Jahre 2012 und 2014. Die Individuenzahlen der Arten wurden durch ihre Habitatpräferenzen ersetzt und pro Habitatpräferenzgruppe summiert. ACK = Arten der Ackerhabitate, GRL = Arten der Grünlandhabitate, TRO = Arten offener Trockenhabitate, WAL = Arten der Waldhabitate, MIX = Artengruppe mit unterschiedlichen Habitatpräferenzen. RF = Richtungsfallenummer, EF = Bezeichnung der Einzelfalle, A = Richtungsrelevante Einzelfalle mit der weitesten Distanz zur Biotopgrenze, E = Richtungsrelevante Einzelfalle mit der kürzesten Distanz zur Biotopgrenze; Fett und grau unterlegt = mit Signifikanz, U - Test, exakte Stichprobenverteilung ($p \leq 0.1$).

2012													
Flae	RF	EF	ACK	Sign.	GRL	Sign.	RUD	Sign.	WAL	Sign.	MIX	Sign.	Total
ACK	8	A4	583	0,847	112	0,401	6	1,000	8	0,606	58	0,898	767
ACK	8	E2	262		83		6		9		53		413
BRA	1	A1	6	0,454	42	0,839	74	0,094	65	0,329	215	0,804	402
BRA	1	E3	10		49		161		63		217		500
KU1	10	A1	30	0,839	98	0,804	27	0,571	155	0,804	90	0,635	400
KU1	10	E3	47		153		31		127		122		480
KU2	4	A4	75	0,635	45	0,701	9	0,701	56	0,635	40	0,769	225
KU2	4	E2	128		69		55		135		65		452
KU2	7	A4	88	1,000	156	0,874	33	0,946	71	0,769	101	0,804	449
KU2	7	E2	82		170		31		66		135		484
KU2	9	A3	13	0,479	57	0,762	28	0,724	34	0,057	26	0,223	158
KU2	9	E1	28		62		18		97		45		250
KU3	2	A2	33	0,583	70	0,830	38	0,905	77	0,202	57	0,616	275
KU3	2	E4	60		67		31		124		75		357
KU3	3	A3	85	1,000	98	0,769	25	0,910	158	0,769	56	0,603	422
KU3	3	E1	76		88		30		126		70		390

Tabelle A21 (Fortsetzung)

2014													
Flae	RF	EF	ACK	Sign.	GRL	Sign.	RUD	Sign.	WAL	Sign.	MIX	Sign.	Total
ACK	8	A4	321	0,739	22	0,436	1	0,247	13	0,190	13	0,912	370
ACK	8	E2	210		29		6		32		14		291
BRA	1	A1	16	1,000	51	0,488	27	0,458	45	0,550	79	0,458	218
BRA	1	E3	16		24		28		32		60		160
KU1	10	A1	1	0,541	11	0,635	28	0,701	76	0,094	14	0,667	130
KU1	10	E3	3		12		26		115		10		166
KU2	4	A3	7	0,720	166	0,943	21	0,239	229	0,720	28	0,867	451
KU2	4	E1	6		140		44		272		30		492
KU2	7	A2	13	0,178	47	0,427	13	0,265	150	0,150	38	0,482	261
KU2	7	E4	9		79		28		275		53		444
KU2	9	A1	6	0,571	132	1,000	10	0,062	124	0,701	14	0,769	286
KU2	9	E3	6		121		25		124		17		293
KU3	2	A4	3	0,511	7	0,724	14	0,186	69	0,243	12	0,801	105
KU3	2	E2	0		9		26		89		11		135
KU3	3	A1	3	0,910	9	0,839	30	0,482	127	0,210	8	0,210	177
KU3	3	E3	5		11		31		193		16		256

Tabelle A22: Mittlere Deckungsgrade aller erfassten Vegetationsstrukturvariablen in %, berechnet aus 10 Aufnahmequadraten à 1 m², je Untersuchungsfläche und -jahr sowie im gesamten Untersuchungszeitraum 2011 - 2014. Totholz 2 = Totholz ≥ 2 cm bis ≤ 10 cm Ø, Totholz 10 = Totholz ≥ 10 cm Ø. Das Aufwuchsjahr für die Agrarholzflächen steht in Klammern hinter dem Flächenkürzel. ACK = Acker, BRA = Brache, GEI = Gehölzinsel, KU1 - KU4 = Agrarholzflächen, KUV = Vorgewende, WAL = Wald, WIE = Wiese.

Deckungsgrad [%]											
2011	ACK	BRA	GEI	KU1 (1)	KU2 (2)	KU3 (3)	KU4 (3)	KUV	WAL	WIE	
Schatten	0,00	0,00	92,95	7,03	42,59	59,35	59,71	0,00	87,89	0,00	
Kraut	2,31	40,79	9,96	20,18	19,48	20,34	2,15	61,95	0,00	20,87	
Gras	0,01	42,97	4,72	5,77	4,62	17,10	2,60	9,34	0,05	62,11	
Streu	4,70	14,22	76,34	26,49	24,62	22,98	76,22	12,70	89,00	15,28	
Offen	40,38	0,82	1,30	20,92	20,92	32,90	14,41	13,73	1,31	1,43	
Kultur	52,44	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
Baum	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
Strauch	0,00	0,36	3,46	1,52	2,14	0,36	0,00	2,54	1,25	0,24	
Moos	0,19	1,85	0,78	0,63	8,59	2,37	0,14	0,00	3,04	0,15	
Totholz 2	0,00	0,00	3,12	0,00	0,00	0,10	0,00	0,01	3,03	0,34	
Totholz 10	0,00	0,00	0,40	0,53	0,00	0,00	0,00	0,00	2,40	0,04	
2012	ACK	BRA	GEI	KU1 (2)	KU2 (3)	KU3 (1)	KU4 (1)	KUV	WAL	WIE	
Schatten	0,00	0,00	77,05	46,16	58,99	38,21	28,99	0,00	64,75	0,00	
Kraut	0,63	39,45	9,73	20,54	11,50	16,83	12,14	61,66	1,50	25,27	
Gras	0,00	32,82	0,40	9,47	4,32	17,68	17,57	21,96	0,84	51,94	
Streu	0,95	23,99	78,54	26,43	29,74	13,21	17,29	14,52	89,26	23,26	
Offen	47,53	0,26	4,83	7,01	23,89	19,41	21,18	1,76	0,23	0,28	
Kultur	51,08	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
Baum	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
Strauch	0,00	1,19	3,70	2,59	2,16	0,09	0,43	0,76	5,89	0,00	
Moos	0,03	3,55	1,31	1,14	1,33	0,52	0,23	0,09	0,54	0,40	
Totholz 2	0,00	0,00	1,52	0,01	0,00	0,07	0,50	0,00	1,63	0,00	
Totholz 10	0,00	0,00	0,07	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,17	0,00	

Tabelle A22 (Fortsetzung)

2013	Deckungsgrad [%]									
	ACK	BRA	GEI	KU1 (3)	KU2 (4)	KU3 (2)	KU4 (2)	KUV	WAL	WIE
Schatten	0,00	0,00	77,38	52,19	65,32	56,40	54,32	0,00	75,64	0,00
Kraut	0,13	35,96	11,93	16,71	16,36	13,98	9,43	55,29	5,29	21,69
Gras	0,02	40,50	0,42	8,35	5,77	21,15	26,43	29,68	0,45	52,11
Streu	3,21	22,60	83,23	40,26	36,03	33,43	33,58	13,37	92,04	25,06
Offen	34,27	0,12	1,43	8,51	22,72	5,86	4,25	1,30	0,05	1,30
Kultur	61,91	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Baum	0,00	0,00	0,12	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Strauch	0,00	0,38	1,05	0,76	0,53	0,00	0,04	0,52	1,01	0,00
Moos	0,47	0,68	0,05	5,11	3,99	0,22	0,11	0,00	0,05	0,00
Totholz 2	0,00	0,00	1,15	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,11	0,00
Totholz 10	0,00	0,00	0,61	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
2014	ACK	BRA	GEI	KU1 (4)	KU2 (1)	KU3 (3)	KU4 (3)	KUV	WAL	WIE
Schatten	0,00	0,04	87,12	69,64	37,90	76,25	78,44	0,00	74,75	0,00
Kraut	1,44	30,91	12,57	13,34	20,57	16,66	6,43	30,93	0,26	22,40
Gras	3,55	34,26	1,73	6,22	7,40	13,81	8,42	40,19	0,44	51,73
Streu	6,14	32,24	69,91	39,70	17,25	30,35	58,55	28,88	86,53	25,46
Offen	47,42	2,19	0,46	11,78	12,45	10,44	5,49	0,07	0,00	0,66
Kultur	41,51	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Baum	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Strauch	0,00	0,00	6,55	0,07	3,77	0,23	0,00	0,00	8,86	0,00
Moos	0,01	0,42	0,43	11,14	8,29	2,72	1,57	0,00	0,62	0,00
Totholz 2	0,00	0,00	7,85	0,00	5,29	0,00	0,00	0,00	3,08	0,00
Totholz 10	0,00	0,00	0,51	0,00	0,31	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
2011 - 2014	ACK	BRA	GEI	KU1	KU2	KU3	KU4	KUV	WAL	WIE
Schatten	0,00	0,01	83,62	43,76	51,20	57,55	55,36	0,00	75,76	0,00
Kraut	1,12	36,78	11,05	17,69	16,98	16,95	7,54	52,46	1,76	22,56
Gras	0,89	37,64	1,82	7,45	5,53	17,43	13,76	25,29	0,45	54,47
Streu	3,75	23,26	77,00	33,22	26,91	24,99	46,41	17,37	89,21	22,26
Offen	42,40	0,85	2,00	12,05	19,99	17,15	11,33	4,21	0,40	0,91
Kultur	51,74	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Baum	0,00	0,00	0,03	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Strauch	0,00	0,48	3,69	1,23	2,15	0,17	0,12	0,96	4,25	0,06
Moos	0,18	1,62	0,64	4,51	5,70	1,46	0,51	0,02	1,06	0,14
Totholz 2	0,00	0,00	3,41	0,00	1,26	0,04	0,12	0,00	2,21	0,09
Totholz 10	0,00	0,00	0,40	0,13	0,07	0,00	0,00	0,00	0,64	0,01

Tabelle A23: Anzahl der Vegetationsstrukturvariablen [AnzVS], mittlerer Gesamtdeckungsgrad [DGGes] in Prozent sowie unterschiedliche Vegetationsstruktur - Diversitätsindices für die einzelnen Untersuchungsjahre 2011 - 2014. Mittelwert der Schätzung von prozentualen Deckungsgraden der Vegetationsstrukturvariablen Schatten, Baumschicht, Strauchschicht, Anbaukultur, Krautschicht, Grasschicht, Moosschicht, Totholz ≥ 2 cm bis ≤ 10 cm \emptyset , Totholz > 10 cm \emptyset , Streuschicht sowie offener, vegetationsfreier Boden in 10 Aufnahmequadraten à 1 m² je Untersuchungsfläche. ACK = Acker, BRA = Brache, GEI = Gehölzinsel, KU1 - KU4 = Agrarholzflächen, KUV = Vorgewende, WAL = Wald, WIE = Wiese. Der Gesamtdeckungsgrad der Vegetationsstrukturvariablen in den Gehölzflächen KU1 - KU4, GEI und WAL beträgt > 100 %, da die Beschattung zum Deckungsgrad der weiteren Strukturvariablen addiert wurde.

2011						
Fläche	AnzVS	DGGes [%]	α	Shannon	Evenness	Simpson
ACK	6	105	1,38	1,07	0,60	2,43
BRA	6	107	1,37	1,23	0,69	2,91
GEI	9	201	1,93	1,26	0,57	2,70
KU1	9	118	2,27	1,87	0,85	5,66
KU2	8	153	1,79	1,87	0,90	5,67
KU3	9	168	2,03	1,72	0,78	4,59
KU4	8	168	1,75	1,28	0,62	2,84
KUV	7	108	1,67	1,28	0,66	2,59
WAL	8	195	1,68	1,06	0,51	2,37
WIE	8	107	2,00	1,17	0,56	2,43
2012						
Fläche	AnzVS	DGGes [%]	α	Shannon	Evenness	Simpson
ACK	6	107	1,37	0,94	0,52	2,24
BRA	6	107	1,37	1,33	0,74	3,36
GEI	9	187	1,97	1,27	0,58	2,76
KU1	9	156	2,08	1,79	0,81	5,04
KU2	8	168	1,75	1,69	0,81	4,53
KU3	9	147	2,11	1,83	0,83	5,55
KU4	9	137	2,16	1,84	0,84	5,75
KUV	6	108	1,37	1,14	0,64	2,45
WAL	9	175	2,01	1,14	0,52	2,44
WIE	5	105	1,09	1,12	0,70	2,71
2013						
Fläche	AnzVS	DGGes [%]	α	Shannon	Evenness	Simpson
ACK	6	105	1,38	0,93	0,52	2,11
BRA	6	107	1,37	1,23	0,69	3,08
GEI	9	185	1,98	1,16	0,53	2,57
KU1	8	160	1,77	1,74	0,84	4,67
KU2	8	174	1,73	1,70	0,82	4,37
KU3	7	163	1,49	1,65	0,85	4,51
KU4	8	161	1,77	1,64	0,79	4,44
KUV	5	105	1,09	1,11	0,69	2,56
WAL	8	183	1,71	1,00	0,48	2,29
WIE	4	104	0,83	1,10	0,79	2,69

Tabelle A23 (Fortsetzung)

2014						
Fläche	AnzVS	DGGes [%]	α	Shannon	Evenness	Simpson
ACK	6	106	1,38	1,17	0,65	2,66
BRA	6	105	1,38	1,28	0,71	3,29
GEI	9	197	1,94	1,35	0,61	2,95
KU1	8	178	1,72	1,67	0,80	4,15
KU2	10	147	2,43	2,02	0,88	6,39
KU3	8	184	1,71	1,66	0,80	4,08
KU4	7	185	1,44	1,42	0,73	3,27
KUV	4	104	0,83	1,13	0,82	3,00
WAL	7	182	1,45	1,07	0,55	2,43
WIE	4	103	0,83	1,11	0,80	2,88

Tabelle A24: Mittlere prozentuale Deckungsgrade ausgewählter Strukturvariablen in den Agrarholzflächen KU1 - KU4, berechnet aus 10 Aufnahmeflächen je 1m² je Untersuchungsjahr. A = Aufwuchsjahr, R = Rotationsphase, SE = Standardfehler. Einfaktorielle ANOVA, Duncan Test ($p \leq 0.05$), Freiheitsgrade df: 2, 12, F = F - Wert, a, b, c, d = statistisch signifikante Unterschiede zwischen den Flächen.

	KU1					KU2				
	F	2011	2012	2013	2014	F	2011	2012	2013	2014
A		1	2	3	4		2	3	4	1
R		2	2	2	2		1	1	1	2
Schatten	675,49	7,03 ^d	46,16 ^c	52,19 ^b	69,64 ^a	206,12	42,59 ^c	58,99 ^b	65,32 ^a	37,90 ^d
SE		1,23	1,35	0,59	0,69		0,74	0,29	0,23	1,62
Kraut	2,33	20,18 ^a	20,54 ^{a,b}	16,71 ^{a,b}	13,34 ^b	8,22	19,48 ^a	11,50 ^b	16,36 ^a	20,57 ^a
SE		1,95	2,66	2,15	2,02		1,57	0,99	1,55	1,48
Gras	1,63	5,77 ^a	9,47 ^a	8,35 ^a	6,22 ^a	0,75	4,62 ^a	4,32 ^a	5,77 ^a	7,40 ^a
SE		0,55	1,40	1,50	1,74		2,41	1,09	1,15	1,42
Streu	8,74	26,49 ^b	26,43 ^b	40,26 ^a	39,70 ^a	43,56	24,62 ^c	29,74 ^b	36,03 ^a	17,25 ^d
SE		2,52	0,97	2,37	3,88		1,42	1,33	0,93	1,06
offen	20,46	20,92 ^a	7,01 ^c	8,51 ^{b,c}	11,78 ^b	14,10	20,92 ^a	23,89 ^a	22,72 ^a	12,45 ^b
SE		0,97	0,81	0,87	2,29		1,43	1,65	1,49	0,78
	KU3					KU4				
	F	2011	2012	2013	2014	F	2011	2012	2013	2014
A		3	1	2	3		3	1	2	3
R		1	2	2	2		1	2	2	2
Schatten	203,51	59,35 ^b	38,21 ^c	56,40 ^b	76,25 ^a	258,39	59,71 ^b	29,00 ^d	54,30 ^c	78,44 ^a
SE		0,71	1,05	0,40	1,73		2,04	1,11	0,77	0,66
Kraut	1,29	20,34 ^a	16,83 ^a	13,98 ^a	16,66 ^a	40,05	2,15 ^d	12,14 ^a	9,43 ^b	6,43 ^c
SE		3,26	1,06	1,45	2,68		0,48	0,80	0,74	0,65
Gras	2,41	17,10 ^{a,b}	17,68 ^{a,b}	21,15 ^a	13,81 ^b	17,04	2,60 ^c	17,57 ^b	26,43 ^a	8,42 ^c
SE		2,90	1,71	1,11	1,56		1,23	3,63	2,29	2,40
Streu	24,25	22,98 ^b	13,21 ^c	33,43 ^a	30,35 ^a	179,37	76,22 ^a	17,29 ^d	33,58 ^c	58,55 ^b
SE		1,37	0,84	1,66	2,83		2,29	0,88	1,37	2,71
offen	81,95	32,90 ^a	19,41 ^b	5,86 ^d	10,41 ^c	34,42	14,41 ^b	21,18 ^a	4,25 ^c	5,49 ^c
SE		0,65	1,12	0,78	2,15		1,37	1,93	1,22	0,53

Tabelle A25: Mittlere prozentuale Deckungsgrade ausgewählter Strukturvariablen in den Referenzflächen, berechnet aus 10 Aufnahmeflächen je 1m² je Untersuchungsjahr. SE = Standardfehler. Einfaktorielle ANOVA, Duncan Test ($p \leq 0.05$), Freiheitsgrade df: 2, 12, F = F - Wert, a, b, c, d = statistisch signifikante Unterschiede zwischen den Flächen. SE = Standardfehler. ACK = Acker, BRA = Brache, GEI = Gehölzinsel, KUV = Vorgewende, WAL = Wald, WIE = Wiese.

	ACK					BRA				
	F	2011	2012	2013	2014	F	2011	2012	2013	2014
Schatten	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,00	0,00 ^a	0,00 ^a	0,00 ^a	0,04 ^a
SE		0,00	0,00	0,00	0,00		0,00	0,00	0,00	0,03
Kraut	107,75	2,36 ^a	0,63 ^c	0,13 ^d	1,43 ^b	1,21	40,79 ^a	39,45 ^a	35,96 ^a	30,91 ^a
SE		0,02	0,06	0,05	0,13		4,46	3,99	5,19	1,26
Gras	93,06	0,01 ^b	0,00 ^b	0,02 ^b	3,55 ^a	2,06	42,97 ^a	32,82 ^a	40,50 ^a	34,26 ^a
SE		0,01	0,00	0,02	0,37		4,56	2,79	3,21	2,69
Streu	20,29	4,70 ^a	0,95 ^c	3,21 ^b	6,14 ^a	11,87	14,22 ^c	23,99 ^b	22,60 ^b	32,24 ^a
SE		0,12	0,07	0,10	0,97		1,24	2,96	2,47	1,39
offen	70,55	40,38 ^b	47,53 ^a	34,27 ^c	47,42 ^a	6,51	0,82 ^b	0,26 ^b	0,12 ^b	2,19 ^a
SE		0,83	0,70	0,65	0,83		0,29	0,07	0,10	0,67
	GEI					KUV				
	F	2011	2012	2013	2014	F	2011	2012	2013	2014
Schatten	38,10	92,95 ^a	77,05 ^c	77,38 ^c	87,12 ^b		0,00	0,00	0,00	0,00
SE		1,49	1,02	0,87	1,53		0,00	0,00	0,00	0,00
Kraut	0,53	9,96 ^a	9,73 ^a	11,93 ^a	12,57 ^a	8,33	61,95 ^a	61,66 ^a	55,29 ^a	30,93 ^b
SE		1,89	2,08	1,97	1,81		6,17	4,20	4,90	4,87
Gras	10,38	4,72 ^a	0,40 ^b	0,42 ^b	1,73 ^b	12,22	9,34 ^c	21,96 ^b	29,68 ^{a,b}	40,19 ^a
SE		0,24	0,30	0,40	1,14		3,79	3,23	4,26	3,51
Streu	3,40	76,34 ^{a,b}	78,54 ^{a,b}	83,23 ^a	69,91 ^b	12,28	12,70 ^b	14,52 ^b	13,37 ^b	28,88 ^a
SE		3,25	3,81	2,23	2,45		1,59	1,13	1,77	3,53
offen	3,47	1,30 ^b	4,83 ^a	1,43 ^b	0,46 ^b	58,99	13,74 ^a	1,76 ^b	1,30 ^b	0,07 ^b
SE		0,53	1,82	0,79	0,34		1,61	0,20	0,37	0,03
	WAL					WIE				
	F	2011	2012	2013	2014	F	2011	2012	2013	2014
Schatten	4,42	87,89 ^a	64,75 ^b	75,64 ^{a,b}	74,75 ^{a,b}	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
SE		2,25	6,33	3,73	4,72		0,00	0,00	0,00	0,00
Kraut	12,21	0,00 ^b	1,50 ^b	5,29 ^a	0,26 ^b	0,48	20,87 ^a	25,27 ^a	21,69 ^a	22,40 ^a
SE		0,00	0,62	1,23	0,24		1,66	1,33	1,39	4,92
Gras	1,88	0,05 ^b	0,84 ^a	0,45 ^{a,b}	0,44 ^{a,b}	2,49	62,11 ^a	51,94 ^a	52,11 ^a	51,73 ^a
SE		0,05	0,34	0,19	0,27		1,52	1,71	1,46	5,86
Streu	0,83	89,00 ^a	89,26 ^a	92,04 ^a	86,53 ^a	16,93	15,28 ^b	23,26 ^a	25,06 ^a	25,46 ^a
SE		3,69	0,49	1,25	2,99		0,90	0,74	1,34	1,48
offen	4,22	1,31 ^a	0,23 ^b	0,05 ^b	0,00 ^b	3,17	1,43 ^a	0,28 ^b	1,30 ^a	0,66 ^{a,b}
SE		0,57	0,18	0,05	0,00		0,46	0,12	0,22	0,30

Tabelle A26: Korrelationsmatrix der Strukturvariablen [StrVar] für die ersten vier Ordinationsachsen, die aus den Daten der Strukturvariablen (Axe E1 - 4) bzw. den Art Daten (Axe R1 - 4) errechnet wurden. Redundanzanalysen (RDA) für die Laufkäfer und Spinnentiere im gesamten Untersuchungszeitraum 2011 - 2014. Die Berechnungen basieren auf den Hellinger - transformierten Individuenzahlen von fünf Einzelfällen je Untersuchungsfläche.

Laufkäfer 2011 - 2014									
StrVar	AxeE1	AxeE2	AxeE3	AxeE4	AxeR1	AxeR2	AxeR3	AxeR4	VIF
Schatten	0,816	-0,288	-0,404	0,000	0,757	-0,270	-0,312	-0,086	3,787
Streu	0,995	0,090	-0,021	0,031	0,924	0,084	-0,016	0,019	7,261
Gras	-0,493	0,848	-0,141	0,128	-0,458	0,794	-0,109	0,080	4,612
Kraut	-0,489	0,190	-0,284	0,724	-0,454	0,178	-0,219	0,454	3,125
Offen	-0,409	-0,659	0,457	-0,219	-0,380	-0,618	0,353	-0,138	7,253
Spinnentiere 2011 - 2014									
StrVar	AxeE1	AxeE2	AxeE3	AxeE4	AxeR1	AxeR2	AxeR3	AxeR4	VIF
Schatten	0,879	-0,193	0,255	-0,117	0,828	-0,177	0,170	-0,064	3,787
Streu	0,977	0,053	-0,206	-0,008	0,920	0,048	-0,138	-0,005	7,261
Gras	-0,444	0,858	0,119	0,179	-0,418	0,787	0,080	0,098	4,612
Kraut	-0,381	0,146	0,441	0,389	-0,359	0,134	0,294	0,213	3,125
Offen	-0,494	-0,653	-0,225	0,070	-0,466	-0,599	-0,150	0,038	7,253

Tabelle A27: Korrelationsmatrix der Strukturvariablen [StrVar] für die ersten vier Ordinationsachsen, die aus den Daten der Strukturvariablen (Axe E1 - 4) bzw. den Art Daten (Axe R1 - 4) errechnet wurden. Redundanzanalysen (RDA) für die Laufkäfer in vier Aufwuchsjahren in den Agrarholzflächen und den zeitgleich untersuchten Referenzflächen im Untersuchungszeitraum 2011 - 2014. Die Berechnungen basieren auf den Hellinger - transformierten Individuenzahlen von fünf Einzelfällen je Untersuchungsfläche und Aufwuchsjahr.

Laufkäfer									
1. Aufwuchsjahr									
StrVar	AxeE1	AxeE2	AxeE3	AxeE4	AxeR1	AxeR2	AxeR3	AxeR4	VIF
Schatten	0,944	-0,118	-0,148	-0,172	0,927	-0,113	-0,130	-0,109	9,155
Streu	0,977	0,139	-0,068	0,144	0,960	0,133	-0,060	0,091	17,737
Gras	-0,517	0,849	-0,052	-0,088	-0,508	0,817	-0,045	-0,055	12,442
Kraut	-0,516	0,176	-0,645	-0,037	-0,507	0,169	-0,564	-0,023	8,071
Offen	-0,390	-0,712	0,561	-0,095	-0,383	-0,685	0,490	-0,060	24,728
2. Aufwuchsjahr									
Schatten	0,855	-0,140	-0,274	-0,156	0,847	-0,136	-0,223	-0,109	10,150
Streu	0,982	0,057	-0,173	0,022	0,972	0,055	-0,141	0,015	13,437
Gras	-0,489	0,863	-0,045	-0,043	-0,485	0,837	-0,037	-0,030	11,562
Kraut	-0,511	0,126	-0,522	-0,149	-0,507	0,123	-0,425	-0,105	6,842
Offen	-0,348	-0,664	0,640	-0,031	-0,344	-0,644	0,521	-0,022	19,167
3. Aufwuchsjahr									
Schatten	0,907	-0,127	0,236	0,059	0,850	-0,120	0,173	0,040	4,891
Streu	0,983	0,165	-0,032	-0,072	0,922	0,155	-0,024	-0,049	13,394
Gras	-0,608	0,781	0,107	-0,098	-0,570	0,734	0,078	-0,067	5,957
Kraut	-0,528	0,160	0,530	-0,501	-0,495	0,151	0,389	-0,343	4,127
Offen	-0,361	-0,742	-0,422	0,133	-0,338	-0,697	-0,310	0,091	10,540
4. Aufwuchsjahr									
Schatten	0,922	-0,181	0,327	-0,102	0,900	-0,172	0,303	-0,083	7,059
Streu	0,975	0,177	0,001	0,129	0,952	0,168	0,001	0,105	14,733
Gras	-0,644	0,729	0,104	0,206	-0,629	0,691	0,096	0,168	8,532
Kraut	-0,529	0,223	0,355	0,737	-0,517	0,212	0,328	0,600	4,506
Offen	-0,328	-0,697	-0,228	-0,548	-0,321	-0,661	-0,211	-0,446	13,468

Tabelle A28: Korrelationsmatrix der Strukturvariablen [StrVar] für die ersten vier Ordinationsachsen, die aus den Daten der Strukturvariablen (Axe E1 - 4) bzw. den Artdaten (Axe R1 - 4) errechnet wurden. Redundanzanalysen (RDA) für die Spinnentiere in vier Aufwuchsjahren in den Agrarholzflächen und den zeitgleich untersuchten Referenzflächen im Untersuchungszeitraum 2011 - 2014. Die Berechnungen basieren auf den Hellinger - transformierten Individuenzahlen von fünf Einzelfällen je Untersuchungsfläche und Aufwuchsjahr.

Spinnentiere									
1. Aufwuchsjahr									
StrVar	AxeE1	AxeE2	AxeE3	AxeE4	AxeR1	AxeR2	AxeR3	AxeR4	VIF
Schatten	0,938	-0,117	0,028	0,296	0,916	-0,113	0,019	0,213	9,155
Streu	0,989	0,045	-0,064	-0,122	0,966	0,044	-0,043	-0,088	17,737
Gras	-0,452	0,862	-0,050	-0,059	-0,441	0,837	-0,034	-0,042	12,442
Kraut	-0,418	0,229	0,694	-0,164	-0,408	0,222	0,466	-0,118	8,071
offen	-0,509	-0,721	-0,380	0,177	-0,497	-0,700	-0,256	0,127	24,728
2. Aufwuchsjahr									
Schatten	0,884	-0,208	-0,189	-0,112	0,859	-0,195	-0,156	-0,083	10,150
Streu	0,999	0,003	-0,011	0,030	0,970	0,003	-0,009	0,022	13,437
Gras	-0,429	0,856	-0,240	-0,038	-0,416	0,801	-0,199	-0,028	11,562
Kraut	-0,411	0,060	-0,452	-0,190	-0,399	0,056	-0,373	-0,141	6,842
offen	-0,486	-0,542	0,603	-0,046	-0,472	-0,507	0,497	-0,035	19,167
3. Aufwuchsjahr									
Schatten	0,929	-0,123	0,085	-0,063	0,888	-0,118	0,053	-0,047	4,891
Streu	0,972	0,072	-0,202	0,063	0,930	0,069	-0,125	0,048	13,394
Gras	-0,518	0,815	0,183	0,074	-0,495	0,778	0,114	0,056	5,957
Kraut	-0,399	0,129	0,674	0,161	-0,381	0,123	0,419	0,122	4,127
offen	-0,471	-0,648	-0,258	0,113	-0,450	-0,619	-0,160	0,085	10,540
4. Aufwuchsjahr									
Schatten	0,942	-0,075	0,020	0,322	0,922	-0,070	0,016	0,306	7,052
Streu	0,960	0,201	-0,121	-0,120	0,939	0,189	-0,096	-0,114	14,733
Gras	-0,625	0,648	0,335	-0,267	-0,612	0,612	0,267	-0,253	8,532
Kraut	-0,380	0,094	0,803	-0,439	-0,372	0,089	0,641	-0,417	4,506
offen	-0,408	-0,635	-0,475	0,444	-0,399	-0,599	-0,379	0,421	13,468

Tabelle A29: Ladungen (Cases) der Flächenpunkte auf den ersten vier Ordinationsachsen im Ordinationsdiagramm (Triplot), die aus den Strukturvariablen - Environmental variables (CaseE) und aus den Artwerten - Response variables (CaseR) berechnet wurden. Redundanzanalysen (RDA) für die Laufkäfer im gesamten Untersuchungszeitraum 2011 - 2014. Die Berechnungen basieren auf den Hellinger - transformierten Individuenzahlen von fünf Einzelfällen je Untersuchungsfläche. ACK = Acker, BRA = Brache, GEI = Gehölzinsel, KU1 - KU4 = Agrarholzflächen (Untersuchungsjahr hinter dem Flächenkürzel), KUV = Vorgewende, WAL = Wald, WIE = Wiese.

Flächen	CaseE.1	CaseE.2	Case E.3	CaseE.4	CaseR.1	CaseR.2	CaseR.3	CaseR.4
ACK11	-0,999	-1,186	1,768	-1,206	-0,940	-1,119	1,759	0,416
BRA11	-0,954	1,044	-0,424	0,723	-0,748	0,617	0,161	2,856
GEI11	1,475	-0,119	-0,782	0,234	1,978	0,128	0,385	1,070
KU111	-0,308	-0,634	1,299	0,126	-0,651	-0,610	0,931	2,475
KU211	-0,349	-1,060	-0,321	0,061	-0,684	-0,638	0,609	2,026
KU311	-0,420	-0,726	-0,136	1,845	-0,432	-0,738	0,761	2,630
KU411	1,496	0,083	1,607	0,575	0,079	-0,764	0,542	2,715
KUV11	-0,872	-1,355	0,106	3,057	-0,561	-0,795	0,927	2,853
WAL11	1,948	0,114	0,191	-0,260	2,267	0,524	1,500	-0,791
WIE11	-0,968	2,474	-0,090	-0,581	-0,688	2,713	0,916	-0,853

Tabelle A29 (Fortsetzung)

Flächen	CaseE.1	CaseE.2	Case E.3	CaseE.4	CaseR.1	CaseR.2	CaseR.3	CaseR.4
ACK12	-1,114	-1,308	2,085	-0,841	-0,598	-1,221	2,531	-3,204
BRA12	-0,569	0,717	0,044	0,738	-0,597	0,836	-1,191	2,154
GEI12	1,568	-0,194	0,253	0,493	1,903	0,137	0,433	0,535
KU112	-0,332	-0,659	-1,368	-1,015	-0,663	-0,456	-0,866	-0,906
KU212	-0,142	-1,014	-0,457	-0,102	-0,310	-0,903	-1,430	-0,028
KU312	-0,805	-0,466	-0,818	-0,610	-0,772	-0,290	-0,744	0,167
KU412	-0,657	-0,235	-0,036	-0,723	-0,651	-0,195	0,574	0,693
KUV12	-0,882	-0,496	-0,580	2,304	-0,892	-0,438	-0,454	0,920
WAL12	1,937	0,367	1,103	-0,276	2,060	0,293	0,983	-1,409
WIE12	-0,654	2,009	0,206	-0,128	-0,599	2,358	0,922	-1,223
ACK13	-1,062	-1,105	1,230	-2,173	-0,839	-0,997	1,987	-2,197
BRA13	-0,645	1,174	0,024	0,542	-0,332	0,652	-1,577	1,528
GEI13	1,724	-0,107	0,256	0,640	1,912	-0,265	0,309	0,994
KU113	0,171	-0,450	-0,678	-0,460	-0,340	-0,734	-1,555	-2,115
KU213	0,070	-0,952	-0,442	0,735	0,056	-1,018	-1,977	0,022
KU313	-0,120	0,151	-1,351	-0,961	-0,425	-0,204	-2,203	-0,629
KU413	-0,135	0,565	-1,315	-1,427	-0,325	0,222	-1,057	-0,730
KUV13	-0,947	0,027	-0,599	1,786	-0,999	-0,505	0,132	0,635
WAL13	2,038	0,226	0,779	0,303	2,299	0,340	0,748	-0,962
WIE13	-0,585	2,109	0,404	-0,286	-0,404	2,530	0,748	-0,130
ACK14	-0,946	-1,028	2,412	-0,338	-0,777	-1,326	2,040	-1,929
BRA14	-0,270	1,097	0,723	0,575	-0,881	1,577	-0,142	-0,281
GEI14	1,251	-0,392	-1,017	-0,089	1,984	0,010	0,380	1,648
KU114	0,180	-0,716	-1,208	-0,497	0,062	-0,980	-2,032	-2,382
KU214	-0,642	-0,934	-1,179	-1,082	-0,560	-0,998	-0,839	-0,629
KU314	-0,182	-0,600	-2,099	-0,542	0,165	-0,587	-3,047	-2,649
KU414	0,836	-0,109	-0,878	-0,672	-0,107	-0,433	-1,920	-1,031
KUV14	-0,416	1,377	0,412	0,364	-0,884	0,260	-0,819	-0,874
WAL14	1,849	0,221	0,502	-0,562	2,209	0,239	0,672	-0,822
WIE14	-0,571	2,090	0,374	-0,269	-0,316	2,779	0,904	-0,566

Tabelle A30: Ladungen (Cases) der Flächenpunkte auf den ersten vier Ordinationsachsen im Ordinationsdiagramm (Triplot), die aus den Strukturvariablen - Environmental variables (CaseE) und aus den Antwortwerten - Response variables (CaseR) berechnet wurden. Redundanzanalysen (RDA) für die Spinnentiere im gesamten Untersuchungszeitraum 2011 - 2014. Die Berechnungen basieren auf den Hellinger - transformierten Individuenzahlen von fünf Einzelfällen je Untersuchungsfläche. ACK = Acker, BRA = Brache, GEI = Gehölzinsel, KU1 - KU4 = Agrarholzflächen (Untersuchungsjahr hinter dem Flächenkürzel), KUV = Vorgewende, WAL = Wald, WIE = Wiese.

Flächen	CaseE.1	CaseE.2	CaseE.3	CaseE.4	CaseR.1	CaseR.2	CaseR.3	CaseR.4
ACK11	-1,426	-1,349	-1,493	-0,792	-1,315	-1,311	-2,634	0,264
BRA11	-0,806	1,022	0,526	0,458	0,037	1,016	1,522	2,759
GEI11	1,634	0,009	0,541	0,242	1,744	-0,109	-0,699	0,128
KU111	-0,591	-0,958	-1,124	-0,156	-0,676	-0,947	0,057	2,051
KU211	-0,264	-0,954	0,585	-0,036	-0,764	-0,136	0,436	3,857
KU311	-0,130	-0,485	1,129	3,369	0,097	-0,478	1,211	4,439
KU411	1,195	-0,247	-1,634	1,211	0,724	-0,311	1,365	3,015
KUV11	-0,700	-1,730	0,800	1,896	-0,895	-1,523	-0,582	1,445
WAL11	1,843	0,037	-0,668	-0,217	1,600	0,119	-2,281	-1,599
WIE11	-0,933	2,623	-0,131	0,290	-1,018	2,651	-1,912	1,139
ACK12	-1,549	-1,472	-1,571	0,029	-1,402	-1,520	-2,217	-1,048
BRA12	-0,553	0,524	-0,025	0,126	-0,163	0,898	1,267	1,512
GEI12	1,516	-0,327	-0,430	0,462	1,802	-0,143	-1,362	-0,595
KU112	-0,152	-0,396	1,126	-1,829	-0,714	-0,580	0,823	0,741
KU212	-0,014	-0,781	0,735	0,280	-0,500	-0,870	1,141	1,685
KU312	-0,639	-0,157	0,962	-0,416	-0,643	-0,133	1,028	-0,717
KU412	-0,667	-0,080	0,127	-0,369	-0,836	-0,200	-0,220	-2,415
KUV12	-0,637	-0,737	1,091	0,946	-1,143	-0,661	-0,225	-0,457
WAL12	1,614	0,029	-1,664	-0,456	1,634	-0,037	-1,962	-1,373
WIE12	-0,681	1,983	-0,391	0,289	-1,035	2,514	-2,018	0,664
ACK13	-1,478	-1,171	-1,298	-2,233	-1,266	-1,212	-1,460	-2,459
BRA13	-0,617	1,053	-0,042	0,299	-0,030	0,884	1,353	2,148
GEI13	1,668	-0,290	-0,483	0,451	1,848	-0,120	-0,843	1,741
KU113	0,258	-0,326	0,522	-0,859	0,086	-0,656	1,916	-0,341
KU213	0,266	-0,759	0,893	1,269	-0,008	-1,051	1,410	0,860
KU313	0,101	0,515	1,091	-1,000	0,122	-0,012	2,399	-1,203
KU413	0,049	0,966	0,905	-1,307	-0,320	-0,237	1,814	-2,535
KUV13	-0,717	-0,125	0,981	0,793	-0,760	-0,910	0,855	-1,906
WAL13	1,838	-0,056	-1,183	0,219	1,817	-0,213	-1,162	1,189
WIE13	-0,662	2,069	-0,627	0,268	-0,965	2,706	-1,646	0,800
ACK14	-1,400	-1,264	-1,803	0,814	-1,163	-1,568	-1,744	-1,705
BRA14	-0,398	0,818	-0,772	0,393	-0,332	0,793	0,474	-0,744
GEI14	1,417	-0,250	0,705	-0,493	1,916	-0,089	-0,430	-0,630
KU114	0,400	-0,405	1,144	-0,623	1,051	-0,098	1,853	-1,055
KU214	-0,497	-0,683	1,048	-1,862	-0,487	0,196	0,508	-1,599
KU314	0,246	-0,052	2,092	-0,540	0,915	-0,012	2,332	-1,862
KU414	0,960	0,123	0,559	-0,647	0,393	0,782	1,095	-2,954
KUV14	-0,486	1,190	-0,522	0,258	-0,313	0,027	1,969	-2,737
WAL14	1,638	0,047	-1,096	-0,754	1,926	-0,152	-1,551	-0,644
WIE14	-0,645	2,045	-0,607	0,224	-0,656	2,700	-1,880	0,141

Tabelle A31: Ladungen (Cases) der Flächenpunkte auf den ersten vier Ordinationsachsen im Ordinationsdiagramm (Triplot), die aus den Strukturvariablen - Environmental variables (CaseE) und aus den Antwortwerten - Response variables (CaseR) berechnet wurden. Redundanzanalysen (RDA) für die Laufkäfer in vier Aufwuchsjahren der Agrarholzflächen und den zeitgleich untersuchten Referenzflächen im Untersuchungszeitraum 2011 - 2014. Die Berechnungen basierten auf den Hellinger - transformierten Individuenzahlen von fünf Einzelfällen je Untersuchungsfläche und Aufwuchsjahr. ACK = Acker, BRA = Brache, GEI = Gehölzinsel, KU1 - KU4 = Agrarholzflächen (Untersuchungsjahr hinter dem Flächenkürzel), KUV = Vorgewende, WAL = Wald, WIE = Wiese.

Flächen	CaseE.1	CaseE.2	CaseE.3	CaseE.4	CaseR.1	CaseR.2	CaseR.3	CaseR.4
1.Aufwuchsjahr								
ACK11	-0,881	-1,418	0,945	1,058	-0,806	-1,291	0,809	0,731
BRA11	-0,828	0,851	-0,663	-0,386	-0,687	0,340	-1,030	0,860
GEI11	1,664	-0,006	-0,216	-1,758	1,571	-0,137	-0,523	-2,560
KU111	-0,382	-0,836	0,134	1,466	-0,605	-0,771	-0,649	-0,478
KUV11	-0,676	-1,217	-1,143	-0,692	-0,522	-0,973	-0,816	-0,768
WAL11	1,876	0,060	0,271	-0,037	1,804	0,139	0,723	2,630
WIE11	-0,740	2,088	0,744	-1,052	-0,588	2,152	1,124	-1,265
ACK12	-0,802	-1,481	1,745	-0,140	-0,494	-1,400	2,958	-0,361
BRA12	-0,651	0,484	-0,837	0,950	-0,573	0,611	-1,687	1,301
GEI12	1,601	-0,180	0,286	-0,595	1,546	-0,079	0,062	-2,539
KU312	-0,396	-0,445	-0,452	-1,789	-0,689	-0,356	-1,193	0,202
KU412	-0,362	-0,325	0,130	-0,984	-0,591	-0,412	-0,567	-1,077
KUV12	-0,833	-0,474	-1,871	0,091	-0,799	-0,540	-1,180	0,817
WAL12	1,594	0,134	0,407	1,882	1,656	0,048	0,531	2,799
WIE12	-0,582	1,640	0,416	-0,111	-0,515	1,872	1,061	-1,472
ACK14	-0,568	-1,196	2,382	-0,752	-0,664	-1,506	1,975	0,121
BRA14	-0,375	0,783	0,062	1,032	-0,775	1,181	-0,171	0,247
GEI14	1,329	-0,301	-0,955	-0,835	1,571	-0,208	-0,688	-2,885
KU214	-0,574	-0,960	-1,962	0,500	-0,521	-0,965	-1,340	0,135
KUV14	-0,483	1,050	-0,047	0,769	-0,775	0,161	-0,595	2,035
WAL14	1,594	0,056	0,042	1,312	1,748	-0,028	0,111	2,160
WIE14	-0,527	1,692	0,583	0,071	-0,29	2,162	1,084	0,631
2.Aufwuchsjahr								
ACK11	-0,668	-1,318	1,828	0,397	-0,841	-1,424	0,760	-0,339
BRA11	-0,809	0,860	-0,327	-0,170	-0,714	0,405	-0,636	-0,822
GEI11	1,215	-0,135	-0,588	-1,601	1,507	-0,096	-0,274	-2,754
KU211	-0,346	-1,010	-0,080	-1,478	-0,663	-0,782	-0,290	-2,093
KUV11	-0,666	-1,290	-0,619	-1,224	-0,585	-0,907	-0,254	-1,402
WAL11	1,705	-0,065	-0,066	0,073	1,826	0,014	0,500	1,805
WIE11	-0,656	2,194	0,966	-0,775	-0,551	2,296	1,571	-0,532
ACK12	-0,605	-1,344	2,626	-1,147	-0,520	-1,530	2,797	0,549
BRA12	-0,494	0,458	-0,465	1,147	-0,608	0,779	-1,622	0,807
GEI12	1,440	-0,295	0,049	-0,703	1,507	-0,157	0,142	-2,243
KU112	-0,701	-0,767	-1,731	1,049	-0,655	-0,475	-1,050	0,711
KUV12	-0,857	-0,561	-1,429	0,119	-0,849	-0,516	-1,005	0,889
WAL12	1,768	0,020	0,243	1,946	1,642	-0,093	0,340	2,760
WIE12	-0,404	1,701	0,661	0,106	-0,496	2,002	1,651	-0,100

Tabelle A31 (Fortsetzung)

Flächen	CaseE.1	CaseE.2	CaseE.3	CaseE.4	CaseR.1	CaseR.2	CaseR.3	CaseR.4
2.Aufwuchsjahr								
ACK13	-0,976	-1,350	0,835	2,355	-0,731	-1,277	1,793	1,286
BRA13	-0,499	0,916	-0,092	0,560	-0,395	0,618	-1,884	0,448
GEI13	1,559	-0,241	-0,146	-0,296	1,468	-0,476	-0,419	-2,089
KU313	-0,344	0,085	-0,906	-0,704	-0,490	-0,049	-1,836	0,974
KU413	-0,359	0,440	-0,775	-0,332	-0,409	0,258	-1,131	-0,060
KUV13	-0,884	-0,071	-1,099	-0,061	-0,920	-0,630	-0,465	0,975
WAL13	1,888	-0,011	0,202	0,588	1,818	-0,030	-0,090	1,809
WIE13	-0,307	1,783	0,913	0,151	-0,350	2,070	1,403	-0,578
3.Aufwuchsjahr								
ACK11	-0,881	-1,515	-1,264	1,182	-0,912	-1,368	-1,018	-0,773
BRA11	-0,975	0,747	0,695	-0,163	-0,814	0,349	0,523	-2,148
GEI11	1,275	0,019	0,845	0,017	1,630	0,143	-0,034	-0,933
KU311	-0,497	-0,815	0,313	-2,263	-0,460	-0,837	-0,109	-2,867
KU411	1,104	-0,079	-1,593	-1,309	-0,009	-0,800	0,170	-2,776
KUV11	-0,811	-1,563	0,926	-2,223	-0,582	-0,947	-0,089	-2,756
WAL11	1,636	0,173	-0,216	0,177	1,858	0,455	-1,646	0,384
WIE11	-1,106	2,062	-0,198	0,503	-0,890	2,175	-1,291	0,070
ACK12	-1,023	-1,673	-1,614	0,513	-0,640	-1,582	-2,318	2,181
BRA12	-0,626	0,425	0,338	-0,176	-0,691	0,593	1,734	-0,906
GEI12	1,294	-0,172	-0,116	-0,529	1,554	0,128	-0,038	-0,041
KU212	-0,076	-1,005	0,788	0,447	-0,320	-0,838	1,792	0,122
KUV12	-0,810	-0,687	1,436	-1,196	-0,892	-0,620	1,054	-0,456
WAL12	1,563	0,284	-1,077	0,041	1,692	0,265	-1,283	0,780
WIE12	-0,814	1,617	-0,310	0,137	-0,794	1,860	-1,246	0,426
ACK13	-0,849	-1,379	-0,703	2,600	-0,849	-1,357	-1,654	1,339
BRA13	-0,734	0,849	0,193	-0,159	-0,435	0,474	2,060	-0,352
GEI13	1,421	-0,083	-0,110	-0,645	1,595	-0,215	0,128	-0,764
KU113	0,208	-0,443	1,020	1,172	-0,371	-0,720	1,707	2,099
KUV13	-0,898	-0,197	1,260	-0,837	-0,989	-0,743	0,548	-0,201
WAL13	1,651	0,200	-0,747	-0,548	1,904	0,343	-0,983	0,510
WIE13	-0,771	1,698	-0,565	0,169	-0,642	2,057	-1,009	-0,135
ACK14	-0,953	-1,440	-2,032	-0,301	-0,785	-1,656	-1,645	1,116
BRA14	-0,443	0,736	-0,519	-0,466	-0,981	1,187	0,056	-0,138
GEI14	1,147	-0,233	1,220	0,683	1,636	0,055	0,092	-1,239
KU314	-0,019	-0,431	2,348	1,518	0,068	-0,467	3,208	3,428
KU414	0,766	-0,017	0,961	1,116	-0,189	-0,446	2,234	1,663
KUV14	-0,570	1,019	-0,282	-0,189	-0,934	0,007	1,199	1,676
WAL14	1,546	0,220	-0,481	0,541	1,829	0,240	-0,859	0,367
WIE14	-0,755	1,684	-0,520	0,187	-0,59	2,265	-1,284	0,389

Tabelle A31 (Fortsetzung)

Flächen	CaseE.1	CaseE.2	CaseE.3	CaseE.4	CaseR.1	CaseR.2	CaseR.3	CaseR.4
4.Aufwuchsjahr								
ACK13	-0,821	-1,407	-1,534	-1,137	-0,811	-1,267	-1,401	-1,244
BRA13	-0,809	0,521	0,158	0,737	-0,466	0,266	0,730	2,826
GEI13	1,440	-0,166	-0,225	0,632	1,442	-0,224	0,131	0,441
KU213	0,059	-0,974	1,854	-0,690	-0,042	-0,892	2,264	-0,288
KUV13	-1,087	-1,023	0,629	2,500	-0,944	-0,840	-0,042	1,466
WAL13	1,703	0,221	-0,948	0,461	1,698	0,275	-1,162	0,324
WIE13	-0,755	1,794	0,222	-0,897	-0,655	1,904	-0,055	-1,463
ACK14	-0,885	-1,441	-1,179	-1,073	-0,756	-1,535	-1,502	-1,163
BRA14	-0,496	0,413	-0,691	0,969	-0,925	0,914	-0,423	0,955
GEI14	1,147	-0,235	1,045	-0,169	1,472	0,090	0,522	-0,560
KU114	0,253	-0,583	1,689	-0,953	-0,072	-0,914	1,862	-0,816
KUV14	-0,618	0,773	-0,286	0,570	-0,938	-0,121	0,371	0,989
WAL14	1,612	0,349	-0,929	-0,145	1,628	0,211	-0,991	0,168
WIE14	-0,743	1,760	0,196	-0,805	-0,631	2,134	-0,304	-1,635

Tabelle A32: Ladungen (Cases) der Flächenpunkte auf den ersten vier Ordinationsachsen im Ordinationsdiagramm (Triplot), die aus den Strukturvariablen - Environmental variables (CaseE) und aus den Artwerten - Response variables (CaseR) berechnet wurden. Redundanzanalysen (RDA) für die Spinnentiere in vier Aufwuchsjahren der Agrarholzflächen und den zeitgleich untersuchten Referenzflächen im Untersuchungszeitraum 2011 - 2014. Die Berechnungen basierten auf den Hellinger - transformierten Individuenzahlen von fünf Einzelfällen je Untersuchungsfläche und Aufwuchsjahr. ACK = Acker, BRA = Brache, GEI = Gehölzinsel, KU1 - KU4 = Agrarholzflächen (Untersuchungsjahr hinter dem Flächenkürzel), KUV = Vorgewende, WAL = Wald, WIE = Wiese.

Flächen	CaseE.1	CaseE.2	CaseE.3	CaseE.4	CaseR.1	CaseR.2	CaseR.3	CaseR.4
1.Aufwuchsjahr								
ACK11	-1,036	-1,288	-0,570	-0,512	-0,975	-1,486	-2,103	-1,123
BRA11	-0,694	0,976	0,580	0,164	-0,034	1,142	2,086	-2,479
GEI11	1,594	-0,075	-0,070	1,635	1,548	-0,128	0,337	2,180
KU111	-0,386	-0,885	0,168	-1,330	-0,561	-0,687	1,277	-0,375
KUV11	-0,641	-1,409	1,593	-0,145	-0,740	-1,330	0,669	0,136
WAL11	1,821	-0,162	-0,496	0,077	1,560	-0,169	-1,478	-0,608
WIE11	-0,736	2,059	-1,125	0,807	-0,772	1,881	-2,297	0,727
ACK12	-1,123	-1,628	-1,346	0,256	-1,041	-1,627	-1,628	-0,162
BRA12	-0,462	0,583	0,874	-1,012	-0,167	0,936	1,870	-2,693
GEI12	1,503	-0,515	-0,400	0,314	1,661	-0,271	-0,392	1,042
KU312	-0,434	0,027	0,370	2,169	-0,550	-0,005	1,799	1,669
KU412	-0,435	-0,060	-0,156	1,282	-0,630	-0,260	0,559	2,043
KUV12	-0,613	-0,318	2,123	-0,463	-0,917	-0,655	0,655	0,279
WAL12	1,613	-0,202	-0,489	-1,773	1,537	-0,225	-0,664	-1,201
WIE12	-0,526	1,555	-0,655	-0,130	-0,781	1,743	-2,231	0,963

Tabelle A32 (Fortsetzung)

Flächen	CaseE.1	CaseE.2	CaseE.3	CaseE.4	CaseR.1	CaseR.2	CaseR.3	CaseR.4
1.Aufwuchsjahr								
ACK14	-0,987	-1,670	-2,004	0,408	-0,868	-1,587	-1,295	0,367
BRA14	-0,284	0,592	-0,053	-1,305	-0,278	0,718	0,911	-1,647
GEI14	1,385	-0,060	0,731	1,143	1,687	-0,082	0,686	0,485
KU214	-0,341	0,015	1,978	0,684	-0,407	0,234	1,246	1,820
KUV14	-0,370	0,958	-0,027	-0,971	-0,274	0,188	2,285	-0,214
WAL14	1,633	-0,063	-0,199	-1,003	1,732	-0,231	-0,096	-2,060
WIE14	-0,482	1,570	-0,827	-0,295	-0,728	1,903	-2,197	0,851
2.Aufwuchsjahr								
ACK11	-1,042	-0,984	1,782	0,332	-1,038	-1,024	2,288	-0,950
BRA11	-0,697	0,819	-0,490	-0,184	-0,065	0,885	-1,438	-0,360
GEI11	1,301	-0,260	-0,600	-1,502	1,557	-0,168	0,030	-2,252
KU211	-0,371	-1,000	-0,218	-1,417	-0,694	-0,132	-0,648	-2,866
KUV11	-0,628	-1,321	-0,052	-1,424	-0,735	-1,289	0,390	-1,118
WAL11	1,688	-0,121	0,163	0,103	1,564	-0,120	0,665	0,517
WIE11	-0,691	2,339	0,307	-0,735	-0,736	2,264	1,163	-1,221
ACK12	-1,115	-0,865	2,499	-1,255	-1,087	-1,266	1,828	0,394
BRA12	-0,392	0,391	-0,319	1,081	-0,199	0,754	-1,280	1,836
GEI12	1,394	-0,310	0,337	-0,727	1,650	-0,214	0,552	-0,726
KU112	-0,424	-1,057	-1,945	1,261	-0,638	-0,617	-0,973	0,317
KUV12	-0,638	-0,751	-1,033	0,017	-0,948	-0,747	-0,140	-0,880
WAL12	1,689	0,013	0,767	1,871	1,564	-0,151	0,673	2,290
WIE12	-0,424	1,799	0,341	0,084	-0,730	2,142	1,281	-0,837
ACK13	-1,176	-1,197	0,743	2,392	-0,976	-1,102	1,054	2,229
BRA13	-0,433	0,904	-0,128	0,510	-0,117	0,774	-1,308	1,481
GEI13	1,545	-0,292	0,239	-0,334	1,654	-0,131	0,100	-0,793
KU313	-0,163	-0,079	-1,388	-0,489	0,006	-0,238	-2,196	1,607
KU413	-0,180	0,287	-1,360	-0,093	-0,329	-0,564	-2,014	0,418
KUV13	-0,691	-0,216	-0,912	-0,128	-0,666	-1,075	-1,168	0,807
WAL13	1,816	-0,019	0,682	0,517	1,673	-0,282	0,051	0,527
WIE13	-0,367	1,919	0,583	0,120	-0,709	2,299	1,092	-0,42
3.Aufwuchsjahr								
ACK11	-1,270	-1,461	-1,296	-0,697	-1,291	-1,292	-2,091	-0,286
BRA11	-0,786	0,789	0,773	-0,150	-0,096	0,911	2,210	0,236
GEI11	1,423	0,090	0,630	-0,142	1,473	-0,078	-0,271	-0,458
KU311	-0,205	-0,252	1,634	2,802	0,018	-0,297	1,861	3,387
KU411	0,904	-0,254	-1,177	1,833	0,596	-0,197	1,937	2,750
KUV11	-0,652	-1,792	1,629	1,254	-0,855	-1,376	0,026	1,879
WAL11	1,569	0,047	-0,558	-0,077	1,346	-0,017	-2,188	-0,124
WIE11	-0,967	2,328	-0,137	-0,022	-1,068	2,114	-1,677	0,820

Tabelle A32 (Fortsetzung)

Flächen	CaseE.1	CaseE.2	CaseE.3	CaseE.4	CaseR.1	CaseR.2	CaseR.3	CaseR.4
3.Aufwuchsjahr								
ACK12	-1,408	-1,530	-1,264	0,216	-1,342	-1,524	-1,856	-0,331
BRA12	-0,560	0,272	0,293	-0,247	-0,272	0,699	1,801	-0,301
GEI12	1,273	-0,300	-0,153	0,511	1,522	-0,174	-1,067	-0,487
KU212	0,013	-0,685	0,838	-0,372	-0,511	-0,774	1,835	0,905
KUV12	-0,580	-0,892	1,669	0,112	-1,079	-0,745	0,276	0,559
WAL12	1,325	-0,080	-1,439	0,082	1,384	-0,131	-1,902	0,183
WIE12	-0,740	1,689	-0,259	0,108	-1,077	1,997	-1,888	0,892
ACK13	-1,254	-1,350	-1,353	-2,353	-1,211	-1,309	-1,321	-0,988
BRA13	-0,640	0,792	0,222	-0,048	-0,167	0,681	1,944	-0,453
GEI13	1,401	-0,279	-0,179	0,540	1,547	-0,104	-0,370	0,836
KU113	0,265	-0,368	0,522	-1,482	-0,004	-0,623	2,224	-0,816
KUV13	-0,667	-0,304	1,442	-0,002	-0,728	-1,009	1,227	-0,549
WAL13	1,520	-0,093	-0,888	0,622	1,535	-0,218	-0,893	1,647
WIE13	-0,734	1,770	-0,505	0,195	-1,034	2,156	-1,525	0,329
ACK14	-1,328	-1,312	-1,367	1,190	-1,124	-1,555	-1,511	-0,751
BRA14	-0,477	0,550	-0,414	0,400	-0,409	0,560	0,735	-0,949
GEI14	1,276	-0,201	0,716	-1,042	1,613	-0,067	-0,074	-1,376
KU314	0,313	0,047	1,891	-1,831	0,714	-0,020	2,418	-2,532
KU414	0,866	0,148	0,468	-1,184	0,246	0,565	1,092	-2,905
KUV14	-0,549	0,909	-0,251	0,139	-0,336	-0,139	2,229	-1,512
WAL14	1,387	-0,021	-1,001	-0,492	1,630	-0,164	-1,335	-0,206
WIE14	-0,716	1,742	-0,484	0,139	-1,021	2,130	-1,847	0,603
4.Aufwuchsjahr								
ACK13	-0,953	-1,259	-1,365	0,293	-1,164	-1,232	-1,479	0,019
BRA13	-0,680	0,361	0,747	-0,620	-0,164	0,390	1,808	-0,684
GEI13	1,427	-0,253	-0,216	-0,566	1,428	0,113	-0,283	-0,407
KU213	0,166	-0,711	0,806	1,815	-0,097	-1,031	1,140	1,392
KUV13	-0,575	-1,426	2,130	-1,438	-0,806	-1,165	0,925	-1,507
WAL13	1,545	0,095	-0,929	-0,917	1,432	0,064	-0,892	-1,232
WIE13	-0,927	1,883	-0,169	0,455	-1,077	2,154	-0,840	0,526
ACK14	-1,243	-1,491	-1,737	0,470	-1,015	-1,393	-1,930	0,711
BRA14	-0,483	0,122	0,068	-1,258	-0,465	0,262	0,370	-0,515
GEI14	1,316	0,017	0,656	0,796	1,403	0,130	0,016	0,803
KU114	0,454	-0,154	0,928	1,841	0,696	-0,155	1,611	2,337
KUV14	-0,599	0,593	0,241	-0,788	-0,556	-0,487	1,899	-1,340
WAL14	1,451	0,387	-1,033	-0,459	1,468	0,190	-1,183	-0,404
WIE14	-0,900	1,835	-0,128	0,374	-1,081	2,160	-1,163	0,303

Tabelle A33: Mittelwerte von Individuenanteilen in % (ArcSin - Wurzel transformiert) für die ökologischen Typen (Ökol. Typen) der Laufkäfer, berechnet aus fünf Fallen je Untersuchungsfläche und -jahr. Einfaktorielle ANOVA, a, b, c, d indizieren statistisch signifikante Unterschiede zwischen den Jahren. Maximale Werte sind grün, minimale Werte gelb unterlegt. Duncan Test ($p \leq 0.05$), Freiheitsgrade df: 3, 16. x = xerophile Offenlandart, h = hygrophile Offenlandart, hw = hygrophile Waldart, (h)w = schwach hygrophile Waldart, (x)w = schwach xerophile Waldart, w = euryöke Waldart, eu = euryöke Offenlandart. ACK = Acker, BRA = Brache, GEI = Gehölzinsel, KU1 - KU4 = Agrarholzflächen, KUV = Vorgewende, WAL = Wald, WIE = Wiese.

ACK					
Ökol. Typen	F	2011	2012	2013	2014
x	64,4	20,6 ^a	10,2 ^d	14,9 ^c	16,8 ^b
h	8,8	10,3 ^c	19,1 ^a	15,9 ^{a,b}	14,9 ^b
hw	10,6	0,0 ^b	0,0 ^b	0,3 ^b	1,1 ^a
(h)w	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
(x)w	0,7	0,0 ^a	0,0 ^a	0,3 ^a	0,2 ^a
w	1,5	3,7 ^a	3,6 ^a	4,5 ^a	4,8 ^a
eu	1,3	10,9 ^a	13,2 ^a	13,0 ^a	11,8 ^a
BRA					
Ökol. Typen	F	2011	2012	2013	2014
x	9,4	17,4 ^a	10,5 ^b	11,7 ^b	12,1 ^b
h	8,9	13,8 ^b	11,9 ^b	11,1 ^b	20,3 ^a
hw	0,7	1,6 ^a	2,5 ^a	3,8 ^a	2,7 ^a
(h)w	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
(x)w	1,5	1,2 ^a	1,6 ^a	0,0 ^a	1,6 ^a
w	16,2	7,9 ^a	12,0 ^a	14,0 ^a	7,0 ^a
eu	8,1	9,8 ^{b,c}	15,2 ^a	12,4 ^{a,b}	7,1 ^c
GEI					
Ökol. Typen	F	2011	2012	2013	2014
x	0,8	3,2 ^a	3,9 ^a	1,6 ^a	3,3 ^a
h	5,4	6,0 ^a	3,5 ^b	3,0 ^b	2,1 ^b
hw	1,5	2,6 ^a	3,2 ^a	2,0 ^a	3,6 ^a
(h)w	1,2	5,4 ^a	5,2 ^a	6,5 ^a	3,5 ^a
(x)w	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
w	0,2	24,3 ^a	24,2 ^a	23,8 ^a	25,1 ^a
eu	1,1	1,9 ^a	3,2 ^a	5,2 ^a	3,2 ^a
KU1					
Ökol. Typen	F	2011	2012	2013	2014
x	1,3	17,1 ^a	16,4 ^a	16,4 ^a	14,0 ^a
h	5,3	9,9 ^b	13,2 ^a	9,0 ^b	8,7 ^b
hw	87,4	0,6 ^c	4,0 ^b	5,1 ^b	12,4 ^a
(h)w	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
(x)w	1,0	0,4 ^a	0,0 ^a	0,4 ^a	0,0 ^a
w	11,9	8,7 ^b	9,8 ^b	13,3 ^a	13,8 ^a
eu	7,9	14,0 ^a	9,7 ^b	9,7 ^b	5,9 ^c
KU2					
Ökol. Typen	F	2011	2012	2013	2014
x	30,2	20,8 ^a	14,7 ^b	8,7 ^c	13,8 ^b
h	10,8	8,8 ^b	8,9 ^b	6,9 ^b	12,5 ^a
hw	58,5	0,7 ^c	4,2 ^b	8,4 ^a	7,3 ^a
(h)w	0,7	0,0 ^a	0,0 ^a	0,4 ^a	0,3 ^a
(x)w	1,2	0,5 ^a	0,5 ^a	0,0 ^a	0,0 ^a
w	45,1	6,7 ^c	14,1 ^b	18,2 ^a	8,1 ^c
eu	2,5	10,7 ^b	12,2 ^{a,b}	11,6 ^{a,b}	13,6 ^a

Tabelle A33 (Fortsetzung)

KU3					
Ökol. Typen	F	2011	2012	2013	2014
x	20,8	16,4 ^a	14,4 ^a	9,8 ^b	6,1 ^c
h	18,4	8,0 ^b	13,2 ^a	8,7 ^b	4,9 ^c
hw	33,4	2,2 ^c	3,4 ^c	8,8 ^b	19,8 ^a
(h)w	1,1	0,5 ^a	0,0 ^a	0,0 ^a	0,4 ^a
(x)w	1,0	0,0 ^a	0,0 ^a	0,6 ^a	0,0 ^a
w	1,7	13,2 ^a	10,7 ^a	14,5 ^a	11,4 ^a
eu	5,3	12,1 ^a	12,3 ^a	12,6 ^a	8,1 ^b
KU4					
Ökol. Typen	F	2011	2012	2013	2014
x	7,3	11,9 ^b	15,4 ^a	10,7 ^b	11,6 ^b
h	17,5	6,4 ^c	14,8 ^a	14,0 ^a	11,1 ^b
hw	12,5	7,2 ^a	1,8 ^b	1,8 ^b	6,1 ^a
(h)w	6,0	0,8 ^a	0,0 ^b	0,0 ^b	0,0 ^b
(x)w	0,001	0,6 ^a	0,6 ^a	0,6 ^a	0,6 ^a
w	11,1	16,0 ^a	8,3 ^b	15,9 ^a	17,3 ^a
eu	10,0	13,0 ^a	11,4 ^{a,b}	9,1 ^{b,c}	7,1 ^c
KUV					
Ökol. Typen	F	2011	2012	2013	2014
x	2,8	17,9 ^a	16,1 ^{a,b}	13,8 ^b	15,6 ^{a,b}
h	8,6	8,2 ^c	11,2 ^b	12,4 ^{a,b}	14,9 ^a
hw	37,6	0,3 ^c	2,7 ^b	3,2 ^b	7,5 ^a
(h)w	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
(x)w	1,4	0,0 ^a	0,4 ^a	0,0 ^a	0,9 ^a
w	12,9	11,9 ^a	9,3 ^b	6,1 ^c	5,4 ^c
eu	10,2	11,5 ^{b,c}	13,3 ^b	16,2 ^a	10,2 ^c
WAL					
Ökol. Typen	F	2011	2012	2013	2014
x	4,3	0,0 ^b	0,8 ^{a,b}	0,0 ^b	2,1 ^a
h	0,4	1,4 ^a	0,8 ^a	0,9 ^a	0,4 ^a
hw	4,0	0,0 ^b	0,8 ^b	0,5 ^b	2,8 ^a
(h)w	5,3	19,4 ^a	14,1 ^b	15,8 ^b	13,1 ^b
(x)w	1,0	0,0 ^a	0,0 ^a	0,5 ^a	0,0 ^a
w	3,3	17,1 ^b	20,9 ^a	20,4 ^{a,b}	22,0 ^a
eu	4,0	0,0 ^b	3,4 ^a	0,0 ^b	0,9 ^b
WIE					
Ökol. Typen	F	2011	2012	2013	2014
x	4,9	9,6 ^a	9,7 ^a	7,3 ^b	6,5 ^b
h	0,2	22,9 ^a	22,7 ^a	23,1 ^a	24,3 ^a
hw	0,7	0,4 ^a	0,5 ^a	0,0 ^a	0,0 ^a
(h)w	1,0	0,0 ^a	0,0 ^a	0,0 ^a	0,4 ^a
(x)w	9,1	6,6 ^a	2,8 ^b	0,9 ^b	1,1 ^b
w	7,2	2,2 ^c	5,0 ^{b,c}	9,2 ^a	6,5 ^{a,b}
eu	1,4	1,5 ^a	3,4 ^a	1,9 ^a	1,6 ^a

Tabelle A34: Mittelwerte von Individuenanteilen in % (ArcSin - Wurzel transformiert) für die ökologischen Typen (Ökol. Typen) der Spinnentiere, berechnet aus fünf Fallen je Untersuchungsfläche und -jahr. Einfaktorielle ANOVA, a, b, c, d indizieren statistisch signifikante Unterschiede zwischen den Jahren. Maximale Werte sind grün, minimale Werte gelb unterlegt. Duncan Test ($p \leq 0.05$), Freiheitsgrade df: 3, 16. x = xerophile Offenlandart, h = hygrophile Offenlandart, hw = hygrophile Waldart, (h)w = schwach hygrophile Waldart, (x)w = schwach xerophile Waldart, eu = euryöke Offenlandart. ACK = Acker, BRA = Brache, GEI = Gehölzinsel, KU1 - KU4 = Agrarholzflächen, KUV = Vorgewende, WAL = WAL, WIE = Wiese.

ACK					
Ökol. Typen	F	2011	2012	2013	2014
x	8,0	22,9 ^a	22,0 ^a	18,2 ^b	22,1 ^a
h	22,1	8,3 ^c	10,4 ^b	14,5 ^a	10,0 ^b
hw	3,4	0,8 ^b	4,0 ^{a,b}	5,7 ^a	4,4 ^a
(h)w	11,0	2,4 ^b	2,9 ^b	3,0 ^b	5,3 ^a
(x)w	13,0	1,2 ^b	2,2 ^a	0,4 ^b	2,8 ^a
eu	6,6	8,9 ^a	7,3 ^{a,b}	8,1 ^a	5,8 ^b
BRA					
Ökol. Typen	F	2011	2012	2013	2014
x	4,4	7,2 ^b	8,3 ^{a,b}	6,8 ^b	10,5 ^a
h	1,4	17,0 ^a	18,9 ^a	18,8 ^a	15,7 ^a
hw	1,7	3,0 ^a	3,6 ^a	4,1 ^a	4,7 ^a
(h)w	1,1	15,3 ^a	12,6 ^a	12,0 ^a	13,2 ^a
(x)w	6,5	6,9 ^a	4,3 ^b	3,3 ^b	2,2 ^b
eu	6,7	5,0 ^c	6,3 ^{b,c}	8,1 ^{a,b}	9,4 ^a
GEI					
Ökol. Typen	F	2011	2012	2013	2014
x	3,4	4,6 ^a	4,3 ^a	2,1 ^b	3,3 ^{a,b}
h	4,1	3,7 ^b	3,3 ^b	6,8 ^a	2,3 ^b
hw	1,1	2,5 ^a	1,7 ^a	1,1 ^a	1,1 ^a
(h)w	0,1	24,5 ^a	24,0 ^a	24,2 ^a	25,4 ^a
(x)w	0,7	4,7 ^a	6,1 ^a	5,9 ^a	5,2 ^a
eu	0,9	2,0 ^a	0,6 ^a	1,1 ^a	0,9 ^a
KU1					
Ökol. Typen	F	2011	2012	2013	2014
x	29,8	14,0 ^a	11,4 ^a	7,7 ^b	3,0 ^c
h	6,0	8,7 ^{a,b}	11,1 ^a	12,3 ^a	6,0 ^b
hw	9,7	8,9 ^a	9,8 ^a	9,5 ^a	3,5 ^b
(h)w	23,8	11,5 ^c	13,3 ^{b,c}	15,6 ^b	22,9 ^a
(x)w	10,5	8,1 ^a	4,4 ^b	5,2 ^b	4,2 ^b
eu	2,9	10,0 ^a	10,2 ^a	8,2 ^b	8,8 ^{a,b}
KU2					
Ökol. Typen	F	2011	2012	2013	2014
x	0,5	11,7 ^a	11,9 ^a	10,4 ^a	11,8 ^a
h	12,0	12,6 ^{a,b}	13,9 ^a	11,2 ^{b,c}	9,8 ^c
hw	4,0	7,4 ^{a,b}	8,7 ^a	5,9 ^b	9,0 ^a
(h)w	17,5	8,7 ^c	12,2 ^b	16,0 ^a	13,0 ^b
(x)w	17,6	11,5 ^a	6,1 ^b	5,2 ^b	4,3 ^b
eu	4,3	10,1 ^{a,b}	7,5 ^b	9,8 ^{a,b}	12,1 ^a

Tabelle A34 (Fortsetzung)

KU3					
Ökol. Typen	F	2011	2012	2013	2014
x	10,1	5,8 ^b	11,2 ^a	5,7 ^b	4,4 ^b
h	5,1	9,5 ^{b,c}	12,5 ^a	11,6 ^{a,b}	8,1 ^c
hw	15,4	4,8 ^b	11,8 ^a	12,1 ^a	6,4 ^b
(h)w	18,3	18,8 ^b	10,7 ^c	15,6 ^b	22,3 ^a
(x)w	32,9	10,0 ^a	4,4 ^b	3,7 ^{b,c}	2,3 ^c
eu	11,1	7,3 ^b	9,8 ^a	8,9 ^a	6,2 ^b
KU4					
Ökol. Typen	F	2011	2012	2013	2014
x	26,0	5,3 ^c	14,8 ^a	8,7 ^b	9,5 ^b
h	19,0	6,2 ^b	11,4 ^a	9,8 ^a	6,2 ^b
hw	42,1	9,5 ^c	13,5 ^b	18,7 ^a	9,7 ^c
(h)w	27,6	21,6 ^a	6,6 ^c	9,8 ^c	16,9 ^b
(x)w	2,6	5,3 ^a	1,7 ^b	2,6 ^{a,b}	2,2 ^{a,b}
eu	7,4	4,2 ^b	9,1 ^a	5,4 ^b	10,6 ^a
KUV					
Ökol. Typen	F	2011	2012	2013	2014
x	49,5	17,8 ^a	15,6 ^a	11,1 ^b	5,5 ^c
h	5,2	7,5 ^b	8,8 ^{a,b}	10,5 ^a	10,0 ^a
hw	24,6	7,6 ^c	13,8 ^b	18,2 ^a	19,6 ^a
(h)w	21,6	10,2 ^a	5,6 ^b	6,2 ^b	10,1 ^a
(x)w	9,3	5,9 ^a	3,2 ^b	3,0 ^b	3,1 ^b
eu	34,3	9,6 ^a	10,3 ^a	6,8 ^b	6,2 ^b
WAL					
Ökol. Typen	F	2011	2012	2013	2014
x	0,7	1,7 ^a	2,9 ^a	0,7 ^a	3,0 ^a
h	0,3	1,7 ^a	3,5 ^a	2,8 ^a	2,4 ^a
hw	0,8	3,5 ^a	3,2 ^a	3,3 ^a	1,5 ^a
(h)w	0,2	24,7 ^a	23,1 ^a	25,2 ^a	24,4 ^a
(x)w	1,4	6,0 ^a	6,4 ^a	4,3 ^a	7,9 ^a
eu	0,7	0,0 ^a	0,9 ^a	0,0 ^a	0,4 ^a
WIE					
Ökol. Typen	F	2011	2012	2013	2014
x	11,1	12,8 ^a	10,7 ^a	7,2 ^b	8,2 ^b
h	0,2	7,9 ^a	8,1 ^a	8,2 ^a	8,6 ^a
hw	0,1	1,2 ^a	0,8 ^a	0,8 ^a	1,1 ^a
(h)w	3,9	1,3 ^b	1,7 ^b	1,7 ^b	2,9 ^a
(x)w	3,6	3,0 ^a	2,6 ^a	1,9 ^{a,b}	1,0 ^b
eu	0,2	20,7 ^a	22,0 ^a	22,6 ^a	23,0 ^a

Tabelle A35: Mittelwerte von Individuenanteilen in % (ArcSin - Wurzel transformiert) für fünf Körpermasseklassen (KMK) der Laufkäfer, berechnet aus fünf Fallen je Untersuchungsfläche und -jahr. Einfaktorielle ANOVA, a, b, c, d indizieren statistisch signifikante Unterschiede zwischen den Jahren. Maximale Werte sind grün, minimale Werte gelb unterlegt. Duncan Test ($p \leq 0.05$), Freiheitsgrade df: 3, 16. Körpermasseklassen [mg]: I = < 5, II = 5 - 9,9, III = 10 - 29,9, IV = 30 - 100, V = > 100. ACK = Acker, BRA = Brache, GEI = Gehölzinsel, KU1 - KU4 = Agrarholzflächen, KUV = Vorgewende, WAL = Wald, WIE = Wiese.

ACK					
KMK	F	2011	2012	2013	2014
KMK I	6,3	7,6 ^c	20,3 ^a	18,1 ^a	17,5 ^a
KMK II	33,5	5,0 ^a	9,9 ^a	7,6 ^b	5,1 ^a
KMK III	25,4	18,3 ^a	9,0 ^c	13,6 ^b	14,2 ^b
KMK IV	2,0	10,3 ^{a,b}	8,2 ^b	9,6 ^{a,b}	11,2 ^a
KMK V	11,3	3,3 ^{a,b}	1,5 ^{b,c}	0,6 ^b	3,3 ^a
BRA					
KMK	F	2011	2012	2013	2014
KMK I	3,6	6,8 ^c	12,1 ^{a,b}	12,7 ^a	7,6 ^{b,c}
KMK II	0,8	7,8 ^a	6,1 ^a	5,2 ^a	7,7 ^a
KMK III	8,4	20,8 ^a	14,6 ^b	14,4 ^b	22,3 ^a
KMK IV	12,0	9,0 ^b	12,7 ^a	13,0 ^a	6,3 ^b
KMK V	4,1	6,3 ^{a,b}	7,4 ^a	8,0 ^a	4,0 ^b
GEI					
KMK	F	2011	2012	2013	2014
KMK I	1,0	6,1 ^a	7,4 ^a	7,5 ^a	6,6 ^a
KMK II	2,4	6,3 ^a	5,0 ^a	2,7 ^a	2,5 ^a
KMK III	2,0	16,6 ^a	21,2 ^a	17,9 ^a	20,4 ^a
KMK IV	2,0	16,1 ^a	9,8 ^a	15,8 ^a	13,0 ^a
KMK V	5,0	5,7 ^a	4,2 ^{a,b}	2,5 ^b	3,9 ^{a,b}
KU1					
KMK	F	2011	2012	2013	2014
KMK I	40,5	7,6 ^c	14,1 ^b	16,9 ^a	18,0 ^a
KMK II	1,7	6,9 ^a	9,1 ^a	7,8 ^a	6,3 ^a
KMK III	8,2	19,0 ^a	14,6 ^{a,b}	9,3 ^c	10,3 ^{b,c}
KMK IV	1,6	14,0 ^a	11,6 ^a	13,9 ^a	12,7 ^a
KMK V	2,3	2,7 ^a	4,2 ^a	4,0 ^a	4,3 ^a
KU2					
KMK	F	2011	2012	2013	2014
KMK I	25,6	5,7 ^c	13,9 ^a	10,1 ^b	14,0 ^a
KMK II	4,0	10,5 ^a	7,8 ^b	7,0 ^b	9,3 ^{a,b}
KMK III	11,0	19,6 ^a	13,4 ^b	14,5 ^b	12,3 ^b
KMK IV	6,1	10,8 ^b	13,3 ^b	16,8 ^a	13,8 ^{a,b}
KMK V	8,4	4,6 ^{b,c}	7,0 ^a	3,0 ^c	5,3 ^b
KU3					
KMK	F	2011	2012	2013	2014
KMK I	10,4	7,6 ^b	12,2 ^a	13,8 ^a	12,3 ^a
KMK II	34,1	4,6 ^b	6,9 ^a	4,3 ^b	0,5 ^c
KMK III	3,1	20,7 ^a	17,1 ^{a,b}	13,3 ^b	19,0 ^a
KMK IV	1,4	11,8 ^a	12,3 ^a	14,3 ^a	11,4 ^a
KMK V	3,1	4,5 ^{a,b}	4,8 ^{a,b}	6,3 ^a	2,2 ^b

Tabelle A35 (Fortsetzung)

KU4					
KMK	F	2011	2012	2013	2014
KMK I	15,8	5,0 ^c	8,4 ^b	8,8 ^b	14,2 ^a
KMK II	4,9	3,2 ^b	7,7 ^a	6,3 ^{a,b}	3,6 ^b
KMK III	12,2	20,9 ^a	20,1 ^a	16,0 ^b	11,5 ^c
KMK IV	5,2	13,8 ^{a,b}	11,0 ^b	15,9 ^a	17,0 ^a
KMK V	2,1	3,4 ^a	2,7 ^a	4,6 ^a	2,6 ^a
KUV					
KMK	F	2011	2012	2013	2014
KMK I	20,8	9,4 ^c	15,3 ^b	13,8 ^b	19,7 ^a
KMK II	10,8	5,0 ^b	5,8 ^b	6,8 ^b	9,6 ^a
KMK III	22,8	20,5 ^a	13,3 ^b	12,6 ^b	11,1 ^b
KMK IV	13,7	11,3 ^b	14,0 ^{a,b}	15,2 ^a	7,1 ^c
KMK V	7,6	2,9 ^{b,c}	4,2 ^{a,b}	5,2 ^a	2,5 ^c
WAL					
KMK	F	2011	2012	2013	2014
KMK I	4,7	2,0 ^b	8,5 ^a	5,9 ^a	7,0 ^a
KMK II	0,5	1,4 ^a	1,5 ^a	0,7 ^a	0,4 ^a
KMK III	0,6	16,8 ^a	18,9 ^a	17,6 ^a	16,3 ^a
KMK IV	6,3	18,6 ^a	11,9 ^b	17,3 ^a	17,6 ^a
KMK V	3,6	5,7 ^{a,b}	7,3 ^a	4,0 ^b	6,2 ^{a,b}
WIE					
KMK	F	2011	2012	2013	2014
KMK I	4,9	2,2 ^b	5,4 ^a	4,1 ^a	4,9 ^a
KMK II	5,8	13,7 ^{b,c}	10,8 ^c	16,5 ^{a,b}	19,8 ^a
KMK III	3,7	21,5 ^a	22,6 ^a	18,9 ^{a,b}	15,8 ^b
KMK IV	1,5	0,6 ^a	1,1 ^a	2,1 ^a	0,5 ^a
KMK V	0,2	1,2 ^a	1,6 ^a	1,9 ^a	1,7 ^a

Tabelle A36: Mittelwerte von Individuenanteilen in % (ArcSin - Wurzel transformiert) für fünf Körpermasseklassen (KMK) der Spinnentiere, berechnet aus fünf Fallen je Untersuchungsfläche und -jahr 2011 - 2014. Einfaktorielle ANOVA, a, b, c, d indizieren statistisch signifikante Unterschiede zwischen den Jahren. Maximale Werte sind grün, minimale Werte gelb unterlegt. Duncan Test ($p \leq 0,05$), Freiheitsgrade df: 3, 16. Körpermasseklassen [mg]: I = < 2, II = 2 - 4,9, III = 5 - 9,9, IV = 10 - 20, V = > 20. ACK = Acker, BRA = Brache, GEI = Gehölzinsel, KU1 - KU4 = Agrarholzflächen, KUV = Vorgewende, WAL = Wald, WIE = Wiese.

ACK					
KMK	F	2011	2012	2013	2014
KMK I	0,4	24,1 ^a	24,6 ^a	23,7 ^a	24,9 ^a
KMK II	1,1	8,8 ^a	7,7 ^a	9,4 ^a	7,6 ^a
KMK III	5,8	2,4 ^a	2,4 ^a	0,4 ^a	1,1 ^b
KMK IV	3,4	4,8 ^{a,b}	4,2 ^{a,b}	5,3 ^a	3,5 ^b
KMK V	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0

Tabelle A36 (Fortsetzung)

BRA					
KMK	F	2011	2012	2013	2014
KMK I	7,8	8,9 ^b	11,5 ^b	9,9 ^b	16,4 ^a
KMK II	1,6	22,7 ^a	19,9 ^a	19,2 ^a	18,2 ^a
KMK III	1,9	7,2 ^a	7,4 ^a	5,9 ^a	5,2 ^a
KMK IV	5,9	5,6 ^b	8,5 ^{a,b}	11,3 ^a	5,9 ^b
KMK V	0,4	0,6 ^a	0,4 ^a	1,1 ^a	0,5 ^a
GEI					
KMK	F	2011	2012	2013	2014
KMK I	1,9	13,5 ^a	19,7 ^a	13,8 ^a	16,3 ^a
KMK II	4,3	19,0 ^a	13,9 ^b	20,7 ^a	19,1 ^a
KMK III	1,8	4,3 ^a	3,0 ^{a,b}	1,8 ^b	2,7 ^{a,b}
KMK IV	6,1	7,6 ^a	6,9 ^{a,b}	5,6 ^{b,c}	5,1 ^c
KMK V	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
KU1					
KMK	F	2011	2012	2013	2014
KMK I	2,1	14,4 ^a	14,4 ^a	13,9 ^a	17,4 ^a
KMK II	0,1	18,8 ^a	18,2 ^a	18,6 ^a	18,8 ^a
KMK III	14,4	4,2 ^b	6,7 ^a	2,0 ^c	0,8 ^c
KMK IV	8,2	9,1 ^a	8,8 ^a	10,4 ^a	3,7 ^b
KMK V	1,0	0,0	0,4 ^a	0,0	0,0
KU2					
KMK	F	2011	2012	2013	2014
KMK I	7,5	10,2 ^b	13,5 ^a	16,3 ^a	15,4 ^a
KMK II	3,7	22,4 ^a	20,5 ^{a,b}	18,3 ^b	20,0 ^{a,b}
KMK III	11,4	4,8 ^a	4,6 ^a	2,5 ^b	1,2 ^b
KMK IV	2,5	7,1 ^{a,b}	7,1 ^{a,b}	7,3 ^a	5,3 ^b
KMK V	1,0	0,0	0,0	0,0	0,3 ^a
KU3					
KMK	F	2011	2012	2013	2014
KMK I	4,0	10,2 ^b	13,9 ^{a,b}	14,3 ^a	16,4 ^a
KMK II	0,7	21,2 ^a	19,2 ^a	20,6 ^a	19,5 ^a
KMK III	15,0	7,1 ^a	4,6 ^b	2,2 ^c	1,4 ^c
KMK IV	7,9	7,7 ^{a,b}	8,8 ^a	5,7 ^{b,c}	3,7 ^c
KMK V	1,0	0,4 ^a	0,0	0,0	0,0
KU4					
KMK	F	2011	2012	2013	2014
KMK I	12,7	9,6 ^b	17,1 ^a	11,8 ^b	16,9 ^a
KMK II	11,8	23,3 ^a	16,7 ^b	21,5 ^a	17,9 ^b
KMK III	4,9	4,7 ^a	6,1 ^a	4,7 ^a	2,5 ^b
KMK IV	2,6	5,2 ^b	7,7 ^a	6,5 ^{a,b}	6,7 ^{a,b}
KMK V	0,7	0,3 ^a	0,0	0,0	0,7 ^a
KUV					
KMK	F	2011	2012	2013	2014
KMK I	23,0	19,2 ^a	16,7 ^b	14,8 ^b	9,9 ^c
KMK II	11,9	15,3 ^c	18,5 ^b	20,5 ^b	23,7 ^a
KMK III	5,3	2,9 ^{a,b}	4,2 ^a	1,8 ^b	2,1 ^b
KMK IV	16,3	7,8 ^a	5,6 ^b	5,1 ^{b,c}	4,4 ^c
KMK V	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0

Tabelle A36 (Fortsetzung)

		WAL			
KMK	F	2011	2012	2013	2014
KMK I	8,8	11,5 ^b	20,5 ^a	10,3 ^b	14,6 ^b
KMK II	5,6	16,6 ^b	13,1 ^b	21,7 ^a	16,8 ^b
KMK III	8,3	6,9 ^a	2,1 ^b	2,0 ^b	1,3 ^b
KMK IV	17,4	14,4 ^a	7,0 ^b	8,1 ^b	12,7 ^a
KMK V	1,0	0,0	0,0	0,0	0,4 ^a
		WIE			
KMK	F	2011	2012	2013	2014
KMK I	1,2	12,6 ^a	12,4 ^a	14,2 ^a	13,3 ^a
KMK II	0,2	19,5 ^a	20,8 ^a	19,2 ^a	21,3 ^a
KMK III	9,5	10,5 ^a	8,4 ^a	5,6 ^b	6,2 ^b
KMK IV	1,9	3,8 ^{a,b}	3,9 ^{a,b}	4,5 ^a	3,0 ^b
KMK V	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0

Tabelle A37: Mittelwerte von Individuenanteilen in % (ArcSin - Wurzel transformiert) für die flugdynamischen Typen (FdT) der Laufkäfer, berechnet aus fünf Fallen je Untersuchungsfläche und -jahr. Ein-faktorielle ANOVA, a, b, c, d indizieren statistisch signifikante Unterschiede zwischen den Jahren. Maximale Werte sind grün, minimale Werte gelb unterlegt. Duncan Test ($p \leq 0.05$), Freiheitsgrade df: 3, 16. br = brachypter, di = dimorph, ma = makropter. ACK = Acker, BRA = Brache, GEI = Gehölzinsel, KU1 - KU4 = Agrarholzflächen, KUV = Vorgewende, WAL = Wald, WIE = Wiese.

		ACK			
FdT	F	2011	2012	2013	2014
br	12,6	3,4 ^a	1,5 ^b	0,6 ^b	3,4 ^a
di	4,3	14,6 ^b	20,4 ^a	16,7 ^{a,b}	18,1 ^{a,b}
ma	7,2	21,1 ^a	15,7 ^c	20,0 ^{a,b}	18,4 ^b
		BRA			
FdT	F	2011	2012	2013	2014
br	7,5	6,9 ^{b,c}	8,4 ^{a,b}	9,6 ^a	4,4 ^c
di	12,2	11,0 ^b	18,0 ^a	16,2 ^a	9,6 ^b
ma	7,8	22,6 ^a	16,1 ^b	17,2 ^b	24,0 ^a
		GEI			
FdT	F	2011	2012	2013	2014
br	2,1	18,2 ^a	11,8 ^b	16,3 ^{a,b}	13,9 ^{a,b}
di	1,5	10,6 ^a	13,4 ^a	12,5 ^a	10,6 ^a
ma	1,6	14,3 ^a	18,5 ^a	14,3 ^a	18,3 ^a
		KU1			
FdT	F	2011	2012	2013	2014
br	4,6	3,1 ^b	4,5 ^{a,b}	4,5 ^{a,b}	5,7 ^a
di	8,1	16,0 ^b	18,5 ^{a,b}	22,3 ^a	21,8 ^a
ma	6,1	20,3 ^a	17,2 ^{a,b}	12,3 ^c	12,7 ^{b,c}
		KU2			
FdT	F	2011	2012	2013	2014
br	4,3	4,7 ^b	7,4 ^a	5,0 ^b	5,9 ^{a,b}
di	13,7	11,5 ^b	18,8 ^a	19,2 ^a	19,0 ^a
ma	9,0	23,0 ^a	16,2 ^b	16,4 ^b	16,4 ^b

Tabelle A37 (Fortsetzung)

KU3					
FdT	F	2011	2012	2013	2014
br	2,0	4,6 ^{a,b}	5,6 ^{a,b}	6,6 ^a	3,2 ^b
di	4,7	14,0 ^b	17,3 ^{a,b}	19,6 ^a	15,8 ^b
ma	2,4	21,3 ^a	18,4 ^{a,b}	14,6 ^b	19,8 ^{a,b}
KU4					
FdT	F	2011	2012	2013	2014
br	2,4	5,7 ^{a,b}	4,8 ^b	7,7 ^a	6,6 ^{a,b}
di	6,7	14,0 ^b	13,2 ^b	16,4 ^{a,b}	19,8 ^a
ma	7,6	21,2 ^{a,b}	21,9 ^a	18,2 ^{b,c}	15,0 ^c
KUV					
FdT	F	2011	2012	2013	2014
br	5,2	3,3 ^b	4,4 ^{a,b}	5,2 ^a	3,0 ^b
di	7,8	14,4 ^b	20,7 ^a	18,8 ^a	19,3 ^a
ma	5,6	21,4 ^a	15,1 ^b	17,0 ^b	17,0 ^b
WAL					
FdT	F	2011	2012	2013	2014
br	6,2	24,2 ^a	17,5 ^b	21,0 ^{a,b}	20,0 ^b
di	13,0	8,0 ^c	16,5 ^a	13,4 ^b	14,1 ^{a,b}
ma	0,9	5,7 ^a	8,5 ^a	6,5 ^a	8,1 ^a
WIE					
FdT	F	2011	2012	2013	2014
br	0,3	1,2 ^a	1,6 ^a	1,9 ^a	2,1 ^a
di	11,7	7,4 ^b	9,3 ^a	5,8 ^c	6,1 ^{b,c}
ma	0,2	25,1 ^a	24,3 ^a	25,6 ^a	25,6 ^a

Tabelle A38: Logarithmierte (\log_{10}) Individuenzahlen stenotoper und eurytoper Waldarten der Laufkäfer in den Agrarholzflächen KU1 - KU4, berechnet aus fünf Fallen je Untersuchungsfläche und -jahr. Einfaktorielle ANOVA, a, b, c indizieren statistisch signifikante Unterschiede zwischen den Flächen. Maximale Werte sind grün, minimale Werte gelb unterlegt. Duncan Test ($p \leq 0,05$), Freiheitsgrade df: 9, 24.

		2011	2012	2013	2014
Fläche	F - Wert	stenotope Waldarten			
KU1	11,72	0,00 ^c	0,28 ^{b,c}	0,46 ^b	1,12 ^a
KU2	51,16	0,19 ^c	0,49 ^b	1,31 ^a	1,20 ^a
KU3	27,47	0,50 ^{b,c}	0,38 ^c	0,89 ^b	1,92 ^a
KU4	39,16	1,49 ^a	0,27 ^b	0,19 ^b	0,28 ^b
Fläche	F - Wert	eurytope Waldarten			
KU1	10,85	1,89 ^a	1,46 ^b	1,73 ^a	1,77 ^a
KU2	21,96	1,76 ^b	1,50 ^c	2,00 ^a	1,39 ^c
KU3	14,88	2,01 ^a	1,45 ^b	1,39 ^b	1,54 ^b
KU4	39,03	2,17 ^a	1,16 ^c	1,39 ^b	1,50 ^b

Tabelle A39: Logarithmierte (\log_{10}) Individuenzahlen stenotoper und eurytoper Waldarten der Spinnentiere in den Agrarholzflächen KU1 - KU4, berechnet aus fünf Fallen je Untersuchungsfläche und -jahr. Einfaktorielle ANOVA, a, b, c indizieren statistisch signifikante Unterschiede zwischen den Flächen. Maximale Werte sind grün, minimale Werte gelb unterlegt. Duncan Test ($p \leq 0,05$), Freiheitsgrade df: 9, 24.

		2011	2012	2013	2014
Fläche	F - Wert	stenotope Waldarten			
KU1	29,00	1,23 ^c	1,56 ^b	1,51 ^b	2,08 ^a
KU2	4,24	1,39 ^b	1,31 ^b	1,39 ^b	1,61 ^a
KU3	21,41	1,63 ^b	1,24 ^c	1,50 ^b	1,87 ^a
KU4	21,55	1,89 ^a	0,85 ^c	1,01 ^{b,c}	1,23 ^b
Fläche	F - Wert	eurytoper Waldarten			
KU1	16,90	1,77 ^a	1,66 ^a	1,40 ^b	1,29 ^b
KU2	51,80	1,99 ^a	1,46 ^b	1,13 ^c	1,57 ^b
KU3	2,99	1,54 ^a	1,60 ^a	1,54 ^a	1,31 ^b
KU4	132,89	1,92 ^a	1,75 ^b	1,82 ^b	1,12 ^c

Tabelle A40: Sequenztests zur Ermittlung von Autokorrelationen in den Residuen der linearen Mehrfachregressionen für die getesteten ökologischen Merkmale der Laufkäfer und Spinnentiere. Basis der Analysen sind die Individuenzahlen aus fünf Einzelfallen je Agrarholzfläche im gesamten Untersuchungszeitraum 2011 - 2014 ($n = 80$). p = Signifikanz ($\leq 0,05$). Ökologische Typen: x = xerophile Offenlandart, h = hygrophile Offenlandart, eu = euryöke Offenlandart, hw = hygrophile Waldart, (h)w = schwach hygrophile Waldart, (x)w = schwach xerophile Waldart, w = euryöke Waldart. Habitatpräferenzen: ACK = Arten der Ackerhabitats, GRL = Arten der Grünlandhabitats, RUD = Arten der Ruderalhabitats, TRO = Arten offener Trockenhabitats, WAL = allgemeine Waldarten, MIX = Artengruppe mit unterschiedlichen Habitatpräferenzen.

	KU1	KU2	KU3	KU4
Ökol. Merkmale	p	p	p	p
x_LK	1,000	0,818	0,818	0,818
h_LK	0,491	1,000	1,000	0,251
eu_LK	1,000	0,108	0,108	1,000
(h)w_LK	0,491	0,039	1,000	0,818
w_LK	0,491	0,491	0,491	0,491
ACK_LK	0,251	0,818	1,000	0,818
GRL_LK	0,818	0,818	0,818	1,000
TRO_LK	0,818	0,818	0,818	0,818
WAL_LK	0,251	1,000	0,818	1,000
MIX_LK	0,491	0,491	0,003	0,818
x_SP	0,491	0,039	0,491	0,818
h_SP	0,491	0,818	0,251	0,251
hw_SP	0,491	1,000	0,491	0,818
(h)w_SP	0,251	1,000	0,491	0,491
(x)w_SP	0,108	0,818	0,251	0,491
ACK_SP	0,818	1,000	0,818	0,251
GRL_SP	1,000	0,818	0,818	0,039
RUD_SP	0,818	0,491	0,491	1,000
WAL_SP	0,818	0,818	0,491	1,000
MIX_SP	0,491	0,818	0,818	1,000

Tabelle A41: Sequenztests zur Ermittlung von Autokorrelationen in den Residuen der linearen Mehrfachregressionen für die getesteten ökologischen Merkmale der Laufkäfer und Spinnentiere. Basis der Analysen sind die Individuenzahlen aus fünf Einzelfällen, sortiert für alle Agrarholzflächen KU1 - KU4 in den einzelnen Untersuchungsjahren. ($n = 80$), $p =$ Signifikanz ($\leq 0,05$). Ökologische Typen: x = xerophile Offenlandart, h = hygrophile Offenlandart, eu = euryöke Offenlandart, hw = hygrophile Waldart, (h)w = schwach hygrophile Waldart, (x)w = schwach xerophile Waldart, w = euryöke Waldart. Habitatpräferenzen: ACK = Arten der Ackerhabitats, GRL = Arten der Grünlandhabitats, RUD = Arten der Ruderalhabitats, TRO = Arten offener Trockenhabitats, WAL = allgemeine Waldarten, MIX = Artengruppe mit unterschiedlichen Habitatpräferenzen.

Ökol. Merkmale	2011	2012	2013	2014
	p	p	p	p
x_LK	0,818	0,491	1,000	0,012
h_LK	0,108	0,818	0,491	0,818
(h)w_LK	0,251	0,818	1,000	0,491
w_LK	0,818	0,818	1,000	1,000
eu_LK	0,818	0,491	0,491	0,491
ACK_LK	0,818	1,000	1,000	1,000
GRL_LK	0,491	0,818	0,491	1,000
TRO_LK	0,491	0,491	0,491	0,491
WAL_LK	0,251	0,818	1,000	1,000
MIX_LK	1,000	1,000	0,491	0,251
x_SP	1,000	1,000	0,818	0,818
h_SP	0,491	0,251	0,818	0,251
hw_SP	0,818	0,108	1,000	0,251
(h)w_SP	0,251	0,818	0,251	0,039
(x)w_SP	0,818	1,000	0,491	1,000
ACK_SP	0,491	0,491	0,818	0,818
GRL_SP	0,818	0,491	0,491	0,818
RUD_SP	0,818	0,818	0,818	0,818
WAL_SP	0,251	0,818	1,000	0,818
MIX_SP	1,000	0,251	0,108	0,818

Tabelle A42: Statistische Kennwerte der Relationen zwischen den Individuenanteilen in % (ArcSin - Wurzel transformiert) von ökologischen Typen der Laufkäfer und ausgewählten Strukturvariablen. Lineare Mehrfachregression für die Agrarholzflächen KU1 - KU4 in den Untersuchungsjahren 2011 - 2014. $R^2 =$ Determinationskoeffizient, SE = Standardfehler, F = F - Wert, df = Freiheitsgrade, p = Signifikanz, B = Regressionskoeffizient, t = t - Wert, SD = Standardabweichung, BF = Bodenfalle. HAC = Statistische Kennwerte wurden mit robusten Newey - West Schätzern berechnet. Variance Inflation Factor (VIF): Schatten: 1,379, Kraut: 2,955, Gras: 1,956, Streu: 4,392, Offen: 1,431.

xerophile Offenlandarten (x); df: 5, 74				
Modellübersicht	R^2	SE	F	p
Statistiken	0,344	3,424	7,761	<0,001
Statistiken _{HAC}	0,344	3,060	18,140	<0,001
Koeffizienten	B	SE	t	p
Schatten [%]	-0,101	0,025	-4,008	<0,001
Kraut [%]	0,090	0,104	0,864	0,391
Gras [%]	-0,067	0,069	-0,967	0,337
Streu [%]	0,010	0,051	0,193	0,848
Offen [%]	0,082	0,054	1,513	0,135

Tabelle A42 (Fortsetzung)

xerophile Offenlandarten (x); df: 5, 74				
Koeffizienten _{HAC}	B	SE	t	p
Schatten [%]	-0,101	0,038	-2,675	0,092
Kraut [%]	0,090	0,111	0,811	0,420
Gras [%]	-0,067	0,051	-1,318	0,192
Streu [%]	0,010	0,044	0,222	0,825
Offen [%]	0,082	0,071	1,158	0,251
hygrophile Offenlandarten (h); df: 5, 74				
Modellübersicht	R ²	SE	F	p
Statistiken	0,401	2,674	9,913	<0,001
Statistiken _{HAC}	0,401	2,935	33,792	<0,001
Koeffizienten	B	SE	t	p
Schatten [%]	-0,063	0,019	-3,257	0,002
Kraut [%]	-0,184	0,080	-2,310	0,024
Gras [%]	0,012	0,053	0,227	0,821
Streu [%]	-0,119	0,039	-3,062	0,003
Offen [%]	-0,132	0,042	-3,169	0,002
Koeffizienten _{HAC}	B	SE	t	p
Schatten [%]	-0,063	0,029	-2,195	0,013
Kraut [%]	-0,184	0,109	-1,691	0,095
Gras [%]	0,012	0,038	0,313	0,756
Streu [%]	-0,119	0,033	-3,580	0,001
Offen [%]	-0,132	0,025	-5,231	<0,001
euryöke Offenlandarten (eu); df: 5, 74				
Modellübersicht	R ²	SE	F	p
Statistiken	0,323	2,523	7,061	<0,001
Statistiken _{HAC}	0,323	3,000	12,236	<0,001
Koeffizienten	B	SE	t	p
Schatten [%]	-0,079	0,019	-4,259	<0,001
Kraut [%]	0,091	0,076	1,189	0,238
Gras [%]	0,071	0,051	1,397	0,167
Streu [%]	0,060	0,037	1,607	0,112
Offen [%]	0,124	0,040	3,103	0,003
Koeffizienten _{HAC}	B	SE	t	p
Schatten [%]	-0,079	0,017	-4,529	<0,001
Kraut [%]	0,091	0,064	1,416	0,161
Gras [%]	0,071	0,051	1,397	0,167
Streu [%]	0,060	0,041	1,462	0,148
Offen [%]	0,124	0,030	4,101	<0,001
schwach hygrophile Waldarten ((h)w) ¹ ; df: 5, 72				
Modellübersicht	R ²	SE	F	p
Statistiken	0,413	3,307	10,137	<0,001
Statistiken _{HAC}	0,413	3,596	18,662	<0,001
Koeffizienten	B	SE	t	p
Schatten [%]	0,146	0,025	5,747	<0,001
Kraut [%]	0,002	0,103	0,020	0,984
Gras [%]	-0,101	0,066	-1,526	0,131
Streu [%]	-0,054	0,049	-1,107	0,272
Offen [%]	-0,142	0,053	-2,687	0,009

Tabelle A42 (Fortsetzung)

schwach hygrophile Waldarten ((h)w) ¹⁾ ; df: 5, 72				
Koeffizienten _{HAC}	B	SE	t	p
Schatten [%]	0,146	0,017	8,755	<0,001
Kraut [%]	0,002	0,082	0,025	0,981
Gras [%]	-0,101	0,042	-4,424	0,018
Streu [%]	-0,055	0,025	-2,179	0,033
Offen [%]	-0,142	0,032	-4,385	<0,001
euryöke Waldarten (w); df: 5,74				
Modellübersicht	R ²	SE	F	p
Statistiken	0,487	2,984	14,044	<0,001
Statistiken _{HAC}	0,487	4,042	73,986	<0,001
Koeffizienten	B	SE	t	p
Schatten [%]	0,094	0,022	4,272	<0,001
Kraut [%]	0,069	0,090	0,762	0,448
Gras [%]	0,167	0,060	2,782	0,007
Streu [%]	0,140	0,044	3,187	0,002
Offen [%]	0,093	0,047	1,963	0,053
Koeffizienten _{HAC}	B	SE	t	p
Schatten [%]	0,094	0,030	3,105	0,003
Kraut [%]	0,069	0,100	0,692	0,491
Gras [%]	0,167	0,063	2,626	0,011
Streu [%]	0,140	0,050	2,789	0,007
Offen [%]	0,093	0,050	1,878	0,064

1) Nach Eliminierung der Ausreißerwerte in KU3 BF1 2014 und KU3 BF2 2014. Ausreißertest +/- 3 SD

Tabelle A43: Statistische Kennwerte der Relationen zwischen den Individuenanteilen in % (ArcSin - Wurzel transformiert) von Habitatpräferenzen der Laufkäfer und ausgewählten Strukturvariablen. Lineare Mehrfachregression für die Agrarholzflächen KU1 - KU4 in den Untersuchungsjahren 2011 - 2014. R² = Determinationskoeffizient, SE = Standardfehler, F = F - Wert, df = Freiheitsgrade, p = Signifikanz, B = Regressionskoeffizient, t = t - Wert, SD = Standardabweichung, BF = Bodenfalle. HAC = Statistische Kennwerte wurden mit robusten Newey - West Schätzern berechnet. Variance Inflation Factor (VIF): Schatten: 1,379, Kraut: 2,955, Gras: 1,956, Streu: 4,392, Offen: 1,431.

Ackerarten (ACK); df: 5, 74				
Modellübersicht	R ²	SE	F	p
Statistiken	0,652	5,295	27,722	<0,001
Statistiken _{HAC}	0,652	6,091	5,540	<0,001
Koeffizienten	B	SE	t	p
Schatten [%]	-0,401	0,039	-10,302	<0,001
Kraut [%]	0,489	0,161	3,049	0,003
Gras [%]	-0,016	0,106	-0,153	0,879
Streu [%]	0,304	0,078	3,886	<0,001
Offen [%]	0,150	0,084	1,787	0,078
Koeffizienten _{HAC}	B	SE	t	p
Schatten [%]	-0,401	0,124	-3,234	0,002
Kraut [%]	0,489	0,170	2,873	0,005
Gras [%]	-0,016	0,065	-0,251	0,803
Streu [%]	0,304	0,111	2,745	0,008
Offen [%]	0,150	0,059	2,538	0,013

Tabelle A43 (Fortsetzung)

Grünlandarten (GRL); df: 5, 74				
Modellübersicht	R ²	SE	F	p
Statistiken	0,491	2,772	14,275	<0,001
Statistiken _{HAC}	0,491	4,212	25,381	<0,001
Koeffizienten	B	SE	t	p
Schatten [%]	-0,131	0,020	-6,439	<0,001
Kraut [%]	-0,036	0,084	-0,430	0,668
Gras [%]	0,180	0,056	3,226	0,002
Streu [%]	0,022	0,041	0,544	0,588
Offen [%]	0,063	0,044	1,422	0,159
Koeffizienten _{HAC}	B	SE	t	p
Schatten [%]	-0,131	0,036	-3,671	<0,001
Kraut [%]	-0,036	0,121	-0,299	0,766
Gras [%]	0,180	0,043	4,206	<0,001
Streu [%]	0,022	0,050	0,446	0,657
Offen [%]	0,063	0,034	1,821	0,073
Arten offener Trockenhabitats (TRO) ¹⁾ ; df: 5, 72				
Modellübersicht	R ²	SE	F	p
Statistiken	0,332	2,496	7,241	<0,001
Statistiken _{HAC}	0,332	2,901	25,445	<0,001
Koeffizienten	B	SE	t	p
Schatten [%]	-0,043	0,018	-2,313	0,024
Kraut [%]	-0,008	0,076	-0,105	0,916
Gras [%]	-0,125	0,050	-2,497	0,015
Streu [%]	-0,067	0,037	-1,812	0,074
Offen [%]	0,013	0,040	0,319	0,751
Koeffizienten _{HAC}	B	SE	t	p
Schatten [%]	-0,043	0,021	-1,986	0,051
Kraut [%]	-0,008	0,076	-0,105	0,917
Gras [%]	-0,125	0,037	-3,407	0,001
Streu [%]	-0,067	0,027	-2,510	0,014
Offen [%]	0,013	0,034	0,375	0,709
allgemeine Waldarten (WAL); df: 5, 74				
Modellübersicht	R ²	SE	F	p
Statistiken	0,223	4,580	4,242	0,002
Statistiken _{HAC}	0,223	6,923	15,054	<0,001
Koeffizienten	B	SE	t	p
Schatten [%]	0,060	0,034	1,779	0,214
Kraut [%]	0,238	0,139	1,715	0,302
Gras [%]	0,163	0,092	1,770	0,254
Streu [%]	0,189	0,068	2,793	0,600
Offen [%]	0,077	0,073	1,063	0,130
Koeffizienten _{HAC}	B	SE	t	p
Schatten [%]	0,060	0,104	0,574	0,567
Kraut [%]	0,238	0,164	1,448	0,152
Gras [%]	0,163	0,068	2,381	0,020
Streu [%]	0,189	0,075	2,504	0,015
Offen [%]	0,077	0,072	1,067	0,290

Tabelle A43 (Fortsetzung)

Artengruppe mit unterschiedlichen Habitatpräferenzen (MIX) ²⁾ ; df: 5, 72				
Modellübersicht	R ²	SE	F	p
Statistiken	0,515	2,027	15,493	<0,001
Statistiken _{HAC}	0,515	1,687	134,144	<0,001
Koeffizienten	B	SE	t	p
Schatten [%]	0,086	0,015	5,735	<0,001
Kraut [%]	-0,214	0,061	-3,480	0,001
Gras [%]	-0,087	0,041	-2,127	0,037
Streu [%]	-0,193	0,030	-6,469	<0,001
Offen [%]	-0,167	0,032	-5,159	<0,001
Koeffizienten _{HAC}	B	SE	t	p
Schatten [%]	0,086	0,011	7,944	<0,001
Kraut [%]	-0,214	0,026	-8,245	<0,001
Gras [%]	-0,087	0,039	-2,239	0,028
Streu [%]	-0,193	0,012	-16,676	<0,001
Offen [%]	-0,167	0,020	-8,492	<0,001

1) Nach Eliminierung des Ausreißerwertes in KU2 BF2 2011. Ausreißertest +/- 3 SD

2) Nach Eliminierung des Ausreißerwertes in KU4 BF4 2013. Ausreißertest +/- 3 SD

Tabelle A44: Statistische Kennwerte der Relationen zwischen den Individuenanteilen in % (ArcSin - Wurzel transformiert) von ökologischen Typen der Spinnentiere und ausgewählten Strukturvariablen. Lineare Mehrfachregression für die Agrarholzflächen KU1 - KU4 in den Untersuchungsjahren 2011 - 2014. R² = Determinationskoeffizient, SE = Standardfehler, F = F - Wert, df = Freiheitsgrade, p = Signifikanz, B = Regressionskoeffizient, t = t - Wert, SD = Standardabweichung, BF = Bodenfalle. HAC = Statistische Kennwerte wurden mit robusten Newey - West Schätzern berechnet. Variance Inflation Factor (VIF): Schatten: 1,379, Kraut: 2,955, Gras: 1,956, Streu: 4,392, Offen: 1,431.

xerophile Offenlandarten (x); df: 5, 74				
Modellübersicht	R ²	SE	F	p
Statistiken	0,496	2,863	14,544	<0,001
Statistiken _{HAC}	0,496	2, 171	99,579	<0,001
Koeffizienten	B	SE	t	p
Schatten [%]	-0,111	0,021	-5,252	<0,001
Kraut [%]	-0,267	0,087	-3,073	0,003
Gras [%]	-0,196	0,057	-3,417	0,001
Streu [%]	-0,151	0,042	-3,567	0,001
Offen [%]	-0,051	0,045	-1,125	0,264
Koeffizienten _{HAC}	B	SE	t	p
Schatten [%]	-0,111	0,023	-4,761	<0,001
Kraut [%]	-0,267	0,076	-3,498	0,001
Gras [%]	-0,196	0,052	-3,789	<0,001
Streu [%]	-0,151	0,046	-3,306	0,002
Offen [%]	-0,051	0,057	0,890	0,377

Tabelle A44 (Fortsetzung)

hygrophile Offenlandarten (h) ¹ ; df: 5, 73				
Modellübersicht	R ²	SE	F	p
Statistiken	0,320	2,332	6,877	<0,001
Statistiken _{HAC}	0,320	3,586	27,810	<0,001
Koeffizienten	B	SE	t	p
Schatten [%]	-0,003	0,017	6,161	0,884
Kraut [%]	-0,110	0,071	-0,147	0,123
Gras [%]	-0,056	0,047	-1,559	0,239
Streu [%]	-0,127	0,034	-1,186	<0,001
Offen [%]	0,013	0,037	-3,692	0,726
Koeffizienten	B	SE	t	p
Schatten [%]	-0,003	0,019	-0,131	0,896
Kraut [%]	-0,110	0,079	-1,404	0,165
Gras [%]	-0,056	0,044	-1,267	0,209
Streu [%]	-0,127	0,032	-3,932	<0,001
Offen [%]	0,013	0,024	-0,556	0,580
euryöke Offenlandarten (eu) ² ; df: 5, 73				
Modellübersicht	R ²	SE	F	p
Statistiken	0,396	1,892	9,559	<0,001
Statistiken _{HAC}	0,396	1,964	7,460	<0,001
Koeffizienten	B	SE	t	p
Schatten [%]	-0,021	0,014	6,819	0,130
Kraut [%]	0,008	0,058	-1,532	0,886
Gras [%]	-0,115	0,038	0,144	0,003
Streu [%]	-0,088	0,028	-3,024	0,002
Offen [%]	-0,065	0,030	-3,171	0,035
Koeffizienten _{HAC}	B	SE	t	p
Schatten [%]	-0,021	0,010	-2,185	0,032
Kraut [%]	-0,008	0,035	-0,239	0,812
Gras [%]	-0,115	0,037	-3,100	0,003
Streu [%]	-0,089	0,023	-3,826	<0,001
Offen [%]	-0,065	0,029	-2,230	0,030
hygrophile Waldarten (hw); df: 5, 74				
Modellübersicht	R ²	SE	F	p
Statistiken	0,447	3,006	11,981	<0,001
Statistiken _{HAC}	0,447	2,803	26,838	<0,001
Koeffizienten	B	SE	t	p
Schatten [%]	-0,084	0,022	5,308	<0,001
Kraut [%]	-0,196	0,091	-3,818	0,035
Gras [%]	0,157	0,060	-2,152	0,011
Streu [%]	-0,030	0,044	2,597	0,507
Offen [%]	-0,149	0,048	-0,666	0,003
Koeffizienten	B	SE	t	p
Schatten [%]	-0,084	0,026	-3,207	0,002
Kraut [%]	-0,196	0,068	-2,898	0,005
Gras [%]	0,157	0,106	1,476	0,144
Streu [%]	-0,030	0,045	-0,657	0,513
Offen [%]	-0,149	0,043	-3,447	0,001

Tabelle A44 (Fortsetzung)

schwach hygrophile Waldarten ((h)w); df: 5, 74				
Modellübersicht	R ²	SE	F	p
Statistiken	0,518	3,762	8,240	<0,001
Statistiken _{HAC}	0,518	4,779	24,270	<0,001
Koeffizienten	B	SE	t	p
Schatten [%]	0,144	0,028	5,220	<0,001
Kraut [%]	0,342	0,114	2,998	0,004
Gras [%]	0,091	0,076	1,199	0,234
Streu [%]	0,210	0,055	3,791	<0,001
Offen [%]	0,077	0,060	1,289	0,202
Koeffizienten _{HAC}	B	SE	t	p
Schatten [%]	0,144	0,049	2,968	0,004
Kraut [%]	0,342	0,092	3,732	<0,001
Gras [%]	0,091	0,154	0,587	0,559
Streu [%]	0,210	0,092	2,297	0,025
Offen [%]	0,077	0,071	1,077	0,285
schwach xerophile Waldarten ((x)w); df: 5, 74				
Modellübersicht	R ²	SE	F	p
Statistiken	0,358	2,540	8,240	<0,001
Statistiken _{HAC}	0,358	2,837	30,715	<0,001
Koeffizienten	B	SE	t	p
Schatten [%]	-0,037	0,019	-1,992	0,050
Kraut [%]	0,195	0,077	2,536	0,013
Gras [%]	0,031	0,051	0,601	0,549
Streu [%]	0,097	0,037	2,578	0,012
Offen [%]	0,194	0,040	4,818	<0,001
Koeffizienten _{HAC}	B	SE	t	p
Schatten [%]	-0,037	0,018	-2,045	0,044
Kraut [%]	0,195	0,081	2,416	0,018
Gras [%]	0,031	0,030	1,032	0,306
Streu [%]	0,097	0,033	2,892	0,005
Offen [%]	0,194	0,045	4,339	<0,001

1) Nach Eliminierung des Ausreißerwertes in KU1 BF3 2013. Ausreißertest +/- 3 SD

2) Nach Eliminierung des Ausreißerwertes in KU4 BF4 2014. Ausreißertest +/- 3 SD

Tabelle A45: Statistische Kennwerte der Relationen zwischen den Individuenanteilen in % (ArcSin - Wurzel transformiert) von Habitatpräferenzen der Spinnentiere und ausgewählten Strukturvariablen. Lineare Mehrfachregression für die Agrarholzflächen KU1 - KU4 in den Untersuchungsjahren 2011 - 2014. R^2 = Determinationskoeffizient, SE = Standardfehler, F = F - Wert, df = Freiheitsgrade, p = Signifikanz, B = Regressionskoeffizient, t = t - Wert, SD = Standardabweichung, BF = Bodenfalle. HAC = Statistische Kennwerte wurden mit robusten Newey - West Schätzern berechnet. Variance Inflation Factor (VIF): Schatten: 1,379, Kraut: 2,955, Gras: 1,956, Streu: 4,392, Offen: 1,431.

Ackerarten (ACK) ¹⁾ ; df: 5, 73				
Modellübersicht	R ²	SE	F	p
Statistiken	0,388	3,508	9,250	<0,001
Statistiken _{HAC}	0,388	6,456	7,289	<0,001
Koeffizienten	B	SE	t	p
Schatten [%]	-0,099	0,026	-3,822	<0,001
Kraut [%]	-0,084	0,108	-0,777	0,439
Gras [%]	-0,075	0,072	-1,042	0,301
Streu [%]	-0,097	0,052	-1,861	0,067
Offen [%]	0,039	0,058	0,664	0,509
Koeffizienten _{HAC}	B	SE	t	p
Schatten [%]	-0,099	0,033	-3,037	0,003
Kraut [%]	-0,084	0,131	-0,638	0,525
Gras [%]	0,075	0,045	1,682	0,097
Streu [%]	-0,097	0,045	-2,183	0,032
Offen [%]	0,039	0,044	0,876	0,384
Grünlandarten (GRL); df: 5, 74				
Modellübersicht	R ²	SE	F	p
Statistiken	0,422	2,530	10,798	<0,001
Statistiken _{HAC}	0,422	5,297	16,819	<0,001
Koeffizienten	B	SE	t	p
Schatten [%]	-0,094	0,019	-5,068	<,001
Kraut [%]	0,077	0,077	1,006	0,318
Gras [%]	-0,034	0,051	-0,676	0,501
Streu [%]	0,068	0,037	1,828	0,072
Offen [%]	0,134	0,040	3,338	0,001
Koeffizienten _{HAC}	B	SE	t	p
Schatten [%]	-0,094	0,024	-3,960	<0,001
Kraut [%]	0,077	0,121	0,636	0,527
Gras [%]	-0,034	0,074	-0,466	0,643
Streu [%]	0,068	0,056	1,217	0,228
Offen [%]	0,134	0,055	2,423	0,018
Ruderalarten (RUD) ²⁾ ; df: 5, 73				
Modellübersicht	R ²	SE	F	p
Statistiken	0,375	2,156	8,766	<0,001
Statistiken _{HAC}	0,375	3,167	35,332	<0,001
Koeffizienten	B	SE	t	p
Schatten [%]	0,091	0,016	5,727	<0,001
Kraut [%]	0,076	0,065	1,158	0,251
Gras [%]	-0,010	0,043	-0,230	0,819
Streu [%]	-0,012	0,032	-0,365	0,716
Offen [%]	-0,051	0,034	-1,480	0,143

Tabelle A45 (Fortsetzung)

Ruderalarten (RUD) ²⁾ ; df: 5, 73				
Koeffizienten _{HAC}	B	SE	t	p
Schatten [%]	0,091	0,015	6,170	<0,001
Kraut [%]	0,076	0,042	1,808	0,075
Gras [%]	-0,010	0,019	-0,530	0,598
Streu [%]	-0,012	0,027	-0,431	0,668
Offen [%]	-0,051	0,028	-1,815	0,074
allgemeine Waldarten (WAL); df: 5, 74				
Modellübersicht	R ²	SE	F	p
Statistiken	0,506	7,801	15,133	<0,001
Statistiken _{HAC}	0,506	19,358	1,967	0,094
Koeffizienten	B	SE	t	p
Schatten [%]	0,061	0,057	1,057	0,294
Kraut [%]	0,783	0,236	3,310	0,001
Gras [%]	0,732	0,157	4,672	<,001
Streu [%]	0,724	0,115	6,293	<,001
Offen [%]	0,835	0,124	6,749	<0,001
Koeffizienten _{HAC}	B	SE	t	p
Schatten [%]	0,061	0,099	0,611	0,543
Kraut [%]	0,783	0,284	2,754	0,007
Gras [%]	0,732	0,288	2,544	0,013
Streu [%]	0,724	0,251	2,886	0,005
Offen [%]	0,835	0,309	2,705	0,009
Artengruppe mit unterschiedlichen Habitatpräferenzen (MIX); df: 5, 74				
Modellübersicht	R ²	SE	F	p
Statistiken	0,213	3,206	4,009	0,008
Statistiken _{HAC}	0,213	5,224	7,652	0,008
Koeffizienten	B	SE	t	p
Schatten [%]	-0,037	0,024	-1,570	0,121
Kraut [%]	-0,150	0,097	-1,538	0,128
Gras [%]	-0,120	0,064	-1,862	0,067
Streu [%]	-0,086	0,047	-1,812	0,074
Offen [%]	0,063	0,051	1,244	0,217
Koeffizienten _{HAC}	B	SE	t	p
Schatten [%]	-0,037	0,039	-0,950	0,345
Kraut [%]	-0,150	0,107	-1,404	0,165
Gras [%]	-0,120	0,161	-0,743	0,460
Streu [%]	-0,086	0,083	-1,034	0,305
Offen [%]	0,063	0,060	1,060	0,293

1) Nach Eliminierung des Ausreißerwertes in KU3 BF4 2011. Ausreißertest +/- 3 SD

2) Nach Eliminierung des Ausreißerwertes in KU1 BF3 2013. Ausreißertest +/- 3 SD

Tabelle A46: Sequenztests zur Ermittlung von Autokorrelationen in den Residuen der linearen Regressionen für den Shannon - Index der Arten- (ArtenDiv) und Habitatpräferenz - Diversitäten (HPDiv) der Laufkäfer - und Spinnentierzönosen. Die Basis der Berechnungen sind die Mittelwerte der Diversitätsindices aus je fünf Fallen für alle Untersuchungsflächen im Untersuchungszeitraum 2011 - 2014 (n = 40).

	Laufkäfer		Spinnentiere	
	ArtenDiv	HPDiv	ArtenDiv	HPDiv
Signifikanz	0,873	0,423	1,000	0,149

IX. Eidesstattliche Erklärung

Ich erkläre an Eides statt, dass ich die Arbeit selbstständig und ohne fremde Hilfe verfasst, keine anderen als die von mir angegebenen Quellen und Hilfsmittel benutzt und die den benutzten Werken wörtlich oder inhaltlich entnommenen Stellen als solche kenntlich gemacht habe.

I declare under penalty of perjury that this thesis is my own work entirely and has been written without any help from other people. I used only the sources mentioned and included all the citations correctly both in word or content.

Berlin, 15.01.2022

Datum / Date

Unterschrift des Antragstellers / Signature of the applicant

Curriculum Vitae

Jessika Konrad

PERSONALIEN

Geburtsdatum: 22.12.1975
Geburtsort: Braunschweig
Staatsangehörigkeit: Deutsch

AUSBILDUNG

- 07.2014 - 01.2022 Promotionsvorhaben am Institut für Agrar - und Ernährungswissenschaften - Naturwissenschaftliche Fakultät III der Martin - Luther - Universität Halle - Wittenberg, Halle (Saale) mit dem Titel: *"Der Einfluss der Vegetationsstruktur und die Auswirkungen des Kurzumtriebs auf die Diversität und Zönosenstruktur ausgewählter Arthropodengemeinschaften (Col.: Carabidae; Arach.: Araneae et Opiliones) in Agrarholzflächen Nordhessens"*.
Angestrebter Abschluss: Doctor agriculturarum (Dr. agr.)
- 09.2005 - 12.2009 Studium an der Hochschule für nachhaltige Entwicklung Eberswalde (FH).
Titel der Diplomarbeit: *„Einfluss der Vegetationsstruktur in unterschiedlichen Anbaukulturen auf die Laufkäfer- und Spinnenzönosen am Beispiel von Parzellenversuchen“*.
Abschluss: Diplom - Ingenieurin in Landschaftsnutzung und Naturschutz
- 08.2004 - 06.2005 Oberstufenzentrum Agrarwirtschaft Peter - Lenné, Berlin.
Abschluss: Fachhochschulreife

TÄTIGKEITEN

- 04.2019 - 01.2021 Technische Mitarbeiterin im Projekt *Biozeit (Biodiversität im Zeitvergleich. Strukturelemente und Nutzungen räumlich identischer Ackerbaugebiete 1991 - 1993 und 2018-2021)*: Vegetationskartierung, Aufarbeitung der Zwischenergebnisse und vergleichende Analysen am Leibniz-Zentrum für Agrarlandschaftsforschung (ZALF) e. V.
- 04.2013 - 05.2015 Wissenschaftliche Mitarbeiterin im Projekt *EVA III (Entwicklung und Vergleich von optimierten Anbausystemen für die landwirtschaftliche Produktion von Energiepflanzen unter den verschiedenen Standortbedingungen Deutschlands)*, Teilprojekt II: *Ökologische Folgewirkungen des Energiepflanzenanbaus*: Determination von Laufkäfern und Spinnentieren, Aufbereitung und Auswertung ökologischer Daten am Leibniz-Zentrum für Agrarlandschaftsforschung (ZALF) e. V.
- 03.2010 - 12.2012 Wissenschaftliche Mitarbeiterin im Projekt *ELKE III (Etablierung einer extensiven Landnutzungsstrategie auf der Grundlage einer Flexibilisierung des Kompensationsinstrumentariums der Eingriffsregelung)*: Determination von Laufkäfern und Spinnentieren, Aufbereitung und Auswertung ökologischer Daten am Leibniz-Zentrum für Agrarlandschaftsforschung (ZALF) e. V.

Publikationen

Jessika Konrad

Platen, R., **Konrad, J.**, Glemnitz, M., (2017). Novel energy crops: An opportunity to enhance biodiversity of arthropod assemblages in biomass feedstock cultures? *International Journal of Biodiversity Science, Ecosystem Services & Management* 13.1, 162-171.

Glemnitz, M., Platen, R., Krechel, R., **Konrad, J.**, Wagener, F. (2013). Can short-rotation coppice strips compensate structural deficits in agrarian landscapes? *Aspects of Applied Biology* 118, 153-161.

Konrad, J. (2013). The impact of harvest of a short rotation coppice (src) on the migration dynamics of ground beetles (Col.: Carabidae) and arachnids (Arach.: Araneae et Opiliones). *Journal of Plant Diseases and Protection* 120, (5-6), 242.

Konrad, J. (2013): Einfluss der Ernte auf die Besiedlungsdynamik von Laufkäfer- und Spinnenzönosen in Agroforstsystemen -Poster. Gesellschaft für Ökologie, (GfÖ) - 43rd Annual Meeting of the Ecological Society of Germany, Austria and Switzerland Potsdam, 9. - 13.09.2013

Konrad, J., Platen, R., Glemnitz, M. (2012). The impact of rapid habitat changes in Short Rotation Coppices (SRC) on ecology of Carabid assemblages (Coleoptera: Carabidae). *Journal of Plant Diseases and Protection*, 119 (1), 35-36.

Platen, R., Greschke, K., **Konrad, J.**, Reinecke, J. (2012). Activity biomass of ground beetles (Col.: Carabidae) in maize and sorghum fields. *Verhandlungen der Gesellschaft für Ökologie* 42, 19.

Kielhorn, K.-H., **Konrad, J.**, Platen, R. (2011). Zum Vorkommen von *Dolichus halensis* (Schaller, 1783) in Brandenburg und Berlin. *Märkische Entomologische Nachrichten* 13, 1, 75-84.

Konrad, J., Bloch, R., Glemnitz, M., Platen, R., Verch, G. (2010). Einfluss der Vegetationsstruktur von agrarischen Anbaukulturen auf die Zusammensetzung der Zönosen von Laufkäfern (Col.: Carabidae) und Spinnentieren (Arach: Araneae, Opiliones). *Archiv für Forstwesen und Landschaftsökologie* 44, 4, 169-181.