Zweite Ad hoc-Studie zur faunistischen Bewertung von FAKT-Blühmischungen

Ergebnisbericht

Dr. Anna Knuff (1,2), Nele Stackelberg (1,2), Heike Nitsch (1), Dr. Felix Fornoff (2), Jörg Schramek (1)

(1) Institut für ländliche Strukturforschung
(2) Albert-Ludwigs-Universität Freiburg

Juni 2021

Impressum

Die vorliegende Studie entstand im Rahmen der Bewertung des Maßnahmen- und Entwicklungsplans Ländlicher Raum Baden-Württemberg 2014 – 2020 (MEPL III).

Auftraggeber:

Ministerium für Ländlichen Raum und Verbraucherschutz Baden-Württemberg
Kernerplatz 10
70182 Stuttgart

Institut für Ländliche Strukturforschung (IfLS)
an der Goethe-Universität Frankfurt am Main

Ansprechperson: Heike Nitsch
Email: nitsch@ifls.de
Kurfürstenstraße 49
60486 Frankfurt a.M.
Tel.:069-9726683-13
Fax: 069-9726683-22
Website: www.ifls.de

Kooperationspartner:

Albert-Ludwigs-Universität Freiburg
Professur für Naturschutz und Landschaftsökologie
Tennenbacher Str. 4, 79106 Freiburg
Hauptbearbeiterin: Dr. Anna Knuff

Titelfotos: Dr. Anna Knuff

Inhaltsverzeichnis

1 Aufgabenstellung und Zielsetzung 1

2 Untersuchungskonzept und Methodik 3

2.1 Beschreibung der Maßnahmen und der Blühmischungen 3

2.2 Regionen und Flächenauswahl 4

2.3 Vorgehen bei der Felduntersuchung 8

2.4 Auswertung 9

3 Ergebnisse der Felduntersuchung 11

3.1 Vegetation 11

3.2 Blütenbesuchende Insekten 17

3.2.1 Beschreibung der beobachteten Arten 17

3.2.2 Statistische Unterschiede der Arten- und Individuenzahlen zwischen den Flächentypen 20

3.2.3 Das Vorkommen bedrohter Arten 26

3.2.4 Zur Ökologie der Bienen 28

3.3 Interaktionsnetzwerke zwischen Blüten und Insekten 30

3.3.1 Interaktionsnetzwerke zwischen Blüten und Bienen 31

3.3.2 Interaktionsnetzwerke zwischen Blüten und Schwebfliegen 33

4 Zusammenfassung der Ergebnisse und Fazit 36

4.1 Zusammenfassung der Untersuchungsergebnisse 36

4.2 Fazit 38

5 Quellenverzeichnis 41

6 Anhang 43

6.1 Zusammensetzung der FAKT-Blühmischungen M1 und M3 43

6.2 Vorkommen blühender Pflanzen auf den Untersuchungsflächen 45

6.3 Zusammenfassung der Arten- und Individuenzahlen der Insektengruppen 50

6.4 Zusammenhang von Insektenindividuen und Blütendeckung 52

6.5 Individuenzahlen der Insekten für jeden Flächentyp 53

6.6 Analyse der Artengemeinschaften 57

6.7 Weitere Netzwerkabbildungen 59

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Beispielhafte Untersuchungsflächen (Brache und Blühflächen) 7
Abbildung 2: Beispielhafte Untersuchungsflächen (Raps und Leguminosen) 8
Abbildung 3: Akkumulationskurven der Pflanzenarten auf den Flächentypen „Einjährig“, „Überjährig“, "Mehrjährig" und "Brache". 11
Abbildung 4: Anzahl der Pflanzenarten auf den verschiedenen Flächentypen 13
Abbildung 5: Anzahl der blühenden Flächen pro Flächentyp und Begang 14
Abbildung 6: Anzahl der Blütenköpfe auf den FAKT-Blühflächentypen bei jedem Begang 15
Abbildung 7: Prozentualer Anteil der FAKT-Pflanzen an der Gesamtblütendeckung 16
Abbildung 8: Ordinationsplot der Blütenartenzusammensetzung auf den Flächentypen 17
Abbildung 9: Beispiele gefundener Bienenarten 18
Abbildung 10: Akkumulationskurven der Bienenarten (links) und der Schwebfliegenarten (rechts) für die verschiedenen Flächentypen 18
Abbildung 11: Beispiele gefundener Schwebfliegen- und Tagfalterarten 19
Abbildung 12: Akkumulationskurven der Tagfalterarten für die verschiedenen Flächentypen 20
Abbildung 13: Anzahl an Bienenarten auf den Flächentypen 21
Abbildung 14: Anzahl an Bienenindividuen auf den Flächentypen 22
Abbildung 15: Anzahl an Schwebfliegenarten auf den Flächentypen 23
Abbildung 16: Anzahl an Schwebfliegenindividuen auf den Flächentypen 23
Abbildung 17: Anzahl an Tagfalterarten auf den Flächentypen 24
Abbildung 18: Anzahl der Tagfalterindividuen auf den Flächentypen 25
Abbildung 19: Artenzahlen der Insekten in Abhängigkeit der Anzahl der Pflanzenarten 26
Abbildung 20: Artenzahlen der Insekten in Abhängigkeit der mittleren Blütendeckung 26
Abbildung 21: Die Artenzahl der drei Insektengruppen auf den verschiedenen Flächentypen und ihr jeweiliger Anteil an bedrohten Arten 27
Abbildung 22: Anzahl an Bienenarten mit verschiedenen Nistweisen pro Flächentyp 28
Abbildung 23: Spezialisierung der Bienenarten auf den verschiedenen Flächentypen 30
Abbildung 24: Interaktionsnetzwerk zwischen Pflanzen (unten) und Bienen (oben) auf mehrjährigen FAKT-Blühflächen 32
Abbildung 25: Legenden der Abbildungen zu den Interaktionsnetzwerken 32
Abbildung 26: Interaktionsnetzwerk zwischen Pflanzen (unten) und Bienen (oben) auf den Brachflächen 33
Abbildung 27: Interaktionsnetzwerk zwischen Pflanzen (unten) und Schwebfliegen (oben) auf einjährigen FAKT-Blühflächen 34
Abbildung 28: Interaktionsnetzwerk zwischen Pflanzen (unten) und Schwebfliegen (oben) auf überjährigen FAKT-Blühflächen 35
Abbildung 29: Interaktionsnetzwerk zwischen Pflanzen (unten) und Schwebfliegen (oben) auf den Brachflächen 35
Abbildung 30: Individuenzahlen der Insekten in Abhängigkeit der mittleren Blütendeckung 52
Abbildung 31: Artengemeinschaft der Bienen, dargestellt als Ordinationsplot 57
Abbildung 32: Artengemeinschaft der Schwebfliegen, dargestellt als Ordinationsplot 58
Abbildung 33: Artengemeinschaft der Tagfalter, dargestellt als Ordinationsplot 58
Abbildung 34: Interaktionsnetzwerk zwischen Pflanzen (unten) und Bienen (oben) auf einjährigen FAKT-Blühflächen 59
Abbildung 35: Interaktionsnetzwerk zwischen Pflanzen (unten) und Bienen (oben) auf überjährigen FAKT-Blühflächen 59

Abbildung 36: Interaktionsnetzwerk zwischen Pflanzen (unten) und Bienen (oben) auf Leguminosen (links) und Raps (rechts) 60
Abbildung 37: Interaktionsnetzwerk zwischen Pflanzen (unten) und Schwebfliegen (oben) auf Leguminosen (links) und Raps (rechts) 60
Abbildung 38: Interaktionsnetzwerk zwischen Pflanzen (unten) und Schwebfliegen (oben) auf mehrjährigen FAKT-Blühflächen 61

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Wesentliche Auflagen für die FAKT-Maßnahmen E 2 und E 7 4
Tabelle 2: Anzahl der Flächen jedes Flächentyps je räumlichen Cluster sortiert nach Landkreis 6
Tabelle 3: Artenzahlen der blühenden Pflanzen auf den verschiedenen Flächentypen 12
Tabelle 4: Netzwerkindex H2' der Blüten-Bienen-Interaktionen auf den verschiedenen Flächentypen 31
Tabelle 5: Netzwerkindex H2' der Blüten-Schwebfliegen-Interaktionen auf den verschiedenen Flächentypen 34
Tabelle 6: Einfluss der Flächentypen auf Arten- und Individuenzahlen der drei Insektengruppen 36
Tabelle 7: Saatanteile blühender Pflanzenarten in den FAKT-Blühmischungen M1 und M3 43
Tabelle 8: Zustand der verschiedenen Flächen bei den drei Begängen 45
Tabelle 9: Artenliste der auf den Untersuchungsflächen aufgefundenen blühenden Pflanzenarten 46
Tabelle 10: Anzahl der Pflanzenarten auf verschiedenen Flächentypen sowie Anteil an Arten und Blütenköpfen aus der jeweiligen FAKT-Mischung 49
Tabelle 11: Vergleich der Anzahl an Bienenarten und der Anzahl an Bienenindividuen sowie Bienenindividuen ohne die Honigbiene zwischen Flächentypen 50
Tabelle 12: Vergleich der Anzahl an Schwebfliegenarten und der Anzahl an Schwebfliegenindividuen zwischen Flächentypen 50
Tabelle 13: Vergleich der Anzahl an Tagfalterarten und der Anzahl an Tagfalterindividuen zwischen den Flächentypen 51
Tabelle 14: Individuenzahlen der Bienen für jeden Flächentyp 53
Tabelle 15: Individuenzahlen der Schwebfliegen für jeden Flächentyp 55
Tabelle 16: Individuenzahlen der Tagfalter für jeden Flächentyp 56

1 Aufgabenstellung und Zielsetzung

Blühende Strukturen sollen diversen Tierarten auch in einer intensiv genutzten Agrarlandschaft Nahrung, Lebensraum und Schutz bieten. Die Förderung von Blühstreifen oder -flächen auf Ackerland über das baden-württembergische Förderprogramm für Agrarumwelt, Klimaschutz und Tierwohl (FAKT) soll ein Baustein sein, dem Rückgang insbesondere der Insektenfauna zu begegnen.

Neben dem Artenschutz als primäres Ziel der Maßnahmen kann die Förderung von bestäubenden Insekten durch Blühstreifen sich auch positiv auf die Erträge der nahegelegenen, von Bestäubung abhängigen Ackerkulturen auswirken. Der Lebensraum von Wildbienen und anderen bestäubenden Insektenarten ist durch den Rückgang natürlicher Habitate in landwirtschaftlichen Gebieten bedroht (Wagner 2020). Honigbienen sind als Nutztiere hiervon nicht betroffen und können direkt zur Förderung der Bestäubung und somit zur Steigerung des landwirtschaftlichen Ertrages eingesetzt werden. Allerdings ist hiermit eine Abhängigkeit von einer einzigen Art geschaffen, was sich bei einem Ausfall der Art durch Krankheiten gravierend auf die landwirtschaftlichen Erträge auswirken kann. Unabhängig davon gibt es auch Kulturpflanzen, die durch wilde Insekten effektiver bestäubt werden als durch Honigbienen (Garibaldi et al. 2013).

Um die Wirkung über FAKT geförderter Blühflächen auf bestäubende Insekten zu ermitteln, wurde im Jahr 2018 eine erste Studie im Rahmen der Evaluierung des Maßnahmen- und Entwicklungsplans Ländlicher Raum Baden-Württemberg 2014 bis 2020 (MEPL III) durchgeführt. Bewertet wurden Artenreichtum und Häufigkeit von Bienen, Tagfaltern und Schwebfliegen auf den Blühflächen, die mit den für die FAKT-Förderung zugelassenen Blühmischungen angesät waren, und grünland-geprägten Vergleichsflächen (Nitsch et al. 2019). In diese erste Untersuchung wurden lediglich die einjährigen Blühmischungen einbezogen, die deutlich weiter verbreitet sind als die damals ebenfalls bereits angebotene überjährige Variante. Die Ergebnisse zeigten, dass die Ansaat der einjährigen FAKT-Mischungen geeignet ist, das Blütenangebot über den Sommer zu erhöhen und somit die Nahrungsgrundlage für bestäubende Insekten in der Agrarlandschaft zu verbessern. Die Flächen stellen allerdings das Blühangebot nur für eine begrenzte Zeit während der Vegetationsperiode zur Verfügung und eigenen sich weniger als Überwinterungs- und Nisthabitat.

Aufgrund der Erwartungen an über- oder mehrjährige Blühflächen, diese ökologischen Leistungen besser zu bedienen, sollten in einer zweiten Untersuchung solche Flächen mit einbezogen werden. Die hier vorgelegte Studie untersucht daher die Attraktivität von über FAKT geförderten Blühflächen, einschließlich der überjährigen Blühmischungen und der neuen FAKT-Maßnahme zu mehrjährigen Blüh-, Brut- und Rückzugsflächen (Lebensräume für Niederwild) für die bereits in der ersten Studie untersuchten Insektengruppen. Ergänzt wurden außerdem Vergleichsflächen mit blühenden Ackerkulturen. Zusätzlich wurde eine Auswertung zu Interaktionsnetzwerken zwischen Blütenpflanzen und den Insektengruppen durchgeführt, um den Zusammenhang zwischen Blütenpflanzen und Insekten genauer zu verstehen. Die Methodik von Felduntersuchungen und Auswertungen orientierte sich an der Vorgängerstudie. Die Studie wurde unterstützt durch die Universität Freiburg, die die Feldaufnahmen unter anderem durch eine Abschlussarbeit ermöglichte.

Im folgenden Kapitel 2 wird das Untersuchungskonzept beschrieben. Kapitel 3 stellt die Ergebnisse vor. In Kapitel 4 werden diese noch einmal zusammengefasst und eingeordnet. In den Anhängen sind

ergänzende Tabellen zu finden. Für eine kurze Einführung zu den untersuchten Insektengruppen wird auf Nitsch et al (2019) verwiesen.

2 Untersuchungskonzept und Methodik

2.1 Beschreibung der Maßnahmen und der Blühmischungen

Zum Zeitpunkt der vorliegenden Studie wurden in FAKT zwei Maßnahmen angeboten, die die Ansaat von Blühmischungen auf Ackerflächen fördern:

- Brachebegrünung mit Blühmischungen (FAKT-Maßnahmen E 2)
- Anlage von Blüh-, Brut- und Rückzugsflächen (Lebensräume für Niederwild) (FAKT-Maßnahme E 7)

Die Maßnahme E 2 soll primär blütenbesuchenden Insekten Schutz-, Brut-, Rückzugs- oder Migrationsflächen in der Agrarlandschaft bereitstellen. Sie unterstützt sowohl die Einsaat einjähriger (Aussaat im Frühjahr des Jahres der Förderung) als auch überjähriger (Aussaat bereits im Spätsommer des Vorjahres) Blühmischungen. In beiden Fällen ist eine Vorbereitung der Fläche für eine Folgekultur bereits im September wieder möglich. Über den Verpflichtungszeitraum von fünf Jahren muss die Größe der Förderfläche im Betrieb aufrechterhalten werden. Die Blühflächen können dabei den Ort wechseln oder auf derselbe Fläche verbleiben.

Die Maßnahme E 7 wurde erstmalig im Jahr 2019 angeboten. Sie kombiniert durch jährlich wechselnde Neuansaat auf jeweils rund einer Hälfte der Fläche mehrjährige mit einjährigen Vegetationsstrukturen und soll somit Deckungs- und Nahrungsflächen für zahlreiche Offenlandarten (insbesondere bodenbrütende Feldvögel) und Insekten bieten. Die Förderfläche bleibt für fünf Jahre an derselben Stelle bestehen.

Für beide Maßnahmen sind Blühmischungen vorgeschrieben, die definierte Gewichtsanteile an Saatgut bestimmter blühender Pflanzenarten aufweisen müssen. Für die einjährigen Varianten sind dies die Mischungen M1 (18 Pflanzenarten) und M2 (M1 ohne Kreuzblütler und Buchweizen). Für überjährige Blühflächen sowie die Maßnahme E 7 ist die Mischung M3 (32 Pflanzenarten) vorgesehen. Die Blühmischungen mit ihren Pflanzenarten sind in Tabelle 7 (Anhang 6.1) aufgelistet.

Einen Überblick zu den wesentlichen Auflagen für die Maßnahmen E 2 (unterschieden nach ein- und überjähriger Variante) und E 7 gibt Tabelle 1 (für eine detaillierte Beschreibung der verschiedenen Maßnahmen siehe LTZ und MLR 2021).

Weitaus am beliebtesten bei Landwirtinnen und Landwirten sind einjährige Blühmischungen. Im Jahr 2019 wurden für die Maßnahme E 2 insgesamt rund 17.740 ha beantragt (Antragsdaten des MLR, Ref. 25, Stand 1.12.2019). 98 % davon entfielen auf einjährige Blühmischungen. Nur auf etwa 316 ha wurde eine Förderung überjähriger Blühmischungen geplant. Die Maßnahme E 7 wurde für rund 135 ha beantragt. Besonders viele Förderflächen finden sich im Norden und im Westen Baden-Württembergs[1]. Die beiden Landkreise mit den deutlich meisten über FAKT beantragen Blühflächen waren der Neckar-Odenwald-Kreis und der Main-Tauber-Kreis.

[1] Eine kartographische Darstellung mit Anzahl anAntragstellern sowie Größe der Förderfläche und deren Anteil an der Ackerfläche pro Landkreis für das Jahr 2019 findet sich beim Kartenserver der LEL (siehe https://lel.landwirtschaft-bw.de/pb/,Lde/Startseite/Service_+Downloads/FAKT)

Tabelle 1: Wesentliche Auflagen für die FAKT-Maßnahmen E 2 und E 7

	Brachebegrünung mit Blühmischungen (E 2) (einjährig)	**Brachebegrünung mit Blühmischungen (E 2) (überjährig)**	**Anlage von Blüh-, Brut- und Rückzugsflächen (E 7)**
Blühmischung	Jährliche Ansaat vorgegebener Blühmischungen (M1, M2)	Jährliche Ansaat vorgegebener Blühmischungen (M3)	Aussaat der Blühmischung M3. Maßnahme muss für 5 Jahre auf derselben Flächen verbleichen
Saattermine und Standzeit	Aussaat bis spätestens 15. Mai	Aussaat bis 15. Sept. des Vorjahres	Aussaat im 1. Jahr bis spätestens 15. Mai (auch im Spätsommer des Vorjahres möglich). Winterruhe jedes Jahr bis einschließlich 15. Januar. Danach Neueinsaat auf 1/3 bis 2/3 der Fläche; in den Folgejahren im Wechsel auf den Teilflächen jeweils Neueinsaat (d.h. Blühmischung bleibt auf jeder Teilfläche jeweils 2 Jahre stehen). Im letzten Jahr Vorbereitung für Folgekultur ab September möglich
	Mulchen/Einarbeiten des Aufwuchses nicht vor Ende November bzw. ab September bei Anbau einer Winterkultur		
Flächengröße	Flächig oder als Streifen (Mindestbreite 5 m)		Flächig oder als Streifen (Mindestbreite 10 m); Mindestgröße 0,3 ha
Schröpfschnitt	Schröpfschnitt ab 15. Juli möglich bei einem Anteil nicht ausgesäter Arten mit Deckungsgrad von> 75 % (bei E 7 nur auf den jeweils neu eingesäten Flächen)		
Düngung und Pflanzenschutz	Kein Einsatz von stickstoffhaltigen Düngern und von Pflanzenschutzmitteln		

Ab dem Jahr 2021 wurde eine weitere Maßnahme eingeführt, die Brachebegrünung mit mehrjährigen Blühmischungen (ökologische Zellen) (FAKT Maßnahme E 8). Sie schreibt den Einsatz von regionalem Saatgut mit einem Anteil von 40 % Wildarten vor, und die Blühflächen bleiben über die gesamte Förderperiode, ohne Neuansaat, stehen. In der vorliegenden Untersuchung ist diese Maßnahme nicht enthalten.

2.2 Regionen und Flächenauswahl

Zur besseren Vergleichbarkeit mit der ersten Studie verteilen sich die untersuchten Flächen auf die beiden geographisch unterschiedlichen Regionen im Nordosten und im Südwesten Baden-Württembergs. Potenziell geeignete Landkreise wurden anhand der Förderdaten des Gemeinsamen Antrags 2019 (Stand 1.12.2019) ausgewählt. Die Daten wurden anonymisiert vom MLR zur Verfügung gestellt und enthielten die Anzahl der Antragstellenden sowie die Größe der Förderflächen für die Maßnahmen E 2 und E 7 je Landkreis. In der ersten Studie ergaben sich in Bezug auf die beobachteten Insekten keine großen Unterschiede zwischen den beiden einjährigen Blühmischungen, daher wurden in diese Untersuchung nur die deutlich häufiger vorhandenen M1-Flächen aufgenommen. Da es deutlich weniger Anträge für die E 7-Maßnahme gab, war deren Zahl ausschlaggebend für die Auswahl folgender Landkreise:

- Region Nordost: Main-Tauber-Kreis*[2], Hohenlohekreis*, Neckar-Odenwald-Kreis, Rhein-Neckar-Kreis
- Region Südwest: Landkreis Emmendingen*, Landkreis Breisgau-Hochschwarzwald, Landkreis Lörrach, Ortenaukreis*, Landkreis Rottweil

Neben den drei Blühflächentypen wurden, anders als bei der ersten Studie 2018, blühende Ackerkulturen als Vergleichsflächen ergänzt. Mit den FAKT-Blühmischungen sollen unter anderem Nahrungshabitate für blütenbesuchende Insekten geschaffen werden, sodass ihr Nutzen im Vergleich zu blühenden Ackerkulturen untersucht wurde. Ausgewählt wurden der im April/Mai blühende Raps und später blühende Leguminosen (Kleegras, Luzerne, Soja), um über den gesamten Untersuchungszeitraum potenziell blühende Ackerkulturen einzubeziehen. Andere weit verbreitete Ackerkulturen wie Mais und Getreide wurden als Vergleichsflächen nicht berücksichtigt, da sie keinen Nektar produzieren und somit keine nennenswerte Bedeutung für blütenbesuchende Insekten haben (Abrol 2012).

Als weitere Vergleichsflächen wurden wie bereits 2018 erneut Brachen einbezogen. Da die FAKT-Maßnahmen E 2 und E 7 einen Anreiz zur Begrünung von Brachen setzen, war das Ziel, einen Vergleich mit aus der Nutzung genommenen Ackerflächen, ohne Einsaat von Blühmischungen, zu ziehen. Leider gelang es nicht, ausreichend durch ihre räumliche Nähe geeignete Flächen dieser Art zu finden, sodass ersatzweise stillgelegte Grünlandflächen untersucht wurden.

In den Abbildungen und Tabellen werden die verschiedenen Flächentypen wie folgt benannt:

- Einjährige Blühflächen der FAKT-Maßnahme E 2 (für diese Studie nur M1-Mischung): **Einjährig**
- Überjährige Blühflächen der FAKT-Maßnahme E 2 (M3-Mischung): **Überjährig**
- Blühflächen der FAKT-Maßnahme E 7 (M3-Mischung): **Mehrjährig**[3]
- Stillgelegte Vergleichsflächen: **Brache**
- Vergleichsflächen mit Anbau von Raps: **Raps**
- Vergleichsflächen mit Anbau von Leguminosen: **Leguminose**

Die Suche nach Betrieben, die an der Studie teilnehmen wollten, erfolgte zwischen Februar und April 2020. Sämtliche Antragstellenden der E 7-Maßnahme in den genannten Landkreisen wurden vom MLR angeschrieben mit der Bitte, mit ihren Blühflächen an der Studie teilzunehmen. Um Betriebe mit den anderen Flächentypen für die Studie zu gewinnen, wurde vom IfLS mithilfe eines Flyers ein Aufruf über die Unteren Landwirtschaftsbehörden inklusive der Pflanzenbauberatung, den Badischen Landwirtschaftlichen Hauptverband sowie diverse Landschaftserhaltungsverbände und deren Homepages sowie mithilfe von Rundschreiben gestartet. Außerdem wurde über die geplante Studie in der Badischen Bauern Zeitung und in der Zeitschrift BW agrar informiert. Insgesamt meldeten sich fast 100 Landwirtinnen und Landwirte, von denen 76 über ihre Blühflächen Auskunft gaben. Abgefragt wurden die beantragten Maßnahmen bzw. die verwendeten Blühmischungen, der Beginn des Verpflichtungszeitraums, Lage und Größe der Blühflächen und im Falle der E 2-Maßnahme, ob die

[2] Mit * markierte Kreise waren bereits bei der Studie 2018 dabei. Für die aktuelle Studie musste der Suchraum vergrößert werden, um ausreichend Flächen für die E 7-Maßnahme zu enthalten.

[3] Es handelt sich zwar nicht um über die gesamte Förderperiode ohne Neuansaat stehenbleibende Blühflächen, aber die Teilflächen bleiben im Wechsel jeweils zwei volle Jahre stehen. Die Erhebung der Blütenbesucher fand immer auf der "zweijährigen" Hälfte statt, also der Fläche, die im Jahr der Erhebung nicht neu eingesät wurde.

Blühflächen jährlich auf denselben Flächen angelegt wurden. Während auf zahlreichen Betrieben einjährige Blühflächen vorhanden waren, gab es nur zehn Betriebe mit überjährigen und zwölf mit mehrjährigen Blühflächen. Von den mehrjährigen Blühflächen konnten nur acht anstatt der angestrebten zehn Flächen in die Studie aufgenommen werden. Vom überjährigen Typ gab es nur zwei, die flächig angelegt waren, die übrigen acht waren als Streifen angelegt.

Wichtigstes Kriterium bei der Flächenauswahl war, dass die FAKT-Maßnahmen 2020 nicht erstmalig auf dem Betrieb durchgeführt wurden. Dies war insbesondere für die E 7-Flächen wichtig, d.h. die Einsaat musste bereits im Herbst 2018 oder im Frühling 2019 stattgefunden haben, da die Erhebung der Blütenbesucher auf der Teilfläche stattfinden sollte, die sich im zweiten Jahr befand (nicht auf der im Jahr der Erhebung neu eingesäten Teilfläche). Weitere Auswahlkriterien waren, dass in den beiden geographischen Regionen möglichst die gleiche Anzahl an Flächen von jedem Typ vorhanden war und dass in unmittelbarer räumlicher Nachbarschaft möglichst eine Fläche von jedem Typ lag (sog. räumliche Cluster). Um diese Kriterien zu erfüllen, mussten neben Blühflächen auch Blühstreifen in die Studie aufgenommen werden. Die Flächen verteilten sich in jeder Region auf drei Landkreise. Einen Überblick über die Verteilung der insgesamt 58 Flächen gibt Tabelle 2.

Tabelle 2: Anzahl der Flächen jedes Flächentyps je räumlichen Cluster sortiert nach Landkreis.

In der Region Südwest enthielt jeder Landkreis ein räumliches Cluster. Mit * markierte Kreise waren bei der Studie 2018 schon dabei.

	Einjährig	**Überjährig**	**Mehrjährig**	**Brache**	**Leguminose**	**Raps**
Main-Tauber*						
Boxberg	1	1	-	1	1	1
Gerlachsheim	1	-	1	1	-	1
Wittighausen	1	-	2	1	-	1
Hohenlohekreis*						
Oberkessach	1	-	1	1	1	1
Neckar-Odenwald						
Altheim	1	-	1	1	1	1
Rhein-Neckar						
St. Leon	1	1	-	1	2	1
Nord-Ost gesamt	**6**	**2**	**5**	**6**	**5**	**6**
Breisgau-	2	-	-	2	1	-
Ortenau	2	4	-	-	1	2
Rottweil	-	4	3	2	3	2
Süd-West gesamt	**4**	**8**	**3**	**4**	**5**	**4**
Gesamt	**10**	**10**	**8**	**10**	**10**	**10**

Bei den Leguminosen handelte es sich um fünf Flächen mit Kleegras, drei Flächen mit Luzerne und zwei Flächen mit Soja. Allerdings wurden die Soja-Flächen zu keinem Begang in blühendem Zustand aufgefunden. Als Brachen wurden sechs brachliegende Wiesen und vier Gewässerrandstreifen ohne eingesäte Blühmischungen verwendet. Da sich die Gewässerrandstreifen vom ökologischen Charakter (Grasdominanz ohne Blütenpflanzen, häufige Mahd und geringere Flächengröße) stark von den brachliegenden Wiesen unterschieden, wurde die Analyse letztendlich ausschließlich mit den brachliegenden Wiesen durchgeführt. Zwei dieser Grünlandflächen waren allerdings im zweiten Begang bereits gemäht, so dass sie tatsächlich keine Brachen im engeren Sinn darstellten. Der Begriff „Brache“ wird für diese Flächenkategorie in dieser Studie jedoch weiterverwendet.

Abbildung 1 und Abbildung 2 zeigen beispielhafte Untersuchungsflächen.

Abbildung 1: Beispielhafte Untersuchungsflächen (Brache und Blühflächen)

Oben links: Brachfläche (Wittinghausen); oben rechts: einjährige Blühfläche (Oberkessach); unten links: mehrjähriger Blühstreifen (Oberndorf); unten rechts: überjährige Blühfläche (Oberndorf). Die Fotos wurden von Anna Knuff jeweils beim zweiten Begang aufgenommen.

Abbildung 2: Beispielhafte Untersuchungsflächen (Raps und Leguminosen)

Links: Raps, rechts: Luzerne. Beide Flächen befinden sich bei Altheim und wurden von Anna Knuff beim ersten (Raps) und zweiten (Luzerne) Begang fotografiert

2.3 Vorgehen bei der Felduntersuchung

Jede der ausgewählten 58 Flächen (fünf Flächentypen mit je zehn Flächen und der Typ mehrjährige Blühflächen mit nur acht Flächen) wurde 2020 zwischen Mai und September insgesamt dreimal besucht. Der erste Begang erfolgte im Zeitraum 6.5.-25.6., der zweite Begang zwischen 14.7.-21.8. und der dritte Begang zwischen 15.9.-13.10. Mit den Wildbienen (*Apoidea*) und Honigbienen, Schwebfliegen (*Syrphidae*) und Tagfaltern (*Lepidoptera*) wurden dieselben Gruppen blütenbesuchender Insekten wie in der ersten Studie von 2018 erfasst. Die Aufnahmemethodik orientierte sich eng am Vorgehen der ersten Studie, um eine gewisse Vergleichbarkeit zu gewährleisten. Da sich der Aufwand durch die höhere Flächenzahl und die geringere Mitarbeiterzahl im Vergleich zur ersten Studie jedoch deutlich erhöht hatte, waren einige Anpassungen erforderlich.

Die Aufnahme der Vegetation erfolgte auf fünf (2018: acht) quadratischen Teilflächen von 1 m^2 Größe je Untersuchungsfläche. Die Teilflächen wurden bei jedem Begang willkürlich auf den Untersuchungsflächen verteilt. Für jede Teilfläche wurden alle zum Aufnahmezeitpunkt blühenden Pflanzen notiert und die Deckung und Anzahl ihrer Blüten(-stände) geschätzt.

Bienen und Schwebfliegen wurden auf denselben Teilflächen 10 Minuten lang (2018: 5 Minuten) beobachtet. Sämtliche Blütenbesuche wurden dokumentiert und die Tiere zwecks späterer Bestimmung im Labor mit dem Kescher gefangen. Durch Pausieren der Stoppuhr während des Insektenfangs wurde die Beobachtungszeit zwischen allen Teilflächen konstant gehalten. Honigbienen wurden nicht gefangen, bei ihnen wurde die Anzahl der Blütenbesuche gezählt.

Für die Tagfalter konnte die Aufnahmemethodik von 2018 mit zwei Transekten mit je 15 Minuten Beobachtungszeit pro Fläche nicht beibehalten werden. Auf den über- und mehrjährigen Flächen war das Bewegen durch die häufig 100 cm hohen Wicken so stark erschwert, dass das zielgerichtete Fangen von Tagfaltern, die mit ihrer Flugbahn einen Transekt kreuzten, nicht möglich war. Stattdessen wurden Tagfalter unabhängig von Transekten auf der gesamten Untersuchungsfläche für 30 Minuten erfasst. Die Tiere wurden mit einem Kescher gefangen und für die Dauer der Aufnahme in luftdurchlässigen Gefäßen aufbewahrt, um Doppelzählungen zu vermeiden. Anschließend wurden sie zum Beleg und zur späteren Bestimmung fotografiert und wieder freigelassen.

Die Aufnahmen erfolgten ausschließlich bei trockenem Wetter zwischen 9:00 und 18:00 Uhr und nur bei leichtem Wind (durchschnittliche Windgeschwindigkeit: 0 - 18 km/h mit Mittelwert von 2,8 km/h). Nach Möglichkeit lag die Temperatur über 20°C und die Wolkendeckung unter 70 %, was jeweils bei 80 % der Messungen zutraf. Im Mittel betrug die Temperatur bei den Aufnahmen 25°C, die Wolkendeckung betrug im Mittel 25 %, etwa 50 % der Aufnahmen erfolgten bei wolkenfreiem Himmel. Die Mess- bzw. Schätzwerte (im Fall der Wolkendeckung) wurden bei jeder Untersuchungsfläche zu Beginn der Aufnahmen notiert. Diese Werte wichen bei den Aufnahmen Ende September so weit vom Soll ab, sodass auf je zwei ein- und mehrjährigen und auf einer überjährigen Blühfläche keine Insektenaufnahmen mehr möglich waren.

2.4 Auswertung

Die Artbestimmung fand durch Mitarbeitende der Universität Freiburg statt. Wildbienen wurden mithilfe der Bestimmungsschlüssel von Amiet (1996), Amiet et al. (1999, 2001, 2004 und 2007), Scheuchl (2000), Mauss (1994) und Gokcezade (2011) durch Dr. Anna Knuff sowie durch Hannah Kistner im Rahmen ihrer Masterarbeit bestimmt und von Dr. Felix Fornoff kontrolliert. Die Bestimmung der Hummeln wurde durch Tristan Eckerter überprüft. Schwebfliegen wurden von Dr. Anna Knuff bestimmt und durch Axel Ssymank überprüft. Tagfalter wurden von Dr. Anna Knuff bestimmt. Die Auswertung der Schmetterlinge beschränkte sich auf Tagfalter, tagaktive Nachtfalter wurden nicht berücksichtigt.

Die Arten- und Individuenzahlen der Insekten wurden zunächst im Zusammenhang mit Blütenartenzahl und Blütendeckung betrachtet[4]. Um die Unterschiede der Arten- und Individuenzahlen zwischen den verschiedenen Flächentypen statistisch abzusichern, wurden Kruskal-Wallis-Tests mit anschließenden post-hoc Tests durchgeführt. Die Arten- und Individuenzahlen wurden anschließend durch einen Boxplot[5] visualisiert. Neben den Artenzahlen wurde auch die Artenzusammensetzung analysiert, da reine Artenzahlen nur eine begrenzte Aussagekraft haben. So kann eine Fläche mit wenigen seltenen Arten wertvoller sein als eine Fläche mit vielen Arten die alle sehr häufig sind. Unterschiede der Artenzusammensetzung zwischen den Flächentypen wurden anhand einer multivariaten Varianzanalyse (Adonis, siehe Anderson 2001; Oksanen 2015) analysiert. Da die Artenzusammensetzung auf den Probeflächen auch innerhalb eines Flächentyps variiert, wurde als zusätzliches Maß die Homogenität der Dispersion, also die Varianz der Artenzusammensetzung der einzelnen Probeflächen innerhalb eines Flächentyps, für die Flächentypen berechnet. Zur Untersuchung signifikanter Unterschiede zwischen den Flächentypen wurde hierbei der TukeyHSD-Test angewandt. Die Unterschiede der Artenzusammensetzung wurden anschließend mit einem

[4] Der Zusammenhang zwischen Blüten und Insekten wurde anhand von generalisierten linearen gemischten Modellen untersucht. Hierzu wurde die Funktion glmer aus dem R-Paket lme4 (Bates et al. 2015) verwendet, nachdem zuvor die Verteilung der Variablen mit der R-FunktionFunktion fitdist aus dem Paket fitdistrplus analysiert wurde. In den Modellen wurde der Flächentyp als "random effect" behandelt. Die Modelle mit dem Flächentyp wurden anhand einer Anova mit generalisierten linearen Modellen ohne den Zufallseffekt Flächentyp verglichen, und die Modelle mit besserem Fit wurden zur Interpretation der Ergebnisse herangezogen.

[5] Der Box-Plot (auch Box-Whisker-Plot oder deutsch Kastengrafik) ist ein Diagramm, das zur grafischen Darstellung der Verteilung eines mindestens ordinalskalierten Merkmals verwendet wird. Es fasst dabei verschiedene robuste Streuungs- und Lagemaße in einer Darstellung zusammen. Ein Box-Plot soll schnell einen Eindruck darüber vermitteln, in welchem Bereich die Daten liegen und wie sie sich über diesen Bereich verteilen. Deshalb werden alle Werte der sogenannten Fünf-Punkte-Zusammenfassung, also der Median, die zwei Quartile und die beiden Extremwerte, dargestellt.

Ordinationsplot grafisch dargestellt[6]. Im Ordnationsplot werden Flächen mit ähnlicher Artenzusammensetzung als nahe beieinanderliegende Punkte und sehr unterschiedliche Flächen durch weit voneinander entfernte Punkte dargestellt[7].

Des Weiteren wurde der Gefährdungsstatus der untersuchten Insektenarten, die Nistweise der Bienen und die Blütenspezialisierung der Bienen analysiert, indem die Anzahl der gefährdeten Arten, der Nistweisen der Arten und der Anteil der oligolektischen[8] (spezialisierten) Arten je Flächentyp verglichen wurden. Für die Analyse der Gefährdung wurde die Rote Liste von Baden-Württemberg der LUBW (Landesanstalt für Umwelt Baden-Württemberg) verwendet (LUBW 2021). Es wurde die Artenzahl aller Arten, die entweder auf der Vorwarnliste stehen oder gefährdet oder stark gefährdet sind, berechnet und zwischen den Flächentypen verglichen. Informationen zur Spezialisierung und Nistweise von Bienen wurden aus Westrich (2019) entnommen. Die Analyse der Gefährdung, Nistweise und Spezialisierung erfolgte wie die Arten- und Individuenzahlen mit einem Kruskal-Wallis-Test und post-hoc Test.

Zuletzt wurden die Interaktionen zwischen Bienen und Blüten sowie die Interaktionen zwischen Schwebfliegen und Blüten anhand einer Netzwerkanalyse für jeden Flächentyp untersucht (siehe Kapitel 3.3).

Im Rahmen der Studie wird auch eine Masterarbeit durchgeführt, aus der zum Zeitpunkt der Berichterstattung jedoch noch keine Ergebnisse vorliegen. Hannah Kistner beschäftigt sich darin mit der Frage, welchen Einfluss die umgebende Landschaft auf das Vorkommen von Wildbienen auf den Untersuchungsflächen hat.

[6] Die Artengemeinschaft wurde analysiert, indem durch nichtmetrische multidimensionale Skalierung (NMDS), ein zweidimensionaler Ordinationsplot erzeugt wurde.

[7] Zur Datenbearbeitung und Analyse wurde mit der Software R gearbeitet (R Core Team 2020).

[8] Eine Bienenart bezeichnet man als oligolektisch, wenn die Weibchen ausschließlich Pollen einer Pflanzenart (oder eng verwandter Arten) sammeln und damit ihre Nester mit Larvenfutter bestücken.

3 Ergebnisse der Felduntersuchung

3.1 Vegetation

Insgesamt wurden 103 blühende Pflanzenarten über den gesamten Untersuchungszeitraum erfasst (siehe Tabelle 9 in Anhang 6.2). Auf den einjährigen M1-Flächen wurden insgesamt 39 blühende Pflanzenarten bestimmt, auf den überjährigen M3-Flächen 42 Pflanzenarten, und die mehrjährigen M3-Flächen hatten mit 48 die meisten Pflanzenarten aufzuweisen (ausgesäte Arten und Spontanvegetation). Auf den Brachflächen wurden 41 Pflanzenarten erfasst sowie 14 weitere Arten auf den von der Analyse unbeachteten Gewässerrandstreifen. Bei den Leguminosen handelte es sich um fünf Flächen mit Kleegras, drei Flächen mit Luzerne und zwei Flächen mit Soja, wobei die Sojapflanzen zu keinem Begang in Blüte waren.

Repräsentativität der Untersuchungsflächen

Um zu bewerten, wie vollständig die zu erwartenden Pflanzenarten eines Flächentyps erfasst wurden, wurden Arten-Akkumulationskurven für jeden Flächentyp erstellt (Abbildung 3).

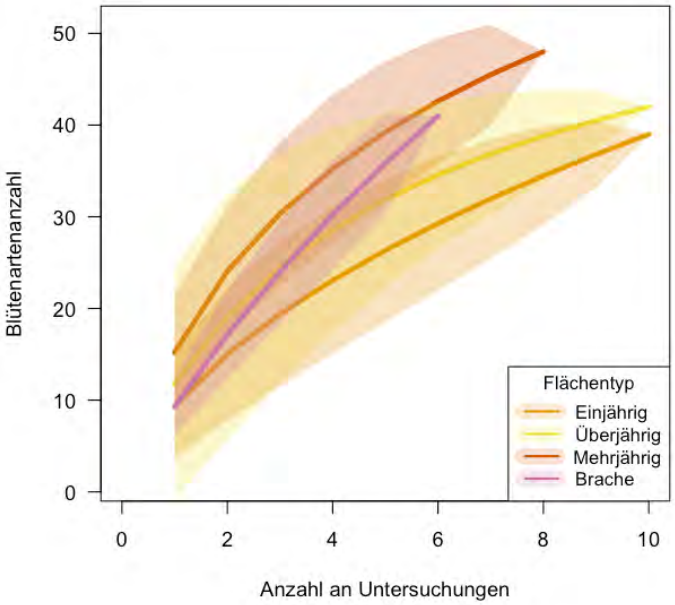

Abbildung 3: Akkumulationskurven der Pflanzenarten auf den Flächentypen „Einjährig“, „Überjährig“, "Mehrjährig" und "Brache".

Die Kurven zeigen wie sich die Artenzahl durch Aufsummieren der erfassten Arten von Untersuchung zu Untersuchung (Probefläche zu Probefläche) steigert. Da dies davon abhängt, in welcher Reihenfolge man die Arten der Flächen zusammenzählt, ergibt sich ein Konfidenzintervall, welches durch die farbige Fläche hinter jeder Linie dargestellt ist.

Die Kurven zeigen, wie viele Pflanzenarten mit jeder weiteren Untersuchungsfläche neu erfasst wurden. Je mehr sich eine Akkumulationskurve einer Sättigung (der Horizontalen) annähert, desto näher ist die erfasste Artenzahl an der maximal zu erwartenden Artenzahl des Flächentyps und desto repräsentativer ist die Datenerhebung, da mit weiteren Flächen dann kaum noch neue Pflanzenarten hinzukommen.

Wie die Abbildung 3 zeigt, war die Vegetation der überjährigen und einjährigen Blühflächen durch die Anzahl von jeweils zehn Flächen am besten erfasst. Die sehr steile Akkumulationskurve der Brachflächen zeigt, dass diese Flächen sehr heterogen waren (d.h. jede Fläche hatte viele Pflanzenarten, die auf keiner der anderen Flächen vorkamen), trotz Ausschluss der Gewässerrandstreifen. Um alle für Brachflächen typischen Pflanzenarten zu erfassen, wäre eine deutlich höhere Probenzahl nötig gewesen. Akkumulationskurven der Flächenkategorien "Leguminose" und "Raps" sind nicht abgebildet, da auf den Flächen jeweils nicht mehr als zwei Arten vorkamen.

Vergleich der durchschnittlichen Anzahl Pflanzenarten

Die durchschnittliche Anzahl an blühenden Pflanzenarten pro Fläche (Tabelle 3) unterschied sich statistisch signifikant zwischen den Flächen mit Ackerkulturen und den Blüh- und Brachflächen. Abbildung 4 illustriert diese Ergebnisse (Kruskal-Wallis-Test Chi^2=43,2; df=5; $p < 0,001$). Dabei waren ein-, über- und mehrjährige FAKT-Blühflächen und Brachflächen nicht signifikant voneinander verschieden, da die Streuung der Artenzahlen insbesondere innerhalb des Flächentyps „Überjährig“ und „Mehrjährig“ vergleichsweise groß war (post-hoc Test $p > 0,05$).

Tabelle 3: Artenzahlen der blühenden Pflanzen auf den verschiedenen Flächentypen

Es sind Mittelwert, Standardabweichung (sd), Median, Minimum und Maximum der Artenzahlen aller Flächen angegeben. Die Pflanzenarten aller Begänge wurden dafür pro Fläche jeweils zusammengefasst.

	Mittelwert	**sd**	**Median**	**Minimum**	**Maximum**
Einjährig	9,4	3,1	10	3	14
Überjährig	12,1	6,5	14	5	22
Mehrjährig	15,2	3,4	14,5	10	21
Brache	9,3	1,8	9,5	7	12
Leguminose	0,6	0,7	0,5	0	2
Raps	0,6	0,5	1	0	1

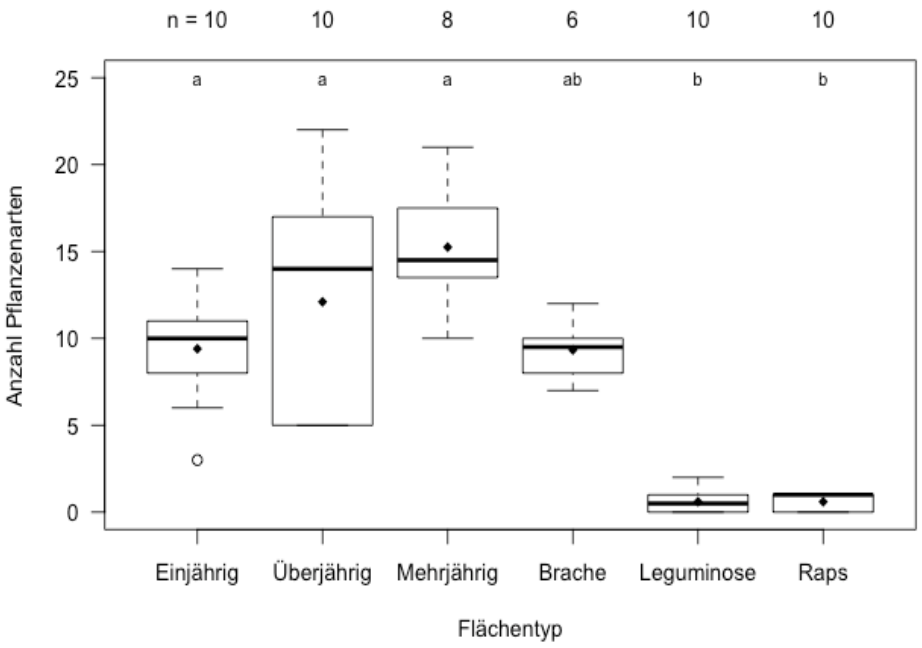

Abbildung 4: Anzahl der Pflanzenarten auf den verschiedenen Flächentypen

Die Anzahl der Pflanzenarten beschreibt pro Fläche alle innerhalb der drei Begänge vorkommenden blühenden Arten. Die Zahlen in der oberen Zeile (n) beschreiben die Anzahl der jeweils enthaltenen Flächen. Die Boxen mit den T-förmigen Linien stellen den Wertebereich der Daten dar, der fettgedruckte Balken beschreibt den Median und die Rauten zeigen den Mittelwert an. Unterschiedliche Kleinbuchstaben beschreiben statistisch signifikante Unterschiede der Artenanzahl zwischen den Flächentypen (Kruskal-Wallis-Test mit post-hoc Test $p < 0{,}05$).

Blühangebot im Jahresverlauf

Nicht alle Flächen blühten bei jedem Begang (siehe Abbildung 5 sowie Tabelle 8 in Anhang 6.2). Die Rapsflächen blühten nur beim ersten Begang, und auch dort waren gegen Ende dieser Untersuchungsperiode bereits vier Flächen verblüht. Von den einjährigen FAKT-Flächen blühten beim ersten Begang erst zwei Flächen, die verbleibenden waren erst kurz zuvor eingesät worden. Das gleiche galt für die Leguminosen. Bei ihnen und ebenso bei den Brachen gab es auch bei späteren Durchgängen Flächen ohne Blüten, da sie regelmäßig gemäht bzw. geerntet wurden. Im letzten Begang waren vor allem überjährige Blühflächen schon umgebrochen, während alle mehrjährigen und fast alle einjährigen Blühflächen noch bestanden.

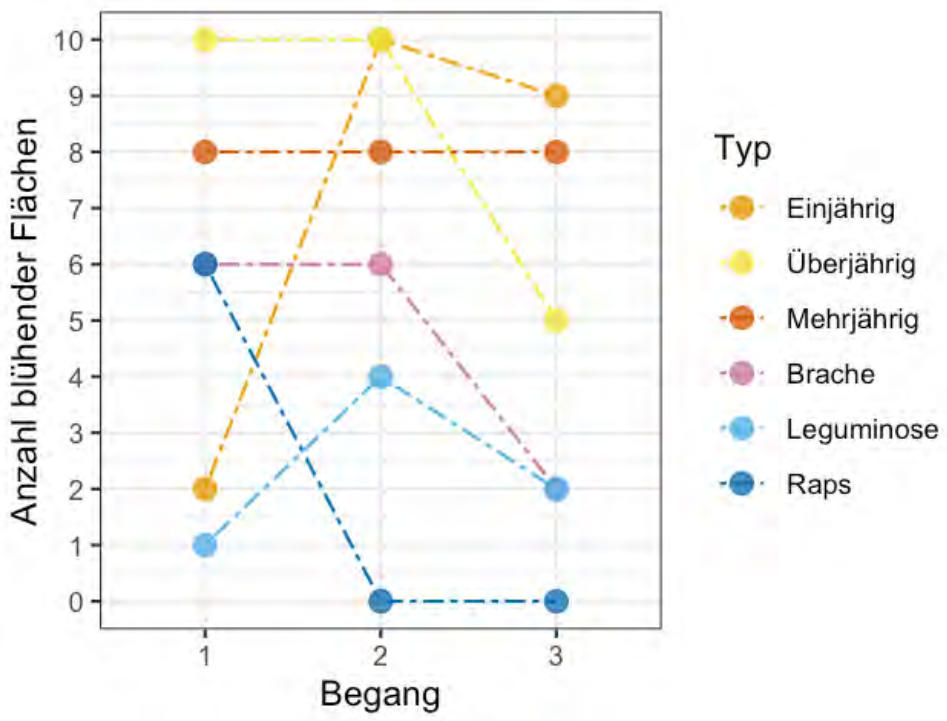

Abbildung 5: Anzahl der blühenden Flächen pro Flächentyp und Begang

Anmerkung: Alle mehrjährigen Flächen blühten durchgehend (im Gegensatz zu den anderen Flächentypen mit jeweils zehn Untersuchungsflächen waren jedoch nur acht mehrjährige Untersuchungsflächen vorhanden).

Die FAKT-Blühflächen sollen über die Vegetationsperiode ein kontinuierliches Blütenangebot sicherstellen. Je nach Flächentyp variierte die Anzahl an Blütenköpfen jedoch zwischen den einzelnen Aufnahmen (Abbildung 6). Durch die späte Aussaat der einjährigen Blühmischung bis 15. Mai keimten diese Flächen noch bei der ersten Aufnahmerunde. Über- und mehrjährige Flächen blühten in dieser Zeit bereits. Beim zweiten und dritten Begang wiesen alle FAKT-Blühflächen ein vergleichbares Blütenangebot auf. Das kontinuierlichste Blütenangebot stellten die mehrjährigen Blühflächen bereit. Bei diesen waren alle acht Untersuchungsflächen bei allen drei Begängen mit blühenden Pflanzen bestanden.

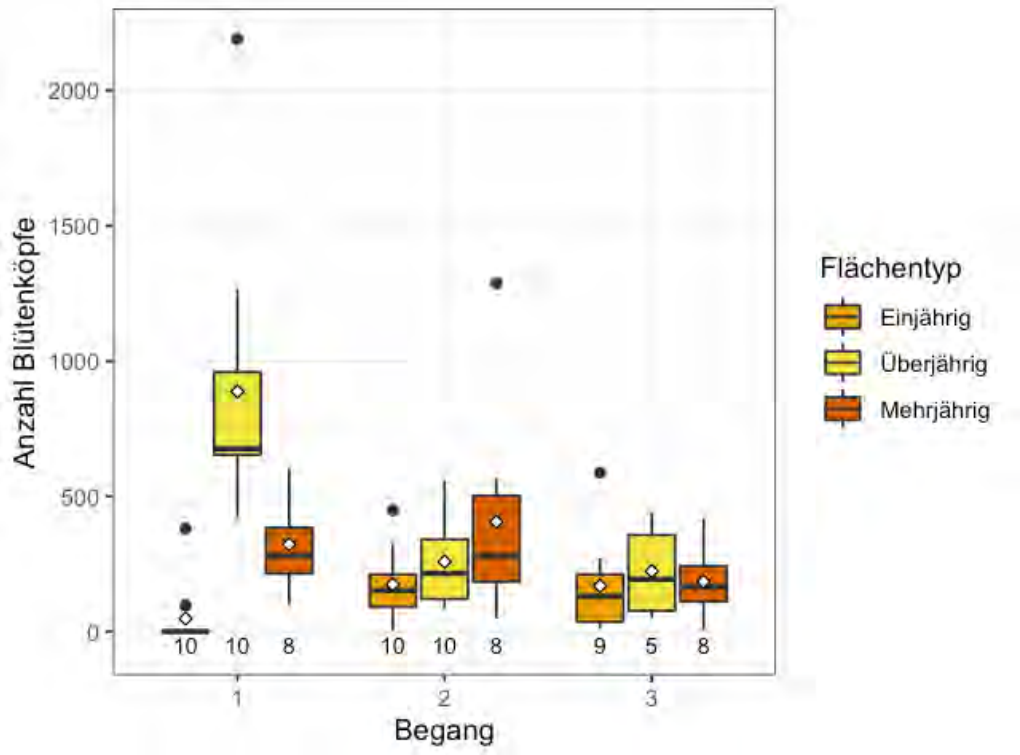

Abbildung 6: Anzahl der Blütenköpfe auf den FAKT-Blühflächentypen bei jedem Begang

Die Anzahl der Flächen, welche jedem Boxplot zugrunde liegen, ist durch die jeweilige Zahl unterhalb des Boxplot angegeben. Die Boxen beschreiben den Bereich, in dem 50 % der Daten liegen (Interquantilabstand), der Strich in der Box bildet den Median ab. Der Mittelwert der Daten ist durch die weißen Rauten dargestellt. Die "Antennen" aus den Boxen beschreiben den gesamten Wertebereich bis auf die Ausreißer, welche als Punkte dargestellt sind. Als Ausreißer sind Daten definiert, die weiter als 1,5*Interquantilabstand vom Median entfernt liegen.

Etablierung der FAKT-Blühflächen

Obwohl es nicht das Hauptziel der vorliegenden Untersuchung war, fiel bei den Datenaufnahmen auf, dass auf einigen FAKT-Flächen ein hoher Anteil nicht-ausgesäter Pflanzen vorhanden war (schätzungsweise > 60 % Deckung). Auf drei der einjährigen Blühflächen wuchs Melde (*Chenopodium album*) in hoher Dichte, auf zwei weiteren Flächen dominierte Ampfer (*Rumex sp.*), eine Fläche war stark mit Flughafer (*Avena fatua*) und eine weitere Fläche mit Disteln (*Cirsium sp.*) bestanden. Melde wuchs auch auf einer mehrjährigen Fläche in hoher Dichte, eine weitere dieser Flächen war stark vergrast und auf zweien wuchsen Disteln. Pflanzenarten wie Disteln kommen zwar auch bestäubenden Insektenarten zugute, sind aber auf landwirtschaftlich genutzten Flächen unerwünscht.

Auf der Mehrzahl der Flächen stellten die blühenden Pflanzenarten aus den jeweiligen Saatmischungen an der Gesamtblütendeckung dennoch einen großen Anteil (Abbildung 7). Blüten der Saatmischung machten im Mittel 71% der Blütendeckung aus (Tabelle 10 in Anhang 6.2).

Im Fall der einjährigen Blühflächen waren zum ersten Begang zwar noch sehr wenige Blüten vorhanden (Abbildung 6), darunter aber überwiegend Phacelia (*Phacelia tanacetifolia*), Kornblume (*Centaurea cyanus*) und Buchweizen (*Fagopyrum esculentum*) welche aus der M1-Mischung stammen (die genannten Arten sind auch in der M3-Mischung enthalten) (siehe Tabelle 7). Beim zweiten Begang wurde die Blütendeckung verstärkt von Arten geprägt, die ausschließlich in der M1-Mischung enthalten sind, darunter zum Großteil die Ringelblume (*Calendula officinalis*). Der Anteil an blühenden Pflanzen von Arten, die nicht aus der Blühmischung stammen, nahm über den Jahresverlauf zu,

insgesamt überwog aber die ausgesäte Mischung deutlich. Bei den mehrjährigen Blühflächen waren beim ersten Begang hauptsächlich Blüten von Arten anzutreffen, die sowohl in der M1- als auch in der M3-Mischung vorhanden sind. Im Jahresverlauf dominierten dann die Wilde Möhre (*Daucus carota*), Luzerne (*Medicago sativa*) und die Wiesen-Flockenblume (*Centaurea jacea*), welche ausschließlich aus der M3-Mischung stammen. Dies ist ähnlich den überjährigen Blühflächen, wobei dort aber zum ersten Begang nur etwa die Hälfte der Blütendeckung auf Pflanzenarten zurückzuführen war, die in den Blühmischungen enthalten sind. Da hier viele Wicken (*Vicia spec*) vorkamen, die nicht auf Artebene identifiziert werden konnten, ist es möglich, dass die Blütendeckung von Arten der Blühmischung tatsächlich höher war als hier dargestellt. Bei den beiden folgenden Begängen war der Blühanteil aber dann ganz überwiegend von den in der Mischung vorkommenden Arten bestimmt.

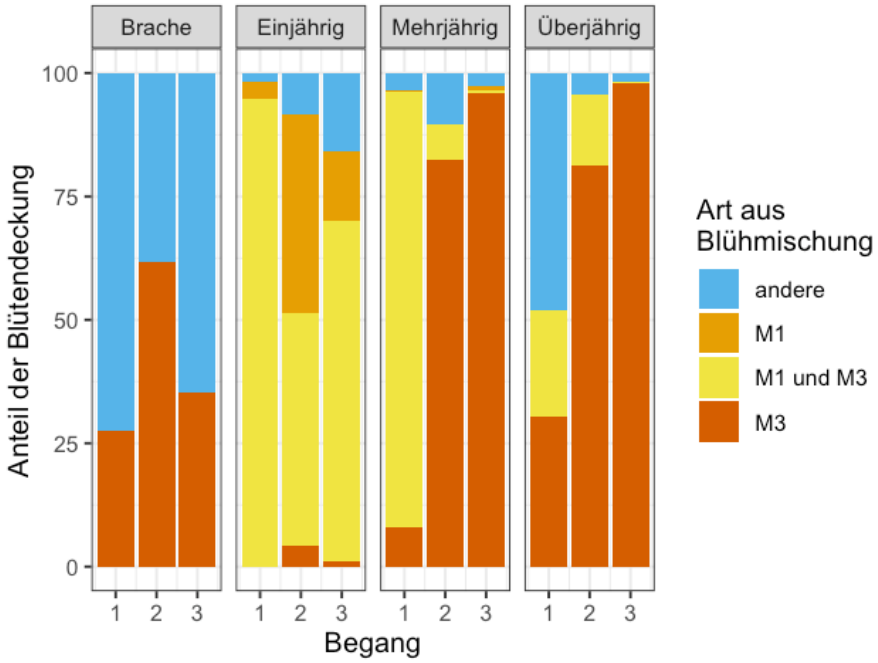

Abbildung 7: Prozentualer Anteil der FAKT-Pflanzen an der Gesamtblütendeckung

Alle Pflanzenarten, die grundsätzlich in einer der FAKT-Blühmischungen enthalten sind, sind in der Abbildung farblichen Kategorien zugeordnet. Da einige Pflanzen aus den Blühmischung auch wild wachsen, ist allerdings keine sichere Aussage möglich, ob die Blüten tatsächlich aus der gesäten Blühmischung stammten. Daher sind hier beispielsweise auf den Brachen, aber auch auf den einjährigen Blühflächen Pflanzen vorhanden, die hier der M3-Mischung zugeordnet wurden, die aber auf diesen Flächen nicht ausgesät wurde.

Artenzusammensetzung der Flächentypen im Vergleich

Die Artenzusammensetzung der Blüten war signifikant unterschiedlich zwischen den Flächentypen (Adonis der Betadiversität: $p < 0.01$). Dabei unterschieden sich vor allem die Blütenarten der Brachen von den FAKT-Flächen, und auch die einjährigen Blühflächen wiesen eine unterschiedliche Artenzusammensetzung im Vergleich zu den Flächen mit Blühmischung M3 (mehrjährig und überjährig) auf (Abbildung 8). Dies ist nicht verwunderlich, da die M1- und M3-Blühmischungen unterschiedlich zusammengesetzt sind (siehe Tabelle 7 in Anhang 6.1).

Die Brachflächen unterschieden sich deutlich von den Blühflächen, sie waren – wie zu erwarten - in der Summe mehr als zur Hälfte mit Arten bedeckt, die in keiner Blühmischung vorkamen. Dennoch machten beim zweiten Begang Pflanzenarten, die auch in der Blühmischung M3 enthalten sind, darunter hauptsächlich die gemeine Schafgarbe (*Achillea millefolium*), die wilde Möhre (*Daucus carota*) und der Wiesenklee (*Trifolium pratense*), über die Hälfte der Blütendeckung aus.

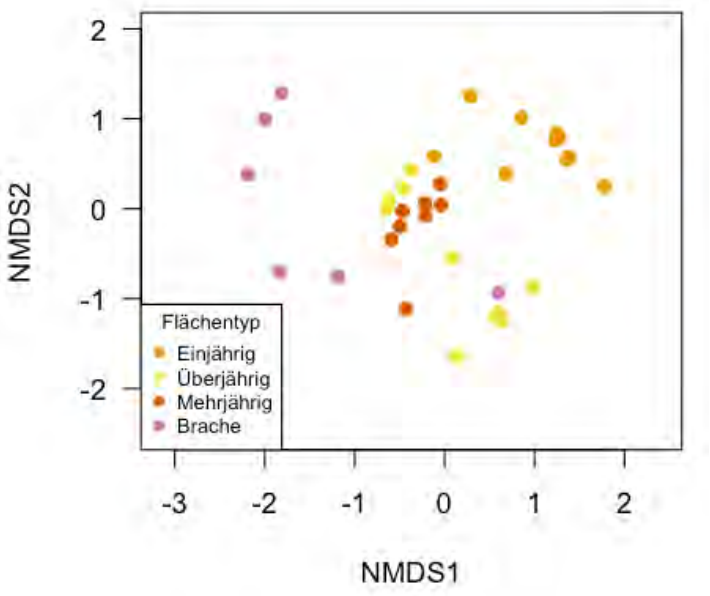

Abbildung 8: Ordinationsplot der Blütenartenzusammensetzung auf den Flächentypen

Der Ordnationsplot stellt Flächen mit ähnlicher Artenzusammensetzung als nahe beieinanderliegende Punkte dar und sehr unterschiedliche Flächen durch weit voneinander entfernte Punkte. Die Punkte stehen jeweils für die Artengemeinschaft aller Arten die über alle drei Begänge akkumuliert auf einer Probefläche vorkamen. Die Achsen (NMDS1 und NMDS2) bezeichnen die zwei Dimensionen, in welche die Artengemeinschaften anhand ihrer Unterschiede durch das nicht-metrische multidimensionale Skalieren transformiert werden. Die NMDS hatte dabei ein Stress-Level von 0.121, was bedeutet, dass die zwei Dimensionen zur Darstellung der Artengemeinschaft ausreichen.

3.2 Blütenbesuchende Insekten

3.2.1 Beschreibung der beobachteten Arten

Bienen: Insgesamt wurden neben den Honigbienen (*Apis mellifera*) 19 Arten aus der Gruppe der Schmalbienen (*Halictus* 8 Arten und *Lasioglossum* 11 Arten), je neun Hummel- (*Bombus)* und Sandbienenarten *(Andrena*), drei Maskenbienenarten (*Hylaeus*) und je zwei Arten der Gattungen der Keulhornbienen (*Ceratina*), Seidenbienen (*Colletes*) und Mauerbienen (*Osmia*) bestimmt. Sechs weitere Arten wurden als einzige ihrer Gattung bestimmt. Des Weiteren wurden als Kuckucksbienen (parasitische Bienen, die ihre Eier in die Nester fremder Bienenarten legen) fünf Blutbienenarten (*Sphecodes*) identifiziert (Anhang 6.5: Tabelle 14).

Über alle drei Begänge wurden insgesamt 1.528 **Bienen** beobachtet. Davon waren 909 Individuen Honigbienen *(Apis mellifera*). Bei den übrigen Tieren handelte es sich um Hummeln und Wildbienen aus 58 verschiedenen Arten. Die Akkumulationskurven, welche zur Bewertung der Repräsentativität der Studie in Abbildung 10 links dargestellt sind, zeigen, dass das Artenspektrum auf den Blüh- und Brachflächen mit den maximal zehn Untersuchungsflächen nicht abgedeckt wurde. Das Artenspektrum der Vergleichsflächen mit Raps und Leguminosen konnte hingegen durch die jeweils zehn Untersuchungsflächen gut erfasst werden, was an den flachen Kurven in Abbildung 10 links zu sehen ist.

Abbildung 9: Beispiele gefundener Bienenarten

Links: Die am häufigsten beobachtete Hummelart *Bombus lapidaris* auf Inkarnatklee *(Trifolium incarnatum*). Rechts: eine Wildbiene auf der wegen ihres hohen Nektargehaltes sehr beliebten Phacelia (*Phacelia tanacetifolia*). (Fotos: Dr. Anna Knuff)

Schwebfliegen: Mit 37 % der Individuen war die gewöhnliche Langbauschwebfliege (*Sphaerophoria scripta*) die häufigste beobachtete Schwebfliegenart. Weitere öfters identifizierte Arten waren Mistbiene (*Eristalis tenax*), Hainschwebfliege (*Episyrphus balteatus*) und die kleine Schwebfliege (*Syrphus vitripennis*) mit je 5 bis 6 %. Die 18 weiteren identifizierten Arten machten mit je weniger als 10 Individuen zusammen 23 % der Individuen aus. Alle Schwebfliegenarten und ihre Beobachtungshäufigkeiten auf den Flächentypen sind in Tabelle 15 (Anhang 6.5) aufgeführt. Viele Schwebfliegenarten ernähren sich von Blattläusen und können daher als Nützlinge in der Landwirtschaft angesehen werden. Dazu gehören auch die gewöhnliche Langbauchschwebfliege (*S. scripta)* und die Hainschwebfliege (*E. balteatus*), welche die am erst- und dritthäufigsten beobachteten Arten waren.

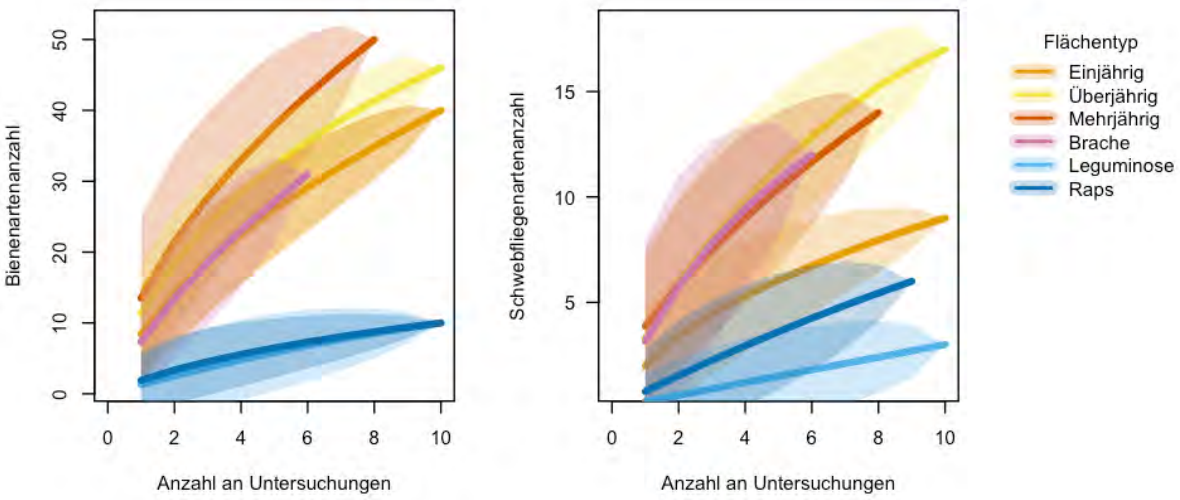

Abbildung 10: Akkumulationskurven der Bienenarten (links) und der Schwebfliegenarten (rechts) für die verschiedenen Flächentypen

Die Akkumulationskurve mit Konfidenzintervall gibt Auskunft darüber, ob es durch das Einbeziehen weiterer Flächen (Untersuchungen) möglich ist, weitere Arten zu erfassen. Je mehr sich eine Akkumulationskurve einer Sättigung annähert, desto näher ist die erfasste Artenzahl an der maximal zu erwartenden Artenzahl des Flächentyps und desto repräsentativer ist die Datenerhebung.

Von den **Schwebfliegen** wurden insgesamt 206 Individuen aus 24 Arten beobachtet. Die in Abbildung 10 rechts dargestellten Akkumulationskurven zeigen, dass durch die sechs bis zehn Untersuchungen pro Flächentyp nicht das gesamt zu erwartende Artenspektrum der jeweiligen Kategorie erfasst werden konnte. Es wird deutlich, dass das Artenspektrum auf den Blüh- und Brachflächen weniger vollständig erfasst werden konnte als auf Ackerkulturen Raps und Leguminose.

Abbildung 11: Beispiele gefundener Schwebfliegen- und Tagfalterarten

Links: Die häufigste Schwebfliegenart *Sphaerophoria scripta* und rechts der am zweithäufigsten beobachtete Tagfalter *Polyommatus icarus* (Fotos: Dr. Anna Knuff)

Tagfalter: Die häufigsten drei Tagfalterarten, der kleine Kohlweißling (*Pieris rapae*), der Hauhechel-Bläuling (*Polyommatus icarus*) und das kleine Wiesenvögelchen (*Coenonympha pamphilus*), machten 65% aller beobachteten Individuen aus. Dabei war der kleine Kohlweißling auf allen Flächen häufig vertreten und war mit 79 Beobachtungen auf den einjährigen Blühflächen der Falter mit der maximalen Beobachtungszahl. Der Hauhechel-Bläuling war ebenso auf allen Flächen häufig, mit Ausnahme der ohnehin tagfalterarmen Rapsflächen. Das kleine Wiesenvögelchen war besonders häufig auf mehrjährigen Blühflächen und auf Brachflächen. Auf Brachflächen war zudem das große Ochsenauge (*Maniola jurtina*) sehr verbreitet, welches sonst noch auf den einjährigen Blühflächen häufig beobachtet wurde. Die Tagfalterarten mit den Beobachtungszahlen auf den verschiedenen Flächentypen sind in Tabelle 16 (Anhang 6.5) tabellarisch aufgeführt. Die Raupen des besonders häufigen kleinen Kohlweißlings, der auch auf den Rapsflächen die Art mit der höchsten beobachteten Individuenzahl war, ernähren sich von Kreuzblütlern und werden so beispielsweise an Kohl und Raps als Schädling gesehen. Auch den Raupen der zweithäufigsten Tagfalterart dieser Studie, dem Hauhechel-Bläuling, dienen Ackerkulturen als Nahrung, so zum Beispiel Kleegras und Luzerne. Dies erklärt die im Vergleich zu den Brachflächen große Anzahl an Beobachtungen des Hauhechel-Bläulings auf den Leguminosenflächen. Die Raupen des kleinen Wiesenvögelchens und die des großen Ochsenauges (*M. jurtina*), beides Arten die besonders häufig auf Brachflächen beobachtet wurden, ernähren sich von Gräsern, welche durch die Blühmischungen nicht gefördert werden.

Bei den **Tagfaltern** wurden insgesamt 523 Individuen aus 34 Arten beobachtet. Die in Abbildung 12 dargestellten Akkumulationskurven zeigen eine geringe Artenzahl auf den Rapsflächen. Die Kurven der einjährigen Blühflächen und der Leguminosenflächen liegen mit einer maximalen Artenzahl von je 14 Tagfalterarten zwischen den anderen Kurven und sind einer Sättigung näher als mehr- und überjährige Blühflächen sowie Brachflächen. Demnach ist durch die Artenzahl von je 14 Arten auf einjährigen Blühflächen und Leguminosenflächen bereits ein größerer Anteil der insgesamt zu erwartenden Tagfalterartenzahl erfasst als auf über- und mehrjährigen Blühflächen und Brachen. Mehrjährige

Blühflächen und Brachflächen zeigen die steilsten Kurven. Dies deutet darauf hin, dass auf diesen Flächen durch eine Erhöhung der Probenzahl im Vergleich zu den anderen Flächentypen die größte Artenvielfalt erfasst werden könnte.

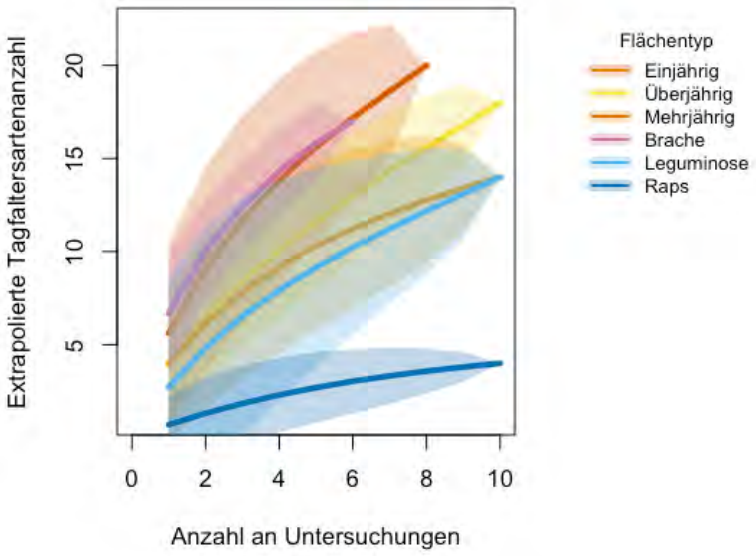

Abbildung 12: Akkumulationskurven der Tagfalterarten für die verschiedenen Flächentypen

Die Akkumulationskurve mit Konfidenzintervall gibt Auskunft darüber, ob es durch das Einbeziehen weiterer Flächen möglich ist, weitere Arten zu erfassen. Je mehr sich eine Akkumulationskurve einer Sättigung annähert, desto näher ist die erfasste Artenzahl an der maximal zu erwartenden Artenzahl des Flächentyps und desto repräsentativer ist die Datenerhebung.

Die Artengemeinschaft der Insektengruppen

Die Artengemeinschaft der drei Insektengruppen unterschied sich jeweils nicht signifikant zwischen den Flächentypen. Weder im Bezug zur mittleren Artenzusammensetzung der Bienen, Schwebfliegen und Tagfalter, noch zu ihrer Varianz konnten in der statistischen Analyse Unterschiede aufgezeigt werden. In Anhang 6.6 sind die jeweiligen Abbildungen dargestellt. Der Unterschied der Artengemeinschaft der Pflanzen auf einjährigen Blühflächen im Vergleich zu mehr- und überjährigen Blühflächen sowie jeweils zu den Brachflächen, wirkt sich also nicht direkt auf die Artengemeinschaft der Insektengruppen aus.

3.2.2 Statistische Unterschiede der Arten- und Individuenzahlen zwischen den Flächentypen

Arten- und Individuenzahlen der Bienen

Die FAKT-Flächen wiesen signifikant mehr Bienenarten auf als die Ackerkulturen Raps und Leguminose (Abbildung 13) sowie signifikant mehr Bienenindividuen als auf Leguminosenflächen (Abbildung 14).

Auf Raps- und Leguminosenflächen wurden mit je 0-4 Bienenarten (Wildbienen und/oder Honigbiene) signifikant weniger Bienenarten gefunden als auf einjährigen, über- und mehrjährigen FAKT-Blühflächen mit 0-22 Arten (Kruskal-Wallis Test: Chi^2 = 34,21; df = 5; P < 0,001; mit post-hoc Test: P < 0,05). Die Anzahl an Bienenarten auf den Brachen lag mit 2-8 Arten zwischen den FAKT-Flächen und den Vergleichsflächen Leguminose und Raps und unterschied sich statistisch von keinem der anderen Flächentypen (Abbildung 13; Anhang 6.3 Tabelle 11).

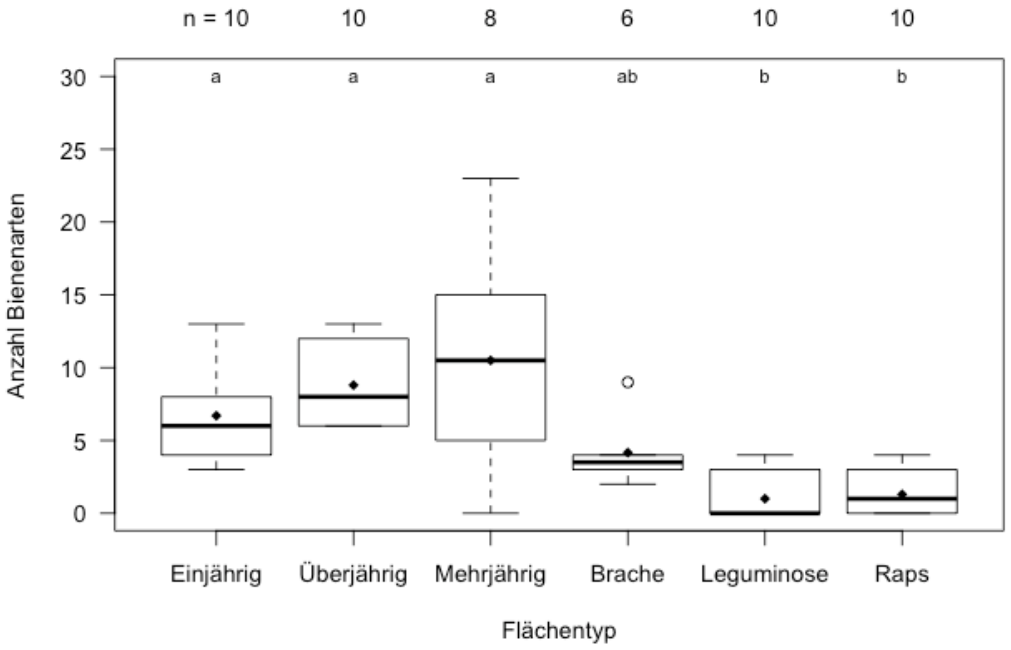

Abbildung 13: Anzahl an Bienenarten auf den Flächentypen

Die Anzahl an Bienenarten wurde für jede Fläche über alle drei Begänge addiert. Zahlen in der obersten Zeile (n): Anzahl Flächen. Kleinbuchstaben: Artenanzahl unterscheidet sich statistisch signifikant zwischen Flächentypen mit unterschiedlichen Buchstaben (Post-hoc Test: P < 0,05).

Betrachtet man die Individuenanzahl, so machten insgesamt die Honigbienen auf allen Flächen einen großen Teil der Bienen aus. Etwa 60 % aller Individuen waren Honigbienen (siehe Tabelle 11 und Abbildung 14). Da Honigbienen sich ökologisch deutlich von den Wildbienen unterscheiden, wurden Individuenzahlen auf den Flächen mit und ohne Honigbiene analysiert. Alle Unterschiede der Individuenzahlen zwischen den Flächen, welche sich mit dem ganzen Datensatz (inklusive Honigbiene) zeigten, konnten auch für die Individuenzahlen ohne die Honigbiene beobachtet werden. Auf den FAKT-Flächen wurden tendenziell mehr Bienenindividuen mit durchschnittlich 38-54 Bienen (inkl. Honigbiene) beobachtet als auf den Vergleichsflächen. Ein statistischer Unterschied konnte jedoch nur zwischen FAKT-Flächen und Leguminosen aufgezeigt werden (Kruskal-Wallis Test: Chi^2 = 26,8; df = 5; P < 0,001; mit post-hoc Test: P < 0,05; Abbildung 14; Anhang 6.3 Tabelle 11). Dieses Muster blieb auch erhalten, wenn nur Wildbienen betrachtet wurden (Kruskal-Wallis Test: Chi^2 = 26,4; df = 5; P < 0,001; mit post-hoc Test: P < 0,05; Abbildung 13; Anhang 6.3 Tabelle 11). Brachen und Raps sind mit keiner bis 32 beobachteten Individuen weder signifikant unterschiedlich zu den FAKT-Flächen noch zu den Leguminosen.

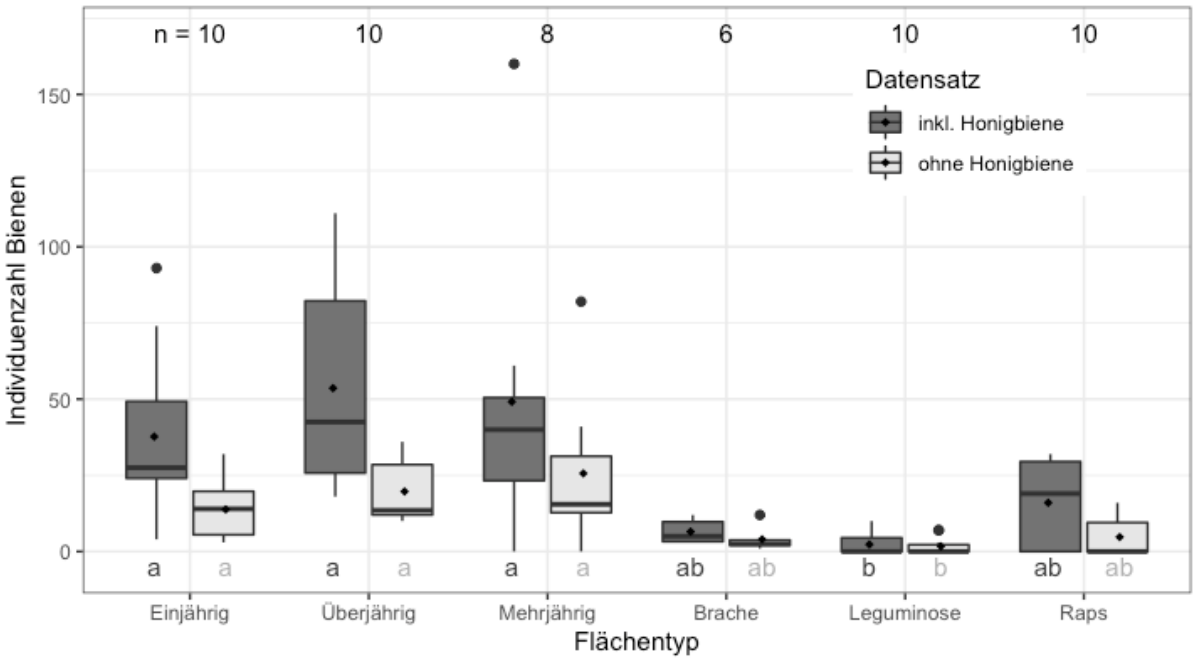

Abbildung 14: Anzahl an Bienenindividuen auf den Flächentypen

Dunkelgrau: Wild- und Honigbienen, Hellgrau: Wildbienen ohne Honigbienen. Die Individuenzahl wurde mit und ohne Honigbiene berechnet, da die Honigbiene die mit Abstand häufigste Art ist und in Bezug auf die ökologische Fragestellung vor allem die Wildbienen von Interesse sind. Die Anzahl an Bienen wurde für jede Fläche über alle drei Begänge addiert. Zahlen in der obersten Zeile (n): Anzahl Flächen. Kleinbuchstaben: Individuenzahl unterscheidet sich statistisch signifikant zwischen Flächentypen mit unterschiedlichen Buchstaben (Post-hoc Test: P < 0,05). Die Buchstaben gelten für das jeweilige Datenset und sind nur mit Buchstaben gleicher Farbe (hell- bzw. dunkelgrau) zu vergleichen.

Arten- und Individuenzahlen der Schwebfliegen

Mehrjährige Blühflächen hatten mit 1-7 Arten signifikant mehr Schwebfliegenarten als die Leguminosen- und Rapsflächen (Kruskal-Wallis Test: Chi^2 = 24,99; df = 5; P < 0,001; mit post-hoc Test: P < 0,05; Abbildung 15; Anhang 6.3 Tabelle 12). Die überjährigen Blühflächen unterschieden sich mit 0-6 Arten signifikant von den Leguminosen. Die einjährigen Blühflächen und die Brachen wiesen zwar mit 0-5 und 0-7 Arten tendenziell mehr Arten auf als die Leguminosen- und Rapsflächen und weniger Arten als die übrigen FAKT-Flächen, unterschieden sich aber statistisch nicht von diesen Flächentypen.

Diese Unterschiede waren auch bei den Individuenzahlen der Schwebfliegen erkennbar. Insbesondere hatten die mehrjährigen Blühflächen mit 3-14 Individuen signifikant mehr Tiere als Raps und Leguminosen mit 0-3 und 0-5 Individuen (Kruskal-Wallis Test: Chi^2 = 24,25; df = 5; P < 0,001; mit post-hoc Test: P < 0,05; Abbildung 16; Anhang 6.3 Tabelle 12). Auch die übrigen FAKT-Flächen sowie die Brachen wiesen höhere Individuenzahlen auf als Raps und Leguminosen, diese Unterschiede waren jedoch häufig nicht signifikant.

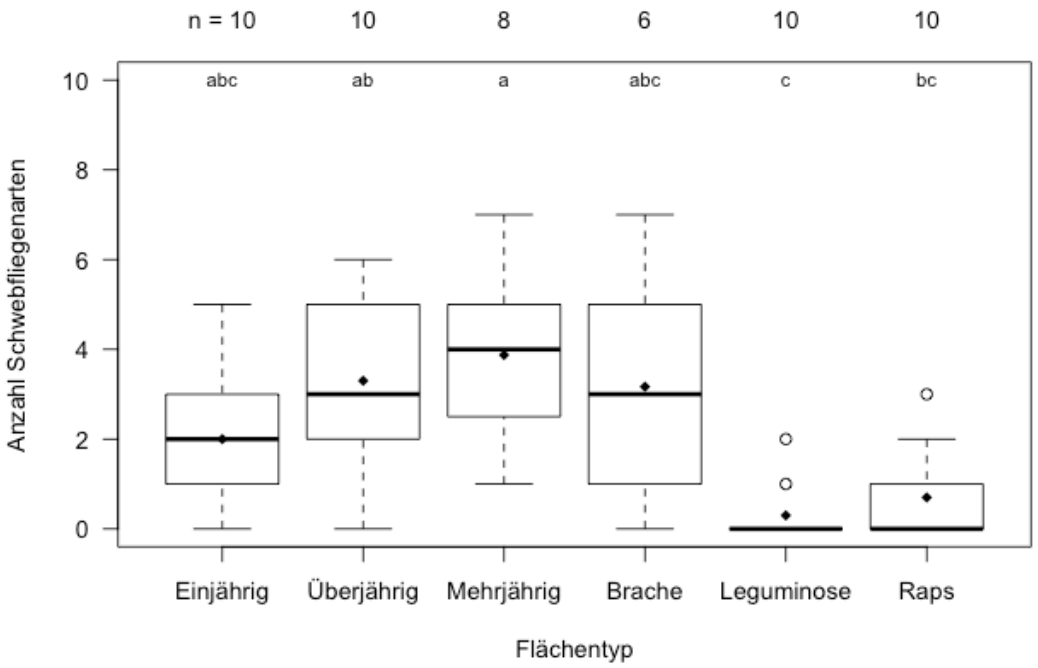

Abbildung 15: Anzahl an Schwebfliegenarten auf den Flächentypen

Die Anzahl der Schwebfliegenarten wurde für jede Fläche über alle drei Begänge addiert. Zahlen in der obersten Zeile (n): Anzahl Flächen. Kleinbuchstaben: Artenanzahl unterscheidet sich statistisch signifikant zwischen Flächentypen mit unterschiedlichen Buchstaben (Post-hoc Test: P < 0,05).

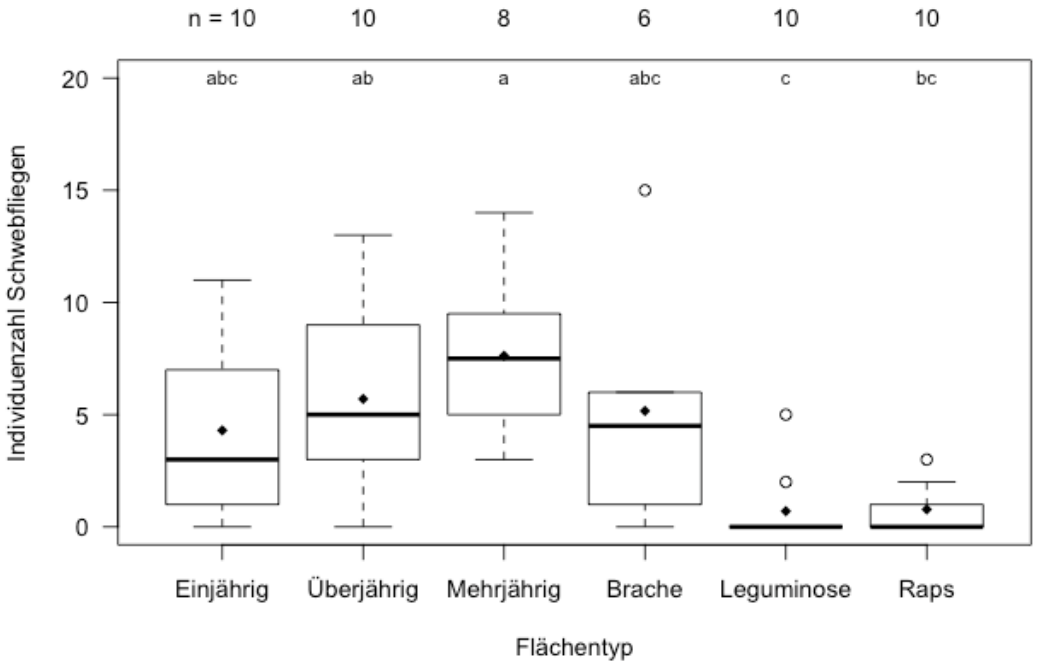

Abbildung 16: Anzahl an Schwebfliegenindividuen auf den Flächentypen

Die Anzahl an Schwebfliegen wurde für jede Fläche über alle drei Begänge addiert. Zahlen in der obersten Zeile (n): Anzahl Flächen. Kleinbuchstaben: Individuenzahl unterscheidet sich statistisch signifikant zwischen Flächentypen mit unterschiedlichen Buchstaben (Post-hoc Test: P < 0,05).

Arten und Individuenzahlen der Tagfalter

Auf Rapsflächen wurden mit 0-2 Tagfalterarten signifikant weniger Arten aufgefunden als auf Brachflächen und auf mehrjährigen Blühflächen, welche 4-8 bzw. 3-11 Arten aufwiesen (Kruskal-Wallis Test: Chi^2 = 24,71; df = 5; P < 0,001; mit post-hoc Test: P < 0,05). Zwischen den übrigen Flächentypen unterschied sich die Anzahl der Tagfalterarten nicht (Abbildung 17, Anhang 6.3 Tabelle 13). Auf Brachen wurden höhere Individuenzahlen gefunden als auf Raps und Leguminosen, diese Unterschiede waren jedoch häufig nicht signifikant.

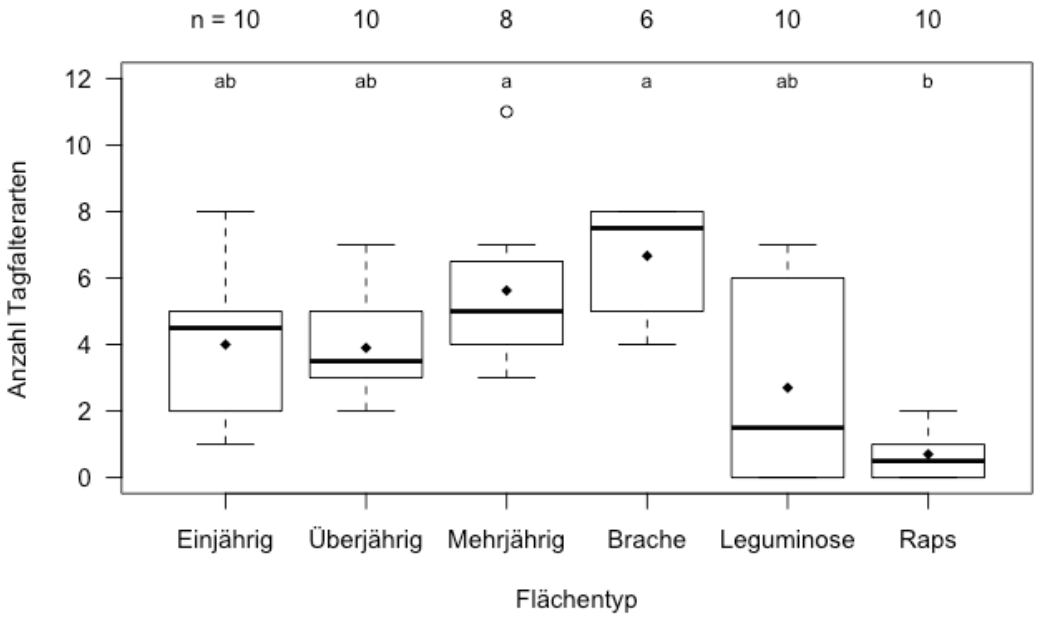

Abbildung 17: Anzahl an Tagfalterarten auf den Flächentypen

Die Anzahl an Tagfalterarten wurde für jede Fläche über alle drei Wiederholungen addiert Zahlen in der obersten Zeile (n): Anzahl Flächen. Kleinbuchstaben: Artenanzahl unterscheidet sich statistisch signifikant zwischen Flächentypen mit unterschiedlichen Buchstaben (Post-hoc Test: P < 0,05).

Bezüglich der Individuenzahlen ergab sich ein ähnliches Bild. Auf den Rapsflächen waren mit 0-4 Individuen signifikant weniger Tagfalter unterwegs als auf ein- und überjährigen Blühflächen (je 2-23 Individuen) und Brachen mit 6-33 Individuen (Kruskal-Wallis Test: Chi^2 = 25,46; df = 5; P < 0,001; mit post-hoc Test: P < 0,05). Auf den Leguminosenflächen wurden signifikant weniger Individuen gefunden als auf den Brachflächen. Zwischen den übrigen Flächentypen unterschied sich Anzahl der Tagfalter nicht (Tabelle 13, Abbildung 18).

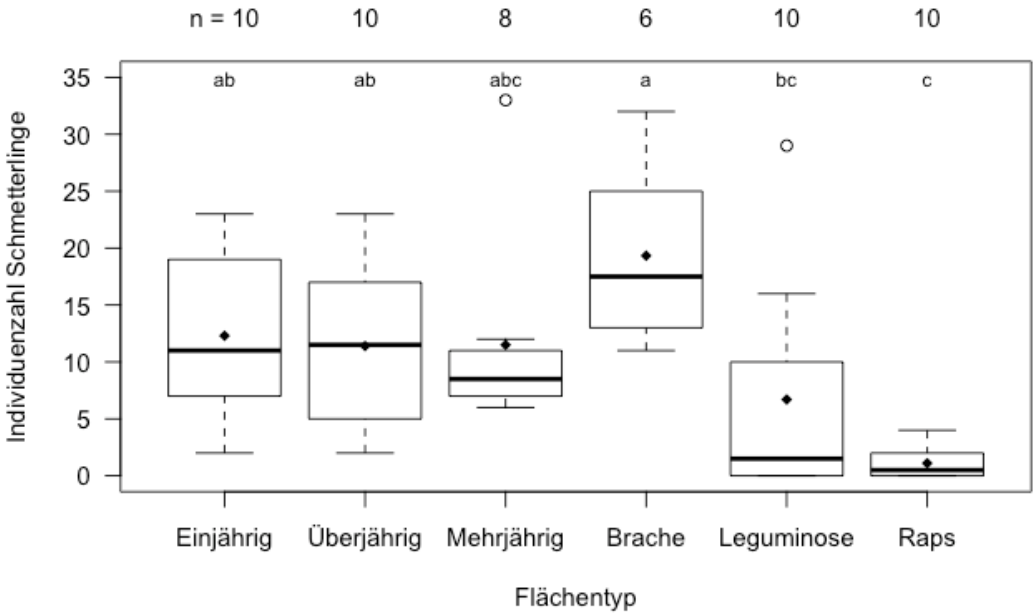

Abbildung 18: Anzahl der Tagfalterindividuen auf den Flächentypen

Die Anzahl der Tagfalter wurde für jede Fläche über alle drei Wiederholungen addiert. Zahlen in der obersten Zeile (n): Anzahl Flächen. Kleinbuchstaben: Individuenzahl unterscheidet sich statistisch signifikant zwischen Flächentypen mit unterschiedlichen Buchstaben (Post-hoc Test: P < 0,05).

Artenzahlen der untersuchten Insektengruppen in Abhängigkeit der Anzahl der Blütenarten und der Blütendeckung

Für alle drei Insektengruppen wurden desto höhere Artenzahlen beobachtet, je mehr Pflanzenarten vorhanden waren, wobei dieser Effekt nur bei Bienen und Tagfaltern signifikant war ($p<0.05$) (Abbildung 19).

Die Blütendeckung hatte keinen signifikanten Einfluss ($p<0.05$) auf die Artenzahlen von Schwebfliegen und Tagfaltern, jedoch auf die der Bienen (Abbildung 20). Die Artenzahl der Bienen nahm mit zunehmender Blütendeckung zu.

Auch für die Individuenzahlen von Tagfaltern und Schwebfliegen konnten in dieser Studie keine Zusammenhänge zur Blütendeckung aufgezeigt werden, während die Anzahl Bienenindividuen mit höherer Blütendeckung stieg (siehe Abbildung 30 in Anhang 6.3)[9].

Wie in Kapitel 3.1 bereits gezeigt, unterschied sich die Anzahl der Pflanzenarten zwischen den verschiedenen Flächentypen. Auf Leguminosen- und Rapsflächen wurden geringe Pflanzenartenzahlen aufgefunden, die Brachflächen lagen im mittleren Wertebereich und die ein-, über- und mehrjährigen FAKT-Flächen wiesen mittlere bis hohe Pflanzenartenzahlen auf. Zu einem Teil sind daher die Artenzahlen von Bienen und Tagfaltern sowie die Individuenzahlen der Bienen durch die

[9] Diese Ergebnisse entstammen einer genaueren statistischen Analyse, in der Schwebfliegendaten mit der Annahme der Poissonverteilung betrachtet wurden und die Modelle der Tagfalter (Blütenartenzahl und Blütendeckung) sowie das Modell der Bienen in Abhängigkeit der Blütendeckung (beide unter der Annahme der Negativbinomialverteilung) als gemischte Modelle mit dem Flächentyp als Zufallseffekt gefittet wurden. In den Abbildungen wurden der Einfachheit halber für alle Daten negativ-binomialverteilte Modelle ohne Zufallseffekt dargestellt. Daher stellen die Modelle in den Abbildungen teilweise nur beispielhafte Annäherungen dar.

Pflanzenartenzahlen bedingt. Die Unterschiede der Insektenartenzahlen zwischen den Blühflächen und Brachflächen sind nicht allein auf die Pflanzenartenzahl zurückzuführen, sondern auch weitere Faktoren, die sich zwischen den Flächentypen unterscheiden (z. B. Bewirtschaftungsweise), können eine Rolle spielen. Dies gilt analog auch für die Blütendeckung der Leguminosen, der Brach- und der FAKT-Flächen.

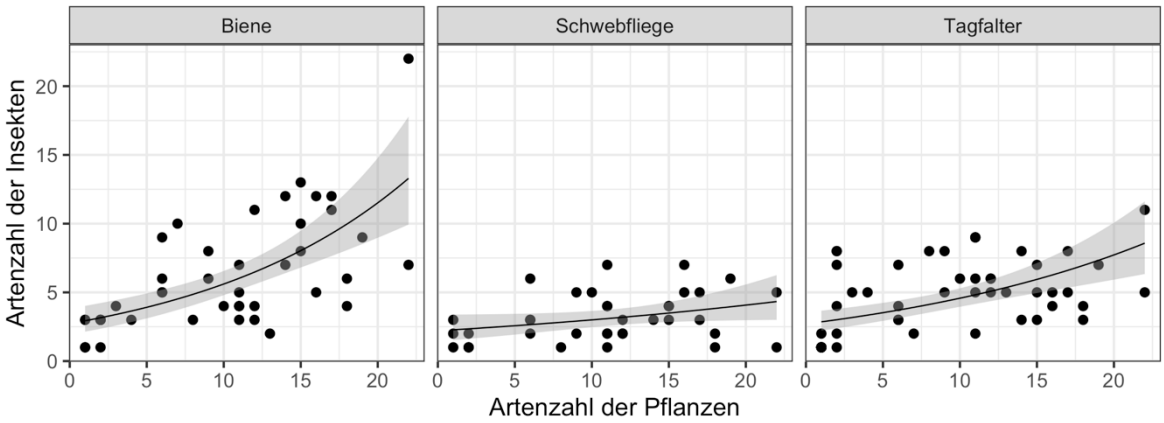

Abbildung 19: Artenzahlen der Insekten in Abhängigkeit der Anzahl der Pflanzenarten

Die Artenzahlen beziehen sich für jede Insektengruppe auf die Probeflächen und sind über alle drei Begänge zusammengefasst. Ebenso wurden die Artenzahlen der Blüten für jeweils alle drei Begänge jeder Probefläche zusammengefasst. Gerneralisierte Lineare Modelle und ihre Standardabweichung sind durch die Linien mit grau hinterlegtem Bereich abgebildet. Die Modelle wurden unter der Annahme der Negativbinomialverteilung gefittet. Der Flächentyp wird in den dargestellten Modellen nicht berücksichtigt.

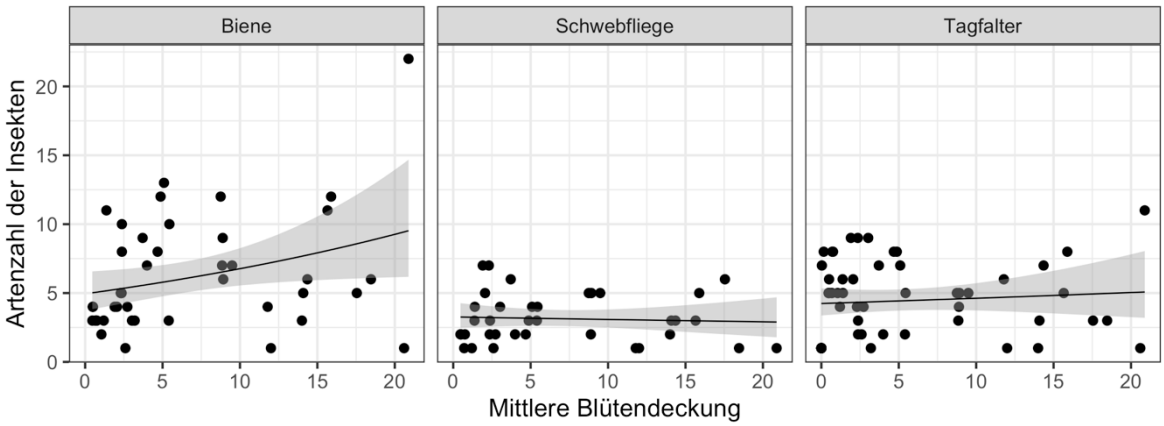

Abbildung 20: Artenzahlen der Insekten in Abhängigkeit der mittleren Blütendeckung

Die Artenzahlen beziehen sich für jede Insektengruppe auf die Probeflächen und sind über alle drei Begänge zusammengefasst. Die Blütendeckung wurde als Mittelwert der Subplots und Begänge für jede Probefläche berechnet. Generalisierte Lineare Modelle und ihre Standardabweichung sind durch die Linien mit grau hinterlegtem Bereich abgebildet. Die Modelle wurden unter der Annahme der Negativbinomialverteilung gefittet. Der Flächentyp wird in den dargestellten Modellen nicht berücksichtigt.

3.2.3 Das Vorkommen bedrohter Arten

Auf überjährigen und mehrjährigen Blühflächen wurden für alle drei Artengruppen die meisten bedrohten Arten erfasst (Abbildung 21). Als bedrohte Arten wird hier die Gesamtheit der Arten der Vorwarnliste, der gefährdeten und der stark gefährdeten Arten bezeichnet. Vom Ausstreben bedrohte Arten wurden in dieser Studie nicht erfasst.

Auf mehrjährigen Blühflächen war der Anteil bedrohter Bienenarten signifikant höher als auf Rapsflächen. Zwischen den übrigen Flächentypen konnten keine Unterschiede festgestellt werden

(Kruskal-Wallis Test: Chi^2 = 16,4; df = 5; P < 0,01; mit post-hoc Test: P < 0,05). Auf den Rapsflächen kamen keine bedrohten Bienenarten vor, jedoch auf allen anderen Flächentypen. Die stark gefährdeten Bienenarten, die Vierbindige Furchenbiene (*Halictus quadricinctus*), die Sommerpelzbiene (*Anthophora aestivalis*) und die spezialisierte Heidekraut-Seidenbiene (*Colletes succinctus*) kamen ausschließlich auf den FAKT-Flächen vor.

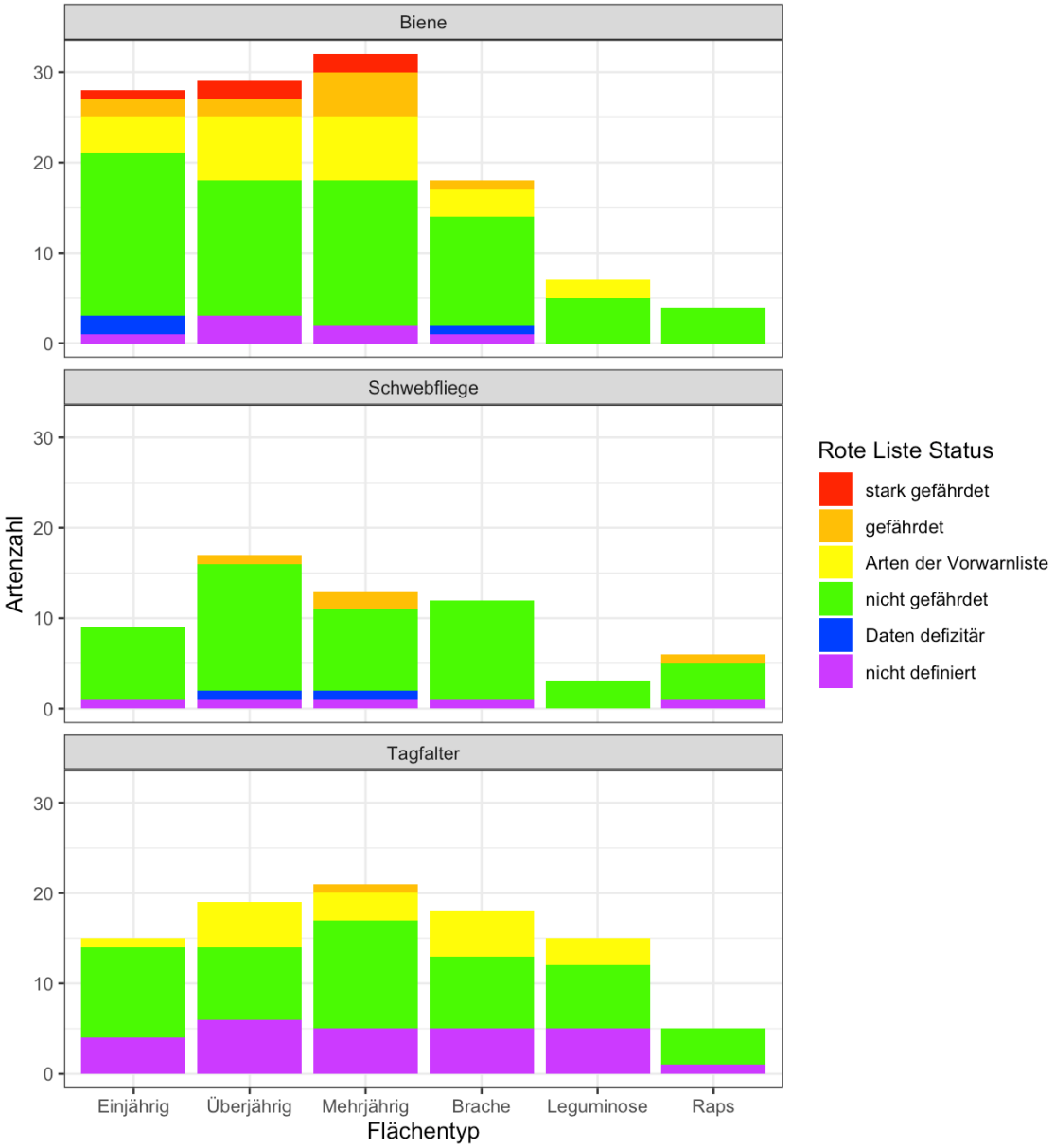

Abbildung 21: Die Artenzahl der drei Insektengruppen auf den verschiedenen Flächentypen und ihr jeweiliger Anteil an bedrohten Arten

Der Rote Liste Status ist durch die Farben dargestellt. Als „nicht definiert“ sind Arten gekennzeichnet, die nur auf Gattungsebene bestimmt werden konnten oder bei denen zwei Arten morphologisch nicht unterschieden werden konnten.

Der Anteil bedrohter Arten für die Gruppen Schwebfliegen und Tagfalter unterschied sich nicht signifikant zwischen den Flächentypen (Abbildung 21). Auf den Rapsflächen kamen gefährdete Schwebfliegenarten vor, allerdings keine bedrohten Tagfalterarten. Bei den Tagfaltern fällt auf, dass auch auf Brachflächen mit 5 von 18 Arten ein beachtlicher Anteil an Arten der Vorwarnliste beobachtet

wurde. Als einzige gefährdete Tagfalterart wurde der feurige Perlmuttfalter (*Fabriciana adippe*), dessen Raupen sich von Veilchen (*Viola spec*) ernähren, auf den mehrjährigen Blühflächen aufgefunden. Da das Veilchen allerdings nicht in der Blühmischung enthalten ist, ist das Vorkommen der Art nicht auf die FAKT-Blühfläche zurückzuführen.

3.2.4 Zur Ökologie der Bienen

Die Nistweise der Bienenarten auf den Flächentypen

Im Zusammenhang mit Blühflächen wird regelmäßig die Befürchtung geäußert, dass sie "Brutfallen" für Wildbienen darstellen. Wildbienen, die im Boden nisten, könnten durch das Blütenangebot angelockt werden und ihre Nester verstärkt in den Blühflächen anlegen. Durch die jährliche Bodenbearbeitung bei der Neueinsaat der Blühflächen könnten die Nester allerdings zerstört werden, bevor die Jungtiere geschlüpft sind, sodass diese Bienen keinen Fortpflanzungserfolg hätten. Aus diesem Grund werden die Nistweisen der beobachteten Wildbienen zwischen den Flächentypen verglichen (Abbildung 22).

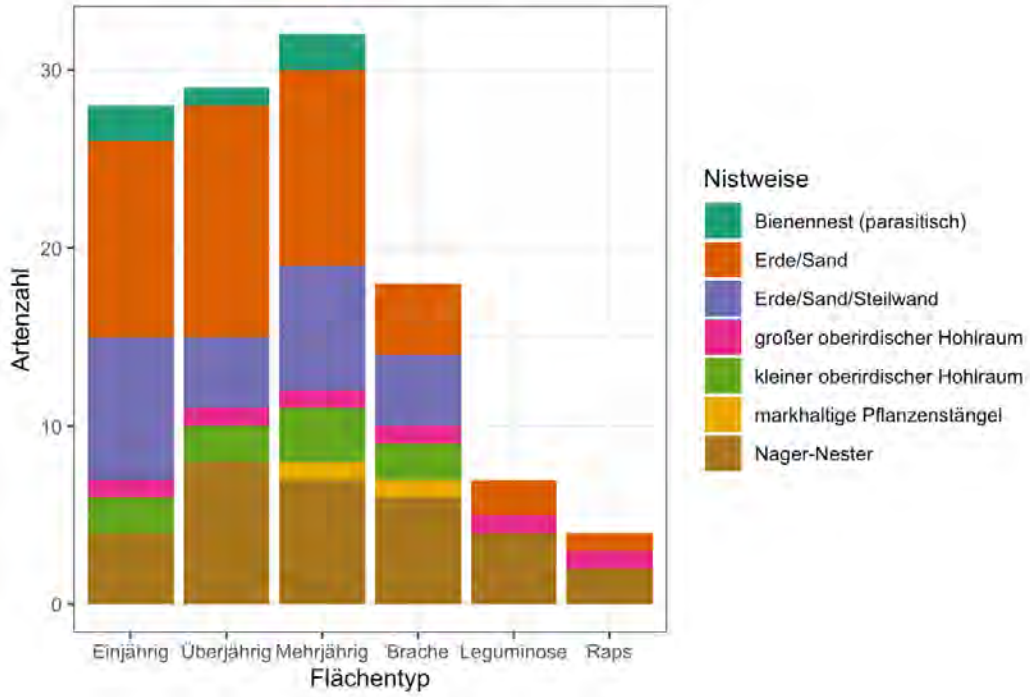

Abbildung 22: Anzahl an Bienenarten mit verschiedenen Nistweisen pro Flächentyp

In der Abbildung fallen die Gattungen *Andrena*, *Colletes*, *Eucera*, *Halictus* und *Melitta* unter die Kategorie "Erde/Sand", die Gattungen *Anthophora* und *Lasioglossum* unter "Erde/Sand/Steilwand, die Gattungen *Anthidium*, *Heriades*, *Hylaeus*, *Megachile* und *Osmia* unter "kleiner oberirdischer Hohlraum " und die Gattung *Ceratina* unter "markhaltige Pflanzenstänge ". "Großer oberirdischer Hohlraum " trifft nur auf Honigbienen (*Apis mellifera*) zu und „Nager-Nester“ auf Hummeln (*Bombus spec*).

Auf allen Flächentypen kamen Arten vor, die in großen, oberirdischen Hohlräumen nisten (was nur auf die Honigbienen zutrifft), die verlassene Mäusenester besiedeln (Hummeln) und Arten, die ihre Nester im Boden (Erde/Sand) anlegen. Bienenarten mit anderen Nistweisen wurden nur auf den Blüh- und Brachflächen gefunden, nicht aber auf den Ackerflächen:

- Arten, die in markhaltigen Pflanzenstängeln nisten (Keulhornbienen, *Ceratina sp.*), kamen ausschließlich auf mehrjährigen Blühflächen und auf Brachen vor. Auf den mehrjährigen Flächen bleiben die Pflanzenstängel über den Winter und auf einer Teilfläche auch über das

darauffolgende Jahr stehen. Ähnlich scheint das auch bei den Brachen der Fall zu sein. Damit ist es wahrscheinlich, dass diese beiden Flächentypen, anders als die übrigen Blühflächentypen und Ackerkulturen, das Vorkommen dieser Bienenarten ermöglichen.

- Bienenarten, die ihre Nester im Boden anlegen (Erde/Sand), kamen zwar auf allen Flächentypen vor, waren auf den Blühflächen jedoch in größerer Zahl und in größeren Anteilen als auf den Ackerflächen vertreten.
- Weitere Bienenarten legen ihre Nester zwar auch in Erde oder Sand an, allerdings nicht im flachen Boden, sondern an Abbruchkanten wie Gräben oder Böschungen (Erde/Sand/Steilwand). Auch diese Arten wurden nur auf den Blüh- und Brachflächen aufgefunden, nicht jedoch auf den Ackerflächen. Gleiches gilt für alle in oberirdischen Hohlräumen nistenden Arten.
- Parasitische Bienenarten wurden nur auf den Blühflächen beobachtet. Sie kommen vor allem dort vor, wo sie ausreichend viele Nester ihrer Wirtsarten finden können.

Offenbar sind die Blühflächen, und zu einem geringeren Teil auch die Brachflächen, für bodennistende Bienenarten durchaus attraktiv. Das ausschließliche Vorkommen von parasitischen Bienenarten auf den Blühflächen spricht darüber hinaus dafür, dass im Umfeld der Blühflächen auch mehr Nester anderer Bienenarten zu finden sind. Anhand dieser Indizien muss die Möglichkeit der "Brutfalle" in Betracht gezogen werden. Allerdings braucht es gezieltere Untersuchungen, ob im Umfeld von Blühflächen tatsächlich mehr Wildbienennester angelegt werden und ob diese Nester bei Neueinsaat der Flächen wirklich beschädigt werden.

Spezialisierungsgrad der Bienen

Viele Bienenarten weisen eine Blütenspezialisierung (Oligolektie) auf. Sie werden als oligolektisch bezeichnet, da sie Pollen ausschließlich einer Pflanzenart oder nah verwandter Pflanzenarten sammeln. Bienenarten, die sich nicht auf Pflanzenarten spezialisiert haben, werden als polylektische Bienen bezeichnet.

Spezialisten sind durch ihre Abhängigkeit von bestimmten Pflanzenarten potenziell gefährdeter als Generalisten. Unter den heimischen Bienen machen oligolektische Arten nur ein knappes Drittel aus (Westrich 2019). Oligolektische Bienenarten wurden in dieser Studie nur auf den FAKT-Flächen und den Brachen erfasst (Abbildung 23). Die Nahrungspflanzen fast aller beobachteter oligolektischer Arten kamen zumindest zum Teil in den Blühmischungen vor. Dazu gehörten Schmetterlingsblütler wie Wicken (*Vicia spec*), Doldenblütler wie die Wilde Möhre (*Daucus carota*) und Korbblütler wie der Rainfarn (*Tanacetum vulgare*) oder die Ringelblume (*Calendula officinalis*). Einzig zwei Beobachtungen der Heidekraut-Seidenbiene (*Colletes succinctus*), die streng auf Heidekrautgewächse (*Ericaceae*) spezialisiert ist, können nicht im Zusammenhang mit den Blühmischungen erklärt werden. Die Heidekraut-Seidenbiene war demnach zum Nektarsaugen auf den Blühflächen, findet dort jedoch nicht den Pollen für ihre Larven.

Auf den Ackerkulturen Leguminose und Raps wurden keine Spezialisten beobachtet, obwohl es durchaus Arten gibt, die sich auch von diesen Kulturpflanzen ernähren. So wurden zum Beispiel die oligolektischen Arten *Eucera longicornis* und *Andrena labialis* nur auf Blühflächen gefunden, obwohl die Luzerne (*Medicago sativa*) zu ihren Nahrungspflanzen gehört.

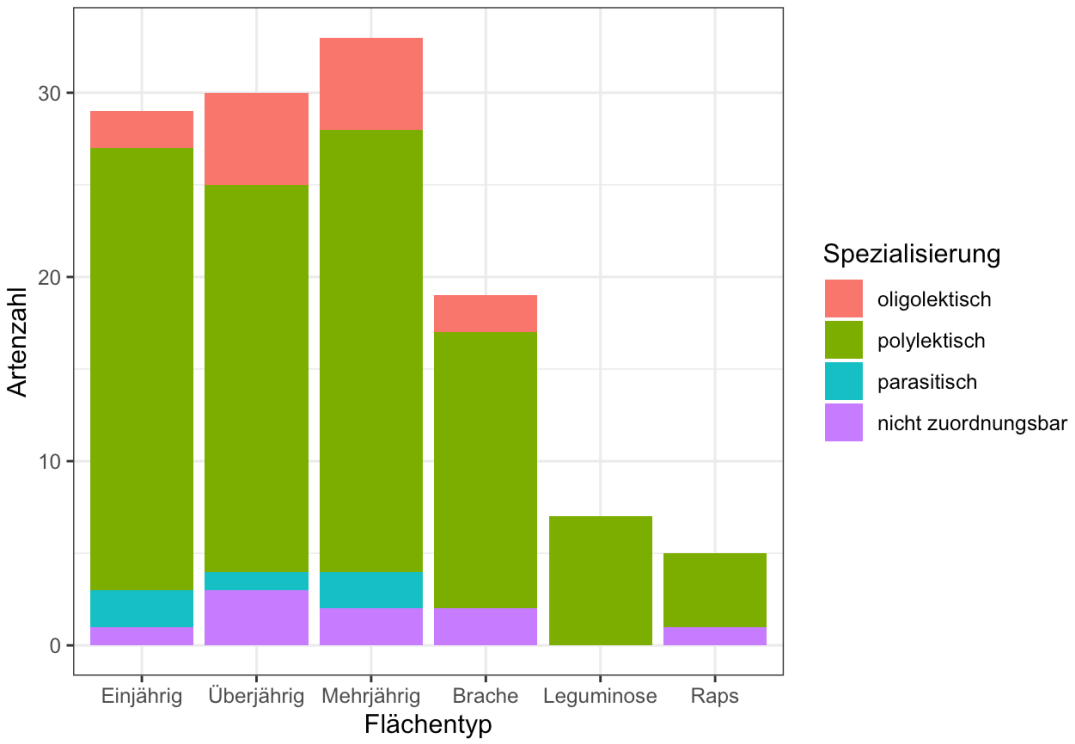

Abbildung 23: Spezialisierung der Bienenarten auf den verschiedenen Flächentypen

Auf Pollen bestimmter Pflanzen spezialisierte Arten, oligolektische Arten genannt, kamen nur auf Blühflächen und Brachen vor. Parasitische Bienen sammeln keinen Pollen und werden daher separat dargestellt. Individuen, die nur auf Gattungsebene bestimmt wurden, konnten nicht zugeordnet werden.

3.3 Interaktionsnetzwerke zwischen Blüten und Insekten

Die Interaktionen zwischen Insekten und den von ihnen genutzten oder bestäubten Blüten werden als Bestäubernetzwerk bezeichnet (Blüthgen 2014). In Bestäubernetzwerken wird dargestellt, welche Blüten ein Insekt besucht und von welchen Insekten eine Blüte besucht wird.

Viele Blüten sind von einer Bestäubung durch Insekten abhängig, genauso sind Insekten auf die Verfügbarkeit ihrer Nahrungsressource angewiesen, sodass sich Veränderungen der Bestäuber- bzw. Blütenpopulationen auf die Populationen von Blüten bzw. Bestäubern auswirken kann. Netzwerke, in denen Blüten einer Pflanzenart von mehreren Insektenarten angeflogen werden und jede Insektenart auch mehrere Pflanzenarten anfliegt, werden als generalisiert bezeichnet. Generalisierte Netzwerke gelten als stabiler, da der Ausfall eines Interaktionspartners durch andere Arten kompensiert werden kann (Blüthgen 2014). Dem gegenüber stehen spezialisierte Netzwerke, in denen die Arten nur wenige Interaktionspartner haben.

Im Folgenden wird jedes Netzwerk (also die Interaktion zwischen Bienen bzw. Schwebfliegen und Blüten) dargestellt und der Index H2‘ berechnet. Der Index H2‘ beschreibt die Spezialisierung des Netzwerkes unabhängig von der Netzwerkgröße und reicht von 0 (keine Spezialisierung) bis 1 (perfekte Spezialisierung, jede Pflanzenart wird nur von einer Insektenart angeflogen und jede Insektenart besucht nur eine Pflanzenart).

Interaktionsnetzwerke zwischen Tagfaltern und Blüten konnten nicht analysiert werden, da die Blütenbesuche bei den Feldaufnahmen nicht miterfasst wurden.

3.3.1 Interaktionsnetzwerke zwischen Blüten und Bienen

Die Netzwerke der Bienen-Blüten Interaktionen aller FAKT-Flächen und die Brachflächen wiesen eine mittlere Spezialisierung auf (H2'; Tabelle 4). Die Interaktionsnetzwerke der FAKT-Flächen zeigten deutlich mehr Insektenarten pro Blütenart als die Netzwerke von Brachflächen und den Ackerkulturen (Abbildung 24 und Abbildung 26 sowie in Anhang 6.7 Abbildung 34, Abbildung 35, Abbildung 36). Die wenigen Interaktionen auf den Brachflächen sind auf die geringen Artenzahlen der Blüten zurückzuführen. Das Netzwerk der Brachen per se kann dennoch nicht als weniger generalistisch als die Netzwerke der Blühflächen bezeichnet werden, wie der geringe Unterschied des Index H2‘ zeigt. Um dies zu verstehen, kann man sich einen Ausschnitt eines komplexen Blühflächen-Netzwerkes mit wenigen Arten vorstellen, der ebenso wenig komplex aussehen würde wie das Netzwerk der Brachflächen.

Leguminosenflächen wiesen mit einem H2'-Wert von 0,95 eine hohe Spezialisierung auf. Dies liegt daran, dass auf diesen Flächen insgesamt nur drei Pflanzenarten vorgefunden wurden und sich daher gar kein generalistisches Netzwerk zeigen kann. Die Rapsflächen hatten mit nur einer Blütenart zu wenige Interaktionen, um Indizes zu berechnen. Honigbienen wurden bei der Berechnung der Indizes und in den Abbildungen nicht mit aufgenommen.

Tabelle 4: Netzwerkindex H2' der Blüten-Bienen-Interaktionen auf den verschiedenen Flächentypen

Die Rapsflächen wiesen mit nur einer Pflanzenart zu wenige Interaktionspartner auf um Indizes zu berechnen.

	H2'
Einjährig	0,51
Überjährig	0,46
Mehrjährig	0,49
Brache	0,47
Leguminose	0,95

Auf den einjährigen Blühflächen war der Anteil an Blütenarten, die nicht in der Blühmischung enthalten sind, im Vergleich aller Blühflächen am größten. Doch auch hier wurden die Blüten der Blühmischung von durchschnittlich mehr Bienenarten besucht als die wild gewachsenen Blütenarten (siehe Einfärbung untere Balken in Abbildung 34 (Anhang 6.7), was die Attraktivität der Pflanzenarten der Blühmischungen hervorhebt. Des Weiteren konnte beobachtet werden, dass die blühmischungsfremden Arten in den Netzwerkabbildungen der überjährigen und mehrjährigen Blühflächen ebenso nur einen kleinen Teil der Interaktionen ausmachten, und auf den Brachen fast die Hälfte der Interaktionen auf Pflanzen beobachtet wurde, die auch in der Blühmischung M3 enthalten sind. Die Arten der Blühmischungen sind insbesondere gut für die hier beobachteten Insekten, die aktuell verhältnismäßig häufig sind.

Auch die meisten nach der Roten Liste Baden-Württemberg als gefährdet oder stark gefährdet eingestuften Arten wurden auf Blütenarten der Blühmischung beobachtet. Die in Abbildung 24 und in Abbildung 35 (Anhang 6.6) dargestellten Netzwerke der überjährigen und mehrjährigen Blühflächen sind deutlich komplexer (mit mehr Interaktionspartnern der Insekten sowie der Pflanzen) als die Netze

der anderen Flächentypen. Dies ist bedingt durch das höhere Vorkommen von Bienen und Blüten auf diesen Flächen.

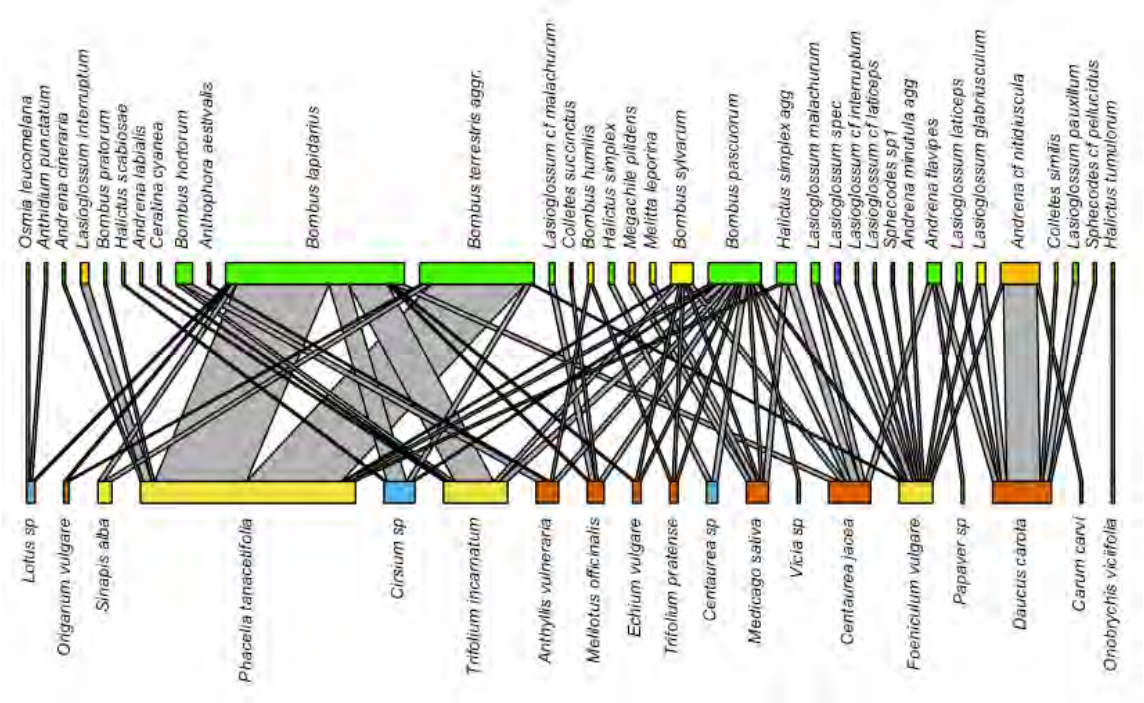

Abbildung 24: Interaktionsnetzwerk zwischen Pflanzen (unten) und Bienen (oben) auf mehrjährigen FAKT-Blühflächen

Die Dicke der grauen Balken stellt die Häufigkeit, mit der die Interaktion beobachtet wurde, dar. Die Einfärbung der Bienenarten beschreibt den jeweiligen Rote Liste Status. Die Einfärbung der Pflanzen entspricht der Blühmischung, in der sie vorkommen. Die Legenden zu den beiden Farbskalen sind in Abbildung 25 dargestellt.

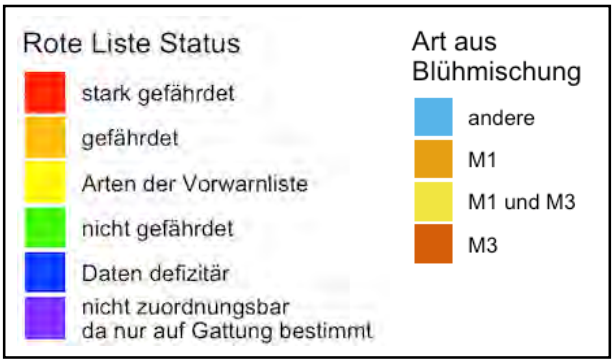

Abbildung 25: Legenden der Abbildungen zu den Interaktionsnetzwerken

Auf den Brachflächen gab es insgesamt weniger Bienen- und Blühpflanzenarten, und in Abbildung 26 fällt auf, dass das Bestäubernetzwerk keine einzige Interaktion enthält, die sich überschneidet. Dies erklärt sich durch die geringe Anzahl an Blütenbesuchen pro Biene und Bienenarten pro Blütenbesuch. Die Netzwerkabbildungen der Ackerkulturen in Abbildung 36 (Anhang 6.7) zeigen die geringe Vielfalt der Bestäuber auf Raps und Leguminosen. Als Beispiel kann hier die Luzerne (*Medicago sativa*) genannt werden, die sowohl in den mehrjährigen Blühflächen als auch als kultivierte Art auf Leguminosenflächen vorkommt. Auf den mehrjährigen Blühflächen wies sie mit sechs Bestäuberarten doppelt so viele Interaktionspartner auf wie auf den Leguminosenflächen.

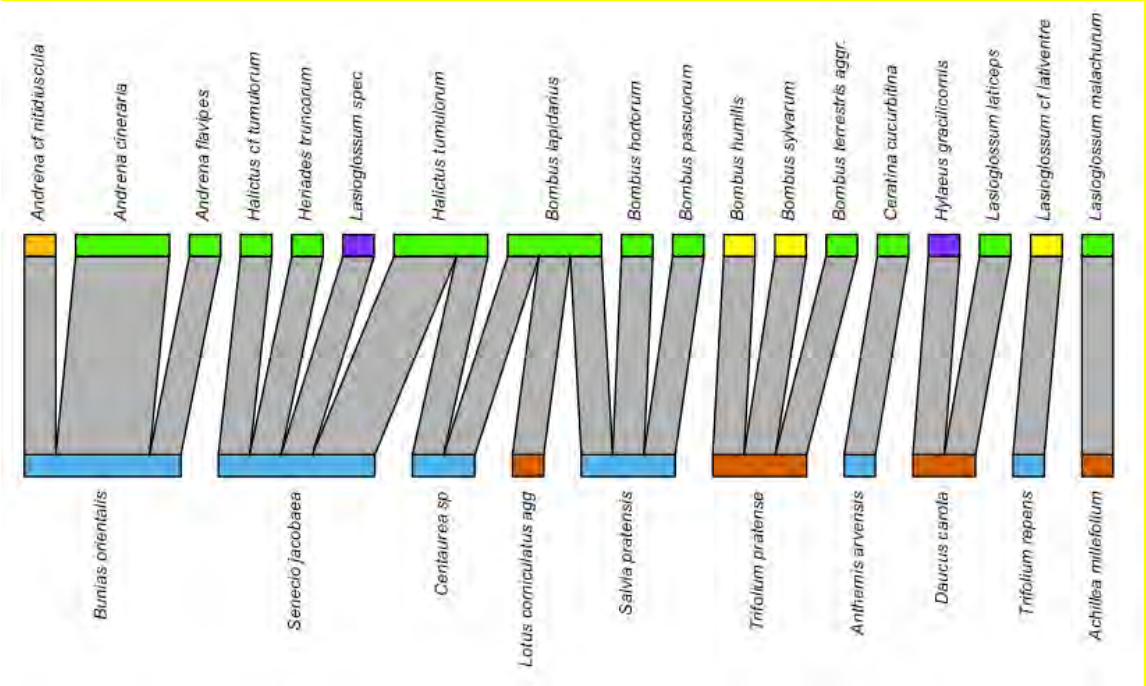

Abbildung 26: Interaktionsnetzwerk zwischen Pflanzen (unten) und Bienen (oben) auf den Brachflächen

Die Dicke der grauen Balken stellt die Häufigkeit, mit der die Interaktion beobachtet wurde, dar. Die Einfärbung der Bienenarten beschreibt den jeweiligen Rote Liste Status. Die Einfärbung der Pflanzen entspricht der Blühmischung, in der sie vorkommen. Die Legenden zu den beiden Farbskalen sind in Abbildung 25 dargestellt.

Auf allen Flächentypen machten die generalistischen Hummeln (*Bombus*) einen großen Teil der Blütenbesuche aus. Besonders groß war dieser Anteil bei den Ackerkulturen. Neben den Hummeln wurden auf den beiden Ackerkulturen nur insgesamt drei Bienenarten beobachtet (*Andrena flavipes, A. ovatula und Halictus simplex*), alle drei häufige Arten, die sich beim Sammeln der Pollen nicht auf bestimmte Blütenarten beschränken (polylektische Arten) (vergleiche auch Ausführungen zur Spezialisierung der Bienenarten in Kapitel 3.2.4).

3.3.2 Interaktionsnetzwerke zwischen Blüten und Schwebfliegen

Die Bestäubernetzwerke zwischen Schwebfliegen und Blüten von überjährigen und mehrjährigen Blühflächen sowie von Brachflächen zeigten mit Werten des H2'-Index von 0,25 bis 0,27 nur eine geringe Spezialisierung, können also als gegenüber Umweltveränderungen stabilere Netzwerke als die anderen Flächentypen interpretiert werden (Tabelle 5). Die überjährigen Blühflächen wiesen im Vergleich mit den anderen Flächentypen besonders viele Schwebfliegenarten pro Blütenart auf. Einjährige und mehrjährige Blühflächen hatten dagegen besonders viele Blütenarten pro Insektenart. Für Raps konnten aufgrund der geringen Netzwerkgröße keine Indizes berechnet werden. Die Netzwerke von Leguminosen und Raps zeigten bedingt durch die geringen Artenzahlen eine hohe Spezialisierung und betonen die geringe Vielfalt der Ackerkulturen (Anhang 6.7: Abbildung 37).

Alle gefährdeten Schwebfliegenarten wurden ausschließlich auf Blüten der Blühmischungen beobachtet.

Auf allen Blühflächen und auf Leguminosen wurden für die gewöhnliche Langbauchschwebfliege (*Sphaerophoria scripta*) die meisten Blütenbesuche beobachtet. Die Art ist die häufigste bei uns vorkommende Schwebfliegenart und ernährt sich von Pollen und Nektar verschiedener Pflanzenarten.

Auf den einjährigen Blühflächen wurde die Kornblume (*Centaurea cyanus*) von den meisten verschiedenen Arten besucht (siehe Abbildung 27). Diese Beobachtung wurden auch bei den Bienen gemacht (Anhang 6.7: Abbildung 34). Auf überjährigen und mehrjährigen Blühflächen hatte insbesondere die wilde Möhre (*Daucus carota*) eine hohe Bedeutung für die Schwebfliegen (siehe Abbildung 28 und Anhang 6.7: Abbildung 38). Auch diese Beobachtung traf ebenso auf die Bienen zu (Abbildung 24 und Anhang 6.7: Abbildung 35). Auf den Brachflächen wurden besonders viele Blütenbesuche auf dem Wiesenlabkraut (*Galium mollugo agg.*) beobachtet. Dieses kommt in keiner Blühmischung vor und hat auch für Bienen keine Bedeutung.

Tabelle 5: Netzwerkindex H2' der Blüten-Schwebfliegen-Interaktionen auf den verschiedenen Flächentypen

Die Rapsflächen weisen zu wenige Interaktionen auf, um Indizes zu berechnen.

	H2'
Einjährig	0,38
Überjährig	0,25
Mehrjährig	0,27
Brache	1
Leguminose	0,26

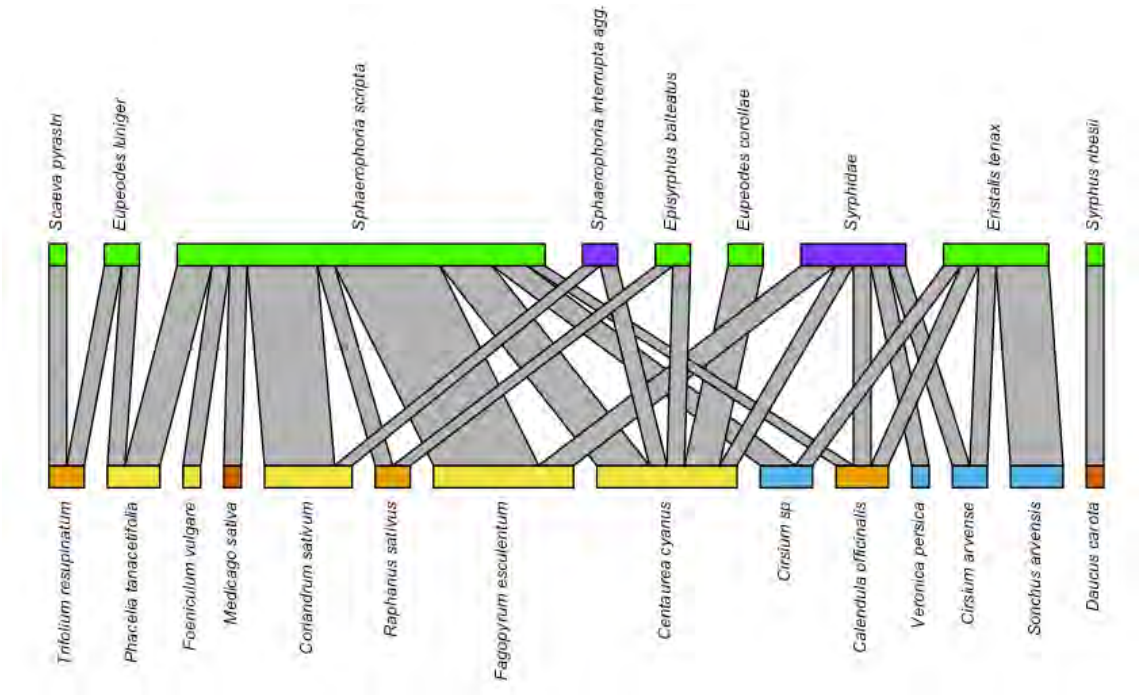

Abbildung 27: Interaktionsnetzwerk zwischen Pflanzen (unten) und Schwebfliegen (oben) auf einjährigen FAKT-Blühflächen

Die Dicke der grauen Balken stellt die Häufigkeit, mit der die Interaktion beobachtet wurde, dar. Die Einfärbung der Schwebfliegenarten beschreibt den jeweiligen Rote Liste Status. Die Einfärbung der Pflanzen entspricht der Blühmischung, in der sie vorkommen. Die Legenden zu den beiden Farbskalen sind in Abbildung 25 dargestellt.

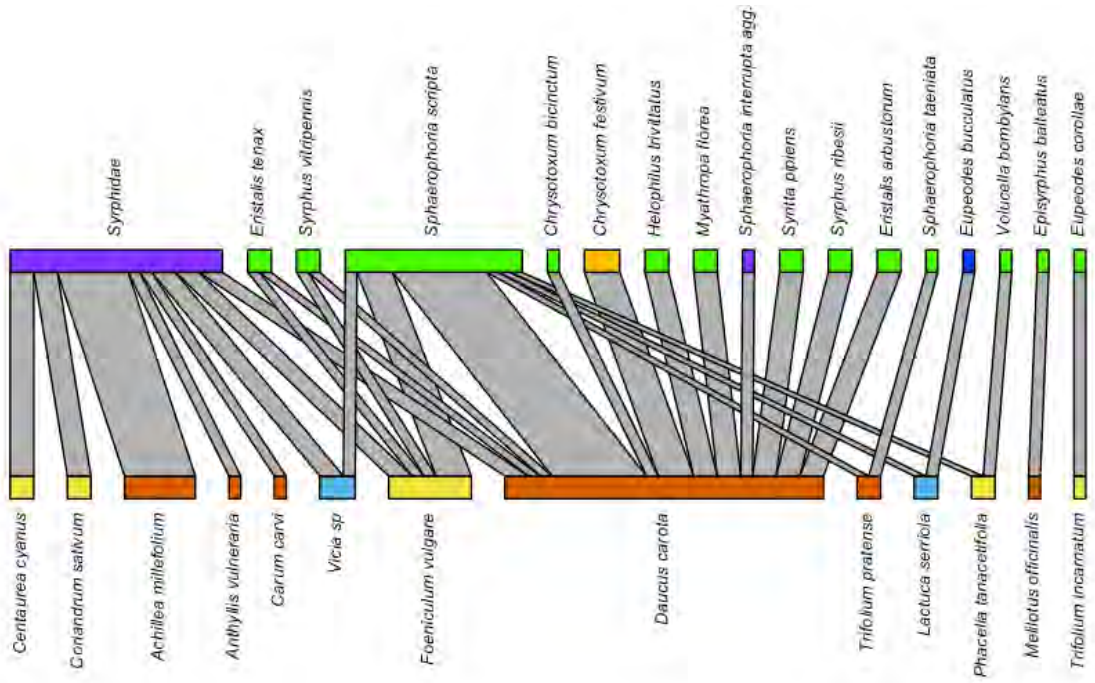

Abbildung 28: Interaktionsnetzwerk zwischen Pflanzen (unten) und Schwebfliegen (oben) auf überjährigen FAKT-Blühflächen

Die Dicke der grauen Balken stellt die Häufigkeit, mit der die Interaktion beobachtet wurde, dar. Die Einfärbung der Schwebfliegenarten beschreibt den jeweiligen Rote Liste Status. Die Einfärbung der Pflanzen entspricht der Blühmischung, in der sie vorkommen. Die Legenden zu den beiden Farbskalen sind in Abbildung 25 dargestellt.

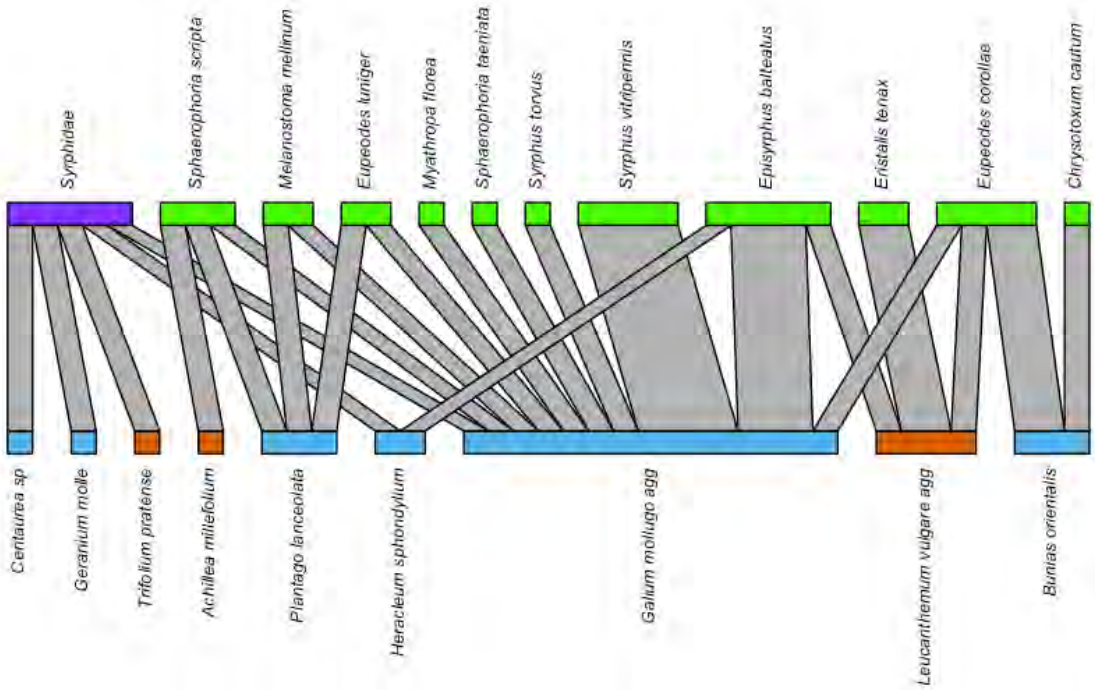

Abbildung 29: Interaktionsnetzwerk zwischen Pflanzen (unten) und Schwebfliegen (oben) auf den Brachflächen

Die Dicke der grauen Balken stellt die Häufigkeit, mit der die Interaktion beobachtet wurde, dar. Die Einfärbung der Schwebfliegenarten beschreibt den jeweiligen Rote Liste Status. Die Einfärbung der Pflanzen entspricht der Blühmischung, in der sie vorkommen. Die Legenden zu den beiden Farbskalen sind in Abbildung 25 dargestellt.

4 Zusammenfassung der Ergebnisse und Fazit

4.1 Zusammenfassung der Untersuchungsergebnisse

Um die Wirksamkeit von FAKT-Blühmischungen als Fördermaßnahme zur Förderung von Vielfalt und Anzahl von bestäubenden Insekten zu beurteilen, wurden im Jahr 2020 Blütenpflanzen, Bienen, Schwebfliegen und Tagfalter auf einjährigen und überjährigen Blühflächen der FAKT-Maßnahme E 2[10], Blühflächen der FAKT-Maßnahmen E 7, die hier als „mehrjährig“ bezeichnet werden, sowie zum Vergleich auf Grünlandbrachflächen und den Ackerkulturen Raps und Leguminosen untersucht. Bei der FAKT-Maßnahme E 7 wird abwechselnd jeweils auf einem Teil der Fläche die Blühmischung über volle zwei Jahre stehen gelassen. In dieser Studie wurden nur die Teilflächen untersucht, auf denen spätestens im Frühjahr des Vorjahres die FAKT-Mischung M3 gesät worden war und die daher seit mehr einem vollen Jahr bestanden.

Höchste Arten- und Individuenzahlen an Insekten auf den FAKT-Blühflächen, insbesondere auf mehr- und überjährigen Flächen im Vergleich zu Ackerkulturen

Es wurden insgesamt 58 Bienenarten (1.528 Individuen), 24 Schwebfliegenarten (206 Individuen) und 34 Tagfalterarten (523 Individuen) erfasst. Von den Bienenindividuen machte die Honigbiene (*Apis mellifera*) etwa 60 % aus. Von den 40 % Wildbienenindividuen waren Hummelarten für einen großen Teil der Blütenbesuche verantwortlich. Im Vergleich der Arten- und Individuenzahlen zwischen den Flächentypen, wie in Tabelle 6 dargestellt, schneiden die mehrjährigen Blühflächen, gefolgt von den überjährigen Blühflächen, für alle Insektengruppen am besten ab. Über- und mehrjährige Blühflächen sind auch die Flächen, auf denen die meisten bedrohten Insektenarten beobachtet wurden. Es folgen die einjährigen Blühflächen und die Brachflächen. Es ist allerdings nicht auszuschließen, dass die Blühflächen im Vergleich zu anderen halbnatürlichen Habitaten weniger gut abschneiden würden. So kann die Häufigkeit von Wildbienen beispielsweise auf halbnatürlichen Habitaten mit Gehölzstrukturen noch deutlich höher sein als auf Grünlandbrachen (Rollin et al. 2013). Die geringsten Arten- und Individuenzahlen der untersuchten Insektengruppen fand sich bei den Ackerkulturen.

Tabelle 6: Einfluss der Flächentypen auf Arten- und Individuenzahlen der drei Insektengruppen

Der Einfluss des Flächentyps auf Arten- und Individuenzahlen ist identisch, sofern nur ein Symbol in der Zelle steht, bei unterschiedlichem Einfluss sind die zwei Symbole aufgeführt (Artenzahlen / Individuenzahlen). Ein "+" steht für eine höhere Arten- bzw. Individuenzahl der Insektengruppe auf dem Flächentyp als auf Flächentypen, die das Symbol "-" beschreibt. Ein umklammertes Symbol bedeutet, dass die Zahlen nur teilweise höher "(+)" oder teilweise niedriger "(-)" sind als auf den Flächen mit dem gegensätzlichen Symbol ("-" bzw. "+"). Eine Null bedeutet, dass die Zahlen nicht signifikant unterschiedlich sind zu den anderen Flächentypen.

	Einjährig	Mehrjährig	Überjährig	Brache	Leguminose	Raps
Bienen	+	+	+	0	-	-/0
Schwebfliegen	0	+	(+)	0	-	(-)
Tagfalter	0/(+)	+/0	0/(+)	+	0/(-)	-

[10] Einjährig: Einsaat bis spätestens 15. Mai des jeweiligen Jahres; überjährig: Einsaat bis spätestens September des Vorjahres. Als überjährige Flächen werden für diese Studie Flächen der FAKT-Maßnahme E 2 bezeichnet (FAKT-Mischung M3, Ansaat bis spätestens September des Vorjahres).

Je höher die Blütenartenzahl, desto höher ist auch die Insektenartenzahl; es gibt jedoch weitere Einflussfaktoren

Die Blühflächen wiesen mit eingesäten und spontan blühenden Pflanzen im Vergleich mit den anderen Untersuchungsflächen die meisten Pflanzenarten pro Fläche auf. Die Blütendeckung beeinflusste die Bienenartenzahl und Bienenindividuenzahl positiv, nicht aber die Arten und Individuenzahlen von Schwebfliegen oder Tagfaltern. Für die Blütenartenzahl wurde jedoch ein positiver Einfluss auf die Insektenartenzahl für alle drei Insektengruppen beobachtet. Dies bedeutet: Je höher die Blütenartenzahl, desto höher ist auch die Insektenartenzahl. Dieses Ergebnis deckt sich mit den Ergebnissen weitere Studien zu Wildbienen auf Blüh- und Brachflächen (Steffan-Dewenter und Tscharntke 2001; Scheper et al. 2015).

Es gibt jedoch noch weitere Einflussfaktoren: Da die Pflanzenartenzahlen auf den drei FAKT-Flächentypen und den Brachen vergleichbar hoch waren, sind Unterschiede der Insektenartenzahlen zwischen diesen Flächentypen auf die Blütenzusammensetzung oder Bearbeitungsweise (Einsaat-, Mahd- und Umbruchzeitpunkte) zurückzuführen. Denn die einjährige Blühmischung M1 enthält deutlich weniger Pflanzenarten aus weniger Pflanzenfamilien als die Blühmischung M3 für die über- und mehrjährigen Blühflächen, und die einjährigen Blühflächen werden erst im Frühjahr eingesät, während die über- und mehrjährigen Blühflächen schon seit dem Vorjahr bestanden. Auf den untersuchten Flächen war auf den mehrjährigen und überjährigen Blühflächen über alle drei Untersuchungszeitpunkte ein kontinuierlicheres Blühangebot vorhanden als auf einjährigen Blühflächen. So blühten die über- und mehrjährigen Flächen bereits und lockten Insekten an, während die Saatmischung auf den einjährigen Blühflächen gerade erst gekeimt war. Aus diesen Gründen unterstützten die über- und mehrjährigen Blühflächen eine höhere Anzahl an Insektenarten und -Individuen.

Die Ackerkulturen, welche als Vergleichsflächen untersucht wurden, sind in Bezug auf ihre Blütenpflanzen sehr artenarm, was sich auch negativ der dort gefundenen Bestäuber auswirkt. Es ist daher nicht überraschend, dass die Arten- und Individuenzahlen der drei Insektengruppen auf den Leguminosen- und Rapsflächen besonders niedrig waren. Dabei erschienen die Leguminosen für Bienen und Schwebfliegen weniger attraktiv als Raps, während sich dies bei Tagfaltern umgekehrt verhielt. Bei der Bewertung der Ackerkulturen ist allerdings zu beachten, dass die Zeitpunkte der Begänge nicht auf die volle Blütentracht der jeweils nur für einen kurzen Zeitraum blühenden Kulturen trafen. Da Raps sowie die Leguminosen Luzerne und Kleegras eine Nahrungsquelle für viele Bienen- und Schwebfliegenarten bieten, wäre auch die Erfassung von höheren Artenzahlen zum Zeitpunkt voller Blütentracht, vor allem die der Hummeln (Rollin et al. 2013), nicht erstaunlich gewesen. Dies gilt insbesondere dort, wo im Umfeld der Anteil an intensiv genutzter Agrarfläche gering ist (Bommarco et al. 2012).

Hohe Bienenarten- und Individuenzahlen auf allen FAKT-Blühflächentypen

Unter den drei untersuchten Insektengruppen profitieren die Bienen am stärksten von den Blühflächen. Insbesondere auf den mehrjährigen Blühflächen, aber auch den einjährigen und überjährigen Blühflächen war die Anzahl an Bienenarten und -individuen hoch. Die FAKT-Flächen wiesen nicht nur eine hohe Bienendiversität auf, sondern es fanden sich auch gefährdete Bienenarten. Auf Brachen und den untersuchten Leguminosen- und Rapsflächen wurden dagegen keine gefährdeten Bienenarten beobachtet. Auch oligolektische (stärker auf bestimmte Pflanzen spezialisierte) Bienenarten sowie Bienenarten mit spezifischen Nistweisen fehlten auf Raps- und

Leguminosenflächen. Die wenigen auf den Ackerkulturen beobachteten Bienenarten waren weit verbreitete Arten. Bestäubernetzwerke der Bienen, mithilfe derer die Interaktionen zwischen den Bienen und Blüten bewertet wurden, zeigten für die überjährigen und mehrjährigen Blühflächen die gegenüber Umweltveränderungen stabilsten Systeme.

Welche Rolle die Blühflächen für die Vermehrung der vorkommenden Arten und somit für den dauerhaften Arterhalt spielen müsste allerdings gesondert untersucht werden.

Bedeutung der Grünlandbrachen für Tagfalter

Die Brachflächen hatten für die Arten- und Individuenzahlen der Tagfalter eine besondere Bedeutung, nicht aber für die anderen Insektengruppen. Dies wurde auch durch einen beachtlichen Anteil an Tagfalterarten der Vorwarnliste (Rote Liste) auf den Brachflächen deutlich. Bereits in der vorausgehenden Studie (Nitsch et al. 2019) sowie in der Studie von Haaland und Bersier (2011) zeigte sich ein besonderer Wert der grünlandgeprägten Brachflächen für Tagfalter, da sich die Zusammensetzung der Pflanzenarten und der Tagfalterarten auf Brachen im Vergleich zu einjährigen Flächen deutlich unterschied.

Bestäubergemeinschaft der Insekten auf allen Flächentypen durch dieselben häufigen Arten geprägt

Die deutlichen Unterschiede der Artenzusammensetzung der Blüten, die auf den Flächentypen in dieser Studie beobachtet wurden, wirkten sich nicht direkt auf die Artenzusammensetzung der Insektengruppen aus. Dies zeigt, dass alle verglichenen Flächentypen in etwa dieselbe Bestäuberartengemeinschaft beherbergen. Dass überall dieselben, wenigen Arten dominierten, ist ein Zeichen der generell verarmten Insektengemeinschaft in der Agrarlandschaft.

4.2 Fazit

Die Bedeutung blühender Ackerkulturen ist begrenzt

Ackerkulturen wie Kleegras und Luzerne bieten Blüten, von denen Generalisten und auch einige Spezialisten profitieren können. Auch die Rapsblüte ist im späten Frühjahr eine wichtige Nahrungsquelle. Dennoch wurden auf den blühenden Ackerkulturen (Leguminosen, Raps), verglichen mit den FAKT-Flächen, für alle Insektengruppen deutlich weniger Arten und Individuen gefunden. Generell kann gesagt werden, dass kultivierte Leguminosen und Raps aufgrund ihrer geringen Pflanzenartenzahl nur für eine begrenzte Auswahl an Insekten eine Nahrungsquelle bieten, welche aufgrund kurzer Blütezeit oder regelmäßiger Mahd nur von geringer Dauer ist.

Ein zeitlich kontinuierliches Blühangebot kann durch ein räumliches Nebeneinander verschiedener Blühflächentypen mit unterschiedlichen Aussaatzeitpunkten ermöglicht werden

Die ersten Blütenbesucher des Jahres erscheinen im März oder sogar schon im Februar während andere bis in den Oktober hinein noch auf Nahrungssuche sind (Westrich 2019). Über diesen Zeitraum wird ein kontinuierliches Blütenangebot benötigt, um blütenbesuchende Insekten bestmöglich zu fördern (Carreck und Williams 1997). Die Untersuchung hat gezeigt, dass die FAKT-Maßmahme E 2 alleine mit ihren ein- und überjährigen Blühflächen nicht in der Lage ist, den gesamten Zeitraum abzudecken.

Der Vorteil mehrjähriger Blühflächen wird in ihrer Bereitstellung blühender Pflanzen bereits im Frühjahr deutlich. Mehrjährige Blühflächen bleiben außerdem verlässlich auch im Herbst bestehen. Bei

Anbau einer Winterkultur ist es möglich, die ein- und überjährigen Blühflächen bereits ab September umzubrechen, obwohl zu dieser Zeit noch nektarsuchende Insekten unterwegs sind. Ein Anreiz, auch diese Blühflächen länger, z. B. bis Ende November oder bis zum nachfolgenden Frühjahr, stehenzulassen, könnte ihre positive Wirkung auf Insekten erhöhen.

Durch ein Nebeneinander verschiedener Blühflächentypen in direkter räumlicher Nachbarschaft mit unterschiedlichen Aussaatzeiten lässt sich die Zeitspanne mit Blüten deutlich vergrößern. Die Maßnahme E 7 (mehrjährige Flächen) bietet dies durch die Verpflichtung, im Wechsel mindestens 1/3 und maximal 2/3 der Blühfläche in jedem Frühjahr neu zu bearbeiten und einzusäen und jeweils den anderen Teil über zwei volle Jahre stehen zu lassen. Dadurch, dass ein Teil der Blütenpflanzen so über den Winter bestehen bleibt, werden zusätzliche Arten gefördert. Dies zeigte sich in dieser Studie durch die in markhaltigen Pflanzenstängeln nistenden Keulhornbienen (*Ceratina spec*), die ausschließlich auf Flächen der Maßnahme E 7 und auf Brachflächen vorkamen. Alle Maßnahmen, bei denen die Fläche im Herbst komplett gemäht und umgebrochen wird, stellen für diese Arten eine „Brutfalle“ dar, sofern sich ihre Nester auf der Fläche befinden. Zwar liefert diese Studie mit dem Vorkommen von Arten mit spezifischen Nistweisen Indizien für die genannte Brutfalle. Um gezielte Aussagen hierüber zu machen, wären allerdings Untersuchungen zu Wildbienennestern sowie Überwinterungsstadien von Tagfaltern und Schwebfliegen, die sich auf und im Umfeld von Blühflächen befinden, notwendig.

Auch wenn Blühflächen nicht alle Insektenarten fördern, wirken sie dem generellen Artenrückgang entgegen

Viele blütenbesuchende Insekten (32 % der Wildbienen) sind stark spezialisiert und sammeln Pollen beispielsweise nur an wenigen, bestimmten Pflanzenarten (Westrich 2019). Zwar enthalten die FAKT-Blühmischungen Pflanzenarten, auf die sich einige Insektenarten spezialisiert haben, aber dennoch gibt es Spezialisten unter den Insekten, für die die Blühflächen nahezu wertlos sind. In der Folge profitieren vor allem weit verbreitete Insektenarten, die ein breites Nahrungsspektrum annehmen, sogenannte Generalisten, oder Arten, die sich auf weit verbreitete Pflanzenarten spezialisiert haben, von Blühflächen. Obwohl häufige Arten aufgrund ihrer Anspruchslosigkeit zahlenmäßig bei der Insektenfauna in der Mehrheit sind und im Allgemeinen als ungefährdet gelten, gehen auch ihre Bestände, zumindest lokal, zurück (Wagner 2020). Um diesen Abwärtstrend zu bremsen, können Blühflächen ein wichtiger Baustein sein, insbesondere, wenn sie möglichst viele Pflanzenarten enthalten und über das gesamte Insekten-Jahr Blüten bieten.

Eine bessere Etablierung der Blühflächen nach der Aussaat muss sichergestellt werden

Auch wenn es nicht das Ziel der Studie war und deshalb keine quantitativen Aufnahmen dazu durchgeführt wurden, so fiel doch auf, dass einige Blühflächen beträchtlich Anteile blühmischungsfremder Pflanzenarten aufwiesen. Aus Insektensicht am ungünstigsten sind die auf den Flächen gefundenen Pflanzen Ampfer, Melde und Flughafer, da sie keine Nahrung für nektarsuchende Insekten bieten. Zum Teil traten in großer Zahl auch Disteln auf. Während sie für die Landwirtschaft genauso problematisch sind wie die zuvor genannten Arten, so sind Disteln bei blütenbesuchenden Insekten generell sehr beliebt wegen ihres Nektarreichtums (MLR 2021).

Bei starker Verunkrautung besteht das Risiko, dass in der Folge der Herbizideinsatz auf dem umliegenden Ackerland erhöht wird. Um dies zu vermeiden, muss eine bessere Etablierung der Blühflächen sichergestellt sein.

Neben Blühflächen müssen Strukturen mit einem anderen Blütenpflanzenspektrum und weiteren wichtigen Habitateigenschaften erhalten werden (Magerflächen, Brachen, Feldgehölze, Randstrukturen)

Die Blühflächen haben durch ihre zeitliche Kontinuität mit vielen blühenden Pflanzenarten einen hohen Wert als Nektar- und Pollenquellen in der Landschaft und sind damit eine wichtige Ergänzung in der Agrarlandschaft. Grünlandbasierte Brachflächen oder extensives Grünland sind durch ein anderes Spektrum an Pflanzenarten geprägt, wovon verschiedene Insektenarten profitieren können (siehe Tagfalter).

Der Lebensraum der Insektengruppen ist jedoch mehr als die Pollen- und Nektarquelle, denn Blühflächen reichen als alleinige Maßnahme nicht aus, um Insekten in der Agrarlandschaft zu fördern.

So spielen Nistmöglichkeiten für Bienen, Larvennahrung für Schwebfliegen und Raupenfutterpflanzen für Tagfalter ebenso eine wichtige Rolle für die Arten. Für eine effektive Förderung der Diversität ist daher auch eine insektenfreundliche Umgebung notwendig. Hier kann das Fazit der letzten Studie (Nitsch et al. 2019) aufgegriffen werden: Nur durch eine hohe Habitatdiversität auf Landschaftsebene ist es möglich Insektenpopulationen zu erhalten. Neben einer Kombination von verschiedenen Blühmaßnahmen sind Magerflächen, Brachen, unbewirtschaftete Randstrukturen und Feldgehölze für ein weiteres Insektenspektrum überlebenswichtig (siehe auch Bartual et al. 2019).

Resümee

Das Blütenangebot ist entscheidend für die erfolgreiche Förderung von blütenbesuchenden Insekten, die auf Nektar und Pollen angewiesen sind. Hier spielen sowohl die Arten der Blütenpflanzen eine Rolle als auch ihre zeitliche Verfügbarkeit. Blühflächen sind für verschiedene Gruppen von Blütenbesuchern unterschiedlich attraktiv. Die FAKT-Blühmischungen, insbesondere über- und mehrjährige Maßnahmen, eignen sich besonders gut zur Förderung von Wildbienen. Auch Schwebfliegen und Tagfalter profitieren von den Blühmischungen. Von der 2021 neu hinzugekommenen Maßnahme E 8 kann ein weiterer wertvoller Beitrag erwartet werden, da sie mehrjährige Blühmischungen mit besonders hohem Anteil an Wildpflanzen, die über 5 Jahre ohne Bearbeitung oder Nutzung bestehen bleiben, vorsieht. Um eine möglichst große Artenvielfalt zu fördern, müssen allerdings die unterschiedlichen Lebensraumansprüche der verschiedenen Insekten erfüllt werden. Hierzu können zusätzliche Strukturen wie Brachen und Gehölzstrukturen in der Landschaft beitragen.

5 Quellenverzeichnis

Abrol D P (2012): Pollination Biology. Dordrecht: Springer Netherlands. https://doi.org/10.1007/978-94-007-1942-2.

Amiet F (1996): Hymenoptera Apidae Allgemeiner Teil, Gattungsschlüssel, die Gattungen Apis, Bombus und Psithyrus / von Felix Amiet. Insecta Helvetica / A. Neuchâtel: Insecta Helvetica.

Amiet F, Müller A Neumeyer R (1999): Apidae. 2: Colletes, Dufourea, Hylaeus, Nomia, Nomioides, Rhophitoides, Rophites, Sphecodes, Systropha. Fauna Helvetica 4. Neuchâtel: Centre suisse de cartographie de la faune: Schweizerische Entomologische Gesellschaft.

Amiet F, Herrmann M, Müller A Neumeyer R (2001): Apidae. 3: Halictus, Lasioglossum. Fauna Helvetica 6. Neuchâtel: Centre suisse de cartographie de la faune: Schweizerische Entomologische Gesellschaft.

Amiet F, Herrmann M, Müller A Neumeyer R (2004): Apidae. 4: Anthidium, Chelostoma, Coeliosyx, Dioxys, Heriades, Lithurgus, Megachile, Osmia, Stelis. Fauna Helvetica 9. Neuchâtel: Centre suisse de cartographie de la faune: Schweizerische Entomologische Gesellschaft.

Amiet F, Herrmann M, Müller A Neumeyer R (2007): Apidae. 5: Ammobates, Ammoatoides, Anthophora, Biastes, Ceratina, Dasypoda, Epeoloides, Epeolus, Eucera, Macropis, Melecta, Melitta, Nomada, Pasites, Tetralonia, Thyreus, Xylocopa. Fauna Helvetica 20. Neuchâtel: Centre suisse de cartographie de la faune: Schweizerische Entomologische Gesellschaft.

Anderson M J (2001): A new method for non-parametric multivariate analysis of variance. Austral ecology 26 (1). Wiley Online Library: 32-46.

Bartual A M, Sutter L, Bocci G, Moonen A-C, Cresswell J, Entling M, Giffard B, u. a. (2019): The Potential of Different Semi-Natural Habitats to Sustain Pollinators and Natural Enemies in European Agricultural Landscapes. Agriculture, Ecosystems & Environment 279: 43–52. https://doi.org/10.1016/j.agee.2019.04.009.

Bates D, Mächler M, Bolker B Walker S (2015): Fitting linear mixed-effects models using lme4. Journal of Statistical Software 67, Nr. 1: 1–48. https://doi.org/10.18637/jss.v067.i01.

Blüthgen N (2014): Auswirkung der Landnutzung auf Bestäubernetzwerke, Rundgespräche der Kommission für Ökologie Bd. 43, Soziale Insekten in einer sich wandelnden Welt S. 99-109, Verlag Dr. Friedrich Preil, München

Bommarco R, Marini L, Vaissière B E (2012): Insect Pollination Enhances Seed Yield, Quality, and Market Value in Oilseed Rape. *Oecologia* 169, Nr. 4 (1. August 2012): 1025–32. https://doi.org/10.1007/s00442-012-2271-6.

Carreck N, Williams I (1997): Observations on two commercial flower mixtures as food sources for beneficial insects in the UK. The Journal of Agricultural Science 128 (1. Juni 1997): 397–403. https://doi.org/10.1017/S0021859697004279.

Garibaldi L, Steffan-Dewenter I, Winfree R, Aizen M, ommarco R, Cunningham S, Kremen C, u. a. (2013): Wild Pollinators Enhance Fruit Set of Crops Regardless of Honey Bee Abundance. Science (New York, N.Y.) 339 (28. Februar 2013). https://doi.org/10.1126/science.1230200.

Gokcezade J F (2011): Feldbestimmungsschlüssel für die Hummeln Österreichs, Deutschlands und der Schweiz“. Dipl, uniwien. http://othes.univie.ac.at/12798/.

Haaland C, Bersier L-F (2011): What Can Sown Wildflower Strips Contribute to Butterfly Conservation?: An Example from a Swiss Lowland Agricultural Landscape. Journal of Insect Conservation 15, Nr. 1 (1. April 2011): 301–9. https://doi.org/10.1007/s10841-010-9353-8.

LTZ, MLR (2021): Informationen zu ackerbaulichen Maßnahmen in FAKT und Greening STAND: 24.03.2021. https://ltz.landwirtschaft-bw.de/pb/site/pbs-bw-mlr/get/documents_E-1496978611/MLR.LEL/PB5Documents/ltz_ka/Arbeitsfelder/Landwirtschaft%20und%20Umwelt/Greening%20und%20Umweltmassnahmen/FAKTInfobroschuere/Ackerbauliche%20Massnahmen%20in%20FAKT.pdf

LUBW (2021): Rote Listen und Artenverzeichnisse. Zugegriffen 29. März 2021. https://www.lubw.baden-wuerttemberg.de/natur-und-landschaft/rote-listen.

Mauss V, Deutscher Jugendbund für Naturbeobachtung (1994): Bestimmungsschlüssel für die Hummeln der Bundesrepublik Deutschland. DJN.

MLR (2021): Der Bienenweidepflanzenkatalog Baden-Württembergs. Zugegriffen 29. April 2021. http://144.41.33.58/4DAction/W_Init/BWPKBW_index_de.shtml

Nitsch H, Fornoff F, Bauer C, Sauer N, Schäfer L, Stackelberg N, Claßen A, Pabst H, Schramek J, Klein A-M (2019): Ad hoc-Studie zur faunistischen Bewertung von FAKT-Blühmischungen, Institut für ländliche Strukturforschung, Frankfurt.

Oksanen J (2015): Multivariate analysis of ecological communities in R: vegan tutorial. R Doc 43: 11-12.

R Core Team (2020): R: A language and environment for statistical computing. Manual. Vienna, Austria, 2020. https://www.R-project.org/.

Rollin O, Bretagnolle V, Decourtye A, Aptel J, Michel N, Vaissière B E, Henry M (2013): Differences of Floral Resource Use between Honey Bees and Wild Bees in an Intensive Farming System. Agriculture, Ecosystems & Environment 179 (1. Oktober 2013): 78–86. https://doi.org/10.1016/j.agee.2013.07.007.

Scheper J., Bommarco R, Holzschuh A, Potts S G, Riedinger V, Roberts S P M, Rundlöf M, u. a. (2015): Local and Landscape-Level Floral Resources Explain Effects of Wildflower Strips on Wild Bees across Four European Countries. Journal of Applied Ecology 52, Nr. 5: 1165–75. https://doi.org/10.1111/1365-2664.12479.

Scheuchl E (2000): Illustrierte Bestimmungstabellen der Wildbienen Deutschlands und Österreichs. Band I: Anthophoridae. - 2. erweiterte Auflage, 158 S. (Eigenverlag).

Steffan-Dewenter I, Tscharntke T (2001): Succession of Bee Communities on Fallows. Ecography 24, Nr. 1 (2001): 83–93. https://doi.org/10.1034/j.1600-0587.2001.240110.x.

Wagner D L (2020): Insect Declines in the Anthropocene. Annual Review of Entomology 65, Nr. 1 (7. Januar 2020): 457–80. https://doi.org/10.1146/annurev-ento-011019-025151.

Westrich P (2019): Die Wildbienen Deutschlands. 2., Aktualisierte Auflage. Stuttgart: Verlag Eugen Ulmer, 2019.

6 Anhang

6.1 Zusammensetzung der FAKT-Blühmischungen M1 und M3

Tabelle 7: Saatanteile blühender Pflanzenarten in den FAKT-Blühmischungen M1 und M3

(nach LTZ und MLR 2021)

Pflanzenarten		FAKT M1 (Gewichts%)	FAKT M3 (Gewichts%)
Deutscher Name	**Botanischer Name**		
Phacelia	*Phacelia tanacetifolia*	10	2
Buchweizen	*Fagopyrum esculentum*	22,5	10
Ramtillkraut	*Guizotia abyssinica*	2	0
Gelbsenf	*Sinapsis alba*	2	15
Ringelblume	*Calendula officinalis*	3	0
Ölrettich	*Raphanus sativus*	2	0
Borretsch	*Borago officinalis*	2	3
Öllein, Saatlein	*Linum usitatissimum*	4	0
Persischer Klee	*Trifolium resupinatum*	5	0
Sonnenblume	*Helianthus annuus*	12	6
Inkarnatklee	*Trifolium incarnatum*	8	8
Kornblume	*Centaurea cyanus*	6	1,5
Klatschmohn	*Papaver rhoeas*	0,5	0,3
Koriander	*Coriandrum sativum*	3	7
Dill	*Anethum graveolens*	2	0
Sommerwicke/Saatwicke	*Vicia sativa*	6	3
Saat/Futter-Esparsette	*Onobrychis viciifolia*	5	4
Fenchel	*Foeniculum vulgare*	5	2
Kornrade	*Agrostemma githago*	0	3
Wilde Möhre	*Daucus carota*	0	1
Luzerne	*Medicago sativa*	0	3
Weißer Steinklee	*Melilotus alba*	0	0,5
Schafgarbe	*Achillea millefolium*	0	0,1
Wieseflockenblume	*Centaurea jacea*	0	0,5
Gemeiner Natternkopf	*Echium vulgare*	0	0,3
Wiesen-Margerite	*Leucanthemum vulgare*	0	0,5
Großbütige Königskerze	*Verbascum densiflorum*	0	0,2
Dost	*Origanum vulgare*	0	0,1

Pflanzenarten		FAKT M1 (Gewichts%)	FAKT M3 (Gewichts%)
Deutscher Name	**Botanischer Name**		
Hornklee	*Lotus corniculatus*	0	1
Gelber Steinklee	*Melilotus officinalis*	0	1
Rotklee	*Trifolium pratense*	0	2
Winterwicke	*Vicia villosa*	0	2
Wundklee	*Anthyllis vulneraria*	0	1
Winterraps	*Brassica napus*	0	2
Kümmel	*Carum Carvi*	0	1
Winterrübsen	*Brassica rapa*	0	4
Winterstaudenroggen	*Secale multicaule*	0	12
Kresse	*Lepidium sativum*	0	3

6.2 Vorkommen blühender Pflanzen auf den Untersuchungsflächen

Tabelle 8: Zustand der verschiedenen Flächen bei den drei Begängen

	Begang 1	**Begang 2**	**Begang 3**
Einjährig			
Blühend	2	10	9
Frisch eingesät	8	-	-
Umgebrochen	-	-	1
Überjährig			
Blühend	10	10	5
Umgebrochen	-	-	5
Mehrjährig			
Blühend	8	8	8
Brache			
Blühend	6	6	2
Gemäht	-	2	6
Gewässerrand (blühend)	4	2	2
Leguminose			
Blühend	1	4	2
Vor der Blüte	9	-	-
Verblüht	-	2	2
Geerntet	-	3	5
Umgebrochen	-	1	1
Raps			
Blühend	6	-	-
Verblüht	4	-	-

Tabelle 9: Artenliste der auf den Untersuchungsflächen aufgefundenen blühenden Pflanzenarten

Aufgeführt sind alle erfassten Pflanzenarten. In den Spalten der jeweiligen Flächenkategorien ist die Anzahl der Untersuchungsflächen, auf denen die Art vorkam, für jeden der drei Begänge (Begang 1/Begang 2/Begang 3) angegeben.

Pflanzenart	Einjährig	Mehrjährig	Überjährig	Brache	Leguminose	Raps
Achillea millefolium	-/-/-	-/2/1	3/1/1	1/3/-	-/-/-	-
Agrimonia eupatoria	-/-/1	-/-/-	-/-/-	-/-/3	-/-/-	-
Agrostemma githago	-/1/-	-/-/-	6/-/-	-/-/-	-/-/-	-
Ajuga genevensis	-/-/-	3/-/-	-/-/-	-/-/-	-/-/-	-
Anethum graveolens	-/1/-	-/-/-	-/-/-	-/-/-	-/-/-	-
Anthemis arvensis	-/-/1	-/-/-	1/-/-	4/-/-	-/-/-	-
Anthyllis vulneraria	-/-/-	12/1/1	12/1/1	-/-/-	-/-/-	-
Arabis glabra	-/-/-	-/-/-	-/-/-	1/-/-	-/-/-	-
Bellis perennis	-/-/-	-/-/-	-/-/-	1/-/-	-/-/-	-
Berteroa incana	-/-/-	-/-/-	-/-/-	-/-/1	-/-/-	-
Borago officinalis	-/6/6	-/-/-	-/-/-	-/-/-	-/-/-	-
Brassica napus	-/-/-	-/-/-	-/-/-	-/-/-	-/-/-	25
Brassicaceae	1/-/-	2/-/-	-/-/-	-/-/-	-/-/-	-
Bunias orientalis	-/-/-	-/-/-	-/-/-	1/-/-	-/-/-	-
Calendula officinalis	-/10/13	1/-/2	-/-/-	-/-/-	-/-/-	-
Calystegia sepium	1/-/-	-/1/-	-/-/-	-/-/-	-/-/-	-
Campanula sp	-/-/-	-/-/-	-/-/-	1/-/-	-/-/-	-
Capsella bursa-pastoris	1/-/-	3/-/-	-/-/-	-/-/-	-/-/-	-
Carum carvi	-/1/-	6/-/-	1/-/-	-/-/-	-/-/-	-
Centaurea cyanus	4/39/29	2/3/-	25/17/1	-/-/-	-/-/-	-
Centaurea jacea	-/-/-	-/4/10	-/4/2	-/1/-	-/-/-	-
Centaurea sp	-/-/-	-/2/-	-/4/-	-/1/-	-/-/-	-
Cerastium cf pumilum	-/-/-	1/-/-	-/-/-	-/-/-	-/-/-	-
cf Hieracium sp	-/-/-	-/1/-	-/-/-	-/1/-	-/-/-	-
Cichorium intybus	-/1/1	-/-/-	-/-/-	-/-/-	-/-/-	-
Cirsium arvense	-/2/-	-/1/-	-/-/-	-/-/-	-/-/-	-
Cirsium sp	-/4/-	-/5/1	-/3/-	-/-/-	-/-/-	-
Convolvulus arvensis	-/-/-	-/-/-	-/1/-	-/-/-	-/-/-	-
Coriandrum sativum	-/5/-	-/-/-	7/-/-	-/-/-	-/-/-	-
Daucus carota	-/2/-	-/28/10	-/42/4	-/4/2	-/-/-	-
Echium vulgare	-/1/-	-/1/-	-/-/-	-/-/-	-/-/-	-
Erodium cicutarium agg	-/-/-	-/-/-	-/-/-	-/1/-	-/-/-	-
Fagopyrum esculentum	8/12/6	-/1/-	-/-/-	-/-/-	-/-/-	-
Foeniculum vulgare	-/5/2	-/14/-	-/12/-	-/-/-	-/-/-	-
Fragaria viridis	-/-/-	-/-/-	-/-/-	2/-/-	-/-/-	-
Galium aparine	-/-/-	3/-/-	-/-/-	-/-/-	-/-/-	-
Galium mollugo agg	-/-/-	-/-/-	-/-/-	13/6/1	-/-/-	-
Geranium cf molle	-/-/-	-/-/-	-/-/-	4/-/-	-/-/-	-
Geranium dissectum	-/-/-	-/-/-	2/-/-	-/-/-	-/-/-	-

Pflanzenart	Einjährig	Mehrjährig	Überjährig	Brache	Leguminose	Raps
Geranium molle	-/-/-	-/-/-	-/-/-	2/-/-	-/-/-	-
Geranium sp	-/-/-	-/-/-	6/-/-	-/-/-	-/-/-	-
Helianthus annuus	-/16/1	-/-/-	-/-/-	-/-/-	-/-/-	-
Heracleum sphondylium	-/-/-	-/-/-	-/-/-	3/1/-	-/-/-	-
Hypochaeris radicata	-/-/-	-/-/-	-/-/-	-/1/-	-/-/-	-
Lactuca serriola	-/-/1	-/1/2	-/1/-	-/-/-	-/-/-	-
Lamium purpureum agg	1/-/-	-/-/-	-/-/-	-/-/-	-/-/-	-
Leontodon hispidus	-/-/-	-/-/-	-/-/-	-/1/-	-/-/-	-
Lepidium sativum	-/-/-	-/-/-	2/-/-	-/-/-	-/-/-	-
Leucanthemum vulgare agg	-/-/-	-/-/-	4/1/-	5/1/-	-/-/-	-
Linaria vulgaris	-/-/-	-/-/-	-/-/-	-/-/1	-/-/-	-
Linum bienne	-/1/-	-/-/-	-/-/-	-/-/-	-/-/-	-
Linum usitatissimum	1/-/1	-/-/-	-/-/-	-/-/-	-/-/-	-
Lotus corniculatus agg	-/-/-	-/-/-	-/-/-	2/-/-	-/-/-	-
Lotus sp	-/-/-	-/6/-	2/1/-	-/-/-	-/-/-	-
Malva sylvestris	-/3/-	-/-/-	-/-/-	-/-/-	-/-/-	-
Medicago lupulina	-/7/-	3/5/-	-/5/-	2/-/-	-/-/-	-
Medicago sativa	-/-/4	-/15/10	1/7/7	-/1/3	5/10/-	-
Melilotus albus	-/-/-	-/3/4	-/-/3	-/-/-	-/-/-	-
Melilotus officinalis	-/-/-	1/3/18	13/8/20	-/-/-	-/-/-	-
Myosotis arvensis	-/-/-	7/-/-	1/-/-	-/-/-	-/-/-	-
Onobrychis viciifolia	-/-/-	2/1/1	5/-/-	-/-/-	-/-/-	-
Origanum vulgare	-/-/-	-/2/3	-/-/1	-/-/-	-/-/-	-
Papaver sp	-/-/-	1/4/-	4/2/-	-/-/-	-/-/-	-
Petrorhagia prolifera	-/-/-	-/-/-	-/-/-	-/-/3	-/-/-	-
Phacelia tanacetifolia	3/20/5	25/-/-	10/1/-	-/-/-	-/-/-	-
Picris hieracioides	-/-/1	-/1/-	-/-/-	-/-/-	-/-/-	-
Plantago lanceolata	-/-/-	-/-/-	-/-/-	6/4/-	-/-/-	-
Polygonum arenastrum	-/-/3	-/-/-	-/-/-	-/-/-	-/-/-	-
Ranunculus bulbosus	-/-/-	-/-/-	-/-/-	1/-/-	-/-/-	-
Ranunculus cf acris	-/-/-	-/-/-	-/-/-	1/-/-	-/-/-	-
Raphanus sativus	8/-/1	-/-/-	-/-/-	-/-/-	-/-/-	-
Salvia pratensis	-/-/-	-/-/-	-/-/-	3/-/-	-/-/-	-
Senecio jacobaea	-/-/-	-/-/-	-/-/-	-/1/-	-/-/-	-
Silene dioica	-/-/-	-/-/-	-/-/-	-/-/1	-/-/-	-
Silene latifolia	-/-/-	-/-/-	-/-/2	-/-/-	-/-/-	-
Silene nutans	-/-/-	-/-/-	-/1/-	-/-/-	-/-/-	-
Silphium perfoliatum	-/-/3	-/-/-	-/-/-	-/-/-	-/-/-	-
Sinapis alba	-/-/-	2/-/-	3/-/-	-/-/-	-/-/-	-
Sinapis cf alba	-/-/-	5/-/-	-/-/-	-/-/-	-/-/-	-
Solanum nigrum	-/-/1	-/-/1	-/-/-	-/-/-	-/-/-	-

Pflanzenart	Einjährig	Mehrjährig	Überjährig	Brache	Leguminose	Raps
Sonchus arvensis	-/2/-	-/-/-	-/-/-	-/-/-	-/-/-	-
Stellaria media	-/-/-	3/-/-	-/-/-	2/-/-	-/-/-	-
Tanacetum vulgare	-/-/-	-/-/-	-/-/-	-/1/-	-/-/-	-
Thlaspi arvense	-/-/-	1/-/-	-/-/-	-/-/-	-/-/-	-
Tragopogon pratensis	-/-/-	-/-/-	-/-/-	1/-/-	-/-/-	-
Trifolium incarnatum	-/3/5	14/-/-	12/-/-	-/-/-	-/-/-	-
Trifolium pratense	-/-/-	-/3/2	1/10/4	3/4/-	-/6/10	-
Trifolium repens	1/5/-	-/-/-	-/-/-	5/-/-	-/2/-	-
Trifolium resupinatum	-/1/6	-/1/-	-/-/-	-/-/-	-/-/-	-
Trifolium sp	-/-/-	1/-/-	3/-/-	-/-/-	-/-/-	-
Tripleurospermum perforatum	-/-/-	1/10/1	8/2/-	-/2/-	-/-/-	-
Valerianella locusta	-/-/-	1/-/-	-/-/-	-/-/-	-/-/-	-
Verbascum sp	-/-/-	-/-/-	-/1/1	-/-/-	-/-/-	-
Veronica arvensis	-/-/-	1/-/-	-/-/-	-/-/-	-/-/-	-
Veronica persica	-/-/4	-/-/-	-/-/-	-/-/-	-/-/-	-
Veronica sp	-/-/2	2/-/-	2/-/-	-/-/-	-/-/-	-
Vicia cf villosa agg	-/-/-	-/-/-	5/-/-	-/-/-	-/-/-	-
Vicia hirsuta	-/-/-	1/-/-	-/-/-	1/-/-	-/-/-	-
Vicia sativa	-/-/-	-/-/-	1/-/-	-/-/-	-/-/-	-
Vicia sepium	-/-/-	-/-/-	-/-/-	4/-/-	-/-/-	-
Vicia sp	-/-/-	1/-/-	34/5/2	-/-/-	-/-/-	-
Vicia villosa agg	-/-/-	-/-/-	-/3/-	-/-/-	-/-/-	-
Viola arvensis	-/-/-	4/-/-	1/-/-	1/-/-	-/-/-	-

Tabelle 10: Anzahl der Pflanzenarten auf verschiedenen Flächentypen sowie Anteil an Arten und Blütenköpfen aus der jeweiligen FAKT-Mischung

Flächentyp (ggf. mit Angabe zur FAKT-Mischung)	Anzahl Pflanzen-arten auf den Flächentypen (kumulativ)	Davon aus FAKT-Mischung	Mittelwert Anzahl Pflanzenarten auf den einzelnen Untersuchungsflächen (davon aus FAKT-Mischung)	% Blütenköpfe aus FAKT-Mischung (Mittelwert auf den einzelnen Untersuchungsflächen)
Einjährig (M1)	41	13 (von 18)	9 (6)	71 %
Überjährig (M3)	44	24 (von 30)	12 (8)	82 %
Mehrjährig (M3)	48	19 (von 30)	15 (9)	61 %
Brache	55		8	
Leguminose	2		0,5	
Raps	1		0,6	

6.3 Zusammenfassung der Arten- und Individuenzahlen der Insektengruppen

Tabelle 11: Vergleich der Anzahl an Bienenarten und der Anzahl an Bienenindividuen sowie Bienenindividuen ohne die Honigbiene zwischen Flächentypen

Die Bienenarten und Individuenzahlen wurden für jede Fläche über alle drei Begänge addiert. Es sind jeweils Minimum, Mittelwert, Standartabweichung (sd) und Maximum angegeben.

	Artenzahl				**Individuenzahl (in Klammer: ohne Honigbienen)**			
	Mittelwert	Sd	Min	Max.	Mittelwert	Sd	Min.	Max.
Einjährig	6,1	2,8	3	11	37.7 (13.8)	28.3 (9.4)	4 (3)	93 (32)
Überjährig	8	2,8	5	12	53.6 (19.7)	33.9 (10.5)	18 (10)	111 (36)
Mehrjährig	9,4	6,7	0	22	49.1 (25.6)	48.6 (25.9)	0 (0)	160 (82)
Brache	4	2,1	2	8	6.5 (4)	4 (4)	3 (1)	12 (12)
Leguminose	1	1,6	0	4	2.3 (1.7)	3.8 (2.9)	0 (0)	10 (7)
Raps	1,2	1,3	0	3	16 (3.8)	14.8 (6.4)	0 (0)	32 (16)

Tabelle 12: Vergleich der Anzahl an Schwebfliegenarten und der Anzahl an Schwebfliegenindividuen zwischen Flächentypen

Die Schwebfliegenarten wurden für jede Fläche über alle drei Begänge addiert. Es sind Minimum, Mittelwert, Standartabweichung (sd) und Maximum angegeben.

	Artenzahl				**Individuenzahl**			
	Mittelwert	Sd	Min.	Max.	Mittelwert	Sd	Min.	Max.
Einjährig	2	1,5	0	5	4,3	4,2	0	11
Überjährig	3,3	1,9	0	6	5,7	4,1	0	13
Mehrjährig	3,9	2	1	7	7,6	3,5	3	14
Brache	3,2	2,6	0	7	5,2	5,4	0	15
Leguminose	0,3	0,7	0	2	0,7	1,6	0	5
Raps	0,8	1,1	0	3	0,8	1,1	0	3

Tabelle 13: Vergleich der Anzahl an Tagfalterarten und der Anzahl an Tagfalterindividuen zwischen den Flächentypen

Die Tagfalterarten und Individuenzahlen wurden für jede Fläche über alle drei Begänge addiert. Es sind Minimum, Mittelwert, Standartabweichung (sd) und Maximum angegeben.

	Artenzahl				**Individuenzahl**			
	Mittelwert	Sd	Min.	Max.	Mittelwert	Sd	Min.	Max.
Einjährig	4	2,2	1	8	12,3	7	2	23
Überjährig	3,9	1,7	2	7	11,4	7,5	2	23
Mehrjährig	5,6	2,6	3	11	11,5	8,9	6	33
Brache	6,7	1,8	4	8	19,3	8,2	11	32
Leguminose	2,7	3,1	0	7	6,7	9,6	0	29
Raps	0,7	0,8	0	2	1,1	1,4	0	4

6.4 Zusammenhang von Insektenindividuen und Blütendeckung

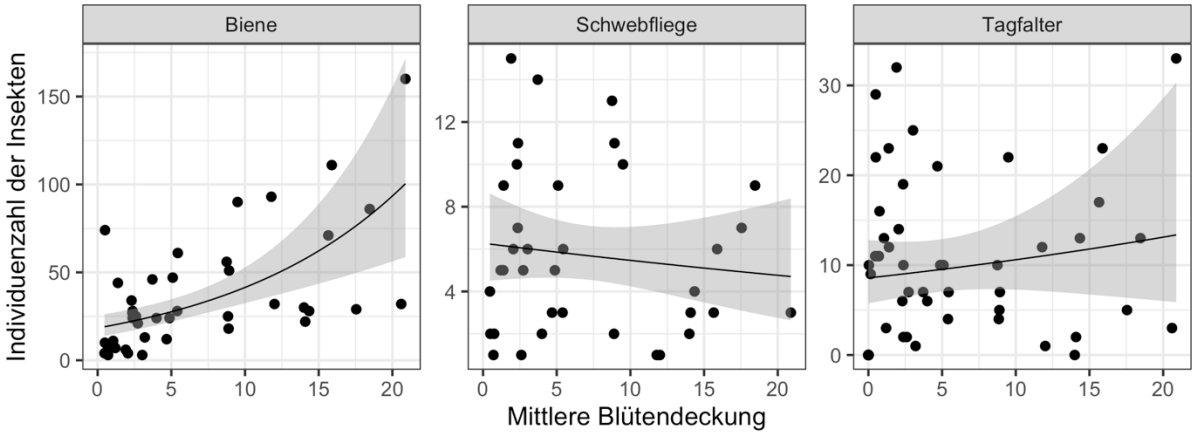

Abbildung 30: Individuenzahlen der Insekten in Abhängigkeit der mittleren Blütendeckung

Die Individuenzahlen beziehen sich für jede Insektengruppe auf die Probeflächen und sind jeweils die Summe der Individuen aller drei Begänge. Die Blütendeckung wurde als Mittelwert der einzelnen Untersuchungsflächen und Begänge für jede Probefläche berechnet. Gerneralisierte Lineare Modelle und ihre Standartabweichung sind durch die Linien mit grau hinterlegtem Bereich abgebildet. Die Modelle wurden unter der Annahme der Negativbinomialverteilung gefittet. Der Flächentyp wird in den Modellen nicht berücksichtigt.

6.5 Individuenzahlen der Insekten für jeden Flächentyp

Tabelle 14: Individuenzahlen der Bienen für jeden Flächentyp

Anzahl ist addiert über alle Flächen und Wiederholungen. Gelb hinterlegt sind jeweils die drei individuenreichsten Arten. Manche Arten lassen sich morphologisch nicht eindeutig unterscheiden, in diesem Fall werden beide in Frage kommenden Arten gemeinsam genannt.

Bienenart	Einjährig	Überjährig	Mehrjährig	Brache	Leguminose	Raps	Summe
Apis mellifera	239	339	188	15	6	122	909
Bombus lapidarius	20	70	64	3	-	26	183
Bombus terrestris aggr.	29	24	41	1	4	3	102
Andrena flavipes	9	16	5	1	-	9	40
Bombus pascuorum	5	13	19	1	3	-	41
Bombus hortorum	-	22	6	1	-	-	29
Andrena cf nitidiuscula	8	5	14	1	-	-	28
Bombus sylvarum	3	7	8	1	5	-	24
Lasioglossum laticeps	16	-	3	1	-	-	20
Lasioglossum malachurum	12	4	5	1	-	-	22
Halictus simplex agg	9	3	9	-	1	-	22
Bombus humilis	-	4	2	1	2	-	9
Colletes similis	-	6	1	-	-	-	7
Halictus tumulorum	-	2	1	4	-	-	7
Halictus scabiosae	4	-	1	-	-	-	5
Lasioglossum glabriusculum	1	1	3	-	-	-	5
Halictus quadricinctus	4	-	-	-	-	-	4
Andrena labialis	-	3	1	-	-	-	4
Andrena cineraria	-	-	1	3	-	-	4
Andrena cf dorsata	2	1	-	-	-	-	3
Lasioglossum pauxillum	1	1	2	-	-	-	4
Megachile pilidens	2	-	2	-	-	-	4
Melitta leporina	1	-	2	-	-	-	3
Lasioglossum	-	-	2	1	-	-	3
Lasioglossum interruptum	-	-	4	-	-	-	4
Andrena minutula agg	1	-	1	-	-	-	2
Halictus eurygnathus	2	-	-	-	-	-	2
Anthophora aestivalis	-	1	1	-	-	-	2
Colletes succinctus	-	1	1	-	-	-	2
Halictus sexcinctus	-	2	-	-	-	-	2
Hylaeus cornutus	-	2	-	-	-	-	2
Andrena ovatula	-	2	-	-	2	-	4
Halictus rubicundus	1	-	-	-	-	-	1
Halictus subauratus	1	-	-	-	-	-	1
Hylaeus cf communis	1	-	-	-	-	-	1
Lasioglossum albipes	1	-	-	-	-	-	1
Lasioglossum cf subhirtum	1	-	-	-	-	-	1
Lasioglossum politum	1	-	-	-	-	-	1
Lasioglossum zonulum	1	-	-	-	-	-	1
Sphecodes cf puncticeps	1	-	-	-	-	-	1

Bienenart	Einjährig	Überjährig	Mehrjährig	Brache	Leguminose	Raps	Summe
Sphecodes sp3	1	-	-	-	-	-	1
Andrena sp 1	-	1	-	-	-	-	1
Andrena sp4	-	1	-	-	-	-	1
Bombus hypnorum	-	1	-	-	-	-	1
Bombus ruderarius	-	1	-	-	-	-	1
Eucera longicornis	-	1	-	-	-	-	1
Osmia bicornis	-	1	-	-	-	-	1
Sphecodes sp2	-	1	-	-	-	-	1
Anthidium punctatum	-	-	1	-	-	-	1
Bombus pratorum	-	-	1	-	-	-	1
Ceratina cyanea	-	-	1	-	-	-	1
Osmia leucomelana	-	-	1	-	-	-	1
Sphecodes cf pellucidus	-	-	1	-	-	-	1
Sphecodes sp1	-	-	1	-	-	-	1
Ceratina cucurbitina	-	-	-	1	-	-	1
Heriades truncorum	-	-	-	1	-	-	1
Hylaeus gracilis = gracilicornis?	-	-	-	1	-	-	1
Lasioglossum cf lativentre	-	-	-	1	-	-	1
Artenzahl	33	33	40	20	7	5	71
Summe Individuen	377	536	393	39	23	160	1528

Tabelle 15: Individuenzahlen der Schwebfliegen für jeden Flächentyp

Anzahl ist addiert über alle Flächen und Wiederholungen. Gelb hinterlegt sind jeweils die drei individuenreichsten Arten. Manche Arten lassen sich morphologisch nicht eindeutig unterscheiden, in diesem Fall werden beide in Frage kommenden Arten gemeinsam genannt.

Schwebfliegenart	Einjährig	Überjährig	Mehrjährig	Brache	Leguminose	Raps	Summe
Sphaerophoria scripta	21	15	31	3	5	1	76
Eristalis tenax	6	2	3	2	-	-	13
Episyrphus balteatus	2	1	1	5	-	1	10
Syrphus vitripennis	-	2	3	4	1	-	10
Eupeodes corollae	2	1	1	4	-	1	9
Myathropa florea	-	2	3	1	-	-	6
Eupeodes luniger	2	-	-	2	1	-	5
Sphaerophoria interrupta agg.	2	1	3	-	-	-	6
Chrysotoxum festivum	-	3	1	-	-	1	5
Syrphus ribesii	1	2	1	-	-	-	4
Melanostoma mellinum	-	-	-	2	-	1	3
Scaeva pyrastri	1	-	1	-	-	-	2
Eristalis arbustorum	-	2	-	-	-	-	2
Eupeodes bucculatus	-	1	1	-	-	-	2
Helophilus trivittatus	-	2	-	-	-	-	2
Sphaerophoria taeniata	-	1	-	1	-	-	2
Syritta pipiens	-	2	-	-	-	-	2
Chrysotoxum bicinctum	-	1	-	-	-	-	1
Volucella bombylans	-	1	-	-	-	-	1
Paragus quadrifasciatus	-	-	1	-	-	-	1
Chrysotoxum cautum	-	-	-	1	-	-	1
Syrphus torvus	-	-	-	1	-	-	1
Syrphidae (unbestimmt)	6	18	11	5	-	2	42
Artenzahl	9	17	14	12	3	6	24
Summe Individuen	43	57	61	31	7	7	206

Tabelle 16: Individuenzahlen der Tagfalter für jeden Flächentyp

Anzahl ist addiert über alle Flächen und Wiederholungen. Gelb hinterlegt sind jeweils die drei individuenreichsten Arten. Manche Arten lassen sich morphologisch nicht eindeutig unterscheiden, in diesem Fall werden beide in Frage kommenden Arten gemeinsam genannt.

Tagfalterart	Einjährig	Überjährig	Mehrjährig	Brache	Leguminose	Raps	Summe
Pieris rapae	79	47	23	19	11	5	184
Polyommatus icarus	6	22	17	25	34	-	104
Coenonympha pamphilus	3	18	4	23	2	2	52
Maniola jurtina	15	1	4	21	-	-	41
Pieris napi	3	2	9	3	5	3	25
Argynnis paphia	4	2	8	2	-	-	16
Hesperiidae	5	1	4	3	1	-	14
Colias hyale/alfacariensis	1	1	3	-	5	-	10
Aglais urticae	2	4	-	1	1	-	8
Aricia agestis/artaxerxes	-	-	1	6	1	-	8
Cupido argiades	-	4	-	1	-	-	5
Issoria lathonia	-	1	3	-	-	-	4
Pieris brassicae	1	2	-	-	1	-	4
Celastrina argiolus	-	-	2	-	1	-	3
Cyaniris semiargus	-	-	-	1	2	-	3
Lycaena phlaeas	-	-	-	2	1	-	3
Melanargia galathea	-	-	1	2	-	-	3
Aphantopus hyperantus	-	-	2	-	-	-	2
Aporia crataegi	-	-	-	2	-	-	2
Polyommatus coridon	-	-	2	-	-	-	2
Vanessa atalanta	1	-	-	-	-	1	2
Aglais io	1	-	-	-	-	-	1
Boloria dia	-	1	-	-	-	-	1
Fabriciana adippe	-	-	1	-	-	-	1
Gonepteryx rhamni	-	-	1	-	-	-	1
Leptidea sinapis/juvernica	-	1	-	-	-	-	1
Pararge aegeria	-	-	1	-	-	-	1
Pieris mannii	-	-	1	-	-	-	1
Pontia edusa	1	-	-	-	-	-	1
Speyeria aglaja	-	-	-	1	-	-	1
Lycaenidae	-	1	3	1	1	-	6
Pieridae	1	4	2	3	1	-	11
Nicht identifiziert	-	2	-	-	-	-	2
Artenzahl	14	18	20	17	14	4	34
Summe Individuen	123	114	92	116	67	11	523

6.6 Analyse der Artengemeinschaften

Der Ordnationsplot stellt Flächen mit ähnlicher Artenzusammensetzung als nahe beieinanderliegende Punkte dar und sehr unterschiedliche Flächen durch weit voneinander entfernte Punkte. Die Punkte stehen jeweils für die Artengemeinschaft aller Arten die über alle drei Begänge akkumuliert auf einer Probefläche vorkamen. Die Achsen (NMDS1 und NMDS2) bezeichnen die zwei Dimensionen, in welche die Artengemeinschaften anhand ihrer Unterschiede durch das nicht-metrische multidimensionale Skalieren transformiert werden. Die NMDS hatte dabei ein Stress-Level von 0.121, was bedeutet, dass die zwei Dimensionen zur Darstellung der Artengemeinschaft ausreichen.

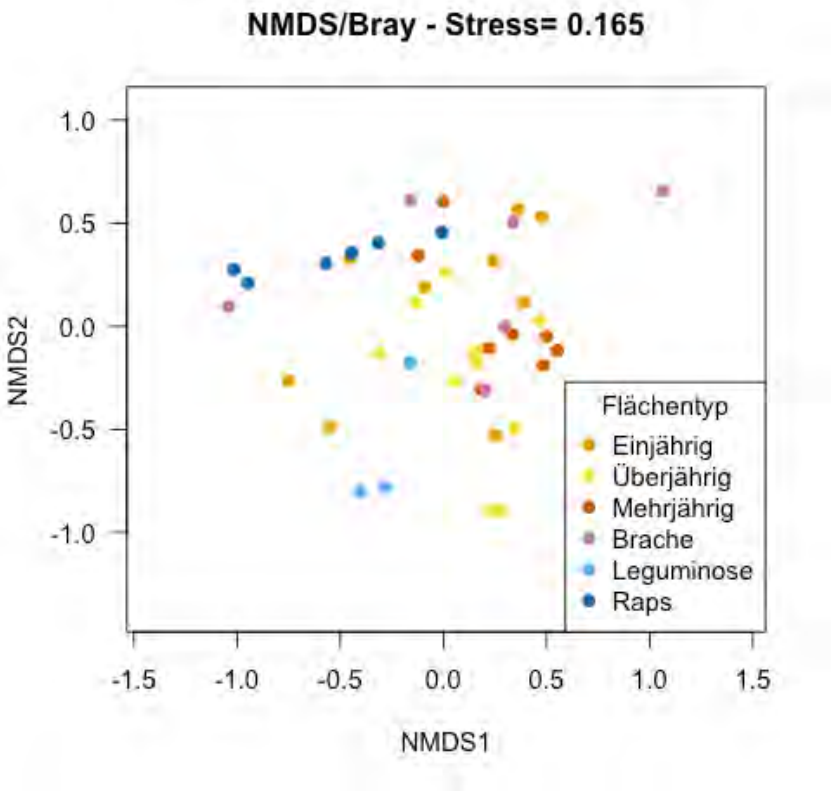

Abbildung 31: Artengemeinschaft der Bienen, dargestellt als Ordinationsplot

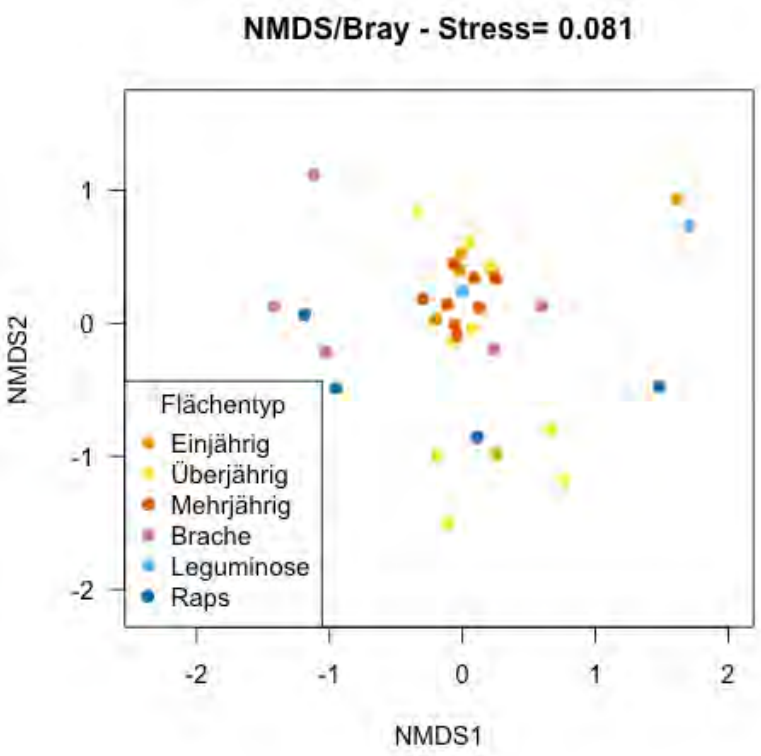

Abbildung 32: Artengemeinschaft der Schwebfliegen, dargestellt als Ordinationsplot

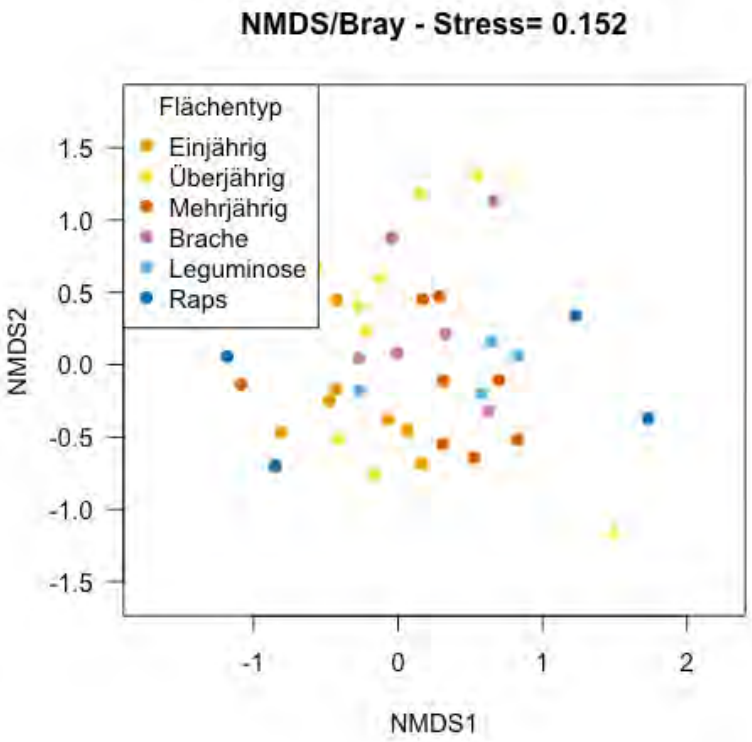

Abbildung 33: Artengemeinschaft der Tagfalter, dargestellt als Ordinationsplot

6.7 Weitere Netzwerkabbildungen

Die Dicke der grauen Balken stellt die Häufigkeit, mit der die Interaktion beobachtet wurde, dar. Die Einfärbung der Insektenarten beschreibt den jeweiligen Rote Liste Status. Die Einfärbung der Pflanzen entspricht der Blühmischung, in der sie vorkommen. Die Legenden zu den beiden Farbskalen sind in Abbildung 25 dargestellt.

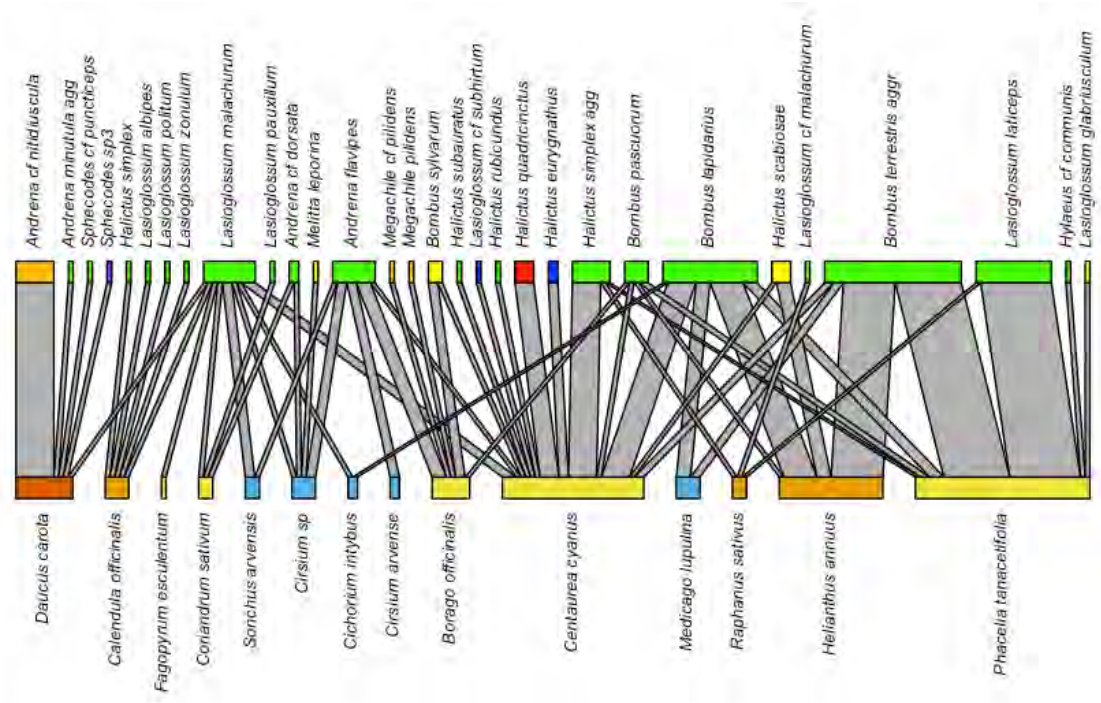

Abbildung 34: Interaktionsnetzwerk zwischen Pflanzen (unten) und Bienen (oben) auf einjährigen FAKT-Blühflächen

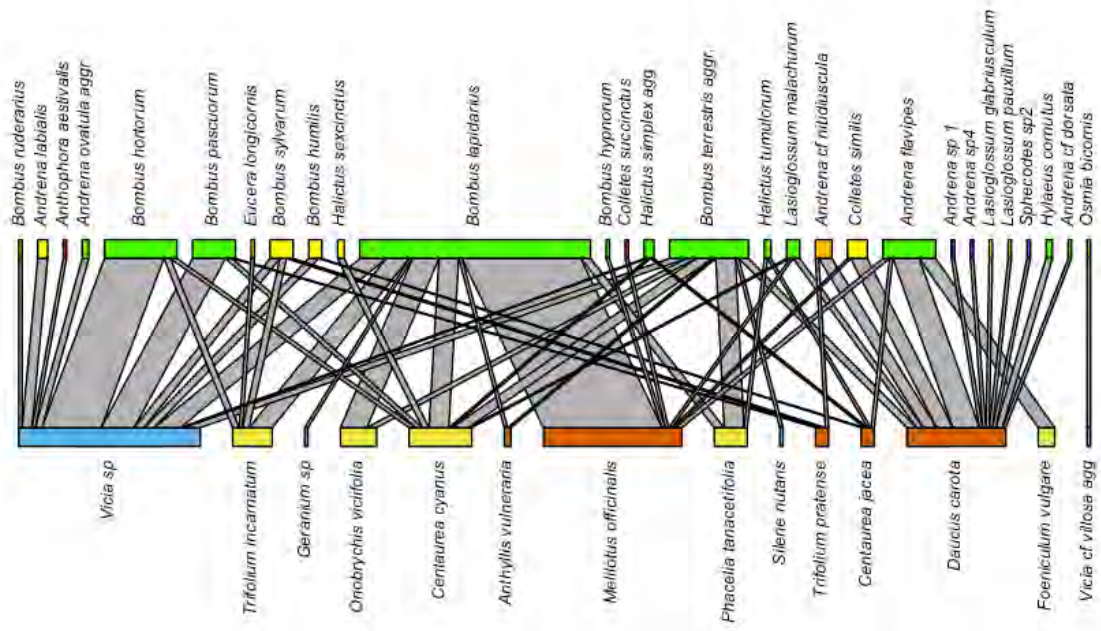

Abbildung 35: Interaktionsnetzwerk zwischen Pflanzen (unten) und Bienen (oben) auf überjährigen FAKT-Blühflächen

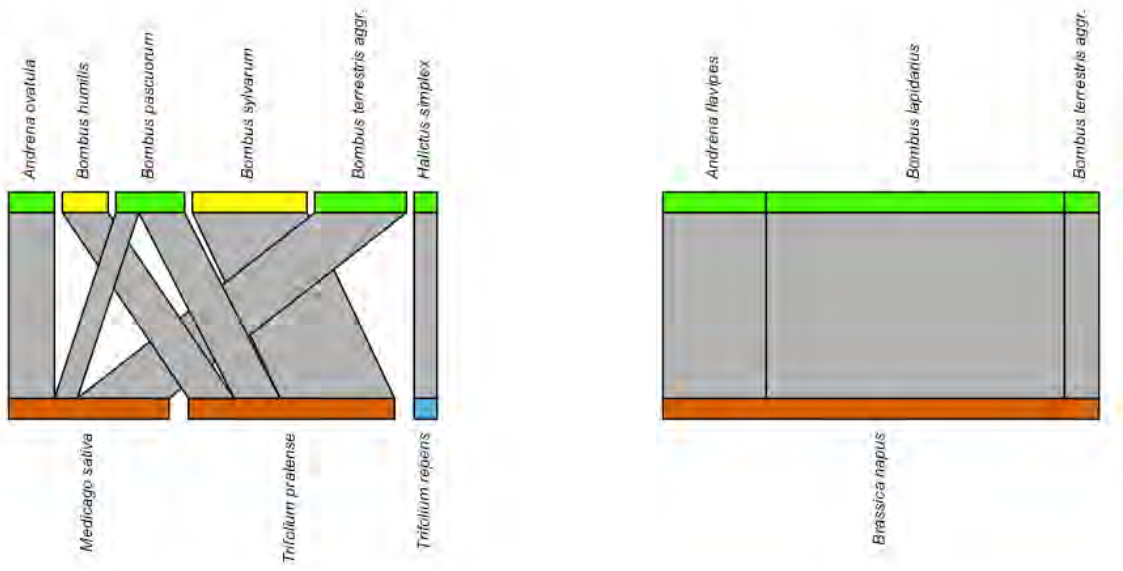

Abbildung 36: Interaktionsnetzwerk zwischen Pflanzen (unten) und Bienen (oben) auf Leguminosen (links) und Raps (rechts)

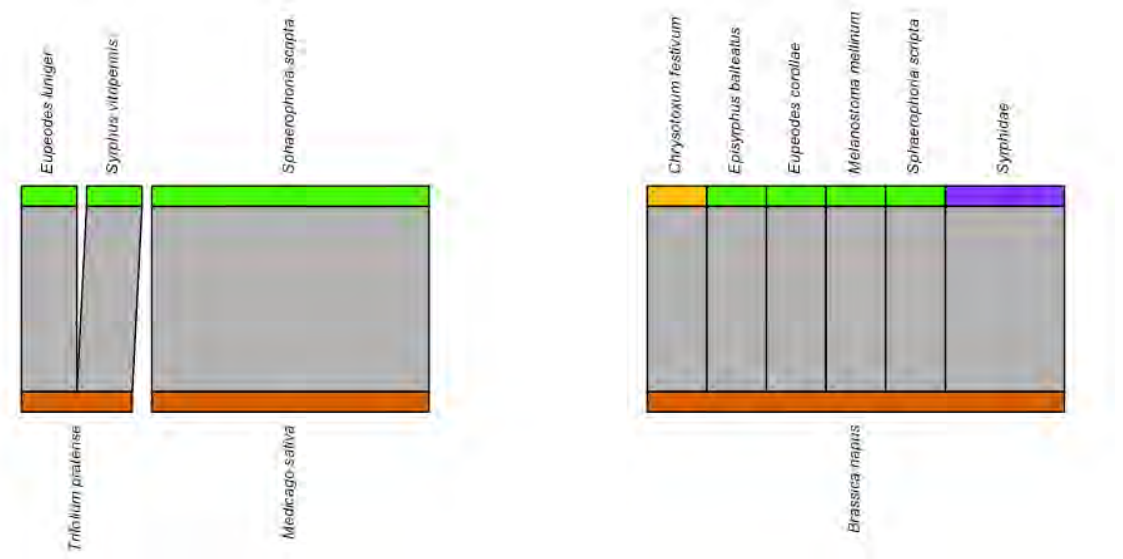

Abbildung 37: Interaktionsnetzwerk zwischen Pflanzen (unten) und Schwebfliegen (oben) auf Leguminosen (links) und Raps (rechts)

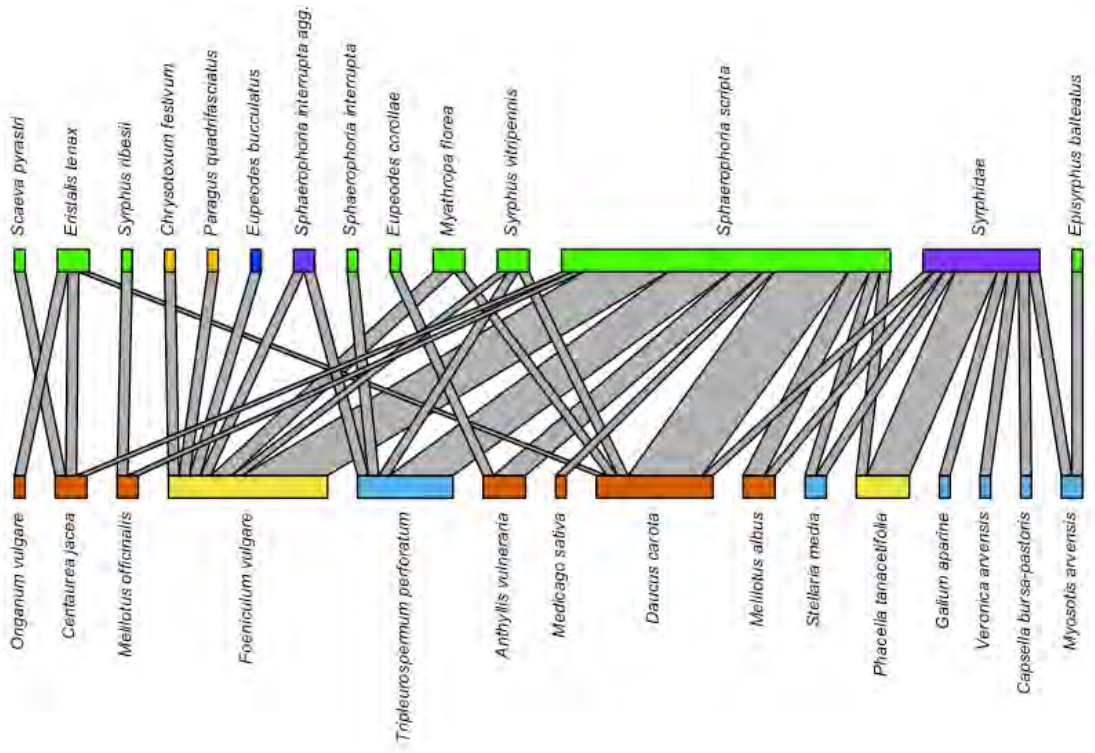

Abbildung 38: Interaktionsnetzwerk zwischen Pflanzen (unten) und Schwebfliegen (oben) auf mehrjährigen FAKT-Blühflächen