Blüten-Besucher-Gemeinschaften naturnaher und intensiv bewirtschafteter Wiesen im Biosphärenpark Lungau, in der Biosphärenregion Berchtesgadener Land und im Mitterpinzgau.

Projektbericht

Im Auftrag der Naturschutzabteilung des Landes Salzburg

Gefördert aus Mittel des Interreg-Projektes „Wild und Kultiviert“

Dr. Johann Neumayer
Obergrubstraße 18
5161 Elixhausen

Elixhausen, 31.10.2018

Interreg Österreich–Bayern 2014–2020
Europäische Union – Europäischer Fonds für Regionale Entwicklung

LAND SALZBURG

Biosphärenregion Berchtesgadener Land

Inhaltsverzeichnis

1.	Einleitung	4
2.	Material und Methoden	5
3.	Ergebnisse	9
3.1.	Blütenangebot	9
3.1.1.	Blütenangebot - quantitative Unterschiede	9
3.1.2.	Blütenangebot – Artenzahlen	12
3.1.3.	Nektarangebot	15
3.1.4.	Blütenbesucher	21
3.1.4.1.	Blütenbesucher - quantitative Unterschiede	21
3.1.4.2.	Blütenbesucher – Artenzahlen	28
3.1.4.3.	Blüten-Besucher-Netzwerke	34
3.1.4.4.	Bienenfauna	36
4.	Diskussion	38
4.1.	Blüten- und Nektarangebot verschiedener Wiesentypen	40
4.2.	Blütenbesucherhäufigkeiten und –artenzahlen	42
4.3.	Charakterisierung der Wiesentypen nach blütenökologischen Parametern	45
4.4.	Charakterisierung der einzelnen untersuchten Wiesentypen	47
4.4.1.	Extensivwiesen	47
4.4.2.	Intensive Wiesen	50
4.4.3.	Nicht-Grünlandflächen	52
4.4.4.	Subalpine Flächen	54
4.5.	Rote Liste – Einstufung der Bienenarten in den Wiesentypen	56
4.6.	Arten , die besonders zur pädagogischen Vermittlung ökologischer Zusammenhänge geeignet sind	58
5.	Literatur	61
6.	Dank	64
7.	Anhang	65

1. Einleitung

Insektenbestäubung funktioniert zumeist in einem komplexen Netzwerk mit hunderten Arten von Pflanzen und Insekten, wie die Klassiker der Blütenökologie bereits im 19. Jahrhundert feststellten (MÜLLER 1881, KNUTH 1898-1904). Fast alle mitteleuropäischen Wiesengesellschaften zeichneten sich über Jahrhunderte durch hohen Blüten- und Insektenreichtum aus. Die meisten Wiesenkräuter werden durch Insekten bestäubt und viele blütenbesuchende Insekten fanden ihre Nahrung wohl zu hohen Anteilen in Wiesen. Hohe Bestäuberpopulationen gewährleisteten Insektenbestäubung auch für Gärten, Obstbäume und insektenbestäubte Feldfrüchte. Erst mit der flächigen Intensivierung der Grünlandwirtschaft in der zweiten Hälfte des 20. Jahrhunderts und vermehrt in den letzten Jahrzehnten mit der Einführung der Grünsilage und der vier bis sieben Mal jährlich gemähten Wiesen setzte eine vollständige Umkehr ein.

Der beklagte und v.a. in der sog. Krefeld-Studie (HALLMANN et al., 2017) dokumentierte Rückgang der Insektenbiomasse kann in Grünlandgebieten schwerlich auf Pestizideinsatz sondern fast ausschließlich auf die massiv intensivierte Nutzung zurückgeführt werden. Ein Rückgang der Artenzahl pro Fläche ist und vor allem der Diversität der funktionalen Blüten-Besucher-Beziehungen ist evident (BIESMEIJER et al. 2006), aber im alpinen Raum mangels historischer Daten nur schwer nachweisbar. Es fehlen historische Daten aus Erhebungen mit standardisierter Methodik. Es sind aber auch die in Österreich sehr reichen Museumssammlungen großteils nicht aufgearbeitet.

Wirtschaftswiesen zählen heute zu den artenärmsten und eintönigsten Lebensräumen, nehmen aber in Grünlandgebieten einen eminent hohen Flächenanteil ein. Viele der verbliebenen nicht intensivierbaren Wiesen hingegen sind nur mit hohem Aufwand zu bewirtschaften. Die Umwandlung zur Beweidung erscheint gerade im alpinen Raum als eine Möglichkeit, Offenlandstandorte zu erhalten.

Im Falle von Wiesenintensivierung aber auch von Umwandlung in Weide stellt sich die Frage, welche Auswirkung diese Maßnahmen auf die Artenzahlen und die Populationen der Blütenbesucher haben. Zur Beantwortung dieser Frage wurden das Blütenangebot, das Nektarangebot und die Blütenbesuchergemeinschaften verschieden intensiv genutzter Wiesen und von Weiden verglichen. Zusätzlich wurden auch Ackerflächen und einige Saumgesellschaften in die Analyse einbezogen, um einschätzen zu können, welche Rolle Wiesen im Vergleich zu diesen Flächen für Blütenbesucher spielen.

Im Detail hat diese Studie zum Ziel, folgende Fragestellungen zu beantworten:

- Wie hoch sind typische Abundanzen von Blütenbesuchern in den einzelnen Lebensraumtypen im Vergleich mit Daten aus naturnahen Lebensräumen und aus Lebensräumen mit intensiver landwirtschaftlicher Nutzung?
- Welche Arten bzw. Artengruppen sind typisch für die einzelnen Lebensraumtypen?
- Welche dieser Arten haben hohen indikatorischen Wert (Blütenbesuchsspezialisten, Nistplatz- bzw. Raupenpflanzenspezialisten, Brutparasiten) und welche flagship-species gibt es?
- Welche Arten sind besonders gut geeignet für die pädagogische Vermittlung von bestäubungsbiologischen Zusammenhängen?
- Welche Standortqualitäten sind ausschlaggebend für eine individuen- und artenreiche Blütenbesuchergemeinschaft?
- Welche Faktoren der umgebenden Landschaft über den jeweiligen Standort hinaus haben Einfluss auf Abundanz und Artenreichtum der Blütenbesuchergemeinschaft?
- Wie wirken sich verschiedene Bewirtschaftungsweisen (Mahd – Intensität, Zeitpunkt und Methode, Beweidung) auf Artenreichtum und Abundanz der Blütenbesucher aus?
- Welche Eigenschaften des Blütenangebots (Größe und Artenzusammensetzung, Nektarangebot) sind entscheidend für artenreiche Blütenbesuchergemeinschaften?

2. Material und Methoden

Die Untersuchungen wurden durch das Interreg-Projekt „Wild und Kultiviert“ finanziert und in den Projektregionen Lungau (Österreich, Salzburg, Bezirk Tamsweg), Mitterpinzgau (Österreich, Salzburg, Bezirk Zell am See) und Biosphärenregion Berchtesgadener Land (Deutschland, Bayern, Landkreis Berchtesgadener Land) durchgeführt. 2017 erfolgten die Erhebungen auf 27 Untersuchungsflächen in allen Untersuchungsgebieten. 2018 wurde auf 10 weiteren großteils sehr intensiv genutzten Wiesen, einigen Ackerflächen und Saumgesellschaften in Laufen (Oberbayern, Deutschland) ergänzende Untersuchungen durchgeführt. Eine Übersicht der 37 Untersuchungsflächen findet sich in Anhang 1. Insgesamt wurden drei Einschnittwiesen (zwei Bergmähwiesen, eine Streuwiese) in montanen Lagen, zwei subalpine Bergmähder, vier Zweischnittwiesen, zwei Dreischnittwiesen, eine Vielschnittwiese (fünf Schnitte im Untersuchungsjahr) und sechs Ansaatwiesen (Kleegraseinsaaten mit verschiedenem Alter mit bis zu sechs Schnitten im Jahr) untersucht.

An beweideten Flächen wurden zwei montane Extensivweiden und zwei subalpine Almweiden sowie drei Flächen, die einmal jährlich gemäht und zusätzlich beweidet wurden, untersucht. Acht Ackerflächen (drei beikrautreiche Äcker und fünf beikrautarme), drei Saumgesellschaften (ein Waldrand, ein Feldgehölz und ein Wegrand) sowie eine mehrjährige Blühfläche ergänzten das untersuchte Lebensraumrepertoire.

In jeder Untersuchungsfläche wurde ein 100m langer Transekt festgelegt, entlang dem die Aufnahme der Blütenbesucher erfolgte. Für Tagfalter und Hummeln wurde der Transekt in einer Breite von 2m ausgewertet, für alle anderen blütenbesuchenden Insekten auf einer Breite von 1m. Im Folgenden wurden alle Abundanzen auf Individuen pro 1000m² umgerechnet. Weitere Tere auf den Untersuchungsflächen aber außerhalb der Transekte wurden in die qualitative Analyse der Blütenbesuchergemeinschaften einbezogen.

Erhebungen der Blütenbesuche erfolgten in acht jeweils dreiwöchigen Zeiträumen von Mitte April bis September. An jedem Untersuchungstag erfolgten fünf Transektgänge in den Tageszeiträumen 8-10h, 10-12h, 12-14h, 14-16h, 16-18h MESZ.

Die Erhebung erfolgte, indem für alle Blütenbesuche folgende Daten notiert wurden:

- Pflanzenart,
- Insektenart oder -gruppe,
- Größe,
- Aktivität (aktiv/inaktiv)
- bestäubend/nichtbestäubend.

Alle Insektenarten, die im Freiland sicher determiniert werden konnten, wurden auf Artniveau bestimmt. Die übrigen Insekten wurden, soweit möglich, auf Familienebene klassifiziert. Bei stubenfliegenähnlichen Familien gelang dies im Feld nicht, weshalb Sarcophagidae, Muscidae, Anthomyidae und einige Calliphoridae als muscidenähnliche Fliegen zusammengefasst wurden.

Eine Größenklassifizierung erfolgte nach familientypischen Größenverteilungen. Z.B. wurden stubenfliegenähnliche Fliegen in „deutlich größer, gleich“ und „deutlich kleiner als eine Stubenfliege“ klassifiziert. Schwebfliegen als größer, ungefähr gleich groß und deutlich kleiner als *Episyrphus balteatus.*

Ein subsample jeder Blütenbesucherkategorie (Familie + Größe) wurde bei jeder Begehung gefangen und abgetötet und anschließend soweit möglich bestimmt.

Artgenaue Bestimmungen erfolgten unter den Hymenopteren (Hautflügler) für alle Gruppen außer die Ichneumonoidea (Schlupfwespenverwandte). Von den Käfern wurden die Cerambycidae (Bockkäfer) und Oedemeridae (Scheinbockkäfer) als häufigste Blütenbesucher auf die Art bestimmt. Die tagaktiven Lepidoptera (Schmetterlinge) konnten mit wenigen Ausnahmen bestimmt werden, von den Fliegen war eine Bestimmung der Syrphidae (Schwebfliegen), Tachinidae (Raupenfliegen), Muscidae (Stubenfliegenverwandte) und Calliphoridae (Schmeißfliegen) mit wenigen Ausnahmen möglich. Die Bestimmungen erfolgten mit gängiger Fachliteratur: AMIET (1996), AMIET et al. (1999, 2001a, 2001b, 2007, 2010), BÄHRMANN (2008). BARTSCH et al. (2009a, b) BENSE (1995), BENSON (1951), BOGUSCH & STRAKA (2012), DATHE et al.

2016, DOLLFUSS (1991), EBMER (1969, 1970, 1971, 1974), GOKCEZADE et al. (2015), MAUSS (1987), SCHEUCHL (1995, 2006), SCHMID-EGGER (2002) SCHMID-EGGER & SCHEUCHL (1997), SCHMID-EGGER et al. (2017), STETTMER et al. (2007), STRAKA & BOGUSCH (2011) sowie WISNIOWSKI (2009). Zusätzliche ökologische Informationen zu den einzelnen Arten wurden aus AMIET & KREBS (2012), BALL & MORRIS (2014), BLÖSCH (2012), KORMANN (2002), SCHEUCHL & WILLMER (2016), WESTRICH (2018) UND WIESBAUER (2017) entnommen.

Bestimmungen schwieriger Schwebfliegen wurden durch Denise Ivenz, (Arnsberg, D) und Helge Heimburg (Graz, A) durchgeführt. Die Bestimmungen der muscidenähnlichen Fliegen erfolgte durch Adrian Wolfgang (Graz, A) und die Bestimmung der Oedemeridae durch Johannes Schied (Mauerkirchen, A).

Das Blütenangebot wurde ein Mal pro Untersuchungszeitraum, jeweils am Tag der Blütenbesuchererhebung oder unmittelbar davor oder danach erhoben. Blüten, Infloreszenzen und Synfloreszenzen wurden gleich gewertet, soweit sie eine optische Einheit bildeten (NEUMAYER & PAULUS 1999). Diese wird „Blume“ genannt (KUGLER 1970). Eine Hahnenfußblüte, ein Löwenzahnköpfchen oder eine Rotkleeinfloreszenz sind also jeweils eine Blume, während z.B. ein Baldrianblütenstand mit mehreren Teilinfloreszenzen, die räumlich weit getrennt sind, mehrere Blumen bildet. Die Bestimmung der Pflanzen erfolgte mit FISCHER et al. (2008).

Zur Erfassung wurden bei niedrigem Blütenangebot alle Blüten, Infloreszenzen bzw. Synfloreszenzen auf dem gesamten Untersuchungstransekt (100m x 2m) ausgezählt, Bei höherem Blütenangebot wurden je nach Homogenität des Blütenbestandes ein oder bei inhomogenen Transekten zwei Blütenerhebungsflächen á 5m x 2m ausgezählt. Die Lage dieser Blütenerhebungsflächen wurde am Beginn der Untersuchungsperiode festgelegt. Für den gesamten Transekt wurde festgelegt, wie viel Prozent von jeder Blütenerhebungsfläche repräsentiert werden. Wenn während der Vegetationsperiode eine unerwartet hohe Variation des Blütenangebots innerhalb eines Transekts auftrat (z.B. durch teilweise Beweidung oder Mahd), wurde entweder eine zusätzliche Blütenerhebungsfläche ausgezählt und/oder die anteiligen Zuordnungen der Blütenerhebungsflächen zum Gesamttransekt wurden geändert. Im Regelfall wurden die einmal eingerichteten Blütenerhebungsflächen aber beibehalten. Alle Blütenangebotswerte wurden auf Blumen pro 100m² umgerechnet.

Für die Erhebung des Nektarangebots wurden diese Daten mit Daten aus den Datenbanken des Verfassers zum Nektarangebot heimischer Pflanzen verrechnet. Da diese Daten immer für Einzelblüten erhoben worden waren, mussten sie für Infloreszenzen noch mit mittleren Blütenzahlen pro Infloreszenz und für Synfloreszenzen mit mittleren Infloreszenzzahlen pro Synfloreszenz multipliziert werden. Auch diese Daten wurden einer Datenbank des Verfassers entnommen.

Als relevante Größe wurde der Nektarzuckergehalt (mg Saccharoseäquivalent), der sich aus der Multiplikation der Nektarmenge mit der Zuckerkonzentration ergibt, verwendet. Die Methodik ist im Detail in NEUMAYER & PAULUS (1999) beschrieben

Nicht für alle angetroffenen Pflanzenarten lagen Daten zum Nektarzuckerangebot bzw. zur mittleren Blütenanzahl pro Infloreszenz bzw. Synfloreszenz vor. Fehlende Daten wurden aus Literaturquellen und aus Daten nah verwandter Pflanzenarten mit ähnlichem Blütenbau erschlossen (Anhang 4). Angaben zur Gewinnung der Daten sind NEUMAYER & PAULUS (1999) zu entnehmen. Keine verwertbaren Nektarzuckerdaten gibt es für die Apiaceen, bei denen die Nektarmessung mittels Kapillaren nicht möglich ist. Für alle Apiaceen wurde als grobe Näherung ein einheitliches Nektarangebot von 0,1mg Saccharose pro Blüte angenommen (vgl. LANGENBERGER & DAVIS, 2002).

Die Daten für das Nektarzuckerangebot - verwendet wurden morgens abgeschirmte Blüten - liegen in jeweils fünf Messreihen pro Tag vor (8-10h, 10-12h, 12-14h, 14-16h, 16-18h MESZ). In jeder Messreihe wurden mindestens 10 (bei sehr seltenen Pflanzen 5) Blüten gemessen Das heißt dass für jede Pflanzenart Daten zum Nektarzucker von normalerweise mindestens 25 Blüten, meist aber 50 und mehr Blüten zur Verfügung standen. Das Nektarzuckerangebot der einzelnen Blumen wird in sechs Kategorien eingeteilt, die jeweils im Mittel die zehnfache Nektarzuckermenge pro Blume enthalten:

- <0,001mg Saccharoseäquivalent pro Blume
- < 0,01mg - “ -
- < 0,1mg - “ -
- < 1mg - “ -
- < 10mg - “ -
- > 10mg - “ -

Zur Abschätzung der Artenanzahl aus den vorhandenen Fund- und Beobachtungsdaten wurde der Chao1-Schätzwert verwendet, der mit Hilfe des Onlineprogrammes errechnet wurde (CHAO & CHIU 2016). Für zwei exemplarische Wiesentypen wurde das Blüten-Besucher-Netzwerk graphisch dargestellt. Die Konstruktion dieser Netzwerke erfolgte in Pajek (https://gephi.org/users/supported-graph-formats/pajek-net-format/).

Als Referenz für die Einstufung der Rote Listen-Arten wurde die Rote Liste der Bienen Deutschlands in der aktuellen Fassung verwendet (WESTRICH et al. 2011).

Netzwerkanalysen wurden von Christina Neumayer BSc in R mit Hilfe der Library „bipartite“ erstellt (https://CRAN.R-project.org/package=bipartite).

3. Ergebnisse

3.1. Blütenangebot

3.1.1 Blütenangebot – quantitative Unterschiede

Das Blütenangebot zeigte zwischen den einzelnen Biotoptypen aber auch zwischen den Untersuchungsflächen der einzelnen Biotoptypen starke Schwankungen (Abb.1).

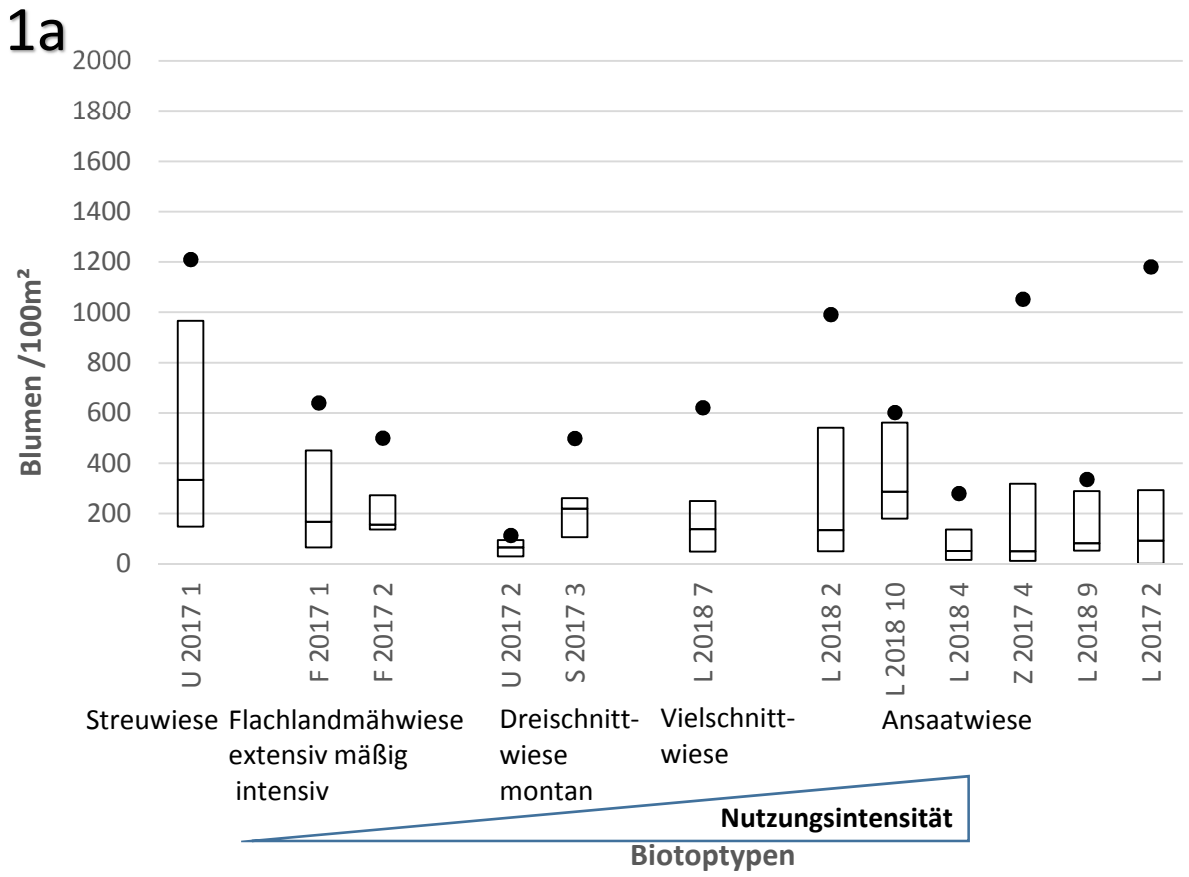


Abb. 1a Blumenangebot verschieden intensiv genutzter Wiesentypen der collin-tiefmontanen Stufe. Das Boxplot-Diagramm zeigt den Median sowie die 25% und 75%-Quartile. Der schwarze Punkt zeigt den Maximalwert. Die Flächen sind nach aufsteigender Nutzungsintensität angeordnet.

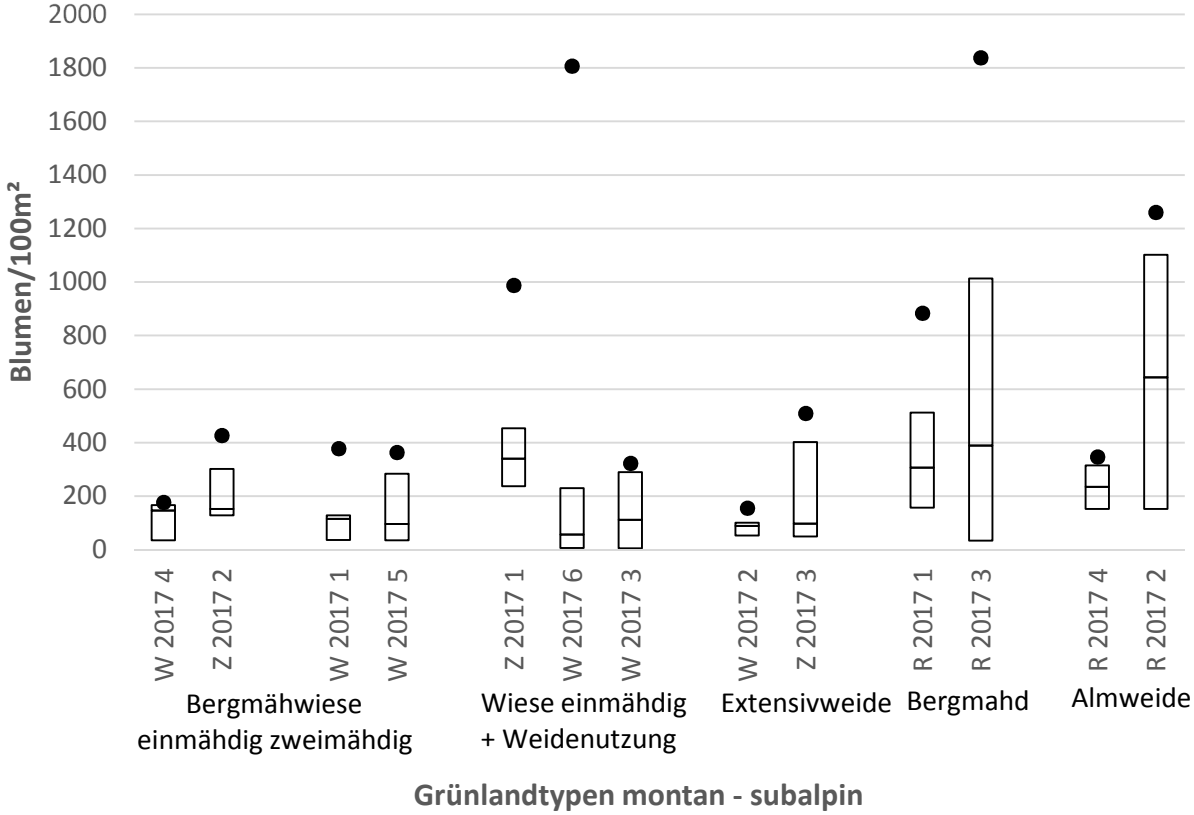
---

nächste Seite

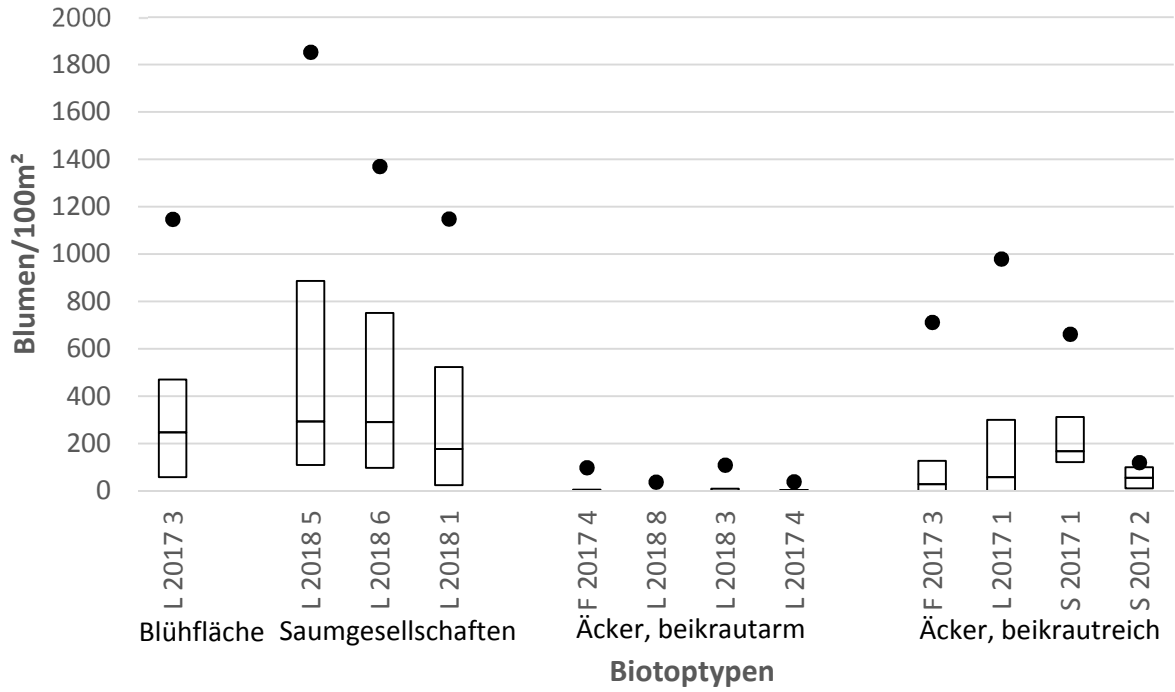
Abb.1b Blumenangebot verschieden intensiv genutzter Grünlandtypen der montan-subalpinen Stufe.

Abb. 1c Blumenangebot von häufigen Biotoptypen im Umfeld der untersuchten Wiesen und Weiden.

1b


2000
1800
1600
1400
1200
1000
800
600
400
200
0
Blumen/100m²
W 2017 4
Z 2017 2
W 2017 1
W 2017 5
Z 2017 1
W 2017 6
W 2017 3
W 2017 2
Z 2017 3
R 2017 1
R 2017 3
R 2017 4
R 2017 2
Bergmähwiese einmähdig zweimähdig
Wiese einmähdig + Weidenutzung
Extensivweide
Bergmahd
Almweide
Grünlandtypen montan - subalpin

1c


2000
1800
1600
1400
1200
1000
800
600
400
200
0
Blumen/100m²
L 2017 3
L 2018 5
L 2018 6
L 2018 1
F 2017 4
L 2018 8
L 2018 3
L 2017 4
F 2017 3
L 2017 1
S 2017 1
S 2017 2
Blühfläche
Saumgesellschaften
Äcker, beikrautarm
Äcker, beikrautreich
Biotoptypen

Unter den Wiesen der collin-tiefmontanen Stufe (Abb.1a) wies die einmähdige Streuwiese das höchste Blumenangebot auf, gefolgt von extensiven Flachlandmähwiesen und den intensiv genutzten Wiesen. Das waren im montanen Höhenbereich Bereich die Dreischnittwiesen und in der collinen Höhenstufe die Vielschnittwiese (im aktuellen Fall mit fünf Schnitten) und die Ansaatwiesen. Letztere zeigten entweder ein niedriges maximales Blumenangebot oder aber der Abstand des Maximalwerts vom Median und vom 75% Quartil war sehr hoch, was die extrem hohe Fluktuation des Blumengebots der Ansaatwiesen zeigt. Die Maximalwerte der blumenreichsten Flächen lagen bei 1200 Blüten und Infloreszenzen pro 100m².

Das Blumenangebot in den montan- subalpinen Grünlandtypen (Abb. 1b) war ähnlich hoch wie im collin-tiefmontanen Bereich: Einen Median von über 200 Blumen pro 100m² zeigten nur eine einmähdige Fläche mit zusätzlicher Weidenutzung, eine Almweide und beide Bergmähder. Einen niedrigen Median des Blumenangebots zeigten die zweimähdigen - also für diesen Höhenbereich relativ intensiv genutzten - Bergmähwiesen sowie die extensiven Weiden.

Von den weiteren untersuchten Biotoptypen (Abb. 1c) wiesen die beikrautarmen „normalen“ Äcker faktisch kein Blumenangebot auf. Das Blumenangebot der beikrautreichen Äcker ist mäßig groß, aber nur ausnahmsweise vergleichbar groß wie das von Wiesen dieser Höhenstufe. Alle drei Saumgesellschaften zeigten einen Median des Blumenangebots von über 300 Blumen/100m² und Maximalwerte von 1000 Blumen/100m² oder mehr. Einen Median von über 200 Blumen/100m² kennzeichnete auch die Blühfläche.

3.1.2 Blütenangebot – Artenzahlen

Im Zuge dieser Untersuchung wurden 210 Blütenpflanzenarten auf den Transekten gefunden, von denen auf 163 Arten auch Blütenbesucher beobachtet wurden. Mit im Schnitt über 30 Blütenpflanzenarten pro 100m² wiesen die extensiv genutzten Grünlandflächen der montanen Stufe die meisten Blütenpflanzenarten auf. Aber auch die zweimähdigen Bergwiesen hatten ein Arteninventar, das mit den extensivsten Wiesenflächen in Tallagen vergleichbar ist. Die bei weitem höchsten Artenzahlen insgesamt beherbergten mit durchweg über 60 Arten extensive montane Weiden und einmähdige Wiesen mit zusätzlicher Beweidung. In den zweimähdigen Wiesen halbierte sich die Gesamtartenzahl und auch der Mittelwert der blühenden Arten lag mit 22 Arten pro 100m² deutlich niedriger.

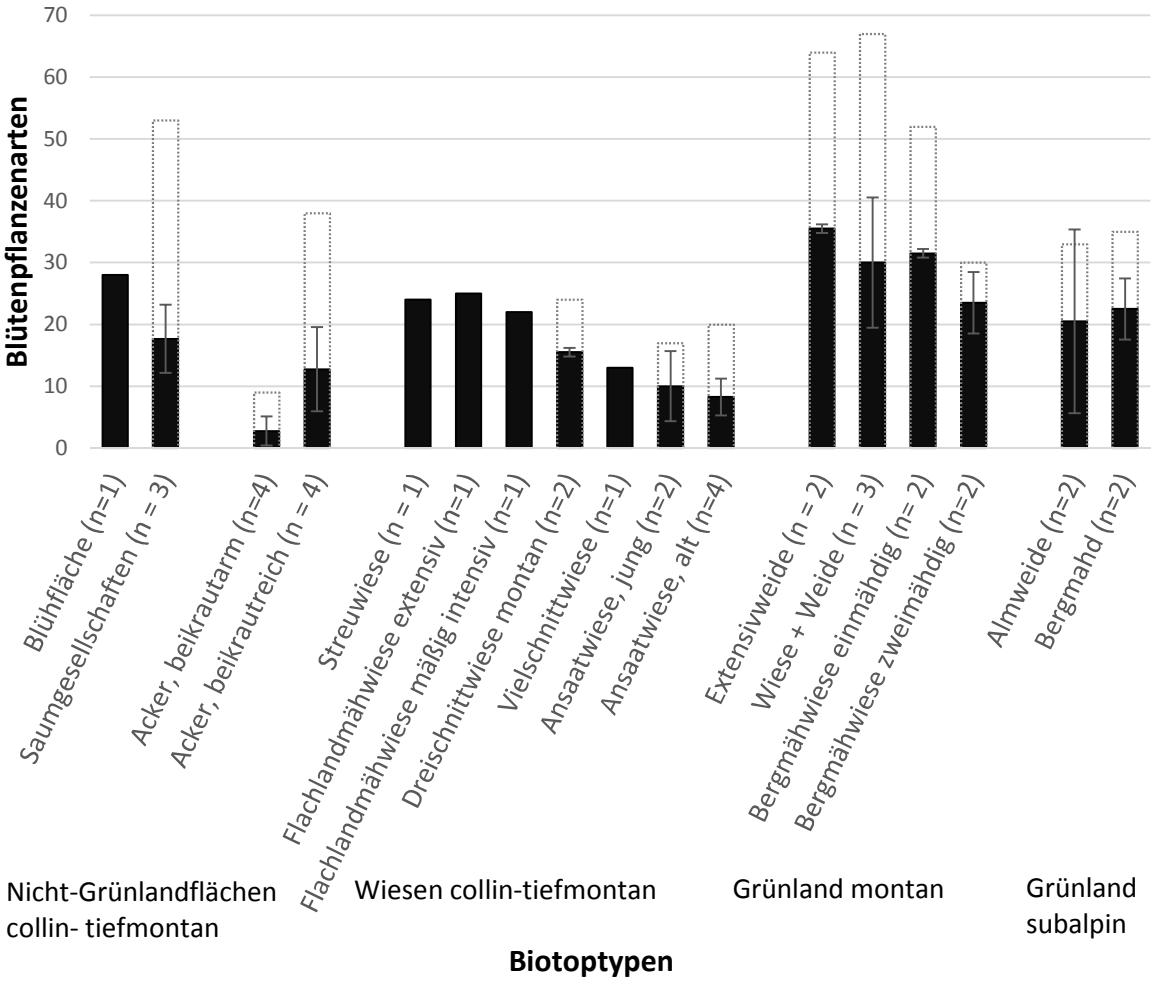


Abb. 2 Blütenpflanzenarten der einzelnen Biotoptypen. Die schwarzen Säulen repräsentieren die Mittelwerte der auf den Transekten blühenden entomophilen Pflanzenarten, die Fehlerbalken die Standardabweichung. Die weißen Säulen zeigen die insgesamt auf den Transekten in den betreffenden Biotoptypen angetroffenen Pflanzenarten. Die Grünlandflächen sind jeweils nach steigender Nutzungsintensität geordnet.

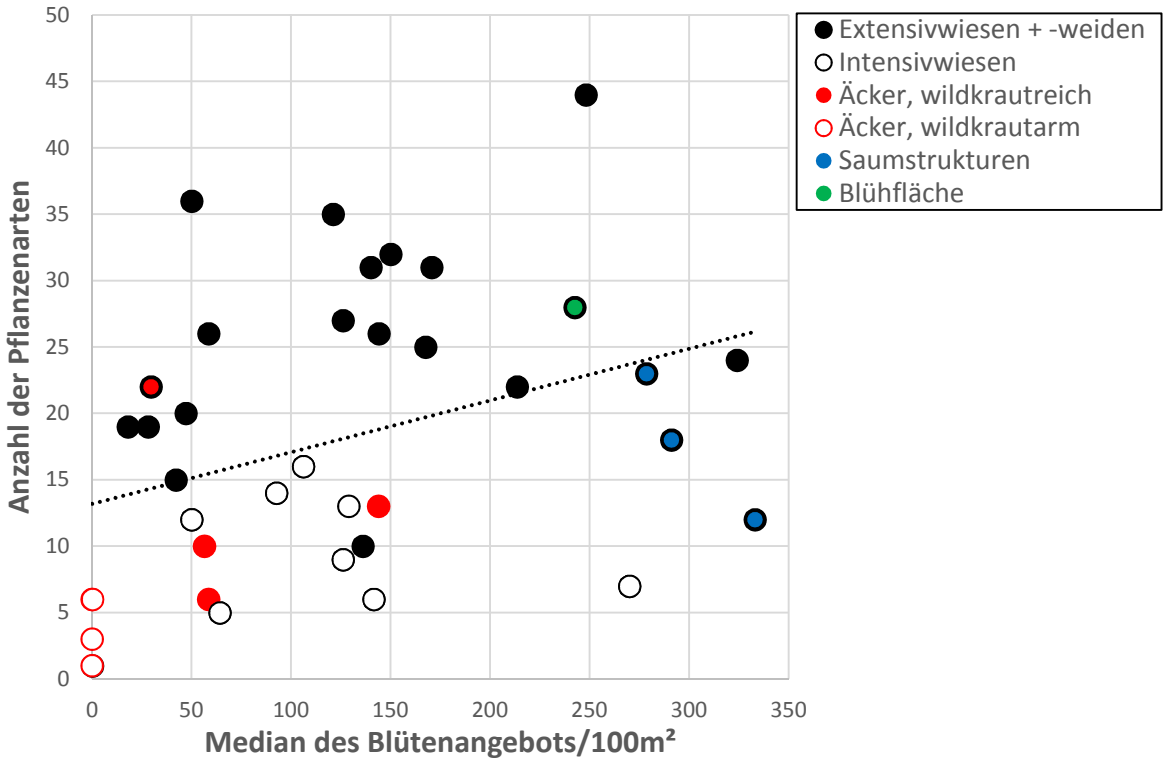


Abb. 3a Mittleres Blütenangebot und Anzahl blühender Pflanzenarten in den einzelnen Biotoptypen. Als Intensivwiesen werden die montanen Dreischnittwiesen, sowie die Vielschnitt- und Ansaatwiesen zusammengefasst, als Extensivwiesen und -weiden alle Grünlandbiotope mit maximal zwei Nutzungen im Jahr.

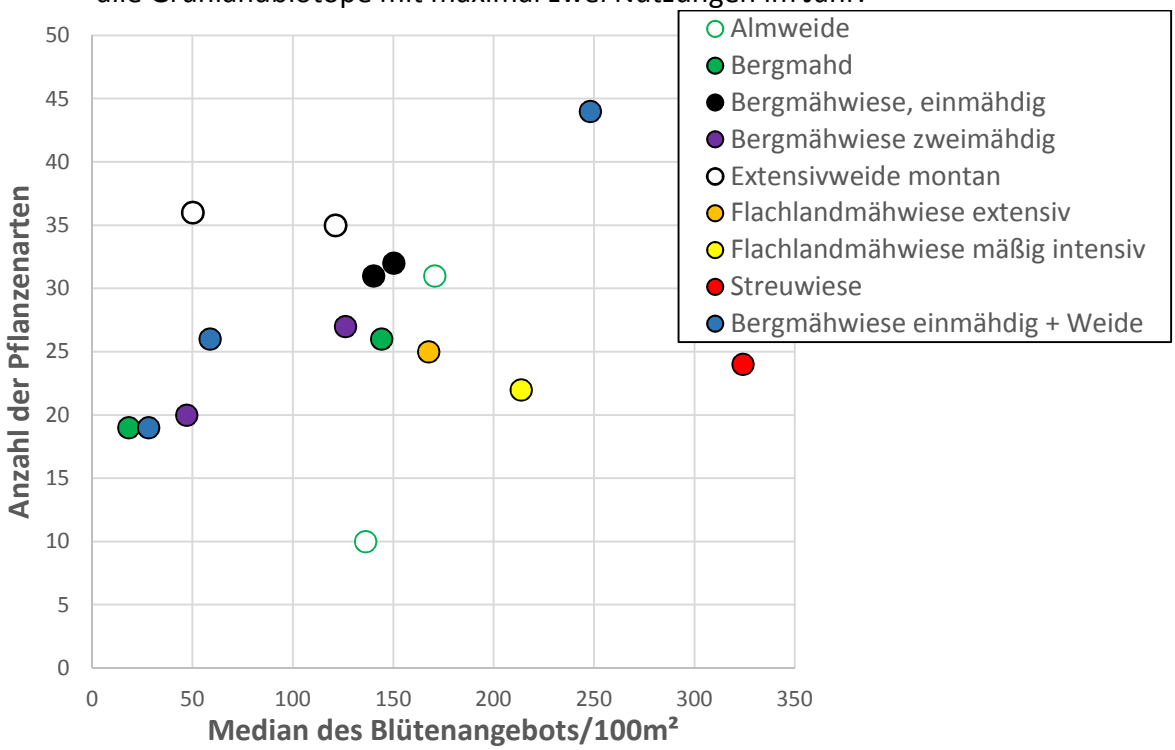


Abb. 3b Mittleres Blütenangebot und Anzahl blühender Pflanzenarten in den einzelnen Grünlandtypen.

Steigende Nutzungsintensität reduzierte also die Anzahl blühender Pflanzenarten. Dieser Effekt war bei den Wiesen der collin-untermontanen Stufe noch deutlicher: Ein und zweimähdige Wiesen hatten im Mittel 22-25, Vielschnittwiesen 12 und Ansaatwiesen nur 9-10 Blütenpflanzenarten pro 100m². Das Gesamtarteninventar an Blütenpflanzen lag bei den fünf Flächen mit intensivster Nutzung (alte Ansaatwiesen und Vielschnittwiese) bei nur 30 Blütenpflanzenarten insgesamt

Setzt man die Artenzahl an Blütenpflanzen und das Blütenangebot in Relation (Abb. 3), finden sich die extensiven Wiesen und Weiden im Segment mit den höchsten Artenzahlen pro Fläche, während ihr Blumenangebot variierte. Die intensiv genutzten Wiesen sind dagegen alle im Segment mit niedrigen Artenzahlen und zumeist niedrigem Blütenangebot. Beide sind deutlich getrennt und weisen nur wenige Überschneidungen in dieser Matrix auf. Beikrautreiche Äcker hatten ein ungefähr gleich hohes Blumenangebot und gleich viele blühende Pflanzenarten wie die intensiven Wiesen, während die „normalen“ Äcker praktisch blütenlos waren. Die Saumgesellschaften hatten dagegen das höchste Blumenangebot.

Innerhalb der extensiv genutzten Wiesen und Weiden (Abb. 3b) gab es breite Überschneidungen in der Matrix von Blütenreichtum und Artenzahl an Blütenpflanzen.

Neben der Größe des Blütenangebots und dem Artenreichtum ist auch die Kontinuität des Blütenreichtums von ausschlaggebender Bedeutung (Tab. 1). Das Blumenangebot der Saumgesellschaften und extensiven Wiesen war wesentlich kontinuierlicher als das der intensiven Wiesen und Äcker. Im Mittel hatten sie nur über ¼ der Saison ein sehr niedriges oder fehlendes Blumenangebot. In Äckern und Intensivwiesen war dagegen fast die Hälfte des Jahres kein oder wenig Blumenangebot zu finden: In Ackerflächen waren die Zeit des Saataufganges und nach der Ernte weitgehend ohne Angebot. In intensiven Wiesen dagegen wechselte sich oftmals - je nach Zahl der Schnitte – ein mehr oder weniger hohes Blütenangebot mit ca. drei Wochen völliger Blütenlosigkeit nach der Mahd ab.

Tab. 1 Anteil der Untersuchungstage (%) mit einem Blütenangebot unter 100 Blüten/100m². Einteilung in extensive und intensive Wiesen s. Abb. 3.

Biotoptyp	**%**
Saumgesellschaften	25,0
extensive Wiesen	27,1
intensive Wiesen	46,4
Äcker, beikrautreich	49,0

3.1.3 Nektarangebot

Das Nektarangebot pro Fläche variierte zwischen den einzelnen Biotoptypen ebenfalls in einem weiten Bereich, wobei der Median des Nektarangebots nur bei der Blühfläche und der zweimähdigen Bergmähwiese deutlich über 200mg/100m² lag (Abb. 4). Extrem starke Schwankungen zeigten sich in den 75%-Quartilen und Maximalwerten des Nektarangebots. Die extensive Blühfläche, die extensive Flachlandmähwiese und die Vielschnittwiese (Löwenzahn-Massenblüte!) zeigten die höchsten maximalen Nektarangebote.

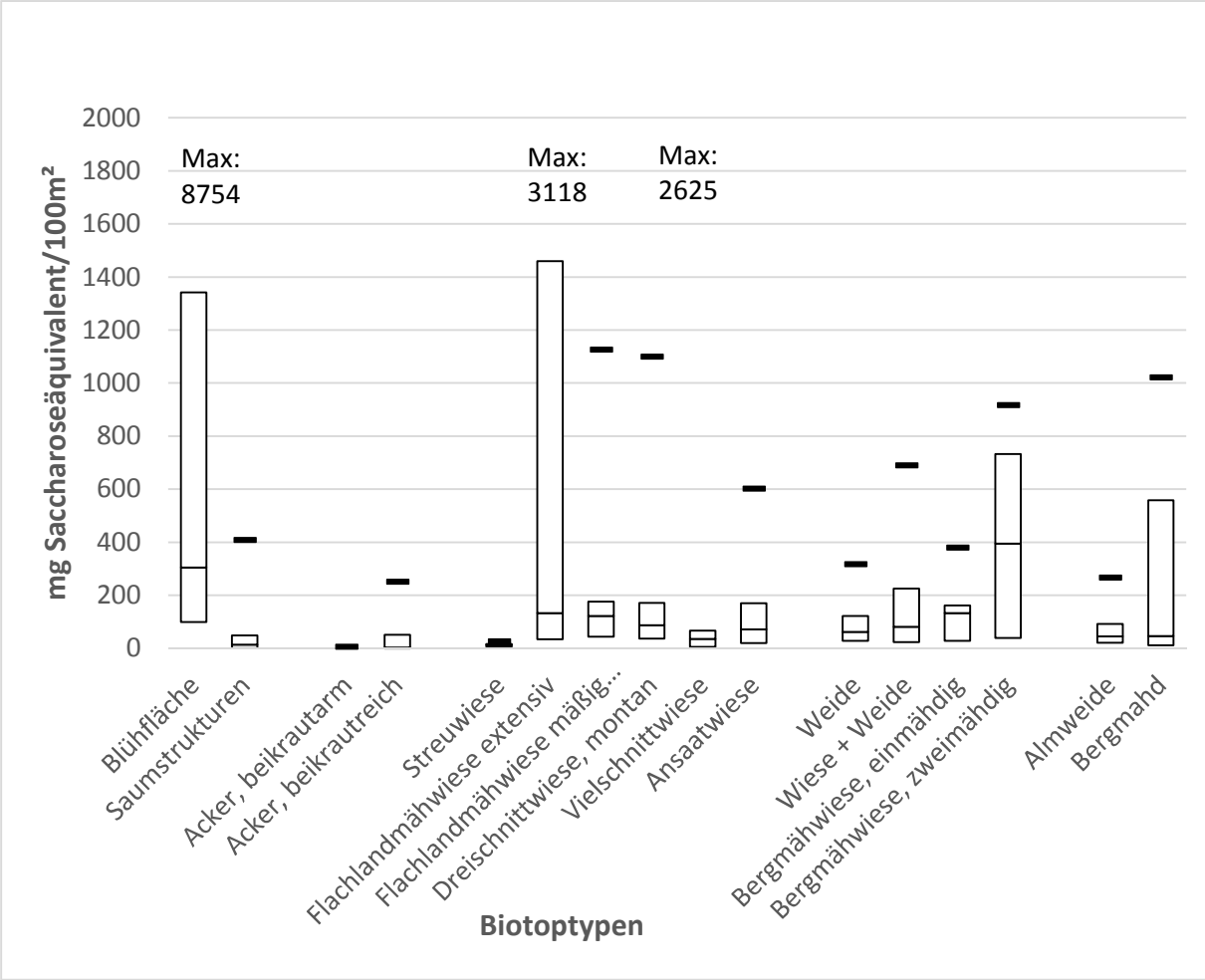
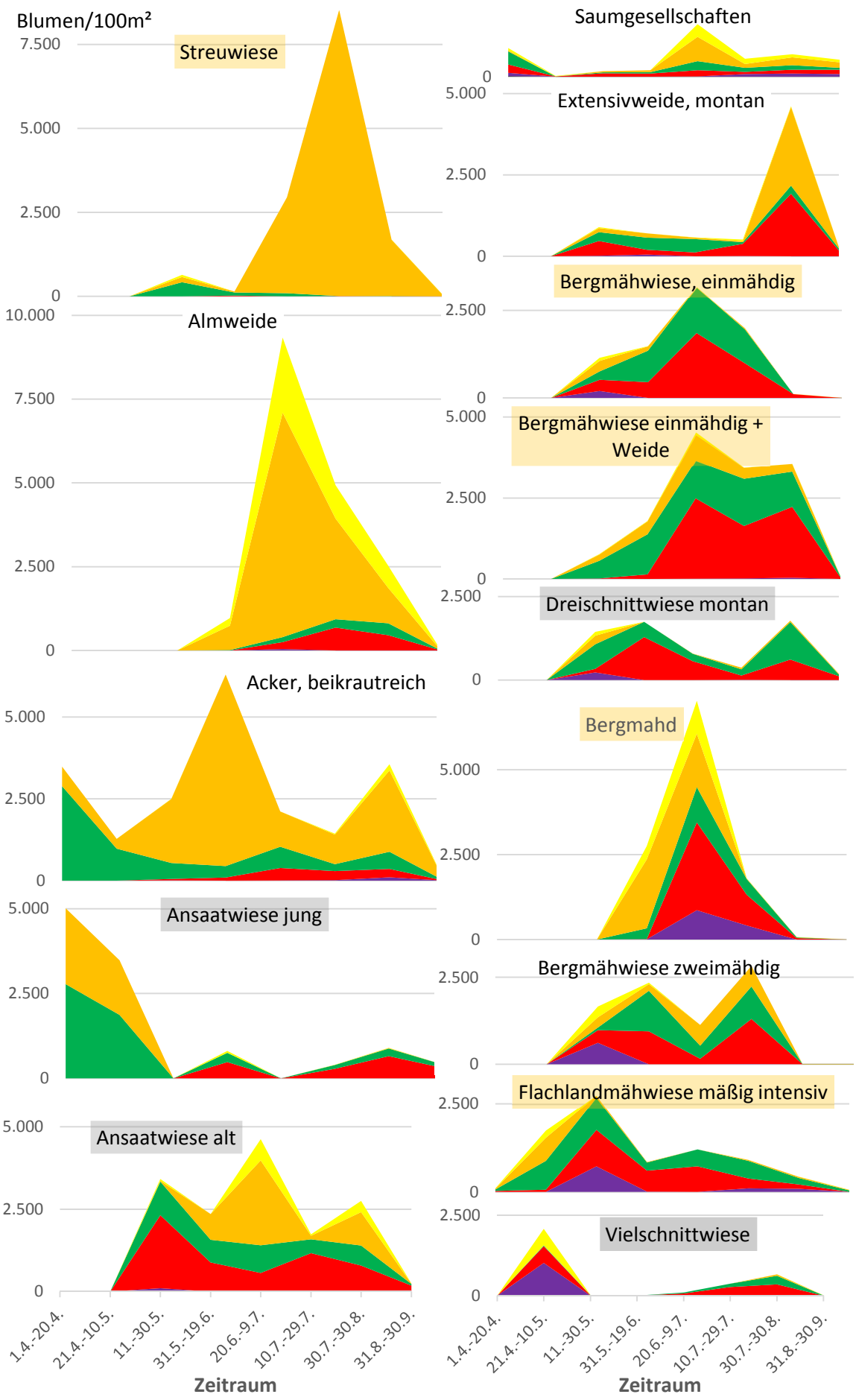


Abb. 4 Nektarangebot der einzelnen Biotoptypen. Dargestellt sind der Median, die 25%- und 75%-Quartile und der Maximalwert der Tagesmittel.

Das Blumen- und Nektarangebot von Wiesen verhielt sich im Laufe des Jahres sehr dynamisch. (Abb. 1 und Abb. 3). Um diese Dynamik zu verstehen, ist die Betrachtung im Jahresverlauf notwendig. In Abb. 5 sind Häufigkeiten von Blumen im Saisonverlauf dargestellt, die verschiedenen Klassen des Angebots an Nektarzucker zugehören. Von schwarz über violett, rot, grün bis zu orange und gelb verringert sich das mittlere Nektarangebot jeweils um den

Faktor 10. Abb. 6 zeigt dagegen das gesamte Nektarangebot der Biotoptypen sowie mittels der genannten Farbzuordnung den Anteil der einzelnen Nektarangebotsklassen. Bezugsrahmen ist dabei immer die „Blume“, die eine Blüte, eine Infloreszenz oder eine Synfloreszenz sein kann.


Blumen/100m²
Streuwiese
Almweide
Acker, beikrautreich
Ansaatwiese jung
Ansaatwiese alt
Saumgesellschaften
Extensivweide, montan
Bergmähwiese, einmähdig
Bergmähwiese einmähdig + Weide
Dreischnittwiese montan
Bergmahd
Bergmähwiese zweimähdig
Flachlandmähwiese mäßig intensiv
Vielschnittwiese
7.500
5.000
2.500
0
10.000
1.4.-20.4.
21.4.-10.5.
11.-30.5.
31.5.-19.6.
20.6.-9.7.
10.7.-29.7.
30.7.-30.8.
31.8.-30.9.
Zeitraum

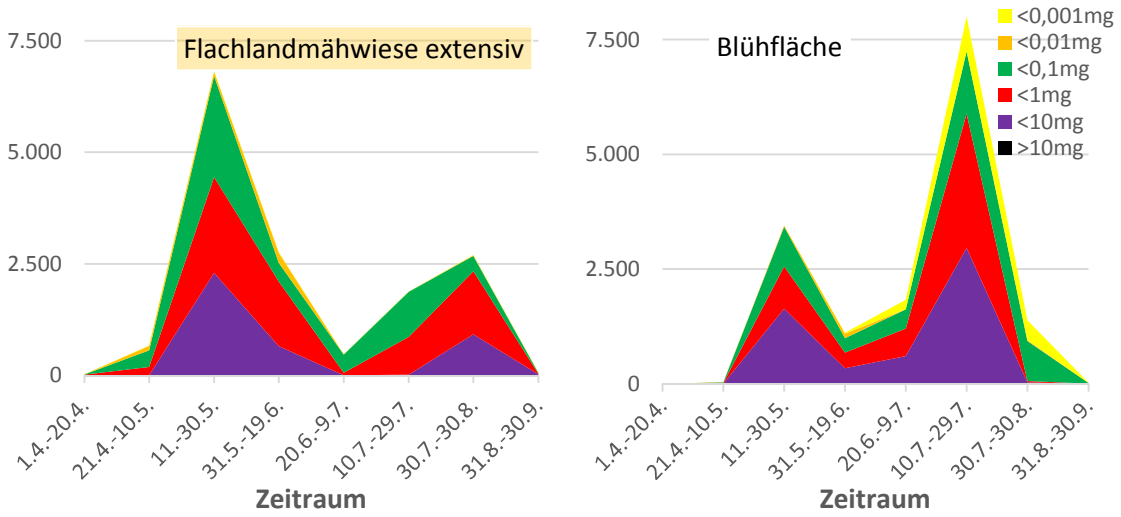
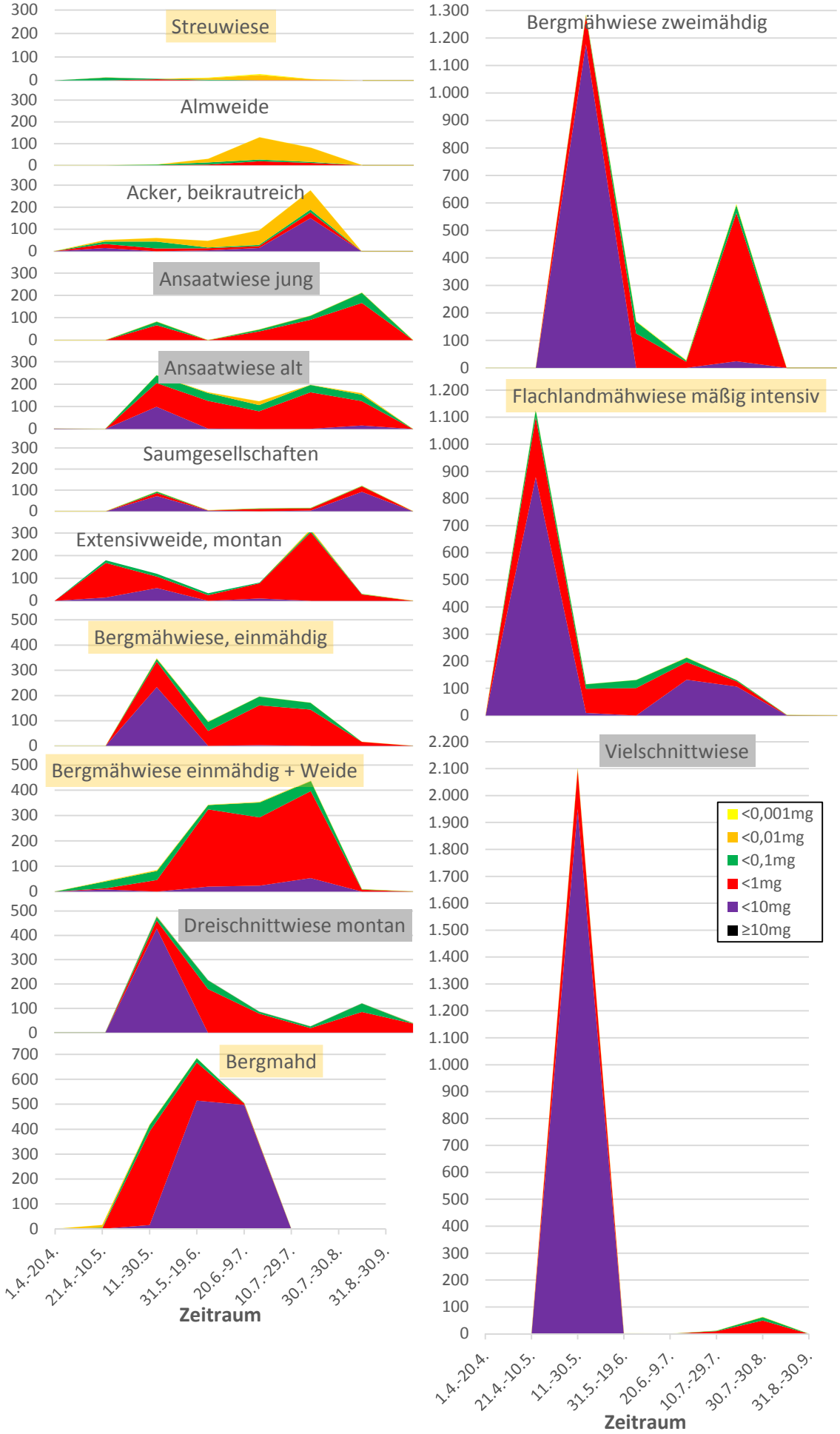


Abb. 5 Blumenangebot der untersuchten Biotoptypen im Jahresverlauf. Dargestellt sind die Anteile von Blumen der einzelnen Angebotsklassen an Nektarzucker pro Blume. Grau unterlegt sind alle intensiv genutzten Wiesentypen, gelb alle extensiv genutzten. Die Anordnung erfolgt nach der Menge des insgesamt zur Verfügung stehenden Nektarzuckers (s. Abb. 6).

Das Blumenangebot der untersuchten Biotoptypen unterscheidet sich maximal um den Faktor 10. Eine Ausnahme sind freilich die nicht dargestellten „normalen“ beikrautarmen Äcker mit fast gänzlich fehlendem Blütenangebot. Es gibt naturnahe und naturferne Biotoptypen, die ein hohes Angebot nektararmer Blüten aufweisen (gelb dargestellt). Dazu gehören die Streuwiesen unter den naturnahen Wiesen aber auch beikrautreiche Äcker und Ansaatwiesen, insbesondere im jungen Stadium, wenn Ackerunkräuter vorherrschen. Sehr nektarreiche Blumen (violett und rot) sind in den intensiv bewirtschafteten Wiesen im Gegensatz zu den meisten extensiv bewirtschafteten stark unterrepräsentiert.

Dieser Eindruck verstärkt sich deutlich, wenn man den Anteil der einzelnen Mengenkategorien am Gesamtnektarzuckerangebot betrachtet (Abb. 6): Intensiv genutzte Wiesen haben nur in der ersten Blühwelle ein Angebot nektarreicher Blumen. Bei den intensiv genutzten Wiesen ist das ausschließlich auf die Löwenzahnblüte zurückzuführen, dessen Einzelblüte zwar nur relativ wenig Nektar enthält, dessen Blütenstand aber insgesamt viel Nektarzucker anbietet. Extensive Wiesen beherbergen dagegen während der gesamten Blütezeit auch nektarreiche Blüten.

mg Saccharoseäquivalent/100m²



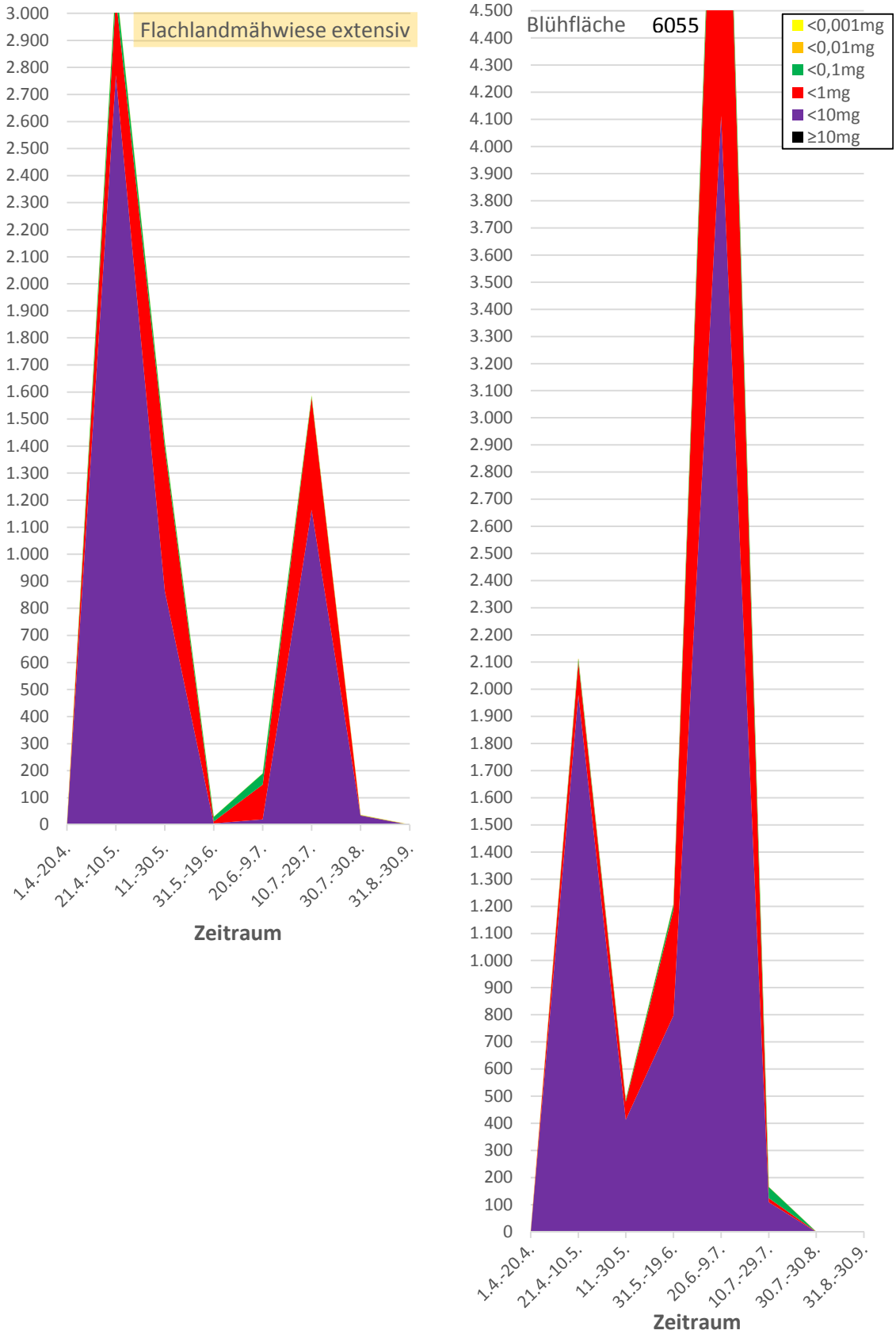


Abb. 6 Angebot an Nektarzucker der untersuchten Biotoptypen im Jahresverlauf. Grau unterlegt sind alle intensiv genutzten Wiesentypen, gelb alle extensiv genutzten. Die Anordnung erfolgt nach der Menge des insgesamt zur Verfügung stehenden Nektarzuckers.

3.1.4. Blütenbesucher

3.1.4.1. Blütenbesucher – quantitative Unterschiede

Insgesamt wurden 11043 Blütenbesucher auf Blüten registriert. Von diesem waren 9941 (=90,0%) in den Blüten aktiv, indem sie Nektar oder Pollen sammelten oder aus anderen Gründen über die Blüten liefen. Von 5836 Blütenbesuchen, das sind 58,6% der in den Blüten aktiven Besucher, konnte die Aktivität genauer kategorisiert werden (Tab. 2).

Tab. 2 Häufigkeiten der Blütenbesucheraktivitäten in Blüten.

Aktivität	n	% der aktiven Blütenbesucher	Ressourcen-nutzung
Nektar saugend	3629	62,18	Nektar
Pollen fressend	1056	18,09	Pollen
Nektar saugend und Pollen sammelnd	493	8,45	Nektar + Pollen
laufend	290	4,97	
kopulierend	142	2,43	
Pollen sammelnd	58	0,99	Pollen
Nektarraub	53	0,91	Nektar
Nektarraub + Pollen sammelnd	26	0,45	Nektar + Pollen
probierend	20	0,34	
auffliegend	15	0,26	
Beute o.Ä. fressend	12	0,21	
landend	12	0,21	
putzend	7	0,12	
Nektar aus leeren Kelchen saugend	12	0,21	Nektar
Pollen-buzzing	6	0,10	Pollen
Blütenblätter fressend	2	0,03	
Eier legend	2	0,03	
Pflanzensaft saugend	1	0,02	

Nutzung	n	%
Blütenbesuche mit Nektarnutzung	4213	54,5
Blütenbesuche mit Pollennutzung	1639	21,2
Blütenbesuche mit Nektar- und Pollennutzung	519	6,72
Aufenthalt auf Blüten ohne Aktivität	865	12,0
Blütenbesuche ohne Ressourcennutzung	497	6,9

Mehr als die Hälfte aller Blütenbesuche galten dem Nektarerwerb, ca. ein Siebtel dem Pollenfressen oder –sammeln (bei Bienen). Vor allem bei Bienen ist das gemeinsame Sammeln von Nektar und Pollen sehr häufig. Knapp 7 Prozent der Blütenbesuche erfolgten ohne offensichtliche Nektar- oder Pollenentnahme, sondern die Blütenbesucher fraßen an den Pflanzen oder waren Räuber an Blütenbesuchern. Am häufigsten aber liefen sie einfach über

die Blüten, ohne dass eruierbar gewesen wäre, welchen Zweck sie verfolgten. 12% aller blütenbesuchenden Insekten waren im Moment der Beobachtung inaktiv und traten so auch nicht als potenzielle Bestäuber in Erscheinung.

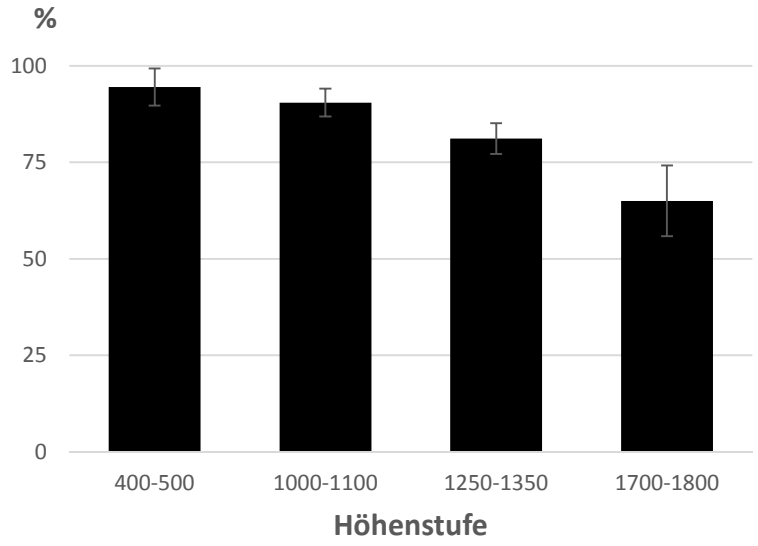


Abb. 7 Anteil inaktiver Blütenbesucher in verschiedenen Höhenstufen.

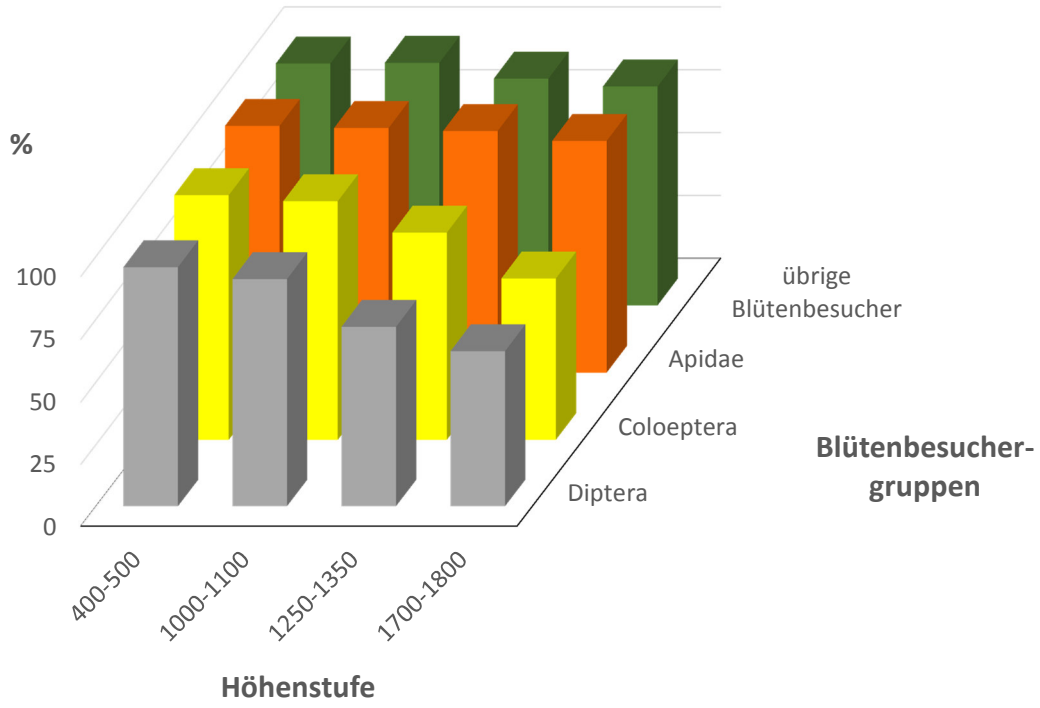


Abb. 8 Anteil inaktiver Tiere der einzelner Blütenbesuchergruppen in den verschiedenen Höhenstufen.

Blüten bieten ausgezeichnete Ruheplattformen bzw. z.T. auch Verstecke für inaktive Tiere. Der Anteil inaktiver Tiere in Blüten nahm mit der Höhe deutlich zu (Abb. 7). Vor allem viele Fliegen und Käfer waren dort inaktiv und der Anteil an inaktiven Tieren stieg im Mittel bei diesen Familien auf ca. 1/3 (Abb. 8), verstärkt in den kühleren Tageszeiten. Der Anteil inaktiver Blütenbesucher ist bei der Analyse von Bestäuberspektren hinsichtlich Effizienz vor allem im Gebirge unbedingt zu berücksichtigen.

Fliegen und Hautflügler stellten die beiden größten Gruppen an Blütenbesuchern. Dabei traten die Hautflügler, unter denen die Bienen das größte Kontingent stellten, wesentlich gleichmäßiger im Jahr auf als die Fliegen (Abb. 9). Die Honigbiene, die als eusoziale Art während der ganzen Saison in hohen Dichten auftreten kann, stellte ca. ein Viertel aller Blütenbesucher. Ihre hohe Dominanz unter den Hymenopteren trägt sicher massiv zur niedrigen Variabilität der Blütenbesuche durch Hautflügler während der gesamten Saison bei. Die Fliegen dagegen waren im Frühling deutlich seltener als die Hautflügler, Mitte Juli dagegen mehrfach häufiger. Dabei schlägt einerseits wohl das späte Blühmaximum der alpinen Flächen zu Buche, in denen die Fliegen deutlich häufiger sind als die Hautflügler. Andererseits blühen in vielen Wiesenflächen und Säumen im Spätsommer Apiaceen, an denen blütenbesuchende Dipteren ungemein häufig sind.

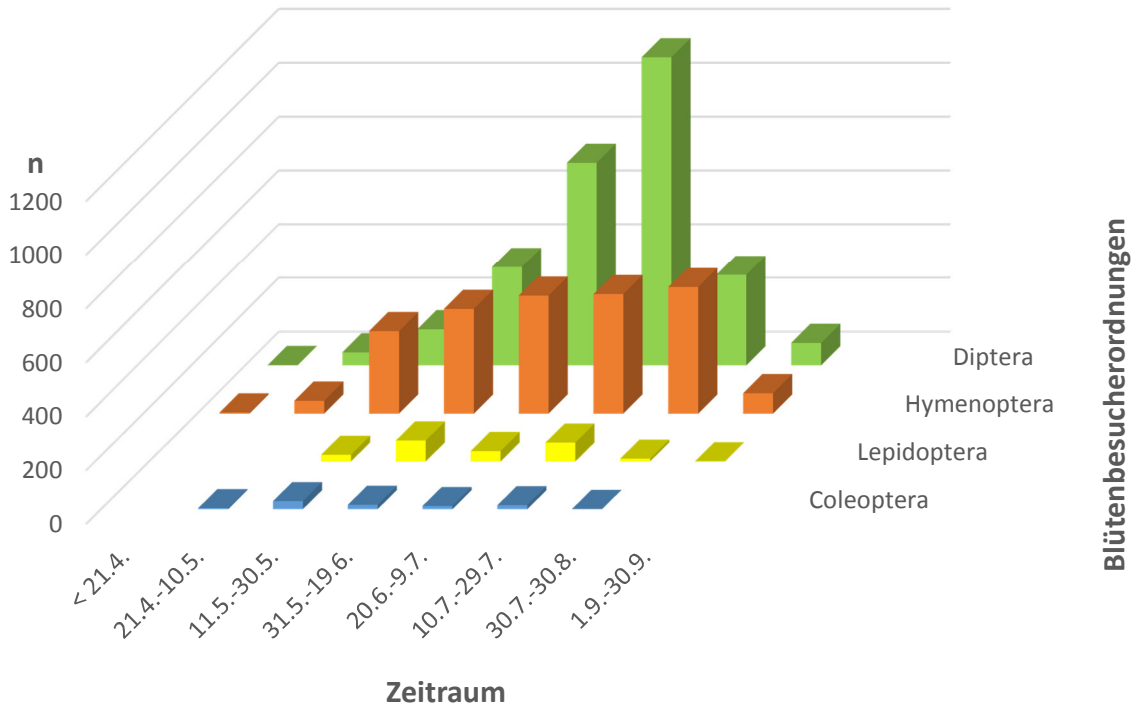


Abb. 9 Häufigkeit der einzelnen Blütenbesuchergruppen an Blüten im Jahresverlauf. Ausgewertet wurden nur aktiv blütenbesuchende Individuen (n=5836).

Mit steigender Höhe wurden die Fliegen als Blütenbesucher dominanter (Abb. 10). In der collinen Stufe wurden etwas mehr Bienen als Fliegen als Blütenbesucher festgestellt, in der montanen waren beide mehr oder weniger gleich häufig. In der Subalpinstufe schließlich stellten die Fliegen über 90 % aller aktiven Blütenbesucher und die Bienen keine 5 %.

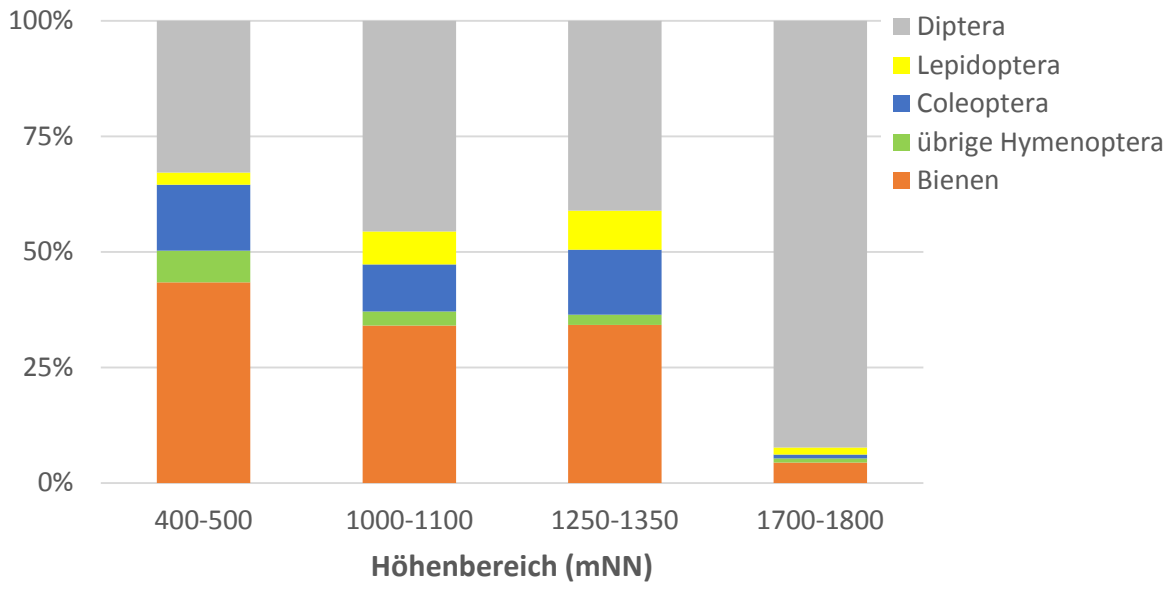


Abb. 10 Anteil der einzelnen Insektenordnungen - bei den Hymenoptera sind die Bienen und die übrigen Hymenoptera getrennt aufgeführt - an den Blütenbesuchen in den einzelnen Höhenstufen. Ausgewertet wurden nur die aktiven Blütenbesucher (n = 5836).

In collinen und montanen Wiesen und Weiden waren Hymenopteren und Fliegen mit wenigen Ausnahmen in vergleichbaren Größenordnungen vertreten (Abb. 11). Der Anteil der Fliegen an den Blütenbesuchergemeinschaften stieg insbesondere im Subalpinbereich stark an, wo der Anteil der Hymenopteren im Minimum war. Dazu trägt der generelle Anstieg des Fliegenanteils mit der Höhe (Almweiden und Bergmähder) bei. Doch auch das Blütenangebot spielt eine wesentliche Rolle. Das zeigen die beiden Ausnahmen mit einem stark abweichenden Hymenopteren/Fliegen-Verhältnis im collinen Bereich. Beide betreffen die intensivst bewirtschafteten Wiesentypen: In den Vielschnittwiesen mit hohem Blumenangebot an Apiaceen dominierten die Fliegen stark, gefolgt von Käfern und Hymenopteren. Dagegen dominierten in den fabaceenreichen Ansaatwiesen die Hymenopteren. Äußerst hoch war auch der Hymenopterenanteil in der Blühfläche. Die Häufigkeit der Käfer folgte keinem erkennbaren Muster.

Trennt man die Hymenopteren genauer auf (Abb. 12), zeigt sich ein differenzierter Befund. Der Anteil der Hummeln und Wildbienen ist in den extensiveren Wiesenflächen relativ hoch, in den intensiven sehr niedrig. In den Vielschnittwiesen waren fast alle blütenbesuchenden Hymenopteren Wespen und kaum Bienen vorhanden. In den Ansaatwiesen dagegen waren Bienen hoch dominant, allerdings stellte die Honigbiene über 90% aller blütenbesuchenden Bienen. Von den übrigen Bienen kamen nur wenige generalistische Hummel- und Furchenbienenarten vor, die mit Weißklee als fast alleinigem Blütenangebot umgehen können. Der Fund einer Königin der ausgesprochen seltenen Erdbauhummel, *Bombus subterraneus* in einer kleereichen Ansaatwiese ist bemerkenswert.

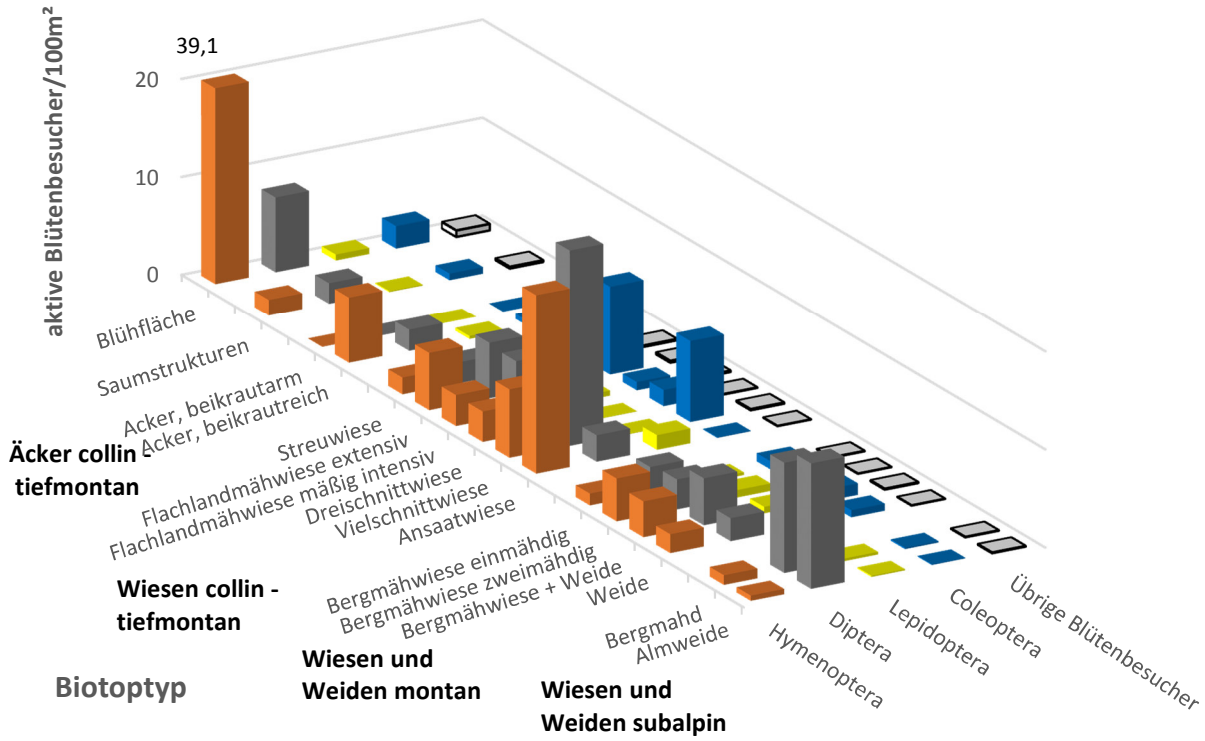


Abb. 11 Mittlere Abundanz der Blütenbesucherordnungen in den einzelnen Biotoptypen

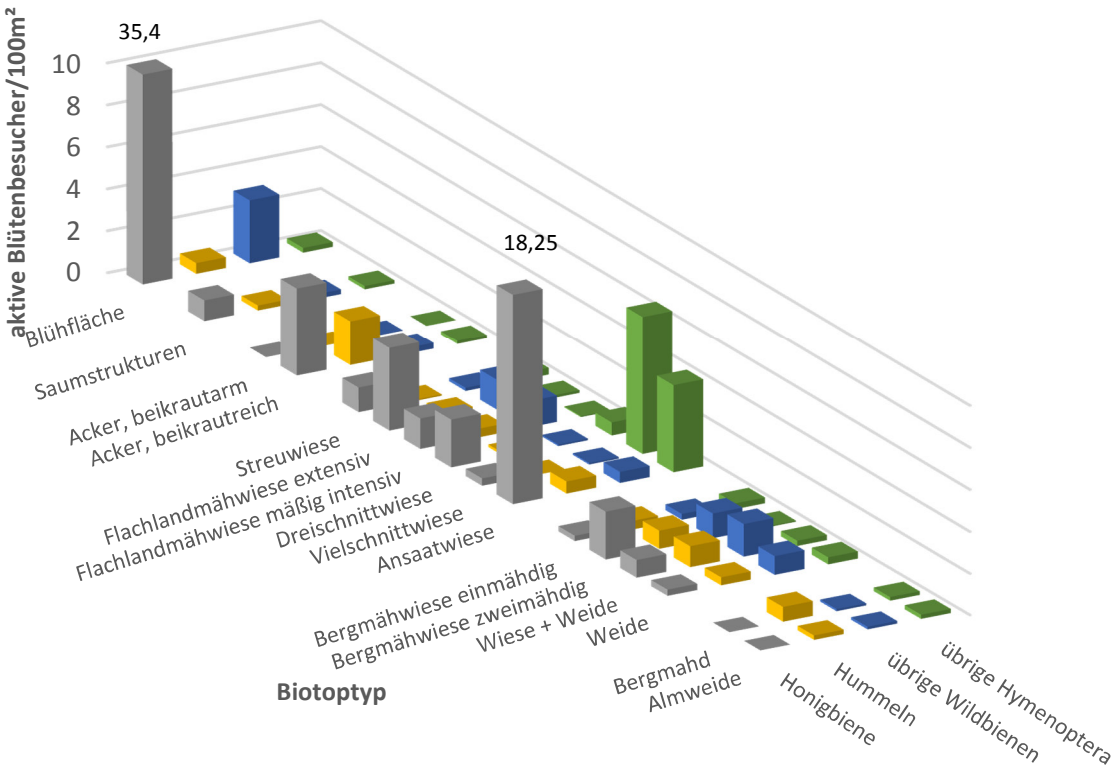


Abb. 12 Mittlere Abundanz der Honigbienen, Hummeln und übrigen Wildbienen sowie der diversen Wespengruppen in den einzelnen Biotoptypen.

Mit steigender Nutzungsintensität wurde der Anteil der Honigbiene an der Bienengemeinschaft immer dominanter (Abb. 13a). Wildbienen („Hummeln“ und „übrige Wildbienen“) waren in Ein- und Zweischnittwiesen sowie in den extensiven Weiden häufiger als die Honigbiene, während sie in den Intensivwiesen und den angesäten Wiesen kaum 20% der Bienenindividuen stellten. Von den Vergleichsflächen (Abb. 13b) beherbergten die Saumgesellschaften und die Äcker einen relativ hohen Wildbienenanteil. Dagegen war er in der Blühfläche ähnlich niedrig wie in intensiven Wiesengesellschaften. In absoluten Zahlen kamen in der Blühfläche Wildbienen freilich mit durchschnittlich 3,6 Individuen/100m² sogar häufiger als in den Extensivwiesen vor. Doch die Honigbienen dominierten in der blütenreichen Fläche mit 35,4 Individuen/100m², also fast der zehnfachen Dichte.

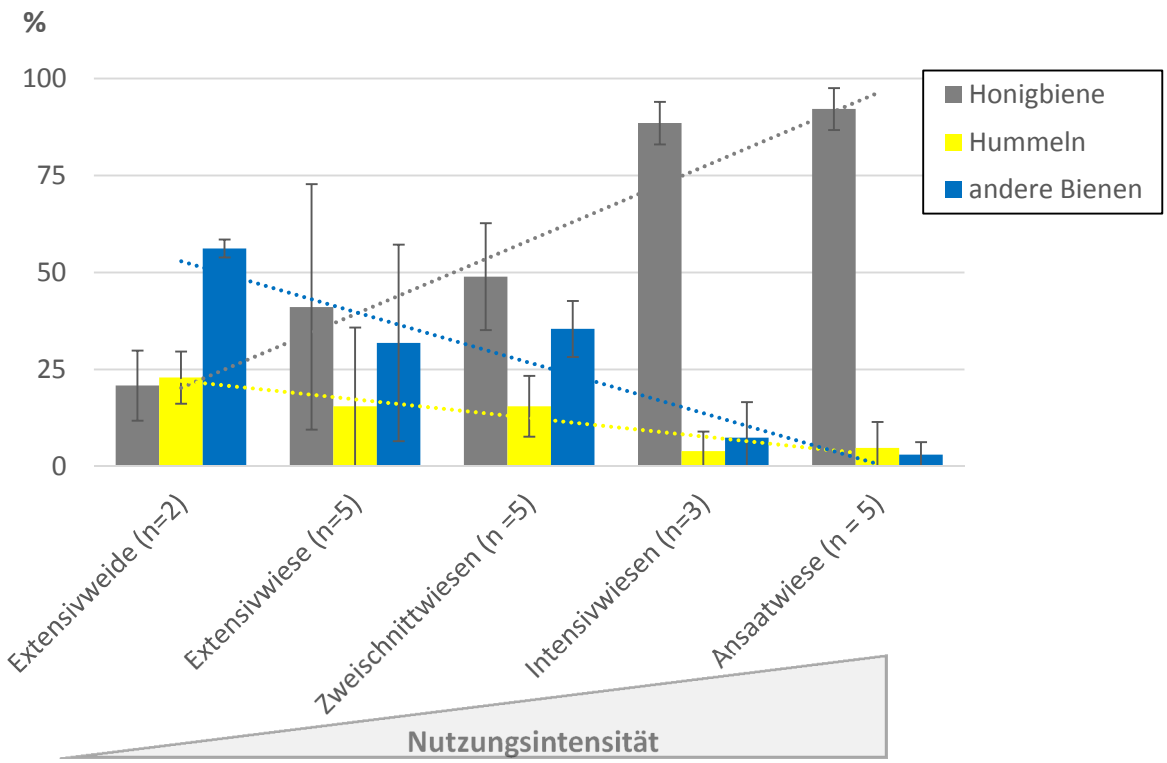


Abb. 13a Anteil der Honigbiene, der Hummeln und der übrigen Bienen an der Blüten-Besuchergemeinschaft verschieden intensiv genutzter Wiesen und Weiden. Zur Einteilung in Intensiv- und Extensivwiesen s. Abb. 3a.

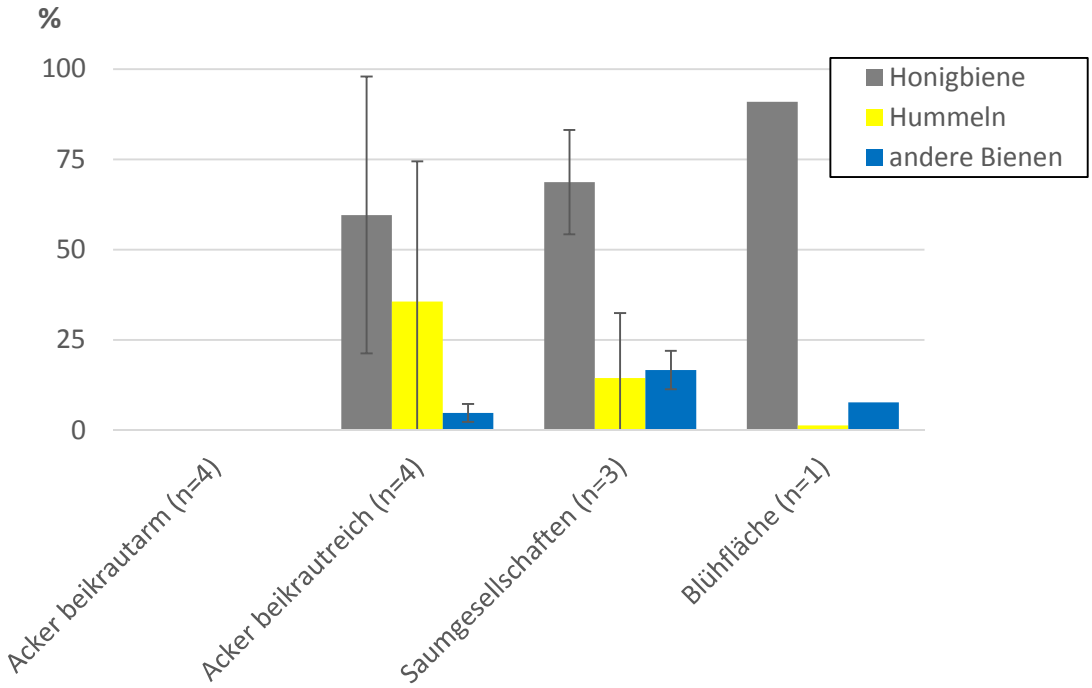


Abb. 13b Anteil der Honigbiene, der Hummeln und der übrigen Bienen an der Blüten-Besuchergemeinschaft von Vergleichsflächen. Auf beikrautarmen Äckern konnten keine Bienen nachgewiesen werden.

3.1.4.2 Blütenbesucher - Artenzahlen

Insgesamt wurden im Zug dieser Untersuchung 11043 Blütenbesucher registriert, davon 10271 auf den Transekten. Von diesen konnten 7353 (66,6%) bestimmt werden. Größere Determinationslücken bleiben insbesondere bei den Dipteren, wenngleich es gelang, immerhin 137 Dipterenarten (1 sp. Asilidae, 17 spp. Calliphoridae, 7 spp. Conopidae, 28 spp. Muscidae, 76 spp. Syrphidae, 7 spp. Tachinidae und 1 sp. Tephritidae) bis auf die Art zu bestimmen. Insgesamt wurden in dieser Untersuchung 363 Arten an Blütenbesuchern festgestellt (Abb. 14), davon 316 auf den Transekten. Die höchsten Artenzahlen an Blütenbesuchern wiesen die Bienen mit 106 Arten auf, gefolgt von den Schwebfliegen (Syrphidae) und den übrigen Diptera, den Schmetterlingen, den verschiedenen Wespen (übrige Hymenoptera) und den Käfern. Hymenopteren und Dipteren stellten mit 145 bzw. 138 Arten jeweils ca. 40% der nachgewiesenen blütenbesuchenden Insektenarten. Zu berücksichtigen ist, dass unter den Fliegen einige Gruppen, v.a. die Anthomyidae, Empididae und Sarcophagidae, aber auch einige Arten aus kleineren Gruppen, nicht bestimmt werden konnten. Ebenso konnten bei den Hymenopteren die Vertreter der Ichneumonoidea nicht bestimmt werden. Daher ist damit zu rechnen, dass die Artenzahl noch um einiges höher liegen dürfte.

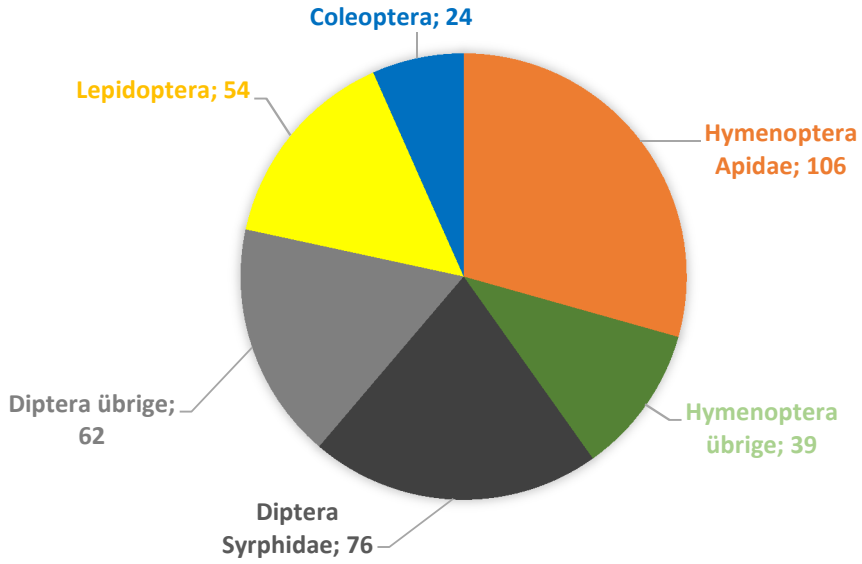


Abb. 14 Artenzahlen der einzelnen Ordnungen bzw. Familien an Blütenbesuchern. Zwei Einzelfunde von Tieren anderer Gruppen (Wanzen, Heuschrecken) wurden weggelassen.

Aus der Häufigkeitsverteilung der einzelnen nachgewiesenen Arten wurde die zu erwartende Artenzahl abgeschätzt (Abb. 15, Anhang 3). Es ist von ca. 530 Arten an blütenbesuchenden Insekten der untersuchten Tiergruppen auf den Untersuchungsflächen auszugehen. Da einige Gruppen im Zuge dieser Untersuchung nicht bestimmt werden konnten, dürfte die reale Zahl noch deutlich höher ausfallen

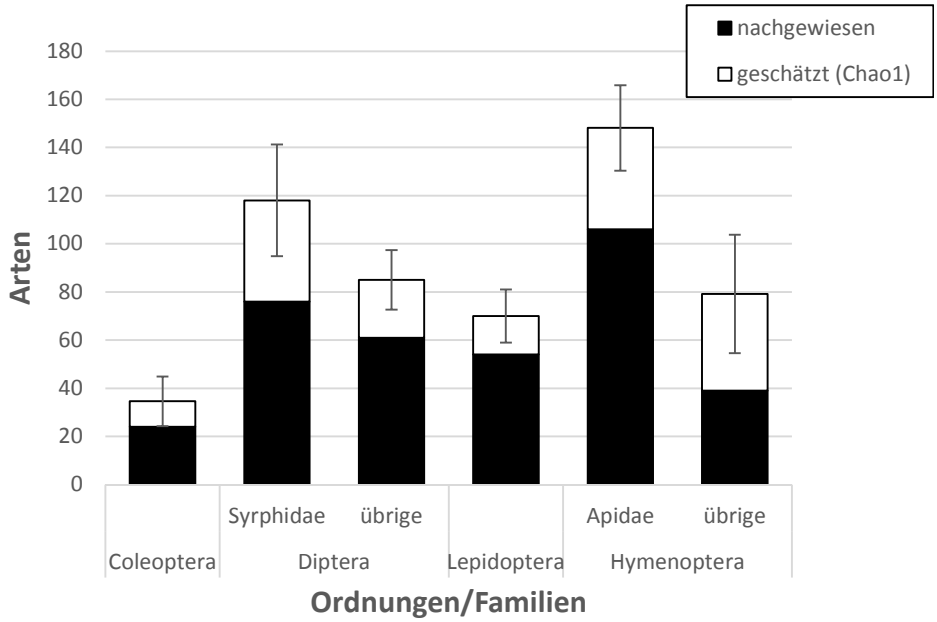


Abb. 15 Anzahl der nachgewiesenen (schwarze Balken) und der geschätzten Artenzahlen (Chao-1 Index + SE) der einzelnen Blütenbesucherordnungen bzw. -familien.

Die gefundene und die geschätzte Artenzahl der intensiven und extensiven Wiesenflächen (zur Einteilung siehe Abb. 3a) differierten stark (Tabelle 3). Bei ähnlicher Individuenzahl waren in den Extensivwiesen fast dreimal so viele Arten an Blütenbesuchern zu finden wie in den Intensivwiesen.

Die geschätzte Artenzahl der Extensivwiesen ist mit 488 Arten 4,7-mal so hoch wie die geschätzte Artenzahl der Intensivwiesen. Die Schätzung geht davon aus, dass von den blütenbesuchenden Insektenarten der Intensivwiesen in dieser Untersuchung 82% nachgewiesen wurden. Demgegenüber konnten von den zu erwartenden 488 Arten der Extensivwiesen nur 48,2% nachgewiesen werden.

Tab. 3 Nachgewiesene und geschätzte Artenzahlen an Blütenbesuchern in Intensiv- und Extensivwiesen. 95% u.P.: untere 95%-Perzentile, 95% o.P.: obere 95%-Perzentile.

		Blütenbesucher nachgewiesen		Blütenbesucher-Schätzung (Chao1)			
Wiesentyp	**n**	**Individuen**	**Arten**	**Arten**	**SE**	**95% u.P.**	**95% o.P.**
Intensivwiesen	11	1934	85	103,8	9,6	92,3	133,3
Extensivwiesen	11	2176	235	488,4	69,5	384,5	664,5

Die Kurven der Häufigkeitsverteilung der einzelnen Blütenbesucherordnungen bzw. -familien waren sehr ähnlich. Alle waren in der doppelt-logarithmischen Darstellung mehr oder weniger linear, d.h. stark exponentiell fallend: Einer oder sehr wenigen häufigen Arten standen sehr viele rezedente Arten gegenüber. Die Käfer und Bienen hatten mit *Rhagonycha fulva* und *Apis mellifera* je eine hochgradig dominante Art

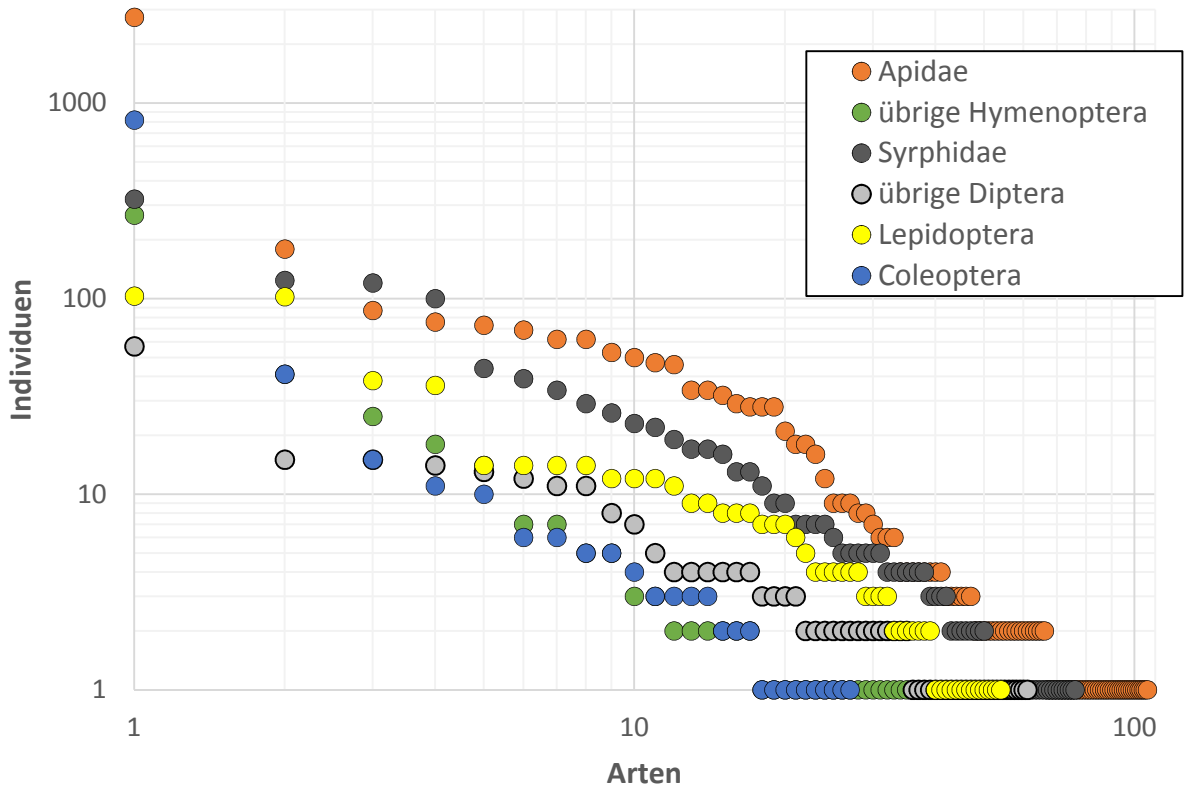


Abb. 16 Häufigkeitsverteilung der einzelnen Blütenbesucherordnungen bzw. -familien.

In den meisten Lebensräumen sind Bienen und Syrphiden die artenreichsten Blütenbesuchergruppen. In der Subalpinregion spielen sicher die muscidenähnlichen Fliegen eine große Rolle. Sie konnten aber nicht in diese Analyse aufgenommen werden, weil einige

derzeit nicht bestimmbare Gruppen (v.a. Anthomyidae, aber auch Empididae) sehr ungleich über den Höhengradienten verteilt zu sein scheinen.

In der Subalpinstufe sind Schwebfliegen (Syrphidae) deutlich artenreicher als Bienen und andere Hymenopteren. Zusammen mit den hier nicht berücksichtigten muscidenähnlichen Fliegen, treten in dieser Stufe sicher mehr als doppelt so viele Fliegen als Blütenbesucher auf als Bienen.

In der montanen Stufe sind Bienen und Schwebfliegen in ähnlichen Artenzahlen vertreten (Abb. 17). Streuwiesen und beweidete Flächen sowie Flächen mit Mahd- und Weidenutzung wiesen 33 bis 35 Arten an Blütenbesuchern auf, wobei in der Streuwiese deutlich weniger Bienenarten zu finden waren als Fliegen, Käfer und Schmetterlinge. Die Mähwiesen der montanen Stufe sind in Abb. 17B nach steigender Nutzungsintensität gereiht.

Bei dreimaliger Mahd, der höchsten festgestellten Mähintensität über 1000m, konnten nur mehr zwölf Blütenbesucherarten gefunden werden, darunter fünf Bienenarten. Das ist ein Drittel der Arten der artenreichsten Flächen und die Hälfte der ein- und zweimähdigen Bergwiesen, zwischen denen keine Unterschiede in der Artenzahl der Blütenbesucher gefunden werden konnte.

Auch in der collinen Stufe waren in extensiven Wiesen Bienen und Schwebfliegen ungefähr gleich artenreich. Insgesamt wurden in diesen Wiesen, von denen nur je eine einzige Untersuchungsfläche zur Verfügung stand, über 50 Arten an Blütenbesuchern festgestellt. In den Vielschnittwiesen (Wiesen mit drei Schnitten waren im Untersuchungsgebiet nicht zu finden) sank die Artenzahl auf die Hälfte und Bienen waren nur mit drei Arten zu finden. In den Ansaatwiesen wurden noch weniger Blütenbesucherarten nachgewiesen. Dies waren fast ausschließlich Schmetterlinge und Bienenarten mit Bezug zu Rot- oder Weißklee. Insgesamt konnten in den sieben Untersuchungsflächen dieses Typs nur 16 blütenbesuchende Insektenarten gefunden werden.

Die Blühfläche hatte deutlich weniger blütenbesuchende Insektenarten und auch weniger Bienenarten aufzuweisen als die extensiven oder mäßig intensiven Wiesen. Auch die untersuchten - stark vernachlässigten - Saumgesellschaften wiesen ein ziemlich niedriges Artenspektrum auf. Äcker mit reicher Beikrautflora aus Ackerwildkräutern hatten bei insgesamt wenigen blütenbesuchen Insektenarten den höchsten Anteil an Bienenarten aller Untersuchungsflächen.

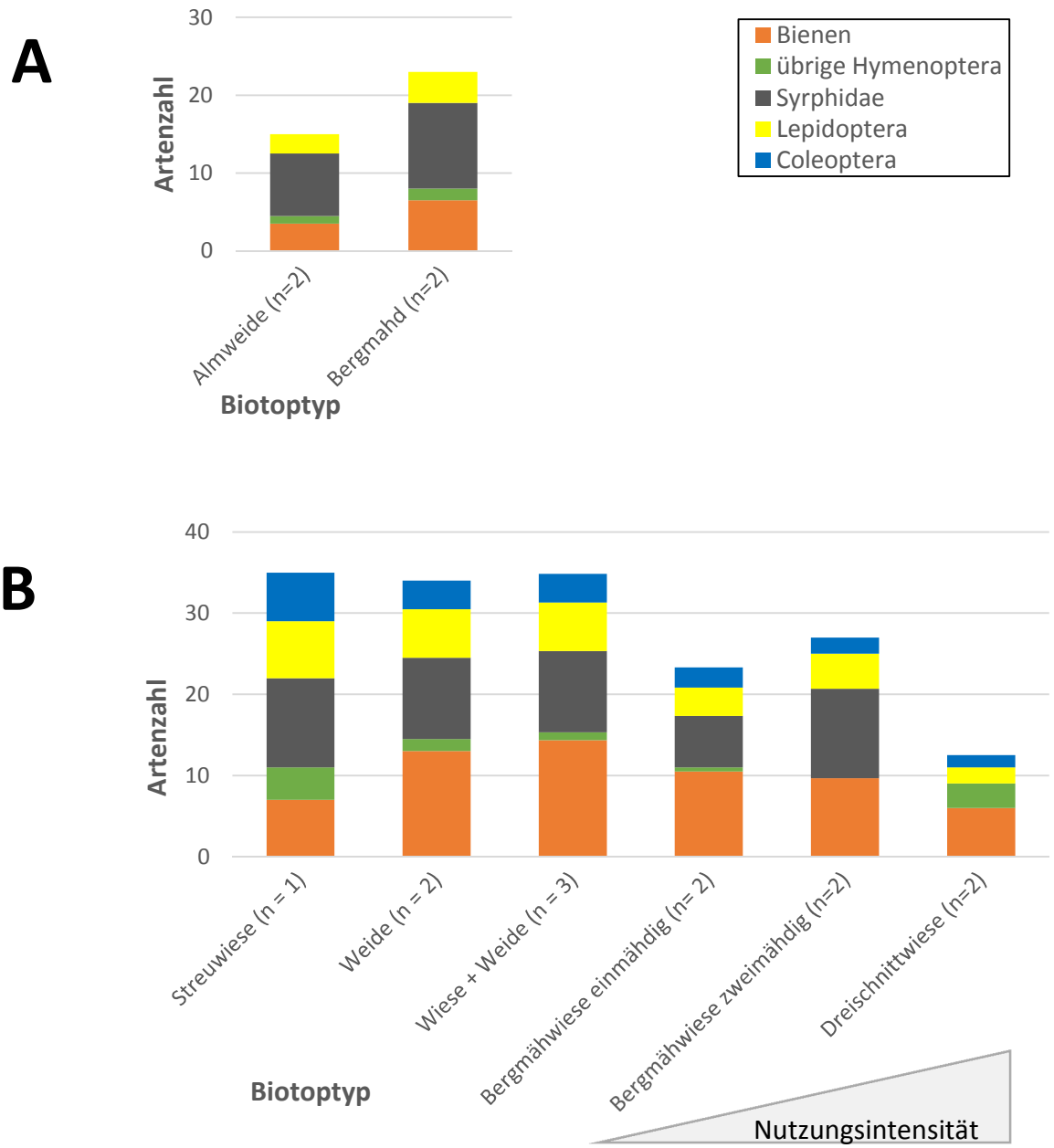
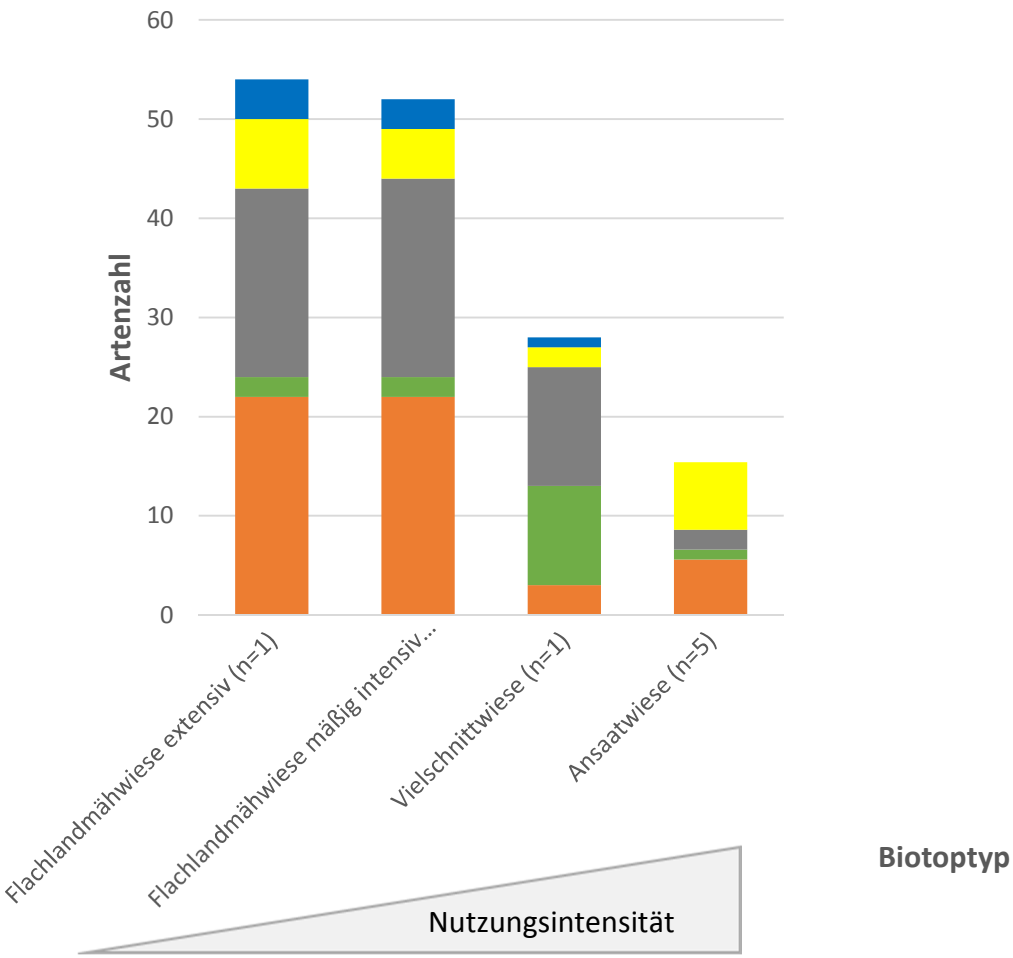
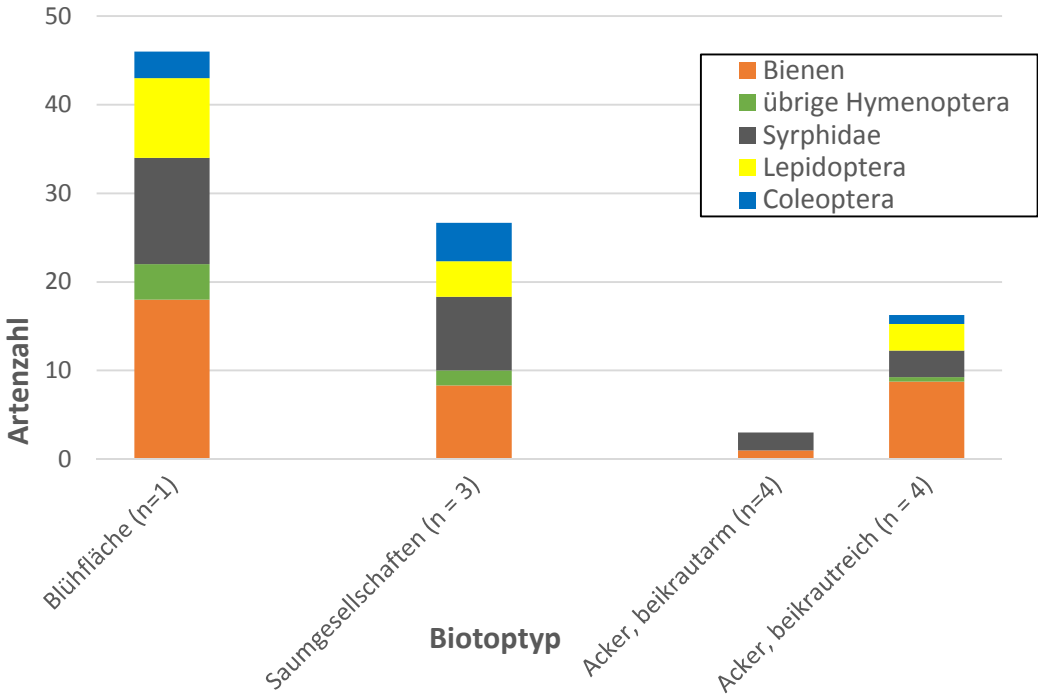


Abb. 17 Artenzahlen der Blütenbesuchergruppen in den Untersuchungsflächen
A: Grünland der subalpinen Stufe
B: Grünland der montanen Stufe
Nächste Seite
C: Grünland der collinen Stufe
D: Blühfläche, Saumgesellschaften und Äcker
Die Diptera außer den Syrphiden sind aus dieser Analyse wegen sehr ungleichmäßiger Verteilung der unbestimmbaren Taxa ausgeschlossen.

C


60
50
40
30
20
10
0
Artenzahl
Flachlandmähwiese extensiv (n=1)
Flachlandmähwiese mäßig intensiv...
Vielschnittwiese (n=1)
Ansaatwiese (n=5)
Biotoptyp
Nutzungsintensität

D


50
40
30
20
10
0
Artenzahl
Bienen
übrige Hymenoptera
Syrphidae
Lepidoptera
Coleoptera
Blühfläche (n=1)
Saumgesellschaften (n = 3)
Acker, beikrautarm (n=4)
Acker, beikrautreich (n = 4)
Biotoptyp

3.1.4.3. Blüten-Besucher-Netzwerke

Die Komplexität von Blüten-Besucher-Netzwerken nimmt mit dem Produkt aus Pflanzenarten- und Besucherartenzahl zu (Anhang 4: Dort sind beispielshaft die Blüten-Besucher-Netzwerke einer extensiven und zweier sehr intensiv genutzter Wiesentypen des Flachlandes dargestellt. Sowohl die Anzahl an Blütenpflanzenarten als auch die der Blütenbesucher und die der Netzwerkknoten nimmt von der extensiven Flachlandmähwiese zu den zwei Typen der intensiven Mähwiesen massiv ab. In den klassischen Vielschnittwiesen mit Silonutzung spielen Bienen kaum noch eine Rolle als Blütenbesucher und Fliegen und Käfer überwiegen. In den kleereichen Ansaatwiesen dagegen dominieren Bienen und Fliegen spielen praktisch keine Rolle. Unter den Bienen ist aber fast ausschließlich die Honigbiene zu finden.
Diese Netzwerke sind eine Zusammenfassung der Beobachtungen während der gesamten Saison. Davon ist je nach Jahreszeit immer nur ein Teil verwirklicht. In intensiv bewirtschafteten Wiesen sind dann zeitweise nur einzelne Pflanzenarten und weniger als 10 Blütenbesucherarten anzutreffen. In extensiv bewirtschafteten Wiesen sind die Zahlen der Blütenbesucher durchgehend mehrfach höher.
Im Netzwerk der intensiv bewirtschafteten montanen Dreischnittwiesen spielen Bienen außer der Honigbiene eine völlig untergeordnete Rolle, in der extensiven Flachlandmähwiese treten sie intensiver in Erscheinung, während die Rolle der Honigbiene weniger bedeutend ist. In beiden Wiesen erreichte eine Weichkäferart, *Rhagonycha fulva* sehr hohe Dichten auf Apiaceen.
Die Anzahl der Blütenpflanzenarten korrelierte signifikant mit der Artenzahl der Blütenbesucher ($r = 0{,}739099$, $n = 37$, ***) (Abb. 18). Deutlich lassen sich in der Matrix dieser beider Artenzahlen die Äcker und Intensivwiesen abgrenzen, die jeweils nur wenige Arten an Blütenpflanzen und Blütenbesuchern aufwiesen. Ebenso deutlich lassen sich die extensive zweimähdige Flachlandmähwiese und die mäßig intensive Flachlandmähwiese abgrenzen, die die höchsten Blütenbesucherartenzahlen aller untersuchten Wiesen und ein artenreiches Blütenangebot aufwiesen. Ebenfalls im Segment der artenreichsten Flächen liegen die extensiven Weideflächen und die Blühfläche sowie teilweise die einmähdigen Bergmähwiesen. Dass die Bergmähder und Almweiden bei einer hohen Artenzahl an Blütenpflanzen relativ wenige Blütenbesucherarten beherbergen, hängt wohl damit zusammen, dass die Artenzahl an blütenbesuchenden Insekten mit der Höhe insgesamt abnimmt (bei Biene deutlich). Es kann teilweise aber auch ein Artefakt sein, weil auf diesen Flächen Dipteren dominieren, von denen einige Gruppen derzeit kaum bestimmbar sind. Neben den artenreichen und den sehr artenarmen Biotoptypen gibt es eine Vielzahl an Wiesen mittlerer Bewirtschaftungsintensität mit 10-20 Blütenpflanzenarten und 30 bis 60 Blütenbesucherarten.

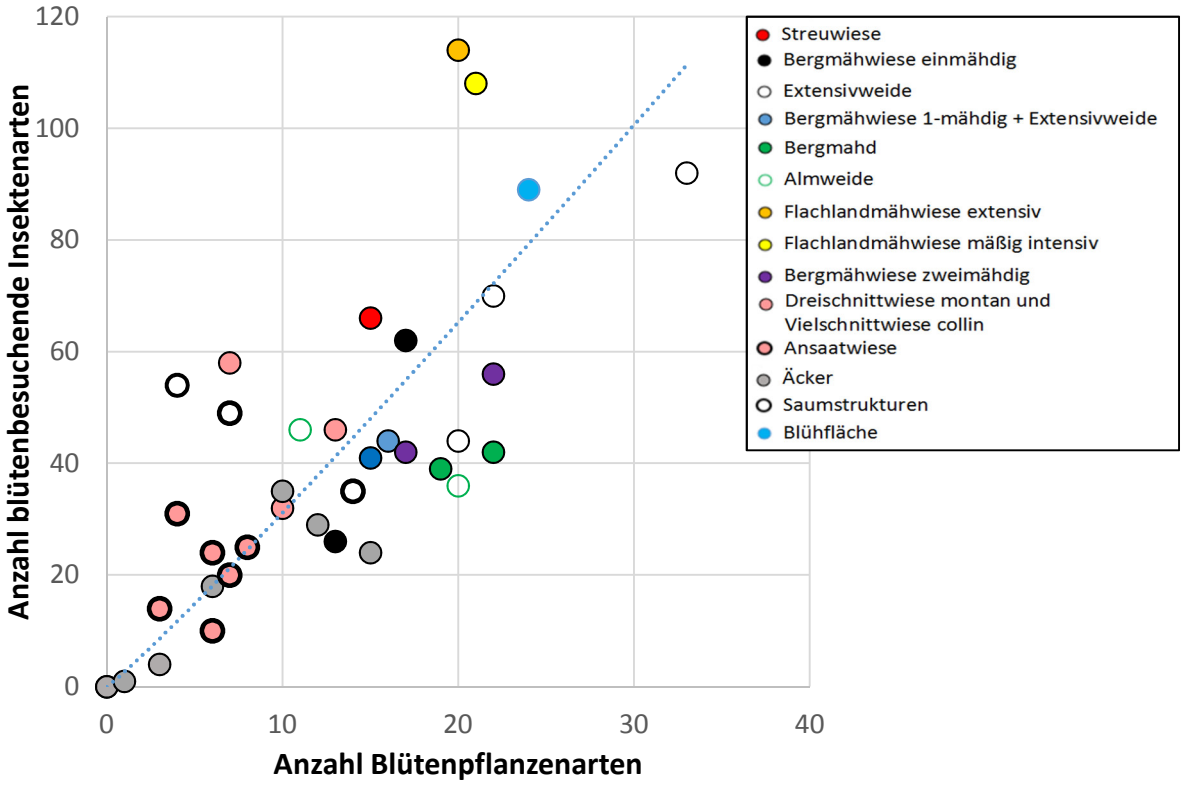


Abb. 18 Anzahl der Blütenpflanzenarten und der blütenbesuchenden Insektenarten in den verschiedenen Biotoptypen.

Die Anzahl an verschiedenen Interaktionen zwischen Blütenbesuchern und Pflanzen (Abb. 19) lag bei allen Intensivwiesen unter 120. Viele extensive Wiesen zeigten eine sehr hohe Anzahl an Interaktionen, maximal bis über 300. Doch gibt es auch Extensivwiesen mit wenigen unterschiedlichen Blüten-Besucher-Interaktionen wie die Streuwiesen und die einmähdigen Bergwiesen.

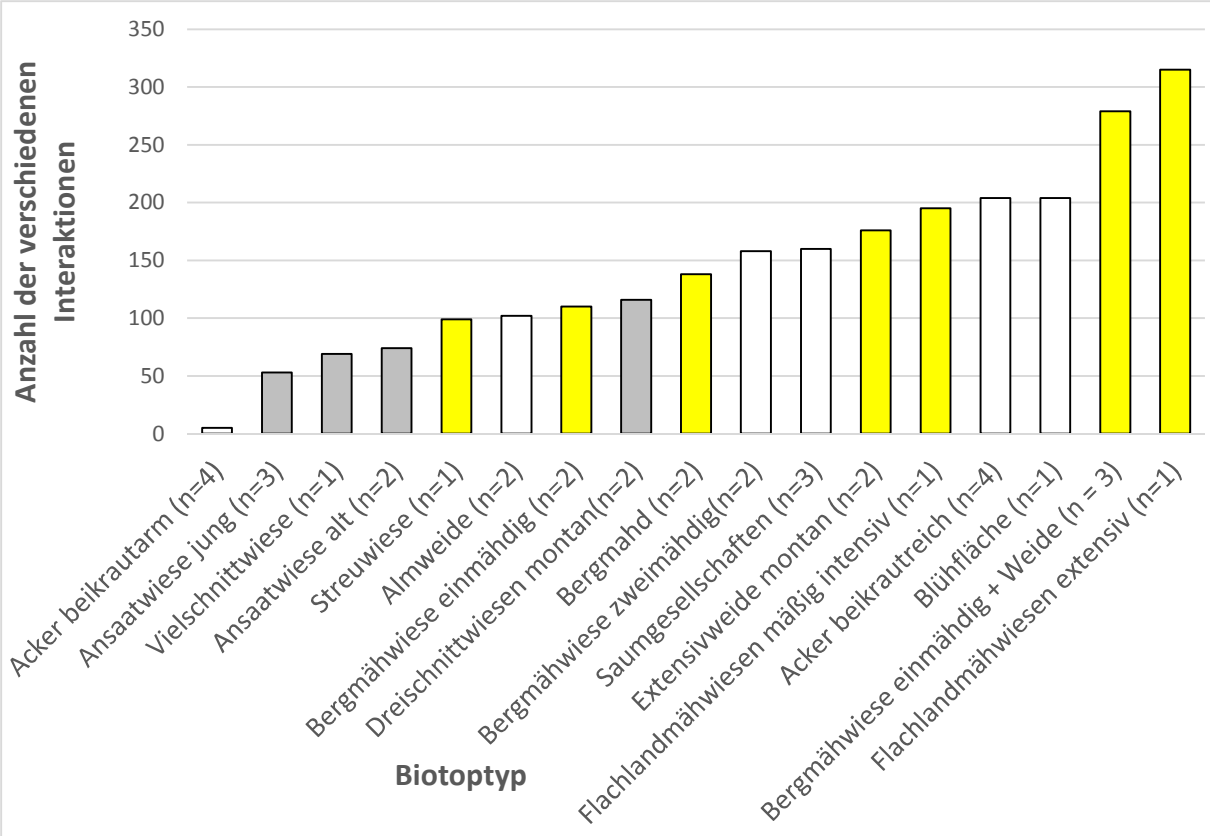


Abb. 19 Anzahl der verschiedenen Blumen-Besucher-Interaktionen in den einzelnen Biotoptypen. Grau unterlegt sind die intensiv genutzten Wiesenflächen, gelb die extensiven.

3.1.4.4. Bienenfauna

Insgesamt konnten 90 Bienenarten auf den Untersuchungtransekten nachgewiesen werden. Das entspricht 29,2% der im Bundesland Salzburg nachgewiesenen 308 Bienenarten (GUSENLEITNER et al, 2012, NEUMAYER et al. 2017) und 17,8% der in Bayern nachgewiesenen Arten (SCHEUCHL & WILLNER 2017). Nur 30 dieser Bienenarten konnten in den Extensivwiesen gefunden werden, 66 in den Extensivwiesen. In Intensivwiesen betrug der Anteil der oligolektischen und der brut- und sozialparasitischen Arten betrug in Intensivwiesen gerade einmal 3,3%. In den extensiv bewirtschafteten Flächen lagen die Anteile bei 15,6% und 16,7%.

Tab. 4 In den einzelnen Biotoptypen nachgewiesene Bienenarten sowie Anteile der oligolektischen und brot- oder sozialparasitischen Arten.

Biotoptyp	**Σ Bienenarten**	**Oligolektische Arten**	**Parasitische Arten**
Saumgesellschaften	22	1 (4,5%)	2 (9,1%)
Äcker, beikrautreich	25	3 (4,0%)	1 (12,0%)
Streuwiese	14	1 (7,1%)	1 (7,1%)
Extensive Flachlandmähwiesen	26	3 (11,5%)	3 (11,5%)
Mäßig intensive Flachlandmähwiesen	27	2 (7,41%)	4 (14,8%)
Vielschnittwiese	4	0 (0,0%)	0 (0,0%)
Ansaatwiesen	16	0 (0,0%)	1 (6,3%)
Einmähdige Bergmähwiesen	23	3 (13,0%)	2 (8,7%)
Zweimähdige Bergmähwiesen	18	1 (5,6%)	1 (5,6%)
Extensivweiden montan	23	3 (13,0%)	0 (0,0%)
Einmähdige Bergmähwiesen,	30	3 (10%)	3 (10%)
Dreischnittwiesen	9	0 (0,0%)	0 (0,0%)
Almweide	6	1 (16,7%)	0 (0,0%)
Bergmahd	11	1 (9,1%)	0 (0,0%)
Σ Intensivwiesen	30	1 (3,3%)	1 (3,3%)
Σ Extensivwiesen	66	10 (15,2%)	11 (16,7%)
Σ aller Untersuchungsflächen	90	14 (15,6%)	15 (16,7%)

4. Diskussion

Die Struktur der Blütenbesuchergemeinschaft von Wiesen wird von internen und externen Faktoren bestimmt. Interne Faktoren sind beispielsweise die Menge, die Konstanz und der Artenreichtum des Blumenangebots bis hin zur Frage, ob bestimmte Pflanzenarten vorhanden sind, auf die die spezialisierten Besucher oder ihre Larvenstadien in irgendeiner Weise angewiesen sind. Nicht zu vernachlässigen sind aber auch die externen Faktoren, die von außen die Blütenbesuchergemeinschaft mitbestimmen:

1. Das **Artenpotenzial** einer Landschaft. In großräumig ausgeräumten Gebieten ist die Möglichkeit, das Umfeld eines Biotops zu besiedeln und dieses zu nutzen, stark erschwert. In artenreichen Landschaften können dagegen auch mittelmäßig attraktive Flächen von vielen Blütenbesuchern akzidentell beflogen werden. Die Untersuchungsflächen in allen sechs untersuchten Gebieten liegen in einer Umgebung, die ein für die jeweilige Lage relativ hohes Potenzial an Arten aufweisen sollten:

Die Wiesen südlich Laufen, (Oberbayern) liegen zwar in einer sehr intensiv landwirtschaftlich genutzten Gegend. Es gibt in der Nähe aber zwei relativ große, z.T. schon langjährig bestehende Blühflächen mit Hecken. Nur so und durch die Nähe des großen Feuchtwiesenkomplexes Haarmoos ist erklärbar, dass die sehr seltene Erdbauhummel, *Bombus subterraneus* hier vorkommt. Auf einer Ansaatwiese wurde 2017 eine Königin gefunden. 2018 wurden an Waldrändern zwei Arbeiterinnen auf *Impatiens glandulifera* nachgewiesen, eine sogar auf dem Untersuchungstransekt.

Die schon lange extensiv bewirtschafteten Wiesen in Eham, Gemeinde Freilassing (Oberbayern), liegen am Rand des Salzachauwaldrelikts und sind eingebettet in ein Mosaik aus mehreren naturnahen Wiesen und Weiden und strukturierten Waldrändern.

Die Untersuchungsflächen in Hintertal bei Weißbach bei Lofer (Salzburg, Österreich) liegen in einem großen Mosaik aus je nach Hanglage mäßig intensiv bis extensiv genutzten Wiesen, Weiden, Hecken und Waldsäumen.

Das Talbecken der Mur südlich von St. Martin, Gemeinde St. Michael im Lungau (Salzburg) wird zunehmend intensiver landwirtschaftlich genutzt. Dennoch sind die Parzellengrößen überschaubar und die artenreichen Südhänge sind nicht weit entfernt. Das gleiche gilt für die Feuchtwiesen bei Moosham (Gemeinde Unternberg, Österreich), die mit dem Vorkommen des Blauschillernden Feuerfalters, *Lycaena helle* ein besonderes Glanzlicht aufweisen. Diese Art konnte drei Mal auch auf den Untersuchungstransekten festgestellt werden.

Die Wiesen und Weiden nördlich des Schieferbauern, Gemeinde Zederhaus (Österreich) sind ein Mosaik aus Weiden, einmähdigen und zweimähdigen Bergwiesen und eng verzahnt mit den Felsrasen und Wäldern.

Die untersuchten Bergmähder und Almweiden des Riedingtales, Gemeinde Zederhaus, (Österreich) befunden sich inmitten einer weitgehend naturnahen Almenregion.

Das jeweils charakteristische Artenpotenzial des Umfeldes sollte also in allen Untersuchungsgebieten relativ hoch sein. Vor allem die Alpenvorlandsflächen sind weitum von struktur- und artenarmen landwirtschaftlichen Intensivflächen umgeben. Trotzdem sollte durch die geschilderten Faktoren ein höheres Artenpotenzial vorhanden sein als im weiteren agrarischen Umfeld.

2. Der **Struktur- und Pflanzenartenreichtum** der Umgebung bestimmt den Artenreichtum in den Wiesen mit. Denn viele Wildbienen nisten in den Randstrukturen (ZURBUCHEN & MÜLLER 2012) und dort wachsen die Nahrungspflanzen der Raupen und Larven vieler Blütenbesucher. So hängt das irreguläre, oft nicht mit dem Blütenangebot korrelierende Auftreten vieler Scheinbockkäfer (Oedemeridae) wohl hauptsächlich davon ab, ob verholzte Stängel oder Äste für die Larvenentwicklung im näheren Umfeld einer Wiese vorhanden sind. Während viele kleine Bienen-, Wespen- und Fliegenarten ein eingeschränktes Aktivitätsfeld haben, sind soziale Bienen wie die Hummeln aber auch soziale Faltenwespen auf ein größerräumiges Landschaftsmosaik angewiesen. Denn eine einzelne artenreiche Wiese kann niemals das Nahrungsangebot für eine ganze Saison liefern. Der Strukturreichtum der Umgebung ist bei den Untersuchungsflächen in Eham, Hintertal, Weißbach, Unternberg, Zederhaus und im Riedingtal hoch. Im Talboden bei St. Martin sorgen die Wiesenrandstreifen des Braunkehlchenprojekts für Strukturreichtum. Die Untersuchungsflächen in Laufen liegen in einer an sich sehr ausgeräumten Landschaft, in der allerdings die Blühflächen und Hecken einige Strukturen einbringen.

Das Artenpotenzial des weiteren Umfelds und der Struktur- und Pflanzenartenreichtum im näheren Umfeld sind als externen Faktoren nicht zu vergessen, wenn das Potenzial einer Fläche für Blütenbesucher erhoben wird.

Darüber hinaus prägen aber interne Faktoren im Zusammenhang mit dem Blütenangebot das Blüten-Bestäubernetzwerk: Dabei ist zwischen qualitativen und quantitativen Faktoren zu unterscheiden (Tab. 5): Grau unterlegt sind die Felder mit den in dieser Studie untersuchten Faktoren.

Tab. 5 Interne Faktoren mit Einfluss auf die Blütenbesucher

	Blütenangebot	**Nektar**	**Pollen**
qualitativ	Artenzahl Vorhandensein von Arten, auf die Spezialisten angewiesen sind	Nektarmenge pro Blume Konzentration Erreichbarkeit (Blütenbau) Zuckerzusammensetzung	Menge Proteinqualität Erreichbarkeit
quantitativ	Menge pro Fläche	Menge pro Fläche	Menge pro Fläche

Mit den vorhandenen Daten lassen sich in Hinkunft weitere Analysen durchführen. Vor allem auf der qualitativen Ebene fehlen Daten für eingehendere Analysen. So ist zwar für Bienen bekannt, welche Arten auf welche Pflanzen spezialisiert sind und für Schmetterlinge, welche Arten welche Raupenpflanzen benötigen. Doch für Fliegen sind solche Daten noch kaum vorhanden.

Auch würden Detailfragen das Hauptziel dieser Studie überschreiten: Die Unterschiede verschiedener Wiesentypen hinsichtlich Blütenpflanzenangebot, Nektarangebot und der Blütenbesuchergemeinschaft qualitativ und quantitativ zu vergleichen und die Besonderheiten extensiver Wiesen herauszuarbeiten.

Auch bei der Charakterisierung der Blütenbesuchergemeinschaft ist ein qualitativer und ein quantitativer Zugang nötig: Die Artenzahl der Blütenbesucher ist eine wesentliche Kennzahl, ebenso aber auch die Häufigkeit der blütenbesuchenden Insekten allgemein, die einen Rückschluss auf die Menge verfügbarer Ressourcen zulässt.

4.1. Blüten- und Nektarangebot verschiedener Wiesentypen

Das Blütenangebot von Wiesen ist bewirtschaftungsgemäß äußerst variabel, werden sie doch definitionsgemäß ein bis mehrmals pro Jahr gemäht. Zu berücksichtigen sind zwei methodische Probleme: Die Untersuchungstransekte wurden ca. alle 3 Wochen begangen. Das kann bei häufig geschnittenen Wiesen dazu führen, dass zufällig mehrmals das Blühmaximum angetroffen oder aber auch das Stadium nach der Mahd. Bei ein- und zweimähdigen Wiesen ist diese mögliche Verzerrung kleiner. Durch die höhere Anzahl untersuchter mehrmähdiger Wiesen sollte sich diese mögliche Verzerrung herausmitteln. Zweitens wurden alle Blüten, Infloreszenzen und Synfloreszenzen gezählt, um später anhand vorhandenen Daten zu Nektarmengen das Nektarangebot dieser Wiesen zu errechnen. Die Zählung bewertet alle „Blumen“ gleich, unabhängig davon, ob es sich um eine nektarreiche Einzelblüte (z.B. Bach-Nelkenwurz), eine nektararme Einzelblüte wie Hahnenfuß oder einen nektarreichen Blütenstand aus vielen nektararmen Einzelblüten (z.B. Löwenzahn) handelt. Das hohe Blütenangebot der Streuwiese ist z.B. vor allem bedingt durch das hohe Blütenangebot an Augentrost, einer sehr kleinblütigen Pflanze mit relativ kleinem Nektarangebot. Die

alternative Möglichkeit zur Erfassung des Blütenangebots wäre die Schätzung der Deckung. Die Daten berücksichtigen dann die Blumengröße besser, korrelieren also mit dem Werbewert einer Blüte. Es lassen sich dann aber aus dem Blütenangebot keine Rückschlüsse auf das Ressourcenangebot machen. Denn es gibt sehr unscheinbare nektar- und pollenreiche Blüten wie die Heidelbeere (*Vaccinium myrtillus*), aber auch sehr auffällige mit sehr geringem Nektarangebot (z.B. Weißer Germer, *Veratrum album*).

Die einmähdigen Bergmähwiesen und die zweimähdigen extensiven Flachlandmähwiesen unterscheiden sich in der Höhe des Blütenangebots nicht deutlich von intensiveren Wiesen. Sie entwickeln das Blütenangebot später und sind längere Zeit im Stadium der Samenreife relativ blütenarm. Dagegen sind Vielschnitt- und Ansaatwiesen, die im Alpenvorland die intensivst bewirtschafteten Wiesentypen darstellen und die montanen Dreischnittwiesen, die dies im Lungau waren, nicht extrem blütenarm. Sie alle haben eine intensive Löwenzahn- oder Hahnenfußblüte im Mai. Manche Drei- und Vielschnittwiesen haben ein hohes Blütenangebot an Apiaceen im Sommer und die Ansaatwiesen an Weißklee während des ganzen Jahres. Anhand der Menge des Blütenangebotes lassen sich extensiv und intensiv bewirtschaftete Wiesen also nicht unterscheiden.

Äcker sind heutzutage gemeinhin fast ohne jedes Blütenangebot. Eine Ausnahme sind Äcker von Biobauern in denen keine Herbizide verwendet werden oder solche, bei denen die Besitzer ein gewisses Maß an Ackerwildkräutern tolerieren. In solchen beikrautreichen Äckern ist das Blütenangebot aber immer relativ niedrig im Vergleich zu Wiesen. Bergmähder und Almwiesen wiesen ein relativ hohes Blütenangebot auf, tiefer gelegene Weiden ein relativ niedriges. Saumgesellschaften, von denen je ein Ackerrain, ein Waldrand und ein Feldgehölzsaum untersucht wurden, hatten ein relativ hohes und vor allem stabiles Blütenangebot.

Völlig anders sieht die Situation auf der qualitativen Ebene aus: Die extensiven Wiesen waren deutlich artenreicher als die intensiv bewirtschafteten (Abb. 2 und 3). Der Unterschied zwischen Wiesen mit verschieden intensiver Bewirtschaftung liegt also im Artenreichtum des Blütenangebots, nicht in der Blumenmenge. Berücksichtigt man die starke Konkurrenz die von Honigbienen ausgehen kann, wenn eine Massenblüte vorliegt und die Landschaft wenig strukturiert ist (NEUMAYER 2006, ZURBUCHEN & MÜLLER 2012, HERBERTSON ET AL. 2016) ist diese Entwicklung nicht trivial. Beispielsweise entfielen in dieser Studie fast 86% aller Blütenbesuche auf Weißklee in den Intensivwiesen auf die Honigbiene (n= 488). In den extensiv bewirtschafteten Wiesen waren es nur 11% (n= 37).

Besonders artenreich waren die beweideten Flächen, die wesentlich heterogenere Standortverhältnisse als Mähwiesen bieten. Beweidete Flächen bieten im Gegensatz zu den meisten Wiesen, besonders zu den intensiv bewirtschafteten auch viele Nistplätze für Bienen (ZURBU-

CHEN & MÜLLER 2012) und durch das diversere Kleinklima wohl auch mehr Lebensraumrequisiten für viele andere Blütenbesucher. Keine der untersuchten Wiesenflächen erreichte annähernd eine Blütenpflanzenartenanzahl wie die Bergmähder der Pockhorner Wiesen oberhalb Heiligenblut mit deutlich über 60 Blütenpflanzenarten pro Transekt (NEUMAYER 2015) Die beiden Bergmähder waren mit insgesamt unter 40 Pflanzenarten nur mäßig artenreich. Bei der niedrigen Pflanzenartenanzahl intensiv bewirtschafteter Wiesen fallen dagegen die Lebensgrundlagen für viele Blütenbesucher weg, seien es Larvenfresspflanzen oder Pflanzen, auf denen die Wirte parasitischer oder räuberischer Arten leben. Denn nur die Bienen und die einzige heimische Art von Pollenwespen, die in dieser Studie nicht gefunden wurde, leben allein von Blütenressourcen. Bei allen anderen leben die Larvenstadien von anderen Pflanzen oder Tieren.

Intensiv bewirtschaftete Wiesen sind also nicht blumenärmer, aber artenärmer. Daraus folgend stellt sich die Frage, ob sie sich auch in der Charakteristika des Nektarangebots unterscheiden. Während die Unterschiede des Blumenangebots zwischen den untersuchten Biotoptypen – mit Ausnahme der blütenlosen Äcker – maximal um den Faktor 3 schwanken, variiert das Nektarangebot zwischen den einzelnen Biotoptypen um mehr als den Faktor 10. In extensiv bewirtschafteten Wiesen war der Anteil der nektarreichen Blumen deutlich höher als in den intensiv bewirtschafteten. In den Ansaatwiesen waren kaum nektarreiche Blüten zu finden, in den Vielschnittwiesen und montanen Dreischnittwiesen nur zur Zeit der ersten Blühwelle, wenn der Löwenzahn ein hohes Blütenangebot bietet. Dann fiel das Angebot an nektarreichen Blumen meist gegen Null.

Intensive Wiesen sind nicht ärmer an Blumenangebot, aber am Artenreichtum der blühenden Pflanzen. Im Besonderen fällt das Segment der nektarreichen Blumen weg. Beispielhaft sind zu nennen: Glockenblumenarten (*Campanula* spp.), Ziestarten (*Stachys* spp.), Rotklee, (*Trifolium pratense*) Storchschnabel (*Geranium* spp.), Witwenblumen (*Knautia* spp.) oder Skabiosen (*Scabiosa* spp.). Diese werden großteils durch Hahnenfuß und Weißklee ersetzt. Zusätzlich steigt mit hoher Sicherheit die Konkurrenz durch Honigbienen und es fallen durch den dichten Pflanzenbestand die potenziellen Nistplätze an lückigen Bodenstellen weg. Zum Teil könnte man den Wegfall dieser Nischen bei Intensivierung durch Schaffung von Landschaftsstrukturen zumindest für Wildbienen kompensieren. Bei vielen anderen Tieren ist der Wegfall von Larvennahrungspflanzen oder Beutetieren aber das lokale Aussterbeurteil.

4.2. Blütenbesucherhäufigkeiten und –artenzahlen

Hymenopteren, unter diesen hauptsächlich Bienen und Fliegen, und unter diesen vor allem Schwebfliegen und muscidenähnliche Fliegen sind die beiden Haupt-Blütenbesuchergruppen. Mit steigender Höhe werden Hymenopteren als Blütenbesucher seltener und artenärmer und sind im Subalpinbereich nur mehr mit Hummeln und wenigen anderen Bienenarten vertreten. Dagegen sind Fliegen in der subalpinen Stufe die absolut dominante Blütenbesuchergruppe. Diese Veränderung des Häufigkeitsverhältnisses und der Artenzahlen mit der Höhe überlagert die Effekte des Blütenangebots und ist zu berücksichtigen, wenn Talwiesen mit Bergwiesen verglichen werden. Ebenso ist es wesentlich, wenn man die Rolle der einzelnen Blütenbesucher als Bestäuber abschätzen will, die Aktivitäten genauer anzusehen, ob überhaupt Staubgefäße und Narben berührt werden. Manche Schwebfliegen tupfen nur den Pollen der Staubgefäße ab ohne die Blüte zu bestäuben, ebenso sammeln manche kleine Bienen den Pollen großblütiger Pflanzen, ohne die Narbe zu berühren. Mit steigender Höhe nimmt außerdem der Anteil an Fliegen und Käfern zu, die inaktiv die Blüten zum Ruhen oder Sonnen benutzen.

Wie beim Blütenangebot zeigt sich, dass die Zahl der Blütenbesucher nicht mit der Bewirtschaftungsintensität korreliert. In intensiv bewirtschafteten Wiesen gab es nicht weniger blütenbesuchende Insekten. Doch bei der genaueren Analyse der Zusammensetzung der Blütenbesucherfauna ergaben sich gravierende Unterschiede:

Im Subalpinbereich waren auf allen Flächen die Fliegen die dominierenden Blütenbesucher, in montanen Wiesen und Weiden waren Fliegen und Hymenopteren etwa gleich stark vertreten und in den extensiven Alpenvorlandwiesen waren Fliegen etwas häufiger als Bienen. In den Intensivwiesen zeigten sich nun zwei entgegenlaufende Trends:

In den Vielschnittwiesen mit einem hohen Apiaceenangebot im Spätsommer dominierten Fliegen als Blütenbesucher absolut. An Hymenopteren waren vor allem diverse Wespen vertreten, währen kaum Bienen vorkamen.

Bienen wiederum waren die absolut dominierenden Blütenbesucher weißkleereicher Ansaatwiesen (Abb. 11). Doch spielten in diesen Flächen Wildbienen und unter diesen auch die Hummeln nur eine sehr untergeordnete Rolle gegenüber den Honigbienen. Die Prognose aufgrund des Blütenangebots (Kap. 4.1.), dass artenarme Massenblüten von Weißklee zur absoluten Dominanz der Honigbiene führen, war nachweisbar. Die Intensivierung von Wiesen kann also zu (mindestens) zwei sehr konträren Ergebnissen führen: Entweder entstehen kleearme Bestände, deren Blütenbesucherfauna von Fliegen, Wespen und Käfern dominiert wird, oder es entstehen weißkleereiche Bestände, in denen die Honigbiene absolut dominiert und andere Bienenarten auskonkurriert. HERBERTSSON et al. (2016) stellten fest, dass in sehr strukturarmen Landschaften Honigbienen eine sehr starken Konkurrenzdruck auf Hummeln

ausüben und unter diesen Umständen auch innerhalb der Hummeln eine Art mehr dominiert als in strukturreichen Landschaften mit diversem Blütenangebot.

Weißkleereiche Wiesen waren im Untersuchungsgebiet Ansaatwiesen. Ähnliche Bestände können aber auch in Kurzrasenweiden und sehr intensiv genutzten Wiesen entstehen. Diese Entwicklung erklärt auch, warum die massive Landschaftsveränderung der letzten Jahrzehnte in Grünlandgebieten in der Imkerei nicht so stark aufgefallen ist: Die weißkleereichen Wiesen sind eine adäquate Nahrungsgrundlage für Honigbienen, mit wenigen Ausnahmen aber nicht für die Wildbestäuber. Mit steigender Intensität der Wiesenbewirtschaftung nimmt in der Bienengemeinschaft die Rolle der Honigbiene immer mehr zu.

Beikrautreiche Äcker waren der einzige Biotoptyp, in dem Bienen deutlich häufiger als Fliegen waren und gleichzeitig die Honigbiene nicht massiv dominierte.

Hautflügler und Fliegen sind auch bezüglich der gefunden Artenzahl ungefähr gleich stark in der Blütenbesuchergemeinschaft vertreten. Während bei gleich viel Transektuntersuchungen en und vergleichbaren Individuenzahlen in Intensivwiesen mit 85 Arten 82% der zu erwartenden Arten bereits nachgewiesen sind, sind die gefundenen 235 Arten in Extensivwiesen nicht einmal die Hälfte der zu erwartenden 488 Arten. In Extensivwiesen wurden also mehr als 2,5-mal so viele Arten an Blütenbesuchern gefunden wie in Intensivwiesen. Es sind aber fast fünf-mal so viele zu erwarten.

Die Zahl der Interaktionen von Blütenbesuchern und Blüten ist im Großen und Ganzen das Produkt aus der Anzahl der Pflanzenarten und der blütenbesuchenden Insektenarten. Eine niedrige Zahl an verschiedenen Interaktionen kann aus einer niedrigen Anzahl an Blütenpflanzen, an wenigen Blütenbesucherarten oder aus beidem resultieren.

Auf allen Intensivwiesen war nur eine niedrige Anzahl an Blüten-Besucher-Interaktionen zu beobachten. Die höchsten Zahlen traten in extensiven Wiesen auf. Doch nicht alle extensiven Wiesen weisen eine hohe Anzahl an Interaktionen auf: In Streuwiesen gab es nur eine beschränkte Anzahl von Blütenpflanzenarten (Abb. 18), darunter keine Arten mit hohem Nektarangebot (Abb. 5) und außerdem sind die Lebensbedingungen für bodennistende Bienenarten schwierig, so dass nur wenige Bienenarten anzutreffen sind, was aber durch Fliegen teilweise ausgeglichen wird (Abb. 17). Wie aus der Botanik bekannt, können artenarme Flächen eine erhöhte Anzahl von Spezialisten beherbergen (Ellenberg 1996). So beherbergt die untersuchte Streuwiese die sehr seltene Bläulingsart *Lycaena helle*. Außerdem war diese Fläche die einzige untersuchte, in der zu einem bestimmten Zeitpunkt Schmetterlinge die dominanten Blütenbesucher waren (18.6.2017: 76,0% aller Blütenbesucher waren Schmetterlinge, n = 117).

4.3. Charakterisierung der Wiesentypen nach blütenökologischen Parametern

Tab. 6 charakterisiert die einzelnen Wiesentypen und die anderen untersuchten Biotoptypen hinsichtlich blütenökologischer Parameter. Eine solche Klassifizierung ist notgedrungen grob und kann nicht allen einzelnen Ausprägungen von Wiesentypen gerecht werden. Einige Ergebnisse werden jedoch deutlich: Intensivwiesen weisen meist ein im Schnitt mittelhohes Blütenangebot auf. Da es sich dabei um einen Mittelwert handelt, kann es auf manchen Wiesen vor der Mahd durchaus ein hohes Blütenangebot geben. Aber die Artenvielfalt und Nektarangebot - nektarreiche Blumen fehlen nach der ersten Blühwelle fast gänzlich – sind niedrig, das Blütenangebot ist wegen der häufigen Schnitte sehr instabil und die Artenvielfalt der Besucher ist sehr niedrig.

Unter den extensiv bewirtschafteten Flächen wurden auf den extensiven Flachlandmähwiesen und den einmähdigen Bergmähwiesen mit Zusatzbeweidung die größter Menge und die höchsten Artenzahlen der Blütenbesucher sowie die meisten verschiedenen Blüten-Besucher-Interaktionen festgestellt. Die untersuchte extensive Flachlandmähwiese beherbergte eine hohe Insektenvielfalt bei mittelhohem Blütenangebot. Die Vegetationsdecke war nicht überall dicht und benachbart waren auch Weideflächen vorhanden. Es ist zu vermuten, dass in beiden Fällen die zusätzliche extensive Beweidung auf der Fläche oder daneben den Insektenreichtum förderte (vgl. ZURBUCHEN & MÜLLER 2012).

Zweimähdige Bergmähwiesen scheinen nicht unattraktiver als einmähdige zu sein, während Dreischnittwiesen wie die Flachland-Intensivwesen deutlich weniger Blüten- und Nektarangebot zur Verfügung stellten und auch weniger Blütenbesucher beherbergten. Sie waren die intensivst bewirtschafteten Wiesen im untermontanen Bereich. Wenn einmähdige Wiesen zweimal pro Saison gemäht werden oder zusätzlich beweidet, ist die Auswirkung auf Blütenbesucher nicht gravierend. Auch eine Umstellung auf Beweidung verändert an den Charakteristiken der Blüten-Besuchergemeinschaft, insbesondere am Artenreichtum, wenig. Dagegen kommt es bei einer weiteren Intensivierung hin zu Dreischnittwiesen zu einer deutlichen botanischen und zoologischen Verarmung. Die Nutzungsaufgabe führt langfristig zur Wiederbewaldung und damit auch zum Wertverlust einer Fläche für die meisten Blütenbesucher (ZURBUCHEN & MÜLLER 2012).

Bei den Flachlandmähwiesen war der Unterschied zwischen der zwei Mal pro Jahr gemähten sehr extensiven und der etwas intensiver genutzten Wiese deutlich merkbar. Dieser Unterschied war nicht an den Pflanzenarten feststellbar aber an der Größe des Blumenangebots und vor allem an der Vielfalt der Blüten-Besucher-Interaktionen. Die äußerst intensiv bewirtschafteten Wiesen mit fünf und mehr Schnitten fielen bezüglich des botanischen und zoologischen Artenreichtums massiv ab.

Tab 5 Blütenökologische Merkmale der untersuchten Biotoptypen. ***: sehr hoch, **: mittel, *: niedrig.

		Blütenangebot			Nektarangebot		Blütenbesucher-gemeinschaft		Blüten-Besucher-Interaktionen
		Menge	**Artenreichtum**	**Kontinuität**	**Größe**	**Diversität**	**Abundanz**	**Artenreichtum**	**Anzahl**
	Blühfläche	***	**	***	***	***	***	***	**
	Saumgesellschaften	**	**	***	*	*	*	**	**
	Äcker, beikrautreich	*	*	*	*	*	*	*	**
Collin – tiefmontane Wiesen	Streuwiese	***	*	***	*	**	*	**	*
	Extensive Flachlandmähwiesen	***	**	**	***	***	***	***	***
	Mäßig intensive Flachlandmähwiesen	***	**	**	**	***	***	***	**
	Intensive Flachlandmähwiesen	**	*	*	*	*	**	**	*
Montane Wiesen und Weiden	Einmähdige Bergmähwiesen	**	***	***	**	***	*	***	*
	Zweimähdige Bergmähwiesen	***	**	**	***	***	***	***	**
	Extensivweiden montan	**	***	***	**	**	**	***	**
	Einmähdige Bergmähwiesen, Zusatzbeweidung	**	***	***	***	***	***	***	***
	Dreischnittwiesen	*	**	*	*	**	*	*	**
Subalp. Grünland	Almweide	***	**	***	**	**	***	**	**
	Bergmahd	***	***	**	***	***	***	***	**

Die Flächen mit den artenreichsten Blütenbesuchergemeinschaften (Tab. 6) beherbergten auch die meisten Bienenarten. Unter diesen war auch der Anteil der oligolektischen und brut- oder sozialparasitischen Arten am höchsten (Tab. 4).

Auf allen intensiv bewirtschafteten Wiesenflächen konnten insgesamt nur 30 Bienenarten nachgewiesen werden. Das ist ein sehr niedriger Wert und belegt, dass intensive Grünlandgebiete de facto kein geeigneter Bienenlebensraum sind (WESTRICH 2018, SCHEUCHL & WILLNER 2016). Unter diesen 30 Arten befinden sich nur je eine parasitische und eine oligolektische Art.

Oligolektische und parasitische Arten sind sehr anspruchsvoll, weil sie stabile Bestände ihrer alleinigen Futterpflanzen oder ihrer Wirtsarten brauchen. In reichhaltigen und stabilen Bienengemeinschaften steigt ihr Anteil bis auf je ca. 30%.

In den extensiven Wiesen wurden 66 Bienenarten nachgewiesen, unter denen sich 15,2 % oligolektische und 16,7% parasitische Arten befanden. Zu berücksichtigen ist, dass in den extensiven Flächen weniger als 50% der zu erwartenden Blütenbesucherarten bereits nachgewiesen wurden (Tab. 3), sodass die derzeitige Erfassungsintensität bei weitem nicht für eine vollständige Arterfassung ausreicht. Je vollständiger eine Arterfassung wird, desto stärker steigt der Anteil der seltenen Arten, unter denen die oligolektischen und parasitischen Arten überrepräsentiert sind.

4.4. Charakterisierung der einzelnen untersuchten Wiesentypen

4.4.1. Extensivwiesen:

Streuwiese (Untersuchungsfläche in Unternberg, Mooshamer Moor)

Blütenangebot: Das Blütenangebot ist sehr hoch, mäßig artenreich und sehr kontinuierlich (späte Mahd).

Bestäuberfauna: Bodennistende Bienen sind wegen des nassen Untergrundes stark unterrepräsentiert, dafür Schmetterlinge und Fliegen (Apiaceen!) überrepräsentiert. Als einziger Wiesentyp weisen die Streuwiesen zeitweise eine stark schmetterlingsdominierte Bestäuberfauna auf. Vor allem Perlmutterfalter (insbesondere der randring-Perlmutterfalter *Boloria eunomia*) sind oft individuenstark vertreten.

Gefährdung: Bei Düngung und intensiverer Mahd entstehen Fettwiesen mit fast ausschließlich Fliegen als Bestäubern

Naturschutz: Beibehaltung der späten Mahd. Aus Sicht der Bestäuber ist es kein großes Problem wenn kleinere Teile ab Ende Juli gemäht werden, wenn die Hauptblüte vorbei ist.

Dann ist aber unbedingt auf Kleinräumigkeit zu achten. Der Saum gegen angrenzende Wald- oder Gebüschbereiche ist als Lebensraum sehr wertvoll und sollte teilweise mehrjährige Sukzessionen mit anschließender Gebüschentnahme beinhalten.

Bemerkenswerte Arten/Flagship-Species: Der Blauschillernde Feuerfalter (*Lycaena helle*) und der Randring-Perlmutterfalter (*Boloria eunomia*) als spezialisierte Bewohner der Feuchtwiesen mit reichen Vorkommen an Schlangenknöterich (*Persicaria bistorta*).

Einmähdige Bergmähwiesen (Untersuchungsflächen in Weißbach-Hintertal und Zederhaus)

Blütenangebot: Das Blütenangebot ist mäßig hoch aber sehr artenreich. Es enthält viele für spezialisierte Bienen relevante Arten (*Campanula* spp, Fabaceen, Lamiaceen…). Das Bodenrelief führt zu einer hohen Standortsvielfalt und zu räumlich-zeitlicher Heterogenität des Blütenangebots.

Bestäuberfauna: Die Bestäuberfauna ist ausgesprochen arten- und individuenreich. Alle Bestäubergruppen sind in hohen Artenzahlen vertreten. Für Wildbienen finden sich viele geeignete Nistplätze in trockenwarmen Bodenstellen oder in Totholz in benachbarten Gebüschen. Honigbienen kommen im Vergleich zu Wildbienen relativ selten vor (keine Massenblüte honigbienenrelevanter Pflanzen)

Gefährdung: Nutzungsaufgabe und Verbuschung; Wiederaufforstung; Umwandlung in Weiden. Die Umwandlung in zweimähdige Bergmähwiesen ist de facto kaum mehr eine Gefahr, weil alle geeigneten Flächen bereits dahingehend umgewandelt wurden.

Naturschutz: Weitere einmalige Schnittnutzung pro Jahr. Eine zusätzliche Früh- oder Spätbeweidung bringt für die Bestäuber kaum eine messbare Verschlechterung, eine Umwandlung in Dauerweiden schon.

Bemerkenswerte Arten/Flagship-Species: Die Grashummel (*Bombus ruderarius*)(Weißbach und Zederhaus) ist eine Hummelart naturnaher Wiesengesellschaften des Flachlandes, aber auch südseitiger stark besonnter Gebirgshänge bis über die Waldgrenze), *Osmia xanthomelana* (Zederhaus)

Zweimähdige Bergmähwiesen (Untersuchungsflächen in Weißbach-Hintertal)

Blütenangebot: Das Blütenangebot ist höher als bei den einmähdigen Bergmähwiesen, aber etwas artenärmer. Es kommt nach dem ersten Schnitt zu einer erneuten Blühwelle, dafür bleiben Pflanzenarten aus, die den zweimaligen Schnitt nicht vertragen.

Bestäuberfauna: Individuenreiche und mäßig artenreiche Bestäubergemeinschaft. Honigbienen werden von den Blühwellen einiger Pflanzenarten angezogen, daneben finden auch Wildbienen und die übrigen Bestäubergruppen ein artenreiches Blütenangebot vor.

Gefährdung: Die klassische Zweischnittwiese mit hauptsächlich Festmistdüngung ist auch im Bergland gefährdet, durch dreischnittige Silagewiesen mit intensiver Gülledüngung ersetzt zu werden. Die ertragreicheren Zweischnittwiesen sind weniger durch Nutzungsaufgabe als durch weitere Intensivierung bedroht.

Naturschutz: Heumilchförderung, lokale Käseproduktion, abgestufte Wiesennutzung.

Bemerkenswerte Arten/Flagship-Species: Die Sandbiene *Andrena fulvata* und die Furchenbiene *Lasioglossum laevigatum* sind in diesen Wiesen ausgesprochen häufig. Sie sind nicht selten, aber beispielhafte Vertreter der Wildbienen in mäßig intensivem Berggrünland.

Extensivweiden und einmähdige Wiesen mit zusätzlicher Früh- oder Spätbeweidung (Untersuchungsflächen in Weißbach-Hintertal und Zederhaus)

Blütenangebot: Das Blütenangebot ist mittel bis sehr hoch und durch hohe Standorthetero-genität z.T. sehr artenreich. Insgesamt konnten auf Flächen mit Mahd- und Weidenutzung mit 67 Blütenpflanzenarten (im Mittel 36 je Untersuchungsfläche) die höchsten Artenzahlen an Blütenpflanzen festgestellt werden. Das Blütenangebot ist außerdem relativ kontinuierlich, weil die Beweidung nie alle Pflanzen gleichmäßig erfasst und die Mahd in den Steillagen immer nicht mähbare Bereiche übrig lässt.

Bestäuberfauna: Die Bestäuberfauna weist hohe Individuen- und Artenzahlen aller Bestäuber-gruppen auf. Bienen sind die häufigsten Blütenbesucher und Wildbienen sind deutlich häufiger als Honigbienen, die kein dominierendes Blütenangebot einer Art vorfinden.

Gefährdung: Nutzungsaufgabe und Wiederbewaldung.

Naturschutz: Günstige Rahmenbedingungen für die Beibehaltung der extensiven Bewirtschaftung schaffen.

Bemerkenswerte Arten/Flagship-Species: Die Furchenbiene *Lasioglossum alpigenum* (Fundort Weißbach, aber wohl auch im Lungau zu erwarten) als typische Furchenbienenart, die ausschließlich in den Alpen bevorzugt an Südhängen vorkommt. Der Silbergrüne Bläuling *Lysandra coridon* als Bewohner trockener besonnter Flächen mit lückigem Bewuchs.

Extensive und mäßig intensive Flachlandmähwiesen (Untersuchungsflächen in Freilassing)

Blütenangebot: Das Blütenangebot ist hoch und mäßig artenreich. Es ist ziemlich kontinuierlich, weil nur zwei Mähtermine das Blühkontinuum durchbrechen. Andererseits ist das Blütenangebot deshalb nicht sehr hoch, weil die Wiesen das Reifestadium erreichen. In dieser Zeit sinkt das Blütenangebot, die Samenreife gewährleistet aber das Fortbestehen der zweischürigen Wiesen ohne Nachsaaten o.Ä. In der etwas intensivierten Form mit herbstlicher Nachweide stieg das Gesamtblütenangebot sogar leicht an, die Anzahl blühender Pflanzenarten nahm etwas ab. Insgesamt ist die Veränderung im Blütenangebot aber gering.

Bestäuberfauna: Die Bestäuberfauna weist hohe Individuen- und Artenzahlen aller Bestäubergruppen auf. Bienen sind häufiger als Fliegen und Wildbienen sind mindestens so häufig wie die Honigbiene.

Gefährdung: Nutzungsintensivierung. Umwandlung in Vielschnittwiesen.

Naturschutz: Abgestufte Wiesennutzung, Förderung der extensiven Wiesennutzung.

Bemerkenswerte Arten/Flagship-Species: *Merodon constans* und *Merodon ruficornis*. Beide Schwebfliegenarten entwickeln sich in Zwiebelgewächsen (Auwaldnähe). *Merodon constans* gilt in Bayern als ausgestorben (HEIMBURG, mdl.). Unter den Bienen ist die Blutbiene *Sphecodes scabricollis* bemerkenswert, ein Kleptoparasit bei der Furchenbiene *Lasioglossum zonulum,* die in hohen Populationsstärken in der Untersuchungsfläche vorkommt. Die extensiven Flachlandmähwiesen sind eher durch die hohen Populationsdichten an Bienen und Schmetterlingen bemerkenswert als durch sehr seltene Arten.

4.4.2. Intensive Wiesen

Montane Dreischnittwiesen (Untersuchungsflächen in St. Michael und Unternberg)

Blütenangebot: Im montanen Bereich sind Dreischnittwiesen die intensivste Wiesenbewirtschaftungsform. Die Düngung erfolgt überwiegend mit Gülle, anstelle der Heunutzung tritt meist Silagebereitung.

Bestäuberfauna: Die Bestäuberfauna ist stark fliegendominiert. Unter den Bienen ist die Honigbiene dominant. Für spezialisierte Bienen und Hummeln fehlt das Nahrungsangebot.

Gefährdung: -

Naturschutz: Abgestufte Wiesennutzung, die dafür sorgt, dass im Landschaftskontext auch extensivere Zweischnittwiesen bestehen bleiben. Besonders wichtig sind Randstrukturen (Raine, Wegränder, Gebüschstreifen, Waldränder) die ein artenreicheres Blütenangebot und v.a. Nistplätze für Bienen und Raupen/Larvenfutterpflanzen für andere Bestäuber bieten.

Bemerkenswerte Arten/Flagship-Species: -

Vielschnittwiese (Untersuchungsfläche in Laufen)

Gekennzeichnet durch 4 – 6 Schnitte, die hauptsächlich siliert werden und intensive Gülledüngung.

Blütenangebot: Im Schnitt weniger als 15 Blütenpflanzenarten. Das Blütenangebot kann hoch sein, ist aber äußerst diskontinuierlich, weil durch 4-5-malige Mahd pro Jahr unterbrochen und sehr eintönig. Blühwellen gibt es nur durch Löwenzahn und Bärenklau.

Bestäuberfauna: Die Bestäuberfauna ist insgesamt sehr fliegendominiert (hohe Abundanzen auf Bärenklau). Wespen waren häufiger als Bienen.

Gefährdung: -

Naturschutz: s. montane Dreischnittwiesen

Bemerkenswerte Arten/Flagship-Species: -

Ansaatwiese (Untersuchungsflächen in Laufen)

Im Wechsel mit Ackerbau wird Kleegras gesät und mehrere Jahre genutzt, bevor diese Kunstwiesen wieder umgebrochen werden.

Blütenangebot: Im Schnitt kaum 10 Blütenpflanzenarten pro Wiese, mehr Arten nur im ersten Jahr, wenn noch Ackerwildkräuter vorkommen. Der miteingesäte Rotklee kommt kaum zur Blüte, weshalb die Bestände sehr weißkleedominiert sind. Mit dem Beginn jeder Blühwelle des Weißklees erfolgt die nächste der 6-7 Schnitte. Das Blütenangebot ist also im höchsten Grad unstabil

Bestäuberfauna: Neben der Honigbiene kommen nur einige wenige Wildbienenarten und einige Tagfalter als Blütenbesucher vor. Die Blütenbesucherfauna ist ausgesprochen honigbienendominiert. Für Honigbienen sind diese Wiesen attraktiv

Gefährdung: -

Naturschutz: Ohne Honigbienen und ohne Randstrukturen wären solche Wiesen fast bestäuberlos. Randstrukturen und eine Größenbegrenzung solcher Schläge durch kontinuierlicher blühende Raine oder Blühstreifen, können einigen anspruchslosen Arten das Überleben ermöglichen.

Bemerkenswerte Arten/Flagship-Species: -

4.4.3. Nicht-Grünlandflächen

Äcker (Untersuchungsflächen in St. Michael, Freilassing und Laufen)

Blütenangebot: In den „gewöhnlichen“ Äckern existiert kein nennenswertes Blütenangebot. Sie sind bienenfrei. In den untersuchten Äckern mit einer reichen Ackerbegleitflora (Mitaussat, höhere Saatabstände) ist das Blütenangebot mäßig groß und im Vergleich zu Wiesen relativ artenarm. Es ist auch insgesamt sehr saisonal, aber sein Wert liegt in dem anderen Zyklus im Vergleich zu Wiesen. Gerade für viele im Frühjahr aktive Bienenarten bieten Äcker ein kontinuierliches Blütenangebot im Mai und Juni (im Lungau bis Ende Juli), wenn das der Wiesen durch Mahd immer wieder unterbrochen ist. Außerdem sind viele Ackerwildkräuter bienenbestäubt.

Bestäuberfauna: Die Bestäuberfauna ist bienendominiert, neben der Honigbiene kommen aber auch viele Wildbienen vor. Je nach Art der Ackerwildkrautflora (typisch: Kornblume + Klatschmohn oder Acker-Vergissmeinnicht + Acker-Stiefmütterchen oder Vogelwicke + Wiesenplatterbse) stark verschiedene Bestäuberfauna.

Die Ackerraine sind wesentliche Wildbienennistplätze.

Gefährdung: Durch Saatgutreinigung und Pestizide sind die meisten Äcker frei an Ackerwildkräutern. Darunter fielen auch alle untersuchten Maisäcker.

Naturschutz: Kleinflächiger Ackerbau in wiesendominierten Landschaften fördert Wildbienen durch das Entstehen von Randstrukturen (Ackerraine). Wildkrautreiche Äcker bieten auch ein kontinuierliches Blütenangebot in einer Zeit, wenn das Blütenangebot der Wiesen stark durch die Mahd schwankt. Daher sind alle Programme zur Förderung der Ackerwildkräuter sinnvoll für den Bienenschutz. Auch ist kleinräumiger Ackerbau in reinen Grünlandgebieten aus Sicht des Wildbienenschutzes sehr zu begrüßen. Wichtig sind die Erhaltung bzw. Neuschaffung von Randstrukturen.

Bemerkenswerte Arten/Flagship-Species: In den Äckern bei St. Michael konnten sieben Hummelarten nachgewiesen werden. Bemerkenswert ist besonders die Tonerdhummel (*Bombus argillaceus*), eine wärmelebende Art mit südosteuropäischer Verbreitung. Wie alle Hummeln braucht sie ein Lebensraummosaik, das sie im Lungauer Murtal (noch) findet. In den Äckern bei Laufen konnten im Frühjahr *Anthophora plumipes* (Frühlingspelzbiene) und diverse Hummelköniginnen an *Lamium purpureum* beobachtet werden. Zu dieser Zeit gibt es auf Wiesen noch kaum ein Blütenangebot.

Blühfläche (Untersuchungsfläche in Laufen)

Blütenangebot: Sehr hohes und artenreiches Blütenangebot, bei dem sich aber mit der Zeit die Dominanz einiger weniger Blütenpflanzenarten einstellte

Bestäuberfauna: Individuenstarke und artenreiche Bestäuberfauna, die aber trotzdem wegen der absoluten Dominanz der Honigbiene keine sehr hohe Diversität zeigte.

Gefährdung: Abhängig von Förderung und Naturschutzprogrammen.

Naturschutz: Sinnvoll wäre Blühflächen so anzulegen und auch zu nutzen, dass extensiv genutzte Wiesen, Hochstaudenfluren und Gebüschsäume daraus entwickeln. Bei fehlender Nutzung kommt es über kurz oder lang zur Wiederbewaldung.

Bemerkenswerte Arten/Flagship-Species: *Bombus subterraneus,* Erdbauhummel. Die extrem seltene Art wurde mit einer Königin und 2 Arbeiterinnen in Kleegras und an Waldsäumen nachgewiesen. Hummeln brauchen ein großräumiges Lebensraummosaik, in dem das adäquate Nahrungsangebot (langröhrige Fabaceen und Lamiaceen) während der ganzen Saison von Mai bis Oktober vorhanden ist. B. subterraneus wäre als Flagship-species für strukturreiche landwirtschaftlich genutzte Gebiete mit ausreichend Saumstrukturen und Blühflächen sehr gut geeignet. Um sie zu erhalten, sollte an einer weiteren Lebensraumverbesserung gearbeitet werden.

Saumgesellschaften (Untersuchungsflächen in Laufen)

Blütenangebot: Bei mäßigem Artenreichtum und hohem Blütenangebot ist es vor allem die Kontinuität, die die Saumgesellschaften für Blütenbesucher attraktiv machen. Das Nektarangebot ist oft nicht hoch, aber die Saumstrukturen bieten auch dann Nahrung, wenn die Wiesen gemäht sind: Die Pflanzen des Waldunterwuchses beginnen den Blühreigen, der das ganze Jahr nicht abreißt. Wildbienen nisten ganz überwiegend in den Saumstrukturen.

Bestäuberfauna: In den untersuchten Säumen in Laufen waren Bestäuber nur mäßig abundant und in mittleren Artenzahlen vertreten. Sie wurden aber auch sehr wenig behutsam behandelt (Mahd ohne Mähgutentfernung, Befahrung mit schweren Maschinen, Mitdüngung und Mitspritzung bei der Ackerdüngung und Pestizidausbringung…). Mit einer behutsameren Pflege könnten Säume eine noch wesentlich wichtigere Rolle spielen

Gefährdung: Saumstrukturen werden weniger, wenn Äcker größer werden. Ohne Randstreifenprogramme in den Äckern bekommen sie Dünger und Gifte aus den Äckern ab.

Naturschutz: Randstreifenprogramme im Ackerbau würden den Wert von Säumen erhöhen. Einmalige Mahd mit Mähgutentfernung würde für eine Reduktion der Nährstoffe sorgen. Das

übliche Mulchen führt zur Nährstoffakkumulation. Günstig wäre es, Blühstreifen in genügender breite aber doch als lineare Strukturen anzulegen, um die Trittsteinfunktion zu verstärken.

Bemerkenswerte Arten/Flagship-Species: *Bombus subterraneus* (Grubenhummel), *Halictus scabiosae* (Gelbbindige Furchenbiene). Diese soziale Furchenbienenart, die erst vor Kurzem einwanderte (Klimaerwärmung), ist inzwischen im Untersuchungsgebiet in Laufen sehr häufig und auffallend. Sie ist größer als eine Honigbiene, während der ganzen Saison zu finden und benötigt die Saumstrukturen als Nistplatz und zur Sicherstellung der Kontinuität des Blütenangebots.

4.4.4. Subalpine Flächen

Bergmähder

Blütenangebot: Bergmähder zählen zu den Flächen mit dem höchsten Blütenangebot und den höchsten Artenzahlen an Blütenpflanzen. Das Angebot ist durch die nur einmalige Mahd sehr kontinuierlich.

Bestäuberfauna: Die Bestäuberfauna ist höhenlagenbedingt stark fliegendominiert. Der Kenntnisstand v.a. über die häufigen Musciden und Anthomyiden als Blütenbesucher ist noch sehr gering. Unter den Bienen spielen Hummeln eine herausragende Rolle, doch kommen einige wenige andere Wildbienenarten noch über der Waldgrenze vor. Artenreich sind auch alpine Tagfalter vertreten.

Gefährdung: Aufgabe der Mahd und Nutzung als Almweide. Dabei kommt es kurzfristig oft zu einem Rückgang der bienenbestäubten Pflanzen zugunsten von Arten, die vom Vieh gemieden werden (Hahnenfuß…). Gülledüngung kommt zunehmend auch in Almgebieten vor und zerstört artenreiche Gemeinschaften

Naturschutz: Bergmähder machen nur mehr einen Bruchteil ihres ursprünglichen Flächenanteils aus. Diese sollten unbedingt erhalten werden. Sie sind die artenreichsten Wiesen der Alpen.

Bemerkenswerte Arten/Flagship-Species: *Erebia claudina,* endemischer Mohrenfalter mit Verbreitung in Salzburg, Steiermark und Kärnten. Evtl. *Drymeia hamata*, Muscidae mit Blütenbesuchspräferenz auf gelben Cichoriaceae und verlängertem Saugrüssel zur Nektaraufnahme.

Almweiden

Blütenangebot: Die untersuchten Almweiden zeigten mittlere Werte des Blütenangebots und der Pflanzenartenzahl. Das Angebot ist durch das nie vollständige Abweiden der Flächen sehr kontinuierlich, aber durch den dauernden Fraßdruck nicht hoch.

Bestäuberfauna: Die Bestäuberfauna ist höhenlagenbedingt stark fliegendominiert. Dieser Überhang an Fliegen als Blütenbesuchern ist gegenüber den Bergmähdern noch einmal verstärkt, weil v.a. die von Hummeln bevorzugten Fabaceen gern vom Vieh gefressen werden.

Gefährdung: Überweidung bzw. zu geringe Beweidung und folgend Verbuschung. Die durch die Verbuschung geförderten Ericaceen (*Vaccinium, Rhododendron*) sind eine wichtige Nahrungsgrundlage der Hummeln, beeinträchtigen also die Hummelfauna nicht. Erst bei Wiederbewaldung geht das Blütenangebot deutlich zurück.

Naturschutz: Almflächen sind noch in großer Ausdehnung zu finden. Allerdings sind zunehmend Areale mit Überweidung und solche mit starker Verbuschung zu finden, weil Flächen nicht geschwendet werden und das Vieh oft lange Zeit unbeaufsichtigt ist. Die Hauptgefährdung der Bestäuberfauna im Gebirge besteht aber wohl in der Sukzession durch Waldgesellschaften infolge der Klimaveränderung.

Bemerkenswerte Arten/Flagship-Species s. 4.1., evtl. *Cheilosia albitarsis* als Beispiel für eine Schwebfliegenart mit strenger Blütenbesuchsspezialisierung auf Hahnenfuß.

4.5. Rote Liste – Einstufung der Bienenarten in den Wiesentypen

Es gibt leider keine Rote Liste der Bienen Österreichs. Daher beruht diese Einstufung auf der Roten Liste der Bienen Deutschlands (WESTRICH et al. 2011). Das ist vor allem bei alpinen Arten und in inneralpinen Gebieten nicht unproblematisch. Deutschland hat nur einen verhältnismäßig kleinen Flächenanteil an den Alpen und vor allem inneralpine Täler mit trockenerem Mikroklima wie der Lungau kommen in Deutschland nicht vor. Trotzdem kann die Zahl der Rote-Liste-Arten ein Schlaglicht auf die Rolle werfen, die bestimmte Wiesen für seltene Bienenarten spielen.

16 der 90 auf den Transekten nachgewiesenen Bienenarten (=17,8%) und 25 der insgesamt gefundenen 106 Bienenarten (=23,5%) sind in der Roten Liste Deutschlands angeführt. Von diesen sind fünf auf der Vorwarnliste (V), drei sind in der Kategorie „Gefährdung unbekannten Ausmaßes“ (G), fünf sind als „extrem selten“ (R) eingestuft. Sieben Arten sind in der Gefährdungskategorie 3 „gefährdet“ und fünf Arten in der Kategorie 2 „stark gefährdet“ eingestuft.

Die Hummelarten, die in der roten Liste Deutschlands enthalten sind, waren in intensiv und extensiv bewirtschaftetem Grünland zu finden. Bei geeignetem Ressourcenangebot sind Hummelarten fähig, weitere Strecken zu fliegen und das Angebot auszubeuten. Die übrigen Wildbienen waren dagegen fast ausschließlich in extensivem Grünland zu finden. Extensive Wiesen und Weiden beherbergen also auch die höhere Anzahl gefährdeter Bienenarten.

Tab. 6 Vorkommen der in der Roten Liste Deutschlands angeführten Bienenarten in den Untersuchungsgebieten und Biotoptypen.. RL: Rote Liste Einstufung nach Westrich et al. 2011. B: Bewirtschaftungsintensität des Grünlandes. e = extensiv, i = intensiv (s. Abb. 3a). Eine Klassifizierung nach Bewirtschaftungsintensität erfolgte nur beim Grünland der collinen bis montanen Stufe.

Art	RL	Vorkommen	Biotoptyp	B
Andrena congruens	2	Freilassing-Eham	-	
Andrena hattorfiana	3	St. Michael	Acker beikrautreich	
Andrena intermedia	V	Weißbach-Hintertal	Bergmähwiese zweimähdig	e
Andrena rosae	3	Unternberg, Mooshamer Moor		
Anthophora furcata	V	Weißbach-Hintertal	-	
		Freilassing-Eham	Acker beikrautarm	
Bombus humilis	3	Unternberg, Mooshamer Moor	Streuwiese	e
			Dreischnittwiese	i
		Zederhaus, Schieferbauer	Weide	e
		St. Michael	Dreischnittwiese	i
			Acker beikrautreich	
		Laufen, Thannberg	Saumgesellschaften	
Bombus quadricolor	2	Zederhaus, Schieferbauer	Weide	e

Art	RL	Vorkommen	Biotoptyp	B
Bombus ruderarius	3	Zederhaus, Schieferbauer	Weide	e
			Ansaatwiese	i
		Unternberg, Mooshamer Moor	Streuwiese	e
		Laufen, Thannberg	Ansaatwiese	i
			Saumgesellschaft	
		Riedingtal	Almweide	
			Bergmahd	
		Weißbach, Hintertal	Bergmähwiese einmähdig	e
Bombus sichelii	G	Unternberg, Mooshamer Moor	Dreischnittwiese	i
		Zederhaus, Schieferbauer	Weide	e
			Bergmähwiese einmähdig	e
			Ansaatwiese	i
		Riedingtal	Almweide	
			Bergmahd	
		St. Michael	Acker beikrautreich	
Bombus subterraneus	2	Laufen, Thannberg	Saumgesellschaft	
			Ansaatwiese	i
Bombus sylvarum	V	Laufen, Thannberg	Ansaatwiese	I
			Blühfläche	
		Unternberg, Mooshamer Moor	Streuwiese	e
		St. Michael	Acker beikrautreich	
		Freilassing, Eham	Acker beikrautreich	
Hoplitis loti	R	Riedingtal	Almweide	
Hylaeus annulatus	R	Zederhaus, Schieferbauer	-	
Lasioglossum alpigenum	R	Weißbach, Hintertal	Bergmähwiese einmähdig+Weide	e
			Bergmähwiese zweimähdig	e
Lasioglossum bavaricum	R	Zederhaus, Schieferbauer	-	
Lasiogloss. cupromicans	G	Zederhaus, Schieferbauer	-	
Lasiogloss. laevigatum	3	Weißbach, Hintertal	Weide	e
			Bergmähwiese einmähdig	e
			Bergmähwiese zweimähdig	e
			Bergmähwiese einmähdig+Weide	e
Lasioglossum parvulum	V	Zederhaus, Schieferbauer	Bergmähwiese einmähdig	e
Lasioglossum subfulvicorne	R	Riedingtal	Almweide	
		Weißbach, Hintertal	Bergmähwiese einmähdig	e
			Bergmähwiese zweimähdig	e
Megachile centuncularis	V	Weißbach, Hintertal	Bergmähwiese zweimähdig	e
Megachile ligniseca	2	Freilassing, Eham	Flachlandmähw. mäßig intensiv	e
Osmia leaiana	3	Weißbach, Hintertal	Bergmähwiese einmähdig+Weide	e
Osmia xanthomelana	2	Zederhaus, Schieferbauer	Bergmähwiese einmähdig	e
Sphecodes scabricollis	G	Freilassing, Eham	Flachlandmähwiese extensiv	e
			Flachlandmähw. mäßig intensiv	e
Trachusa byssina	3	St. Michael	Acker beikrautreich	
		Zederhaus, Schieferbauer	Bergmähwiese einmähdig	e
			Extensivweide	e

4.6. Arten, die besonders zur pädagogischen Vermittlung ökologischer Zusammenhänge geeignet sind

Maculinea arion - Der Quendel-Ameisenbläuling wurde in einer Weide beim Schieferbauern nachgewiesen. Die Art benötigt zur Fortpflanzung Thymianpflanzen und bestimmte Ameisenarten der Gattung *Myrmica,* die ihre Raupen dann ins Nest eintragen, wo sie sich von Ameisenbrut ernährt. Der adulte Falter benötigt Nektarpflanzen zum Saugen. Besonnte Weiden mit trockenwarmen kurzgrasigen Standorten, Thymianvorkommen und Störstellen stellen alle benötigten Lebensraumrequisiten in räumlicher Nähe zur Verfügung. Anhand dieser Art kann vor allem die Komplexität ökologischer Einnischung und die daraus folgende nötige räumliche Verzahnung von Lebensraumrequisiten dargestellt werden.

Lycaena helle - Der Blauschillernde Feuerfalter besiedelt im untersuchungsgebiet die Feuchtwiesen beim Mooshamer Moor. Er ist ein Eiszeitrelikt und benötigt kühl-feuchte Lebensräume mit großen beständen des Schlangenknöterichs, seiner einzigen Raupenfutter-pflanze in Mitteleuropa. Diese muss auch an für die Pflanzen suboptimalen Standorten, z.B. an Verzahnungsstellen mit umgebendem Wald wachsen, damit sie als Raupenfutterpflanze geeignet ist. An dieser Art können vor allem das boreo-alpine Verbreitungsmuster, die Gründe für die Futterpflanzenspezifität sowie die Rolle, die der Wachstumszustand von Futterpflanzen für die Raupen spielt, dargestellt werden.

Erebia claudina - Der Weißpunktierte Mohrenfalter ist eine Eiszeitreliktart, die nur im Grenzbereich von Salzburg, Kärnten und der Steiermark vorkommt. Sie wurde im Gebiet im Bereich des hinteren Riedingtales gefunden. Anhand dieser Art kann beispielhaft die Artbildung durch Isolierung während der Eiszeit vermittelt werden.

Trichius fasciatus - Der Pinselkäfer, der im Lungau an mehreren Stellen und in Freilassing-Eham nachgewiesen wurde, aber auch in Weißbach zu erwarten ist, ist ein Beispiel für den Lebenszyklus xylobionter und pollenfressender Käfer, die durch ihre Körperbehaarung durchaus größére Pollenmengen übertragen können.

Rhingia campestris - Die Gemeine Schnauzenschwebfliege ist in Weißbach sehr häufig. Mit Hilfe ihres sehr langen und in Ruhestellung in der Schnauze zusammengeklappten Rüssels kann sie an sehr langröhrigen Blüten Nektar saugen, die sonst nur langrüsseligen Bienen vorbehalten sind, wie z.B. an der Bach-Nelkenwurz *Geum rivale*. Die Corolla-Proboscis-Korrelation als ein wesentlicher Faktor der Nischenauftrennung unter Blütenbesuchern kann an dieser Art gezeigt werden

Cheilosia albitarsis und *Cheilosia ranunculi* - Die beiden sehr häufigen Schwebfliegen, die im Freiland kaum zu unterscheiden sind, sind typische und häufige Blütenbesucher an Hahnenfuß (*Ranunculus* spp.). Die Larven entwickeln sich ebenfalls in Hahnenfußpflanzen. Anhand dieser

Arten kann Stenanthie im Adultstadium und Stenophagie im Larvalstadium gezeigt werden. Die gleiche Art kann für eine Pflanze gleichzeitig durch Bestäubung nützlich und durch Larvenfraß schädlich sein. Außerdem eignen sich *Cheilosia albitarsis/ranunculi* und Hahnenfuß, um die wichtige Rolle von Fliegen für die Bestäubung einfach gebauter Blüten darzustellen.

Oligolektische Bienenarten:

Hoplitis loti - Die Hornklee-Mauerbiene wurde in Zederhaus gefunden und sammelt Pollen oligolektisch an Fabaceen.

Osmia xanthomelana - Die Hufeisenklee-Mauerbiene sammelt Pollen ebenfalls ausschließlich an Fabaceen und wurde ebenfalls in den Extensivwiesen beim Schieferbauern in Zederhaus gefunden.

Osmia leaiana – Die auf gelbe Cichoriaceen spezialisierte Zweihöckerige Mauerbiene wurde in Weißbach-Hintertal nachgewiesen.

Chelostoma campanularum - Die Glockenblumen-Scherenbiene sammelt nur Pollen von Glockenblumen und wurde in Weißbach-Hintertal gefunden.

Anthophora furcata - Die Wald-Pelzbiene sammelt Pollen ausschließlich von Lamiaceen und wurde in Freilassing-Eham und Weißbach gefunden.

Panurgus banksianus - Die Große Zottelbiene sammelt Pollen ausschließlich an gelben Cichoriaceen. Sie wurde in Zederhaus und Freilassing-Eham gefunden und kommt oft in großen Dichten vor. Die Tiere liegen dann auch ruhend in den Blüten und sind leicht zu beobachten.

Alle oligolektischen Bienenarten sammeln Pollen nur von einer bestimmten Pflanzenfamilie oder -gattung. Die Gründe für Oligolektie liegen in angeborenen Präferenzen für Farben und Düfte, aber auch darin, dass Pollen vieler Pflanzenarten giftig oder schwer verdaubar sein kann und sich bestimmte Bienenarten an die Nutzung solcher Pollenquellen angepasst haben.

Bombus ruderarius - Die Grashummel ist eine typische Offenlandart, die in allen Untersuchungsgebieten außer dem von Wald umsäumten Wiesen bei Freilassing-Eham vorkam. Die anspruchsvolle Art braucht naturnahe Wiesenflächen mit einem kontinuierlichen Blütenangebot von Tallagen bis über die Waldgrenze. Sie besiedelt mikroklimatische Gunstlagen, wo sie ihr überirdisches Nest unter Grasbülten anlegt (NEUMAYER & PAULUS 1999, WESTRICH 2018). In intensiver landwirtschaftlich genutzten Gebieten ist sie verschwunden.

Bombus subterraneus - Der mehrfache Fund der Grubenhummel in den Untersuchungsflächen bei Laufen ist überraschend. Es bleibt abzuwarten, ob sie übermehrere Jahre nachgewiesen

werden kann. Sollte das gelingen, wäre die Art ein hervorragendes Beispiel dafür, dass gesteigertes und diverses Blütenangebot seltenen Arten das Überleben ermöglicht, weil durch die höhere räumlich-zeitliche Heterogenität des Blütenangebots Konkurrenz gemindert wird und mehr Arten überleben können.

5. Literatur

AMIET, F.; MÜLLER, A. & PRAZ, C. (2017): Hymenoptera Apidae, 1. Teil. Allgemeiner Teil, Gattungsschlüssel, Die Gattungen *Apis, Bombus* und *Psithyrus*. – Fauna Helvetica Insecta Helvetica 29: 187pp.

AMIET, F.; NEUMEYER R. & MÜLLER, A. (1999): Apidae 2 · *Colletes, Dufourea, Hylaeus, Nomia, Nomioides, Rhophitoides, Rophites, Sphecodes, Systropha*. - Fauna Helvetica **4**: 219pp.

AMIET, F.; HERMANN, M.; MÜLLER, A. & NEUMEYER, R. (2001a): Apidae 3. *Halictus, Lasioglossum*. - Fauna Helvetica **6**: 208pp.

AMIET, F.; HERMANN, M.; MÜLLER, A. & NEUMEYER, R. (2001b): Apidae 4. *Anthidium, Chelostoma, Coelioxys, Dioxys, Heriades, Lithurgus, Megachile, Osmia, Stelis*. - Fauna Helvetica **9**: 274pp.

AMIET, F.; HERRMANN, M; MÜLLER, A. & NEUMEYER, R: (2007) Apidae 5 · *Ammobates, Ammobatoides, Anthophora, Biastes, Ceratina, Dasypoda, Epeoloides, Epeolus, Eucera, Macropis, Melecta, Melitta, Nomada, Pasites, Tetralonia, Thyreus, Xylocopa.* - Fauna Helvetica **20**: 356pp.

AMIET, F.; HERRMANN, M; MÜLLER, A & NEUMEYER, R.: (2010) Apidae 6 · *Andrena, Melitturga, Panurginus, Panurgus.* Fauna Helvetica **26**: 316pp.

AMIET, F & KREBS, A. (2012): Bienen Mitteleuropas. Bern 423pp.

BÄHRMANN, R. (2008): Bestimmung wirbelloser Tiere. Heidelberg, 5. Aufl., 376pp.

BALL, S. & MORRIS, R. (2015): Britain´s hoverflies. A field guide. Woodstock, 2. Aufl. 312pp.

BARTSCH, H., BINKIEWICZ, E., RÅDÉN, A. & NASIBOV, E. (2009a): Tvåvingar: Blomflugor: Diptera: Syrphidae: Syrphinae. Nationalnyckeln till Sveriges flora och fauna. Uppsala (Artdatabanken, SLU), 406 pp.

BARTSCH, H., BINKIEWICZ, E., KLINTBJER, A.; RÅDÉN, A. & NASIBOV, (2009b): Tvåvingar: Blomflugor: Diptera: Syrphidae: Eristalinae & Microdontinae. Nationalnyckeln till Sveriges flora och fauna. Uppsala (Artdatabanken, SLU), 478 pp.

BENSE, U. (1995): Bockkäfer: Illustrierter Schlüssel zu den Cerambyciden und Vesperiden Europas = Longhorn beetles. Weikersheim, 512pp.

BENSON, B., (1951): Hymenoptera 2. Symphyta . Handbooks for the Identification of British Insects. London, 49pp.

BIESMEIJER, J.C.; ROBERTS, S.P.M.; REEMER, M.; OHLEMÜLLER, R.; EDWARDS, M.; PEETERS, T.; SCHAFFERS, A.P.; POTTS, S.G.; KLEUKERS, R.; THOMAS, C.D.; SETTELE, J. & KUNIN, W.E. (2006): Parallel Declines in Pollinators and Insect-Pollinated Plants in Britain and the Netherlands. – Science 21 Jul 2006: 351-354.

BLÖSCH, M. (2012): Grabwespen. Illustrierter Katalog der einheimischen Arten. Hohenwarsleben 219pp.

BOGUSCH, P. & STRAKA, J. (2012): Review and identification of the cuckoo bees of central Europe (Hymenoptera: Halictidae: Sphecodes). – Zootaxa **3311**, 1-41.

CHAO, A. & CHIU, C. H. (2016): Species richness: estimation and comparison. - Wiley StatsRef: Statistics Reference Online. 1-26. http://chao.stat.nthu.edu.tw/wordpress/paper/119.pdf).

DATHE, H.H., SCHEUCHL, E.; OCKERMÜLLER, E. (2016): Illustrierte Bestimmungstabellen für die Gattung Hylaeus F. (Maskenbienen) in Deutschland, Österreich und der Schweiz Entomologica Austriaca Supplement 1, 51pp.

DOLLFUSS, H. (1991): Bestimmungsschlüssel der Grabwespen Nord- und Zentraleuropas (Hymenoptera, Sphecidae) mit speziellen Angaben zur Grabwespenfauna Österreichs. Stapfia **24**, 247pp.

EBMER, A. W (1969): Die Bienen des Genus *Halictus* im Großraum von Linz. Teil 1. - Naturkundl. Jb.d. Stadt Linz **19**: 133-183.

EBMER, A.W. (1970): Die Bienen des Genus *Halictus* im Großraum von Linz. Teil 2. - Naturkundl. Jb.d. Stadt Linz **20**: 19-64.

EBMER, A.W. (1971): Die Bienen des Genus *Halictus* im Großraum von Linz. Teil 3. - Naturkundl. Jb.d. Stadt Linz **21**: 63-156.

EBMER, A.W. (1973): Die Bienen des Genus *Halictus* Latr. s.l. im Großraum von Linz. Nachtrag und zweiter Anhang. - Naturkundl.Jb.d.Stadt Linz **23**: 123-158..

ELLENBERG, H. (1996): Vegetation Mitteleuropas mit den Alpen. – Stuttgart, 5. Aufl. 1095pp.

FISCHER, M.A.; OSWALD, K.; ADLER, W. (2008): Exkursionsflora für Österreich. Liechtenstein und Südtirol. Biologiezentrum der Oberösterreichischen Landesmuseen. 1392pp.

GOKCEZADE, J.; GEREBEN-KRENN, B.A.; NEUMAYER, J & KRENN, H, (2015): Feldbestimmungsschlüssel für die Hummeln Österreichs, Deutschlands und der Schweiz, 2. Aufl. – Linzer Biologische Beiträge 47/1: 5-42.

GUSENLEITNER, F.; SCHWARZ, M. & MAZZUCCO, K. (2012): Apidae (Insecta: Hymenoptera), in: SCHUSTER R. (ed.): Checklisten der Fauna Osterreichs, No. **6,** 10-129.

HALLMANN CA, SORG M, JONGEJANS E, SIEPEL H, HOFLAND N, SCHWAN H, et al. (2017) More than 75 percent decline over 27 years in total flying insect biomass in protected areas. PLoS ONE 12(10): e0185809. https://doi.org/10.1371/journal.pone.0185809.

HERBERTSSON, L.; LINDSTRÖM, S.A.M; RUNDLÖF, M., BOMMARCO, M. & SMITH, H.G. (2016): Competition between managed honeybees and wild bumblebees depends on landscape context. -Basic and Applied Ecology **17**/7: 609-616.

KORMANN, K. (2001): Schwebfliegen und Blasenkopffliegen Mitteleuropas. Fauna Naturführer Nottuln 270pp.

KNUTH, P. (1898-1904): Handbuch der Blütenbiologie. Leipzig, 715 pp.

KUGLER, H. (1970): Blütenökologie. Jena, 345pp.

LANGENBERGER, M.W., DAVIS, A.R. (2002): Temporal changes in floral nectar production, reabsorption, and composition associated with dichogamy in annual caraway (*Carum carvi*; Apiaceae). – American Journal of Botany **89**/10: 1588-1598.

MAUSS, V. (1987): Bestimmungsschlüssel für Hummeln. - Deutscher Jugendbund für Naturbeobachtung. 2. Auflage: 50pp.

MÜLLER, H. (1881): Alpenblumen, ihre Befruchtung durch Insekten und ihre Anpassungen an dieselben. Leipzig 612 pp. NEUMAYER, J. (2015): Struktur des Blüten-Besuchernetzwerks alpiner Rasengesellschaften. – Unveröff. Projektbericht im Auftrag des Glockner-Ökofonds, 55pp.

NEUMAYER, J. & PAULUS, H.F. (1999): Ökologie alpiner Hummelgemeinschaften: Blütenbesuch, Ressourcenaufteilung und Energiehaushalt. Untersuchungen in den Ostalpen Österreichs. Stapfia **67**: 246+LXXXVpp.

NEUMAYER, J.; WALLNER, W. & DÖTTERL, S. (2017): Nachweise neuer und wenig bekannter Bienenarten in Salzburg - Mitteilungen aus dem Haus der Natur Salzburg **24**: 5 - 11.

SCHEUCHL, E. (1995): Illustrierte Bestimmungsschlüssel der Wildbienen Deutschlands und Österreichs. Band I: Anthophoridae. Velden, 158 pp.

SCHEUCHL, E. (2006): Illustrierte Bestimmungsschlüssel der Wildbienen Deutschlands und Österreichs. Band II: Megachilidae - Melittidae. 2. Auflage. Velden, 192 pp.

SCHEUCHL, E. & WILLMER, W. (2016): Taschenlexikon der Wildbienen Mitteleuropas. Wiebelsheim, 917pp.

SCHMID-EGGER, C. (2002): Schlüssel für die deutschen Arten der solitären Faltenwespen (Hymenoptera: Vespidae: Eumeninae). 2. Aufl. http://bembix.de/publicationen_pdf/Schmid-Egger%202002%20Eumenidae%20Deutschland.pdf.

SCHMID-EGGER, C. & SCHEUCHL, E. (1997): Illustrierte Bestimmungsschlüssel der Wildbienen Deutschlands und Österreichs. Band III: Andrenidae. Velden, 180 pp.

SCHMID-EGGER, C.; VAN ACHTERBERG, K.; NEUMEYER, R.; MORINIÈRE, J. & SCHMIDT, S. (2017): Revision of the West Palaearctic *Polistes* Latreille, with the descriptions of two species – an integrative approach using morphology and DNA barcodes (Hymenoptera, Vespidae). –ZooKeys 713: 53-112.

STETTMER, C.; BRÄU, M.; GROS, P. & WANNINGER, O. (2007): Die Tagfalter Bayerns und Österreichs. Bayer. Akademie für Naturschutzund Landschaftspflege, 2. Aufl., 248pp. STRAKA, J. & BOGUSCH, P. (2011): Contribution to the taxonomy of the *Hylaeus gibbus* species group in Europe (Hymenoptera, Apoidea and Colletidae). - Zootaxa **2932**: 51-67.

VAN VEEN, M.P. (2010): Hoverflies of Northwest Europe. Zejst, The Netherlands, 2. Aufl., 247pp.

WESTRICH, P.; FROMMER, U.; MANDERY, K.; RIEMANN, H.; RUHNKE, H.; SAURE, C. & VOITH, J. (2011): Rote Liste und Gesamtartenliste der Bienen (Hymenoptera, Apidae) Deutschlands. – in: BINOT-HAFKE, M.; BALZER, S.; BECKER, N.; GRUTTKE, H.; HAUPT, H.; HOFBAUER, N.; LUDWIG, G.; MATZKE-HAJEK, G. & STRAUCH, M. (Red.): Rote Liste gefährdeter Tiere, Pflanzen und Pilze Deutschlands. Band 3: Wirbellose Tiere (Teil 1). – Münster (Landwirtschaftsverlag). – Naturschutz und Biologische Vielfalt 70 (3): 373-416.

WESTRICH, P.- (2018): Die Wildbienen Deutschlands. Stuttgart, 821pp.

WIESBAUER, H. (2017): Wilde Bienen – Biologie - Lebensraumdynamik am Beispiel Österreichs – Artenproträts. Stuttgart 376pp.

WISNIOWSKI, B. (2009): Spider-hunting wasps (Hymenoptera: Pompilidae) of Poland. Diversity, identification, distribution. Ojcow National Park, Ojcow 432pp. WITT, R.; (2009): Wespen. Oldenburg, 2. Aufl., 399pp.

ZURBUCHEN, A. & MÜLLER, A. : (2012) Wildbienenschutz – von der Wissenschaft zur Praxis. Bern, 162pp.

6. Dank

Ich bedanke mich bei DI Günter Jaritz, Naturschutzabteilung des Landes Salzburg, für die Beauftragung der Studie, für Diskussion und Erfahrungsaustausch.

Ich bedanke mich bei den Schutzgebietsbetreuern/innen Frau Mag. Barbara Rems-Hildebrandt, Dr. Markus Höper, Clara Leutgeb MMSc, Andreas Scharl MSc , und Dr. Markus Höper für die Hilfen bei der Flächenauswahl, die Vorortbegehungen und sie sachkundige Unterstützung.

Ich bedanke mich bei Mag. Denise Ivenz und Helge Heimburg BSc. für die Bestimmung schwieriger Syrphidae, bei Adrian Wolfgang MSc für die Bestimmung der Muscidae, Calliphoridae und Tachinidae sowie bei Mag. Dr. Patrick Gros für die Hilfen bei der Bestimmung einiger Schmetterlinge.

Anhang 1 Untersuchungsflächen

Nr	Staat	Gemeinde	Flur	Code	Beschreibung	Biotoptyp	Biotoptyp detailliert	mNN	Höhenkl.	Koordinaten
3	D	Freilassing	Eham	F 2017 1	Flachlandmähwiese extensiv	Zweischnittwiese	Flachlandmähwiese, extensiv	409	400-500	47°51´40“ 12°59´16“
4	D	Freilassing	Eham	F 2017 2	Flachlandmähwiese mäßig int.	Zweischnittwiese	Flachlandmähwiese, mäßig int.	409	400-500	47°51´40“ 12°59´16“
1	D	Freilassing	Eham	F 2017 4	Gerstenacker, intensiv	Acker	Acker, beikrautarm	409	400-500	47°51´30“ 12°59´00“
2	D	Freilassing	Eham	F 2017 3	Haferacker, extensiv	Acker	Acker, beikrautreich	414	400-500	47°51´36“ 12°58´47“
7	D	Laufen	Thannberg	L 2018 5	Ackerrain	Saumgesellschaft	Saumgesellschaft	447	400-500	47°54´33“ 12°55´46“
9	D	Laufen	Thannberg	L 2018 4	Ansaatwiese ≥3. Jahr	Ansaatwiese	Ansaatwiese, weißkleedominiert	445	400-500	47°54´23“ 12°55´48“
10	D	Laufen	Thannberg	L 2018 2	Ansaatwiese ≥3. Jahr	Ansaatwiese	Ansaatwiese, weißkleedominiert	444	400-500	47°54´32“ 12°55´41“
11	D	Laufen	Thannberg	L 2018 10	Ansaatwiese ≥3. Jahr	Ansaatwiese	Ansaatwiese, weißkleedominiert	444	400-500	47°54´32“ 12°55´37“
13	D	Laufen	Thannberg	L 2017 3	Blühfläche ≥3. Jahr	Blühfläche	Blühfläche	451	400-500	47°54´46“ 12°55´19“
14	D	Laufen	Thannberg	L 2018 6	Feldgehölz	Saumgesellschaft	Saumgesellschaft	450	400-500	47°54´37“ 12°55´39“
17	D	Laufen	Thannberg	L 2018 7	Fettwiese, sehr intensiv	Vielschnittwiese	Vielschnittwiese	451	400-500	47°54´45“ 12°55´22“
8	D	Laufen	Thannberg	L 2017 2	Kleegras 1. Jahr (= L 2018 9)	Ansaatwiese	Ansaatwiese	448	400-500	47°54´40“ 12°55´21“
12	D	Laufen	Thannberg	L 2018 9	Kleegras 2. Jahr (=L 2017 2)	Ansaatwiese	Ansaatwiese, weißkleedominiert	448	400-500	47°54´40“ 12°55´21“
15	D	Laufen	Thannberg	L 2017 4	Maisacker	Acker	Acker, beikrautarm	446	400-500	47°54´41“ 12°55´24“
16	D	Laufen	Thannberg	L 2018 3	Maisacker	Acker	Acker, beikrautarm	444	400-500	47°54´25“ 12°55´46“
18	D	Laufen	Thannberg	L 2018 1	Waldrand	Saumgesellschaft	Saumgesellschaft	453	400-500	47°54´13“ 12°55´42“
6	D	Laufen	Thannberg	L 2017 1	Winterroggenacker, extensiv	Acker	Acker, beikrautreich	454	400-500	47°54´49“ 12°55´17“
5	D	Laufen	Thannberg	L 2018 1	Winterroggenacker, intensiv	Acker	Acker, beikrautarm	449	400-500	47°54´41“ 12°55´24“
19	A	St. Michael	St. Martin	S 2017 1	Dinkelfeld, extensiv	Acker	Acker, beikrautreich	1047	1000-1100	47°05´47“ 13°38´41“
21	A	St. Michael	St. Martin	S 2017 3	Fettwiese, apiaceendominiert	Dreischnittwiese	Dreischnittwiese, montan	1047	1000-1100	47°05´49“ 13°38´59“
20	A	St. Michael	St. Martin	S 2017 2	Gerstenfeld, intensiv	Acker	Acker, beikrautreich	1047	1000-1100	47°05´48“ 13°39´09“
22	A	Unternberg	Moosham	U 2017 2	Feuchtwiese auf Moorboden	Dreischnittwiese	Dreischnittwiese, montan	1030	1000-1100	47°06´09“ 43°43´3“
23	A	Unternberg	Moosham	U 2017 1	Feuchtwiese, extensiv	Einschnittwiese	Streuwiese	1030	1000-1100	47°06´12“ 13°43´01“
28	A	Weißbach	Hintertal	H 2017 6	Einmähdige Wiese E Hintertal	Wiese + Weide	Bergmähwiese einmähdig+Weide	1070	1000-1100	47°32´35“ 12°47´33“
29	A	Weißbach	Hintertal	H 2017 3	Einmähdige Wiese Hintertal	Wiese + Weide	Bergmähwiese einmähdig+Weide	1080	1000-1100	47°32´33“ 12°47´16“
24	A	Weißbach	Hintertal	H 2017 4	Einmähdige Wiese NW Hintertal	Einschnittwiese	Bergmähwiese einmähdig	1084	1000-1100	47°32´32“ 12°47´12“

Nr	Staat	Gemeinde	Flur	Code	Beschreibung	Biotoptyp	Biotoptyp detailliert	mNN	Höhenkl.	Koordinaten
25	A	Weißbach	Hintertal	H 2017 5	Fettwiese E Hintertal	Zweischnittwiese	Bergmähwiese zweimähdig	1055	1000-1100	47°32´33“ 12°47´31“
26	A	Weißbach	Hintertal	H 2017 1	Fettwiese W Hintertal	Zweischnittwiese	Bergmähwiese zweimähdig	1020	1000-1100	47°32´26“ 12°47´16“
27	A	Weißbach	Hintertal	H 2017 2	Weide, Waldrand	Extensivweide	Extensivweide	1070	1000-1100	47°32´33“ 12°47´18“
32	A	Zederhaus	Riedingtal	R 2017 1	Almanger Königalm	Bergmahd	Bergmahd	1715	1700-1800	47°10´24“ 13°21´06“
33	A	Zederhaus	Riedingtal	R 2017 3	Almanger Waschbergalm	Bergmahd	Bergmahd	1715	1700-1800	47°10´13“ 13°21´06“
30	A	Zederhaus	Riedingtal	R 2017 2	Almweide Königalm	Almweide	Almweide	1710	1700-1800	47°10´24“ 13°21´07“
31	A	Zederhaus	Riedingtal	R 2017 4	Almweide Zauneralm	Almweide	Almweide	1710	1700-1800	47°10´13“ 13°21´01“
34	A	Zederhaus	Schieferbauer	Z 2017 2	Einmähdige Bergmähwiese	Einschnittwiese	Bergmähwiese einmähdig	1275	1250-1350	47°09´42“ 13°29´30“
35	A	Zederhaus	Schieferbauer	Z 2017 4	Fettwiese, weißkleedominiert	Ansaatwiese	Ansaatwiese	1245	1250-1350	47°09´40“ 13°29´35“
36	A	Zederhaus	Schieferbauer	Z 2017 3	Weide N Anger	Extensivweide	Extensivweide	1310	1250-1350	47°09´40“ 13°29´55“
37	A	Zederhaus	Schieferbauer	Z 2017 1	Weide N Schieferbauer	Wiese + Weide	Bergmähwiese einmähdig+Weide	1286	1250-1350	47°09´42“13°29´35“

Anhang 2 Blütenbesuchende Tierarten auf den Transekten

Coleoptera

Alosterna tabacicolor (De Geer 1775)	10
Anastrangalia cf. *reyi* (Heyden 1889)	5
Anastrangalia sanguinolenta (Linnaeus 1761)	3
Anthaxia sp.	1
Buprestidae sp. 1	3
Buprestidae sp. 2	1
Cantharis rustica Fallén 1807	5
Cassidinae sp. 1	1
Chrysanthia viridissima (Linnaeus 1758)	1
Coccinella septempunctata Linnaeus 1758	1
Corymbia maculicornis (De Geer 1775)	2
Corymbia rubra (Linnaeus 1758)	3
Dinoptera collaris (Linnaeus 1758)	3
Gaurotes virginea (Linnaeus 1758)	3
Hoplia argentea (Poda 1761)	1
Malachius bipustulatus (Linnaeus 1758)	6
Pachytodes cerambyciformis (Schrank 1781)	1
Phyllopertha horticola (Linnaeus 1758)	15
Protaetia cuprea (Fabricius 1775)	2
Pyrochroa serraticornis (Scopoli 1761)	1
Rhagonycha fulva (Scopoli 1763)	81
	8
Stenurella melanura (Linnaeus 1758)	34
Strangalia attenuata (Linnaeus 1758)	11
Trichius fasciatus (Linnaeus 1758)	1
Trichodes apiarius (Linnaeus 1758)	2

Diptera - Conopidae

Conops quadrifasciatus De Geer 1776	2
Physocephala rufipes (Fabricius 1781)	3
Sicus ferrugineus (Linnaeus 1761)	2
Sicus sp.2	2
Thecophora fulvipes (Robineau-Desvoidy 1830)	1
Thecophora longirostris Lyneborg 1962	1
Zodion cinereum (Fabricius 1794)	1

Diptera - Syrphidae

Arctophila bombiformis (Fallén 1810)	1
Cheilosia albitarsis-Gruppe (Meigen 1822)	23
Cheilosia antiqua (Meigen 1822)	1
Cheilosia barbata Loew 1857	5
Cheilosia bergenstammi-Gruppe Becker 1894	3
Cheilosia canicularis (Panzer 1801)	22
Cheilosia fasciata Schiner & Egger 1853	1
Cheilosia fraterna (Meigen 1830)	1
Cheilosia himantopa (Panzer 1897)	4
Cheilosia impressa-Gruppe Loew 1840	4
Cheilosia lenis Becker 1894	2
Cheilosia longula (Zetterstedt 1838)	1
Cheilosia melanura Becker 1894	29
Cheilosia pagana (Meigen 1822)	5
Cheilosia pedemontana Rondani 1857	1
Cheilosia personata Loew 1857	5
Cheilosia scutellata (Fallén 1817)	1
Cheilosia vernalis Gruppe (Fallén 1817)	7
Chrysotoxum bicinctum (Linnaeus 1758)	4
Chrysotoxum cautum (Harris 1776)	2
Chrysotoxum fasciatum (Müller 1764)	1
Chrysotoxum verrallii Collin 1940	1
Dasysyrphus pinastri (De Geer 1776)	2
Epistrophe grossulariae (Meigen 1822)	1
Epistrophe nitidicollis (Meigen 1822)	1
Episyrphus balteatus (De Geer 1776)	124
Eristalinus aeneus (Scopoli 1793)	7
Eristalinus sepulchralis (Linnaeus 1758)	1
Eristalis arbustorum (Linnaeus 1758)	19
Eristalis horticola (De Geer 1776)	1
Eristalis jugorum Egger 1858	1
Eristalis nemorum (Linnaeus 1758)	7
Eristalis rupium Fabricius 1805	26
Eristalis similis (Fallén 1817)	4
Eristalis tenax (Linnaeus 1758)	322
Eupeodes corollae (Fabricius 1794)	34
Eupeodes latifasciatus (Macquart 1829)	1
Helophilus pendulus (Linnaeus 1758)	2
Helophilus trivittatus (Fabricius 1805)	5
Lapposyrphus lapponicus (Zetterstedt 1838)	7
Leucozona lucorum (Linnaeus 1758)	4
Melangyna compositarum (Verrall 1873)	2
Melanogaster nuda (Macquart 1829)	44
Melanostoma mellinum (Linnaeus 1758)	16
Melanostoma scalare (Fabricius 1794)	4
Merodon cinereus (Rottemburg 1775)	1
Merodon constans (Rossi 1794)	1
Merodon ruficornis Meigen 1822	1

Myathropa florea (LINNAEUS 1758)	120
Neoascia annexa (MÜLLER 1776)	1
Orthonevra tristis (LOEW 1871)	5
Paragus constrictus SIMIC 1986	1
Parasyrphus annulatus (ZETTERSTEDT 1838)	3
Parasyrphus vittiger (ZETTERSTEDT 1843)	3
Pipiza noctiluca (LINNAEUS 1758)	1
Pipizella viduata (LINNAEUS 1758)	9
Pipizella sp.	6
Platycheirus albimanus (FABRICIUS 1781)	9
Rhingia campestris MEIGEN 1822	39
Rhingia rostrata (LINNAEUS 1758)	1
Scaeva pyrastri (LINNAEUS 1758)	5
Spazigaster ambulans (FABRICIUS 1798)	2
Sphaerophoria interrupta (FABRICIUS 1805)	13
Sphaerophoria scripta (LINNAEUS 1758)	100
Sphaerophoria taeniata (MEIGEN 1822)	3
Syritta pipiens (LINNAEUS 1758)	17
Syrphus ribesii (LINNAEUS 1758)	11
Syrphus torvus OSTEN-SACKEN 1875	17
Syrphus vitripennis MEIGEN 1822	4
Temnostoma vespiforme (LINNAEUS 1758)	1
Volucella bombylans (LINNAEUS 1758)	13
Volucella pellucens (LINNAEUS 1758)	2
Xanthogramma pedissequum (HARRIS 1780)	2
Xylota jakutorum BHAGATSHANOVA 1980	1
Xylota segnis (LINNAEUS 1758)	1

Diptera Calliphoridae

Pollenia viatica ROBINEAU-DESVOIDY 1830	1
Pollenia labialis (ROBINEAU-DESVOIDY 1863)	10
Bellardia pandia (WALKER 1849)	3
Bellardia vulgaris (ROBINEAU-DESVOIDY 1830)	1
Cynomyia mortuorum (LINNAEUS 1761)	1
Lucilia caesar (MEIGEN 1826)	1
Lucilia sericata (MEIGEN 1826)	1
Lucilia silvarum (MEIGEN 1826)	4
Bellardia sp. 1	1
Pollenia vagabunda (MEIGEN 1826)	1
Pollenia pediculata MACQUART 1834	10
Bellardia pandia (WALKER 1849) cf.	1
Bellardia vulgaris (ROBINEAU-DESVOIDY 1830) cf.	1
Melinda gentilis ROBINEAU-DESVOIDY 1830	1
Pollenia rudis (FABRICIUS 1794)	6

Diptera Muscidae

Thricops nigritellus ZETTERSTEDT	3
Thricops sudeticus (SCHNABL 1888)	2
Thricops separ (ZETTERSTEDT 1845)	1
Spilogona alpica (ZETTERSTEDT 1845)	1
Thricops semicinereus (WIEDEMANN 1817)	2
Musca autumnalis DE GEER 1776	4
Drymeia alpicola (RONDANI 1871)	1
Helina quadrinotata cf. (MEIGEN 1826)	1
Helina fulvisquama (ZETTERSTEDT 1845)	1
Helina lasiophthalma (MACQUART 1835)	2
Helina luteisquama (ZETTERSTEDT 1845)	2
Hydrotaea diabolus (HARRIS 1780)	1
Thricops cunctans (MEIGEN 1826)	2
Morellia podagrica (LOEW 1857)	1
Thricops nigrifrons (ROBINEAU-DESVOIDY 1830)	3
Musca domestica (LINNAEUS 1758)	1
Neomyia viridescens (ROBINEAU-DESVOIDY 1830)	1
Pyrellia vivida ROBINEAU-DESVOIDY 1830	1
Phaonia meigeni PONTZ 1986	3
Thricops aculeipes (ZETTERSTEDT	2
Thricops innocuous (ZETTERSTEDT 1838)	1
Thricops longipes (ZETTERSTEDT	8
Hydrotaea militaris LOEW 1873	2
Neomyia cornicina (FABRICIUS	2
Thricops furcatus (STEIN 1916)	1
Drymeia cinerea (MEIGEN 1826)	3
Drymeia hamata (FALLÉN 1823)	11
Drymeia vicana (HARRIS 1780)	13
Drymeia tetra (MEIGEN 1826)	2

Diptera Tachinidae

Bithia spreta (MEIGEN 1824)	1
Siphona flavifrons STAEGER 1849	1
Phorocera assimilis (FALLÉN 1810)	1
Gymnosoma nudifrons HERTING	1
Buquetia Musca ROBINEAU-DESVOIDY 1847	1

Hymenoptera – Apidae

Andrena bicolor (FABRICIUS 1775)	3
Andrena carantonica PÉREZ 1902	7
Andrena chrysosceles (KIRBY 1802)	1
Andrena cineraria (LINNAEUS 1758)	1
Andrena congruens SCHMIEDEKNECHT 1883	1
Andrena flavipes PANZER 1798	1
Andrena fucata SMITH 1847	1
Andrena fulvata STÖCKHERT 1930	2
Andrena gravida IMHOFF 1832	1
Andrena haemorrhoa (FABRICIUS 1781)	9
Andrena hattorfiana (FABRICIUS 1775)	1
Andrena helvola (LINNAEUS 1758)	1
Andrena intermedia THOMSON 1870	1
Andrena lathyri ALFKEN 1899	1
Andrena minutula (KIRBY 1802)	6
Andrena nitida (MÜLLER 1776)	1
Andrena ovatula (KIRBY 1802)	1
Andrena rosae PANZER 1801	1
Andrena subopaca NYLANDER 1848	8
Anthophora furcata (PANZER 1798)	2
Anthophora plumipes (PALLAS 1772)	2
Apis mellifera (LINNAEUS 1758)	2742
Bombus argillaceus (SCOPOLI 1763)	9
Bombus barbutellus (KIRBY 1802)	2
Bombus bohemicus SEIDL 1838	1
Bombus campestris (PANZER 1801)	2
Bombus cryptarum (FABRICIUS 1775)	12
Bombus gerstaeckeri MORAWITZ 1882	1
Bombus hortorum (LINNAEUS 1761)	76
Bombus humilis ILLIGER 1806	62
Bombus hypnorum (LINNAEUS 1758)	4
Bombus lapidarius (LINNAEUS 1758)	**50**
Bombus lucorum (LINNAEUS 1761)	62
Bombus mucidus GERSTAECKER 1869	1
Bombus pascuorum (SCOPOLI 1763)	179
Bombus pratorum (LINNAEUS 1761)	28
Bombus pyrenaeus PÉREZ 1879	4
Bombus quadricolor (LEPELETIER 1832)	4
Bombus ruderarius (MÜLLER 1776)	46
Bombus rupestris (FABRICIUS 1793)	1
Bombus sichelii RADOSZKOWSKI 1860	47
Bombus soroeensis (FABRICIUS 1776)	18
Bombus subterraneus (LINNAEUS 1758)	2
Bombus sylvarum (LINNAEUS 1761)	32
Bombus sylvestris (LEPELETIER 1832)	2
Bombus terrestris (LINNAEUS 1761)	73
Bombus wurflenii (GEOFFROY 1785)	53
Ceratina cyanea (KIRBY 1802)	2
Chelostoma campanularum (KIRBY 1802)	1
Chelostoma florisomne (LINNAEUS 1758)	4
Chelostoma rapunculi (LEPELETIER 1841)	2
Coelioxys elongata LEPELETIER 1841	1
Colletes cunicularius (LINNAEUS 1761)	1
Doufurea sp.	1
Halictus confusus SMITH 1853	3
Halictus maculatus SMITH 1848	2
Halictus rubicundus (CHRIST 1791)	6
Halictus scabiosae (ROSSI 1790)	34
Halictus subauratus (ROSSI 1792)	69
Halictus tumulorum (LINNAEUS 1758)	34
Heriades truncorum (LINNAEUS 1758)	9
Hoplitis loti (MORAWITZ 1867)	1
Hylaeus annulatus (LINNAEUS 1758)	2
Hylaeus communis NYLANDER 1852	4
Hylaeus confusus NYLANDER 1852	1
Hylaeus gredleri FÖRSTER 1871	1
Hylaeus nigritus (FABRICIUS 1798)	3
Hylaeus sinuatus (SCHENCK 1853)	2
Lasioglossum albipes (FABRICIUS 1781)	28
Lasioglossum alpigenum (DALLA TORRE 1877)	2
Lasioglossum bavaricum (BLÜTHGEN 1930)	1
Lasioglossum calceatum (SCOPOLI 1763)	87
Lasioglossum cupromicans (PÉREZ 1903)	1
Lasioglossum fratellum (PÉREZ 1903)	3
Lasioglossum fulvicorne (KIRBY 1802)	28
Lasioglossum laevigatum (KIRBY 1802)	29
Lasioglossum leucopus (KIRBY 1802)	3
Lasioglossum leucozonium (SCHRANK 1781)	18
Lasioglossum morio (FABRICIUS 1793)	6
Lasioglossum nitidulum (FABRICIUS 1804)	2
Lasioglossum parvulum (SCHENCK 1853)	1
Lasioglossum pauxillum (SCHENCK 1853)	8
Lasioglossum rufitarse (ZETTERSTEDT 1838)	1
Lasioglossum subfulvicorne (BLÜTHGEN 1934)	4
Lasioglossum villosulum (KIRBY 1802)	21
Lasioglossum zonulum (SMITH 1848)	16

Megachile centuncularis (LINNAEUS 1758)	1
Megachile ligniseca (KIRBY 1802)	1
Megachile versicolor SMITH 1844	2
Megachile willughbiella (KIRBY 1802)	1
Nomada fabriciana (LINNAEUS 1767)	1
Nomada goodeniana (KIRBY 1802)	2
Nomada marshamella (KIRBY 1802)	2
Osmia bicornis (LINNAEUS 1758)	1
Osmia leaiana (KIRBY 1802)	1
Osmia xanthomelana (KIRBY 1802)	1
Panurginus montanus GIRAUD 1861	3
Panurgus banksianus (KIRBY 1802)	2
Panurgus calcaratus (SCOPOLI 1763)	1
Sphecodes crassus THOMSON 1870	1
Sphecodes ephippius (LINNAEUS 1767)	1
Sphecodes hyalinatus HAGENS 1882	1
Sphecodes monilicornis (KIRGY 1802)	2
Sphecodes niger HAGENS 1874	1
Sphecodes scabricollis WESMAEL 1865	4
Trachusa byssina (PANZER 1804)	4

Hymenoptera – Apocrita ohne Bienen

Ammophila sabulosa (LINNAEUS 1758)	1
Ancistrocerus parietum (LINNAEUS 1758)	1
Anoplius nigerrimus (SCOPOLI 1763)	1
Cerceris rybyensis (LINNAEUS 1771)	5
Crabro peltatus FABRICIUS 1793	1
Dolichovespula saxonica (FABRICIUS 1793)	2
Dolichovespula sylvestris (SCOPOLI 1763)	7
Ectemnius cavifrons (THOMSON 1870)	3
Ectemnius confinis (WALKER 1871)	1
Ectemnius continuus (FABRICIUS 1804)	1
Ectemnius dives (LEPELETIER & BRULLÉ 1834)	1
Ectemnius lapidarius (PANZER 1804)	1
Mimumesa atratina (MORAWITZ 1891)	2
Mimumesa dahlbomi (WESMAEL 1852)	1
Mutilla europaea (LINNAEUS 1758)	1
Polistes albellus GIORDANI SOIKA 1976	18
Polistes biglumis (LINNAEUS 1758)	2
Polistes dominula (CHRIST 1791)	37
Symmorphus bifasciatus (LINNAEUS 1761)	1
Tiphia femorata (FABRICIUS 1775)	1
Trypoxylon minus DE BEAUMONT 1945	1
Vespula germanica (FABRICIUS 1793)	2
Vespula rufa (LINNAEUS 1758)	1
Vespula vulgaris (LINNAEUS 1758)	2

Hymenoptera - übrige

Abia sericea (LINNAEUS 1767)	**5**
Arge ustulata (LINNAEUS 1758)	1
Athalia rosae (LINNAEUS 1758)	267
Cephus pygmaeus (LINNAEUS)	2
Megalodontes cephalotes (FABRICIUS 1781)	1
Monoctenus juniperi (LINNAEUS 1758)	1
Selandria serva (FABRICIUS 1793)	14
Tenthredo amoena GRAVENHORST 1807	3
Tenthredo arcuata FORSTER 1771	25
Tenthredo koehleri KLUG 1817	1
Tenthredo korabica TAEGER 1985	1
Tenthredo moniliata KLUG 1817	1
Tenthredo olivacea KLUG 1814	1

Lepidoptera

Adscita geryon (HÜBNER 1813)	**1**
Adscita statices (LINNAEUS 1758)	2
Aphantopus hyperantus (LINNAEUS 1758)	7
Aporia crataegi (LINNAEUS 1758)	1
Araschnia levana (LINNAEUS 1758)	2
Argynnis paphia (LINNAEUS 1758)	1
Aricia eumedon (ESPER 1780)	1
Autographa gamma (LINNAEUS 1758)	9
Boloria eunomia (ESPER 1799)	102
Boloria selene (DENIS & SCHIFFERMÜLLER 1775)	1
Brenthis ino (ROTTENBURG 1775)	12
Carterocephalus palaemon (PALLAS 1771)	1
Catoptria sp.	2
Chiasmia clathrata (LINNAEUS 1758)	7
Coenonympha pamphilus (LINNAEUS 1758)	8
Colias crocea (FOURCROY 1785)	3
Colias hyale (LINNAEUS 1758)	9
Crocota niveata (SCOPOLI 1763)	2
Cupido minimus (FUESSLI 1775)	1
Erebia aethiops (ESPER 1777)	1
Erebia claudina (BORKHAUSEN 1789)	5
Erebia euryale (ESPER 1805)	11
Erebia pharte (HÜBNER 1804)	4
Erynnis tages (LINNAEUS 1758)	1
Euclidia glyphica (LINNAEUS 1758)	36
Gonepteryx rhamni (LINNAEUS 1758)	3

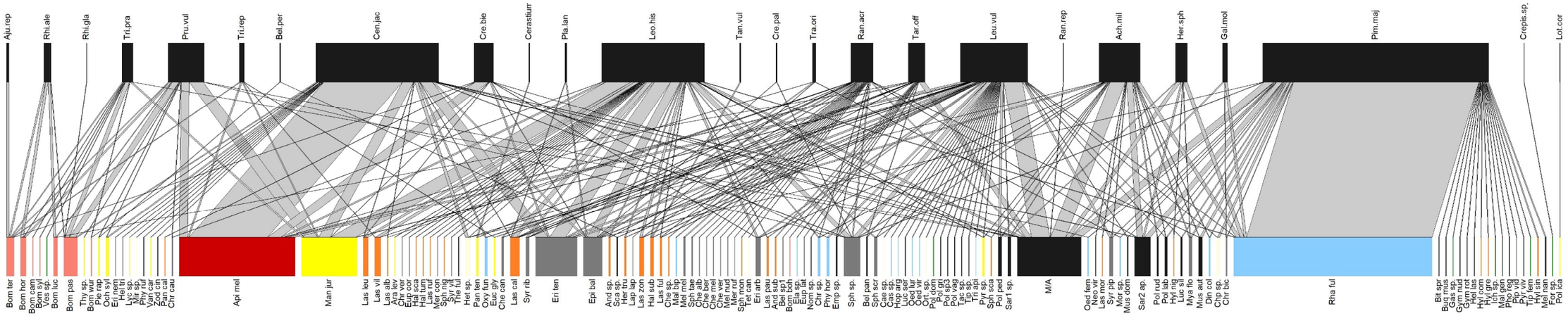
Hesperia comma (LINNAEUS 1758)	4
Inachis io (LINNAEUS 1758)	14
Leptidea sinapis/juvernica	1
Lycaena helle (DENIS & SCHIFFERMÜLLER 1775)	3
Lycaena tityrus (PODA 1761)	3
Lycaenidae sp. (Zipfelfalter)	2
Lysandra coridon (PODA 1761)	1
Maculinea arion (LINNAEUS 1758)	1
Maniola jurtina (LINNAEUS 1758)	103
Melitaea athalia (FABRICIUS 1794)	8
Micropteryx sp.	14
Ochlodes sylvanus (ESPER 1777)	14
Panemeria tenebrata (SCOPOLI 1763)	4
Papilio machaon (LINNAEUS 1758)	2
Pieris brassicae (LINNAEUS 1758)	14
Pieris bryoniae (HÜBNER 1806)	7
Pieris rapae (LINNAEUS 1758)	1
Pieris rapae (LINNAEUS 1758)	11
Polyommatus icarus (ROTTEMBURG 1775)	38
Polyommatus semiargus (ROTTEMBURG 1775)	4
Pyrausta purpuralis (LINNAEUS 1758)	12
Pyrgus malvae (LINNAEUS 1758)	6
Thymelicus lineola (OCHSENHEIMER 1808)	4
Vanessa atalanta (LINNAEUS 1758)	2
Vanessa cardui (LINNAEUS 1758)	1
Zygaena filipendulae (LINNAEUS 1758)	8
Zygaena purpuralis (BRÜNNICH 1763)	1
Zygaena viciae (DENIS & SCHIFFERMÜLLER 1775)	4

Anhang 3 Geschätzte Artenzahlen der einzelnen Blütenbesuchergruppen (Chao1-Index)

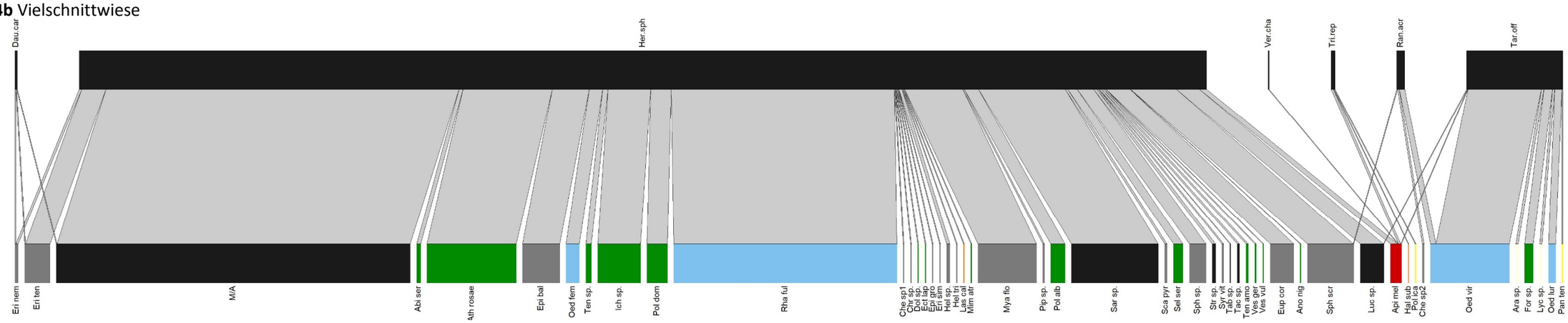
Blütenbesuchergruppe	**nachgewiesene Arten**	**Chao1**	**SE**	**95% u. P.**	**95%o.P.**
Käfer (Coleoptera)	24	34,66	10,26	26,18	76,12
Schmetterlinge (Lepidoptera)	54	70,04	11,02	58,74	108,25
Schwebfliegen (Syrphidae)	76	118,21	23,22	91,41	191,63
übrige Diptera	61	85,05	12,42	70,27	123,39
Bienen	106	149,0	17,68	125,105	198,748
Übrige Hymenopteren	39	79,24	24,59	52,34	16,036

Anhang 4 Blüten-Besucher-Netzwerke ausgewählter Wiesentypen.
Obere Reihe: Pflanzenarten. Die Dicke der Balken entspricht der Größe des Blütenangebotes. Untere Reihe: Blütenbesuchende Insekten: Die Dicke der Balken repräsentiert die Anzahl der Blütenbesuche.
Rot: Honigbiene, rosa: Hummeln, orange: andere Wildbienen, grün: weitere Hymenopteren, gelb: Schmetterlinge, grau: Schwebfliegen, schwarz: andere Fliegen, blau: Käfer. Pflanzen- und Insektenarten werden jeweils mit den drei ersten Buchstaben des Gattungs- und Artnamens bezeichnet.

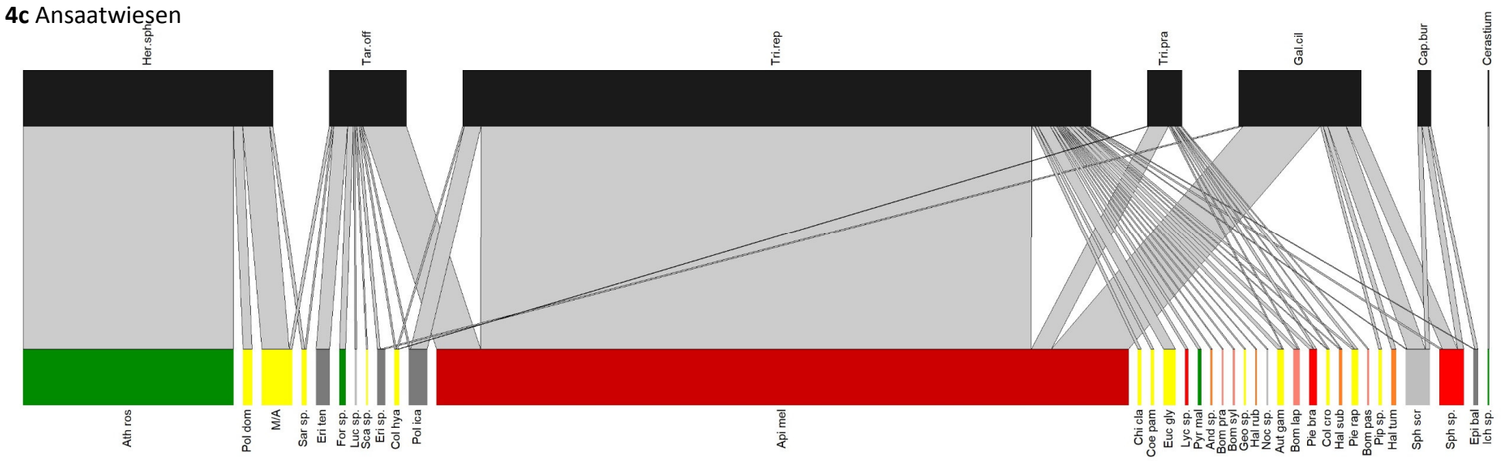
4a extensive Flachlandmähwiese



4b Vielschnittwiese



4c Ansaatwiesen



ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: Monografien Entomologie Hymenoptera

Jahr/Year: 2018

Band/Volume: 0256

Autor(en)/Author(s): Neumayer Johann [Hans]

Artikel/Article: NEUMAYER J. (2018): Blüten-Besucher-Gemeinschaften naturnaher und intensiv bewirtschafteter Wiesen im Biospharenpark Lungau, in der Biospharenregion Berchtesgadener Land und im Mitterpinzgau. – Projektbericht Im Auftrag der Naturschutzabteilung des Landes Salzburg 1-74