

# Buntbrachen und extensiv genutzte Wiesen mit QII-Status: Wie unterscheidet sich die Tagfalter- fauna dieser BFF-Typen?



Bachelorarbeit

von

**Aepli Sarah**

Bachelorstudiengang UI19

Abgabedatum 11.01.2024

Studienrichtung Umweltingenieurwesen

Fachkorrektoren:

Schlegel, Jürg  
ZHAW Life Sciences und Facility Management  
Institut für Umwelt und Natürliche Ressourcen  
Schloss  
8820 Wädenswil

Hochreutener, Adrian  
ZHAW Life Sciences und Facility Management  
Institut für Umwelt und Natürliche Ressourcen  
Schloss  
8820 Wädenswil

## Impressum

**Schlagnorte:** Artenvielfalt, Biodiversität, Biodiversitätsförderflächen, Buntbrachen, Extensiv genutzte Wiesen, Extensivwiesen, Heuschrecken, Lepidoptera, Orthoptera, Tagfalter

**Zitiervorschlag:** Aepli, S. (2024). *Buntbrachen und extensiv genutzte Wiesen mit QII-Status: Wie unterscheidet sich die Tagfalterfauna dieser BFF-Typen?* Bachelorarbeit. Zürcher Hochschule für Angewandte Wissenschaften ZHAW, Wädenswil.

**Institut:** Institut für Umwelt und Natürliche Ressourcen

**Titelfotos:** Extensiv genutzte Wiese QII (links), Buntbrache (rechts); Sarah Aepli

## Zusammenfassung

In der Schweiz wird mit Biodiversitätsförderflächen (BFF) versucht, dem Rückgang der Biodiversität auf den landwirtschaftlichen Nutzflächen entgegenzuwirken. Damit die Biodiversität gezielt gefördert werden kann, ist es wichtig zu wissen, welche Effekte die unterschiedlichen BFF-Typen auf verschiedene Artengruppen haben. Diese Arbeit untersucht die Tagfalter- und Heuschreckenfauna auf den zwei BFF-Typen Buntbrachen und extensiv genutzte Wiesen mit Qualitätsstufe II. Sie analysiert die Unterschiede in der Artenvielfalt sowie der Individuenzahl und versucht zu ermitteln, welche Vegetations- und Umgebungsparameter einen Einfluss auf Tagfalter und Heuschrecken haben. Dazu wurden Kartierungen von 8 Buntbrachen und 8 extensiv genutzten Wiesen (QII) im Kanton Zürich durchgeführt. Zusätzlich wurden Vegetationsparameter erhoben und Umgebungsparameter mit einer GIS-Analyse berechnet.

Es wurden signifikante Unterschiede in der Anzahl Arten und Individuen von Tagfalter zwischen den beiden BFF-Typen festgestellt. Sowohl auf Buntbrachen wie auch auf extensiv genutzten Wiesen (QII) wurden Arten gefunden, die auf dem anderen Typ fehlen. Die Kombination der zwei BFF-Typen erhöht damit die Vielfalt an Arten in einer Region. Die Artenvielfalt und die Individuenzahl nimmt mit steigendem Anteil BFF in der Umgebung ab. Dies widerspricht vorgängigen Studien.

Für die Heuschrecken waren die Unterschiede nicht oder nur marginal signifikant. Es konnten jedoch mehr Individuen gefährdeter Arten auf Buntbrachen nachgewiesen werden als auf extensiv genutzten Wiesen QII. Die Bewirtschaftungsweise von Buntbrachen erklärt zudem das Vorkommen von zwei Arten, welche auf höhere Vegetation angewiesen sind. Für die Heuschrecken wurde der Anteil der Blüten als signifikanter Vegetationsparameter ermittelt, der einen Teil der aufgenommenen Arten- und Individuenzahl erklärt. Ein signifikanter Umgebungsparameter für die Anzahl Heuschreckenindividuen war der Anteil der landwirtschaftlichen Nutzfläche in einem Umkreis von 500 Metern. Der positive Zusammenhang entspricht dem häufigen Vorkommen von Heuschrecken im offenen Grünland. Auf Buntbrachen wurden Arten gefunden, deren Vorkommen von ausreichend hoher Vegetation abhängt. Diese Funde unterstreichen die Wichtigkeit von Flächen im Kulturland ohne Schnittregime, auf denen die Vegetation eine gewisse Höhe erreicht.

## Abstract

In Switzerland ecological compensations areas (ECA) aim to counteract the decline in biodiversity on agricultural land. To systematically promote biodiversity, it is important to understand the effects of different ECA types on various groups of species. This study examines the populations of butterflies and grasshoppers on two types of ECA: wildflower strips and extensively used meadows of Quality Level II. It analyzes differences in species diversity and abundance and addition aims to determine which vegetation and environmental parameters may have an influence. For this purpose, surveys were conducted on 8 wildflower strips and 8 extensively used meadows (QII) in the Canton of Zurich. Additionally, vegetation parameters were recorded, and environmental parameters were calculated using GIS analysis.

Significant differences in the number of butterfly species and individuals were found between the two types of ECA. On both types of ECA species were identified that were absent on the other type. The combination of these two ECA types thereby increases the diversity of species in a region. Species diversity and the number of individuals decrease as the proportion of BFF in the surrounding area increases. This contradicts previous studies.

For grasshoppers, the differences were either non-significant or only marginally significant. However, more individuals of endangered species were detected on wildflower strips than on extensively used meadows. Furthermore, the management practices of wildflower strips explain the occurrence of two species that rely on taller vegetation. For grasshoppers, the proportion of flowers emerged as a significant vegetation parameter explaining part of the recorded species and individual counts. Additionally, a significant environmental parameter for the count of grasshopper individuals was the proportion of agricultural land within a 500-meter radius. This positive correlation aligns with the frequent presence of grasshoppers in open grassland habitats. Species whose occurrence depends on sufficiently high vegetation were found on wildflower strips. These findings underline the importance of areas in cultivated land without a cutting regime where the vegetation reaches a certain height.

# Inhalt

1	Einleitung .....	1
2	Untersuchte Insektengruppen und BFF-Typen.....	3
2.1	Tagfalter und Heuschrecken .....	3
2.2	Buntbrachen und extensiv genutzte Wiesen QII .....	4
3	Material und Methoden .....	7
3.1	Untersuchungsgebiete .....	7
3.2	Auswahl der Untersuchungsflächen .....	8
3.3	Umgebungsparameter .....	9
3.4	Vorgehen im Feld .....	9
3.5	Statistische Auswertung.....	10
4	Resultate .....	12
4.1	Überblick und Vergleich zwischen den BFF-Typen für Tagfalter .....	12
4.2	Überblick und Vergleich zwischen den BFF-Typen für Heuschrecken .....	13
4.3	Einfluss von Vegetations- und Umweltparameter.....	16
5	Diskussion .....	19
6	Schlussfolgerungen und Ausblick .....	21
7	Literatur .....	23
	Abbildungen.....	25
	Tabellen.....	25
	Anhang .....	26

# 1 Einleitung

Die Landwirtschaft hat sich in der Schweiz in den letzten Jahrzehnten stark verändert. Die Intensivierung der Landnutzung einhergehend mit modernen Bewirtschaftungsmethoden, vermehrtem Einsatz von Dünge- und Pflanzenschutzmitteln aber auch Zersiedelung und Nutzungsaufgabe führten zu einem Verlust von Landschaftsstrukturelementen, der Verschlechterung der Qualität oder dem Verlust von wertvollen Lebensräumen vieler Tier und Pflanzenarten, was einen rasanten Rückgang der Biodiversität im Kulturland mit sich zog (Litsios & Frei, 2023; Ritschard et al., 2019).

Um diesem negativen Trend entgegenzuwirken, werden über die auf Grundlage des Artikel 104 der Bundesverfassung eingeführte Direktzahlungsverordnung (DZV) verschiedene Beiträge an Landwirt:innen ausgerichtet, sofern diese den ökologischen Leistungsnachweis (ÖLN) erfüllen. Der ÖLN verlangt unter anderem einen Anteil von mindestens 7 % Biodiversitätsförderflächen (BFF) auf der landwirtschaftlichen Nutzfläche (LN) ohne Spezialkulturen und 3.5 % auf LN mit Spezialkulturen eines Betriebes (Bundesamt für Landwirtschaft (BLW), 2023). Ab 2025 werden Betriebe in der Tal- und Hügelzone mit mehr als drei Hektaren Ackerland zudem 3,5 % ihrer Ackerfläche als Acker-BFF anlegen müssen, diese werden dem gesamthaft erforderlichen BFF-Anteil von 7 % der LN angerechnet (Agridea, 2023). Das Anlegen und der Unterhalt von BFF werden mit Biodiversitätsbeiträgen vergütet und soll die Erhaltung und Förderung der Arten- und Lebensraumvielfalt unterstützen. Den Landwirt:innen steht eine Auswahl an 21 anrechenbaren und beitragsberechtigten Typen von Biodiversitätsförderflächen für verschiedene Nutzungsarten des Kulturlandes zur Verfügung, wobei für einige BFF-Typen zwei Qualitätsstufen definiert sind.

In dieser Arbeit werden die BFF-Typen Buntbrachen und extensiv genutzte Wiesen der Qualitätsstufe II untersucht. Buntbrachen werden in der vorliegenden Arbeit auch mit BB abgekürzt, für extensiv genutzte Wiesen mit Qualitätsstufe II wird auch die Kurzform Extensivwiese oder die Abkürzung EW benutzt.

Die Definition und die Beurteilung der Qualität von BFF erfolgt ausschliesslich aufgrund floristischer Kriterien. Diverse Studien haben sich mit dem Einfluss der BFF auf die Biodiversität in der Landwirtschaft auseinandergesetzt und fanden heraus, dass ein sich ein grösserer Anteil an BFF an der landwirtschaftlichen Nutzfläche positiv auf die Biodiversität verschiedener Tiergruppen auswirkt (Birrer et al., 2020; Meier et al., 2021; Ritschard et al., 2019). Weniger untersucht ist der Einfluss einzelner BFF-Typen auf einzelne Tierarten und wie sich unterschiedliche BFF voneinander unterscheiden. Im Rahmen dieser Bachelorarbeit wird versucht, einen Teil dieser Lücke schliessen. Es wird untersucht, ob die unterschiedlichen BFF-Typen Buntbrache und Extensivwiese einen Einfluss auf Artenvielfalt und Individuenzahl von Tagfaltern und Heuschrecken haben, wie sie sich unterscheiden und ob die

Tagfalter- und Heuschreckenfauna Indikatoren für ein Qualitätsmerkmal einer BFF sein können. Dafür wird die Tagfalter- und Heuschreckenfauna auf 8 ausgewählten Flächenpaaren mit jeweils einer Buntbrache und einer extensiv genutzten Wiese (Q II) im Kanton Zürich erfasst. Die erhobenen Daten werden mit statistischen Auswertungsmethoden analysiert und auf Unterschiede in Artvielfalt (species richness) und Anzahl Individuen (abundance) untersucht.

Als zu untersuchende Tiergruppe wurden Tagfalter gewählt. Einige Arten sind stark in spezifische Lebensräume gebunden und reagieren empfindlich auf Umweltveränderungen, was sie gut als Indikator für die Qualität eines Lebensraumes eignet (Van Swaay et al., 2006).

Im Verlauf der Kartierungen wurde beschlossen, in den letzten zwei Kartierfenstern zusätzlich noch Heuschrecken aufzunehmen. Auch sie reagieren schnell auf Veränderungen in der Umwelt (Chisté et al., 2016). Ihr Vorkommen ist zudem auch durch die Struktur der Vegetation beeinflusst (Baur et al., 2006), was ihre Untersuchung auf dem strukturreichen BFF-Typ Buntbrachen interessant macht.

Die Forschungsarbeit wurde von folgenden Fragestellungen geleitet:

- Wie unterscheiden sich die Artenvielfalt und Individuenzahl von adulten Tagfaltern und Heuschrecken auf Buntbrachen und extensiv genutzten Wiesen (Q II)?
- Welche Vegetationsparameter (Vegetationshöhe, offene Blüten, etc.) könnten einen Einfluss auf die Vielfalt und die Individuenzahl haben?
- Welche Umgebungsparameter (z.B. Anteil BFF im Umkreis von 250m oder 500m) könnten einen Einfluss haben?

## 2 Untersuchte Insektengruppen und BFF-Typen

Für die vorliegende Arbeit wurden die Insektengruppen der Schmetterlinge und Heuschrecken auf den BFF-Typen Buntbrache und extensiv genutzte Wiese QII kartiert und verglichen.

### 2.1 Tagfalter und Heuschrecken

Kartiert wurden tagaktive Falter aus der Ordnung der Schmetterlinge (*Lepidoptera*). Schmetterlinge werden in der Praxis nach ihrer Aktivitätszeit in Tag- und Nachfalter unterschieden, diese Unterscheidung ist jedoch nicht wissenschaftlich (Bühler-Cortesi, 2019). In der Tagfalterkartierungen ist es üblich, dass neben den Familien der echten Tagfalter (*Papilionoidea*) auch die tagaktiven Familie der Dickkopffalter (*Hesperiidae*) und der Widderchen (*Zygaenidae*) miteinbezogen werden, welche mit den Nachtfaltern verwandt sind (Rey, 2020). Nach neueren molekularbiologischen Erkenntnissen wird die Familie der Dickkopffalter neu ebenfalls den *Papilionoidea* zugeordnet (Regier et al., 2013). In der vorliegenden Arbeit wurden die echten Tagfalter inklusive Dickkopffalter sowie die Widderchen berücksichtigt. Die Bezeichnung «Tagfalter» schliesst im Folgenden immer alle kartierten Familien mit ein.

Tagfalter können je nach Lebenszyklus (Ei, Raupe, Puppe, Falter) sehr unterschiedliche Lebensraumansprüche haben (Bühler-Cortesi, 2019). Dabei gibt es mobile, eher generalistische Arten, welche weniger streng an bestimmte Vegetationstypen oder Nutzungsarten gebunden sind und ein breites Spektrum an Wirts- und Nektarpflanzen nutzen können. Daneben gibt es sehr spezialisierte Arten, die auf ganz spezifische Pflanzen zur Eiablage, als Raupenfutterpflanze oder Nektarpflanze angewiesen sind. Sie sind häufig weniger mobil und darum weit stärker beeinflusst von Veränderungen des Lebensraums oder der Pflanzengesellschaften (Rey, 2020). Diese Spezialisten eignen sich gut als Zielarten von Biodiversitätsfördermassnahmen oder als Indikator für die Qualität eines Lebensraumes.

Kartiert wurden zusätzlich adulte Tiere der Ordnung der Heuschrecken (*Orthoptera*). Der Grossteil der Heuschreckenarten kommt im offenen Grünland auf Wiesen, Weiden, Brachen und Feuchtgebieten vor (Verein biodivers, 2017). Gemäss Baur & Roesti (2006) sind Heuschrecken im Gegensatz zu den Schmetterlingen weniger an bestimmte Pflanzenvorkommen gebunden, vielmehr wird ihr Vorkommen durch das Mikroklima ihres Lebensraumes bestimmt, welches sich aus Temperatur, Feuchtigkeit und der Struktur der Vegetation zusammensetzt. Sie reagieren darum empfindlich auf Veränderungen der Umwelt, wenn zum Beispiel Trockenrasen bewässert werden oder Feuchtwiesen im Zuge der Intensivierung der Landwirtschaft drainiert und trockengelegt werden (Baur & Roesti, 2006). Die meisten Heuschreckenarten sind wenig mobil und bewegen sich nur in einem Umkreis von maximal einem Kilometer (Verein biodivers, 2017). Der Einfluss der Vegetationsstruktur könnte sie zu einem geeigneten Indikator für die Beurteilung der Qualität des strukturreichen BFF-Typs Buntbrache machen.

## 2.2 Buntbrachen und extensiv genutzte Wiesen QII

Untersucht wurden die BFF-Typen Buntbrache und extensiv genutzte Wiese mit Qualitätsstufe II. Definition, Qualitätsanforderungen, Bewirtschaftung und Beitragshöhe sind über die DZV gesetzlich geregelt.

**Buntbrachen** sind ein BFF-Typ des Ackerlandes. Sie dienen dem Schutz bedrohter Wildblumen, beherbergen eine Vielzahl von Tieren ganzjährig oder dienen als Überwinterungsort. Buntbrachen dienen zudem als Erosionsschutz sowie der Bodenruhe. Das Saatgut für die Ansaat muss durch das BLW bewilligt sein. Damit sich ein arten- und strukturreicher Lebensraum entwickeln kann, müssen Buntbrachen zwischen zwei und acht Jahren stehenbleiben. Im ersten Jahr ist ein Reinigungsschnitt erlaubt, danach darf die Fläche zwischen 1. Oktober und 15. März einmal jährlich zur Hälfte geschnitten werden. Das Schnittgut muss nicht abgeführt werden und darf gemulcht werden. Buntbrachen sind nur in Qualitätsstufe I vorgesehen. (Bundesamt für Landwirtschaft (BLW), 2023).

**Extensiv genutzte Wiesen** sind ein BFF-Typ der Wiesen und Weiden. Sie stellen das artenreichste Grünland der Schweiz dar. Die späte Mahd erlaubt die Samenreife und das natürliche Versamen der Pflanzengesellschaft und bietet bodenbrütenden Vögel, zahlreichen wirbellosen Tieren sowie kleinen Säugetieren genügend Zeit für die Fortpflanzung ohne Störung. Extensivwiesen der Qualitätsstufe II haben eine grössere Artenvielfalt als jene der Qualitätsstufe I und sind für den Erhalt und der Förderung der Biodiversität zentral. Um die Qualitätsstufe II zu erreichen, müssen auf den Flächen eine bestimmte Anzahl von Indikatorpflanzen regelmässig vorkommen. (Bundesamt für Landwirtschaft (BLW), 2023).

In Tabelle 1 sind die allgemeinen Anforderungen der Qualitätsstufen aufgeführt. Die Anforderungen und die Höhe der ausbezahlten Beiträge von BB und EW sind in Tabelle 2 tabellarisch aufgelistet.

*Tabelle 1 Allgemeine Anforderungen für die Qualitätsstufen von BFF (Graf et al., 2016)*

Qualitätsstufe I	Qualitätsstufe II
Einhaltung der Grundaufgaben (z.B. Düngung, Schnittzeitpunkt)	Flächen weisen eine vom Bund definierte Vielfalt von Pflanzen oder Strukturen auf. Kantone können mehr Kriterien festlegen.

Tabelle 2 Gegenüberstellung der Anforderungen und Beiträge der BFF Buntbrachen und extensiv genutzte Wiesen (Q II) gemäss der Direktzahlungsverordnung (Agridea, 2023)

	Buntbrachen	Extensiv genutzte Wiesen
	Q I	Q II
Standort	Nur Talzone und Hügelzone (TZ, HZ)	Talzone, Hügelzone und Bergzone I-IV (TZ, HZ, BZ I-IV)
Anrechenbare Fläche	-	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Rückzugstreifen bis 10 % der Gesamtfläche (jährlich genutzt)</li> <li>• Unproduktive Kleinstrukturen entlang Gewässern bis max. 20 % der Gesamtfläche</li> </ul>
Vorkultur	Acker oder Kunstwiese oder mit Dauerkulturen belegt	-
Ansaat	durch BLW bewilligte Saatmischung mit einheimischen Wildstauden und -gräsern	Mit kantonaler Bewilligung erlaubt für Wiesen mit unbefriedigender botanischer Zusammensetzung. Heugras- oder Heudruschsaat oder empfohlenen Standardmischungen
Düngung	keine	keine
Pflanzenschutz	Keine, Nesterbehandlung von Problempflanzen erlaubt	Keine, Einzelstockbehandlung von Problempflanzen erlaubt
Pflege	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 1. Jahr: Reinigungsschnitt bei grossem Unkrautdruck erlaubt</li> <li>• Ab 2. Jahr: Schnitt zwischen 1. Oktober und 15. März auf Hälfte der Fläche erlaubt</li> <li>• Schnittgut muss nicht abgeführt werden</li> <li>• Oberflächliche Bodenbearbeitung auf geschnittener Fläche empfohlen</li> <li>• Mulchen erlaubt</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Mindestens ein Schnitt ab 15. Juni (TZ-HZ), 1. Juli (BZ I, II), 15. Juli (BZ III, IV)</li> <li>• Herbstweide ab 1. September bis 30. November möglich</li> <li>• Mulchen verboten</li> <li>• Schnittgut muss abgeführt werden</li> <li>• Ast- und Streuhaufen als Unterschlupf für Tiere erlaubt</li> </ul>
Verpflichtungsdauer	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Min. 2 Jahre, max. 8 Jahre am gleichen Standort (Verlängerung mit kantonaler Bewilligung möglich)</li> <li>• Umbruch frühestens am 15. Februar nach dem Beitragsjahr</li> <li>• Am selben Standort frühestens nach 4 Jahren wieder eine Brache</li> </ul>	Nach Anmeldung mindestens 8 Jahre ohne Unterbruch am gleichen Standort
Ausschlusskriterien	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Deckungsgrad Winde &gt; 1/3 der Gesamtfläche oder</li> </ul>	-

	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Deckungsgrad Quecke &gt; 1/3 der Gesamtfläche oder</li> <li>• Deckungsgrad Grasanteil (inkl. Ausfallgetreide) &gt; 2/3 der Gesamtfläche im 1. – 4. Standjahr</li> <li>• &gt; 20 Blacken pro Are oder</li> <li>• &gt; 1 Nest Ackerkratzdistel pro Are (= 5 Triebe pro 10m<sup>2</sup>)</li> <li>• Nulltoleranz Traubenkraut (Melde- und Bekämpfungspflichtig)</li> </ul>	
Anforderungen Q II	Keine Qualitätsstufe II	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Beurteilung der biologischen Qualität der Flora mit einer Liste von Zeigerarten; mindestens 6 Zeigerarten auf der Fläche vorhanden</li> <li>• Einsatz von Mähaufbereitern verboten</li> </ul>
Anrechenbar an 3.5% BFF im Acker (ab 2025)	anrechenbar	nicht anrechenbar
Beiträge (2023)	3800 CHF/ha (TZ, HZ)	1920 CHF/ha (TZ) 1840 CHF/ha (HZ) 1700 CHF/ha (BZ I, II) 1100 CHF/ha (BZ III, IV)

### 3 Material und Methoden

#### 3.1 Untersuchungsgebiete

Die Untersuchungen fanden im Kanton Zürich in der Schweiz statt. Der grösste Teil (41.7 %) des Kantons besteht aus Landwirtschaftsflächen, 21.9 % ist Siedlungsfläche, der Rest ist Wald und Gehölz (30.4 %) sowie 6.1 % unproduktive Fläche wie Seen und Flüsse.

Der Grossteil der Untersuchungsgebiete befindet sich im Norden des Kantons, in der Region des Zürcher Weinlands. Dies liegt vor allem an der Verteilung bestimmter BFF-Typen im Kanton und den Auswahlkriterien für die Flächen, welche in den nächsten Abschnitten erläutert werden. Während des Untersuchungszeitraums im Sommer 2023 trafen die Kriterien in der Region des Zürcher Weinlands häufiger zu als in anderen Regionen des Kantons. Abbildung 1 zeigt die Lage der jeweiligen Untersuchungsgebiete im Kanton Zürich. Jedes Gebiet besteht aus einem Duo von jeweils einer BB und einer EW.

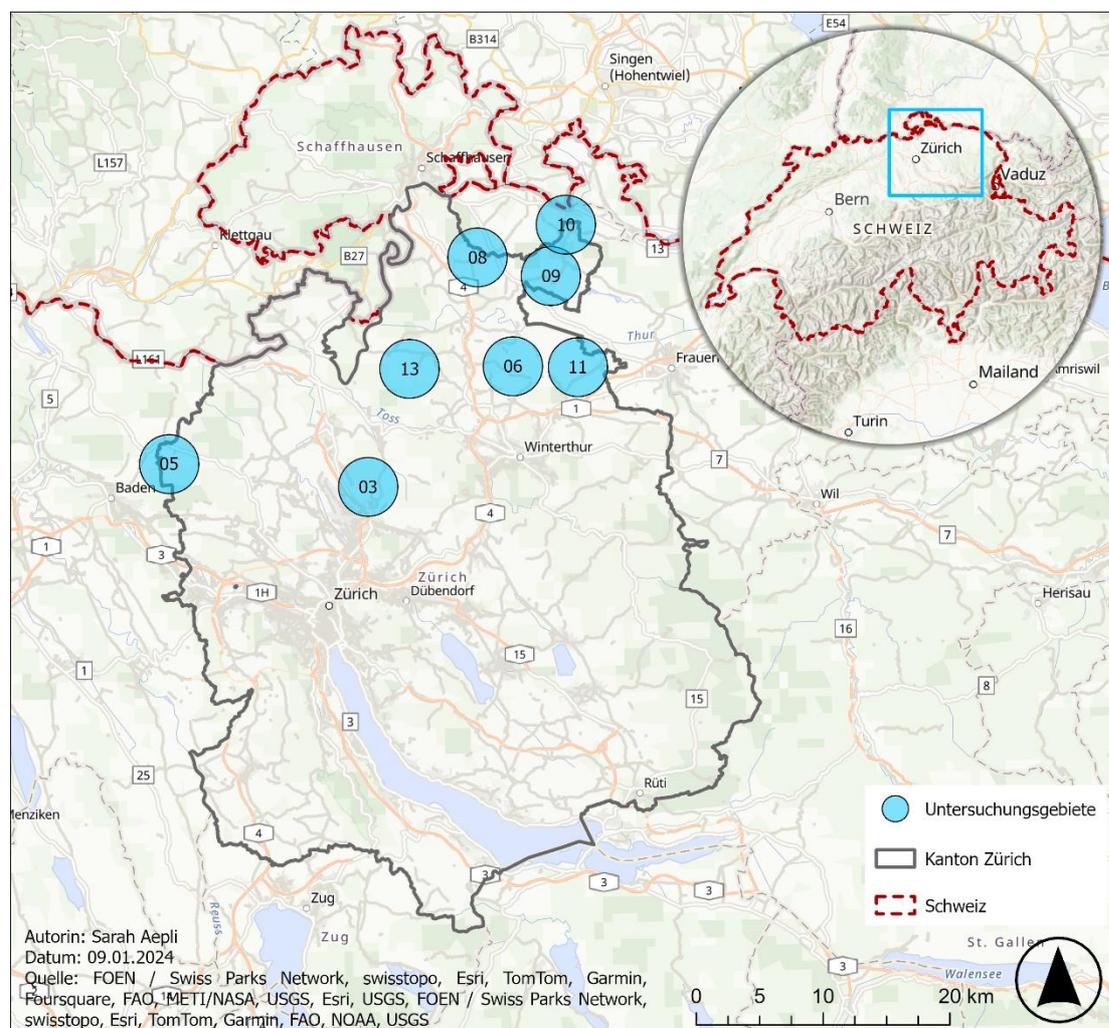


Abbildung 1 Übersicht der Lage der Untersuchungsgebiete im Kanton Zürich.

### 3.2 Auswahl der Untersuchungsflächen

Für die Auswahl der Untersuchungsflächen wurde in ArcGIS Pro (3.21.2) eine GIS-Analyse mit den in Tabelle 3 aufgeführten Kriterien durchgeführt. Als Datengrundlage diente die öffentlich zugängliche Karte «Landwirtschaftliche Nutzungsflächen» (Stand 28.11.2022) des Geographischen Informationssystems des Kantons Zürich (GIS-ZH).

Tabelle 3 Kriterienkatalog für die Auswahl der Flächen

Kriterium	Werte	Begründung/ Bemerkung
Alter EW	min. 3 Jahre	Etablierte typische Flora
Alter BB	min. 3 Jahre max. 5 Jahre	Etablierte Flora
Qualität EW	QII	Bewirtschaftungsanforderungen, Flora
Flächengrösse	min. 2000 m <sup>2</sup>	muss Aufnahmefläche von 1200 m <sup>2</sup> plus min. 5m Randpuffer beinhalten können
Abstand zwischen Flächen innerhalb des Duos	min. 200 m max. 1.5 km	Räumliche Unabhängigkeit (max. 800 m wäre besser, aber würden zu viele Flächen wegfallen)
Abstand zwischen zwei Duos	min. 1 km	Räumliche Unabhängigkeit
Abstand zu anderen BFF, Wald, Hecken, Gewässern, Naturschutzgebieten	50 m	Räumliche Unabhängigkeit (mehr Abstand wäre besser, aber dann würden zu viele Flächen wegfallen)
Abstand zu grösseren Siedlungen	Keine Flächen innerhalb Siedlungen	Untersuchung von Biodiversität in der Landwirtschaftszone

Die Flächen eines Duos sollen nicht mehr als 1.5 km voneinander entfernt liegen, dabei jedoch einen Mindestabstand von mindestens 200 m zueinander haben (Flächenmittelpunkte). Sie sollen zudem seit mindestens 3 Jahren an diesen Standort bestehen, wobei bei Buntbrachen das Höchstalter auf 5 Jahre gesetzt wurde. Bei den extensiv genutzten Wiesen wurden nur Wiesen mit Qualitätsstufe II berücksichtigt. Die Untersuchungsflächen mussten gross genug sein, um eine Aufnahmefläche von 1200m<sup>2</sup> mit genügend Abstand zum Rand beinhalten zu können. Der Mindestabstand zwischen zwei Duos (nächstgelegene Randpunkte) musste 1 km sein. Für die Untersuchung wurden möglichst isolierte Flächen berücksichtigt, um räumliche Unabhängigkeit zu gewährleisten. Die ausgewählten Flächen sollen darum mindestens 50 m Abstand zu Wald, Hecken, Gewässern und Naturschutzgebieten aufweisen, sowie nicht direkt an andere BFF angrenzen. Die Ausnahme bilden Parzellen mit BFF des gleichen Typs und des gleichen Alters, welche zusammengefasst und als eine einzelne Fläche behandelt wurden.

Aus einer ersten Auslese gingen 14 potenzielle Duos hervor, deren Flächen vor der ersten Begehung rekognosziert wurden. Dabei wurde festgestellt, dass nicht alle der ausgewählten Duos brauchbar waren. Zwei Duos mussten ausgeschlossen werden, weil die jeweilige Buntbrache umgebrochen und auf der Fläche neu Mais angebaut wurde. Ein weiteres Duo wurde ausgeschlossen, weil bei der Auswahl ein Fehler unterlaufen war und die Buntbrache erst zweijährig und damit zu jung war. Ein viertes Duo zeigte sich als ungeeignet, weil mitten in der Brache ein Gehölz- und Heckenbestand war, welcher sich nicht mit den Kriterien der Aufnahmefläche vereinbaren liess. Beim fünften Duo war die extensiv genutzte Wiese bereits vor dem Schnitttermin (15. Juni) partiell gemäht worden. Und ein sechstes Duo wurde schliesslich aus Gründen der Vergleichbarkeit ausgeschlossen, da die Hälfte der Buntbrache vor der Vegetationsperiode geschnitten und gemulcht wurde, was bei keiner der anderen zu ausgewählten Buntbrachen der Fall war. Übrig blieben somit 8 Duos mit je einer BB und einer EW, also insgesamt 16 Flächen.

### 3.3 Umgebungsparameter

Für die Umgebungsparameter wurde nach der Festlegung der Kartierflächen in ArcGIS Pro die Parameter «Anteile LN», «Anteile BFF» und «Anteile Wald» im Radius von 250m und 500m um die Kartierflächen herum berechnet. Als Datengrundlage dienten wiederum «Landwirtschaftliche Nutzungsflächen» sowie «Waldareal».

### 3.4 Vorgehen im Feld

Die Feldaufnahmen fanden innerhalb von vier Zeitfenstern à 14 Tagen zwischen Anfang Juni 2023 und Anfang September 2023 statt. Die Begehungen der Aufnahmeflächen eines Duos fanden jeweils am selben Tag zwischen 10:00 Uhr und 17:00. Die Kartierungen fanden an mehrheitlich sonnigen Tagen bei mindestens 20°C und Windstärken von maximal 3 Beaufort statt, um sicher zu gehen, dass aktive Tagfalter und Heuschrecken anzutreffen sind (Marti, 2005).

Für die Ausscheidung der Aufnahmeflächen innerhalb der Untersuchungsflächen wurde bei der ersten Kartierung eine Fläche von 1200 m<sup>2</sup> mit vier Fähnchen an den Eckpunkten abgesteckt und deren Koordinaten notiert. Um Randeffekte zu minimieren, wurde ein Mindestabstand von 5m zum Rand der BFF eingehalten (Schlegel & Schnetzler, 2018). Die Form der Aufnahmefläche orientierte sich dabei an der Form der Untersuchungsfläche und dem einzuhaltenden Randabstand. Nach erfolgter Kartierung wurden die Fähnchen wieder entfernt und bei den folgenden Begehungen erneut mittels der Koordinaten platziert. Die Koordinaten wurden im App «swisstopo» (1.12.0) im Schweizer Koordinatensystem CH1903+ /LV95 auf einem Smartphone (Android 13) abgelesen. Die Genauigkeit der Koordinaten bewegte sich in einem Bereich von 2-6 m.

Bei jeder Kartierung wurden für jede Fläche 5-mal in einem Abstand von 3 m Vegetationsparameter aufgenommen. Dazu wurde an jedem Stichprobenort ein in der Mitte mit einem Winkel von 90° geknickter Doppelmeter auf den Boden gelegt, um eine Teilfläche von 1 m<sup>2</sup> zu definieren. Auf dieser Teilfläche wurde dann der Gesamtdeckungsgrad der Vegetation, die Anteile offener Blüten, Gräser, krautiger Vegetation, Streu (liegendes, totes Pflanzenmaterial) und Stängel (stehendes, totes Pflanzenmaterial) anhand der Hilfstabelle von Gehlker (1977) geschätzt.

Für das Erfassen der Tagfalter und Heuschrecken wurde die Aufnahmefläche im Anschluss in einer Schlangenlinie langsam durchschritten und alle gesichteten oder gehörten Individuen in einem Streifen von 5m notiert und aufsummiert. Tagfalter wurden in allen 4 Begehungen kartiert, Heuschrecken in den Begehungen Nummer 3 und 4. Die Bestimmung der Tagfalter erfolgte nach Bühler-Cortesi (2019). Die Falter wurden visuell bestimmt, z.T. mit Hilfe eines Fernglases (Pentax Papilio II) oder indem der Falter mit einem Kescher eingefangen, in ein Betrachtungs-döschen aus Plexiglas überführt, bestimmt, fotografiert und wieder freigelassen wurde. Unsichere Arten, insbesondere Bläulinge, wurden immer eingefangen, wenn möglich auf mindestens Gattungsniveau bestimmt und zu einem späteren Zeitpunkt anhand der Fotos nochmals überprüft, respektive genau bestimmt.

Die Bestimmung der Heuschrecken erfolgte gemäss Baur et al. (2006). Sie wurden ebenfalls visuell bestimmt, analog dem Vorgehen für die Tagfalter. Kescherschläge durch die Vegetation links und rechts des Weges halfen, auch gut versteckte Individuen zu erfassen. Zusätzlich wurden die Heuschrecken auch noch akustisch erfasst, dazu wurde am Anfang, in etwa der Hälfte und am Ende des Abschreitens der Aufnahmefläche innegehalten und für ca. 15 Minuten gelauscht. Arten, die visuell schwierig zu unterscheiden sind (z.B. *Chorthippus biguttulus* und *Chorthippus brunneus*) wurden akustisch identifiziert und die gesichteten Individuen anhand der akustisch bestimmten Individuen anteilmässig aufgeteilt.

### 3.5 Statistische Auswertung

Die Daten der Feldaufnahmen wurden mit Microsoft Excel Office 365 (Version 2310) verwaltet. Die statistische Analyse erfolgte mit R (Version 4.3.2) in RStudio (Version 2023.09.1 Build 494).

Um die Unterschiede in Artenzahl (Species richness) und Individuenzahl (Abundance) der Flächentypen zu untersuchen, wurde zuerst mittels Shapiro-Wilk-Test auf Normalverteilung der Daten getestet ( $\alpha: p < 0.05$ ). Zusätzlich wurde die Verteilung der Daten auch visuell mit einem Histogramm und als Boxplot beurteilt. Bei Normalverteilung wurde im Anschluss ein gepaarter t-Test durchgeführt, ansonsten ein gepaarter Wilcoxon-Test. Ergebnisse mit  $p < 0.05$  wurden als signifikant, Ergebnisse mit  $p < 0.1$  als marginal signifikant angesehen.

Für die Untersuchung der Vegetations- und Umgebungsparameter (vgl. Tabelle 4) wurden die Daten zusätzlich auf Varianzhomogenität (Levene- Test) geprüft. Da bei allen Daten Varianzhomogenität vorlag, wurde im Anschluss wurde eine «backward selection» ANOVA durchgeführt. Ergebnisse mit  $p < 0.05$  wurden als signifikant, Ergebnisse mit  $p < 0.1$  als marginal signifikant angesehen. Nicht signifikante Variablen wurden herausgenommen und die Analyse wiederholt bis nur noch signifikante Parameter übrigblieben. Mit diesen Parametern wurde dann eine einfache lineare Regression durchgeführt. Die Residuen wurden mittels Shapiro- Wilk-Test und QQ-Plot geprüft auf Normalverteilung.

*Tabelle 4 Übersicht der untersuchten Vegetations- und Umgebungsparametern mit deren Bezeichnung, Beschreibung und Ermittlungsart*

Parameter Bezeichnung	Parameter Beschreibung	Ermittlungsart
mean_Bodenbedeckung	Durchschnittlicher Grad der Bodenbedeckung der Aufnahme­fläche	Feldaufnahme, Excel
mean_Vegetationshoehe	Durchschnittliche Vegetations­höhe der Aufnahme­fläche	Feldaufnahme, Excel
mean_Blueten	Durchschnittlicher Anteil an offenen Blüten der Aufnahme­fläche	Feldaufnahme, Excel
AnteilBFF250	Anteil der Biodiversitätsförder­flächen im Umkreis von 250 m der Kartier­fläche	ArcGIS
AnteilBFF500	Anteil der Biodiversitätsförder­flächen im Umkreis von 500 m der Kartier­fläche	ArcGIS
AnteilLN250	Anteil der Landwirtschaftlichen Nutz­fläche im Umkreis von 250 m der Kartier­fläche	ArcGIS
AnteilLN500	Anteil der Landwirtschaftlichen Nutz­fläche im Umkreis von 500 m der Kartier­fläche	ArcGIS
AnteilWald250	Anteil Wald­fläche im Umkreis von 250 m der Kartier­fläche	ArcGIS
AnteilWald500	Anteil Wald­fläche im Umkreis von 500 m der Kartier­fläche	ArcGIS

Das R-Skript und die Datensätze sind in den Anhängen B bis F abgelegt.

## 4 Resultate

### 4.1 Überblick und Vergleich zwischen den BFF-Typen für Tagfalter

Insgesamt wurden über vier Begehungen hinweg 874 Tagfalterindividuen aus 25 Arten gefunden. Keine dieser Arten ist eine Zielart der Umweltziele Landwirtschaft (UZL) und lediglich zwei Arten sind als potenziell gefährdet (NT) eingestuft, alle anderen sind nicht gefährdet (LC). Auf Buntbrachen wie auch auf Extensivwiesen wurden 19 Arten kartiert, jedoch unterscheidet sich die Artenzusammensetzung. *Aglais io*, *Aphantopus hyperanthus*, *Argynnis paphia*, *Gonepteryx rhamni* und *Lycaena phlaeas* wurden nur auf Buntbrachen beobachtet. *Aricia agestis*, *Cupido argiades*, *Lasiommata megera*, *Lycaena tityrus tityrus*, *Vanessa cardui* und *Zygaena filipendulae* fanden sich nur auf Extensivwiesen. *Maniola jurtina* ist mit 373 kartierten Individuen mit Abstand die häufigste Art, sowohl auf Buntbrachen (184 Individuen) wie auch auf Extensivwiesen (189 Individuen). Die zweithäufigste Art war *Melanargia galathea* mit insgesamt 137 Individuen. In Tabelle 5 sind alle kartierten Arten mit Gefährdungsstatus aufgelistet. Auch kann man der Tabelle entnehmen wie viele Individuen einer Art auf BB oder EW gefunden wurden.

Tabelle 5 Liste aller gefundenen Tagfalterarten mit Gefährdungsstatus und der Anzahl Individuen je BFF-Typ. (LC = nicht gefährdet, NT = potentiell gefährdet)

Art	Gefährdung	UZL-Art	Buntbrache	Extensivgenutzte Wiesen	Total
<i>Aglais io</i>	LC	Nein	2	0	2
<i>Aglais urticae</i>	LC	Nein	4	13	17
<i>Aphantopus hyperanthus</i>	LC	Nein	24	0	24
<i>Argynnis paphia</i>	LC	Nein	3	0	3
<i>Aricia agestis</i>	LC	Nein	0	4	4
<i>Carcharodus alceae</i>	<b>NT</b>	Nein	25	2	27
<i>Coenonympha pamphilus</i>	LC	Nein	20	47	67
<i>Colias hyale/ C. alfacariensis</i>	LC	Nein	5	7	12
<i>Cupido argiades</i>	<b>NT</b>	Nein	0	6	6
<i>Cyaniris semiargus</i>	LC	Nein	2	7	9
<i>Gonepteryx rhamni</i>	LC	Nein	1	0	1
<i>Lasiommata megera</i>	LC	Nein	0	2	2
<i>Lycaena phlaeas</i>	LC	Nein	1	0	1
<i>Lycaena tityrus tityrus</i>	LC	Nein	0	2	2
<i>Maniola jurtina</i>	LC	Nein	184	189	373
<i>Melanargia galathea</i>	LC	Nein	56	81	137
<i>Ochlodes sylvanus</i>	LC	Nein	2	1	3
<i>Papilio machaon</i>	LC	Nein	9	13	22
<i>Pieris brassicae</i>	LC	Nein	13	6	19

<i>Pieris napi</i>	LC	Nein	3	7	10
<i>Pieris rapae</i>	LC	Nein	24	29	53
<i>Polyommatus icarus</i>	LC	Nein	8	55	63
<i>Thymelicus sylvestris</i>	LC	Nein	4	0	4
<i>Vanessa cardui</i>	LC	Nein	0	2	2
<i>Zygaena filipendulae</i>	LC	Nein	0	11	11
<b>Total Individuen</b>			<b>390</b>	<b>484</b>	<b>874</b>
<b>Total Arten</b>			<b>19</b>	<b>19</b>	<b>25</b>

Sowohl die Artenzahl (p- Wert: 0.033) wie auch die Individuenzahl (p- Wert: 0.014) der kartierten Tagfalter unterscheiden sich signifikant zwischen Buntbrachen und Extensivwiesen. Die resultierenden Boxplots sind in Abbildung 2 dargestellt.

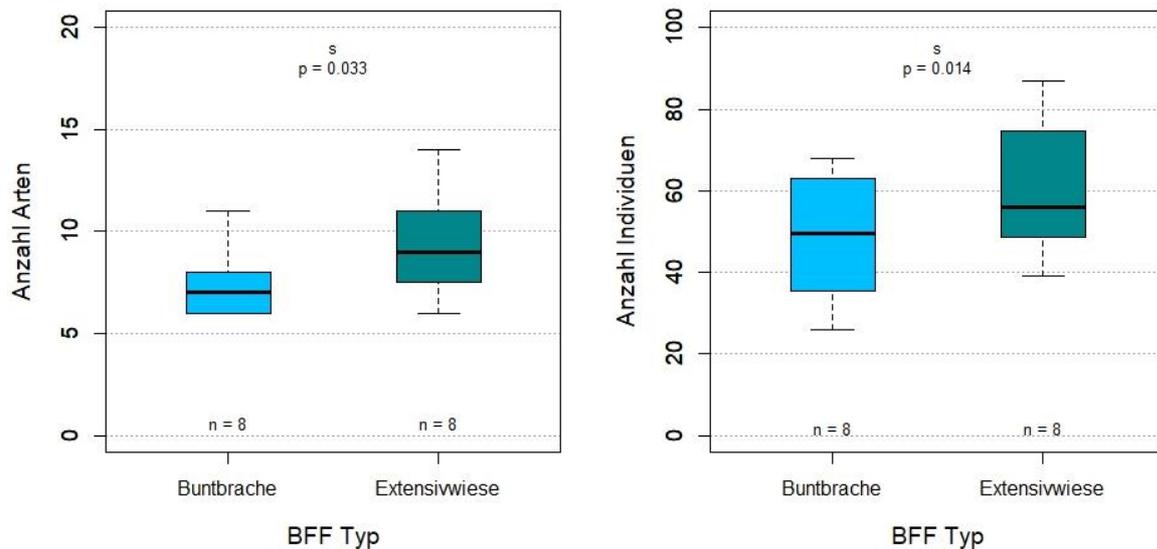


Abbildung 2 Unterschiede von Anzahl Arten (linker Plot) und Anzahl Individuen (rechter Plot) zwischen Buntbrachen und Extensivwiesen QII (s= signifikant).

#### 4.2 Überblick und Vergleich zwischen den BFF-Typen für Heuschrecken

In 2 Begehungen wurden insgesamt 876 Heuschreckenindividuen aus 11 Arten gefunden. Davon sind 5 Arten UZL- Arten, wovon wiederum drei Arten als gefährdet gelten. *Conocephalus fuscus* und *Oecanthus pellucens* wurde nur auf Buntbrachen gefunden. *Pseudochorthippus parallelus* mit 277 und *Chorthippus biguttulus* mit 240 Individuen stellen die beiden häufigsten Arten sowohl auf Buntbrachen wie auch auf Extensivwiesen. In Tabelle 6 sind alle kartierten Arten, deren Gefährdungsstatus und die vorgefundenen Abundanzen aufgelistet.

Tabelle 6 Liste aller gefundenen Heuschreckenarten mit der Anzahl Individuen je BFF-Typ. (LC = nicht gefährdet, VU = gefährdet)

Art	Gefährdung	UZL- Art	Buntbrache	Extensiv genutzte Wiesen	Total
<i>Bicolorana bicolor</i>	VU	Ja	18	12	30
<i>Chorthippus biguttulus</i>	LC	Nein	76	164	240
<i>Chorthippus brunneus</i>	LC	Nein	59	33	92
<i>Chorthippus dorsatus</i>	LC	Ja	1	13	14
<i>Conocephalus fuscus</i>	VU	Ja	15	0	15
<i>Gomphocerippus rufus</i>	LC	Nein	13	13	26
<i>Mecostethus parapleurus</i>	LC	Ja	71	25	96
<i>Oecanthus pellucens</i>	LC	Nein	10	0	10
<i>Phaneroptera falcata</i>	VU	Ja	15	3	18
<i>Pseudochorthippus parallelus</i>	LC	Nein	132	145	277
<i>Roeseliana roeselii</i>	LC	Nein	44	14	58
<b>Total Individuen</b>			<b>454</b>	<b>422</b>	<b>876</b>
<b>Total Arten</b>			<b>11</b>	<b>9</b>	<b>11</b>

Für die Anzahl Arten der kartierten Heuschrecken konnte nur ein Unterschied mit marginaler Signifikanz (p-value: 0.090) zwischen den BFF-Typen festgestellt werden. Werden nur die UZL- Arten verglichen, ist kein Unterschied festzustellen (p-value: 0.571). Abbildung 3 veranschaulicht die Verteilung in Boxplots.

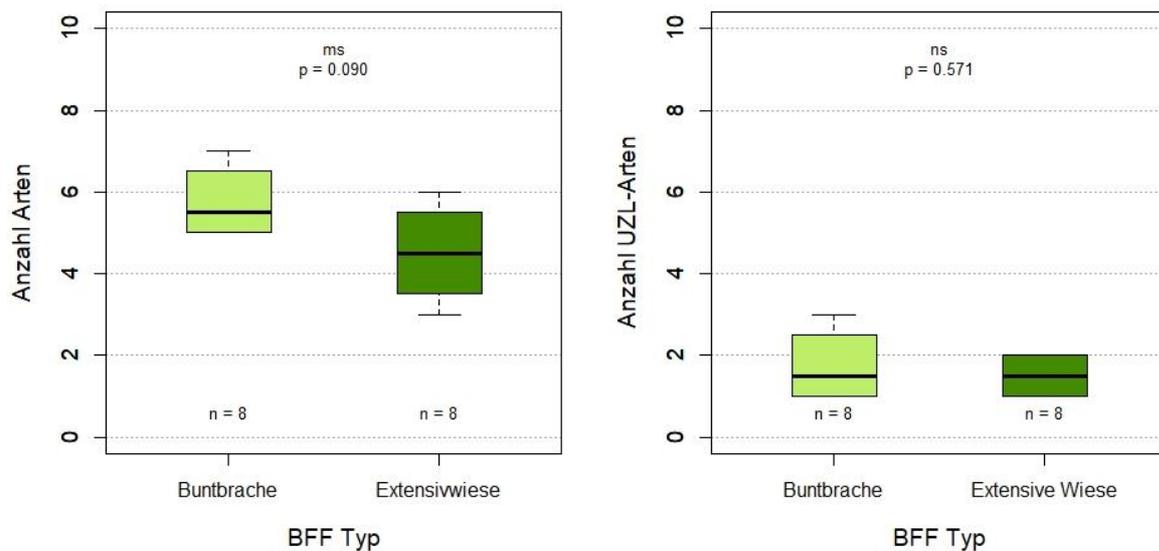


Abbildung 3 Unterschiede der Anzahl Arten zwischen Buntbrachen und Extensivwiesen QII aller Heuschrecken-Arten (linker Plot) und nur UZL-Arten (rechter Plot). ms = marginal signifikant, ns = nicht signifikant

Wie in Abbildung 4 zu sehen ist, konnte für die Anzahl Individuen kein Unterschied festgestellt werden, wenn alle Heuschreckenarten berücksichtigt wurden ( $p$ -value: 0.728) und ein Unterschied mit marginaler Signifikanz ( $p$ -value: 0.080) wenn nur die Individuen von UZL-Arten angeschaut wurden.

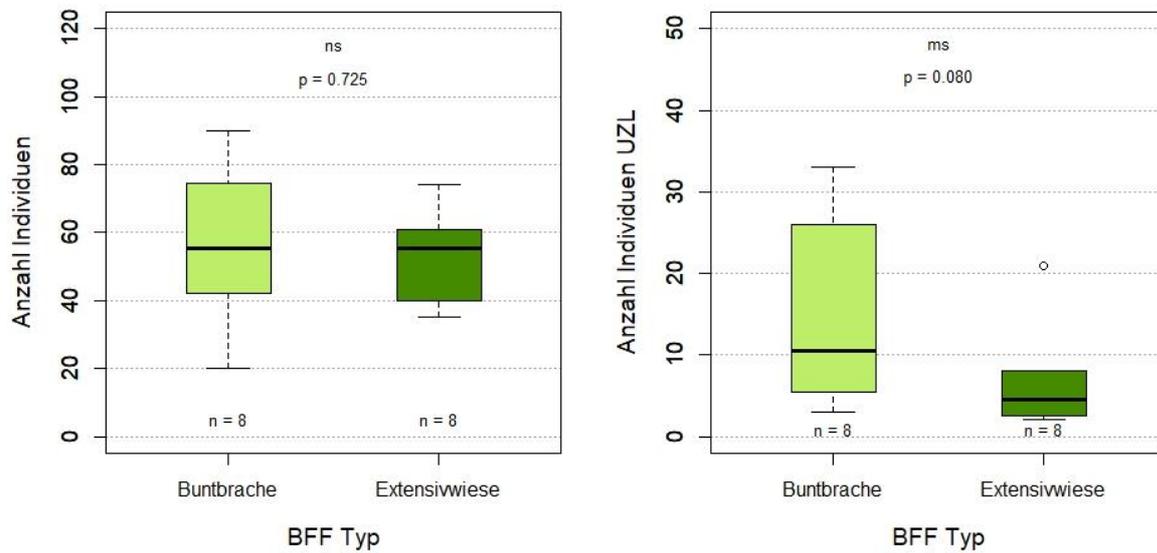


Abbildung 4 Unterschiede der Anzahl Individuen zwischen Buntbrachen und Extensivwiesen QII aller Heuschreckenarten (linker Plot) und nur UZL- Arten (rechter Plot). ms = marginal signifikant, ns = nicht signifikant

### 4.3 Einfluss von Vegetations- und Umweltparameter

Von den drei untersuchten Vegetationsparametern unterschieden sich die durchschnittliche Vegetationshöhe und die durchschnittliche Blütenbedeckung signifikant zwischen den Flächen-Typen. Die Unterschiede sind in Abbildung 5 dargestellt. Über die Rückwärtsselektion konnte kein Vegetationsparameter gefunden werden, der die Anzahl Arten oder Individuen der kartierten Tagfalter erklärt.

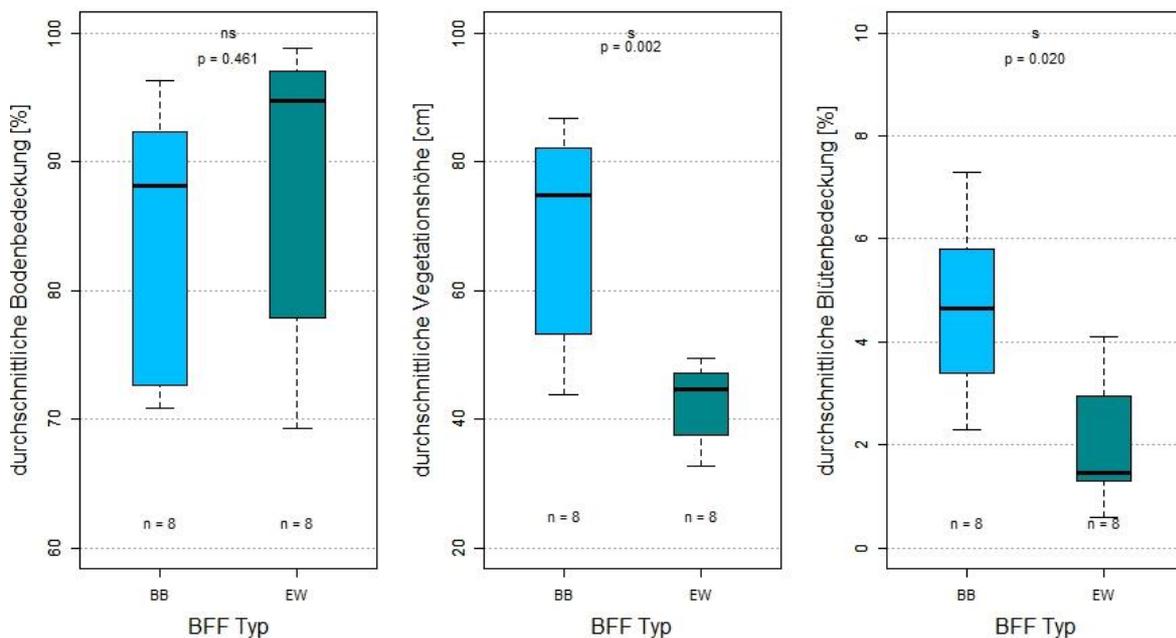


Abbildung 5 Unterschiede der Vegetationsparameter «durchschnittliche Bodenbedeckung», «durchschnittliche Vegetationshöhe» und «durchschnittliche Blütenbedeckung» zwischen Buntbrachen und Extensivwiesen (s = signifikant, ns = nicht signifikant).

Bei den Umgebungsparametern wurde der Parameter «AnteilBFF500» sowohl für die Artenzahl (p-value: 0.0185) wie auch die Individuenzahl (p-value: 0.0649) gefunden. Die einfache lineare Regression ergab, dass der Anteil BFF im Umkreis von 500m einen signifikanten Einfluss auf die Artenvielfalt (p-value: 0.004) und die Individuenzahl (p-value: 0.017). Die Residuen sind normalverteilt. Der Parameter erklärt 45.6% der kartierten Tagfalterarten sowie 34.5% der Anzahl Individuen. Der Zusammenhang ist in beiden Fällen negativ. Abbildung 6 zeigt die Visualisierung der linearen Regression.

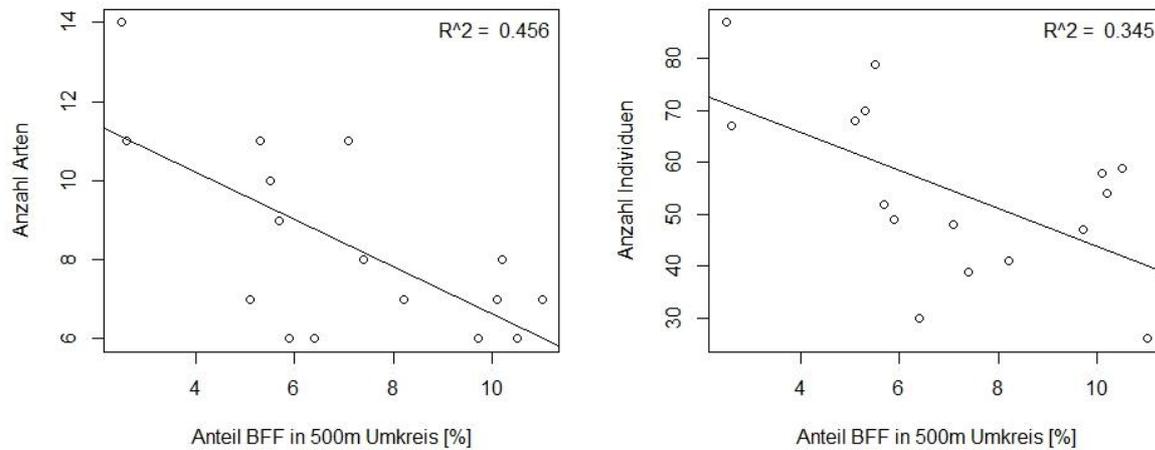


Abbildung 6 Lineare Regression von Artenzahl(links), respektive Individuenzahl (rechts), und Anteil BFF im Umkreis von 500m mit den korrespondierenden  $R^2$ - Koeffizienten

Für die Heuschrecken wurde mittels Rückwärtsselektion wurde der Vegetationsparameter «mean\_Blueten» als erklärende Variable für die Anzahl Arten (p-value: 0.043; UZL- Arten p-value: 0.055) und Individuen (p- value: 0.008; UZL- Arten p- value: 0.012) gefunden. Bei den Umgebungsparametern wurde für die Erklärung der Artenzahl keine Variable gefunden, für die Individuenzahl wurde die marginal signifikante Variable «AnteilLN500» aufgefunden (p- value: 0.074). Für die Individuenzahl der UZL- Arten wurde keine erklärende Variable gefunden.

Die lineare Regression ergab für den durchschnittlichen Blütenanteil einen signifikanten Einfluss auf die Artenzahl der Heuschrecken (p- value: 0.024), jedoch erklärt die Variable nur 31.4% der gefundenen Arten. Werden nur die UZL- Arten berücksichtigt ist der Einfluss nicht signifikant (p- value: 0.283). Für die gesamte Individuenzahl erwies sich der Parameter als nicht signifikant (p- value: 0.142), bei der Anzahl Individuen von UZL- Arten hingegen war er signifikant (p- value: 0.033). In Abbildung 6 ist die lineare Regression der signifikanten Resultate visualisiert.

Der Anteil Landwirtschaftliche Nutzfläche im Radius 500m erwies sich als marginal signifikant in Bezug auf die Individuenzahl (p- value: 0.096) und erklärt 18.5% der gefundenen Individuen (Abbildung 8).

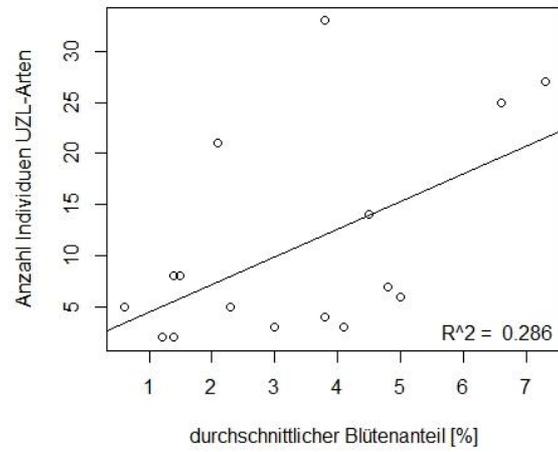
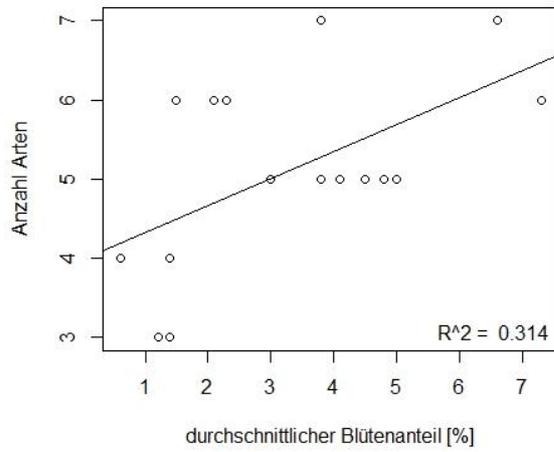


Abbildung 7 Lineare Regression von Anzahl Arten (links), respektive Anzahl Individuen UZL-Arten (rechts), und Blütenanteil mit den korrespondierenden  $R^2$ -Koeffizienten

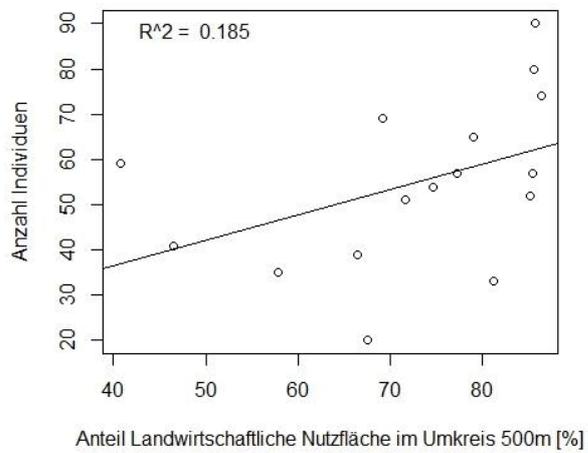


Abbildung 8 Lineare Regression von Anzahl Individuen und Anteil LN im Umkreis von 500m mit den korrespondierenden  $R^2$ -Koeffizienten

## 5 Diskussion

Bei den Tagfaltern zeigen die statistischen Tests signifikante Unterschiede in Arten- und Individuenzahl zwischen Extensivwiesen und Buntbrachen. Sowohl auf Buntbrachen wie auch auf Extensivwiesen wurden Arten angetroffen, die auf den jeweils anderen BFF-Typen nicht vorkamen.

Die Vegetationsparameter Vegetationshöhe und Anteil offener Blüten wiesen auf Buntbrachen signifikant höhere Werte auf als auf Extensivwiesen. Die Unterschiede in der Vegetationshöhe waren aufgrund der unterschiedlichen Bewirtschaftung zu erwarten. Alle Extensivwiesen wurden während der Kartierung mindestens zweimal gemäht, wobei jeweils ein Rückzugstreifen stehen gelassen wurde, jedoch nicht an derselben Stelle. Auf den meisten Buntbrachen wurde laut Aussage der Bewirtschaftenden keine Bewirtschaftungsmassnahme durchgeführt, nur vereinzelt wurden Einzelstockbehandlungen von Problempflanzen durchgeführt. Auch der Unterschied im Blütenanteil ist auf das Schnittregime zurückzuführen. Folgte eine Kartierung einer Fläche kurz auf einen Schnitt, spiegelte sich das natürlich auch im nicht (mehr) Vorhandensein von Blüten wider. Gerade dieses Schnittregime führte aber auch zu remontierender Vegetation und mehr frischer Blüten bei der letzten Kartierung Anfang September, wo auf EW einiges mehr an Tagfalteraktivität zu beobachten war als auf Buntbrachen, auf denen der grösste Teil der Blüten längst verblüht waren. Keine der Vegetationsparameter konnte für die Tagfalter als einflusshabender Faktor identifiziert werden.

Spannend und etwas kontraintuitiv ist der negative Zusammenhang des Umgebungsparameters Anteil BFF im Umkreis von 500m und der Arten- sowie Individuenzahl von Tagfaltern. Das erstellte Model besagt, dass mit steigendem Anteil BFF in der Umgebung die Artenzahl wie auch die Individuenzahl sinkt. Dies widerspricht Studien, welche für einen steigenden Anteil BFF auch eine steigende Artenzahl beobachteten (Birrer et al., 2020). Eine mögliche Erklärung ist jedoch gleich in ebendieser Studie zu finden. So ist es laut Birrer (2020) denkbar, dass auch auf Flächen ohne nennenswerten Anteil an BFF in der näheren Umgebung eine hohe Artenvielfalt an Tagfaltern beobachtet werden kann, wenn diese in der weiteren Umgebung Lebensräume finden, bedingt durch ihre Mobilität. Eine andere mögliche Folgerung, um den negativen Zusammenhang zu erklären, ist die folgende: Viele Tagfalterarten benötigen unterschiedliche Lebensräume je nach Lebenszyklus. Wenn zwar der Anteil von BFF in der Umgebung hoch ist, es sich aber mehrheitlich um dieselben Typen oder um BFF minderer Qualität handelt, ist es durchaus denkbar, dass spezialisierte Arten nicht genügend spezifische Lebensräume finden und mit der Zeit verschwinden. Übrig blieben ein paar weniger, sehr generalistische Arten in hoher Individuenzahl wie zum Beispiel *Maniola jurtina*.

Um diese zwei Vermutungen zu untersuchen, müssten die Untersuchungsradien vergrössert und die Zusammensetzung der BFF genau analysiert werden.

Bei den Heuschrecken war der Unterschied zwischen den zwei BFF-Typen weniger deutlich, respektive statistisch kaum signifikant. Beim Betrachten der Artenliste fallen jedoch zwei Arten auf, welche nur auf Buntbrachen vorgekommen sind: *Conocephalus fuscus* und *Oecanthus pellucens*. Ihr Fehlen auf Extensivwiesen kann auf den Einfluss der Vegetationsstruktur und der Bewirtschaftungsweise hinweisen. Beide Arten legen ihre Eier nicht in den Boden wie viele andere Heuschreckenarten, sondern in Blattscheiden (*Conocephalus fuscus*) oder Pflanzenstängel (*Oecanthus pellucens*) (Baur et al., 2006). Das Schnittregime von Extensivwiesen dürfe ein Hauptgrund sein, warum diese zwei Arten dort nicht vorkommen, denn durch das mehrmalige Schneiden und Entfernen des Schnittgutes werden auch die Eier entfernt. Da auf Buntbrachen ein Schnitt nicht zwingend und maximal einmal pro Jahr erfolgt, und selbst bei einem Schnitt immer mindestens die Hälfte der Fläche stehen bleiben muss, können sich Populationen auf diesem BFF-Typ halten.

Für die Heuschrecken wurde der Vegetationsparameter Anteil Blüten als signifikant für die Anzahl Arten sowie die Anzahl Individuen UZL-Arten ermittelt. Die lineare Regression zeigte einen positiven Zusammenhang, die Variable erklärt aber nur gut 30% der jeweiligen Beobachtung. Einige Heuschreckenarten wie *Oecanthus pellucens* ernähren sich zwar auch von Blüten- oder Staubblättern, Blüten gehören aber sicherlich nicht zur Hauptnahrung von Heuschrecken (Baur et al., 2006). Vielmehr dürfte dieser Parameter stellvertretend für die Unterschiede in der Bewirtschaftungsweise gesehen werden und der Zusammenhang somit nicht direkt bestehen, sondern eher den fehlenden Schnitt auf Buntbrachen widerspiegeln. Eine weitere mögliche Erklärung ist, dass Insektenfressende Heuschrecken indirekt von höheren Blütenanteilen profitieren, weil dann die Häufigkeit ihrer Beute grösser ist. Der Parameter Vegetationshöhe erwies sich als nicht signifikant obwohl andere Studien einen positiven Zusammenhang von Arten- und Individuenzahl und steigender Vegetationshöhe feststellen konnten (Batáry et al., 2007; Röthlisberger, 2021)

Als signifikanter Umgebungsparameter für die Individuenzahl der Heuschrecken erwies sich der Anteil der Landwirtschaftlichen Nutzfläche im Umkreis von 500 m. Hier wurde ein positiver Zusammenhang zwischen der Anzahl Heuschrecken und dem Anteil LN gefunden. Da Heuschrecken vor allem offene Landschaften wie Wiesen und Weide besiedeln und geschlossene Wälder meiden (Baur et al., 2006), ist dieser Zusammenhang durchaus einleuchtend. Der Parameter erklärt aber nur gut 18% der ange-troffenen Individuenzahl, was ein sehr kleiner Prozentsatz ist. Aus diesem Grund ist er nicht als den ausschlaggebenden Parameter zu betrachten, obwohl er im vorliegenden Modell signifikant ist.

## 6 Schlussfolgerungen und Ausblick

In den Untersuchungsregionen dieser Arbeit scheinen Extensivwiesen für Tagfalter interessanter zu sein als Buntbrachen, das zeigt sich sowohl in der Artenvielfalt wie auch in der Individuenzahl. Dennoch konnten auf Buntbrachen einige Arten beobachtet werden, welche auf Extensivwiesen gefehlt haben. Umgekehrt wurde dasselbe beobachtet. Jeder dieser BFF-Typen erfüllt demnach Ansprüche an spezifische Lebensräume einiger Arten, das heisst je nach BFF-Typ werden andere Arten gefördert. Die Kombination der beiden Flächentypen erhöht damit die Artenvielfalt in der Region.

Die Heuschreckendiversität zeigte kaum signifikante Unterschiede zwischen den beiden BFF-Typen. Dennoch wurden zwei Arten gefunden, welche nur auf Buntbrachen und nicht auf Extensivwiesen vorkamen. Diese Arten konnten eindeutig durch die Bewirtschaftungsweise von Buntbrachen profitieren, welche durch den fehlenden Schnitt eine höhere Vegetation aufweisen. Zudem wurden drei Heuschreckenarten gefunden, welche als gefährdet eingestuft sind und welche alle häufiger auf Buntbrachen anzutreffen waren als auf Extensivwiesen. Auf Buntbrachen wurden zudem Arten gefunden, deren Vorkommen von genügend hoher Vegetation abhängt. Diese Funde unterstreichen die Wichtigkeit von Flächen im Kulturland ohne Schnittregime, auf denen die Vegetation eine gewisse Höhe erreicht.

Die für diese Arbeit erfassten Vegetationsparameter erwiesen sich als ungenügend. Für die Abschätzung der Blüten wäre die Anzahl der Blüten vielleicht aufschlussreicher gewesen als der Anteil der offenen Blüten. Wenige grosse Blüten haben einen grossen Anteil entgegen sehr vielen kleinen Blüten, die aber nur einen kleinen Anteil ausmachen. Die sehr vielen kleinen Blüten könnte aber mehr Nahrungsangebot für Tagfalter darstellen als wenige grosse Blüten.

Die Methode der einfachen linearen Regression hat sich als nicht befriedigend für die Analyse von Vegetations- und Umgebungsparametern herausgestellt. Für weiterführende Studien wird an dieser Stelle die Methode der Multivariaten Regression empfohlen. Mit dieser Methode können auch Interaktionen zwischen den Parametern erkannt und analysiert werden.

Die Ausschlusskriterien haben gezeigt, dass die Landschaftsstruktur im Kanton Zürich eher kleinräumig ist und BFF oft an Vernetzungsstrukturen, Naturschutzobjekte, andere BFF-Typen oder Wälder angrenzen. Aus dem Blickwinkel der Biodiversitätsförderung und Vernetzung ist das eine sehr erfreuliche Erkenntnis, allerdings hat dieser Umstand die Suche nach geeigneten Flächen- Duos deutlich erschwert. Insgesamt war die Anzahl der Stichproben mit 8 Duos sehr klein. Das wirkte sich auf die Verlässlichkeit der statistischen Tests aus. Für eindeutigere Ergebnisse empfiehlt sich eine

Stichprobengrösse von mehr als 12. Für das Erreichen einer genügend grossen Stichprobenzahl könnten für eine zukünftige Studie Untersuchungsgebiete zum Beispiel auf Nachbarkantone ausgeweitet werden.

Die vorliegende Arbeit hat die Unterschiede von Buntbrachen und Extensivwiesen nur im Sommer und nur aufgrund adulter Tagfalter und Heuschrecken untersucht. Welche Bedeutung ihnen für die Überwinterung oder als Lebensraum in anderen Lebensstadien zukommt, wurde nicht untersucht. Um ein vollständigeres Bild als Habitat für die untersuchten Insektengruppen zu bekommen, sind weitere Untersuchungen nötig.

## Literatur

- Agridea. (2023). *Biodiversitätsförderung auf dem Landwirtschaftsbetrieb—Wegleitung*. <https://agridea.abacuscity.ch/de/A~1443~1/3~410420~Shop/Publikationen/Pflanzenbau-Umwelt-Natur-Landschaft/Beiträge-und-Bedingungen-im-Ökoausgleich/Biodiversitätsförderung-auf-dem-Landwirtschaftsbetrieb-Wegleitung/Deutsch/Print-Papier>
- Batáry, P., Orci, K. M., Báldi, A., Kleijn, D., Kisbenedek, T., & Erdős, S. (2007). Effects of local and landscape scale and cattle grazing intensity on Orthoptera assemblages of the Hungarian Great Plain. *Basic and Applied Ecology*, 8(3), 280–290. <https://doi.org/10.1016/j.baae.2006.03.012>
- Baur, B., Baur, H., Roesti, C., & Roesti, D. (2006). *Die Heuschrecken der Schweiz* (1. Aufl.). Haupt.
- Birrer, S., Fluri, M., Martinez, N., Plattner, M., Roth, T., Stalling, T., & Weber, D. (2020). *Wirkung der Biodiversitätsförderung im Landwirtschaftsgebiet des Kantons Baselland auf Heuschrecken, Tagfalter und Vögel*.
- Bühler-Cortesi, T. (2019). *Schmetterlinge: Tagfalter der Schweiz* (3. Auflage). Haupt Verlag.
- Bundesamt für Landwirtschaft (BLW). (2023). *Biodiversitätsbeiträge*. <https://www.blw.admin.ch/blw/de/home/instrumente/direktzahlungen/biodiversitaetsbeitraege.html>
- Chisté, M. N., Mody, K., Gossner, M. M., Simons, N. K., Köhler, G., Weisser, W. W., & Blüthgen, N. (2016). Losers, winners, and opportunists: How grassland land-use intensity affects orthopteran communities. *Ecosphere*, 7(11), e01545. <https://doi.org/10.1002/ecs2.1545>
- Gehlker, H. (1977). Eine Hilfstafel zur Schätzung von Deckungsgrad und Artmächtigkeit. *Mitteilungen der florist.-soziol. Arbeitsgemeinschaft NF*, 19(20).
- Graf, R., Jenny, M., Hagist, D., Chevillat, V., Weidmann, G., & Pfiffner, L. (2016). *Biodiversität auf dem Landwirtschaftsbetrieb: Ein Handbuch für die Praxis* (1. Auflage). Schweizerische Vogelwarte.
- Litsios, G., & Frei, J. (2023). *Biodiversität in der Schweiz* (UZ-2306-D; Umwelt-Zustand, S. 95). Bundesamt für Umwelt (BAFU).
- Marti, F. (2005). *Arbeitshilfe für Erfolgskontrollen zu ÖQV-Vernetzungsprojekten—Tagfalter*. Amt für Landschaft und Natur des Kantons Zürich (ALN), Fachstelle Naturschutz.
- Meier, E., Lüscher, G., Buholzer, S., Indermaur, A., Riedel, S., Winizki, J., Hofer, G., & Knop, E. (2021). *Zustand der Biodiversität in der Schweizer Agrarlandschaft: Zustandsbericht ALL-EMA 2015–2019*. Agroscope. <https://doi.org/10.34776/AS111G>

- Regier, J. C., Mitter, C., Zwick, A., Bazinet, A. L., Cummings, M. P., Kawahara, A. Y., Sohn, J.-C., Zwickl, D. J., Cho, S., Davis, D. R., Baixeras, J., Brown, J., Parr, C., Weller, S., Lees, D. C., & Mitter, K. T. (2013). A Large-Scale, Higher-Level, Molecular Phylogenetic Study of the Insect Order Lepidoptera (Moths and Butterflies). *PLoS ONE*, *8*(3), e58568. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0058568>
- Rey, A. (2020). *Tagfalter – Biodivers*. <https://biodivers.ch/de/index.php/Tagfalter>
- Ritschard, E., Arlettaz, R., & Humbert, J.-Y. (2019). *Biodiversitätsförderflächen: Vögel und Tagfalter profitieren von der Fläche und Qualität*. <https://doi.org/10.24451/ARBOR.16720>
- Röthlisberger, A. (2021). *Die Heuschreckenfauna von extensiv genutzten Wiesen und extensiv genutzten Weiden* [Bachelorarbeit, Zürcher Hochschule für Angewandte Wissenschaften ZHAW]. <https://digitalcollection.zhaw.ch/handle/11475/23132>
- Schlegel, J., & Schnetzler, S. (2018). Heuschrecken (Orthoptera) in Biodiversitätsförderflächen der voralpinen Kulturlandschaft Schönenbergs (Schweiz, Kanton Zürich) mit Trends seit 1990. *Alpine Entomology*, *2*(1), 77–100. <https://doi.org/10.3897/alpento.2.26246>
- Van Swaay, C., Warren, M., & Loïs, G. (2006). Biotope Use and Trends of European Butterflies. *Journal of Insect Conservation*, *10*(2), 189–209. <https://doi.org/10.1007/s10841-006-6293-4>
- Verein biodivers. (2017). *Heuschrecken – Biodivers*. <https://biodivers.ch/de/index.php/Heuschrecken>

## Abbildungen

Abbildung 1 Übersicht der Lage der Untersuchungsgebiete im Kanton Zürich. ....	7
Abbildung 2 Unterschiede von Anzahl Arten (linker Plot) und Anzahl Individuen (rechter Plot) zwischen Buntbrachen und Extensivwiesen QII (s= signifikant). ....	13
Abbildung 3 Unterschiede der Anzahl Arten zwischen Buntbrachen und Extensivwiesen QII aller Heuschrecken-Arten (linker Plot) und nur UZL-Arten (rechter Plot). ms = marginal signifikant, ns = nicht signifikant.....	14
Abbildung 4 Unterschiede der Anzahl Individuen zwischen Buntbrachen und Extensivwiesen QII aller Heuschreckenarten (linker Plot) und nur UZL- Arten (rechter Plot). ms = marginal signifikant, ns = nicht signifikant.....	15
Abbildung 5 Unterschiede der Vegetationsparameter «durchschnittliche Bodenbedeckung», «durchschnittliche Vegetationshöhe» und «durchschnittliche Blütenbedeckung» zwischen Buntbrachen und Extensivwiesen ( s = signifikant, ns = nicht signifikant). ....	16
Abbildung 6 Lineare Regression von Artenzahl(links), respektive Individuenzahl (rechts), und Anteil BFF im Umkreis von 500m mit den korrespondieren R <sup>2</sup> - Koeffizienten .....	17
Abbildung 7 Lineare Regression von Anzahl Arten (links), respektive Anzahl Individuen UZL-Arten (rechts), und Blütenanteil mit den korrespondieren R <sup>2</sup> - Koeffizienten .....	18
Abbildung 8 Lineare Regression von Anzahl Individuen und Anteil LN im Umkreis von 500m mit den korrespondieren R <sup>2</sup> - Koeffizienten .....	18

## Tabellen

Tabelle 1 Allgemeine Anforderungen für die Qualitätsstufen von BFF (Graf et al., 2016).....	4
Tabelle 2 Gegenüberstellung der Anforderungen und Beiträge der BFF Buntbrachen und extensiv genutzte Wiesen (Q II) gemäss der Direktzahlungsverordnung (Agridea, 2023) .....	5
Tabelle 3 Kriterienkatalog für die Auswahl der Flächen .....	8
Tabelle 4 Übersicht der untersuchten Vegetations- und Umgebungsparametern mit deren Bezeichnung, Beschreibung und Ermittlungsart.....	11

Tabelle 5 Liste aller gefundenen Tagfalterarten mit Gefährdungstatus und der Anzahl Individuen je BFF-Typ. (LC = nicht gefährdet, NT = potentiell gefährdet) ..... 12

Tabelle 6 Liste aller gefundenen Heuschreckenarten mit der Anzahl Individuen je BFF-Typ. (LC = nicht gefährdet, VU = gefährdet) ..... 14

## Anhang

Anhang A: Koordinaten der Kartierflächen.....	27
Anhang B: Datensatz Tagfalter.....	28
Anhang C: Datensatz Heuschrecken .....	29
Anhang D: Datensatz Heuschrecken UZL-Arten.....	30
Anhang E: Datensatz Parameter .....	31
Anhang F: R- Skript.....	32
Anhang G: Poster .....	43

## Anhang A: Koordinaten der Kartierflächen

Duo Nr	Koordinaten	
	Buntbrache	Extensivwiese
03	2685152 / 1259195	2686625 / 1259268
05	2670051 / 1261093	2670584 / 1261003
06	2697169 / 1269216	2697609 / 1268365
08	2694725 / 1277497	2686625 / 1259268
09	2700597 / 1276028	2700099 / 1275957
10	2701719 / 1280167	2701353 / 1279983
11	2702062 / 1269300	2702861 / 1268215
13	2689633 / 1268639	2688817 / 1268560

Anhang B: Datensatz Tagfalter

BFF_Typ	Duo_Nr	Flaechen_ID	Aglais io	Aglais urticae	Aphantopus hyperanthus	Argynnis paphia	Arctia agestis	Carcharodus alceae	Coenonympha pamphilus	Colias hyale/ C. alfacariensis	Cupido argiades	Cyaniris semiargus	Gonepteryx rhamni	Lastommata megera	Lycaena phlaeas	Lycaena tityrus tityrus	Maniola jurtina	Melanargia galathea	Ochlodes sylvanus	Papilio machaon	Pieris brassicae	Pieris napi	Pieris rapae	Polyommatus icarus	Thymelicus sylvestris	Vanessa cardui	Zygaena filipendulae	Abundance	Species richness
BB	3	03_BB	0	0	0	2	0	21	2	0	0	0	0	0	1	0	20	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	47	6
EW	3	03_EW	0	0	0	0	0	0	4	0	0	4	0	0	0	0	27	12	0	0	0	0	2	8	0	1	0	58	7
BB	5	05_BB	0	0	13	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	29	11	1	0	0	0	0	0	3	0	0	59	6
EW	5	05_EW	0	2	0	0	0	0	4	1	0	1	0	0	0	0	19	22	0	0	1	0	0	4	0	0	0	54	8
BB	6	06_BB	0	2	0	0	0	0	1	2	0	0	0	0	0	0	32	8	1	2	0	0	2	2	0	0	0	52	9
EW	6	06_EW	0	0	0	0	0	0	11	2	2	0	0	0	0	0	27	10	0	10	0	1	5	10	0	0	1	79	10
BB	8	08_BB	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	16	1	0	3	0	0	8	0	0	0	0	30	6
EW	8	08_EW	0	6	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	2	25	2	0	2	2	0	2	4	0	1	0	48	11
BB	9	09_BB	0	0	0	0	0	1	2	0	0	0	0	0	0	0	8	4	0	0	7	3	1	0	0	0	0	26	7
EW	9	09_EW	0	0	0	0	1	0	6	1	0	0	0	0	0	0	16	2	0	0	0	3	5	5	0	0	0	39	8
BB	10	10_BB	0	2	0	1	0	1	3	2	0	1	0	0	0	0	27	12	0	4	0	0	8	6	0	0	0	67	11
EW	10	10_EW	0	5	0	0	1	0	6	0	2	2	0	0	0	0	31	17	1	1	3	1	5	4	0	0	8	87	14
BB	11	11_BB	2	0	11	0	0	0	6	0	0	0	1	0	0	0	23	19	0	0	6	0	0	0	0	0	0	68	7
EW	11	11_EW	0	0	0	0	2	0	8	2	2	0	0	2	0	0	16	9	0	0	0	2	9	16	0	0	2	70	11
BB	13	13_BB	0	0	0	0	0	1	3	1	0	1	0	0	0	0	29	0	0	0	0	0	5	0	1	0	0	41	7
EW	13	13_EW	0	0	0	0	0	2	7	0	0	0	0	0	0	0	28	7	0	0	0	0	1	4	0	0	0	49	6

## Anhang C: Datensatz Heuschrecken

BFF_Typ	Duo_Nr	Flaechen_ID	<i>Bicolorana bicolor</i>	<i>Chorthippus biguttulus</i>	<i>Chorthippus brunneus</i>	<i>Chorthippus dorsatus</i>	<i>Conocephalus fuscus</i>	<i>Gomphocerippus rufus</i>	<i>Mecostethus parapleurus</i>	<i>Oecanthus pellucens</i>	<i>Phaneroptera falcata</i>	<i>Pseudochorthippus parallelus</i>	<i>Roeseliana roeselii</i>	Species richness	Abundance
BB	3	03_BB	0	8	31	0	0	0	3	7	0	10	0	5	59
EW	3	03_EW	0	19	14	6	0	0	15	0	0	19	1	6	74
BB	5	05_BB	0	5	0	0	0	7	7	0	0	15	18	5	52
EW	5	05_EW	0	21	0	1	0	4	2	0	0	26	0	5	54
BB	6	06_BB	0	6	4	0	0	0	6	0	0	10	7	5	33
EW	6	06_EW	0	23	0	0	0	0	2	0	0	16	0	3	41
BB	8	08_BB	0	17	10	1	7	0	17	3	0	25	0	7	80
EW	8	08_EW	2	44	0	0	0	0	0	0	0	11	0	3	57
BB	9	09_BB	0	10	2	0	0	0	14	0	0	20	5	5	51
EW	9	09_EW	5	18	8	0	0	0	0	0	0	26	0	4	57
BB	10	10_BB	18	17	10	0	0	0	0	0	9	11	4	6	69
EW	10	10_EW	5	3	4	0	0	9	0	0	3	15	0	6	39
BB	11	11_BB	0	4	0	0	0	6	2	0	3	2	3	6	20
EW	11	11_EW	0	34	7	0	0	0	4	0	0	7	13	5	65
BB	13	13_BB	0	9	2	0	8	0	22	0	3	39	7	7	90
EW	13	13_EW	0	2	0	6	0	0	2	0	0	25	0	4	35

## Anhang D: Datensatz Heuschrecken UZL-Arten

BFF_Typ	Duo_Nr	Flaechen_ID	<i>Bicolorana bicolor</i>	<i>Chorthippus dorsatus</i>	<i>Conocephalus fuscus</i>	<i>Mecostethus parapleurus</i>	<i>Phaneroptera falcata</i>	Abundance	Species richness
BB	3	03_BB	0	0	0	3	0	3	1
EW	3	03_EW	0	6	0	15	0	21	2
BB	5	05_BB	0	0	0	7	0	7	1
EW	5	05_EW	0	1	0	2	0	3	2
BB	6	06_BB	0	0	0	6	0	6	1
EW	6	06_EW	0	0	0	2	0	2	1
BB	8	08_BB	0	1	7	17	0	25	3
EW	8	08_EW	2	0	0	0	0	2	1
BB	9	09_BB	0	0	0	14	0	14	1
EW	9	09_EW	5	0	0	0	0	5	1
BB	10	10_BB	18	0	0	0	9	27	2
EW	10	10_EW	5	0	0	0	3	8	2
BB	11	11_BB	0	0	0	2	3	5	2
EW	11	11_EW	0	0	0	4	0	4	1
BB	13	13_BB	0	0	8	22	3	33	3
EW	13	13_EW	0	6	0	2	0	8	2

## Anhang E: Datensatz Parameter

BFF_Typ	Duo_NR	Flaechen_ID	mean_Bodenbedeckung	mean_Vegetationshoehe	mean_Blueten	AnteilBFF250	AnteilBFF500	AnteilLN250	AnteilLN500	AnteilWald250	AnteilWald500	AbundanceTagfalter	SpeciesRichnessTagfalter	AbundanceHeuschrecken	SpeciesRichnessHeuschre-	AbundanceHeuUZL	SpeciesRichnessHeuUZL
BB	3	03_BB	73.0	43.7	3.0	2.0	9.7	48.8	40.7	3.1	2.6	47	6	59	5	3	1
EW	3	03_EW	71.8	33.0	2.1	3.3	10.1	95.4	86.4	0.0	2.8	58	7	74	6	21	2
BB	5	05_BB	72.3	72.4	4.8	8.6	10.5	90.3	85.2	0.0	7.3	59	6	52	5	7	1
EW	5	05_EW	69.3	47.8	4.1	8.2	10.2	92.7	74.6	0.0	1.2	54	8	54	5	3	2
BB	6	06_BB	70.9	84.1	5.0	12.8	5.7	89.2	81.2	2.9	5.5	52	9	33	5	6	1
EW	6	06_EW	96.3	41.9	1.2	5.0	5.5	58.9	46.5	0.0	3.1	79	10	41	3	2	1
BB	8	08_BB	85.4	52.7	6.6	5.2	6.4	92.2	85.6	0.0	8.2	30	6	80	7	25	3
EW	8	08_EW	95.0	43.6	1.4	5.7	7.1	90.5	77.3	1.2	22.1	48	11	57	3	2	1
BB	9	09_BB	96.3	86.8	4.5	4.6	11.0	79.2	71.7	28.7	19.5	26	7	51	5	14	1
EW	9	09_EW	94.5	49.5	0.6	7.6	7.4	91.9	85.5	6.9	7.0	39	8	57	4	5	1
BB	10	10_BB	93.8	77.4	7.3	12.9	2.6	76.7	69.2	20.5	30.7	67	11	69	6	27	2
EW	10	10_EW	98.8	32.7	1.5	4.1	2.5	85.7	66.4	32.8	49.5	87	14	39	6	8	2
BB	11	11_BB	90.9	80.1	2.3	11.3	5.1	77.4	67.5	19.4	22.9	68	7	20	6	5	2
EW	11	11_EW	84.0	45.7	3.8	22.6	5.3	72.3	79.0	18.3	10.9	70	11	65	5	4	1
BB	13	13_BB	90.9	53.6	3.8	8.1	8.2	92.8	85.7	1.5	9.0	41	7	90	7	33	3
EW	13	13_EW	97.8	46.3	1.4	15.0	5.9	80.2	57.8	13.6	26.0	49	6	35	4	8	2

## Anhang F: R- Skript

```

#####
#
#           Bachelorarbeit
#   BUNTBRACHEN UND EXTENSIV GENUTZTE WIESEN MIT
#           QII-STATUS: WIE UNTERSCHIEDET SICH DIE
#           TAGFALTERFAUNA  DIESER BFF-TYPEN?
#
#           Sarah Aepli aeplisar@students.zhaw.ch
#
#####

#R-Version überprüfen und updaten
#install.packages("installr")
#library(installr)
#updateR()

library(ggplot2)
library(car)
library(tidyverse)
source("tests_and_visuals.R") # Quelle: kauf@zhaw.ch Modul Datenanalyse

setwd("C:/Users/saepli/OneDrive - ZHAW/Studium ZHAW/Bachelorarbeit") #Pfad anpassen

#####
#  Datensätze einlesen
#####

tagfalter <- read.csv("Tagfalter.csv") # Einlesen Tagfalter Datensatz
heuschrecken <- read.csv("Heuschrecken.csv") # Einlesen von Heuschrecken Datensatz
heuschreckenUZL <- read.csv("Heuschrecken_nur_UZL_Arten.csv") # Daten nur mit UZL-Arten
parameter <- read.csv("Parameter.csv") # Einlesen Vegetations- und Umgebungsparameter
tagfalter[is.na(tagfalter)] <- 0 # ersetzt NA mit 0 (leere Zellen in Excel)
heuschrecken[is.na(heuschrecken)] <- 0
heuschreckenUZL[is.na(heuschreckenUZL)] <- 0

#####
#  A Tagfalter
#####

tagf_bb=subset(tagfalter, BFF_Typ == "Buntbrache") # nur Buntbrachen
tagf_ew=subset(tagfalter, BFF_Typ == "ExtensivWiese") # nur Extensiv genutzte Wiesen

# Datensätze anzeigen zur Kontrolle
# view(tagfalter)
# view(tagf_bb)
# view(tagf_ew)

```

```

# Daten auf Normalverteilung testen und visuell prüfen

# shapiro-wilk test, Visualisierung als Histogramm und QQ-Plot
test_norm_vis(tagf_bb$Species.richness)# p=0.021 --> nicht normalverteilt
test_norm_vis(tagf_ew$Species.richness) # p=0.711 --> normalverteilt
test_norm_vis(tagf_bb$Abundance)# p=0.599 --> normalverteilt
test_norm_vis(tagf_ew$Abundance) # p=0.661 --> normalverteilt

#####
# A.1. Species Richness
#####

# t-test bei Normalverteilung, Wilcoxon-test wenn nicht normalverteilt
wilcox.test(tagf_bb$Species.richness, tagf_ew$Species.richness, paired = TRUE)
#V = 2.5, p-value = 0.03345 --> signifikant

# Boxplot zur Visualisierung
dev.off() # Set par options back to default --> sauberes Plot-Fenster
par(mfrow=c(1,2)) # Grafik mit zwei Plots auf einer Reihe
boxplot(tagf_bb$Species.richness, tagf_ew$Species.richness,
        ylim=c(0,20),boxwex = 0.4,cex.axis=1.1,cex.lab=1.2)
abline(h = c(0,5,10,15,20), lty = 'dotted', col = 'darkgrey',
        cex=0.2)
par(new=TRUE)
boxplot(tagf_bb$Species.richness, tagf_ew$Species.richness,
        axis=FALSE ,ylim=c(0,20),boxwex = 0.4, col=c("deepskyblue","turquoise4"),
        ylab="Anzahl Arten", xlab="BFF Typ",cex.axis=1.1,cex.lab=1.2)
axis(1,at=seq(1,2,by=1), labels=c("Buntbrache","Extensivwiese"))
text(1.5,19,"s", cex = 0.8) # je nach signifikanz ersetzten, s= signifikant, ms=marginal signifikant, ns=
nicht signifikant
text(1.5,18,"p = 0.033", cex = 0.8) #p- wert aus test gerundet auf 3 stellen
text(1,0.6,"n = 8", cex = 0.8) # n= Anzahl Stichproben
text(2,0.6,"n = 8", cex = 0.8)

#####
# A.2. Abundance
#####

# t-test bei Normalverteilung, Wilcoxon-test wenn nicht normalverteilt
t.test(tagf_bb$Abundance, tagf_ew$Abundance, paired = TRUE)
# p-value = 0.01404 --> signifikant

# Boxplot zur Visualisierung
boxplot(tagf_bb$Abundance, tagf_ew$Abundance,
        ylim=c(0,100),boxwex = 0.4,cex.axis=1.1,cex.lab=1.2)
abline(h = c(0,20,40,60,80,100), lty = 'dotted', col = 'darkgrey',
        cex=0.2)
par(new=TRUE)
boxplot(tagf_bb$Abundance, tagf_ew$Abundance,

```

```

axis=FALSE ,ylim=c(0,100),boxwex = 0.4, col=c("deepskyblue","turquoise4"),
ylab="Anzahl Individuen", xlab="BFF Typ",cex.axis=1.1,cex.lab=1.2)
axis(1,at=seq(1,2,by=1), labels=c("Buntbrache","Extensivwiese"))
text(1.5,95,"s", cex = 0.8) # je nach signifikanz ersetzt, s= signifikant, ms=marginal signifikant, ns=
nicht signifikant
text(1.5,90,"p = 0.014", cex = 0.8) #p- wert aus test, gerundet auf 3 stellen
text(1,2,"n = 8", cex = 0.8) # n=Anzahl Stichproben
text(2,2,"n = 8", cex = 0.8)

```

```

#####
# B Heuschrecken
#####

```

```

heus_bb=subset(heuschrecken, BFF_Typ == "Buntbrache") # nur Buntbrachen
heus_ew=subset(heuschrecken, BFF_Typ == "ExtensivWiese") # nur Extensiv genutzte Wiesen
heusUZL_bb=subset(heuschreckenUZL, BFF_Typ == "Buntbrache") # nur UZL Arten auf Buntbrachen
heusUZL_ew=subset(heuschreckenUZL, BFF_Typ == "ExtensivWiese") # nur UZL Arten auf Extensiv
genutzten Wiesen

```

```

# Datensätze anzeigen zur Kontrolle
# view(heuschrecken)
# view(heus_bb)
# view(heus_ew)
# view(heusUZL_bb)
# view(heusUZL_ew)

```

```

# Daten auf Normalverteilung testen und visualisieren

```

```

# shapiro-wilk test, Visualisierung als Histogramm und QQ-Plot
test_norm_vis(heus_bb$Species.richness)# p=0.018 --> nicht normalverteilt
test_norm_vis(heus_bb$Abundance)# p=0.958 --> normalverteilt
test_norm_vis(heus_ew$Species.richness) # p=0.274 --> normalverteilt
test_norm_vis(heus_ew$Abundance) # p=0.657 --> normalverteilt

```

```

#nur UZL Arten
test_norm_vis(heusUZL_bb$Species.richness)# p=0.018 --> nicht normalverteilt
test_norm_vis(heusUZL_bb$Abundance)# p=0.143 --> normalverteilt
test_norm_vis(heusUZL_ew$Species.richness) # p=0.0.001 --> nicht normalverteilt
test_norm_vis(heusUZL_ew$Abundance) # p=0.0.007 --> nicht normalverteilt

```

```

#####
# B.1 Species Richness
#####

```

```

# t-test bei Normalverteilung, Wilcoxon-test wenn nicht normalverteilt

```

```

# alles Heuschrecken

```

```
wilcox.test(data_heuschrecken_buntbrachen$Species.richness, data_heuschrecken_extWiese$Species.richness, paired=TRUE)
```

```
#V = 19, p-value = 0.08989 --> marginal signifikant
```

```
#nur UZL-Arten
```

```
wilcox.test(data_uzl_heuschrecken_buntbrachen$Species.richness, data_uzl_heuschrecken_extWiese$Species.richness, paired=TRUE)
```

```
#V = 10, p-value = 0.5716 --> nicht signifikant
```

```
# Boxplot zur Visualisierung
```

```
dev.off() # Set par options back to default --> sauberes Plot-Fenster
```

```
#alle Heuschrecken
```

```
par(mfrow=c(1,2)) # Grafik mit zwei Plots auf einer Reihe
boxplot(heus_bb$Species.richness, heus_ew$Species.richness,
        ylim=c(0,10),boxwex = 0.4,cex.axis=1.1,cex.lab=1.2)
abline(h = c(0,2,4,6,8,10), lty = 'dotted', col = 'darkgrey',
        cex=0.2)
```

```
par(new=TRUE)
```

```
boxplot(heus_bb$Species.richness, heus_ew$Species.richness,
        axis=FALSE ,ylim=c(0,10),boxwex = 0.4, col=c("darkolivegreen2","chartreuse4"),
        ylab="Anzahl Arten", xlab="BFF Typ",cex.axis=1.1,cex.lab=1.2)
axis(1,at=seq(1,2,by=1), labels=c("Buntbrache","Extensivwiese"))
text(1.5,9.5,"ms", cex = 0.8)
```

```
# je nach signifikanz ersetzten, s= signifikant, ms=marginal signifikant, ns= nicht signifikant
```

```
text(1.5,9,"p = 0.090", cex = 0.8) #p- wert aus test gerundet auf 3 stellen
```

```
text(1,0.6,"n = 8", cex = 0.8) # n= Anzahl Stichproben
```

```
text(2,0.6,"n = 8", cex = 0.8)
```

```
#nur UZL-Arten
```

```
boxplot(heusUZL_bb$Species.richness, heusUZL_ew$Species.richness,
        ylim=c(0,10),boxwex = 0.4,cex.axis=1.1,cex.lab=1.2)
abline(h = c(0,2,4,6,8,10), lty = 'dotted', col = 'darkgrey',
        cex=0.2)
```

```
par(new=TRUE)
```

```
boxplot(heusUZL_bb$Species.richness, heusUZL_ew$Species.richness,
        axis=FALSE ,ylim=c(0,10),boxwex = 0.4, col=c("darkolivegreen2","chartreuse4"),
        ylab="Anzahl UZL-Arten", xlab="BFF Typ",cex.axis=1.1,cex.lab=1.2)
axis(1,at=seq(1,2,by=1), labels=c("Buntbrache","Extensive Wiese"))
text(1.5,9.5,"ns", cex = 0.8)
```

```
# je nach signifikanz ersetzten, s= signifikant, ms=marginal signifikant, ns= nicht signifikant
```

```
text(1.5,9,"p = 0.571", cex = 0.8) #p- wert aus test gerundet auf 3 stellen
```

```
text(1,0.6,"n = 8", cex = 0.8) # n= Anzahl Stichproben
```

```
text(2,0.6,"n = 8", cex = 0.8)
```

```
#####
```

```
# B.2. Abundance
```

```
#####
```

```
# t-test bei Normalverteilung, Wilcoxon-test wenn nicht normalverteilt
```

```

# ganzer Datensatz
t.test(heus_bb$Abundance, heus_ew$Abundance, paired = TRUE)

# p-value = 0.725 --> nicht signifikant

# nur UZL-Arten
wilcox.test(heusUZL_bb$Abundance, heusUZL_ew$Abundance, paired = TRUE)
# V = 31, p-value = 0.07969 --> marginal signifikant

# Boxplot zur Visualisierung
dev.off() # Set par options back to default --> sauberes Plot-Fenster
par(mfrow=c(1,2)) # Grafik mit zwei Plots auf einer Reihe

# ganzer Datensatz
boxplot(heus_bb$Abundance, heus_ew$Abundance,
        ylim=c(0,120),boxwex = 0.4,cex.axis=1.1,cex.lab=1.2)
abline(h = c(0,20,40,60,80,100,120), lty = 'dotted', col = 'darkgrey',
        cex=0.2)
par(new=TRUE)
boxplot(heus_bb$Abundance, heus_ew$Abundance,
        axis=FALSE ,ylim=c(0,120),boxwex = 0.4, col=c("darkolivegreen2","chartreuse4"),
        ylab="Anzahl Individuen", xlab="BFF Typ",cex.axis=1.1,cex.lab=1.2)
axis(1,at=seq(1,2,by=1), labels=c("Buntbrache","Extensivwiese"))
text(1.5,115,"ns", cex = 0.8)
# je nach signifikanz ersetzten, s= signifikant, ms=marginal signifikant, ns= nicht signifikant
text(1.5,105,"p = 0.725", cex = 0.8) #p- wert aus test, gerundet auf 3 stellen
text(1,5,"n = 8", cex = 0.8) # n=Anzahl Stichproben
text(2,5,"n = 8", cex = 0.8)

#nur UZL-Arten
boxplot(heusUZL_bb$Abundance, heusUZL_ew$Abundance,
        ylim=c(0,50),boxwex = 0.4,cex.axis=1.1,cex.lab=1.2)
abline(h = c(0,10,20,30,40,50), lty = 'dotted', col = 'darkgrey',
        cex=0.2)
par(new=TRUE)
boxplot(heusUZL_bb$Abundance, heusUZL_ew$Abundance,
        axis=FALSE ,ylim=c(0,50),boxwex = 0.4, col=c("darkolivegreen2","chartreuse4"),
        ylab="Anzahl Individuen UZL", xlab="BFF Typ",cex.axis=1.1,cex.lab=1.2)
axis(1,at=seq(1,2,by=1), labels=c("Buntbrache","Extensivwiese"))
text(1.5,48,"ms", cex = 0.8)
# je nach signifikanz ersetzten, s= signifikant, ms=marginal signifikant, ns= nicht signifikant
text(1.5,44,"p = 0.080", cex = 0.8) #p- wert aus test, gerundet auf 3 stellen
text(1,1,"n = 8", cex = 0.8) # n=Anzahl Stichproben
text(2,1,"n = 8", cex = 0.8)

#####
# C Vegetations- und Umgebungsparameter

```

```
#####

#-----
# Unterschiede zwischen BFF Typen
#-----

# t-test bei Normalverteilung, Wilcoxon-test wenn nicht normalverteilt

wilcox.test(tagf_bb$mean_Bodenbedeckung, tagf_ew$mean_Bodenbedeckung, paired = TRUE)
# p-value = 0.4609 --> nicht signifikant

t.test(tagf_bb$mean_Vegetationshoehe, tagf_ew$mean_Vegetationshoehe, paired = TRUE)
# p-value = 0.001971 --> signifikant

t.test(tagf_bb$mean_Blueten, tagf_ew$mean_Blueten, paired = TRUE)
# p-value = 0.01971 --> signifikant

# Visualisierung als Boxplots
dev.off() # sauberes Plot-Fenster
par(mfrow=c(1,3)) # Grafik mit 3 Plots auf einer Reihe
boxplot(tagf_bb$mean_Bodenbedeckung, tagf_ew$mean_Bodenbedeckung,
        ylim=c(60,100),boxwex = 0.4, cex.axis=1.1,cex.lab=1.2)
abline(h = c(60,70,80,90,100), lty = 'dotted', col = 'darkgrey',
        cex=0.2)
par(new=TRUE)
boxplot(tagf_bb$mean_Bodenbedeckung, tagf_ew$mean_Bodenbedeckung,
        axis=FALSE ,ylim=c(60,100),boxwex = 0.4, col=c("deepskyblue","turquoise4"),
        ylab="durchschnittliche Bodenbedeckung [%]", xlab="BFF Typ",cex.axis=1.1,cex.lab=1.5)
axis(1,at=seq(1,2,by=1), labels=c("BB","EW"), cex = 1.1)
text(1.5,100,"ns", cex = 1)
# je nach signifikanz ersetzten, s= signifikant, ms=marginal signifikant, ns= nicht signifikant
text(1.5,98,"p = 0.461", cex = 1) #p- wert aus test, gerundet auf 3 stellen
text(1,62,"n = 8", cex = 1) # n=Anzahl Stichproben
text(2,62,"n = 8", cex = 1)

boxplot(tagf_bb$mean_Vegetationshoehe, tagf_ew$mean_Vegetationshoehe,
        ylim=c(20,100),boxwex = 0.4, cex.axis=1.1,cex.lab=1.2)
abline(h = c(20,40,60,80,100), lty = 'dotted', col = 'darkgrey',
        cex=0.2)
par(new=TRUE)
boxplot(tagf_bb$mean_Vegetationshoehe, tagf_ew$mean_Vegetationshoehe,
        axis=FALSE ,ylim=c(20,100),boxwex = 0.4, col=c("deepskyblue","turquoise4"),
        ylab="durchschnittliche Vegetationshöhe [cm]", xlab="BFF Typ",cex.axis=1.1,cex.lab=1.5)
axis(1,at=seq(1,2,by=1), labels=c("BB","EW"))
text(1.5,100,"s", cex = 1)
# je nach signifikanz ersetzten, s= signifikant, ms=marginal signifikant, ns= nicht signifikant
text(1.5,98,"p = 0.002", cex = 1) #p- wert aus test, gerundet auf 3 stellen
text(1,25,"n = 8", cex = 1) # n=Anzahl Stichproben
text(2,25,"n = 8", cex = 1)
```

```

boxplot(tagf_bb$mean_Blueten, tagf_ew$mean_Blueten,
        ylim=c(0,10),boxwex = 0.4, cex.axis=1.1,cex.lab=1.2)
abline(h = c(0,2,4,6,8,10), lty = 'dotted', col = 'darkgrey',
        cex=0.2)
par(new=TRUE)
boxplot(tagf_bb$mean_Blueten, tagf_ew$mean_Blueten,
        axis=FALSE ,ylim=c(0,10),boxwex = 0.4, col=c("deepskyblue","turquoise4"),
        ylab="durchschnittliche Blütenbedeckung [%]", xlab="BFF Typ",cex.axis=1.1,cex.lab=1.5)
axis(1,at=seq(1,2,by=1), labels=c("BB","EW"))
text(1.5,10,"s", cex = 1)
# je nach signifikanz ersetzten, s= signifikant, ms=marginal signifikant, ns= nicht signifikant
text(1.5,9.5,"p = 0.020", cex = 1) #p- wert aus test, gerundet auf 3 stellen
text(1,0.5,"n = 8", cex = 1) # n=Anzahl Stichproben
text(2,0.5,"n = 8", cex = 1)

#-----
# stepwise backward selection
#-----

## Tagfalter Vegetationsparameter

## Homogenität der Varianzen
parameter$BFF_Typ <- as.factor(parameter$BFF_Typ)
leveneTest(SpeciesRichnessTagfalter ~ BFF_Typ, data = parameter)# p = 0.162 --> homogen
leveneTest(AbundanceTagfalter ~ BFF_Typ, data = parameter) # p = 0.9577 --> homogen
leveneTest(mean_Bodenbedeckung ~ BFF_Typ, data = parameter) # p = 0.954 --> homogen
leveneTest(mean_Vegetationshoehe ~ BFF_Typ, data = parameter) # p = 0.05543 --> homogen
leveneTest(mean_Blueten ~ BFF_Typ, data = parameter) # p = 0.4527 --> homogen

## Species Richness
anova <- aov(SpeciesRichnessTagfalter ~ mean_Bodenbedeckung
            + mean_Vegetationshoehe + mean_Blueten, data = parameter)
summary(anova)
# keine signifikanten Parameter -> kein Model für lineare Regression

## Abundance
anova <- aov(AbundanceTagfalter ~ mean_Bodenbedeckung
            + mean_Vegetationshoehe + mean_Blueten, data = parameter)
summary(anova)
# keine signifikanten Parameter -> kein Model für lineare Regression

## Tagfalter Umgebungsparameter

## Homogenität der Varianzen
leveneTest(AnteilBFF250 ~ BFF_Typ, data = parameter)# p = 0.5582 --> homogen
leveneTest(AnteilBFF500 ~ BFF_Typ, data = parameter) # p = 0.4984 --> homogen
leveneTest(AnteilLN250 ~ BFF_Typ, data = parameter) # p = 0.8204 --> homogen

```

```
leveneTest(AnteilLN500 ~ BFF_Typ, data = parameter) # p = 0.8872 --> homogen
leveneTest(AnteilWald250 ~ BFF_Typ, data = parameter) # p = 0.936 --> homogen
leveneTest(AnteilWald500 ~ BFF_Typ, data = parameter) # p = 0.4103 --> homogen
```

### ## Species Richness

```
anova <- aov(SpeciesRichnessTagfalter ~ AnteilBFF250 + AnteilBFF500 + AnteilLN250
             + AnteilLN500 + AnteilWald250 + AnteilWald500, data = parameter)
summary(anova)
# AnteilBFF500 p=0.0185 *
# Parameter behalten für lineare Regression
```

### ## Abundance

```
anova <- aov(AbundanceTagfalter ~ AnteilBFF250 + AnteilBFF500 + AnteilLN250
             + AnteilLN500 + AnteilWald250 + AnteilWald500, data = parameter)
summary(anova)
# AnteilBFF500 p=0.0649 .
# Parameter behalten für lineare Regression
```

### ## Heuschrecken Vegetationsparameter

#### ## Homogenität der Varianzen

```
leveneTest(SpeciesRichnessHeuschrecken ~ BFF_Typ, data = parameter) # p = 0.334 --> homogen
leveneTest(AbundanceHeuschrecken ~ BFF_Typ, data = parameter) # p = 0.212 --> homogen
leveneTest(SpeciesRichnessHeuUZL ~ BFF_Typ, data = parameter) # p = 0.1489 --> homogen
leveneTest(AbundanceHeuUZL ~ BFF_Typ, data = parameter) # p = 0.0822 --> homogen
```

### ## Species Richness

```
anova <- aov(SpeciesRichnessHeuschrecken ~ mean_Bodenbedeckung
             + mean_Vegetationshoehe + mean_Blueten, data = parameter)
summary(anova)
# mean_Blueten p=0.0432 *
# Parameter behalten für lineare Regression
```

```
anova <- aov(SpeciesRichnessHeuUZL ~ mean_Bodenbedeckung
             + mean_Vegetationshoehe + mean_Blueten, data = parameter)
summary(anova)
# mean_Blueten p=0.0554 .
# Parameter behalten für lineare Regression
```

### ## Abundance

```
anova <- aov(AbundanceHeuschrecken ~ mean_Bodenbedeckung
             + mean_Vegetationshoehe + mean_Blueten, data = parameter)
summary(anova)
# mean_Blueten p=0.00781 **
# Parameter behalten für lineare Regression
```

```
anova <- aov(AbundanceHeuUZL ~ mean_Bodenbedeckung
             + mean_Vegetationshoehe + mean_Blueten, data = parameter)
summary(anova)
```

```
# mean_Blueten p=0.0116 *
# Parameter behalten für lineare Regression

## Heuschrecken Umgebungsparameter

### Species Richness
anova <- aov(SpeciesRichnessHeuschrecken ~ AnteilBFF250 + AnteilBFF500 + AnteilLN250
            +AnteilLN500 + AnteilWald250 + AnteilWald500, data = parameter)
summary(anova)
#keine signifikanten Parameter -> kein Model für lineare Regression

anova <- aov(SpeciesRichnessHeuUZL ~ AnteilBFF250 + AnteilBFF500 + AnteilLN250
            +AnteilLN500 + AnteilWald250 + AnteilWald500, data = parameter)
summary(anova)
#keine signifikanten Parameter -> kein Model für lineare Regression

### Abundance
anova <- aov(AbundanceHeuschrecken ~ AnteilBFF250 + AnteilBFF500 + AnteilLN250
            +AnteilLN500 + AnteilWald250 + AnteilWald500, data = parameter)
summary(anova)
# AnteilLN500 p=0.0737 .
# marginal signifikant Parameter behalten für lineare Regression

anova <- aov(AbundanceHeuUZL ~ AnteilBFF250 + AnteilBFF500 + AnteilLN250
            +AnteilLN500 + AnteilWald250 + AnteilWald500, data = parameter)
summary(anova)
#keine signifikanten Parameter -> kein Model für lineare Regression

#-----
# Lineare Regression
#-----

# Tagfalter
#-----

## SpeciesRichnessTagfalter ~ AnteilBFF500

model <- lm(SpeciesRichnessTagfalter ~ AnteilBFF500, data = parameter)
summary(model)
# p-value: 0.004093, Multiple R-squared: 0.4561, Adjusted R-squared: 0.4172

# Test auf Normalverteilung der Residuen
test_norm_vis(model$residuals) #p = 0.528 -> normalverteilt

## AbundanceTagfalter ~ AnteilBFF500
```

```
model <- lm(AbundanceTagfalter ~ AnteilBFF500, data = parameter)
summary(model)
# p-value: 0.0167, Multiple R-squared: 0.3452, Adjusted R-squared: 0.2984

# Test auf Normalverteilung der Residuen
test_norm_vis(model$residuals) #p = 0.385 -> normalverteilt

# Visualisierung als Scatterplots mit Regressionsgerade
dev.off() # sauberes Plot-Fenster
par(mfrow=c(1,2)) # Grafik mit Plots auf einer Reihe
plot(parameter$AnteilBFF500, parameter$SpeciesRichnessTagfalter,
      xlab = "Anteil BFF in 500m Umkreis [%]", ylab = "Anzahl Arten")
abline(lm(parameter$SpeciesRichnessTagfalter ~ parameter$AnteilBFF500))

legend("topright", bty = "n", legend = paste("R^2 = ", format(round(summary(
  lm(parameter$SpeciesRichnessTagfalter ~ parameter$AnteilBFF500))$r.squared,3))))
#bty = "n" -> Legende ohne Rand

plot(parameter$AnteilBFF500, parameter$AbundanceTagfalter,
      xlab = "Anteil BFF in 500m Umkreis [%]", ylab = "Anzahl Individuen")
abline(lm(parameter$AbundanceTagfalter ~ parameter$AnteilBFF500))

legend("topright", bty = "n", legend = paste("R^2 = ", format(round(summary(
  lm(parameter$AbundanceTagfalter ~ parameter$AnteilBFF500))$r.squared,3))))

# Heuschrecken
#-----

## SpeciesRichnessHeuschrecken ~ mean_Blueten ##
model <- lm(SpeciesRichnessHeuschrecken ~ mean_Blueten, data = parameter)
summary(model)
# p-value: 0.02393, Multiple R-squared: 0.3141, Adjusted R-squared: 0.2651

# Test auf Normalverteilung der Residuen
test_norm_vis(model$residuals) #p = 0.095 -> normalverteilt

model <- lm(SpeciesRichnessHeuUZL ~ mean_Blueten, data = parameter)
summary(model)
# p-value: 0.2833 nicht signifikant

## AbundanceHeuschrecken ~ mean_Blueten
model <- lm(AbundanceHeuschrecken ~ mean_Blueten, data = parameter)
summary(model)
# p-value: 0.1417 nicht signifikant

## AbundanceHeuUZL ~ mean_Blueten
model <- lm(AbundanceHeuUZL ~ mean_Blueten, data = parameter)
```

```
summary(model)
# p-value: 0.03284, Multiple R-squared: 0.2859, Adjusted R-squared: 0.2349
test_norm_vis(model$residuals) #p = 0.103 -> normalverteilt

## Heuschrecken Umgebungsparameter

## AbundanceHeuschrecken ~ AnteilLN500
model <- lm(AbundanceHeuschrecken ~ AnteilLN500, data = parameter)
summary(model)
# p-value: 0.09629, Multiple R-squared: 0.185, Adjusted R-squared: 0.1268

# Visualisierung als Scatterplots mit Regressionsgerade
dev.off() # sauberes Plot-Fenster
par(mfrow=c(1,2)) # Grafik mit Plots auf einer Reihe
plot(parameter$mean_Blueten, parameter$SpeciesRichnessHeuschrecken,
      xlab = "durchschnittlicher Blütenanteil [%]", ylab = "Anzahl Arten")
abline(lm(parameter$SpeciesRichnessHeuschrecken ~ parameter$mean_Blueten))

legend("bottomright", bty = "n", legend = paste("R^2 = ", format(round(summary(
  lm(parameter$SpeciesRichnessHeuschrecken ~ parameter$mean_Blueten))$r.squared,3))))
#bty = "n" -> Legende ohne Rand

plot(parameter$mean_Blueten, parameter$AbundanceHeuUZL,
      xlab = "durchschnittlicher Blütenanteil [%]", ylab = "Anzahl Individuen UZL-Arten")
abline(lm(parameter$AbundanceHeuUZL ~ parameter$mean_Blueten))

legend("bottomright", bty = "n", legend = paste("R^2 = ", format(round(summary(
  lm(parameter$AbundanceHeuUZL ~ parameter$mean_Blueten))$r.squared,3))))

plot(parameter$AnteilLN500, parameter$AbundanceHeuschrecken,
      xlab = "Anteil Landwirtschaftliche Nutzfläche im Umkreis 500m [%]", ylab = "Anzahl Individuen")
abline(lm(parameter$AbundanceHeuschrecken ~ parameter$AnteilLN500))

legend("topleft", bty = "n", legend = paste("R^2 = ", format(round(summary(
  lm(parameter$AbundanceHeuschrecken ~ parameter$AnteilLN500))$r.squared,3))
```

Anhang G: Poster



Buntbrachen und extensivgenutzte Wiesen mit QII-Status: Wie unterscheidet sich die Tagfalterfauna dieser BFF-Typen?



Sarah Aepli

11.01.2024

Bachelorarbeit UI19

Einleitung

Die Intensivierung der Landnutzung, moderne Bewirtschaftungsmethoden, vermehrter Einsatz von Düngemitteln und Pflanzenschutzmitteln, aber auch Zersiedelung und Nutzungsänderungen führten in den letzten Jahrzehnten zu einem Verlust von Landschaftsstrukturelementen, der Verschlechterung der Qualität oder dem Verlust von wertvollen Lebensräumen vieler Tier- und Pflanzenarten, was einen rasanten Rückgang der Biodiversität im Kulturland mit sich zog [1, 2].

Das System der Direktzahlungen und den darin vorgesehenen Biodiversitätsförderflächen (BFF) soll dem weiteren Verlust von Biodiversität entgegensteuern. Den Landwirt:innen steht eine Auswahl an 21 Typen von Biodiversitätsförderflächen für verschiedene Nutzungsarten des Kulturlandes zur Verfügung. Werden die Bedingungen für den Bezug von Direktzahlungen erfüllt, wird der Unterhalt von BFF Biodiversitätsbeiträgen vergütet [3]. Die Definition und die Beurteilung der Qualität von BFF erfolgt ausschließlich aufgrund floristischer Kriterien. Wenig untersucht ist der Einfluss einzelner BFF-Typen auf einzelne Tierarten und wie sich unterschiedliche BFF voneinander unterscheiden. Im Rahmen dieser Bachelorarbeit wird versucht, einen Teil dieser Lücke zu schließen. Die BFF-Typen Buntbrache (BB) und extensiv genutzte Wiese mit Qualitätstufe II (EW) werden auf Unterschiede in der Artenvielfalt und Individuenzahl von Tagfaltern und Heuschrecken hin untersucht. Auch werden Vegetations- und Umgebungsparameter gesucht, welche einen Einfluss auf die Artenvielfalt oder die Individuenzahl haben.

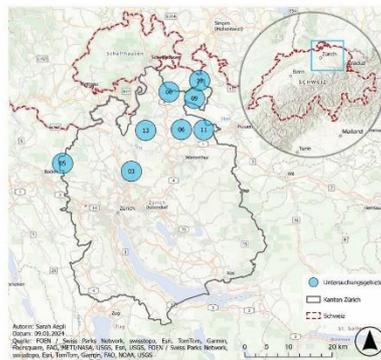


Abb. 1: Übersicht der Lage der Untersuchungsgebiete im Kanton Zürich

Resultate

Tagfalter: Keine der kartierten Tagfalter hat den Status «gefährdet». Auch wurden keine Tagfalterarten gesichtet, die als Zielarten in den Umweltzielen Landwirtschaft (UZL) hervorgehoben sind. Die Unterschiede zwischen Buntbrache und Extensivwiese in Artenvielfalt und Individuenzahl sind dennoch signifikant (Abb. 2). Die Artenzusammensetzung ist unterschiedlich, es finden sich Arten auf Buntbrachen welche auf Extensivwiesen fehlen und umgekehrt. Von den aufgenommenen Vegetationsparametern konnte keiner als signifikant identifiziert werden. Bei den Umgebungsparametern stellte sich der Anteil BFF im Umkreis von 500 m als signifikant heraus, die lineare Regression zeigt für diesen Parameter einen negativen Zusammenhang zu sowohl Artenzahl wie auch Individuenzahl (Abb. 3).

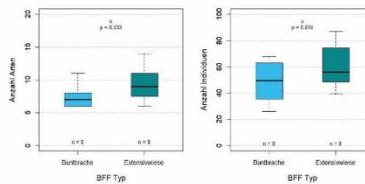


Abb. 2: Unterschiede von Anzahl Arten (linker Plot) und Anzahl Individuen (rechter Plot) zwischen Buntbrache und Extensivwiese QII (p = signifikant).

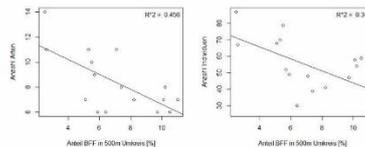


Abb. 3: Lineare Regression von Artenzahl (links), respektive Individuenzahl (rechts), und Anteil BFF im Umkreis von 500m mit den korrespondierenden R<sup>2</sup>-Koeffizienten.

Heuschrecken: Unter den kartierten Heuschrecken sind auch Arten die als «gefährdet» gelten sowie Zielarten der UZL. Die Unterschiede der Anzahl Arten zwischen den BFF-Flächen ist nur marginal signifikant, wenn alle aufgenommenen Heuschrecken miteinbezogen werden. Bei den UZL-Arten wird kein signifikanter Unterschied festgestellt. Bei der Anzahl Individuen ist der Unterschied nicht signifikant für alle Heuschrecken und marginal signifikant für die Individuenzahl der UZL-Arten (Abb. 4). Als Vegetationsparameter wurde der Anteil Blüten an der Gesamfläche ermittelt. Die lineare Regression zeigt einen positiven Zusammenhang des Blütenanteils mit der Artenzahl und der UZL-Individuenzahl. Als Umgebungsparameter erwies sich der Anteil landwirtschaftliche Nutzfläche im Umkreis von 500 m als signifikant. Er zeigt einen positiven Zusammenhang mit der Individuenzahl.

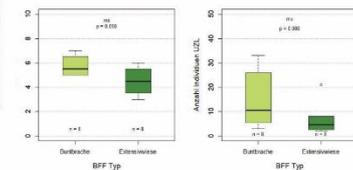


Abb. 4: Unterschiede von Artenzahl (links), respektive Individuenzahl von UZL-Arten (rechts) zwischen Buntbrache und Extensivwiese QII (ms = marginal signifikant).



Carchodius alceae auf malvenreicher Buntbrache



Bicolorana bicolor auf extensiv genutzter Wiese QII

Material und Methoden

Auswahl der Untersuchungsflächen: Mit Hilfe eines Kriterienkatalogs wurden im Kanton Zürich acht Regionen (Abb. 1) mit Duos von je einer Buntbrache und einer extensiv genutzten Wiese (QII) ausgewählt. Auf den ausgewählten BFF wurden Aufnahmeflächen von 1200 m<sup>2</sup> definiert, in denen die Tagfalter- und Heuschreckenkartierung stattfand.

Kartierung: Zwischen Anfang Juni 2023 und Anfang September 2023 wurden vier Begehungen durchgeführt. In den Begehungen drei und vier wurden zusätzlich zu den Tagfaltern auch Heuschrecken kartiert. Die Aufnahmefläche wurde im langsamen Schrittempo schlangelinienförmig durchschritten und die Tagfalter- respektive Heuschreckensichtungen notiert. Heuschrecken wurden zusätzlich auch akustisch verortet.

Statistische Auswertung: Die statistische Auswertung der erhobenen Daten erfolgte in R Studio. Die Tests auf die Unterschiede der BFF-Typen wurden mit t-Tests, respektive Wilcoxon-Tests durchgeführt. Für das Ermitteln von relevanten Vegetations- und Umgebungsparameter wurde eine Rückwärtsselektion mit ANOVA durchgeführt und die übrigbleibenden signifikanten Parameter mit einer einfachen linearen Regression überprüft.

Diskussion und Schlussfolgerung

Im Bezug auf die Tagfalter unterscheiden sich Buntbrachen und extensiv genutzte Wiesen QII signifikant. Interessant ist der negative Zusammenhang zwischen dem Anteil BFF im Umkreis von 500 m und der Arten- sowie Individuenzahl. Das widerspricht Studien, welche für einen steigenden Anteil BFF auch eine steigende Artenzahl beobachteten [4]. Eine mögliche Erklärung für den beobachteten negativen Zusammenhang könnte sein, dass trotz eines hohen BFF-Anteils die Qualität der Lebensräume den spezialisierten Arten nicht genug und sie darum verschwinden. Übrig bleiben wenige, sehr generalistische Arten in hoher Individuenzahl wie beispielsweise *Maniola jurtina*.

Im Bezug auf die Heuschreckenvielfalt und Individuenzahl ist kein oder nur ein marginaler Unterschied zu sehen. Die kartierten Heuschrecken mit dem Status «gefährdet» wurden auf Buntbrachen jedoch häufiger gefunden als auf Extensivwiesen. Die nur auf Buntbrachen gefundenen Arten *Conocephalus fuscus* und *Oecanthus pellucens* kommen nur bei genügend hoher Vegetation vor (Baur et al., 2006). Ihr Vorkommen auf Buntbrachen unterstreicht damit die Wichtigkeit von Flächen im Kulturland, auf denen die Vegetation eine gewisse Höhe erreicht und die nicht geschneitten wird.

Quellen: [1] Buisson, G., & Frei, J. (2022). Biodiversität in der Schweiz (LZ 2309-D) Umweltzustand, S. 99. Bundesamt für Umwelt (BAFU). [2] Buisson, G., Anliker, R., & Buisson, J.-P. (2023). Biodiversitätsförderflächen, Vogel- und Tagfalterartreue von der Fläche und Qualität. https://doi.org/10.24453/ARNDZ.16/2023 [3] Bundesamt für Landwirtschaft (BLW). (2023). Biodiversitätsbeiträge: https://www.blw.admin.ch/blw/de/home/strategie/beitraege/beitraege.html [4] Breyer, S., Fiedl, M., Martini, N., Pfister, M., Roth, T., Stalling, T., & Weber, D. (2020). Wirkung der Biodiversitätsförderung im Landwirtschaftsgebiet des Kantons Basel auf Heuschrecken, Tagfalter und Vegetation. https://doi.org/10.24453/ARNDZ.16/2020 Photos: Sarah Aepli