

Fakultät der Agrarwissenschaften
Heimatinrichtung Agrarökologie

Hausarbeit im Modul M.Agr.0061: Projektpraktikum Naturschutz in der
Agrarlandschaft

**Artenvielfalt von Bestäuber-Insekten auf
verschiedenen Streuobstwiesen**

vorgelegt von: Svenja Horstmann, Tonia Kanitz, Julia
Krooß
vorgelegt am: 30.09.2018
DozentInnen: Dr. rer. nat. Péter Batáry, Kevin Darras,
Yvonne Fabian, Dr. Ingo Grass,
Annika Haß, Prof. Dr. Teja Tscharntke,
Dr. sc. agr. Catrin Westphal

Inhaltsverzeichnis

I	Abbildungsverzeichnis.....	ii
1	Zusammenfassung.....	1
2	Einleitung.....	2
2.1	Rückgang der Bestäuberdiversität	2
2.2	Hintergrund zur Streuobstwiese.....	3
3	Hypothesen und Zielsetzung.....	5
4	Methodik.....	6
4.1	Untersuchungsgebiet.....	6
4.2	Vorgehensweise bei der Flächenuntersuchung	6
4.3	Aufnahmebögen.....	7
4.4	Statistische Auswertungen.....	7
5	Ergebnisse.....	9
5.1	Obstbäume der untersuchten Streuobstwiesen.....	9
5.2	Fläche Nr. 1: Elvershausen	10
5.3	Fläche Nr. 2: Hammenstedt	10
5.4	Fläche Nr. 3: Northeim	10
5.5	Fläche Nr. 4: Göttingen.....	11
5.6	Bestäuberabundanz und –diversität vor und nach der Obstbaumblüte	11
5.7	Auswirkungen der Pflanzendiversität auf Bestäuberabundanz und –diversität.....	13
6	Diskussion der Ergebnisse	15
6.1	Bestäuberabundanz und –diversität vor und nach der Obstbaumblüte	15
6.2	Auswirkungen der Pflanzendiversität auf Bestäuberabundanz und –diversität.....	15
6.3	Vergleich der Streuobstwiesen.....	16
6.4	Die Bedeutung von Streuobstwiesen für Wildbienen	20
7	Fazit und Ideen zur Verbesserung der Streuobstwiesen im Raum Göttingen.....	21
8	Anhang.....	iii
II	Literaturverzeichnis	v

I Abbildungsverzeichnis

Abb. 1 Obstbäume der Streuobstwiese. Zuordnung der Obstbaumarten zu den Untersuchungsflächen (1) Elvershausen, (2) Hammenstedt, (3) Northeim & (4) Göttingen.	9
Abb. 2 Bestäuberabundanz auf den Untersuchungsflächen während (Mai) und nach (Juli) der Apfelbaumblüte.	11
Abb. 3 Bestäuberdiversität auf den Untersuchungsflächen während (Mai) und nach (Juli) der Apfelbaumblüte.	12
Abb. 4 Bestäuberdiversität in Abhängigkeit des Zeitpunktes.	12
Abb. 5 Bestäuberabundanz in Abhängigkeit des Zeitpunktes.	13
Abb. 6 Bestäuberabundanz mit und ohne Honigbienen in ABHÄNGIGKEIT des Zeitpunktes.	13
Abb. 7 Die log-transformierte Bestäuberabundanz-log im Bezug zu dem Zeitpunkt der Probenahme und der Pflanzendiversität.	14
Abb. 8 Streuobstwiese Elvershausen (links) und neben der Fläche stehende Bienenstöcke (rechts).....	16
Abb. 9 Streuobstwiese Hammenstedt (links) und gemähte Streuobstwiese in Northeim (rechts)	17
Abb. 10 Streuobstwiese Göttingen (links) auf der Fläche stehender Bienenstock (rechts)	19

1 Zusammenfassung

Im Rahmen der Projektarbeit wurde der Zusammenhang von Bestäubervielfalt und -abundanz in Abhängigkeit von Pflanzenvielfalt und -abundanz auf vier verschiedenen Streuobstwiesen im Göttinger Umland untersucht. Das Ziel der Projektarbeit ist Rückschlüsse, auf die Bedeutung der Streuobstwiese zu ziehen und Zusammenhänge zwischen der Blütenvielfalt und -anzahl sowie der Bestäubervielfalt und -anzahl herzustellen. Außerdem sollen Empfehlungen zur Pflege der Streuobstwiesen im Göttinger Umland formuliert werden, um effektive Schutz- und Förderungsmaßnahmen für Bestäuber einzuleiten. Es wurde angenommen, dass ein erhöhtes Pflanzenvorkommen und eine erhöhte Pflanzendiversität sich positiv auf die Bestäuberdiversität und das Bestäubervorkommen auswirken. Bestäuber wurden zum Vergleich während und nach der Apfelbaumblüte, im Mai und Juli 2018, auf den Streuobstwiesen mithilfe von Keschern gefangen und unter Rückgriff auf Bestimmungsbücher und -schlüssel im Feld und im Labor bestimmt. Statistische Zusammenhänge wurden mit der Statistiksoftware R untersucht. Die Ergebnisse wurden mit aktueller Literatur verglichen und in Verbindung gesetzt. Es wurde festgestellt, dass sowohl die Bestäuberdiversität als auch die Bestäuberabundanz nach der Apfelbaumblüte abgenommen hat. Die insgesamt Bestäuberdiversität nahm mit der Pflanzendiversität zu, die Bestäuberdiversität ohne Honigbienen zeigt keine signifikante Zunahme, aber ein positiver Trend ist erkennbar. Es wurden Punkte zusammengefasst, durch welche die Bestäubervielfalt und -abundanz auf den Streuobstwiesen im Göttinger Umland zukünftig qualitativ und quantitativ verbessert werden könnte.

2 Einleitung

2.1 Rückgang der Bestäuberdiversität

In den letzten Jahrzehnten wurden in der landwirtschaftlichen Produktion hohe Ertragssteigerungen verzeichnet, welche zur Stabilisierung der Ernährungssicherheit beitrugen. Doch die Intensivierung der Landwirtschaft führte ebenso zu der Eutrophierung von Gewässern und dem Rückgang der Artenvielfalt in der hiesigen Landschaft. Insbesondere die Arthropoden sind von diesem Phänomen betroffen, was beispielhaft am Rückgang der Bestäuber-Insekten deutlich wird (FELDHAAR 2016; KRAUSS ET AL. 2004; POTTS ET AL. 2016).

Die Bestäuber-Insekten stellen eine ökologische und wirtschaftlich wichtige Gruppe dar. Sie setzen sich hauptsächlich aus Hymenopteren- und Dipteregruppen sowie Lepidoptera zusammen. Die Bestäuber sind für den Erhalt der Biodiversität der Ökosysteme von besonderer Bedeutung, da sie neben Wind- und mechanischer Bestäubung zur sexuellen Fortpflanzung der Pflanzen beitragen. Viele Wild- und Kulturpflanzen sind für die Frucht und Samenentwicklung auf die Bestäubung durch Insekten angewiesen. Die Faktoren, welche die Anfälligkeit von Arten, lokal auszusterben, bestimmen, können sowohl extrinsisch durch Habitatverlust und -fragmentierung oder die Ausbringung von Pestiziden als auch intrinsisch in Form von Reproduktionsraten, Ausbreitungsfähigkeit und Breite der genutzten Nische bedingt sein. Unter der Homogenisierung der Landschaft leiden am meisten die Spezialisten, wie Wildbienen, welche teilweise an seltene Pflanzen angepasst sind. Generalisten, wie Schwebfliegen, gelten hingegen beispielsweise als weniger anfällig und können von den Veränderungen sogar profitieren. (Klein et al. 2007; FELDHAAR 2016; MÜLLER ET AL. 2009; NE‘EMAN ET AL. 2009). Neben dem Bundesamt für Naturschutz, welches unter anderem ein Projekt für die standardisierte Erfassung von Wildbienen zur Evaluierung des Bestäuberpotenzials in der Agrarlandschaft (BfN 2018) durchführt, beschäftigen sich auch gemeinnützige Vereine wie der NABU mit dem Erhalt der Biodiversität. Deutschlandweit werden Projekte bearbeitet wie beispielsweise der Einsatz für den Ausbau von Blühstreifen, das Anbringen von Nisthilfen und der Erhalt und Ausbau von Streuobstwiesen.

Streuobstwiesen setzen sich zumeist aus verstreuten Obstbäumen und unterliegendem agrarisch genutzten Grünland zusammen und dienen als Entwicklungs- und Lebensstätten zahlreicher Pflanzen- und Tierarten. Laut NABU 2007 sind Streuobstwiesen „Hotspots der Biodiversität in Mitteleuropa“. Des Weiteren haben sie eine landschaftsbereichernde Wirkung, stellen eine genetische Ressource dar und vereinen obstbauliche Tradition, kulturelle Identität und

wirtschaftlichen Nutzen. Oftmals fehlt es heutzutage allerdings an einer Inwertsetzung im ökologischen, ökonomischen und kulturellen Bereich, wodurch ihr Potenzial umfangreich genutzt werden könnte (NABU 2007; MÜLLER ET AL 2009; HERZOG 2000 und PAILL 1997).

2.2 Hintergrund zur Streuobstwiese

Die Streuobstwiese ist das bekannteste traditionelle Agroforstsystem Mitteleuropas. Der Anbau zieht sich durch Nordfrankreich über Süddeutschland und die Schweiz bis Polen. Die geographische Lage der meisten Standorte zeichnet sich durch eine hügelige Landschaft aus, welche die Möglichkeiten für eine intensive landwirtschaftliche Nutzung einschränken.

Trotz oder vielleicht gerade wegen ihres weiträumigen Auftretens sind ihre Definitionen jedoch vielfältig. Während PAILL (1997) von naturnahen Lebensräumen mit wenig produktiven Strukturen spricht, fasst MÜLLER ET AL. (2009) einige konkretere Beschreibungen zusammen. So fallen unter den Begriff Bäume, welche in einzelnen Reihen, Gruppen oder Feldern gepflanzt sind und nicht intensiv gepflegt werden. Des Weiteren große Baumbestände mit geringer Pflanzdichte, langer Ertragsfähigkeit und großem Struktureichtum, was auf eine extensive Nutzung schließen lässt. Als normal wird eine Anzahl von 20 bis 100 Bäume pro Hektar angesehen. Der NABU sieht ebenso die „Kultur auf Hochstämmen“ als zwingendes Kriterium an und beschreibt als Charakteristika Mischungen von Obstarten und Obstsorten und Altersstrukturen sowie Polykultur als Gegensatz zur Monokultur (NABU 1996 und 2007). Während es bis ins frühe zwanzigste Jahrhundert normal war auch Ackerfrüchte unter den auf landwirtschaftlichen Flächen verstreuten Obstbäumen anzupflanzen, ist heutzutage unterstehend meist Grünland vorzufinden. Dieses kann sich in seiner Nutzung und Zusammensetzung unterscheiden, wobei es entweder gemäht oder von Vieh abgegrast wird. Darüber hinaus beeinflussen die Boden-, Wasser- und Nährstoffverhältnisse die Entwicklung verschiedener Grünlandgesellschaften (PAILL 1997; MÜLLER ET AL. 2009 und HERZOG 2000). In Deutschland trat der Obstanbau zum ersten Mal vor rund 2000 Jahren auf, als die Römer zumeist um ihre Villen herum Obstgärten anpflanzten. Bis in das 16. Jahrhundert hinein führten diese Tradition hauptsächlich Klöster und Mönche fort, welche durch einen internationalen Tauschhandel die Sortenvielfalt aufrechterhielten und weiterentwickelten. Die Geschichte der Streuobstwiesen in einem nennenswerten Rahmen begann im 16. Jahrhundert, als außerhalb der am Haus liegenden Gärten auf offener landwirtschaftlicher Fläche Obstbäume gepflanzt wurden. Das Obst wurde damals zur Herstellung haltbarer Produkte genutzt, wie zum Beispiel Cider, getrocknete Früchte, Fruchtpüree und Sirup. In Deutschland erfuhr der

Streuobstwiesenanbau seine Hochzeit während und nach dem zweiten Weltkrieg, als am Markt eine große Nachfrage bestand und das Angebot an frischen Früchten knapp war. Kurz darauf wurden sie allerdings von intensiven Obstproduktionssystemen abgelöst, was zu einer starken Abnahme der Streuobstwiesenstandorte führte (HERZOG 2000; NABU 2018).

In den letzten Jahren hat ein Umdenken eingesetzt, was dazu führte, dass der Anbau von Apfel-, Birnen- und Pfirsichbäumen in Form von Streuobst mittlerweile von der Europäischen Union subventioniert wird. Ausschlaggebend hierfür ist unter anderem die hohe biologische Variabilität. Da die Artzusammensetzung und Bewirtschaftung der Flächen je nach Besitzer sehr individuell sein können, tritt eine Vielzahl unterschiedlicher Baumarten auf, welche von den Landwirten auf Grund der unterschiedlichen Reifezeiten und der jeweiligen Nutzungsmöglichkeiten gewählt werden. Der Erhalt von Obstbaumvielfalt auf Streuobstwiesen verbindet auf positive Weise den Erhalt genetischen Materials und Naturschutz. So fördern sowohl der Artenreichtum der Streuobstwiese als auch der regelmäßige Anfall leicht umsetzbarer Biomasse die Diversität der ansässigen Fauna. Neben den vielfältigen Möglichkeiten der Nahrungsaufnahme bieten Streuobstwiesen durch ihre Struktur über die Jahre auch mannigfaltige ökologische Nischen. Hierzu zählen der Unterwuchs, Stämme und Baumkronen, welche einen Lebensraum mit horizontaler Schichtung formen. Ebenso werden unterschiedliche Baumetagen wie beispielsweise Höhlen als Nistplatz oder Blüten mit ihrem Angebot an Nektar und Pollen als Nahrungsquelle genutzt (HERZOG 2000).

Als Kulturbiotop sind die Obstbäume wie auch das extensive Grünland jedoch von einer angepassten Nutzung und Pflege abhängig. Sie gelten auch als kulturelles Erbe als erhaltenswert, da sie vielerorts eine Verbindung zwischen Siedlung und landwirtschaftlichem Bereich schaffen. Ebenso bieten sie mit ihrer strukturellen Vielfalt visuelle Qualitäten, welche zum menschlichen Wohlbefinden beitragen (MÜLLER ET AL. 2009; HERZOG 2000).

3 Hypothesen und Zielsetzung

Im Rahmen der Projektarbeit fand eine Erhebung der Artenzusammensetzung der Bestäuber von vier unterschiedlichen Streuobstwiesen statt und ein Überblick über die Bestäubervielfalt auf Streuobstwiesen im Göttinger Umland wurde erstellt. Mit der Untersuchung der Hypothesen und den daraus resultierenden, statistisch ausgewerteten Ergebnissen werden Rückschlüsse auf die Bedeutung der Streuobstwiese gezogen und Zusammenhänge zwischen der Blütenvielfalt und -anzahl sowie der Bestäubervielfalt und -anzahl hergestellt. Die Hypothesen lauten: (1) Es wird angenommen, dass während der Obstbaumblüte, die ein reiches Nahrungsangebot für Bestäuber darstellt, eine höhere Abundanz und Diversität der Bestäuber festgestellt werden kann (2) Es wird angenommen, dass sich die Vielfalt der blühenden Pflanzenarten der Streuobstwiese positiv auf die Vielfalt und Abundanz der Bestäuber auswirkt. (3) Außerdem wird untersucht, auf welcher der untersuchten Flächen eine höhere Bestäuberabundanz anzutreffen war, ein Blick auf die vorkommenden Arten geworfen und über mögliche Ursachen diskutiert.

Ziel des Projektes ist es, basierend auf den Kenntnissen der Bestäuberarten und ihrer Biologie, Empfehlungen zur Pflege der Streuobstwiesen im Göttinger Umland zu formulieren, um effektive Schutz- und Förderungsmaßnahmen für Bestäuber einzuleiten. In diesem Zusammenhang sollen dominierende Arten der Streuobstwiesen ausfindig gemacht werden.

4 Methodik

4.1 Untersuchungsgebiet

Im Rahmen der Untersuchungen wurden vier Streuobstwiesen im Landkreis Göttingen betrachtet. Die Flächen befinden sich in Elvershausen (im Folgenden als *Fläche 1* bezeichnet: 51.696900, 10.072684), Hammenstedt (*Fläche 2*: 51.697565, 10.047551), Northeim (*Fläche 3*: 51.713097, 9.980617) und Göttingen (*Fläche 4*: 51.553734, 9.958680). Alle vier Flächen weisen Unterschiede in Alter und Standortfaktoren auf.

4.2 Vorgehensweise bei der Flächenuntersuchung

Pro Fläche wurden innerhalb von je 7,5 Minuten zwei Transekte mit je 25 m Länge und zwei Meter Breite abgelaufen. In diesem Zeitrahmen wurden mithilfe von Keschern Bestäuber, die sich im Flug oder auf einer Blüte befanden, gefangen. Sobald ein Bestäuber eingefangen worden ist, wurde die Stoppuhr angehalten und das Insekt in ein Bestimmungsgläschen überführt. Das Vorgehen wurde bis zum Ablauf der Zeit weitergeführt. Anschließend wurden die Bestäuber mithilfe von Bestimmungsbüchern (AMIET ET AL. 2012; SCHEUCHL ET AL. 1997) bestimmt und in den Aufnahmebogen „Einmalig aufzunehmende Daten“ (siehe Anhang) aufgenommen. Bestäuber, die nicht vor Ort bestimmt werden konnten, wurden abgetötet und anschließend bis zur endgültigen mikroskopischen Bestimmung eingefroren.

Die Bestäuberaufnahmen fanden zu zwei verschiedenen Zeiträumen statt. Um Vergleichswerte zu erhalten, wurden die Streuobstwiesen zweifach während der Apfelblüte (05.05.2018 und 07.05.2018) und zweifach nach der Apfelblüte (05.07.2018 und 10.07.2018) untersucht. Am 28.05.2018 wurde eine Datenaufnahme durchgeführt, die aufgrund der zeitlichen Differenz weder dem ersten noch dem zweiten Termin zugerechnet werden konnte und somit nicht in die Ergebnisse einfließt. Die Kescherfänge fanden bei sonnigem Wetter und einer Temperatur von mindestens 18°C statt. Zusätzlich wurden die Daten bei einer angemessenen Windstärke durchgeführt (Beaufort Skala 1-3).

Bestäuber, die nicht vor Ort bestimmt werden konnten, wurden nachträglich im Labor der Agrarökologie Göttingen untersucht. Die vorher eingefrorenen Insekten wurden „genadelt“ und

anschließend unter Zuhilfenahme eines Bestimmungsschlüssels (SCHEUCHL ET AL. 1997) und eines Binokulars bestimmt. Die Bestäuber befinden sich in den Schaukästen der Abteilung der Agrarökologie der Georg-August-Universität Göttingen.

4.3 Aufnahmebögen

Die Daten wurden in einmalig aufzunehmende Daten und ständig aufzunehmende Daten unterteilt.

Im Aufnahmebogen der einmalig aufzunehmenden Daten wurden *Geländemerkmale* (Relief, Geländeneigung, Exposition), die *Art des Bewuchses* (Anteil Baum/Wiese), die *Anzahl der Obstbäume*, *angrenzende Biotopstrukturen*, *Flächengröße*, *Nutzung* (Mahd, Beweidung), *Bebuschung* und *zusätzliche Bemerkungen* aufgenommen (Aufnahmebogen „Einmalig aufzunehmende Daten“ siehe Anhang)

Neben der *Uhrzeit* und der *Temperatur*, die von offiziellen Wettervorhersagen bezogen wurden, wurden auch die aktuelle *Bewölkung* und die *Windstärke* mit in die ständig aufzunehmenden Daten aufgenommen. Der *Bedeckungsgrad* des Himmels wurde in Achteln angegeben (Bedeutung des Bedeckungsgrades siehe Anhang). Zur Beschreibung der *Windstärke* bzw. der *-geschwindigkeit* wurde die Beaufortskala herangezogen (Einteilung der Beaufortskala siehe Anhang). Die *Blütenbedeckung* der Apfelbäume, anderer Baumarten und Blüten der Wiese wurden geschätzt und anschließend in Prozentzahlen ausgedrückt. Mit Hilfe von Bestimmungsschlüsseln (SPOHN 2015) wurden die *Arten der blühenden Pflanzen* bestimmt. Zusätzlich wurden Auffälligkeiten unter der Rubrik *Bemerkungen* notiert. Im Bestäuber-Aufnahmebogen wurden *Bestäuberart*, *Individuenanzahl* und die *angeflogene Pflanze* notiert. Weiterhin konnten eine *Foto-ID* und *Kommentare* notiert werden (Aufnahmebogen „Ständig aufzunehmende Daten“ siehe Anhang).

4.4 Statistische Auswertungen

Die statistische Auswertung der Untersuchungsergebnisse wurde mit dem Statistikprogramm R (Version-3.5.1) durchgeführt. Die dafür benötigten Daten wurden vorab mit dem Tabellenkalkulationsprogramm Excel aufgearbeitet und in eine R-kompatible Auflistung umgeschrieben. Die Statistiksoftware R wurde genutzt, um statistisch signifikante Zusammenhänge zu untersuchen und grafisch darzustellen. Zunächst wurden die Abundanz und Diversität der jeweils zwei Aufnahmedaten vor und nach der Obstbaumblüte zusammengefasst.

Zur statistischen Analyse wurden „Linear mixed effects models“ genutzt, bei denen die Aufnahme­fläche als „random effect“ angegeben wurde. Bestäuberabundanz und -diversität wurden log-transformiert um eine Normalverteilung zu erreichen und waren dann die Antwortvariablen der Modelle. Die erklärenden Variablen waren Zeitpunkt (vor/nach der Obstbaumblüte) und Pflanzendiversität. Zusätzlich wurde getestet, wie sich Zeitpunkt und Pflanzendiversität auf die wilden Bestäuber auswirken, wofür die Honigbienen aus der Bestäuberabundanz ausgeschlossen wurden. Da wir für die Zunahme der Bestäuberdiversität einen nicht-linearen Anstieg mit der Pflanzendiversität vermuteten, haben wir für dieses Modell die Pflanzendiversität ebenfalls log-transformiert.

5 Ergebnisse

Die Ergebnisse zum Aufkommen der Bestäuber-Insekten werden in die einzelnen Flächen unterteilt und im Folgenden wird die Bestäuberabundanz sowie die -diversität mit und ohne Honigbienen in den vier untersuchten Streuobstwiesen und in Abhängigkeit des Zeitpunktes der Aufnahme sowie der Pflanzendiversität dargestellt.

5.1 Obstbäume der untersuchten Streuobstwiesen

Durch die einmalig aufzunehmenden Daten wurden die Standortcharakteristika der Untersuchungsflächen aufgenommen. Hinsichtlich der Anzahl der Obstbäume (Abb. 1) wurden auf der Untersuchungsfläche (1) Elvershausen ein Birnen-, neun Apfel- und sechs Kirschenbäume auf einer Flächengröße von 2095 m² gezählt. Auf der Untersuchungsfläche (2) Hammenstedt wurden ein Birnen-, acht Apfel- und zwei Kirschbäume auf 3980 m², auf der Untersuchungsfläche (3) Northeim 28 Apfel-, neun Kirsch- und ein Walnussbaum auf 6927 m² und auf der Untersuchungsfläche (4) Göttingen wurden 27 Apfelbäume auf 9714 m² erfasst.

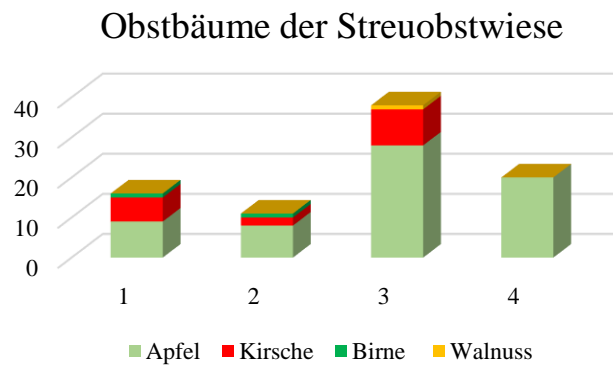


Abb. 1 Obstbäume der Streuobstwiese. Zuordnung der Obstbaumarten zu den Untersuchungsflächen (1) Elvershausen, (2) Hammenstedt, (3) Northeim & (4) Göttingen.

Die einmalig aufzunehmenden Daten wurden bezüglich der Hypothesen dieser Arbeit nicht mit dem Bestäuberaufkommen in Bezug gesetzt. Die vollständigen aufgenommenen Daten sind jedoch in Form einer Exceltabelle im Anhang einsehbar.

5.2 Fläche Nr. 1: Elvershausen

Im Mai konnten auf der Streuobstwiese in Elvershausen neben blühenden Apfelbäumen unter anderem folgende blühende Wiesenpflanzen gefunden werden: Knoblauchsrauke (*Alliaria petiolata*), Gundermann (*Glechoma hederacea*), Scharfer Hahnenfuß (*Ranunculus acris*), Löwenzahn (*Taraxacum*) und Kletten-Labkraut (*Gallium aparine*). Im Juli befanden sich auf Grund einer kurz vorher durchgeführten Mahd keine blühenden Pflanzen auf der Fläche.

Die gefangenen Bestäuber-Insekten waren im Mai eine Erdhummel (*Bombus terrestris*), sieben Honigbienen (*Apis mellifera*), zwei rotschöpfige Sandbienen (*Andrena haemorrha*) und ein Großer Wollschweber (*Bombylius major*). Nach der Apfelblüte wurden drei Kleine Kohlweißlinge (*Pieris rapae*) erfasst.

5.3 Fläche Nr. 2: Hammenstedt

Auf der Streuobstwiese in Hammenstedt blühten im Mai keine Wiesenpflanzen und auch die Apfelbaumblüten waren fast verblüht. Zu den späteren Terminen im Juli wurden Wiesen-Labkraut (*Gallium mollugo*), *Rubus* sp. und Echtes Johanniskraut (*Hypericum perforatum*) vorgefunden.

Ein Baumweißling (*Aporia crataegi*), drei Honigbienen (*Apis mellifera*), eine Ackerhummel (*Bombus pascuorum*), zwei Hainschwebfliegen (*Episyrphus balteatus*), drei Kleine Kohlweißlinge, eine Wildbiene (Art 1) und eine Feld-Kuckuckshummel (*Bombus campestris*) wurden im Mai erfasst. Im Juli wurden 8 Braune Waldvögel (*Aphantopus hyperantus*) und eine Wildbiene gefangen (Art 1).

5.4 Fläche Nr. 3: Northeim

In Northeim blühten im Mai Knoblauchsrauke (*Alliaria petiolata*) und Goldhahnenfuß (*Ranunculus auricomus*).

Es wurden im Mai sechs Baumweißlinge, eine Erdhummel, ein Aurorafalter (*Anthocharis cardamines*), eine Gartenhummel (*Bombus hortorum*), drei Honigbienen, zwei Schwebfliegen (*Syrphus ribesi*), vier Baumweißlinge und zwei Wildbienen (Art 2) verzeichnet. Nach der Apfelblüte, im Juli, wurden auf der gemähten Fläche keine Bestäuber gefangen.

5.5 Fläche Nr. 4: Göttingen

Auf der Fläche in Göttingen blühten im Mai sowohl Apfelbäume als auch Scharfer Hahnenfuß (*Ranunculus acris*), Löwenzahn (*Taraxacum*), Zaun-Wicke (*Vicia sepum*), Kriechender Hahnenfuß (*Ranunculus repens*) und Acker-Hornkraut (*Cerastium arvense*). Im Juli waren Wiesen-Labkraut, Wiesenklees (*Trifolium pratense*), Echter Beinwell (*Symphytum officinale*), Jakobs-Greiskraut (*Senecio jacobea*), Wilde Möhre (*Daucus carota*) und Spitzwegerich (*Plantago lanceolata*) sowie Scharfer Hahnenfuß und Gemeine Schafgarbe (*Achillea millefolium*) vorzufinden.

Die gefangenen Bestäuber-Insekten waren im Mai 28 Honigbienen, drei Große Wollschweber, ein Baumweißling, eine Schmarotzerhummel (*Bombus rupestris*), eine Erdhummel (*Bombus terrestris*), vier Aurorafaltern, eine Gewürfelten Tanzfliege (*Empis tesselata*) und zwei Nachtfalter, wobei der erste als Birken-Jungfernkind (*Brephos parthenias*) und der zweite als der Oberfamilie Geometride zugehörig bestimmt wurden. Im Juli wurden ein Rapsweißling (*Pieris napi*), ein Großer Kohlweißling (*Pieris brassicae*), ein Kleiner Kohlweißling (*Pieris rapae*), zwei Braune Waldvögel (*Aphantopus hyperantus*), drei Große Ochsenaugen (*Maniola jurtina*) und eine Honigbiene erfasst.

5.6 Bestäuberabundanz und –diversität vor und nach der Obstbaumblüte

Abb. 2 und Abb. 3 zeigen sowohl die Bestäuberabundanz als auch die –diversität auf den einzelnen Untersuchungsflächen während und nach der Apfelbaumblüte.

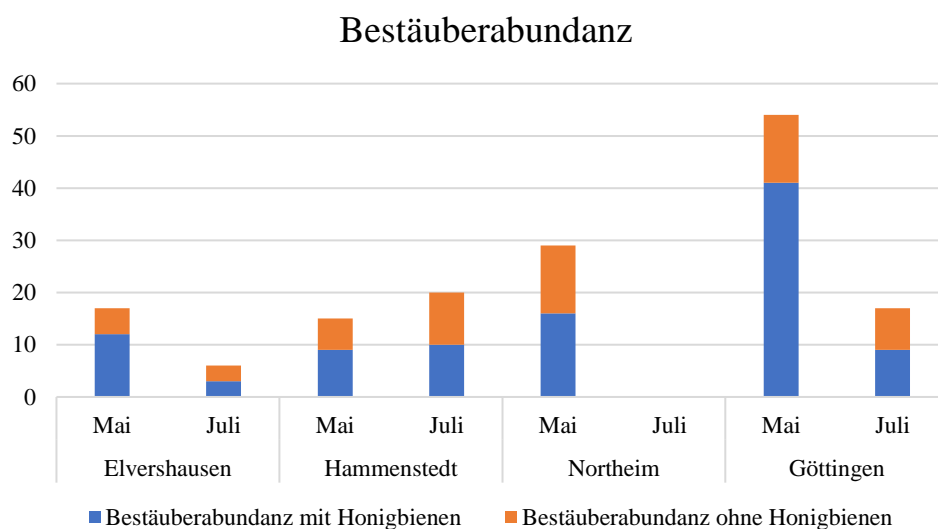


Abb. 2 Bestäuberabundanz auf den Untersuchungsflächen während (Mai) und nach (Juli) der Apfelbaumblüte.

Bestäuberdiversität

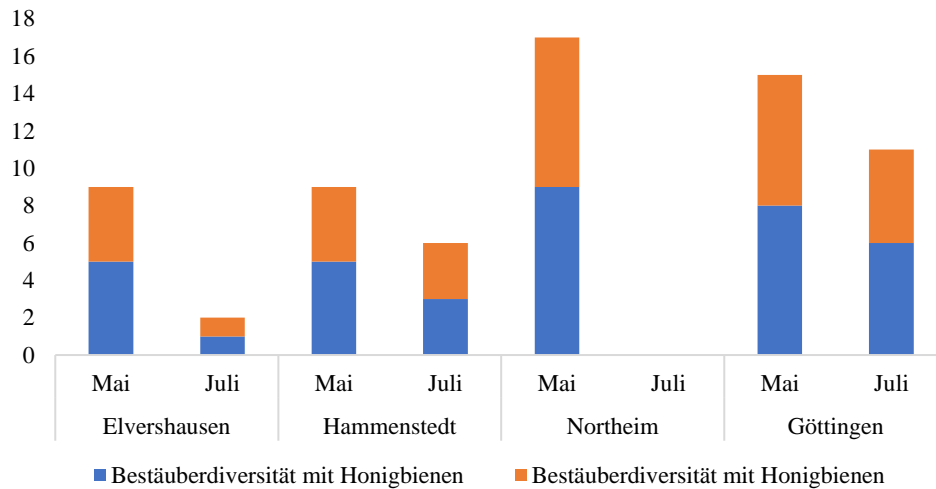


Abb. 3 Bestäuberdiversität auf den Untersuchungsflächen während (Mai) und nach (Juli) der Apfelbaumblüte.

Im Rahmen der Hypothese 1 wurde untersucht, ob sich eine höhere Anzahl blühender Pflanzen positiv auf die Artenvielfalt und -abundanz der auf der Streuobstwiese lebenden Bestäuber auswirkt. Dabei wurden die Zeitpunkte *während* und *nach* der Apfelbaumblüte miteinander verglichen. Es wurde deutlich, dass die Bestäuberdiversität nach der Obstbaumblüte in Abhängigkeit der Pflanzendiversität deutlich abgenommen hat ($P = 0,033$) (Abb. 4).

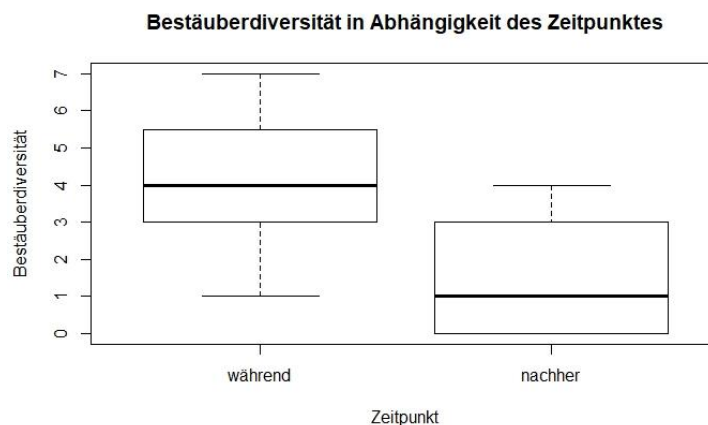


Abb. 4 Bestäuberdiversität in Abhängigkeit des Zeitpunktes.

Ein ähnlicher Zusammenhang ist bei der Bestäuberabundanz erkennbar (Abb. 5). Während der Apfelbaumblüte wurde eine höhere Anzahl an Bestäubern festgestellt als danach. Unterschiede sind sowohl bei der Betrachtung der Bestäuberabundanz mit als auch ohne Honigbienen ersichtlich (Abb. 5 & Abb. 6). Der Unterschied zwischen den untersuchten Zeitpunkten erwies

sich unter Einbeziehung der Honigbienen als wesentlich größer. Ein ähnlicher Trend ist jedoch auch ohne die Berücksichtigung der Honigbienen erkennbar ($P=0.3711$).

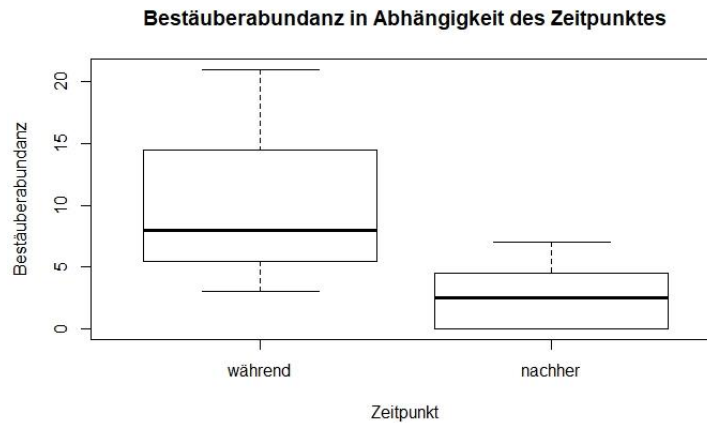


Abb. 5 Bestäuberabundanz in Abhängigkeit des Zeitpunktes.

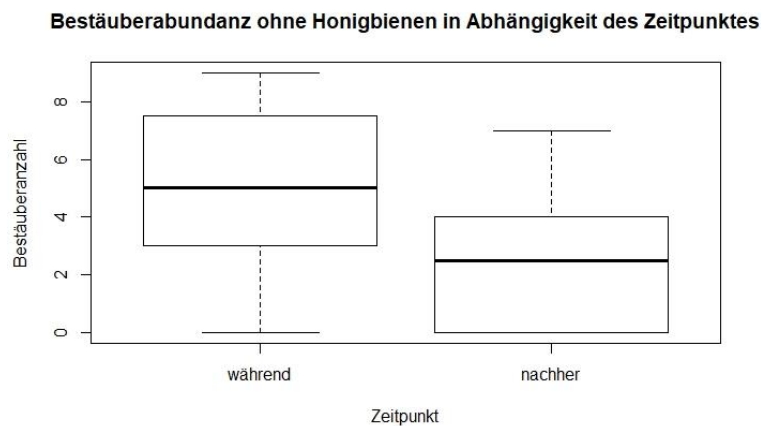


Abb. 6 Bestäuberabundanz mit und ohne Honigbienen in Abhängigkeit des Zeitpunktes.

5.7 Auswirkungen der Pflanzendiversität auf Bestäuberabundanz und -diversität

Ob sich die Vielfalt der blühenden Pflanzenarten der Streuobstwiese positiv auf die Vielfalt und Abundanz der Bestäuber auswirkt, wurde in Hypothese 2 untersucht. Hierfür wird die Bestäuberdiversität in Abhängigkeit zu dem Zeitpunkt und der Pflanzendiversität betrachtet. Abb. 7 lässt einen Anstieg der Bestäuberdiversität mit Zunahme der Pflanzendiversität in Abhängigkeit des Zeitpunktes erkennen. Die Bestäuberdiversität nahm mit der

Pflanzendiversität zu, dieser Trend ist jedoch nur marginal signifikant ($P=0,067$). Hingegen nahm die Bestäuberabundanz mit der Pflanzendiversität signifikant zu ($P=0,046$, Abb. 7). Insgesamt wurde während der Apfelblüte eine höhere Pflanzendiversität festgestellt als nach der Apfelblüte.

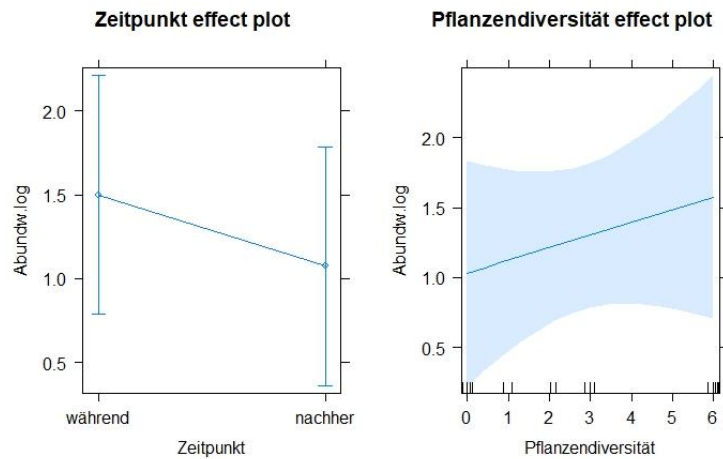


Abb. 7 Die log-transformierte Bestäuberabundanz-log im Bezug zu dem Zeitpunkt der Probenahme und der Pflanzendiversität.

Die dritte Untersuchung befasst sich damit, auf welcher der untersuchten Flächen eine höhere Bestäuberabundanz anzutreffen war. Insgesamt wurden 102 Bestäuber-Insekten erfasst. Auf der Fläche 1 – Elvershausen ergab die Zählung 15 Tiere, auf der Fläche 2 – Hammenstedt 20 Tiere, die Anzahl der Fläche 3 – Northeim belief sich auf 17 Tiere und auf Fläche 4 – Göttingen wurden 50 Bestäuber-Insekten gefangen. Die Summe der am jeweiligen Termin gefangenen Insekten beträgt für den 05.05.2018 35 Bestäuber-Insekten und am 07.05.2018 44 Tiere sowie 17 Tiere am 05.07.2018 und 6 am 10.07.2018. Die vollständige Tabelle ist im Anhang aufgeführt.

6 Diskussion der Ergebnisse

6.1 Bestäuberabundanz und –diversität vor und nach der Obstbaumblüte

Die Untersuchungen zeigen, dass die Diversität der Bestäuberinsekten während der Apfelblüte marginal signifikant höher war als nach der Apfelblüte. Auch die Abundanz der Bestäuberinsekten war während der Apfelblüte höher als danach, jedoch ist der Unterschied nur signifikant, wenn Honigbienen mit in die Auswertung eingenommen werden. Werden diese außer Acht gelassen, ist demnach kein signifikant höheres Vorkommen von Bestäuberinsekten während der Apfelblüte zu verzeichnen als danach, jedoch lässt sich der gleiche Trend beobachten. Das lässt vermuten, dass es bei Untersuchungen mit einer größeren Datenmenge zu ähnlichen signifikanten Ergebnissen kommen könnte. Da auf zwei der vier untersuchten Streuobstwiesen ((1) Elvershausen und (4) Göttingen) Bienenvölker auf der Fläche oder in unmittelbarer Umgebung der Fläche aufgestellt waren, ist es naheliegend, dass dies die Auswertungen beeinflusst.

Studien zeigen, dass Honigbienen in Konkurrenz zu Wildbienen stehen können, da sie sehr viel Pollen und Nektar von der nahen Fläche abziehen (EVERTZ 1993, THOMSON 2006, GOULSON & SPARROW 2009). TSCHARNTKE ET AL. (2003) zeigen außerdem, dass Wildbienen einen deutlich geringeren Sammelradius als Honigbienen haben, mit 250m gegenüber bis zu 3000m. Dabei fliegen die Honigbienen die beste Nahrungsquelle an, nicht die am nächsten gelegene. Deshalb ist es anhand unserer Untersuchungen nicht möglich festzustellen, ob ein Konkurrenzdruck auf den Flächen besteht. Es zeigte sich zwischen den Flächen mit und ohne Bienenvölker kein nennenswerter Unterschied zum Vorkommen von Wildbienen, was aber eher auf die generell geringe Abundanz zurückzuführen sein könnte.

6.2 Auswirkungen der Pflanzendiversität auf Bestäuberabundanz und -diversität

Die Ergebnisse unserer Untersuchungen zeigen, dass zwischen der Diversität von Blütenpflanzen und der Abundanz von Bestäuberinsekten ein positiver Zusammenhang besteht. Laut FRÜND (2012) ist auch ist der Bestäubungserfolg auf einer Fläche mit diversen Blütenpflanzen größer bei höherer Bienendiversität. Studien zeigen, dass in einigen Fällen zwischen Blütenpflanzendiversität und Bestäuberdiversität ein positiver Zusammenhang

besteht (STEFFAN-DEWENTER & TSCHARNTKE 2001, POTTS ET al. 2003). Jedoch wurde, wie FRÜND (2012) erklärt, bisher kaum getestet, ob auch die Bestäuberdiversität einen positiven Effekt auf die Bestäubung an sich hat, da dies oft fälschlicherweise nur der alleinigen Bestäuberabundanz zugeschrieben wird. Die von Fründ durchgeführten Experimente belegen, dass eine höhere Bienendiversität dann zu einer höheren Samenproduktion führt, wenn durch die höhere Diversität auch mehr funktionelle Nischen abgedeckt werden. Dies bedeutet, dass für unterschiedliche Habitate auch untersucht werden muss, welche Arten sich in ihren Nischen ergänzen, so auch für die Streuobstwiese.

6.3 Vergleich der Streuobstwiesen

Insgesamt wurde die Mehrheit der im Mai gefangenen Bestäuber auf Apfelblüten gefangen. Dabei war auch im Mai eine höhere Abundanz und Diversität von Wiesenblütenpflanzen aufzufinden als im Juli. Trotzdem sind Bestäuberinsekten, vor allem Wildbienen, während und nach der Apfelblüte auch auf andere Pollen- und Nektarlieferanten angewiesen.



Abb. 8 Streuobstwiese Elvershausen (links) und neben der Fläche stehende Bienenstöcke (rechts). Fotos: Svenja Horstmann, 5.5.18

In Elvershausen (Abb. 8) wurden im Mai eine Erdhummel (*Bombus terrestris*), drei Honigbienen (*Apis mellifera*), ein Großer Wollschweber (*Bombylius major*) und zwei Rotschopfige Sandbienen (*Andrena haemorrha*) gefangen. Der Große Wollschweber parasitiert als Larve Wildbienen und ist deshalb häufig in deren Nähe anzutreffen. Die Rotschopfigen Sandbienen sind polylektisch und gehen zur Nahrungssuche gerne auch auf Obstbäume.

Im Juli wurden trotz gemähter Flächen fünf Honigbienen und drei Kleine Kohlweißlinge (*Pieris rapae*) gefangen. Die zwei unmittelbar neben der Fläche stehenden Bienenvölker erklären

vermutlich das Vorkommen der Honigbienen. Jedoch wurde sonst nur Brennesselbewuchs neben der Fläche festgestellt und keine Blütenbedeckung auf der Fläche selbst, da diese kurz vorher gemäht wurde.



Abb. 9 Streuobstwiese Hammenstedt (links) und gemähte Streuobstwiese in Northeim (rechts). Fotos: Svenja Horstmann. 5.7.18.

Zu den im Mai gefangenen Bestäuberinsekten in Hammenstedt (Abb. 9) zählte unter anderem die polylektische Ackerhummel (*Bombus pascuorum*) und der Kleine Kohlweißling (*Pieris rapae*), welcher vor allem violette Blüten zum Nektarsammeln bevorzugt. Während der ungültigen Datenaufnahme im Mai wurde der Schlitzblättrige Storchschnabel (*Geranium dissectum*) gefunden, jedoch wurde während der gültigen Datenaufnahmen im Mai keine der bevorzugten Arten entdeckt.

Die einzige im Juli gefundene Art ist der Braune Waldvogel (*Aphantopus hyperantus*). Eine der Blüten, an der man diesen Schmetterling häufig finden kann, ist die Brombeerblüte. Am Rand der Untersuchungsfläche waren Blüten der *Rubus* Gattung zu finden. Die Raupen fressen an, in Hammenstedt reichlich vorhandenen, Süß- und Sauergräsern.

Die Streuobstwiese in Göttingen wies an jedem untersuchten Tag im Vergleich zu den anderen untersuchten Flächen eine hohe Bestäuberabundanz und –diversität auf. Jedoch sind die Zahlen, auf allen Flächen, leider um einiges geringer als erwartet. Auch die Streuobstwiese in Northeim wies im Mai eine im Vergleich gute Bestäuberabundanz und –diversität auf, weshalb es sehr schade ist, dass wir durch die Mahd Anfang Juli dort keine weiteren, auswertbaren Untersuchungen durchführen konnten. Eine komplette Mahd der Flächen ist nicht empfehlenswert, da so keine Blütenpflanzen mehr zum Nektar- und Pollensammeln zur Verfügung stehen. Laut OCKERMÜLLER (2018) empfiehlt sich eine zweimal jährliche Mahd,

eine im Juni und eine im September, mit gegebenenfalls geringfügigen Verschiebungen je nach Vegetationsentwicklung im Jahr. Die Mahd sollte gestaffelt durchgeführt werden mit einem Abstand von zwei bis vier Wochen, um ein kontinuierliches Blütenangebot zu gewährleisten. Zusätzlich zur Mahd wurde ein ungemähtes Teilstück der Streuobstwiese in Northeim mit Schafen beweidet. Allgemein sollte eine intensive Beweidung vermieden werden, da die Tiere durch starken Abfraß das Blütenangebot extrem vermindern (OCKERMÜLLER 2018, KRUESS & TSCHARNTKE 2002). Ob die Streuobstwiese in Northeim intensiv beweidet wird, ist uns allerdings nicht bekannt.

Im Mai wurden auf der Streuobstwiese in Northeim zwei Schmetterlingsarten gefunden, der Baum-Weißling (*Aporia crataegi*) und der Aurorafalter (*Anthocharis chardamines*). Der Baum-Weißling kam dabei mit insgesamt sechs Individuen am Häufigsten vor und wurden an Apfelbäumen gefangen. Die Weibchen legen die Larven an den Fraßpflanzen ab, wozu auch Apfelbäume zählen. Als Fraßpflanzen bevorzugen sie Arten wie *Echium* (Natternkopf), Disteln, Roter Wiesenklees (*Trifolium pratense*) und Roter Hartriegel (*Cornus sanguinea*). Von dem Aurorafalter wurde nur ein Individuum gefangen, welches sich im Flug befand. Jedoch wuchs auf der Fläche Knoblauchsrauke (*Alliaria petiolata*), welche zu den präferierten Arten dieses Schmetterlings gehört. Weiterhin wurden zwei Individuen einer Schwebfliegenart im Flug gefangen, der Großen Schwebfliege (*Syrphus ribesi*), welche unter anderem Hahnenfußgewächse als Nahrungsquelle präferiert, die auf der untersuchten Fläche auch vorkamen (Goldhahnenfuß, *Ranunculus auricomus*). Neben zwei Honigbienen wurden zwei Erdhummeln, zwei Wildbienen (Art 1) und eine Feld-Kuckuckshummel (*Bombus campestris*) gefangen. Die Erdhummel ist eine der häufigsten Hummelarten in Deutschland und polylektisch. Die Gemeine Seidenbiene jedoch ist oligolektisch und spezialisiert auf Korbblütler, aus deren Familie keine Arten auf der Fläche gesehen wurden. Die Feld-Kuckuckshummel gilt zwar Deutschlandweit nicht als gefährdet, steht jedoch in Niedersachsen auf der Roten Liste (THEUNERT 2008). Sie präferiert Disteln und *Centaurea*-Arten als Nahrungsquelle, welche ebenfalls nicht auf der Fläche gesehen wurden.

Auf der Streuobstwiese in Göttingen stand in unseren Untersuchungszeiträumen ein Bienenvolk auf der Fläche. Im Gegensatz zu der Fläche in Elvershausen, neben welcher zwei Bienenstöcke standen, zeigte sich dies deutlich in den Ergebnissen. Im Mai wurden 10 Honigbienen auf Löwenzahnblüten gefangen und 18 Honigbienen auf Apfelblüten. Dabei war die Blütenbedeckung der Apfelbäume mit etwa 5% geringer als in Elvershausen mit etwa 15%

und auf beiden Flächen war viel Löwenzahn vorzufinden. Die insgesamt Blütenbedeckung der Wiese war in Göttingen jedoch mit etwa 7% höher als in Elvershausen mit etwa 3%.

Der Unterschied in der Fanganzahl der Honigbienen zwischen Elvershausen und Göttingen könnte mit dem bereits erwähnten großen Sammelradius der Honigbienen zusammenhängen, falls in dem Umkreis von Elvershausen zu gegebenen Zeiträumen bessere Nahrungsquellen als die Streuobstwiese gegeben waren (z.B. durch Rapsblüte), während in Göttingen die Streuobstwiese ein besseres Angebot dargestellt hat. In der unmittelbaren Umgebung von Elvershausen war hauptsächlich unbewachsenes Ackerland, von Göttingen Wald und Straße. Angesichts der vielen Honigbienen ist es außerdem sehr interessant, dass im Mai auf der Streuobstwiese in Göttingen nur zwei Wildbienen gefangen wurden, eine Erdhummel und eine Felsen-Kuckuckshummel (*Bombus rupestris*). Die Erdhummel ist ein Generalist und die Felsen-Kuckuckshummel häufig auf Löwenzahn zu finden.

Im Juli wurden bis auf eine Honigbiene nur Schmetterlinge gefangen. Das Große Ochsenauge (*Maniola jurtina*) wurde zweimal gefangen, welches gerne diverse violette bis rötliche Blüten bevorzugt, von denen auch zum Beispiel der Wiesen-Klee (*Trifolium pratense*) vorkam. Gleichzeitig mit dem Großen Ochsenauge sieht man häufig den Braunen Waldvogel (*Aphantopus hyperantus*), so auch auf dieser Streuobstwiese. Ein Individuum wurde im Flug und eines auf Jakobskreuzkraut (*Senecio jacobea*) gefangen. Nektar und Honig des Jakobskreuzkrautes sind für Menschen und Tiere giftig, die Pflanze blüht aber sehr gerne zu der sonst eher blütenarmen Zeit im Juli, was oft problematisch ist.



Abb. 10 Streuobstwiese Göttingen (links) auf der Fläche stehender Bienenstock (rechts). Fotos: Svenja Horstmann, 5.5.18

6.4 Die Bedeutung von Streuobstwiesen für Wildbienen

Bienen sind die wichtigste Gruppe von Bestäubern und in ihrem Lebenszyklus stark die Blütenpflanzen angepasst. Da sie auf mehrere, unterschiedliche Habitate angewiesen sind, sind sie auch besonders anfällig für Veränderungen in der Landnutzung, was in der nahen Vergangenheit zu einem Rückgang im Vorkommen vieler Arten gesorgt hat.

Wildbienen-Weibchen haben eine Lebensdauer von etwa vier bis sechs Wochen, Männchen etwas länger. Je nach Art kommen sie früher oder später im Jahr vor und sind häufig auf bestimmte Pflanzenarten spezialisiert. Deshalb ist es für Wildbienen extrem wichtig, dass es von März bis September ein kontinuierliches Blütenangebot gibt. Doch Wildbienen werden immer seltener und durch eine Abnahme der Imkereien kommen auch Honigbienen in vielen Habitaten seltener oder nicht mehr vor. Bei vielen Pflanzenarten kann es so zu einer Bestäuberlimitierung kommen (TSCHARNTKE ET AL. 2003). Aber nicht nur die Pflanzendiversität ist von großer Bedeutung, sondern auch die Verfügbarkeit geeigneter Nistplätze in einem Umkreis von 500m (POTTS et al. 2005, ZURBUCHEN & MÜLLER 2012). Je nach Art legen Wildbienen ihre Nester in der Erde, in Totholz, in hohlen oder markhaltigen Pflanzenstängeln, in diversen vorhandenen Hohlräumen wie Käferfraßgängen und Schneckenhäusern sowie an Steinen und Felsen an (OCKERMÜLLER 2018). Um Wildbienen zu unterstützen muss also auch darauf geachtet werden. Höchst interessant ist, dass die auf den Untersuchungsflächen gefangenen und bestimmten Wildbienen bodennistende Arten sind. Auf allen Flächen waren auch Sträucher vorhanden, die zum Nestbau geeignet wären. Das Vorkommen von Totholz mit Käferfraßgängen wurde leider ungenügend untersucht.

Natürlich ist es auch wirtschaftlich interessant, Strukturen für Wildbienen zu gewährleisten. Im Fall von Obstplantagen belegen Studien, dass auch die Erträge von solchen Obstplantagen, die sowohl eine hohe Wildbienen Diversität als auch Honigbienenbeflug vorweisen, höher sind als bei Obstplantagen mit einer geringen Wildbienen Diversität oder ausschließlichem Honigbienenbeflug (OCKERMÜLLER 2018, BLITZER ET AL. 2016).

7 Fazit und Ideen zur Verbesserung der Streuobstwiesen im Raum Göttingen

Der Sommer zur Zeit unserer Untersuchungen war laut dem Deutschen Wetterdienst DWD der zweit-heißeste Sommer seit Beginn der Wetteraufzeichnungen 1881. Extreme Hitze und Trockenheit sorgten unter anderem dafür, dass die sonst Anfang Mai ihren Höchstpunkt erreichende Apfelblüte an den Tagen unserer Untersuchungen (5.5.18 & 7.5.18) bereits am Verblühen war. Dies veränderte vermutlich auch das Vorkommen der für diesen Zeitraum normalen Bestäuber und als Konsequenz stießen wir auf eine geringere Bestäuberabundanz als angenommen. Im Juli beeinträchtigte außerdem die Tatsache, dass zwei der Untersuchungsflächen gemäht wurden, unsere Aufnahmen. Doch auch an den zwei unberührten Flächen (Hammenstedt und Göttingen) war eine geringe Bestäuberabundanz anzutreffen. Dies könnte unter anderem damit zusammenhängen, dass es durch lange trockene Sommer zu einem Nektarmangel kommen kann.

Streuobstwiesen haben eine große Bedeutung für die Biodiversität und das Landschaftsbild der heutigen Kulturlandschaft (MÜLLER ET AL. 2009). Sie stellen einen strukturreichen Lebensraum für zahlreiche Kleinsäuger, Vögel, Arthropoden und Insekten dar. Für Bestäuberinsekten sind nicht nur die Blüten der Obstbäume, sondern auch die des Unterbewuchses eine wichtige Nahrungsquelle. Außerdem sind 80% aller Kulturpflanzen und 90% aller Wildpflanzen auf Fremdbestäubung angewiesen (TSCHARNTKE ET AL., 2003). Doch durch die Intensivierung der Land- und Forstwirtschaft kommt es zu einer weltweiten Abnahme von Bestäuberpopulationen und der Erhalt vieler Wildpflanzenpopulationen und die stabile Nutzung wichtiger Kulturpflanzen ist gefährdet (TSCHARNTKE ET AL. 2003). Deshalb ist es von großer Wichtigkeit, dass Lebensräume erhalten oder hergestellt werden, welche den Bestand der Bestäuberpopulationen unterstützen.

Um die Streuobstwiese für Bestäuberinsekten noch interessanter zu gestalten, muss also auf eine Vielzahl an Faktoren geachtet werden. Dazu zählt unter anderem ein kontinuierliches und diverses Nahrungsangebot von März bis September. Dies kann zum Beispiel durch eine gezielte, extensive Mahd gefördert werden, die zweimal jährlich durchgeführt werden sollte. Zu jeder Mahd sollte außerdem zunächst im Abstand von zwei bis vier Wochen nur je ein Teil der Fläche gemäht werden, um ein dauerhaftes Blütenangebot zu gewährleisten. Soll eine Fläche nicht gemäht, sondern beweidet werden, ist darauf zu achten, dass eine extensive Beweidung durchgeführt wird (OCKERMÜLLER 2018, KRUESS & TSCHARNTKE 2002).

Insgesamt sollte das Blütenangebot verbessert werden, vor allem nach der Obstbaumblüte und später im Jahr. Weiterhin sollte auf jeder Fläche untersucht werden, ob es genug Nistmöglichkeiten für Wildbienen gibt. Störbereiche, wie offene Bodenstellen, sollten unberührt bleiben, Tot- und Morschholz nicht entfernt werden. Um zusätzliche Nistmöglichkeiten für Wildbienen zu bieten, können zum Beispiel Steinhaufen aufgestellt werden (OCKERMÜLLER, 2018).

II Anhang

Bedeckungsgrad des Himmels

Bedeckungsgrad in Achteln	Beschreibung
0/8	wolkenlos
1/8	sonnig
2/8	heiter
3/8	leicht bewölkt
4/8	wolkig
5/8	bewölkt
6/8	stark bewölkt
7/8	fast bedeckt
8/8	bedeckt
9/8	Himmel nicht erkennbar

Beaufort-Skala nach phänomenologischen Kriterien

Windstärke in Bft	Bezeichnung der Windstärke	Bezeichnung des Seeganges (Windsee)	Beschreibung	
			Wirkung an Land	Wirkung auf dem Meer
0	Windstille	völlig ruhige, glatte See	keine Luftbewegung, Rauch steigt senkrecht empor	spiegelglatte See
1	leiser Zug	ruhige, gekräuselte See	kaum merklich, Rauch treibt leicht ab, Windflügel und Windfahnen unbewegt	leichte Kräuselwellen
2	leichte Brise	schwach bewegte See	Blätter rascheln, Wind im Gesicht spürbar	kleine, kurze Wellen, Oberfläche glasiert
3	schwache Brise		Blätter und dünne Zweige bewegen sich, Wimpel werden gestreckt	Anfänge der Schaumbildung
4	mäßige Brise	leicht bewegte See	Zweige bewegen sich, loses Papier wird vom Boden gehoben	kleine, länger werdende Wellen, überall Schaumköpfe
5	frische Brise	mäßig bewegte See	größere Zweige und Bäume bewegen sich, Wind deutlich hörbar	mäßige Wellen von großer Länge, überall Schaumköpfe
6	starker Wind	grobe See	dicke Äste bewegen sich, hörbares Pfeifen an Drahtseilen, in Telefonleitungen	größere Wellen mit brechenden Köpfen, überall weiße Schaumflecken
7	steifer Wind	sehr grobe See	Bäume schwanken, Widerstand beim Gehen gegen den Wind	weißer Schaum von den brechenden Wellenköpfen legt sich in Schaumstreifen in die Windrichtung
8	stürmischer Wind	hohe See	große Bäume werden bewegt, Fensterläden werden geöffnet, Zweige brechen von Bäumen, beim Gehen erhebliche Behinderung	ziemlich hohe Wellenberge, deren Köpfe verweht werden, überall Schaumstreifen
9	Sturm		Äste brechen, kleinere Schäden an Häusern, Ziegel und Rauchhauben werden von Dächern gehoben, Gartenmöbel werden umgeworfen und verweht, beim Gehen erhebliche Behinderung	hohe Wellen mit verwehter Gischt, Brecher beginnen sich zu bilden
10	schwerer Sturm	sehr hohe See	Bäume werden enturzelt, Baumstämme brechen, Gartenmöbel werden weggeweht, größere Schäden an Häusern; selten im Landesinneren	sehr hohe Wellen, weiße Flecken auf dem Wasser, lange, überbrechende Kämme, schwere Brecher
11	orkanartiger Sturm	außergewöhnlich schwere See	heftige Böen, schwere Sturmschäden, schwere Schäden an Wäldern (Windbruch), Dächer werden abgedeckt, Autos werden aus der Spur geworfen, dicke Mauern werden beschädigt, Gehen ist unmöglich; sehr selten im Binnenland	brüllende See, Wasser wird waagrecht weggeweht, starke Sichtverminderung
12	Orkan		schwerste Sturmschäden und Verwüstungen; sehr selten im Landesinneren	See vollkommen weiß, Luft mit Schaum und Gischt gefüllt, keine Sicht mehr

R-Skript

```
mydata3=read.table(file="H2_Bestäuber_Pflanzen.txt", header=TRUE, sep="\t", dec=".")
mydata3$ID <- rownames(mydata3)
View(mydata3)

mydata1b=read.table(file="H1_Bestäuberanzahl_ohne_Honigbienen.txt", header=TRUE, sep="\t",
dec=".")
mydata1b$ID <- rownames(mydata1b)

mydata3a <- merge(mydata3,mydata1b, by=c("Fläche", "Zeitpunkt", "ID"))
View(mydata3a)
mydata3a$Fläche <- as.factor(mydata3a$Fläche)
mydata3a$Zeitpunkt <- relevel(mydata3a$Zeitpunkt, ref="während")

str(mydata3a)
plot(Bestäuberabundanz~Pflanzendiversität,data=mydata3a,ylab="Bestäuberabundanz",xlab="Pflanz
endiversität",main="Bestäuberabundanz in Abhängigkeit der Pflanzendiversität")
plot(Bestäuberanzahl~Pflanzendiversität,data=mydata3a,ylab="Bestäuberabundanz ohne
Honigbienen",xlab="Pflanzendiversität",main="Bestäuberabundanz ohne Honigbienen in
Abhängigkeit der Pflanzendiversität")
plot(Bestäuberdiversität~Pflanzendiversität,data=mydata3a,ylab="Bestäuberdiversität",xlab="Pflanze
ndiversität",main="Bestäuberdiversität in Abhängigkeit der Pflanzendiversität")
plot(Bestäuberabundanz~Zeitpunkt, data=mydata3a, main="Bestäuberabundanz in Abhängigkeit des
Zeitpunktes")
plot(Bestäuberanzahl~Zeitpunkt, data=mydata3a, main="Bestäuberabundanz ohne Honigbienen in
Abhängigkeit des Zeitpunktes")
plot(Bestäuberdiversität~Zeitpunkt, data=mydata3a, main="Bestäuberdiversität in Abhängigkeit des
Zeitpunktes")

hist(mydata3a$Bestäuberabundanz)
hist(mydata3a$Bestäuberanzahl)
hist(mydata3a$Bestäuberdiversität)

hist(log(mydata3a$Bestäuberabundanz+1),ylab="Frequency
Bestäuberabundanz",xlab="log(Bestäuberabundanz+1)",main="Darstellung log(Bestäuberabundanz)")
hist(log(mydata3a$Bestäuberanzahl),ylab="Frequency Bestäuberabundanz ohne
Honigbienen",xlab="log(Bestäuberabundanz ohne Honigbienen)",main="Darstellung
log(Bestäuberabundanz ohne Honigbienen)")
hist(log(mydata3a$Bestäuberdiversität),ylab="Frequency
Bestäuberdiversität",xlab="log(Bestäuberdiversität)",main="Darstellung log(Bestäuberdiversität)")
install.packages("nlme")
library(nlme)
mydata3a$Abund.log <- log(mydata3a$Bestäuberabundanz+1)
str(mydata3a)
m1<-lme(Abund.log~Zeitpunkt+Pflanzendiversität,random=~1|Fläche,data=mydata3a)
plot(m1)
summary(m1)

install.packages("effects")
library(effects)
plot(allEffects(m1), partial.residuals=T)
plot(Effect(("Pflanzendiversität"),m1,partial.residuals=T),residuals.color=1,
residuals.smooth.color=F,residuals.cex=1.4,residuals.pch=20)
Abundw.log <- log(mydata3a$Bestäuberanzahl+1)
```

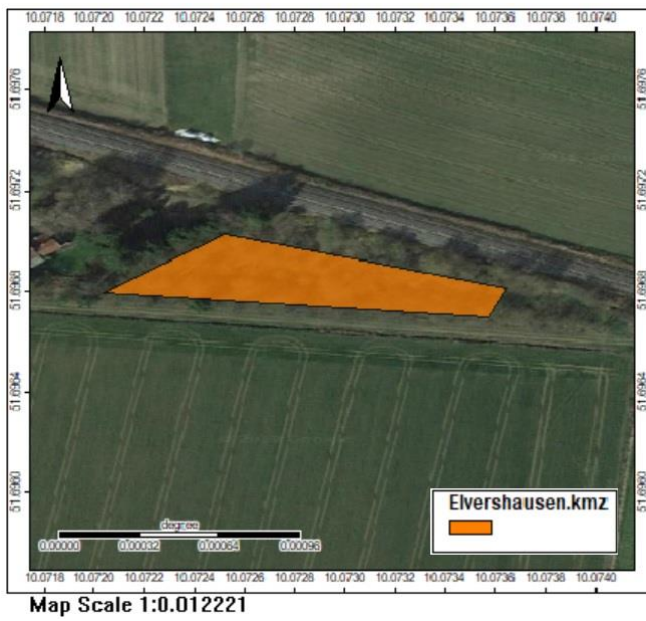
```

m1<-lme(Abundw.log~Zeitpunkt+Pflanzendiversität,random=~1|Fläche,data=mydata3a)
plot(m1)
summary(m1)
plot(allEffects(m1), partial.residuals=T)
plot(Abundw.log~Pflanzendiversität,data=mydata3,ylab="Bestäuberdiversität",
      xlab="Pflanzendiversität",pch=20, cex=1.4)
Div.log <- log(mydata3a$Bestäuberdiversität+1)
m2<-lme(Div.log~Zeitpunkt+Pflanzendiversität,random=~1|Fläche,data=mydata3a)
plot(m2)
summary(m2)
plot(Effect(("Pflanzendiversität"),m2,partial.residuals=T),residuals.color=1,
      residuals.smooth.color=F,residuals.cex=1.4,residuals.pch=20)
plot(Div.log~Pflanzendiversität,data=mydata3,ylab="Bestäuberdiversität",
      xlab="Pflanzendiversität",pch=20, cex=1.4)
m2a<-lme(Div.log~Zeitpunkt+log(Pflanzendiversität+1),random=~1|Fläche,data=mydata3a)
plot(m2a)
summary(m2a)
plot(Effect(("Pflanzendiversität"),m2a,partial.residuals=T),residuals.color=1,
      residuals.smooth.color=F,residuals.cex=1.4,residuals.pch=20, ylab="Bestäuberdiversität")

```

GIS Daten

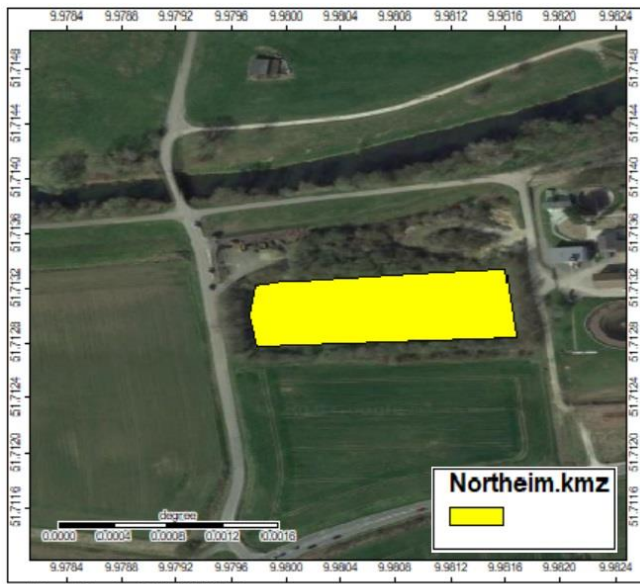
Fläche 1 - Elvershausen



Fläche 2 – Hammenstedt

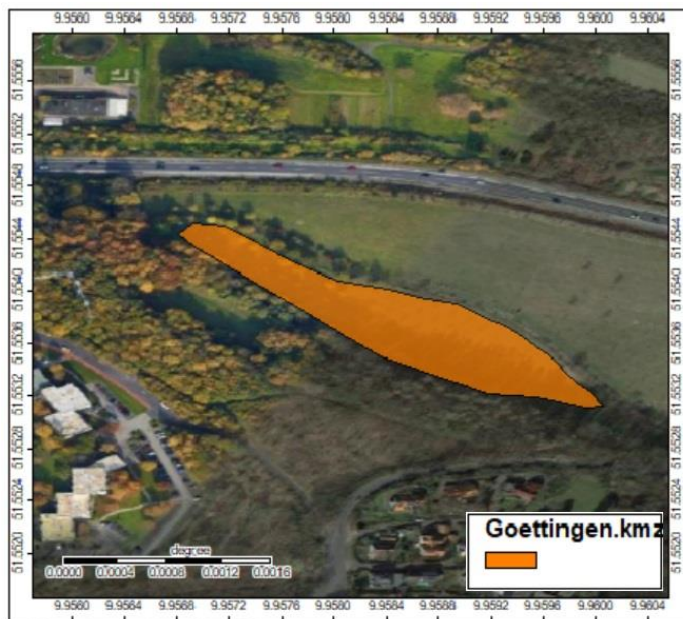


Fläche 3 – Northeim



Map Scale 1:0.022063

Fläche 4 – Göttingen



Map Scale 1:0.024627

Aufnahmebögen

Fläche:

Datum:

Wetter:

Bestäuber	Pflanze	Foto-ID	Kommentar

Einmalig aufzunehmende Daten

	1	2	3	4
Relief, Geländeneigung, Exposition				
Art des Bewuchses (Anteil Baum / Wiese)				
Gesamtzahl Obstbäume				
angrenzende Biotopstrukturen				
Flächengröße				
Nutzung (Mahd, Beweidung)				
Bebuschung				

Ständig aufzunehmende Daten

	1	2	3	4
Temperatur				
Bewölkung (1/8 – 8/8)				
Windstärke				
Blütenbedeckung Apfelbäume Andere Baumarten Blüten der Wiese				
Blühende Pflanzen (Arten / Blütendiversität)				

Aufnahmen der einmalig aufzunehmenden Daten

	Fläche			
	Elvershausen	Hammenstedt	Northeim	Göttingen
Relief, Geländeneigung, Exposition	eben, von Bäumen bewachsen	Hangneigung	eben	leicht geneigt
Art des Bewuchses (Anteil Baum / Wiese)	Gräser und Brennessel 40/60	Gräser und Brennessel 30/70	Gräser und Brennessel 40/60	Gräser und Löwenzahn 40/60
Gesamtzahl Obstbäume	1x Birne, 9x Apfel, 6x Kirsche	1x Birne, 8x Apfel, 2x Kirsche	28x Apfel, 9x Kirsche, 1x Walnuss	27 Apfelbäume
angrenzende Biotopstrukturen	Acker (ohne Bewuchs)	Acker (Getreide), Wohngebiet	Rapsfeld (fast verblüht am 5.5.) am 28.5. verblüht, neu: Mohn	Wald (Straße)
Bebuschung		stärkere Bebuschung im hinteren Teil der Wiese	von Bebuschung umrandet (3-7m)	
Nutzung (Mahd, Beweidung) (Bemerkungen vom 28.05.)	Hüft- bis brusthohe Gräser	Hüft- bis brusthohe Gräser, weniger Brennessel	Hüft- bis brusthohes Gras, Brennessel und Distel	Hüft- bis brusthohes Gras, Brennessel und Distel
Flächengröße	2095 m ²	3980 m ²	6927 m ²	9714 m ²
Bemerkungen	2 Bienenvölker in 50m Entfernung			1 Bienenvolk auf der Fläche

Rohdaten Exceltabelle

Artenvorkommen auf Untersuchungsflächen

		05.05.	07.05.	05.07.	10.07.	Gesamt
Hummeln						
Erdhummel <i>Bombus terrestris</i>	Fläche 1 - Elvershausen	1				1
	Fläche 2 - Hammenstedt					0
	Fläche 3 - Northeim		1			1
	Fläche 4 - Göttingen		1			1
Gartenhummel <i>Bombus hortorum</i>	Fläche 1 - Elvershausen					0
	Fläche 2 - Hammenstedt					0
	Fläche 3 - Northeim	1				1
	Fläche 4 - Göttingen					0
Feld-Kuckuckshummel <i>Bombus campestris</i>	Fläche 1 - Elvershausen		1			1
	Fläche 2 - Hammenstedt					0
	Fläche 3 - Northeim					0
	Fläche 4 - Göttingen					0
Schmarotzerhummel <i>Bombus rupestris</i>	Fläche 1 - Elvershausen					0
	Fläche 2 - Hammenstedt					0
	Fläche 3 - Northeim					0
	Fläche 4 - Göttingen		1			1
Ackerhummel <i>Bombus pascuorum</i>	Fläche 1 - Elvershausen					0
	Fläche 2 - Hammenstedt			1		1
	Fläche 3 - Northeim					0
	Fläche 4 - Göttingen					0
Schmetterlinge und Falter						
Baumweißling <i>Aporia crataegi</i>	Fläche 1 - Elvershausen					0
	Fläche 2 - Hammenstedt	1				1
	Fläche 3 - Northeim	2				2
	Fläche 4 - Göttingen					0
Aurorafalter <i>Anthocharis cardamines</i>	Fläche 1 - Elvershausen					0
	Fläche 2 - Hammenstedt					0
	Fläche 3 - Northeim	1				1
	Fläche 4 - Göttingen	1	4			5
Kleiner Kohlweißling <i>Pieris rapae</i>	Fläche 1 - Elvershausen			3		3
	Fläche 2 - Hammenstedt		3			3
	Fläche 3 - Northeim					0
	Fläche 4 - Göttingen			1		1
Rapsweißling <i>Pieris napi</i>	Fläche 1 - Elvershausen					0
	Fläche 2 - Hammenstedt					0
	Fläche 3 - Northeim		2			2
	Fläche 4 - Göttingen			1		1
Großer Kohlweißling <i>Pieris brassicae</i>	Fläche 1 - Elvershausen					0
	Fläche 2 - Hammenstedt					0
	Fläche 3 - Northeim		2			2

	Fläche 4 - Göttingen				1	1
Birken-Jungfernkind <i>Archiearis parthenias</i>	Fläche 1 - Elvershausen					0
	Fläche 2 - Hammenstedt					0
	Fläche 3 - Northeim					0
	Fläche 4 - Göttingen		1			1
Nachtfalter - Geometride	Fläche 1 - Elvershausen					0
	Fläche 2 - Hammenstedt					0
	Fläche 3 - Northeim					0
	Fläche 4 - Göttingen		1			1
Brauner Waldvogel <i>Aphantopus hyperantus</i>	Fläche 1 - Elvershausen					0
	Fläche 2 - Hammenstedt			6	2	8
	Fläche 3 - Northeim					0
	Fläche 4 - Göttingen			2		2
Großes Ochsenauge <i>Maniola jurtina</i>	Fläche 1 - Elvershausen					0
	Fläche 2 - Hammenstedt					0
	Fläche 3 - Northeim					0
	Fläche 4 - Göttingen			1	2	3
Fliegen						
Hainschwebfliege <i>Episyrphus balteatus</i>	Fläche 1 - Elvershausen					0
	Fläche 2 - Hammenstedt		2			2
	Fläche 3 - Northeim					0
	Fläche 4 - Göttingen					0
Große Schwebfliege <i>Syrphus ribesi</i>	Fläche 1 - Elvershausen					0
	Fläche 2 - Hammenstedt					0
	Fläche 3 - Northeim	2				2
	Fläche 4 - Göttingen					0
Gewürfelte Tanzfliege <i>Empis tesselata</i>	Fläche 1 - Elvershausen					0
	Fläche 2 - Hammenstedt					0
	Fläche 3 - Northeim					0
	Fläche 4 - Göttingen		1			1
Großer Wollschweber <i>Bombylius major</i>	Fläche 1 - Elvershausen	1				1
	Fläche 2 - Hammenstedt					0
	Fläche 3 - Northeim					0
	Fläche 4 - Göttingen	3				3
Bienen						
Honigbiene <i>Apis mellifera</i>	Fläche 1 - Elvershausen	2	5			7
	Fläche 2 - Hammenstedt	1	2			3
	Fläche 3 - Northeim	1	2	1		4
	Fläche 4 - Göttingen	16	12		1	29
Rotschöpfige Sandbiene <i>Andrena haemorrha</i>	Fläche 1 - Elvershausen	2				2
	Fläche 2 - Hammenstedt					0
	Fläche 3 - Northeim					0
	Fläche 4 - Göttingen					0
Wildbiene Art 1	Fläche 1 - Elvershausen					0
	Fläche 2 - Hammenstedt		1	1		2
	Fläche 3 - Northeim					0
	Fläche 4 - Göttingen					0
Wildbiene Art 2	Fläche 1 - Elvershausen					0

	Fläche 2 - Hammenstedt					0
	Fläche 3 - Northeim		2			2
	Fläche 4 - Göttingen					0
Summe Termin		35	44	17	6	102

	Anzahl der Bestäuber
Fläche 1	15
Fläche 2	20
Fläche 3	17
Fläche 4	50

III Literaturverzeichnis

AMIET, F. & KREBS, A. (2012): Bienen Mitteleuropas: Gattungen, Lebensweise, Beobachtung.

BLITZER, E. J., GIBBS, J., PARK, M. G., & DANFORTH, B. N. (2016). Pollination services for apple are dependent on diverse wild bee communities. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 221, 1-7.

BUNDESAMT FÜR NATURSCHUTZ 2018: Insektenrückgang: Daten und Fakten.
<https://www.bfn.de/themen/insektenrueckgang.html>. Abruf: 10.09.2018.

EVERTZ, S. (1993). Untersuchungen zur interspezifischen Konkurrenz zwischen Honigbienen (*Apis mellifera* L.) und solitären Wildbienen (Hymenoptera, Apoidea). *Shaker*.

FELDHAAR, H. 2016: Gewinner und Verlierer in der bayerischen Flora und Fauna in den letzten 50 Jahren: Insekten. *Rundgespräche der Kommission für Ökologie, Bd. 44 »Wie viel Wissenschaft braucht der Naturschutz?«*, S. 43-52.

FRÜND, J. (2012). Pollinator biodiversity, functional complementarity and dynamic plant-pollinator interaction networks. *Dissertation, Georg-August-Universität Göttingen*.

GOULSON, D., & SPARROW, K. R. (2009). Evidence for competition between honeybees and bumblebees; effects on bumblebee worker size. *Journal of insect conservation*, 13(2), 177-181.

HERZOG, F. 2000: The importance of perennial trees for the balance of northern European agricultural landscapes. *Unasylva* 200, Vol. 51. S. 42-48.

KRAUSS, J., STEFFAN-DEWENTER, I., & TSCHARNTKE, T. (2004). Landscape occupancy and local population size depends on host plant distribution in the butterfly *Cupido minimus*. *Biological conservation* 120. 355-361.

KRUESS, A., & TSCHARNTKE, T. (2002). Grazing intensity and the diversity of grasshoppers, butterflies, and trap-nesting bees and wasps. *Conservation Biology*, 16(6), 1570-1580.

MÜLLER, D., ABDANK, A., MEYER, J., FRIEDRICH, H., & BRANDT, R. (2009). Streuobst-Situation und Perspektiven in Mecklenburg-Vorpommern. *Impulsreferat Workshop „Erhalt, Entwicklung und Pflege von Streuobstbeständen in MV“*, http://www.lung.mv-regierung.de/dateien/streuobst_artikel.pdf. 2009.

NABU, Rhöner Apfelinitiative, Elm (2007). Saft, Sorten, Szenarien – Zukunft des Streuobstanbaus in Mitteleuropa. *Tagungsband des 3. Bundesweiten Treffens der Streuobst-Aufpreisvermarkter vom 9.-11.03.2007*. Hrsg. M. Rösler. und B. Kitzmann, NABU-BFA-Streuobst, 21.

NABU (2018). Den Römern sei Dank. Zur historischen Entwicklung des Streuobstanbaus.
<https://www.nabu.de/natur-und-landschaft/landnutzung/streuobst/streuobstwissen/02359.html>.

NEEMAN, G., JÜRGENS, A., NEWSTORM-LLOYD, L., POTTS, S. G., & DAFNI, A. (2010). A framework for comparing pollinator performance: effectiveness and efficiency. *Biological Reviews* 85(3), 435-451.

OCKERMÜLLER, M. E. (2018). Erhebung der Wildbienenfauna (Apidae) in Streuobstwiesen im Naturpark Obst-Hügel-Land (Oberösterreich).

PAILL, W. (1997). Zönotik und Bionomie der Laufkäfer einer Streuobstwiese im südöstlichen Alpenvorland (Coleoptera: Cicindelidae & Carabidae). *Mitt. Naturwiss. Ver. Steiermark* Vol. 127. 163-174.

POTTS, S. G., VULLIAMY, B., DAFNI, A., NE'EMAN, G., & WILLMER, P. (2003). Linking bees and flowers: how do floral communities structure pollinator communities? *Ecology*, 84(10), 2628-2642.

POTTS, S. G., VULLIAMY, B., ROBERTS, S., O'TOOLE, C., DAFNI, A., NE'EMAN, G., & WILLMER, P. (2005). Role of nesting resources in organising diverse bee communities in a Mediterranean landscape. *Ecological Entomology*, 30(1), 78-85.

POTTS, S.G., IMPERATRIZ-FONSECA, V., NGO, H.T., AIZEN, M.A., BIESMEIJER, J.C., BREEZE, T.D., DICKS, L.V., GARIBALDI, L.A., HILL, R., SETTELE, J., VANBERGEN, A.J. (2016). Safeguarding pollinators and their values to human well-being. *Nature* 540, 220–229.

SCHEUCHL, E. & SCHMID-EGGER, C. (1997): Illustrierte Bestimmungstabellen der Wildbienen Deutschlands und Österreichs. Band III: Andrenidae.

STEFFAN-DEWENTER, I., MÜNZENBERG, U., BÜRGER, C., THIES, C., & TSCHARNTKE, T. (2002). Scale-dependent effects of landscape context on three pollinator guilds. *Ecology*, 83(5), 1421-1432.

SPOHN, M. (2015): Was blüht denn da? (Kosmos-Naturführer). Franckh Kosmos Verlag; Auflage: 2.

THEUNERT, R. (2008): Verzeichnis der in Niedersachsen besonders oder streng geschützten Arten – Schutz, Gefährdung, Lebensräume, Bestand, Verbreitung – (Stand 1. November 2008), Teil B: Wirbellose Tiere. – *Information des Naturschutz Niedersachsens* 28, Nr. 4 (4/08): 153-210.

THOMSON, D. M. (2006). Detecting the effects of introduced species: a case study of competition between *Apis* and *Bombus*. *Oikos*, 114(3), 407-418.

TSCHARNTKE, T., KLEIN, A. M., KRUESS, A., STEFFAN-DEWENTER, I., & THIES, C. (2003). 14 Biodiversität und Pflanze-Insekt-Interaktionen in Kulturlandschaften. 171-183.

ZURBUCHEN, A., & MÜLLER, A. (2012). Wildbienenschutz-von der Wissenschaft zur Praxis (Vol. 33). *Haupt Verlag AG. Wien*. 162 pp.