



Universität für Bodenkultur Wien
University of Natural Resources
and Life Sciences, Vienna

Masterarbeit

Wildbienen (Anthophila) auf (sub)- alpinen Flächen der Steiermark

verfasst von

Katharina POSPISIL, BSc

im Rahmen des Masterstudiums

Landschaftsplanung und Landschaftsarchitektur

Zur Erlangung des akademischen Grades

Diplom-Ingenieurin

Wien, Februar 2023

Betreut von:

Ao. Univ. Prof. Dr. Monika Kriechbaum

Universität für Bodenkultur Wien

Department für Integrative Biologie und Biodiversitätsforschung

Institut für Integrative Naturschutzforschung

Diese Arbeit wurde am
Institut für Integrative Naturschutzforschung
des
Department für Integrative Biologie und Biodiversitätsforschung
der
Universität für Bodenkultur Wien

unter der Betreuung von

Ao. Univ. Prof. Dr. Monika Kriechbaum
Institut für Integrative Naturschutzforschung
Department für Integrative Biologie und Biodiversitätsforschung

und der Mitbetreuung von

Dr. Bärbel Pachinger
Institut für Integrative Naturschutzforschung
Department für Integrative Biologie und Biodiversitätsforschung

und

Dr. Johann Neumayer

erstellt.

Matrikelnummer 01441160

Eidesstattliche Erklärung

Ich versichere an Eides statt, dass ich diese Masterarbeit selbständig verfasst und keine anderen als die angegebenen Quellen und Hilfsmittel verwendet habe. Alle Gedanken, die im Wortlaut oder in grundlegenden Inhalten aus unveröffentlichten Texten oder aus veröffentlichter Literatur übernommen wurden, sind ordnungsgemäß gekennzeichnet, zitiert und mit genauer Quellenangabe versehen.

Die vorliegende Arbeit wurde bisher weder ganz noch teilweise in gleicher oder ähnlicher Form an einer Bildungseinrichtung als Voraussetzung für den Erwerb eines akademischen Grades eingereicht. Sie entspricht vollumfänglich den Leitlinien der Wissenschaftlichen Integrität und den Richtlinien der Guten Wissenschaftlichen Praxis.

Ort, Datum

Vorname NACHNAME

“Bees today certainly need our help, but just as importantly, they need our curiosity.”

(Hanson 2019)

Danksagung

Ich danke für die viele Geduld und vor allem für die fachliche Unterstützung Dr. Johann Neumayer, Dr. Bärbel Pachinger und Dr. Monika Kriechbaum.

Ebenso gilt mein Dank Lisa Maria Wieser, die mit mir den Sommer verbracht hat und viele Hummeln und Schmetterlinge gefangen und bestimmt hat. Meine Wände zieren einige neue Gipfelbilder von uns Zweien.

Meiner Familie gilt ebenso ein großer Dank; von ihr wurde ich durchgehend bestärkt und auch finanziell unterstützt. Durch meinen Papa, Andreas Pospisil, habe ich außerdem die Liebe zu den Schmetterlingen und anderen Insekten entdeckt. Er stand mir immer mit guten Tipps zur Seite und bei unklaren Schmetterlingsbestimmungen war seine Erfahrung besonders wichtig.

Außerdem möchte ich mich bei allen meinen Freundinnen und Freunden an der Boku bedanken, von euch kam durchgehend Motivation und Freude! Wer weiß, wo es mich ohne euch hinverschlagen hätte.

Ein großer Dank gilt ebenso meinen engsten FreundInnen, die nichts mit Insekten am Hut haben. Ihr habt euch mit viel Freude und Interesse meine Erzählungen angehört und mich immer bestärkt, zu machen was mir Spaß macht. Danke, dass euch das Thema Hummeln und Schmetterlinge immer noch nicht nervt.

Inhaltsverzeichnis

Eidesstattliche Erklärung.....	III
Danksagung	V
Inhaltsverzeichnis.....	VI
Kurzfassung	VIII
Abstract	IX
1 Einleitung	1
2 Material und Methode	3
2.1 Gebietsübersicht und Auswahl.....	3
2.2 Wildbienenenerhebung.....	8
2.3 Blütenangebot und Standorttypen	10
2.4 Auswertung der Daten	13
3 Ergebnisse	14
3.1 Wildbienen auf subalpinen Flächen und ihre Höhenverbreitung	14
3.1.1 Abundanz nach Höhenverbreitung	14
3.1.2 Artenreichtum in den Untersuchungsgebieten.....	15
3.1.3 Artenreichtum in den Höhenstufen	16
3.1.4 Einfluss der Höhe auf die Hochgebirgsarten	18
3.2 Wildbienengemeinschaften der Standorttypen.....	19
3.2.1 Diversität und Abundanz in den unterschiedlichen Standorttypen	19
3.2.2 Einfluss des Untergrundgesteins auf die Hochgebirgsarten	20
3.3 Wildbienen und das Blütenangebot.....	21
3.3.1 Anzahl der Pflanzen- und Wildbienenarten in den Gebieten und Standorttypen	21
3.3.2 Hummelpräferenzen der Pflanzenfamilien beim Nektar- und Pollenbesuch	23
3.3.3 Einfluss der Anzahl blühender Pflanzen auf die Hochgebirgsarten	24
3.4 Einfluss von Offenlandflächen auf die Hochgebirgsarten	25
3.4.1 Flächengrößen	25
3.4.2 Entfernung von Gebirgszügen	28
4 Diskussion	29
4.1 Wildbienen auf subalpinen Flächen und ihre Höhenverbreitung	29
4.2 Wildbienengemeinschaften der Standorttypen und des Untergrundgesteins	30
4.3 Wildbienen und das Blütenangebot.....	31
4.4 Einfluss von Offenlandflächen auf die Hochgebirgsarten	32
4.4.1 Flächengrößen	32
4.4.2 Entfernung von Gebirgszügen	32

5	Schlussfolgerung	34
6	Abbildungsverzeichnis	35
7	Tabellenverzeichnis	37
8	Anhang	45

Kurzfassung

Vor allem Hochgebirgshummeln, welche vorwiegend an kältere Temperaturen angepasst sind, verlieren durch die Klimaerwärmung an Verbreitungsareal. Was sind wesentliche Faktoren für das generelle Vorkommen von Hochgebirgshummeln? Um eine Antwort zu finden, wurden im steirischen Alpenvorland in höheren Lagen über 1.400 m.ü.A. Almflächen und andere Offenlandflächen über der Baumgrenze kartiert. Mit Hilfe der Transektmethode wurde die Wildbienenfauna, die in diesen Höhenlagen hauptsächlich von Hummeln dominiert wird, in 19 Gebieten erhoben. Auf 54 Transekten konnten 35 Wildbienenarten mit insgesamt 1.183 Individuen dokumentiert werden. Die höchste Diversität konnte entlang von Forstwegen nachgewiesen werden. Am häufigsten waren Individuen aus dem *Bombus lucorum*-Komplex zu finden gefolgt von *B. soroeensis*.

Bei den nachgewiesenen Hochgebirgshummeln handelt es sich um *B. mesomelas*, *B. monticola*, *B. mucidus*, *B. sichelii* und *B. pyrenaicus*. Die Hochgebirgsarten der Hummeln wurden in Abhängigkeit von der Größe der Offenlandflächen und ihrer Entfernung zu größeren Gebirgszügen verglichen. Weitere Faktoren wie das Blütenangebot und die Geologie wurden in die Analyse einbezogen. Die Ergebnisse der Studie zeigen, dass das Vorhandensein von großen Offenlandflächen ein wesentlicher Faktor für das Vorkommen von Hochgebirgshummeln ist. Dagegen übt die Entfernung zu großen Gebirgszügen mit einem Bestand an Hochgebirgshummeln keinen signifikanten Einfluss aus. Große offene Flächen in höheren Lagen sind daher notwendig, um eine Basis für den weiteren Bestand von Hochgebirgshummeln zu sichern.

Abstract

As a consequence of climate change, high mountain bumblebees, which are adapted to colder temperatures, are continuously losing distribution area. Therefore, this thesis asks for the essential factors for the occurrence of high mountain bumblebees. In order to find an answer, alpine pastures and other open areas in the Styrian alpine foothills above 1.400 m were mapped. At those altitudes, the wild bee fauna is mainly dominated by bumblebees. Using the transect method, the wild bee fauna was surveyed in 19 areas. On 54 transects, 35 wild bee species with a total of 1183 individuals could be documented. The highest diversity was detected along forest roads. The study shows that the most common bumblebees in the area were individuals from the *Bombus lucorum*-complex, followed by *B. soroeensis*. The high mountain bumblebees were *B. mesomelas*, *B. monticola*, *B. mucidus*, *B. sichelii* and *B. pyrenaeus*. The high mountain species of bumblebees were compared as a function of the size of open land areas and their distance from major mountain ranges. Other factors such as the availability of flowers, and geology were included in the analysis. The findings of the study indicate that the existence of large open areas is a significant factor regarding the occurrence of high mountain bumblebees. In contrast, distance to large mountain ranges with populations of high elevation bumblebees does not exert a significant influence. The study comes to the conclusion that large open areas at higher altitudes are necessary to ensure continued populations of high mountain bumblebees.

1 Einleitung

Insekten verkörpern die größte und vielfältigste Gruppe innerhalb des Tierreichs (Betz 2014; Rabitsch et al. 2020). Abgesehen von ihrem taxonomischen Reichtum sind Insekten für zahlreiche unersetzbare Ökosystemleistungen besonders wichtig. So werden etwa 87,5% aller Blühpflanzenarten weltweit von Tieren bestäubt (Ollerton et al. 2011). Angeführt wird diese Liste von den Wildbienen, diese zählen ebenso wie die Honigbiene zu den wichtigsten Bestäubern in der paläarktischen Region (Goulson 2010; Garibaldi et al. 2011; Hagen und Aichhorn 2014; Nieto et al. 2014).

Mit ungefähr 700 Arten weist Österreich die höchste Wildbienen Vielfalt aller mitteleuropäischen Staaten auf (Wiesbauer 2020). Bereits seit den 1970ern und vermehrt in den letzten Jahren wurde ein stetiger Rückgang der Biomasse (Hallmann et al. 2017) und ebenso von Wildbienenarten dokumentiert (Goulson et al. 2005; Rasmont et al. 2015; Schwenninger und Scheuchl 2016; Fourcade et al. 2021). Die wesentlichen Gründe dafür sind die Intensivierung der Landnutzung (Goulson et al. 2005; Rasmont et al. 2015; Kerr et al. 2015; Schwenninger und Scheuchl 2016) mit den daraus resultierenden Biotopveränderungen (Potts et al. 2010), der Klimawandel (Goulson et al. 2005; Potts et al. 2010; Rasmont et al. 2015; Kerr et al. 2015; Fourcade et al. 2019; Marshall et al. 2020) und der stetige Stickstoffeintrag (Rasmont et al. 2015). Durch die Klimaerwärmung ist bereits eine Lebensraumverschiebung von Wildbienen in höhere und nördlichere Lagen, zu beobachten (Kerr et al. 2015; Marshall et al. 2020; Maihoff et al. 2022). Bei Gebirgsarten resultiert die Besiedlung thermisch akzeptabler Lebensräume jedoch in immer kleiner werdenden Flächen Richtung Gipfel (Biella et al. 2017). Massive Lebensraumveränderungen und Lebensraumverluste können Wildbienen in alpinen Regionen stark gefährden. Für einige hochalpine Hummelarten wurde bereits ein baldiges Aussterben im Alpenraum prognostiziert (Biella et al. 2017). Für Österreich ist bis heute keine Rote Liste mit möglichen Gefährdungshinweisen der Wildbienen vorhanden (Wiesbauer 2020). An einer Roten Liste für die Hummeln Österreichs wird jedoch derzeit gearbeitet (Neumayer, mdl.).

Wildbienen zeichnen sich durch ihre facettenreichen Lebensweisen und Entwicklungszyklen aus, dies betrifft unter anderem den Nestbau wie auch das Nistverhalten. Eine Solitärbiene legt Brutkammern an und versorgt ihre Brut ohne Mithilfe von Artgenossen (Westrich 2015). Hummeln und einige Furchenbienenarten verhalten sich in ihrer primitiv eusozialen Lebensweise anders als die meisten der restlichen Wildbienen. Fast immer starten die Hummelköniginnen mit dem Beginn der Vegetationsperiode das Sammeln von Nektar und Pollen und anschließend mit der Gründung eines neuen Hummelvolkes. Zu Beginn übernimmt die Hummelkönigin den Nestbau, legt die Eier ab und sammelt Nektar wie auch Pollen. Später übernehmen die inzwischen geschlüpften Arbeiterinnen das Sammeln und verschiedenste Tätigkeiten im Nest. Ein wesentlicher Unterschied der Hummeln zu den restlichen Wildbienen liegt in der Flugzeit. Hummeln können sich durch Thermoregulation besser als andere Blütenbesucher an die kälteren alpinen Bedingungen anpassen (Neumayer und Paulus 1999; Heinrich 2004; Goulson 2010) und sind immer mehrere Monate im Jahr zu beobachten, wohingegen das Vorkommen der meisten anderen Wildbienen auf wenige Wochen im Jahr begrenzt ist (Wiesbauer 2020). Hummeln sind wegen ihres dichten Haarkleids, mit dem viel Pollen übertragen werden kann, ihrer hohen Blütenbesuchsrate pro Zeit in Verbindung mit einer hohen Blütenstetigkeit effiziente Bestäuber. Keine anderen Insekten können mit ihnen mithalten (Goulson 2010).

Ein Teil der Hummeln sind Gebirgsarten, die erst ab einer bestimmten Höhenlage zu finden sind. Die Königinnen dieser Arten erscheinen zwischen April und Mai und starten mit der Gründung eines meist individuenarmen Volkes. Die Nester legen die Hummelköniginnen der Hochgebirgsarten hauptsächlich unterirdisch in Kleinsäugerbauten an (Hagen und Aichhorn 2014). Sie sind speziell an kühlere Sommer

mit einem kürzerem phänologischem Fenster, von ca. drei Monaten, angepasst (Neumayer und Paulus 1999). Im Gegensatz zu Hummeln ist die Verbreitung der restlichen Wildbienen in höheren Regionen eingeschränkt. Sie hängt neben dem Blütenangebot stark von klimatischen Bedingungen ab (Hagen und Aichhorn 2014).

Kleine und mittelgroße Wildbienen legen für die Nahrungssuche eine maximale Flugdistanz von 100 Meter bis 1,4 Kilometer zurück (Zurbuchen et al. 2010). Die möglichen Flugdistanzen, welche die im Verhältnis größeren Hummeln für die Nahrungssuche zurücklegen, variiert unter den Arten zwischen wenigen hundert Metern bis zu einer maximalen Distanz von 2,5 Kilometer (Hagen et al. 2011). Kürzere Distanzen zwischen Nist- und Nahrungshabitaten führen jedoch schneller zu einem notwendigen Vorrat an Futterressourcen. Auf kurze Flugdistanzen sind vor allem seltene, langrüsselige Hummelarten angewiesen (Walther-Hellwig und Frankl 2000). Die zunehmende Lebensraumfragmentierung und die daraus resultierenden weiteren Sammeldistanzen führen dazu, dass die Generalisten unter den Hummel die Spezialisten verdrängen (Gómez-Martínez et al. 2020). Allgemein sinkt durch die stetig kleiner werdenden Habitate und die zunehmende Isolation von Lebensräumen die Artenvielfalt (Saunders et al. 1991).

Die Masterarbeit soll Aufschluss über die Faktoren, welche das Vorkommen von alpinen Hummelarten bestimmen, geben. Sie befasst sich mit der Frage, inwieweit die Größe der Offenlandflächen oder die Isolation zu großen Gebirgszügen das Vorkommen alpiner Hummelarten bestimmt. Es wird angenommen, dass sich die Größe der Offenlandfläche positiv auf Hochgebirgshummeln auswirkt, eine weite Entfernung zu Gebirgszügen, mit gesicherten Nachweisen von Hochgebirgshummeln, jedoch negativ.

Dazu wurden Offenlandflächen in der (sub)- alpinen Steiermark kartiert, um festzustellen welche Hochgebirgshummeln dort vorzufinden sind. Die Aufnahmen stellen in einigen Gebieten Erstaufzeichnungen der Wildbienenfauna der Steiermark dar. Das Ziel der Arbeit ist es, folgende Fragestellungen zu beantworten:

- (1) Welche Wildbienenarten sind auf subalpinen Flächen der Steiermark vorzufinden? In welcher Höhenlage gibt es den höchsten Artenreichtum? Gibt es Arten mit einer engen Höhenverbreitung?
- (2) Können den einzelnen Wildbienenarten bestimmte Präferenzen in Hinblick auf den Standorttyp zugeordnet werden? Gibt es Unterschiede in den Wildbienengemeinschaften auf Kalk- oder Silikatgestein? Worauf sind sie zurückzuführen?
- (3) Gibt es einen Zusammenhang zwischen dem Blütenangebot und der Anzahl an Wildbienenarten oder Individuen? Hat das Blütenangebot einen Einfluss auf das Vorkommen von Hochgebirgsarten der Hummeln?
- (4) Besteht ein Zusammenhang zwischen den Flächengrößen des isolierten Offenlandes der Gebiete und den anzutreffenden Hochgebirgsarten der Hummeln? Besteht ein Zusammenhang des Vorkommens von Hochgebirgsarten der Hummeln und der Entfernung zu den umliegenden großen Offenlandflächen?

2 Material und Methode

2.1 Gebietsübersicht und Auswahl

Als Untersuchungsgebiet wurden Offenlandflächen am Ostrand der Alpen in der Steiermark ausgewählt, welche über 1.400 m.ü.A. liegen. Die niedrig gelegenen Gebiete sind i.d.R. Almflächen, die höheren Flächen liegen über der Waldgrenze. Wie in Abbildung 1 ersichtlich, wurden alle Flächen über 1.400 m.ü.A. (orange Flächen) mit dem Baumbestand der Steiermark (grüne Flächen) verschnitten und so die Offenlandflächen über 1.400 Metern herausgefiltert. Für die beschriebene Fragestellung waren die am Südostabfall der Alpen gelegenen, zum Teil kleinen, isolierten Flächen, interessant. Für die Analyse der Faktoren, die das Vorkommen alpiner Hummelarten in den untersuchten Gebieten bestimmen, konnten die Größe der durchgehenden Offenlandflächen sowie die Isolation der Flächen berücksichtigt werden. Die tatsächlichen Aufnahmegebiete sind mit roten Punkten markiert. Grüne Punkte zeigen Orte, von denen bereits Hummeldaten vorliegen. Diese wurden uns von Dr. Johann Neumayer zu Verfügung gestellt. Die benötigten geographischen Daten wurden von der Landes- und Regionalentwicklung Steiermark (Land Steiermark und GIS-Steiermark 2021), von geoland.at (geoland.at 2015, 2019), vom Umweltbundesamt/Abteilung biologische Vielfalt und Naturschutz (Umweltbundesamt 2015), sowie von basemap.at (basemap.at 2019) herangezogen und mithilfe des Geoinformationsprogrammes ESRI ArcGIS 10.4.1 bearbeitet.

Die anschließenden Aufnahmen wurden im Team mit Lisa Maria Wieser (Wieser 2021) durchgeführt. Die von ihr geschriebene Masterarbeit behandelt den Vergleich der neu erhobenen Daten mit den bereits vorhandenen älteren Aufnahmen.

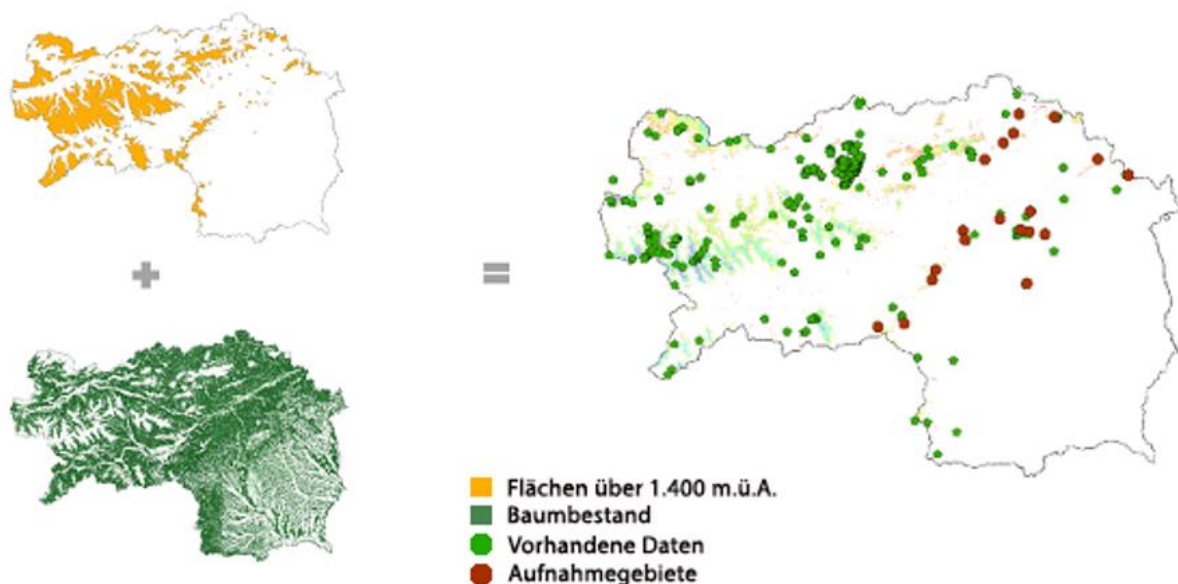


Abbildung 1: Vorgehensweise der Gebietsermittlung bearbeitet nach Lisa Maria Wieser 2021

Geologie

Die Steiermark wird anhand von geomorphologischen Gegebenheiten in zwei übergeordnete Landschaftseinheiten gegliedert: Einerseits in die Alpen, welche sich im Nordwesten der Steiermark befinden, und andererseits in das Alpenvorland. Das Vorland beinhaltet die südöstliche hügelige Region der Steiermark, die Ausläufer der Alpen (Lieb 1991).

Die Alpen werden weiters in die Nordalpen und die Zentralalpen gegliedert. Lieb (1991) ermöglichte mit der geographischen Gliederung der Steiermark eine genaue Zuordnung von Tier- wie auch Pflanzenfunden in die vordefinierten Landschaftseinheiten.

Wie in Abbildung 2 mittels roter Punkte ersichtlich, liegen die Aufnahmegebiete der vorliegenden Masterarbeit in unterschiedlichen Teilen der Alpen. Einige Gebiete befinden sich im Steirischen Randgebirge und weisen einen silikathaltigen Untergrund auf. Die weiteren Untersuchungsgebiete befinden sich in den Nordalpen (Mürzsteger-Alpen) der Steiermark, vermehrt auf kalkhaltigen Untergrund. Das Steirische Randgebirge ist ein Teil der Zentralalpen und wird durch das Lavantal, Murtal wie auch das Mürztal abgegrenzt. Teile des Randgebirges erreichen Höhen über 2.000 Meter und bestehen aus waldfreien Berggruppen (Segar 2019).

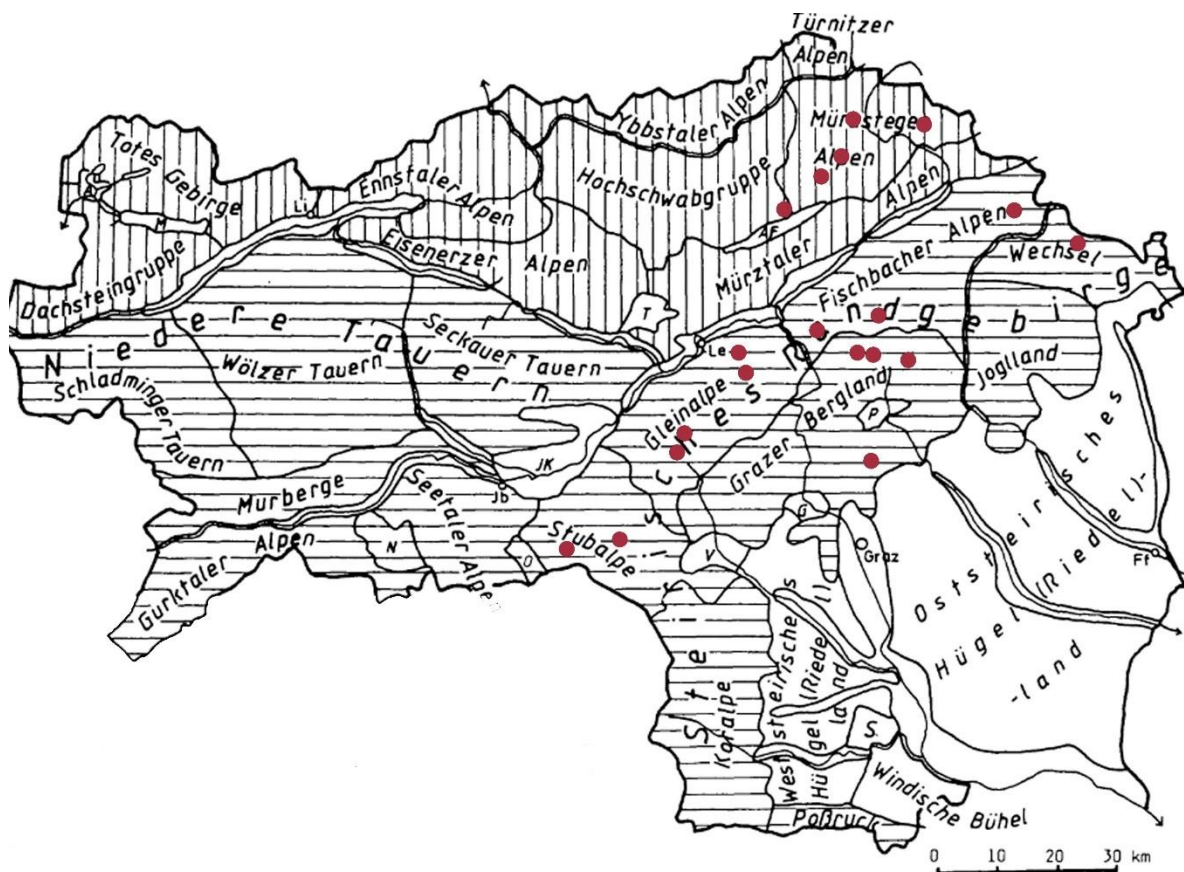


Abbildung 2: Gliederung der Berg- und Gebirgsgruppen nach Lieb (1991) mit der Verortung der Untersuchungsgebiete (eigene Bearbeitung)

Weiters ist ersichtlich, dass die Mürzsteger Alpen eine vielseitige Gliederung aufweisen, wobei vier Kalkmassive unterschiedlicher Ausdehnung aufeinanderstoßen. Im Westen werden sie von der Hochschwabgruppe und im Süden von den Mürztaler Alpen begrenzt. Die Aufnahmegebiete der

Stubalpe, Gleinalpe und der Fischbacher Alpen bilden ein zentrales Band entlang des Mur- und Mürztals. Die von Lieb erstellte Gliederung geht nicht auf kleinräumliche Gegebenheiten ein sondern bildet eine grobe Gliederung anhand von geomorphologischen Gegebenheiten (Lieb 1991). Die Aufnahmegebiete befinden sich im Steirischen Randgebirge und in den Nördlichen Kalkalpen. Für die Einteilung der Gebiete wurde zusätzlich von data.gv die flächendeckende Geologiekarte Österreichs herangezogen. Es entsteht eine übergeordnete Gliederung der Gebiete. Diese ist in Tabelle 1 ersichtlich. Die Gebiete im Grazer Bergland und in den Mürzsteger Alpen weisen zusätzlich mit dem Hochschlag und Teilen der Stubalpe einen kalkhaltigen Untergrund (k) auf, wohingegen auf den restlichen Gebieten der Gebirgsgruppen der Gleinalpe, Wechsel und der Fischbacher Alpen ein silikatischer Untergrund (s) vorzufinden ist.

Tabelle 1: Untersuchungsgebiete in geographischer Gliederung mit dem jeweiligen Untergrundgestein - Silikat (s) und Kalk (k) nach Lieb (1991)

Steirisches Randgebirge					Nördliche Kalkalpen
Stubalpe (s)	Gleinalpe (s)	Fischbacher Alpen (s)	Wechsel (s)	Grazer Bergland (k)	Mürzsteger Alpen (k)
Ameringkogel (2187 Hm)	Speikkogel (1993 Hm)	Stuhleck (1782 Hm)	Hochwechsel (1743 Hm)	Hochlantsch (1720 Hm)	Hohe Veitsch (1981 Hm)
Stubalpe (k+s) (1928 Hm)	Gleinalpe (1991 Hm)	Rennfeld (1629 Hm)		Teichalm (1443 Hm)	Kleiner Königskogel (1552 Hm)
	Mugel (1630 Hm)	Hochschlag (k) (1580 Hm)		Sommeralm (1400 Hm)	Schießling- Oisching (1667 Hm)
	Hochalm (1861 Hm)			Schöckl (1445 Hm)	Schneealpe (1903 Hm)
					Turnauer Alm (1706 Hm)

Klima im Aufnahmejahr

Das Klima in der Steiermark wird durch drei Hauptluftströmungen beeinflusst. In der nördlichen und westlichen Obersteiermark hat die atlantische Luftströmung einen starken Einfluss. Die Täler und Becken werden hingegen von einer mediterranen Luftströmung geprägt. Kontinentale Luftströmungen kommen aus dem Osten und Südosten und beeinflussen dadurch das Klima des oststeirischen Hügellandes (Strohmaier 2006). Das Erhebungsjahr 2020 war bis dato österreichweit das fünfwärmste der Messgeschichte. Die Sommermonate waren durch sehr wechselhafte Bedingungen gekennzeichnet. Auch ohne Hitzewelle verliefen sie verhältnismäßig zu warm und speziell der August besonders niederschlagsreich (Hiebl et al. 2021). In der Steiermark war, verglichen mit dem Mittel (1981-2010) eine Temperaturabweichung von + 1,1 °C zu verzeichnen (ZAMG 2020).

Aufteilung der Transekte

Die ausgewählten Untersuchungsgebiete befinden sich zum größten Teil in der subalpinen Stufe. Je Gebiet (Tab. 1) wurden ein bis fünf Transekte aufgenommen abhängig davon, wie groß die Offenlandflächen über 1.400 Höhenmetern waren und inwiefern diese eine homogene Fläche darstellten. Wurden außerhalb der festgelegten Transekte Hummelarten gesichtet, welche bis dato

noch nicht in dem Gebiet auf einem Transekt gefunden werden konnten, wurden diese ebenfalls dokumentiert. Diese Daten außerhalb der Transekte, fließen jedoch nicht in die Auswertungen ein, sondern wurden ausschließlich für die Artdokumentation vor Ort notiert. Im Anhang befindet sich eine Tabelle mit den Untersuchungsbiotopen, Transekten und deren Standorttypen. Die Aufteilung der Höhenstufen wurde für die Auswertungen an die von Heinz Habeler festgelegten Höhenverteilung für die Steiermark ausgerichtet (Habeler 2001). Durch die Auswahl der kleinen isolierten Offenlandgebiete des Alpenvorlandes gab es dementsprechend beschränkte Möglichkeiten für hochgelegene Transekte. So kam es verhältnismäßig zu mehr Kartierungen in den mittleren Höhenstufen. Der höchste Gipfel innerhalb des Aufnahmegebietes war der Ameringkogel mit 2.187 Höhenmetern. Tabelle 1 zeigt die höchsten Gipfel der kartierten Gebiete.

Mithilfe des Computerprogrammes GIS (Geographic Information System) wurden die Berechnungen der Größen der Offenlandflächen der Gebiete über 1.400 m.ü.A. ermittelt und für die weiteren Auswertungen herangezogen. Ab dieser Höhengrenze wird in der Literatur (Hagen und Aichhorn 2014) das Auftreten von Hochgebirgshummeln dokumentiert. Die Gebiete weisen von der Höhengrenze von 1.400 m.ü.A. zum Teil ein weiteres durchgehendes Offenland in tiefere Lagen auf, welches jedoch weder kartiert noch in die Berechnung der Offenlandgrößen aufgenommen wurde.

Auf Grund der unterschiedlichen Größe der Offenlandflächen und der damit verbundenen Anzahl der kartierten Transekte, wurden in den Analysen lediglich die Artenzahlen der Hochgebirgshummeln ausgewertet, Individuenhäufigkeiten wurden nicht berücksichtigt.

Entfernungen zu großen Offenlandflächen

Für die Ermittlung der Entfernung zu den umliegenden großen Offenlandflächen über 1.400 m.ü.A. wurden die nächstliegenden Gebiete mit nachgewiesenem Bestand an Hochgebirgshummelarten herangezogen. Diese sind in Tabelle 2 dargestellt. Die großen umliegenden Offenlandflächen über 1.400 m.ü.A. befinden sich auf Schneeberg, Rax, Hochschwab, Seckauer Alpen, Seetaler Alpen, Saualpe und der Koralpe. Diese sind in Abbildung 3 rosa umkreist.

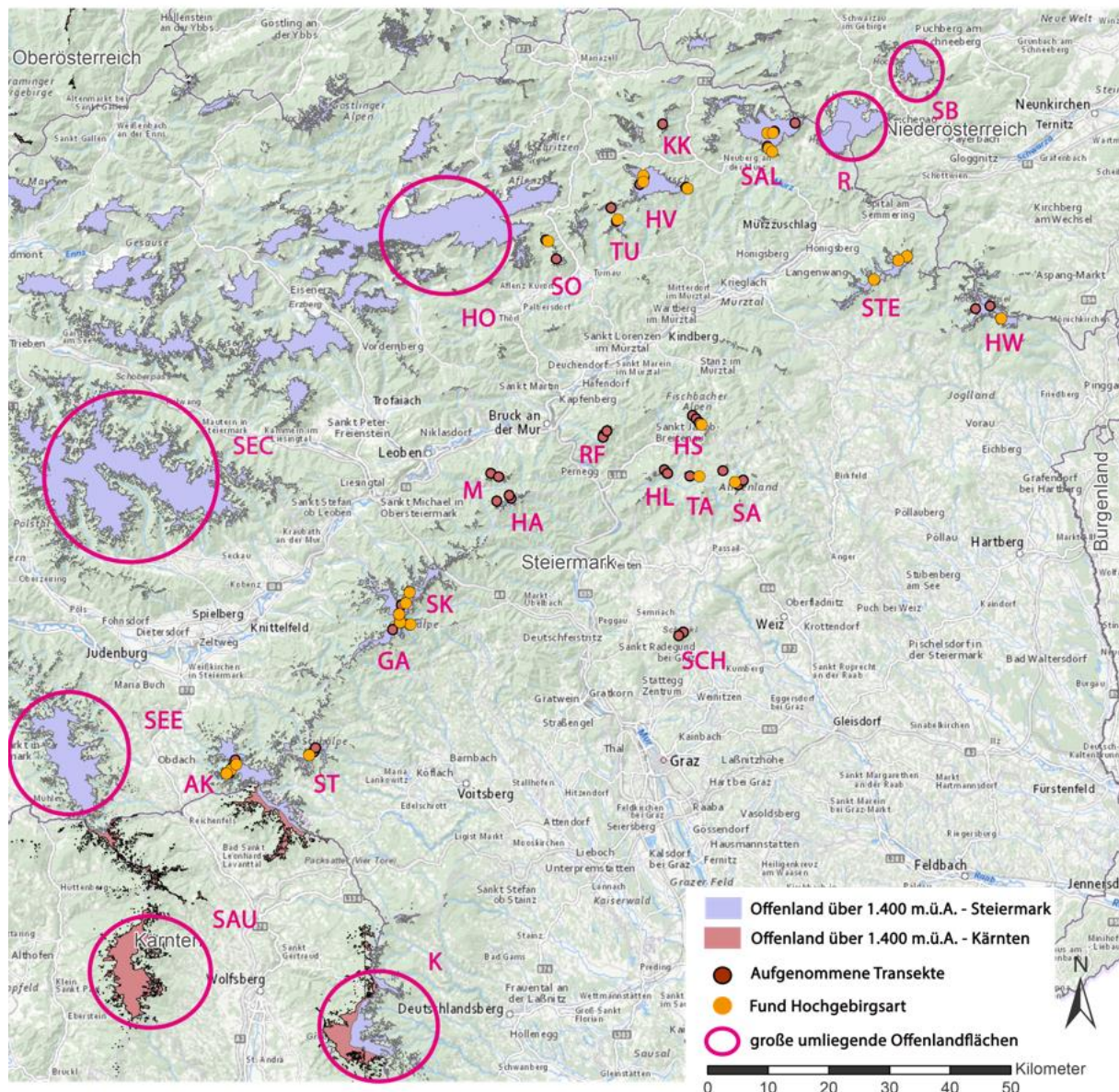


Abbildung 3: Untersuchungsgebiete mit umliegenden großen Offenlandflächen über 1.400 m.ü.A. – Ameringkogel (AK), Gleinalpe (GA), Königskogel (KK), Hochalm (HA), Hochlantsch (HL), Hochschlag (HS), Hochwechsel (HW), Hohe Veitsch (HV), Mugal (M), Rennfeld (RF), Schießling-Oisching (SO), Schneetal (SAL), Schöckl (SCH), Sommeralm (SA), Speikkogel (SK), Stubalpe (ST), Stuhleck (STE), Teichalm (TA), Turnauer Alm (TU) (eigene Bearbeitung)

Aufnahmedaten aus den umliegenden Gebieten mit weiten Offenlandflächen wurden von Dr. Johann Neumayer zur Verfügung gestellt. Diese Daten beinhalten Museumsbelege und Beobachtungsdaten aus dem Zeitraum seit 1990.

Die nachfolgende Tabelle stellt einen Überblick über die vorkommenden Hochgebirgsarten der Hummeln in den Gebirgszügen nördlich und westlich des Untersuchungsgebietes dar. Auf den großen umliegenden Offenlandflächen ist ein Vorkommen von *B. monticola*, *B. pyrenaicus* und *B. sichelii* nachgewiesen. Die anderen Hochgebirgsarten weisen dagegen keinen sicheren Bestand in allen großen Gebirgszügen auf.

Die Entfernungen, wurden über luftlinie.org zwischen den Koordinaten der Transekte und dem höchsten Gipfel des nahegelegenen großen Offenlandes ermittelt. Kleinere Offenlandflächen, welche

zwischen den Gebieten liegen, wurden nicht berücksichtigt, da deren Flächenausmaße über 1.400 m.ü.A. minimal sind. Daher sind sie für ein stabiles Vorkommen von Hochgebirgsarten nicht geeignet.

Tabelle 2: Gebirgszüge mit großen Offenlandflächen über 1.400 m.ü.A. mit den nachgewiesenen Hochgebirgsarten der Hummeln (Johann Neumayer unveröffentlicht)

Fundorte von Hochgebirgsarten um die Aufnahmegebiete								
	Schnee- berg	Rax	Schnee- Alpe	Hoch- schwab	Seckauer Alpen	Seetaler Alpen	Saualpe	Koralpe
<i>B. mendax</i>	x	x	x	x				x
<i>B. mesomelas</i>	x		x				x	x
<i>B. monticola</i>	x	x	x	x	x	x	x	x
<i>B. mucidus</i>	x	x		x			x	
<i>B. pyrenaicus</i>	x	x	x	x	x	x	x	x
<i>B. sichelii</i>	x	x	x	x	x	x	x	x
<i>B. wurflenii</i>	x	x	x	x	x	x		x

2.2 Wildbienenenerhebung

Für Grundkenntnisse zur Wildbienenbestimmung wurde zusätzlich zu einem Bestimmungsgrundkurs im Naturpark Riedingtal die Wildbienen-Sammlung an Institut für Integrative Naturschutzforschung (Universität für Bodenkultur Wien) und die Sammlung der *Hymenoptera*, im genaueren *Bombus*, im Naturhistorischen Museum Wien besucht und begutachtet.

Die Wildbienenenerhebungen wurden mit insgesamt 54 Transekten entlang von Wanderwegen und Pfaden auf den waldfreien Flächen des Untersuchungsgebietes gelegt. Die Aufnahmen der Wildbienen fanden im Zeitraum von 5. Juli - 5. September 2020 statt. Für die Transekte wurde eine Länge von 400 Metern, eine Breite von jeweils 1,5 Metern links und rechts des Weges, sowie ein maximaler Höhenunterschied von 100 Höhenmetern festgelegt. Mittels Schrittmaß wurde die Transektlänge von 400 Metern abgegangen, Anfang und Endpunkt wurden markiert und die Koordinaten vermerkt. Ausgestattet mit Aufnahmebögen, Insektennetz, Polystyrol-Gläsern, Glasfläschchen, Essigsäureethylester, Beschriftungskärtchen, Temperaturmessgerät, GPS-Gerät und Kamera wurden die Aufnahmen zusammen mit Lisa Maria Wieser durchgeführt. Die Transekte wurden langsam abgegangen, je eine Person erfasste die Wildbienen auf einer Seite des Transektes. Die Zeit für eine Aufnahme variierte zwischen 30 Minuten bei wenig anzutreffenden Exemplaren, bis zu 1 Stunde 30 Minuten bei vielen Wildbienen.

Auf den vorab angefertigten Aufnahmebögen wurden Temperatur, Bewölkung, Windstärke und die Exposition dokumentiert. Zusätzlich zu den abiotischen Faktoren waren darauf weiters Datum, Uhrzeit, GPS-Daten und Höhenangaben abzulesen. Für die Aufnahmen durfte eine Mindesttemperatur von 6° C nicht unterschritten werden. Außerdem wurden keine Aufnahmen nach 17 Uhr durchgeführt.

Die im Transekt gesichteten Wildbienen wurden mit Hilfe eines Insektennetzes gefangen und anschließend in Polystyrol-Gläser mit Ceaprenstopfen transferiert. Da diese Art von Deckel einen durchgehenden Sauerstoffzutritt für die im Glas befindlichen Tiere ermöglicht, konnte ohne Zeitdruck das Transekt weiter aufgenommen werden. Wenn es vorkam, dass sich einzelne Individuen im Flug

befanden und das Transekt kreuzten, ohne dass sie eingefangen und bestimmt werden konnten, wurden sie als *Bombus* sp. notiert.

Mithilfe des Feldbestimmungsschlüssels für die Hummeln Österreichs, Deutschlands und der Schweiz (Gokcezade et al. 2018) wurden die gefangenen Individuen bestimmt und anschließend wieder freigelassen. Zur Bestimmungserleichterung wurde des Öfteren eine Taschenlupe herangezogen. War es jedoch nicht möglich, Individuen im Feld zu bestimmen, wurden diese mit Hilfe von Essigsäureethylester abgetötet, beschriftet und zur genaueren Bestimmung mit einem Stereomikroskop mitgenommen. Diese wurden weiterführend mit dem noch unveröffentlichten Bestimmungsschlüssel von Johann Neumayer und Volker Mauss bestimmt (Neumayer und Mauss unveröffentlicht).

Sonstige Wildbienen, wurden generell abgetötet und für die genauere Bestimmung mitgenommen, da bei diesen Arten keine Bestimmung auf Artniveau im Feld möglich ist. Ebenso stellte sich die Feldbestimmung der Arten *B. lucorum* und *B. cryptarum* als sehr zeitintensiv und problematisch heraus. Diese Exemplare wurden daher in den *Bombus lucorum*-Komplex zusammengefasst. Ebenso wurde es bei den Kuckuckshummeln (*Psithyrus*) *B. norvegicus*, *B. sylvestris* und *B. flavidus* gehandhabt, diese konnten im Feld nicht unterschieden werden. Es wurde jedoch pro Gebiet ein Exemplar dieser *Bombus norvegicus/sylvestris/flavidus* Gruppe ins Labor mitgenommen und mittels Genitalpräparation auf Art bestimmt. Das erklärt, wieso sowohl die einzelnen Arten als auch die Artgruppe *Bombus norvegicus/sylvestris/flavidus* angeführt werden.

Meistens wurden die mitgenommenen Wildbienen bereits am Abend desselben Tages unter einem Mikroskop präpariert. Zu diesem Zeitpunkt waren die Tiere noch nicht starr und daher leichter zu nadeln.



Abbildung 4: *Bombus lucorum* Drohn unter dem Mikroskop Foto: Lisa Maria Wieser

Nach den Aufnahmen im Sommer erfolgte anschließend eine Nachkontrolle und Nachbearbeitung der Daten. Ebenso war es notwendig, an einigen Exemplaren der Kuckuckshummeln (*Psithyrus*) Genitalpräparationen durchzuführen, um eine exakte Bestimmung unter dem Mikroskop mit dem Bestimmungsschlüssel zu ermöglichen. Weiters wurden die mitgenommenen Wildbienen, ausgenommen Hummeln, mithilfe von Scheuchl (1996, 2000), Schmid-Egger und Scheuchl (1997) und Amiet et al. (1996; 1999; 2001) bestimmt.

Die Hummeln wurden von Dr. Johann Neumayer kontrolliert, die restlichen Wildbienen von Dr. Bärbel Pachinger. Die gesammelten Wildbienen befinden sich in der Sammlung des Instituts für Integrative Naturschutzforschung an der Universität für Bodenkultur Wien.

Durch Vorkenntnisse der Autorin war es möglich, zusätzlich vorkommende Tagfalter auf den Transekten zu dokumentieren. Für weitere Studien oder Auswertungen werden diese Daten jedoch nicht herangezogen, da im Gegensatz zu Wildbienen bei den Tagfaltern kürzere und zeitlich unterschiedliche Lebenszyklen vorherrschen und daher für weitere Auswertungen regelmäßige Begehungen notwendig gewesen wären. Zusätzlich reagieren Tagfalter anders auf Temperaturen, Wind und Tageszeiten (Hickel et al. 2016). Die festgelegten Rahmenbedingungen orientieren sich demnach an den Bedürfnissen der Wildbienen. Die Artenliste der kartierten *Lepidoptera* ist dem Anhang zu entnehmen.

2.3 Blütenangebot und Standorttypen

Für jedes aufgenommene Transekt wurde beim Start der Aufnahme das Blütenangebot nach folgenden Klassen abgeschätzt: „Spärlich“ mit einem Blütenangebot von <1%, „Kaum“ mit einem Blütenangebot zwischen 1-5% und „Gering“ mit einem Blütenangebot zwischen 6-10%. Ein höheres Blütenangebot wurde in keinem der aufgenommenen Transekte vorgefunden. Nach der Einstufung in eine Klasse wurden alle blühenden Pflanzenarten aufgelistet. Dies erleichterte in weiterer Folge das Dokumentieren von Wildbienen, da bei der Aufnahme deren Aktivität (Flug, Nektaraufnahme und/oder Pollenaufnahme, Ruhen) und die Futterpflanze dokumentiert wurde.

Die Bestimmung der blühenden Pflanzenarten im Feld erfolgte größtenteils auf Gattungsniveau. Außerdem wurden die Pflanzen mittels Fotos dokumentiert und ließen so zum Großteil eine spätere und genauere Bestimmung zu. Unterstützung gab es dabei von Monika Kriechbaum. Herangezogen wurde Bestimmungsliteratur von (Fischer et al. 2008; Spohn et al. 2015; Vitek et al. 2018; Griebel 2018).

Die kartierten Transekte wurden fünf übergeordneten Standorttypen zugeordnet: Almweide auf Kalk, Almweide auf Silikat, entlang von Forstwegen oder Straßen, Waldlichtungen und Zwergstrauchheiden. Neben der maximalen Länge (400 m) und dem maximalen Höhenunterschied (100 m) stellte hierbei die Homogenität des Lebensraumes das wichtigste Kriterium für die Abgrenzung dar.

Almweiden



Abbildung 5: Almweide auf der Teichalm

Unter Almweiden versteht man offene Sommerweideflächen im Gebirge (Aigner und Egger 2013). Die Steiermark weist über 1.600 Almen auf, die sich über alle Landesteile erstrecken. Mit 46% der Almen liegen die meisten in den mittleren Höhenlagen. Das Weidevieh leistet hierbei einen wichtigen Beitrag zur Offenhaltung der Almflächen, welche durch den Klimawandel und den damit verbundenen Anstieg der Baumgrenze immer mehr durch Verbuschung bedroht werden

(Almwirtschaft Österreich 2020). Zusätzlich entsteht durch die Beweidung in der subalpinen Stufe eine hohe Lebensraum-, Struktur- und Standortvielfalt (Aigner und Egger 2013). Aktuelle Entwicklungen zeigen jedoch auf, dass die Nutzungsaufgabe (Buchgraber et al. 2011), unzureichende Weidepflege (Almwirtschaft Österreich 2020), Übergrasung von Weidevieh (Rasmont et al. 2015) und ein stetiger Stickstoffeintrag eine Gefährdung für die Biodiversität darstellen (Rasmont et al. 2015; Wiesbauer 2020).

Auf Lägerfluren, in der Nähe von Viehunterständen bildet sich eine Vegetation aus, welche stark von Viehexkrementen bestimmt wird. Der Nährstoffeintrag führt zur Ausbildung stickstoffliebender Pflanzengesellschaften mit Vertretern von *Rumex*-, *Veratrum*-, *Urtica*- und *Cirsium*-Arten. Auch nach der Aufgabe der Beweidung bleiben die bereits angereicherten Nährstoffe viele Jahrzehnte im Nährstoffkreislauf erhalten (Ellenberg et al. 2010). Die Bewirtschaftung der Almen stellt demnach neben den Standortfaktoren, wie Klima, Höhenlage und Exposition, einen wesentlichen Faktor für die Pflanzengesellschaften auf den Almen dar (Aigner 2016).

Die häufigsten blühenden Arten auf den Transekten der „Almweiden auf Kalk“ waren *Trifolium pratense*, *Lotus corniculatus*, *Ranunculus montanus*, *Campanula scheuchzeri*, *Achillea millefolium* agg., *Thymus pulegioides* und *Trifolium repens*. Typische Arten, die auf Kalk zeigen waren z. B. *Dianthus alpinus* und *Saxifraga aizoides*.

Die häufigsten blühenden Arten auf den Transekten der „Almweiden auf Silikat“ waren *Campanula scheuchzeri*, *Potentilla erecta* und *Trifolium repens*. Typische Säurezeiger waren z. B. *Arnica montana* und *Antennaria dioica*.

Forstwege



Abbildung 6: Forstweg auf die Schneealpe

Weg- und Waldränder sind wichtige Lebensräume. Durch ausreichend Licht können sich blüten- und strukturreiche Säume entwickeln (Wiesbauer 2020). Der Randbereich von Wäldern stellt ein Ökoton dar, es entsteht ein Übergangsbereich von Waldinnen- und Offenlandklima (Ellenberg et al. 2010). In den aufgenommenen Transekten entlang von Forstwegen wurden v. a. Hochstaudenfluren kartiert. Hochstaudenfluren sind in unterschiedlichen Höhenstufen anzutreffen und für ihre

Artenvielfalt bekannt (Segger 2019). Wohingegen im Wald nur wenige Wildbienenarten anzutreffen sind, da die meisten Wildbienen einen Nistplatz mit ausreichend Licht und Wärme benötigen. Wildbienen, die mit diesen Bedingungen zurechtkommen, sind auf das Blütenangebot des Offenlandes und der Wegränder angewiesen (Wiesbauer 2020).

Zum typischen Blütenangebot auf den Transekten der Forstwege zählten z. B. Arten der Gattungen *Senecio* und *Cirsium*, *Veratrum album*, *Trifolium pratense*, *Trifolium repens*, *Leontodon hispidus* und *Hypericum maculatum*.

Waldlichtungen



Abbildung 7: Windwurffläche auf dem Hochlantsch

Unter den Begriff Lichtungen sind Offenlandflächen einzuordnen, welche entweder durch Windwürfe (Windwurfflächen) oder Waldbrände (Brandschneisen) entstanden sind. Diese sind ein wichtiger Teil des Ökosystems Wald. (Ellenberg et al. 2010; Wittig und Niekisch 2014).

Es bleiben vereinzelt junge Bäume stehen, welche sich anschließend den Lichteinfall zunutze machen. Umgefallene Bäume beschatten

einen Teil des früheren Waldbodens und erhalten so stellenweise die früheren Bedingungen (Ellenberg et al. 2010).

Zum typischen Blütenangebot auf den Transekten der Lichtungen zählten z. B. *Knautia* sp., *Melampyrum sylvaticum*, *Digitalis grandiflora*, *Rubus idaeus* und *Veronica officinalis*.

Zwergstrauchheiden



Abbildung 8: Zwergstrauchheide auf dem Rennfeld

Die Vegetation der Zwergstrauchheiden setzt sich v. a. aus Zwergsträuchern der Familie der Ericaceae, die saure Böden bevorzugen, und säureliebenden Magerrasenarten zusammen (Hölzel und Tischew 2019). Sie bildet eine Übergangsgesellschaft zwischen Wald und hochalpinen Rasen (Ellenberg et al. 2010).

Heiden sind in der Regel artenarme Pflanzengesellschaften die mit der Almwirtschaft und der damit

verbundenen Beweidung ab dem Mittelalter entstanden sind (Ellenberg et al. 2010). In höheren Lagen

sind Zwergstrauchheiden extremen Bedingungen in Bezug auf Wind, Nässe und Schneelast sowie einer nur kurzen Vegetationsperiode ausgesetzt (Hölzel und Tischew 2019).

Zum typischen Blütenangebot auf den Transekten der Zwergstrauchheiden zählten z. B. die Zwergsträucher *Calluna vulgaris* und *Vaccinium uliginosum*, *Campanula alpina* sowie die Säurezeiger *Saponaria pumila* und *Phyteuma hemisphaericum*.

Tabelle 3: Aufteilung der Standorttypen auf die unterschiedlichen Höhenstufen

Höhenstufen	Almw. Kalk	Almw. Silikat	Forstweg	Waldlichtung	Zwergstr.
1400-1500	11	1	2	2	0
1500-1600	2	3	0	3	1
1600-1700	6	4	3	0	3
1700-1800	2	1	0	0	1
1800-1900	1	1	0	0	3
1900-2000	1	0	0	0	1
2000-2100	0	1	0	0	0
2100-2200	0	1	0	0	0

2.4 Auswertung der Daten

Für die Auswertung der Daten wurde das Statistikprogramm R herangezogen (R Core Team 2020). Durch die nicht gegebene Normalverteilung der erhobenen Daten wurde für die Auswertung die Spearman Korrelation gewählt. Weiters wurden Berechnungen des Shannon Index und der Evenness der einzelnen Standorttypen, Höhenstufen oder des Untergrundgesteins ermittelt. Die für die Berechnungen herangezogenen Packages in R waren rio, vegan, tidyr, dplyr und reshape. Die Tabellen mit den Ergebnissen wurden ebenso wie die Grafiken zu den Berechnungen weiterführend in Excel erstellt. Ausnahmen bilden die Boxplots, diese wurden direkt im Statistikprogramms R erstellt.

3 Ergebnisse

3.1 Wildbienen auf subalpinen Flächen und ihre Höhenverbreitung

Insgesamt konnten bei den Aufnahmen in 19 Gebieten auf 54 Transekten 35 Wildbienenarten mit insgesamt 1.183 Individuen dokumentiert werden.

Von den kartierten 35 Wildbienenarten sind 14 soziale Hummelarten und 6 Kuckuckshummelarten. Dazu wurden weitere 15 Bienenarten aus acht weiteren Bienengattungen im Untersuchungsgebiet nachgewiesen (Tab. 4). Eine Liste der Steckbriefe aller gefundenen Wildbienenarten ist dem Anhang zu entnehmen.

3.1.1 Abundanz nach Höhenverbreitung

Von den 1.183 Wildbienenindividuen entfielen 461 Exemplare (=39%) auf den *Bombus lucorum*-Komplex. Unter dem Mikroskop konnten die Drohnen von *B. cryptarum* bestimmt werden. Somit sind aus dem *B. lucorum*-Komplex sowohl *B. lucorum* als auch *B. cryptarum* im Untersuchungsgebiet sicher vertreten. Ebenfalls mit einer hohen Individuenzahl war *B. soroeensis* anzutreffen: Die 251 Exemplare machten 21% der gefundenen Wildbienen aus. Auf *B. soroeensis* und den *B. lucorum*-Komplex entfielen ca. 60% aller Hummeln. Die am häufigsten aufgenommenen Kuckuckshummel war mit 27 Individuen *B. bohemicus*. 25 Arten kamen mit einem Prozentsatz von unter 1% und einer Anzahl unter zehn Individuen nur sehr vereinzelt vor. Dabei handelt es sich wie in Tabelle 4 ersichtlich um zehn Hummelarten und um alle 15 aufgenommenen restlichen Wildbienenarten.

Tabelle 4: Individuenzahlen der Wildbienen inklusive Sichtungen außerhalb der Transekte und deren Höhenverbreitung nach (Scheuchl und Willner 2016), Hochgebirgsarten sind fett markiert

Wildbienenarten	Abk.	Indiv.	Relativer Anteil	Höhenverbreitung
<i>Andrena bicolor</i> Fabricius 1775	bico	1	0,08	Flachland bis Subalpin
<i>Andrena minutula</i> (Kirby 1802)	minu	3	0,25	Flachland bis Subalpin
<i>Andrena rogenhoferi</i> Morawitz 1872	roge	1	0,08	Montan bis Alpin
<i>Andrena wilkella</i> (Kirby 1802)	wilk	1	0,08	Flachland bis Subalpin
<i>Anthidium strigatum</i> (Panzer 1805)	stri	2	0,17	Flachland bis Montan
<i>Bombus barbutellus</i> (Kirby 1802)	barb	9	0,76	Flachland bis Subalpin
<i>Bombus bohemicus</i> Seidl 1838	bohe	27	2,28	Flachland bis Subalpin
<i>Bombus campestris</i> (Panzer 1801)	camp	2	0,17	Flachland bis Subalpin
<i>Bombus hortorum</i> (Linnaeus 1761)	hort	12	1,01	Flachland bis Subalpin
<i>Bombus hypnorum</i> (Linnaeus 1758)	hypn	1	0,08	Flachland bis Subalpin
<i>Bombus lapidarius</i> (Linnaeus 1758)	lapi	109	9,21	Flachland bis Subalpin
<i>Bombus lucorum</i> -Komplex (Linnaeus 1758)	lucok	461	38,97	Flachland bis Subalpin
<i>Bombus mesomelas</i> Gerstaecker 1869	meso	1	0,08	Hochgebirgsart
<i>Bombus monticola</i> Smith 1879	mont	23	1,94	Hochgebirgsart
<i>Bombus mucidus</i> Gerstaecker 1869	muci	3	0,25	Hochgebirgsart
<i>Bombus norvegicus/sylvestris/flavidus</i>	nor/syl/fl	6	0,51	Flachland bis Subalpin
<i>Bombus pascuorum</i> (Scopoli 1763)	pasc	59	4,99	Flachland bis Subalpin
<i>Bombus pratorum</i> (Linnaeus 1761)	prat	36	3,04	Flachland bis Alpin
<i>Bombus pyrenaicus</i> Pérez 1879	pyre	1	0,08	Hochgebirgsart

<i>Bombus quadricolor</i> (Lepeletier 1832)	<i>quad</i>	2	0,17	Flachland bis Subalpin
<i>Bombus ruderarius</i> (Müller 1776)	<i>rude</i>	1	0,08	Flachland bis Alpin
<i>Bombus rupestris</i> (Fabricius 1793)	<i>rupe</i>	8	0,68	Flachland bis Subalpin
<i>Bombus rupestris/quadricolor</i>	<i>rup/qua</i>	2	0,17	Flachland bis Subalpin
<i>Bombus sichelii</i> Radoszkowski 1859	<i>sich</i>	31	2,62	Hochgebirgsart
<i>Bombus soroensis</i> (Fabricius 1776)	<i>soro</i>	251	21,22	Flachland bis Subalpin
<i>Bombus</i> sp.	<i>sp</i>	18	1,52	
<i>Bombus sylvestris</i> (Lepeletier 1832)	<i>sylv</i>	5	0,42	Flachland bis Alpin
<i>Bombus wurflenii</i> Radoszkowski 1859	<i>wurf</i>	86	7,27	Flachland bis Alpin
<i>Halictus rubicundus</i> (Christ 1791)	<i>rubi</i>	3	0,25	Flachland bis Subalpin
<i>Hoplitis villosa</i> (Schenck 1853)	<i>vill</i>	1	0,08	Flachland bis Alpin
<i>Hylaeus hyalinatus</i> Smith 1842	<i>hyal</i>	1	0,08	Flachland bis Montan
<i>Lasioglossum albipes</i> (Fabricius 1781)	<i>albi</i>	3	0,25	Flachland bis Alpin
<i>Lasioglossum calceatum</i> (Scopoli 1763)	<i>calc</i>	3	0,25	Flachland bis Alpin
<i>Lasioglossum fratellum</i> (Pérez 1903)	<i>frat</i>	2	0,17	Flachland bis Alpin
<i>Lasioglossum laevigatum</i> (Kirby 1802)	<i>laev</i>	1	0,08	Flachland bis Subalpin
<i>Lasioglossum lativentre</i> (Schenck 1853)	<i>lati</i>	2	0,17	Flachland bis Montan
<i>Osmia parietina</i> Curtis 1828	<i>pari</i>	1	0,08	Flachland bis Subalpin
<i>Panurgus calcaratus</i> (Scopoli 1763)	<i>calc</i>	4	0,34	Flachland bis Subalpin
Gesamt		1.183	100	

Weiters ist in Tabelle 4 ersichtlich, ob es sich bei den aufgenommenen Wildbienen um eine Hochgebirgsart handelt und welche Höhenverbreitung in der Literatur beschrieben ist.

3.1.2 Artenreichtum in den Untersuchungsgebieten

Eine weitere Forschungsfrage befasste sich mit dem Thema des Artenreichtums in den unterschiedlichen Untersuchungsgebieten. Aus Tabelle 5 ist eine Zusammenfassung der dokumentierten Hummelarten der Untersuchungsgebiete abzulesen. Die mit Stern gekennzeichneten Arten wurden abseits der Transekte aufgenommen.

Tabelle 5: Gefundene Hummelarten in den unterschiedlichen Untersuchungsgebieten (alle 20 Hummelarten exklusive Wildbienen)

Gebiet	Artenzahl	Arten
Ameringkogel (AK)	11	<i>cryp*</i> , <i>lapi</i> , <i>lucok</i> , <i>mont</i> , <i>pasc</i> , <i>prat</i> , <i>rupe</i> , <i>sich</i> , <i>soro</i> , <i>sylv</i> , <i>wurf</i>
Gleinalpe (GA)	10	<i>bohe</i> , <i>lapi</i> , <i>lucok</i> , <i>mont</i> , <i>prat</i> , <i>pyre*</i> , <i>rupe</i> , <i>sich</i> , <i>soro</i> , <i>wurf</i>
Kleiner Königskogel (KK)	2	<i>pasc</i> , <i>wurf</i>
Hochalm (HA)	7	<i>lucok</i> , <i>pasc</i> , <i>prat</i> , <i>rupe</i> , <i>soro</i> , <i>sylv</i> , <i>wurf</i>
Hochlantsch (HL)	10	<i>barb</i> , <i>camp</i> , <i>hort</i> , <i>lapi</i> , <i>lucok</i> , <i>pasc</i> , <i>prat</i> , <i>soro</i> , <i>sylv</i> , <i>wurf</i>
Hochschlag (HS)	12	<i>barb</i> , <i>bohe</i> , <i>hort</i> , <i>hypn</i> , <i>lapi</i> , <i>lucok</i> , <i>pasc</i> , <i>prat</i> , <i>rude</i> , <i>soro</i> , <i>sylv</i> , <i>wurf</i>
Hochwechsel (HW)	7	<i>bohe</i> , <i>cryp</i> , <i>lucok</i> , <i>prat</i> , <i>pyre</i> , <i>rupe</i> , <i>wurf*</i>
Hohe Veitsch (HV)	8	<i>lapi</i> , <i>lucok</i> , <i>mont</i> , <i>pasc</i> , <i>prat</i> , <i>sich</i> , <i>soro</i> , <i>wurf</i>
Mugel (M)	3	<i>lapi</i> , <i>lucok</i> , <i>soro</i>
Rennfeld (RF)	5	<i>bohe</i> , <i>lapi</i> , <i>lucok</i> , <i>pasc</i> , <i>soro</i>

Schießling - Oisching (SO)	12	<i>camp*</i> , <i>hort</i> , <i>lapi</i> , <i>luco*</i> , <i>lucok</i> , <i>muci</i> , <i>norv*</i> , <i>pasc</i> , <i>prat</i> , <i>quad</i> , <i>soro</i> , <i>wurf</i>
Schneealpe (SAL)	7	<i>lucok</i> , <i>mont</i> , <i>muci</i> , <i>prat</i> , <i>sich</i> , <i>soro</i> , <i>wurf</i>
Schöckl (SCH)	5	<i>barb</i> , <i>bohe</i> , <i>hort</i> , <i>lapi</i> , <i>lucok</i>
Sommeralm (SA)	7	<i>barb</i> , <i>lapi</i> , <i>lucok</i> , <i>pasc</i> , <i>prat</i> , <i>sich</i> , <i>wurf</i>
Speikkogel (SK)	5	<i>lucok</i> , <i>mont</i> , <i>prat*</i> , <i>soro</i> , <i>wurf</i>
Stubalpe (ST)	6	<i>lucok</i> , <i>pasc</i> , <i>rupe</i> , <i>sich</i> , <i>soro</i> , <i>wurf</i>
Stuhleck (STE)	8	<i>bohe</i> , <i>lucok</i> , <i>mont</i> , <i>prat</i> , <i>rupe</i> , <i>sich</i> , <i>soro</i> , <i>wurf</i>
Teichalm (TA)	10	<i>bohe</i> , <i>camp</i> , <i>lapi</i> , <i>lucok</i> , <i>meso</i> , <i>pasc</i> , <i>prat</i> , <i>soro</i> , <i>sylv</i> , <i>wurf</i>
Turnauer Alm (TU)	8	<i>hort</i> , <i>lucok</i> , <i>pasc</i> , <i>quad</i> , <i>rupe*</i> , <i>sich*</i> , <i>soro</i> , <i>wurf</i>

3.1.3 Artenreichtum in den Höhenstufen

Die aufgenommenen Transekte wurden in vier Höhenstufen aufgeteilt. In die montane Höhenstufe fallen ausschließlich die Daten aus der Stufe 1.400-1.500 m.ü.A.. Des Weiteren wurde bei der nachfolgenden Tabelle 6, für eine bessere Transparenz, die subalpine Höhenstufe mit der alpinen Höhenstufe zusammengelegt, da in die alpine Stufe über 2.000 m.ü.A. nur zwei aufgenommene Transekte fallen. Für jede Stufe wurde der Shannon Index wie auch die Evenness berechnet. Die Diversität der Wildbienen war in der hochmontanen Stufe bei hoher Evenness am höchsten. In der Subalpin-Alpinstufe nahm die Diversität ab, in der Montanstufe die Evenness.

Tabelle 6: Höhenverteilung der Wildbienenarten (Berechnung des Shannon Indexes und der Evenness – als abhängige Variable wurden alle dokumentierten Wildbienen ohne den unbestimmten Arten wie *Bombus sp.*, *nor/syl/fl* und *rup/qua* sowie alle 54 Transekte herangezogen).

Höhenstufen		Shannon Index	Evenness	Artenzahlen	Transekte
Montan	1200-1500	1,78	0,54	25	16
Hochmontan	1500-1800	2,17	0,65	27	29
Subalpin/Alpin	1800-2200	1,33	0,64	8	9

Betrachtet man die Aufteilung der acht am häufigsten aufgenommenen Wildbienen, sind Höhenpräferenzen der Arten zu erkennen (Tab. 7). *B. monticola* wird erst ab einer Höhe von 1.500 Höhenmetern nachgewiesen. *B. lapidarius* hingegen nur bis zu einer Höhe von 1.800 Metern. Hummeln aus dem *B. lucorum*-Komplex sind den Aufzeichnungen zufolge, durchgehend bis auf 2.200 Höhenmetern vorzufinden, wohingegen *B. soroensis*, *B. wurflenii* und *B. pratorum* nur bis zu einer Höhe von 2.000 m.ü.A. anzutreffen waren. Des Weiteren ist zu erkennen, dass Hummeln aus dem *B. lucorum*-Komplex wie auch *B. soroensis* in den Höhenstufen zwischen 1.400 und 2.000 am stärksten vertreten waren. In der alpinen Höhenstufe von 2.000 bis 2.200 m.ü.A. wurden, von den häufigsten Hummelarten, nur noch *B. lucorum*-Komplex, *B. monticola* und *B. sichelii* dokumentiert.

Tabelle 7: Höhenverteilung der Wildbienen in Prozent – die häufigsten Arten sind angeführt, *B. lucorum* und *B. soroensis* sind in allen Höhenlagen stark vertreten – für die Berechnung wurden die jeweiligen Individuenzahlen (*bohe*-27, *lapi*-107, *lucok*-455, *mont*-22, *pasc*-58, *prat*-35, *sich*-30, *soro*-251, *wurf*-84) und die 54 Transekte herangezogen.

Höhenstufen		<i>bohe</i>	<i>lapi</i>	<i>lucok</i>	<i>mont</i>	<i>pasc</i>	<i>prat</i>	<i>sich</i>	<i>soro</i>	<i>wurf</i>
Montan	1400-1500	0,7	19,7	49,6	0,0	6,7	2,0	2,0	12,0	7,2
Hochmontan	1500-1800	4,2	4,8	38,2	2,8	5,2	4,3	3,5	28,0	9,0
Subalpin/Alpin	1800-2200	0,0	0,0	38,9	6,7	1,1	2,2	2,2	45,6	3,3

Die Abundanz der Wildbienen korreliert mit der steigenden Höhe der Transekte signifikant negativ (Spearman Rho: $-0,35$, $p = 0,005$). Mit steigender Höhe wurden also signifikant weniger Wildbienen dokumentiert (Abb. 9).

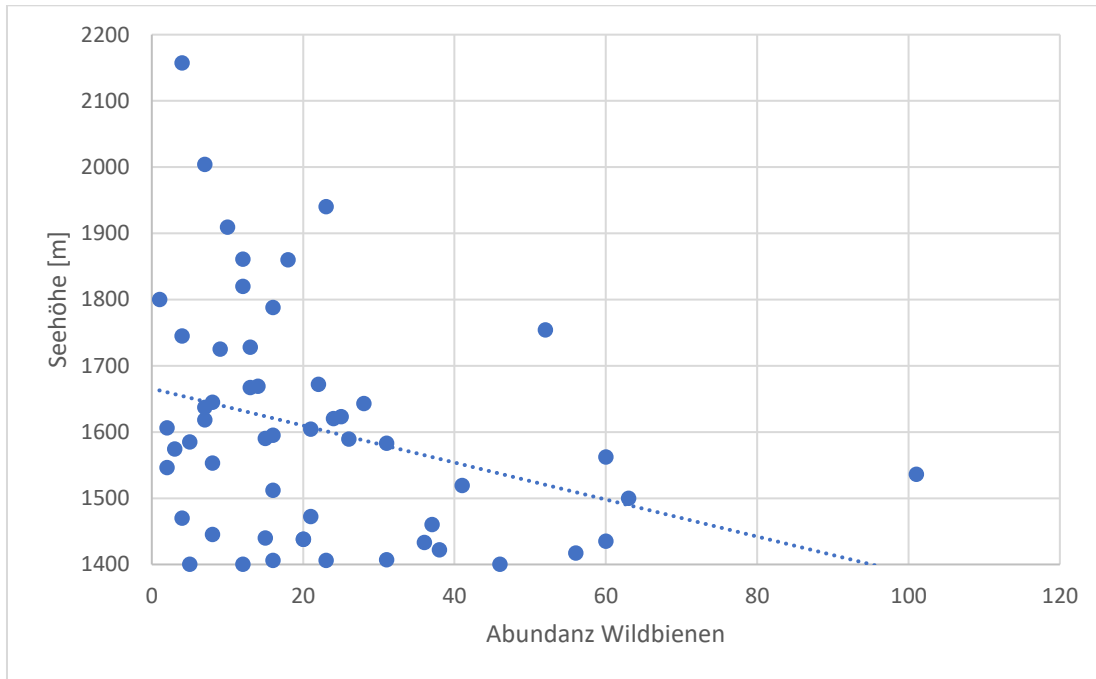


Abbildung 9: Unterschiedliche Seehöhen [m] mit der Abundanz der Wildbienen - als abhängige Variable wurden 1.183 Wildbienenindividuen und 54 Transekte herangezogen.

Wird die Höhe der Transekte mit der Artenvielfalt aller aufgenommenen Wildbienen verglichen, entsteht eine leicht negative Korrelation (Spearman-Rho= $-0,22$), welche aber knapp nicht signifikant ist (p -value $0,055$). Abbildung 10 zeigt die Höhe der 54 Transekte mit der Anzahl aller dokumentierten Wildbienenarten.

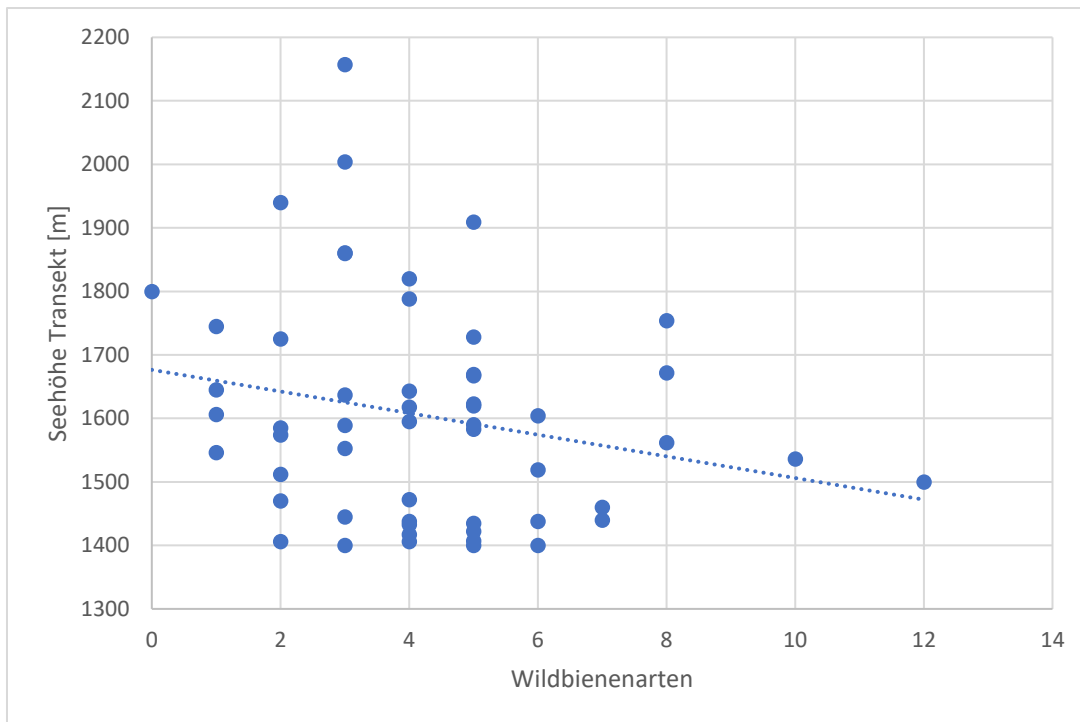


Abbildung 10: Anzahl aller Wildbienenarten inklusive Hummeln in den Transekten nach der Seehöhe [m] – als abhängige Variable wurden 35 Wildbienenarten (unbestimmte Arten wie *Bombus* sp., *nor/syl/fl* und *rup/qua* wurden ausgeschlossen) und 54 Transekte herangezogen

3.1.4 Einfluss der Höhe auf die Hochgebirgsarten

In Abbildung 11 wurde die Höhe des Transektbeginns der 54 aufgenommenen Transekte mit der Anzahl der vorgefundenen Hochgebirgsarten der Hummeln verglichen. Es ergibt sich ein Spearman Rho von 0,41. Der Zusammenhang von Höhe des Transekts und Anzahl der Hochgebirgsarten ist signifikant $p\text{-value} = 0,00092$. Die Anzahl der kartierten Hochgebirgsarten der Hummeln nimmt mit ansteigender Seehöhe zu.

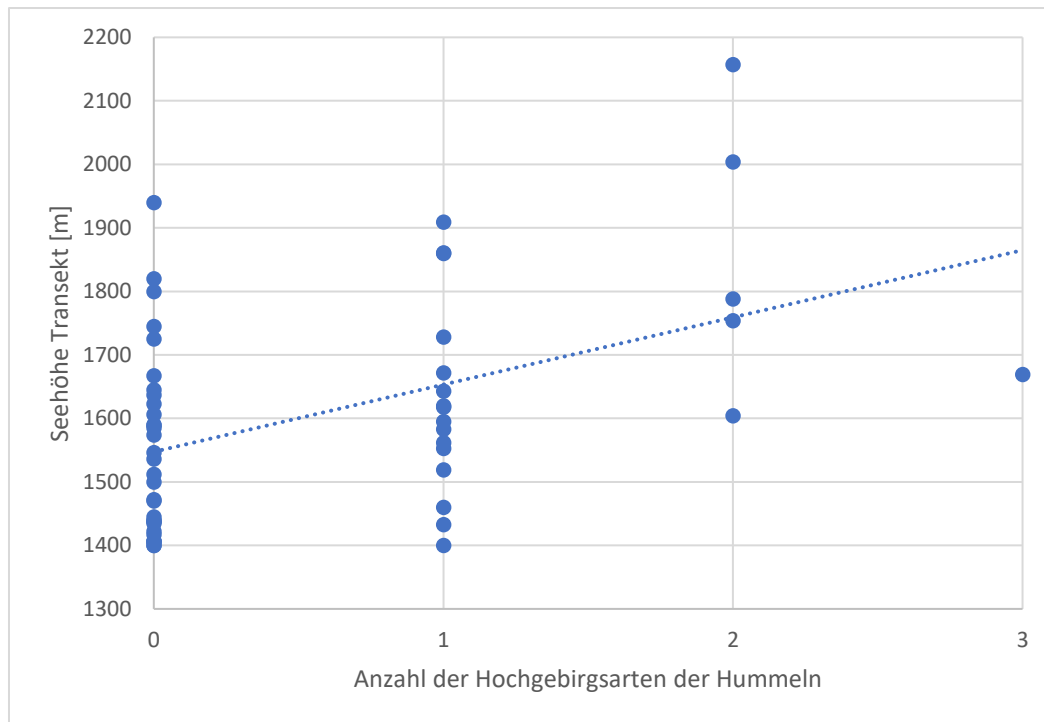


Abbildung 11: Anzahl der Hochgebirgsarten der Hummeln nach der Seehöhe [m] – als abhängige Variable wurden die fünf Hochgebirgsarten der Hummeln und die 54 Transekte herangezogen.

3.2 Wildbienengemeinschaften der Standorttypen

Eine weitere Fragestellung der vorliegenden Arbeit befasste sich mit den Präferenzen der Wildbienen in Bezug auf die unterschiedlichen Standorttypen.

3.2.1 Diversität und Abundanz in den unterschiedlichen Standorttypen

Werden die Wildbienenarten und Individuen auf die unterschiedlichen Standorttypen wie Almweide auf Kalk und Silikat, Waldlichtungen, Forstwege und Zwergstrauchheiden betrachtet, zeigt sich folgendes Bild. Die Darstellung der Wildbienenarten hat den höchsten Shannon Index sowie Evenness auf den Forstwegen (Tab. 8), in Zwergstrauchheiden waren beide Werte hingegen am niedrigsten. Die Anzahl der gefundenen Wildbienen war mit durchschnittlich 36 Individuen pro Transekt auf Waldlichtungen am höchsten.

Tabelle 8: Wildbienen Diversität in den unterschiedlichen Standorttypen (Berechnungen des Shannon Indexes und Evenness, ohne den unbestimmten Tieren wie *Bombus sp.*, *nor/syl/fl*, *rup/qua* und Funde außerhalb - als abhängige Variable wurden 1.140 Wildbienenindividuen und 54 Transekte herangezogen)

Standorttypen	Artenzahl	Individuen	Ø	Shannon Index	Evenness
Almweide auf Kalk	29	549	23,9	1.95	0.59
Almweide auf Silikat	14	163	13,6	1.86	0.73
Waldlichtungen	13	180	36,0	1.60	0.62
Forstweg	14	128	25,6	1.98	0.77
Zwergstrauchheide	9	120	13,3	1.17	0.53
Summe		1.140			

Von den 1.183 aufgenommenen Wildbienen wurden 59 Hochgebirgshummeln kartiert. Diese wurden auf Almweiden, entlang von Forstwegen und in Zwergstrauchheiden auf Kalk und Silikat dokumentiert. Tabelle 9 zeigt einen Überblick. *B. monticola* wurde als einzige Hochgebirgsart in allen Standorttypen, ausgenommen Waldlichtungen, aufgenommen.

Tabelle 9: Abundanz der Hochgebirgshummeln in den Standorttypen – für die Auswertung wurden die fünf Hochgebirgshummelarten und die 54 Transekte herangezogen

	Almw. Kalk	Almw. Silikat	Forstw. Kalk	Forstw. Silikat	Zwergstrauchheide
<i>Bombus mesomelas</i>	1				
<i>Bombus monticola</i>	5	5	3	1	9
<i>Bombus mucidus</i>	3				
<i>Bombus pyrenaicus</i>		1			
<i>Bombus sichelii</i>	6	14	5	6	

3.2.2 Einfluss des Untergrundgesteins auf die Hochgebirgsarten

Alle aufgenommenen 54 Transekte wurden dem geologischen Untergrund, entweder Kalk- oder Silikatgestein, zugeordnet. Auf Kalkgestein wurden mit 788 Individuen fast doppelt so viele Wildbienen als auf Silikatgestein aufgenommen. Der Shannon Index (Tab. 10) ist auf Kalkgestein ebenfalls höher als auf Silikat, die Evenness ist auf Kalk wie auch auf Silikat ähnlich.

Tabelle 10: Diversität und Artenzahlen der Wildbienen auf Kalk- und Silikatgestein (Berechnungen Shannon Index und Evenness, ohne den unbestimmten Tieren wie *Bombus* sp., nor/syl/fl, rup/qua und Funde außerhalb - als abhängige Variable wurden 1.140 Wildbienenindividuen und 54 Transekte herangezogen – für die Aufteilung der Individuenzahl wurden alle 1.183 gefundenen Wildbienen herangezogen).

	Σ Transekte	Individuen	Artenzahlen	Ø	Shannon Index	Evenness
Kalk	28	788	31	28	2.07	0.59
Silikat	26	395	19	15	1.90	0.62

Werden ausschließlich die Hochgebirgshummeln betrachtet (*B. mesomelas*, *B. monticola*, *B. mucidus*, *B. pyrenaicus*, *B. sichelii*) zeigt sich diese Tendenz nicht. Es ist festzuhalten, dass auf 22 Transekten Individuen der Hochgebirgsarten aufgenommen werden konnten. Von den insgesamt 59 Exemplaren konnten 23 auf kalkhaltigem Untergrund und 36 auf silikatischem Untergrund kartiert werden. Abbildung 12 zeigt den Mittelwert beider Verteilungen.

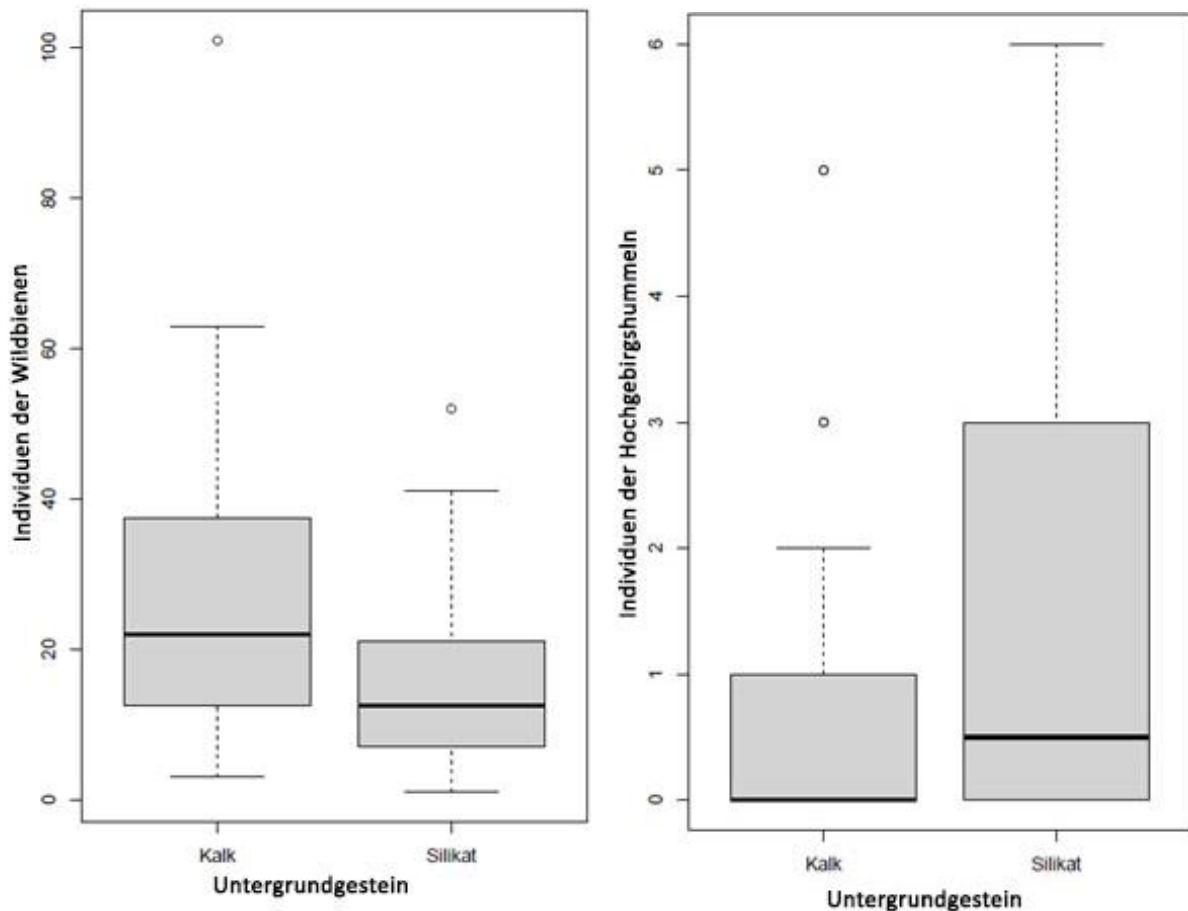


Abbildung 12: Mittelwert aller Individuen auf dem Untergrundgestein Kalk und Silikat – links wurden als abhängige Variable 1.183 Wildbienenindividuen und 54 Transekte herangezogen und rechts wurden als abhängige Variable 59 Hochgebirgshummeln und 54 Transekte herangezogen

3.3 Wildbienen und das Blütenangebot

Dieses Kapitel befasst sich mit den Pflanzen, welche zum Zeitpunkt der Erhebungen in den Transekten vorzufinden waren und in Blüte standen.

3.3.1 Anzahl der Pflanzen- und Wildbienenarten in den Gebieten und Standorttypen

Nachfolgende Tabelle zeigt die Anzahl der blühenden Pflanzenarten in den Transekten der 19 Untersuchungsgebiete und die Anzahl der in den Transekten gefundenen Wildbienenarten. Es ist ersichtlich, dass auf der Schneealpe am meisten blühende Pflanzenarten dokumentiert werden konnten. Am Hochschlag wurden mit 13 Wildbienenarten die meisten Arten dokumentiert und am Schöckl wurden auf den Transekten die höchsten Individuendichten festgestellt.

Tabelle 11: Auflistung aller Untersuchungsgebiete mit den blühenden Pflanzenarten zum Zeitpunkt der Aufnahme, sowie die gefundenen Wildbienenarten und die durchschnittliche Individuenzahl der Wildbienen - für jedes Gebiet wurden hierfür die aufgenommenen Transekte (1-5) herangezogen und so die unterschiedlichen Pflanzenartenanzahl wie auch die Durchschnittszahl der vorkommenden Individuen ermittelt.

Untersuchungsgebiete	Blühende Pflanzenarten in den Transekten und Gebieten	Wildbienenarten in den Transekten und Gebieten	WB Abundanz $\bar{x}$
Ameringkogel	31	12	8,5
Gleinalpe	42	10	22,0
Kleiner Königskogel	16	2	4,0
Hochalm	18	7	9,0
Hochlantsch	43	11	73,5
Hochschlag	33	13	33,3
Hochwechsel	11	6	7,7
Hohe Veitsch	44	10	23,7
Mugel	29	3	5,0
Rennfeld	23	8	20,7
Schießling Oisching	24	10	37,5
Schneealpe	49	8	14,8
Schöckl	25	9	58,0
Sommeralm	34	11	25,5
Speikkogel	19	4	20,3
Stubalpe	28	9	18,0
Stuhleck	33	10	26,7
Teichalm	23	11	13,5
Turnauer Alm	20	7	17,0

Werden die aufgenommenen Standorttypen genauer betrachtet, ist in Tabelle 12 ersichtlich, dass auf den Almweiden mit Kalkgestein zum Zeitpunkt der Aufnahme die meisten blühenden Pflanzenarten vorzufinden waren. Wohingegen die anderen Standorttypen keine großen Unterschiede in der Anzahl der blühenden Pflanzen aufzuweisen hatten. Schlusslicht sind die Zwergstrauchheiden, hier konnten zum Zeitpunkt der Aufnahme in den Transekten nur 37 unterschiedliche blühende Arten dokumentiert werden. Ebenso wie bei den Pflanzenarten, konnten auf den Almweiden auf Kalkgestein mit 29 auch am meisten Wildbienenarten nachgewiesen werden. Die höchste Wildbienenabundanz konnte mit durchschnittlich 36 Individuen auf Waldlichtungen dokumentiert werden.

Tabelle 12: Aufteilung der blühenden Pflanzenarten zum Zeitpunkt der Aufnahme sowie Wildbienenarten und durchschnittliche Individuenzahlen in den Standorttypen - für jeden Standorttyp wurden hierfür die aufgenommenen Transekte herangezogen und so die unterschiedlichen Pflanzenartenanzahl wie auch die Durchschnittszahl der vorkommenden Individuen ermittelt.

Standorttyp	Blühende Pflanzenarten in Transekten	Wildbienenarten in Transekten	WB Abundanz $\bar{x}$
Almw. Kalk	82	29	23,9
Almw. Silikat	59	14	13,6
Forstwege	58	14	25,6

Waldlichtungen	59	13	36
Zwergstrauchheiden	37	9	13,3

3.3.2 Hummelpräferenzen der Pflanzenfamilien beim Nektar- und Pollenbesuch

Tabelle 13 zeigt die angeflogenen Pflanzenfamilien der Wildbienen und damit deren Präferenzen bei der Nektar- und/oder Pollenaufnahme ab einer Anzahl von insgesamt zehn Besuchen. Individuen des *B. lucorum*-Komplexes waren wie auch *B. wurflenii* und *B. lapidarius* am häufigsten auf *Fabaceae* zu beobachten. *B. soroensis*, *B. pascuorum*, *B. pratorum* und *B. sichelii* waren hingegen öfters auf Pflanzenarten der Familie der Asteraceae zu dokumentieren. Ausschließlich *B. monticola* bevorzugte Pflanzenarten aus der Familie der Ericaceae.

Tabelle 13: Pflanzenfamilien mit den häufigsten Nektar- und/oder Pollenbesuchen der Wildbienen – insgesamt konnten 1.103 Wildbienen bei der einem Pflanzenbesuch beobachtet werden.

Pflanzenfamilie	Präferenz Σ	lucok	soro	wurf	mont	lapi	pasc	prat	sich	bohe	hort
<i>Fabaceae</i>	292	161	3	39	3	49	11	3	8	3	2
<i>Asteraceae</i>	248	22	117	9	8	10	29	14	11	2	4
<i>Lamiaceae</i>	162	96	16	5	1	15	6	4	7	4	2
<i>Caprifoliaceae</i>	90	9	29	1	1	13		4		15	2
<i>Campanulaceae</i>	82	7	64	1	1	4		2	1		
<i>Ericaceae</i>	71	52	4	1	9		1			1	
<i>Orobanchaceae</i>	56	29	3	9		9	1	3			
<i>Rosaceae</i>	27	19	6			2					
<i>Gentianaceae</i>	19	1	2	12			2		1		1
<i>Plantaginaceae</i>	16	8					3	1			1
<i>Ranunculaceae</i>	16	2		8			1		2		
<i>Pinaceae</i>	7	7									
<i>Geraniaceae</i>	6	1				4					
<i>Hypericaceae</i>	3	3									
<i>Juncaceae</i>	2	2									
<i>Caryophyllaceae</i>	2	1		1							
<i>Cistaceae</i>	2	2									
<i>Scrophulariaceae</i>	1										
<i>Rubiaceae</i>	1					1					
Σ	1.103	422	244	86	23	107	54	31	30	25	12

Werden für alle aufgenommene Transekt die angetroffenen Wildbienenarten mit der Anzahl der blühenden Pflanzenarten ausgewertet, entsteht eine signifikante Korrelation. Der Spearman-Rho liegt bei 0,55 und das p-value bei 0.00001892. Eine höhere Anzahl an Pflanzen, die zum Zeitpunkt der Erhebung in Blüte standen, führt zu einer höheren Artenzahl der Wildbienen (Abb.13).

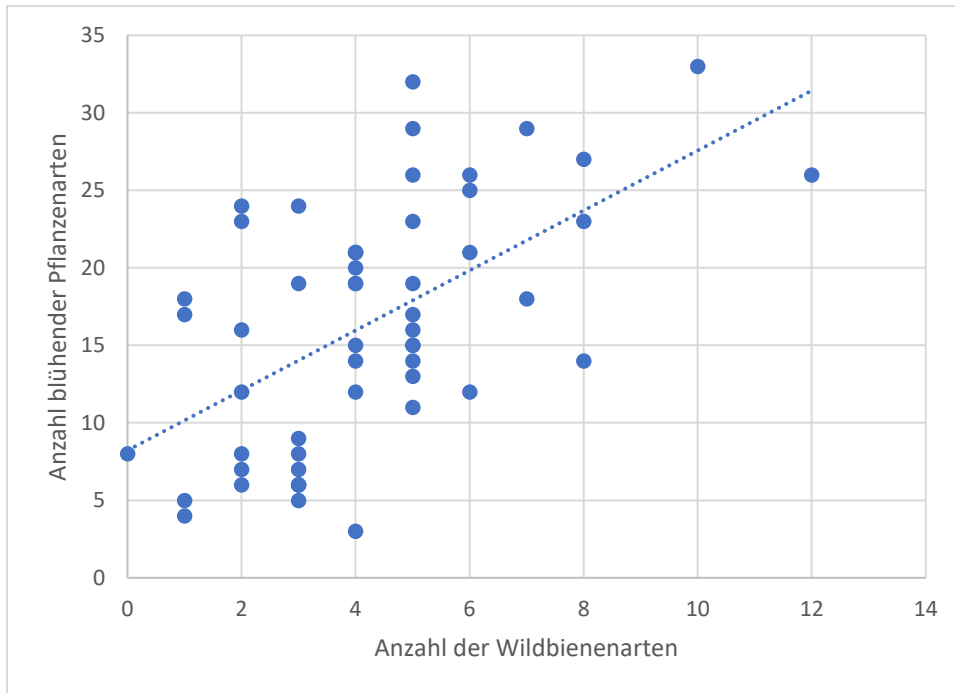


Abbildung 13: Anzahl der Wildbienenarten und die Anzahl der bei der Erhebung blühenden Pflanzenarten in den Transekten (Wildbienenarten ohne die unbestimmten Tiere wie *Bombus* sp., *nor/syl/fl*, *rup/qua*) - als abhängige Variable wurden die 35 Wildbienenarten und die 54 Transekte herangezogen.

Weiters kann, wie aus Abbildung 14 ersichtlich ist, eine negative Korrelation zwischen dem Anstieg der Seehöhe und dem Auftreten von blühenden Pflanzenarten festgestellt werden. Der Spearman-Rho liegt bei -0,40 und das p-value bei 0.003.

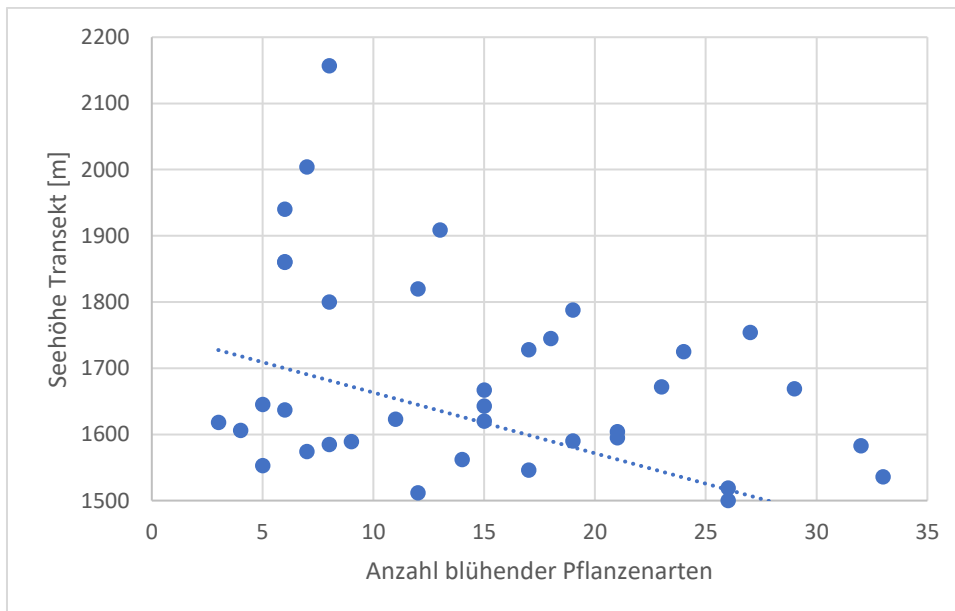


Abbildung 14: Anzahl der bei der Erhebung blühenden Pflanzenarten in den Transekten und Seehöhe der Transekte [m]- als abhängige Variable wurden die blühenden Pflanzenarten (3-33) und die 54 Transekte herangezogen.

3.3.3 Einfluss der Anzahl blühender Pflanzen auf die Hochgebirgsarten

Wird die Anzahl der, zum Zeitpunkt der Aufnahme, blühenden Pflanzenarten mit jener der vorkommenden Hochgebirgsarten verglichen (Abb.15), ist keine Korrelation zu erkennen, der

Spearman-Rho liegt bei 0,07. Die Anzahl der unterschiedlichen blühenden Pflanzenarten wirkt sich demnach nicht auf das lokale Vorkommen der Hochgebirgsarten unter den Hummeln aus.

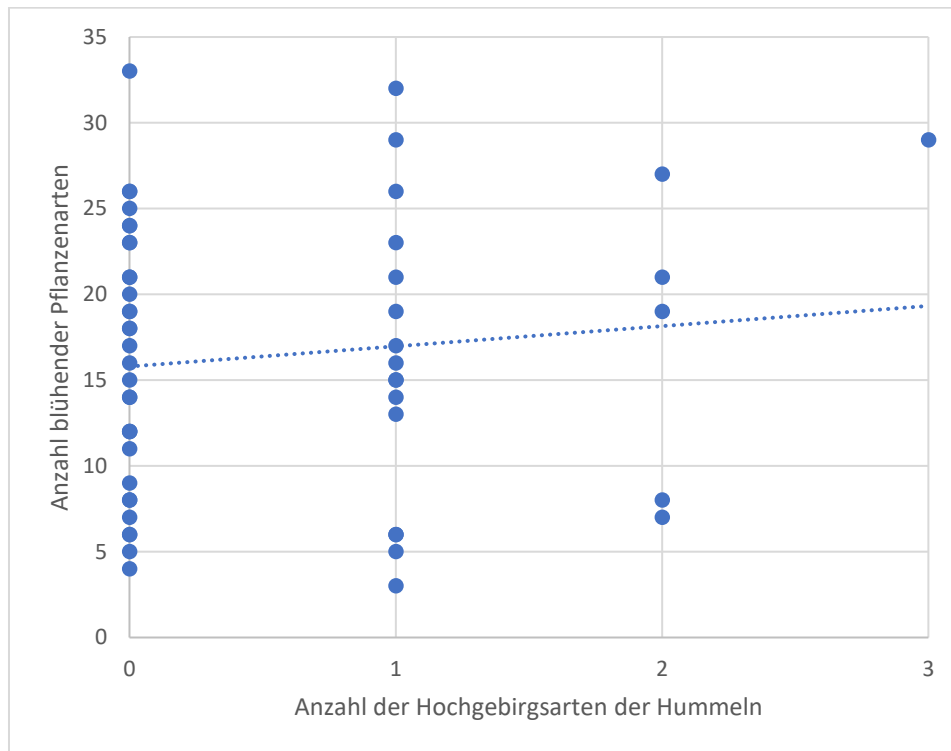


Abbildung 15: Anzahl der Hochgebirgsarten der Hummeln und die Anzahl der bei der Erhebung blühenden Pflanzenarten in den Transekten - als abhängige Variable wurden die fünf Hochgebirgsarten der Hummeln und die 54 Transekten herangezogen.

3.4 Einfluss von Offenlandflächen auf die Hochgebirgsarten

Eine weitere Forschungsfrage befasst sich mit dem Thema der Offenlandflächen und der Entfernungen zu großen Gebirgszügen.

3.4.1 Flächengrößen

Aus Tabellen 14 und 15 sind sowohl die umliegenden Vergleichsgebiete als auch die Untersuchungsgebiete mit deren ermittelter Offenlandfläche über 1.400 m.ü.A. in ha abzulesen. Die Spalte „Größe ha“ gibt die gesamte Offenlandfläche eines Gebietes über 1.400 m.ü.A. an und steht in keinem Zusammenhang mit den aufgenommenen Transekten. Ebenso ist die Entfernung der 19 isolierten und kartierten Gebiete zur nächstgelegenen großen Offenlandfläche mit einem nachgewiesenen Vorkommen von Hochgebirgsarten der Hummeln ersichtlich. Die Spalte „Hochgebirgsarten Transekt“ zeigt die Anzahl der gefundenen Hochgebirgsarten in den Transekten an, wobei die Spalte „Hochgebirgsarten gesamt“ alle gefundenen Arten miteinbezieht, auch wenn diese außerhalb von Transekten zu finden waren.

Tabelle 14: Umliegende Vergleichsgebiete mit der Anzahl an nachgewiesenen Hochgebirgsarten der Hummeln

Gebiet	Abk.	Größe ha	Hochgebirgsarten gesamt
Hochschwab	HO	11.655,08	5
Koralpe	K	3.049,05	5
Saualpe	SAU	3.252,52	5
Schneeberg	SB	850,38	6

Seckauer Alpen	SEC	13.905,47	3
Seetaler Alpen	SEE	3.848,47	3
Rax	R	2.380,91	5

Tabelle 15: Größen und Entfernungen der Untersuchungsgebiete zu den umliegenden Vergleichsgebieten mit großen Offenlandflächen – Transekt (Tr.), Gesamt (Ges.)

Gebiet	Abk.	Größe ha	Entfernung km	nächstgelegener Berg	Hummelarten		Hochgebirgsarten
					Tr.	Ges.	
Ameringkogel	AK	1.692,48	17,72	Zirbitzkogel	10	11	2
Gleinalpe	GA	637,87	28,71	Seckauer Zinken	9	10	3
Kleiner Königskogel	KK	51,87	22,84	Hochschwab	2	2	0
Hochalm	HA	49,50	32,03	Hochschwab	7	7	0
Hochlantsch	HL	15,75	36,17	Hochschwab	10	10	0
Hochschlag	HS	14,76	34,82	Hochschwab	12	12	0
Hochwechsel	HW	760,85	59,80	Hochschwab	6	7	1
Hohe Veitsch	HV	1.156,39	19,04	Hochschwab	8	8	2
Mugel	M	31,48	29,45	Hochschwab	3	3	0
Rennfeld	RF	17,46	28,91	Hochschwab	5	5	0
Schießling - Oisching	SO	92,60	8,93	Hochschwab	9	12	1
Schneetalpe	SAL	1.747,02	0,00		7	7	3
Schöckl	SCH	35,11	52,57	Hochschwab	5	5	0
Sommeralm	SA	90,14	41,97	Hochschwab	7	7	1
Speikkogel	SK	1.160,30	27,11	Seckauer Zinken	4	5	1
Stubalpe	ST	198,34	26,55	Zirbitzkogel	6	6	1
Stuhleck	STE	830,08	48,35	Hochschwab	8	8	2
Teichalm	TA	24,65	37,24	Schneetalpe	10	10	1
Turnauer Alm	TU	89,68	15,98	Hochschwab	6	8	1

Die Größe der Offenlandflächen der Gebiete hatte eine Bandbreite von rund 15 ha am Hochschlag bis fast 14.000 ha in den Seckauer Alpen.

Werden alle aufgenommenen Wildbienenarten betrachtet, wird aus Abbildung 16 ersichtlich, dass bei dem Auftreten von Wildbienenarten, mit einer Lebensraumverbreitung vom Flachland bis in subalpine Lagen, keine Korrelation mit den Offenlandflächen über 1.400 m.ü.A. gegeben ist. Es ist ersichtlich, dass bereits bei einer Offenlandfläche von 15 ha eine große Artenvielfalt der Wildbienen vorhanden ist.

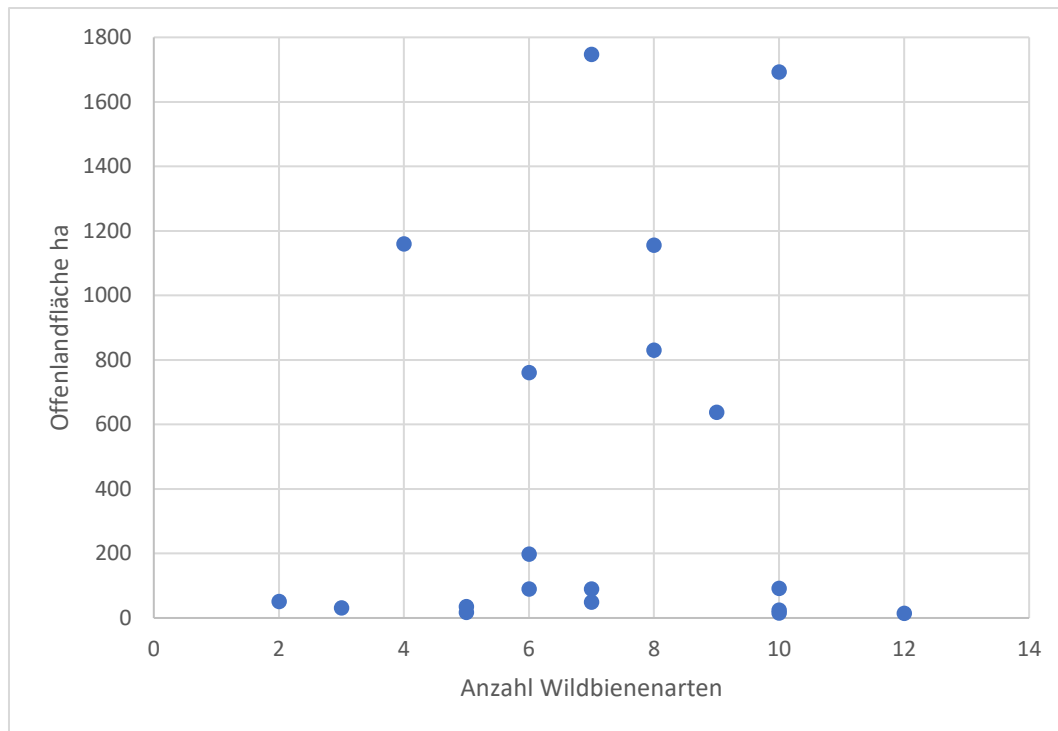


Abbildung 16: Das Vorkommen aller Wildbienenarten auf unterschiedlich großen Offenlandflächen (Wildbienenarten ohne die unbestimmten Tiere wie *Bombus* sp., nor/syl/fl, rup/qua) - als abhängige Variable wurden die 35 Wildbienenarten und die 19 Untersuchungsgebiete herangezogen.

Für die Auswertung der 19 Untersuchungsgebiete wurden alle erfassten Hochgebirgsarten der Hummeln innerhalb und außerhalb der Transekte gebietsweise zusammengefasst. Bei einer kleineren Offenlandfläche wurden im Schnitt weniger Hochgebirgsarten gefunden (Abb. 17). Der Zusammenhang ist hoch signifikant (Spearman-Rho = 0,84, $p = 0.00000429$).

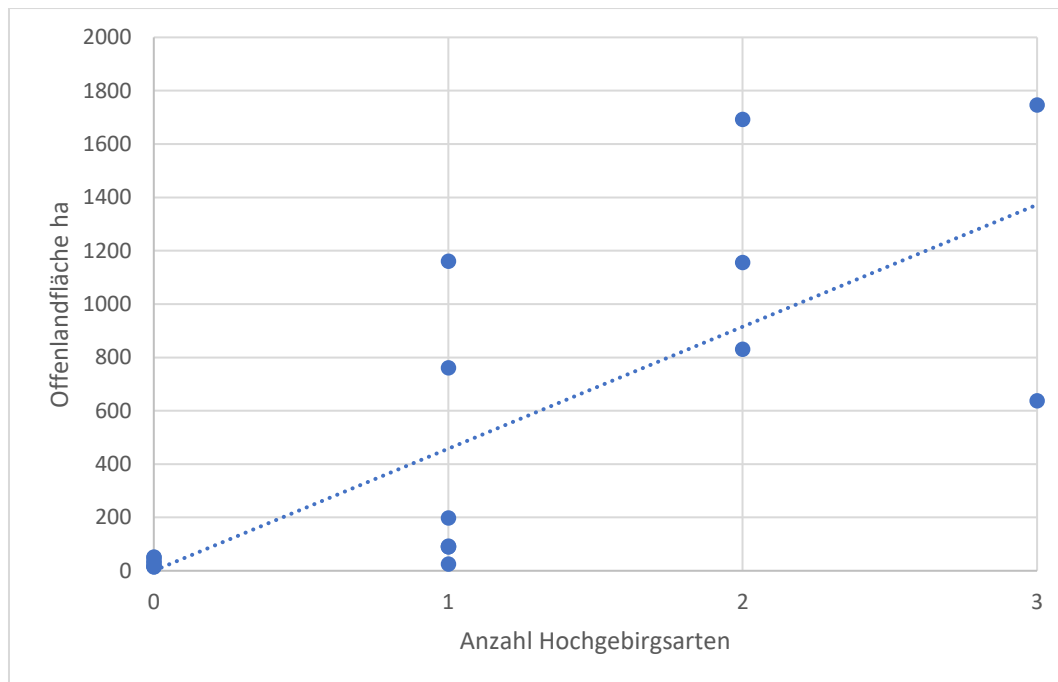


Abbildung 17: Das Vorkommen von Hochgebirgsarten der Hummeln auf unterschiedlich großen Offenlandflächen - als abhängige Variable wurden die fünf Hochgebirgsarten der Hummeln (insgesamt 59 Individuen) und die 19 Untersuchungsgebiete herangezogen.

Auf große Offenlandflächen in höheren Lagen sind demnach vor allem die Hochgebirgsarten unter den Hummeln angewiesen.

3.4.2 Entfernung von Gebirgszügen

Wie in Punkt 2.1 erwähnt sind *B. sichelii*, *B. pyrenaeus* und *B. monticola* in allen umliegenden großen Gebirgszügen vorhanden. Das ist bei *B. mucedus* und *B. mesomelas* nicht der Fall, hier wurde daher die Entfernung zum nächsten bekannten Bestand dieser Art gemessen und in die Auswertung miteingerechnet. Die Korrelation zwischen der Entfernung und der Anzahl an Hochgebirgsarten der Hummeln (Spearman Rho = -0,33), ist nicht signifikant ($p = 0,17$).

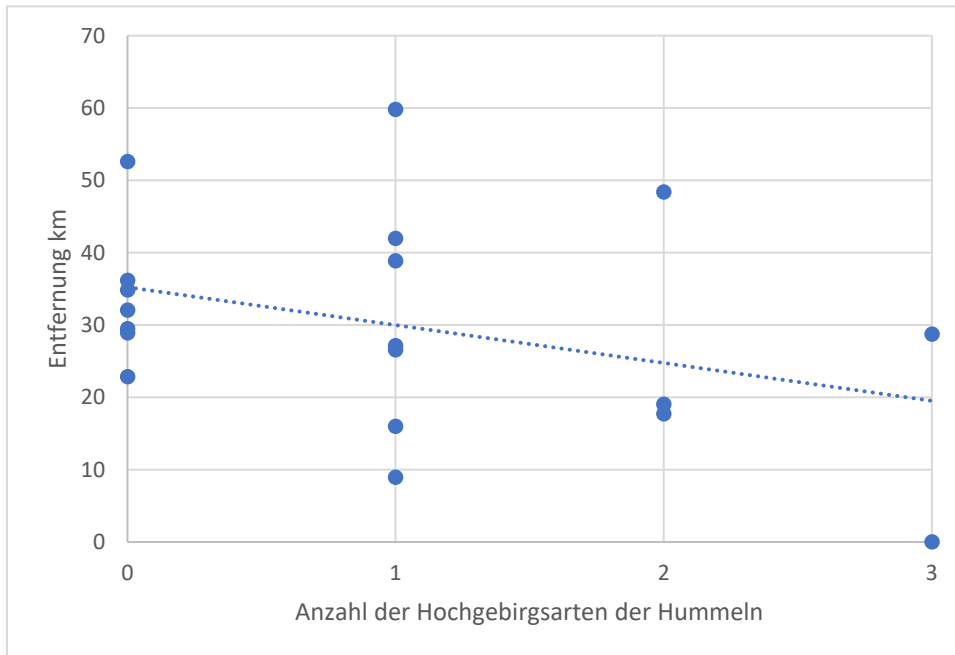


Abbildung 18: Hochgebirgsarten der Hummeln im Verhältnis zur Entfernung von großen Gebirgszügen - als abhängige Variable wurden die fünf Hochgebirgsarten der Hummeln und die 19 Untersuchungsgebiete herangezogen. Die verwendeten Entfernungen sind in Tabelle 15 ersichtlich.

4 Diskussion

4.1 Wildbienen auf subalpinen Flächen und ihre Höhenverbreitung

Bei den vorliegenden Aufnahmen in den Voralpen der Steiermark wurden am häufigsten Hummeln aus dem *Bombus lucorum*-Komplex gefunden. Ebenso zeigt eine Studie von Iserbyt et al. (2008), dass dieser Artenkomplex in höheren Lagen stark vertreten ist. Weiters konnte festgestellt werden, dass der *Bombus lucorum*-Komplex in fast allen Höhenstufen dominant war, ausgenommen in der subalpinen Stufe, hier wurde eine höhere Anzahl von *B. soroeensis* registriert. *B. soroeensis* hatte den Verbreitungsschwerpunkt bei 1.700 Höhenmetern, war aber bis 2.000 m.ü.A. regelmäßig anzutreffen.

Die aufgenommenen Hummeln der steirischen Voralpen können grob in drei Gruppe gegliedert werden: (1) Arten mit einer weiten Höhenverbreitung wie *Bombus-lucorum* Komplex, *B. pratorum*, *B. sichelii*, *B. soroeensis* und *B. wurflenii* (2) Hummeln, welche vor allem in tiefen bis mittlere Lagen zu finden waren, wie *B. hypnorum*, *B. lapidarius*, *B. hortorum*, *B. mesomelas* und *B. pascuorum* und (3) Hummeln, welche erst in höheren Lagen anzutreffen waren, wie *B. monticola*, *B. mucidus* und *B. pyrenaicus*. Werden die Aufnahmen von Johann Neumayer aus dem Nationalpark Gesäuse betrachtet, sind ähnliche Höhenpräferenzen der Hummeln zu erkennen (Neumayer 2009).

Das Vorkommen von unterschiedlichsten Kuckuckshummeln (*Psithyrus*) ist, wie auch die Anzahl der auftretenden Individuen von Jahr zu Jahr verschieden (Lhomme und Hines 2018). Im Aufnahmegebiet konnten im Sommer 2020 einige Kuckuckshummeln dokumentiert werden (*B. bohemicus*, *B. barbutellus*, *B. norvegicus/sylvestris/flavidus*, *B. rupestris/quadricolor*). Am häufigsten befanden sich Individuen von *B. bohemicus* unter den nachgewiesenen Kuckuckshummeln. Diese waren wie auch ihre Wirtsart (*B. lucorum*-Komplex) in einem breiten Höhenspektrum anzutreffen. Kuckuckshummeln sind auf das Vorkommen der Wirte angewiesen. Durch diese Einschränkung repräsentieren sie eine noch weniger erforschte Gruppe unter den Hummeln (Lhomme und Hines 2018). Unter den Aufnahmen befanden sich hauptsächlich *Psithyrus* Drohnen, was nicht ungewöhnlich ist, da die Untersuchungen im Hoch- und Spätsommer, also nach der Flugzeit der nestsuchenden Weibchen, durchgeführt wurden und Kuckuckshummeln keine Arbeiterinnen produzieren (Hagen und Aichhorn 2014).

Wildbienen, ausgenommen Hummeln, waren mit insgesamt 29 Individuen aus 15 Arten vertreten. Hier wurde durch die Mindesthöhe der Aufnahmen von 1.400 m.ü.A. keine hohe Artenvielfalt und Individuendichte erwartet. Außerdem weisen die Wildbienen, ausgenommen Hummeln, eine kürzere Aktivitätsperiode auf und sind nicht den ganzen Sommer über anzutreffen.

Die Aufnahmen und die Daten aus Tabelle 6 zeigen, dass die hochmontane Stufe zwischen 1.500 und 1.800 m.ü.A. den größten Artenreichtum der Hummeln in den steirischen Voralpen aufweist. Eine Studie von Schneller (Schneller 2014) über die Hummelfauna Vorarlbergs kommt ebenso zu diesem Ergebnis. Hummeln sind für höhere Lagen besser ausgestattet und dementsprechend in den Gebieten die dominanten Bestäuber. Wie Rasmont et al. (2015) beschreiben, sind nach verschiedenen Klimamodellen die tieferen Lagen von einem starken Artenrückgang an Hummeln betroffen. Der Studie zufolge, werden ausschließlich Gebiete mit hohen Gebirgszügen in ihrer derzeitigen Diversität beständig bleiben (Rasmont et al. 2015). Biella et al. (2017) konnten belegen, dass eine Wanderung von Arten in höhere Gebiete stattfindet. Es besteht die Annahme, dass die Wildbienen in tieferen Lagen stärker von der Intensivierung der Landnutzung betroffen sind (Schwenninger und Scheuchl 2016) und in höheren Lagen vom Klimawandel (Marshall et al. 2020; Thierolf 2021).

Mit steigender Seehöhe wurde eine signifikant niedrigere Wildbienenabundanz festgestellt (Abb.9). Auf dieses Ergebnis kamen auch Bingham und Orthner (1998): Sie konnten feststellen, dass in tieferen Lagen eine häufigere und diversere Bestäubung von insektenblütigen Pflanzen stattfindet. Die Bestäubungsergebnisse sind jedoch mit jenen in höheren Lagen vergleichbar. Die geringere Abundanz in den höheren Lagen hat demnach keinen Einfluss auf die Bestäubung der Pflanzen (Bingham und Orthner 1998). Gründe für die geringere Wildbienenabundanz in höheren Lagen können unterschiedlich sein: Zum einen die Grenzen der Anpassungsfähigkeit an kaltes Klima (Kreisch 1996), die mit der Höhe abnehmende Pflanzenartenvielfalt (Ellenberg et al. 2010), die extremeren Wetterbedingungen (Ellenberg et al. 2010) oder die wegen der kürzeren Saison individuenärmeren Hummelvölker (Wiesbauer 2020).

Das Vorkommen der unterschiedlichen Wildbienenarten nimmt mit dem Höhenanstieg ab (Abb. 10). Auch Bossert (2014) kann entlang des Höhengradienten eine Abnahme der Artenzahl feststellen. Trotzdem wurden in den Untersuchungsgebieten Arten mit einem Verbreitungsschwerpunkt in höheren Lagen dokumentiert. Dazu zählen ein Individuum von *Andrena rogenhoferi*, ein Individuum von *Hoplitis villosa* und zwei Individuen von *Lasioglossum fratellum*.

Mit zunehmender Höhe nahm auch die Anzahl der Hochgebirgsarten unter den Hummeln zu (Abb. 11). Das ist nicht verwunderlich, da *B. mucidus*, *B. sichelii*, *B. pyrenaicus*, *B. monticola* und *B. mesomelas* ihren Hauptverbreitungsraum in höheren Gebieten aufweisen (Hagen und Aichhorn 2014; Wiesbauer 2020).

Werden rein die Ergebnisse in Bezug auf *B. sichelii* betrachtet ist festzustellen, dass acht Individuen bereits ab einer Höhe von knapp über 1.400 m.ü.A. gefunden wurden. Hier könnte die Annahme getroffen werden, dass diese auch offene Bereiche unter 1.400 m.ü.A. bewohnen.

4.2 Wildbienengemeinschaften der Standorttypen und des Untergrundgesteins

Auf Waldlichtungen wurde die höchste Abundanz an Wildbienen dokumentiert, jedoch nicht die höchste Diversität. Der Hauptgrund dafür kann die hohe Anzahl an Hochstauden sein, die sich nach den ersten etablierten Kräutern auf Waldlichtungen ausbreitet (Wittig und Niekisch 2014). So konnten auch auf allen kartierten Waldlichtungen dominierend Hochstauden dokumentiert werden. Studien von Neumayer (2009) wie auch Schneller (2014) belegen ein viel höheres Hummelaufkommen auf Hochstaudenfluren als in anderen Standorttypen. So stellt die hohe Individuenzahl der Wildbienen auf Waldlichtungen kein überraschendes Ergebnis dar. Auffällig ist, dass auf den Transekten der Waldlichtungen keine Hochgebirgshummeln nachgewiesen werden konnten. Inwieweit das Meiden geschlossener Wälder oder die Präferenz für kalte Mikroklimata, die hauptsächlich über der Waldgrenze zu finden sind, ausschlaggebend dafür sind, bleibt unklar. Die im Zuge der Arbeit auf Waldlichtungen dokumentierten Hummelarten sind jene, welche eine breite Höhenverteilung aufweisen und jene Arten, die vorwiegend in verhältnismäßig tiefen und mittleren Lagen auftreten. Hierbei handelt es sich um *Anthidium strigatum*, *B. hortorum*, *B. lapidarius*, *B. lucorum*-Komplex, *B. pascuorum*, *B. pratorum*, *B. soroensis*, *B. wurflenii* und *Osmia parietina*.

Entlang von Forstwegen wurde, anders als auf den Waldlichtungen, eine hohe Wildbienen Diversität vorgefunden (Tab. 8). Zu diesem Ergebnis kamen auch andere Studien (Iserbyt und Rasmont 2012). Bei den vorliegenden Aufnahmen waren entlang der Forstwege, wie bereits bei den Waldlichtungen, einige Hochstauden vorzufinden. Ebenfalls kamen in unmittelbarer Nähe entweder Almflächen, Steinwände oder größere Baumbestände vor. Demnach kann entlang von Wegen von einer Art Übergangsvegetation gesprochen werden (Ellenberg et al. 2010).

Die Wildbienendiversität variiert stark zwischen Almflächen auf Kalk und Almflächen auf silikatischem Untergrund. Die vorliegenden Aufnahmen zeigen bei Almweiden auf Kalk eine höhere Diversität an Wildbienen als bei Almweiden auf Silikatgestein. Das deckt sich mit den Ergebnissen anderer Studien (Jaritz und Burkart-Aicher 2013; Kerschbaumer et al. 2018; Wiesbauer 2020). Ebenfalls weisen die kartierten Almweiden auf Kalk eine deutlich höhere Wildbienenabundanz auf (Tab. 8). Dies konnte auch Neumayer feststellen (2009). Ein wesentlicher Faktor für das erzielte Ergebnis ist das unterschiedliche Pflanzenaufkommen. Kalkhaltiger Untergrund weist eine höhere Phytodiversität auf (Ellenberg et al. 2010). Das Ergebnis bezieht sich jedoch nicht auf die Abundanz der Hochgebirgshummeln (Abb. 12). Da viele der hoch gelegenen Transekte auf silikatischem Untergrundgestein zu finden waren (Tab. 1) ist die Abundanz der Hochgebirgshummeln auf Silikatgestein höher als auf Kalkgestein. Zu den Gebieten mit Silikatgestein zählen unter anderem der Ameringkogel, der Speikkogel oder die Gleinalpe, welche über oder knapp unter 2.000 Meter hoch sind.

Zwergstrauchheiden wurden ab einer Höhe von 1.580 m.ü.A. verzeichnet. Typisch dafür waren, die in den höheren Lagen häufig vorkommenden Pflanzen, aus der Familie der *Ericaceae*, wie *Calluna vulgaris* oder *Vaccinium uliginosum*. Es wurden auf den Transekten auch Exemplare von anderen Pflanzen vorgefunden wie *Phyteuma hemisphaericum* aus der Familie der *Campanulaceae*. Außerdem konnte auf Zwergstrauchheiden in tieferen Lagen, das Aufkommen von jungen Fichten dokumentiert werden. Alle aufgenommenen Transekte der Zwergstrauchheide befinden sich auf silikatischem Untergrund und weisen eine geringe Wildbienenabundanz und einen geringen Shannon Index auf (Tab. 8). Neumayer und Paulus konnten feststellen, dass die Hummelabundanz in Zwergstrauchheiden im Frühjahr am höchsten ist, und diese im Laufe des Jahres abnimmt (Neumayer und Paulus 1999). Die Aufnahmen der vorliegenden Arbeit erfolgten ausschließlich im Hochsommer (Juli und August) und lassen die Vermutung zu, dass der Höhepunkt des Hummelaufkommens auf den Flächen womöglich bereits überschritten war und die Hummeln auf nahegelegene alpine Rasen und Hochstaudenfluren ausgewichen sind.

4.3 Wildbienen und das Blütenangebot

Durch die unterschiedlichen Proboscislängen der Wildbienen werden von den jeweiligen Arten verschiedene Blütenformen vermehrt angefliegen (Mirwald 2021). Die vorliegenden Daten zeigen demnach, dass die in Blüte stehende Pflanzenvielfalt auf den Transekten zum Zeitpunkt der Erhebung einen signifikanten Einfluss auf die allgemeine Wildbienenfauna hat. Eine höhere Artenvielfalt an insektenblütigen Pflanzen zum Zeitpunkt der Aufnahme, hat auch eine höhere Anzahl an Wildbienenarten zur Folge (Abb. 13). Eine Studie von Iserbyt et al. (2008) kommt auf ein ähnliches Ergebnis, auch hier steigt der Artenreichtum positiv mit der Vielfalt der insektenblütigen Pflanzen. Das kann einerseits daher begründet werden, dass von den in Mitteleuropa anzutreffenden nestbauenden Wildbienen ca. die Hälfte oligolektisch Pollen sammelt (Wiesbauer 2020) aber auch, dass durch eine höhere Pflanzenartenvielfalt eine Konkurrenzminderung stattfindet (Gómez-Martínez et al. 2020).

Bei den durchgeführten Aufnahmen im Gebiet Rennfeld konnten sieben Arbeiterinnen aus dem *Bombus lucorum*-Komplex auf jungen Fichten beobachtet werden. Die Fichten befanden sich auf dem Standorttyp Zwergstrauchheide auf 1.600 m.ü.A.. Das Transekt wies, abgesehen von vereinzelt blühenden *Vaccinium uliginosum*, kein großes Blühangebot auf. In der Vergangenheit konnten bereits Hummeln bei der Honigtauaufnahme dokumentiert werden (Moller und Tilley 1989; Cameron et al. 2019), ob das jedoch hier der Fall war, ist nicht abschließend geklärt, aber sehr naheliegend.

Die Artenzahl blühender Pflanzen beeinflusst das Vorkommen von Hochgebirgsarten der Hummeln nicht (Abb.15). Es ist belegt, dass in höheren Lagen der Artenreichtum der Pflanzen stetig abnimmt (Diertl 2011), da kürzere Vegetationszeiten, niedrigere Temperaturen und große Temperaturschwankungen vorherrschen. Pflanzenarten der tieferen Lagen verschwinden und die zum Teil konkurrenzschwächeren, aber kälteangepassten Arten, können sich etablieren (Ellenberg et al. 2010). Die Hochgebirgshummeln sind auf das in höheren Lagen vorhandene Pflanzenangebot angewiesen. Projekte wie GLORIA zeigen als Folge des Klimawandels eine Verschiebung verschiedener Pflanzen in höhere Lagen (Grabherr et al. 2012). Hummeln folgen ihren Futterpflanzen. So belegt eine Studie aus den Pyrenäen, dass die unterschiedlichen Hummelarten, vor allem in den montanen Gebieten, mit den von ihnen besuchten Pflanzen immer weiter in höhere Lagen wandern (Marshall et al. 2020).

4.4 Einfluss von Offenlandflächen auf die Hochgebirgsarten

4.4.1 Flächengrößen

Für die Wildbienen exklusive Hummeln hat die Größe der Offenlandfläche offensichtlich keinen Einfluss auf deren Vorkommen. Wie in Abbildung 16 ersichtlich ist, befinden sich auf den Offenlandflächen um die 20 ha bereits die höchsten Artenzahlen. Dies kann daran liegen, dass für solitär lebende Wildbienen ein geringeres Blütenangebot ausreicht (Wiesbauer 2020), wohingegen eine vitale Hummelpopulation aus einigen Völkern mit bis zu 100 Arbeiterinnen pro Volk besteht und dementsprechend ein höheres Blütenangebot für deren Bestand notwendig ist (Hagen und Aichhorn 2014).

In Bezug auf die Hochgebirgshummeln zeigen die aufgenommenen Daten eine starke Korrelation zwischen der Größe der Offenlandflächen und der Anzahl der vorgefundenen Arten (Abb. 17). Es kann gesagt werden, je größer die Offenlandflächen der Gebiete über 1.400 m.ü.A. sind, desto mehr Hochgebirgsarten der Hummeln sind vorzufinden.

Alle Untersuchungsgebiete mit einem Vorkommen von Hochgebirgshummeln, mit Ausnahme der Teichalm, weisen eine Offenlandfläche von mindestens 90 ha auf (Tab. 15). Große Offenlandflächen sind demnach ein wichtiger Faktor in Bezug auf das Vorkommen der, speziell auf höhere Lagen ausgerichteten, Hummeln.

Eine Studie von Lisa Maria Wieser belegt, dass seit 1900 bei der Hälfte der Untersuchungsgebiete eine Abnahme der Offenlandflächen stattgefunden hat. Dennoch ist von keinem großen Offenlandverlust die Rede, sondern eher von der Zerteilung und der damit verbundenen Isolation von Flächen durch aufkommende Verbuschung (Wieser 2021).

4.4.2 Entfernung von Gebirgszügen

Die Annahme, dass mit steigender Entfernung zu Gebirgszügen mit größeren Offenlandflächen die Artenvielfalt der Hochgebirgshummeln signifikant sinkt, konnte nicht bestätigt werden. In Abbildung 18 ist ersichtlich, dass ein negativer Trend festzustellen ist, dieser jedoch nicht signifikant ist.

Ebenso wenig wurde die Annahme bestätigt, dass in weiter entfernten Gebieten eine Wiederansiedelung der Hochgebirgshummeln schwieriger ist als in unmittelbar an große Gebirgszüge angrenzende Offenlandflächen.

Dass die kleinen Offenlandflächen über 1.400 m.ü.A., welche zwischen den aufgenommenen Gebieten liegen, einen Einfluss auf das Ergebnis haben, ist aufgrund der Notwendigkeit großer Offenlandflächen

für den Bestand von Hochgebirgshummeln eher auszuschließen. Denn diese Offenlandflächen sind, wenn vorhanden, nur einige wenige ha groß.

Die Erhebungsgebiete in den Nordalpen (Hohe Veitsch, Schneealpe) sind verhältnismäßig groß und liegen näher aneinander und vor allem näher an großen Gebirgszügen wie dem Hochschwab und der Rax. Ebenso trifft die Nähe zu den beiden Gebirgszügen auf die Turnauer Alm, Schießling-Oisching und den Königskogel zu. Hier wurden auch, abgesehen vom Königskogel, überall Hochgebirgshummeln gefunden. Die markanten Einschnitte von Lavantal, Murtal und Mürztal trennen die zwei Gebiete auch optisch voneinander ab. Trotz dieser Schneise sind jenseits der großen Gebirgszüge auf den Offenlandflächen Hochgebirgshummeln zu finden (Tab. 15).

Wie bereits erwähnt, beeinflusst die Entfernung zu großen Gebirgszügen das Vorkommen von Hochgebirgshummeln nicht. Es lässt die Vermutung offen, dass Hummelköniginnen weite Distanzen zurücklegen können. So konnte auch (Biella et al. 2021) feststellen, dass sich die Hummelköniginnen von *B. haematurus* mithilfe der Klimaveränderungen bewegen und dadurch neue Gebiete erschließen. Der Klimawandel führt jedoch großflächig zu denselben Problemen, die Temperaturen steigen und die Wald- bzw. Baumgrenze verschiebt sich nach oben. Wie bereits erwähnt belegen Studien ein Sinken des Artenreichtums bei steigender Fragmentierung und der daraus resultierender Isolation (Saunders et al. 1991).

5 Schlussfolgerung

Hummeln, die an gemäßigtes bis kaltes Klima angepasst sind, verlieren durch den Klimawandel zunehmend an Verbreitungsgebiet. Durch die Klimaerwärmung findet ein stetiger Anstieg der Baumgrenze statt, da durch die ansteigenden Temperaturen eine immer länger anhaltende Vegetationsperiode eintritt (Ellenberg et al. 2010; Kerschbaumer et al. 2018; Almwirtschaft Österreich 2020). Höhere Lagen gewinnen als Ausweichareale immer mehr an Bedeutung (Rasmont et al. 2015; Marshall et al. 2020). Weiters haben in den letzten Jahren die bewirtschafteten Grünlandflächen in den Bergregionen stark abgenommen (Kerschbaumer et al. 2018). Durch Nutzungsaufgabe, Aufforstung oder durch Nutzungsintensivierung sind besonders extensive Weiden und die einmal jährlich gemähten Wiesen betroffen. Nutzungsaufgabe und Aufforstung führt zu einer Minimierung der Offenlandfläche, genauso wie die intensive Almwirtschaft zu Nährstoffanreicherungen und einer Dominanz von nährstoffzeigenden Pflanzen führt. In weiterer Folge vermindert sich die Pflanzenvielfalt und wichtige Habitate für die Artenvielfalt und Biodiversität gehen verloren (Ellenberg et al. 2010; Buchgraber et al. 2011). Auf die Offenlandflächen in höheren Lagen entsteht demnach durch viele Einflussfaktoren ein immenser Druck. Für den weiteren Bestand der Hochgebirgsarten unter den Hummeln ist das Existieren von weiten Offenlandflächen jedoch ein essenzieller Faktor.

In Bezug auf die möglichen Auswirkungen auf die Hummelfauna gibt es unterschiedliche Meinungen. Gibt man Goulson et al. (2005) recht, sind langrüsselige Hochgebirgshummeln diejenigen die am stärksten durch die derzeitigen Veränderungen der Landschaft gefährdet sind, da die Pflanzen mit langen Blütenröhren zurückgehen. Geht man nach Pradervand et al. (2011) trifft die Klimaerwärmung vor allem die kurzrüsseligen Hummeln, da diese vermehrt in den höheren Lagen vorkommen. Beide sind sich jedoch sicher, dass durch den kontinuierlichen Anstieg der Temperaturen auch ein Höherwandern der Hummelhabitate stattfindet und dies zu einem starken Rückgang vieler Hochgebirgsarten der Hummeln führt (Goulson et al. 2005; Pradervand et al. 2011). In der Vergangenheit wurde bereits belegt, dass der Rückgang von Hummeln mit dem Rückgang von Grasland verbunden ist (Goulson et al. 2005) und dass Klima- und Habitatspezialisierungen wichtige Indikatoren für den Artenrückgang von Hummeln darstellen (Williams 2005). Außerdem ist bewiesen, dass die Ressourcenverfügbarkeit das Vorkommen von Bienen beeinflussen kann (Classen et al. 2015), werden daher die Flächen mit potenziellen nektar- und pollenspendenden Pflanzen kleiner, kann sich das auf den Bestand der Wildbienen auswirken. Dem weiteren Bestehen von notwendigen Offenlandflächen sollte daher ausreichend an Bedeutung geschenkt werden.

Für die Beständigkeit der Hummeldiversität auf den Almflächen unter der Baumgrenze ist die Aufrechterhaltung von traditionellen Bewirtschaftungsformen zu sichern (Kosior et al. 2007). Durch die Erhaltung von großen durchgehenden Offenlandflächen können Voraussetzungen für den weiteren Bestand von Hochgebirgshummeln getroffen werden.

6 Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Vorgehensweise der Gebietsermittlung bearbeitet nach Lisa Maria Wieser 2021	3
Abbildung 2: Gliederung der Berg- und Gebirgsgruppen nach Lieb (1991) mit der Verortung der Untersuchungsgebiete (eigene Bearbeitung)	4
Abbildung 3: Untersuchungsgebiete mit umliegenden großen Offenlandflächen über 1.400 m.ü.A. – Ameringkogel (AK), Gleinalpe (GA), Königskogel (KK), Hochalm (HA), Hochlantsch (HL), Hochschlag (HS), Hochwechsel (HW), Hohe Veitsch (HV), Mugel (M), Rennfeld (RF), Schießling-Oisching (SO), Schneealpe (SAL), Schöckl (SCH), Sommeralm (SA), Speikkogel (SK), Stubalpe (ST), Stuhleck (STE), Teichalm (TA), Turnauer Alm (TU) (eigene Bearbeitung)	7
Abbildung 4: Bombus lucorum Drohn unter dem Mikroskop Foto: Lisa Maria Wieser	9
Abbildung 5: Almweide auf der Teichalm	10
Abbildung 6: Forstweg auf die Schneealpe	11
Abbildung 7: Windwurffläche auf dem Hochlantsch	12
Abbildung 8: Zwergstrauchheide auf dem Rennfeld.....	12
Abbildung 9: Unterschiedliche Seehöhen [m] mit der Abundanz der Wildbienen - als abhängige Variable wurden 1.183 Wildbienenindividuen und 54 Transekte herangezogen.....	17
Abbildung 10: Anzahl aller Wildbienenarten inklusive Hummeln in den Transekten nach der Seehöhe [m] – als abhängige Variable wurden 35 Wildbienenarten (unbestimmte Arten wie Bombus sp., nor/syl/fl und rup/qua wurden ausgeschlossen) und 54 Transekte herangezogen	18
Abbildung 11: Anzahl der Hochgebirgsarten der Hummeln nach der Seehöhe [m] – als abhängige Variable wurden die fünf Hochgebirgsarten der Hummeln und die 54 Transekte herangezogen.	19
Abbildung 12: Mittelwert aller Individuen auf dem Untergrundgestein Kalk und Silikat – links wurden als abhängige Variable 1.183 Wildbienenindividuen und 54 Transekte herangezogen und rechts wurden als abhängige Variable 59 Hochgebirgshummeln und 54 Transekte herangezogen.....	21
Abbildung 13: Anzahl der Wildbienenarten und die Anzahl der bei der Erhebung blühenden Pflanzenarten in den Transekten (Wildbienenarten ohne die unbestimmten Tiere wie Bombus sp., nor/syl/fl, rup/qua) - als abhängige Variable wurden die 35 Wildbienenarten und die 54 Transekte herangezogen.....	24
Abbildung 14: Anzahl der bei der Erhebung blühenden Pflanzenarten in den Transekten und Seehöhe der Transekte [m]- als abhängige Variable wurden die blühenden Pflanzenarten (3-33) und die 54 Transekte herangezogen.	24

Abbildung 15: Anzahl der Hochgebirgsarten der Hummeln und die Anzahl der bei der Erhebung blühenden Pflanzenarten in den Transekten - als abhängige Variable wurden die fünf Hochgebirgsarten der Hummeln und die 54 Transekte herangezogen.	25
Abbildung 16: Das Vorkommen aller Wildbienenarten auf unterschiedlich großen Offenlandflächen (Wildbienenarten ohne die unbestimmten Tiere wie <i>Bombus</i> sp., nor/syl/fl, rup/qua) - als abhängige Variable wurden die 35 Wildbienenarten und die 19 Untersuchungsgebiete herangezogen.....	27
Abbildung 17: Das Vorkommen von Hochgebirgsarten der Hummeln auf unterschiedlich großen Offenlandflächen - als abhängige Variable wurden die fünf Hochgebirgsarten der Hummeln (insgesamt 59 Individuen) und die 19 Untersuchungsgebiete herangezogen.....	27
Abbildung 18: Hochgebirgsarten der Hummeln im Verhältnis zur Entfernung von großen Gebirgszügen - als abhängige Variable wurden die fünf Hochgebirgsarten der Hummeln und die 19 Untersuchungsgebiete herangezogen. Die verwendeten Entfernungen sind in Tabelle 15 ersichtlich.	28

7 Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Untersuchungsgebiete in geographischer Gliederung mit dem jeweiligen Untergrundgestein - Silikat (s) und Kalk (k) nach Lieb (1991)	5
Tabelle 2: Gebirgszüge mit großen Offenlandflächen über 1.400 m.ü.A. mit den nachgewiesenen Hochgebirgsarten der Hummeln (Johann Neumayer unveröffentlicht)	8
Tabelle 3: Aufteilung der Standorttypen auf die unterschiedlichen Höhenstufen	13
Tabelle 4: Individuenzahlen der Wildbienen inklusive Sichtungen außerhalb der Transekte und deren Höhenverbreitung nach (Scheuchl und Willner 2016), Hochgebirgsarten sind fett markiert	14
Tabelle 5: Gefundene Hummelarten in den unterschiedlichen Untersuchungsgebieten (alle 20 Hummelarten exklusive Wildbienen)	15
Tabelle 6: Höhenverteilung der Wildbienenarten (Berechnung des Shannon Indexes und der Evenness – als abhängige Variable wurden alle dokumentierten Wildbienen ohne den unbestimmten Arten wie <i>Bombus</i> sp., nor/syl/fl und rup/qua sowie alle 54 Transekte herangezogen).	16
Tabelle 7: Höhenverteilung der Wildbienen in Prozent – die häufigsten Arten sind angeführt, <i>B. lucorum</i> und <i>B. soroeensis</i> sind in allen Höhenlagen stark vertreten – für die Berechnung wurden die jeweiligen Individuenzahlen (bohe-27, lapi-107, lucok-455, mont-22, pasc-58, prat-35, sich-30, soro-251, wurf-84) und die 54 Transekte herangezogen.	16
Tabelle 8: Wildbienenendiversität in den unterschiedlichen Standorttypen (Berechnungen des Shannon Indexes und Evenness, ohne den unbestimmten Tieren wie <i>Bombus</i> sp., nor/syl/fl, rup/qua und Funde außerhalb - als abhängige Variable wurden 1.140 Wildbienenindividuen und 54 Transekte herangezogen).....	19
Tabelle 9: Abundanz der Hochgebirgshummeln in den Standorttypen – für die Auswertung wurden die fünf Hochgebirgshummelarten und die 54 Transekte herangezogen	20
Tabelle 10: Diversität und Artenzahlen der Wildbienen auf Kalk- und Silikatgestein (Berechnungen Shannon Index und Evenness, ohne den unbestimmten Tieren wie <i>Bombus</i> sp., nor/syl/fl, rup/qua und Funde außerhalb - als abhängige Variable wurden 1.140 Wildbienenindividuen und 54 Transekte herangezogen – für die Aufteilung der Individuenzahl wurden alle 1.183 gefundenen Wildbienen herangezogen).....	20
Tabelle 11: Auflistung aller Untersuchungsgebiete mit den blühenden Pflanzenarten zum Zeitpunkt der Aufnahme, sowie die gefundenen Wildbienenarten und die durchschnittliche Individuenzahl der Wildbienen - für jedes Gebiet wurden hierfür die aufgenommenen Transekte (1-5) herangezogen und so die unterschiedlichen Pflanzenartenzahl wie auch die Durchschnittszahl der vorkommenden Individuen ermittelt.....	22
Tabelle 12: Aufteilung der blühenden Pflanzenarten zum Zeitpunkt der Aufnahme sowie Wildbienenarten und durchschnittliche Individuenzahlen in den Standorttypen - für jeden	

Standorttyp wurden hierfür die aufgenommenen Transekte herangezogen und so die unterschiedlichen Pflanzenartenzahl wie auch die Durchschnittszahl der vorkommenden Individuen ermittelt.	22
Tabelle 13: Pflanzenfamilien mit den häufigsten Nektar- und/oder Pollenbesuchen der Wildbienen – insgesamt konnten 1.103 Wildbienen bei der einem Pflanzenbesuch beobachtet werden.	23
Tabelle 14: Umliegende Vergleichsgebiete mit der Anzahl an nachgewiesenen Hochgebirgsarten der Hummeln	25
Tabelle 15: Größen und Entfernungen der Untersuchungsgebiete zu den umliegenden Vergleichsgebieten mit großen Offenlandflächen – Transekt (Tr.), Gesamt (Ges.)	26

Literaturverzeichnis

Aigner, Susanne; Egger, Gregory (2013): Almbewirtschaftung und Pflanzenartenvielfalt. In: Almen aktivieren - Neue Wege für die Vielfalt. Projektergebnisse und Empfehlungen. Interreg IV A Projekt. Salzburg, Laufen, S. 40–43.

Almwirtschaft Österreich (2020): Vielfältige Almwirtschaft in der Steiermark. Online verfügbar unter <https://www.almwirtschaft.com/Almwirtschaft-Steiermark/almwirtschaft-in-der-steiermark.html>, zuletzt geprüft am 29.09.2021.

Amiet, Felix (1996): *Apidae*, 1. Teil. Allgemeiner Teil, Gattungsschlüssel. Die Gattungen *Apis*, *Bombus* und *Psithyrus*. Schweiz: Schweizerische Entomologische Gesellschaft.

Amiet, Felix; Herrmann, Mike; Müller, Andreas; Neumeyer, Rainer (2001): Fauna Helvetica *Apidae* 3. *Halictus*, *Lasioglossum*. Schweiz: Schweizerische Entomologische Gesellschaft.

Amiet, Felix; Neumeyer, Rainer; Müller, Andreas (1999): Fauna Helvetica *Apidae* 2. *Colletes*, *Dufourea*, *Hylaeus*, *Nomia*, *Nomioides*, *Rhophitoides*, *Rophites*, *Sphecodes*, *Systropha*. Schweiz: Schweizerische Entomologische Gesellschaft.

basemap.at (2019): Basiskarte - Grau. Lizenzlink <https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.de>. Online verfügbar unter <https://basemap.at/>, zuletzt geprüft am 26.10.2021.

Betz, Oliver (2014): Entstehung und evolutive Entfaltung der Insekten. In: Blaues lügt durch Wolkenberge. Texte. Zürich: Scidinge Hall, S. 163–211.

Biella, Paolo; Bogliani, Giuseppe; Cornalba, Maurizio; Manino, Aulo; Neumayer, Johann; Porporato, Marco et al. (2017): Distribution patterns of the cold adapted bumblebee *Bombus alpinus* in the Alps and hints of an uphill shift (*Insecta: Hymenoptera: Apidae*) 21 (2), S. 357–366. DOI: 10.1007/s10841-017-9983-1.

Biella, Paolo; Ćetković, Aleksandar; Gogala, Andrej; Neumayer, Johann; Sárospataki, Miklós; Šima, Peter; Smetana, Vladimir (2021): Northwestward range expansion of the bumblebee *Bombus haematurus* into Central Europe is associated with warmer winters and niche conservatism. In: *Insect Science* 28 (3), S. 861–872. DOI: 10.1111/1744-7917.12800.

Bingham, Robin; Orthner, Andrea (1998): Efficient pollination of alpine plants. In: *Nature* 391 (6664), S. 238–239. DOI: 10.1038/34564.

Buchgraber, Karl; Schaumberger, Andreas; Pötsch, Erich M. (2011): Grassland Farming in Austria - status quo and future prospective. In: 16th Symposium of the European Grassland Federation "Grassland Farming and Land Management Systems in Mountainous Regions" (16), S. 13–24.

Cameron, Sydney A.; Corbet, Sarah A.; Whitfield, James B. (2019): Bumble bees (*Hymenoptera: Apidae: Bombus terrestris*) collecting honeydew from the giant willow aphid (*Hemiptera: Aphididae*). In: *JHR* 68, S. 75–83. DOI: 10.3897/jhr.68.30495.

Classen, Alice; Peters, Marcell K.; Kindeketa, William J.; Appelhans, Tim; Eardley, Connal D.; Gikungu, Mary W. et al. (2015): Temperature versus resource constraints: which factors determine bee diversity on Mount Kilimanjaro, Tanzania? In: *Global Ecology and Biogeography* 24 (6), S. 642–652. DOI: 10.1111/geb.12286.

Diertl, Karl-Heinz (2011): Pflanzendiversität entlang eines Höhengradienten in den Anden Südecuadors. Friedrich-Alexander-Universität Erlangen-Nürnberg.

- Ellenberg, Heinz; Leuschner, Christoph; Dierschke, Hartmut (2010): Vegetation Mitteleuropas mit den Alpen in ökologischer, dynamischer und historischer Sicht. 6., vollständig neu bearbeitete und stark erweiterte Aufl. / von Christoph Leuschner ; mit einem Beitr. von Hartmut Dierschke (synsystematische Gliederung). Stuttgart: E. Ulmer (UTB, 8104).
- Fischer, Manfred A.; Oswald, Karl; Adler, Wolfgang (2008): Exkursionsflora für Österreich, Liechtenstein und Südtirol. Unter Mitarbeit von Günter Gottschlich, Arndt Kästner und Martin Pfosser. 3. Aufl. Linz: Oberösterreichisches Landesmuseum.
- Fourcade, Yoan; Åström, Sandra; Öckinger, Erik (2019): Climate and land-cover change alter bumblebee species richness and community composition in subalpine areas. In: *Biodivers Conserv* 28 (3), S. 639–653. DOI: 10.1007/s10531-018-1680-1.
- Fourcade, Yoan; Åström, Sandra; Öckinger, Erik (2021): Decline of parasitic and habitat-specialist species drives taxonomic, phylogenetic and functional homogenization of sub-alpine bumblebee communities. In: *Oecologia* 196 (3), S. 905–917. DOI: 10.1007/s00442-021-04970-3.
- Garibaldi, Lucas A.; Steffan-Dewenter, Ingolf; Kremen, Claire; Morales, Juan M.; Bommarco, Riccardo; Cunningham, Saul A. et al. (2011): Stability of pollination services decreases with isolation from natural areas despite honey bee visits. In: *Ecology letters* 14 (10), S. 1062–1072. DOI: 10.1111/j.1461-0248.2011.01669.x.
- geoland.at (2015): Katalog Digitales Geländemodell (DGM) Österreich. Lizenz: <https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.de>. Online verfügbar unter <https://www.data.gv.at/katalog/dataset/d88a1246-9684-480b-a480-ff63286b35b7>, zuletzt geprüft am 22.10.2021.
- geoland.at (2019): Katalog Orthofoto Österreich. Lizenz: <https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.de>. Online verfügbar unter <https://www.data.gv.at/katalog/dataset/254757be-69ef-4a6c-a4c1-1432815d7522>, zuletzt geprüft am 22.10.2021.
- Gokcezade, Joseph F.; Gereben-Krenn, Barbara-Amina; Neumayer, Johann (2018): Feldbestimmungsschlüssel für die Hummeln Deutschlands, Österreichs und der Schweiz. 2., durchgesehene Auflage. Wiebelsheim: Quelle & Meyer Verlag.
- Gómez-Martínez, Carmelo; T O Aase, Anne Lene; Totland, Ørjan; Rodríguez-Pérez, Javier; Birkemoe, Tone; Sverdrup-Thygeson, Anne; Lázaro, Amparo (2020): Forest fragmentation modifies the composition of bumblebee communities and modulates their trophic and competitive interactions for pollination. In: *Scientific Reports (Nature Publisher Group)* 10 (10872). DOI: 10.1038/s41598-020-67447-y.
- Goulson, D.; Hanley, M. E.; Darvill, B.; Ellis, J. S.; Knight, M. E. (2005): Causes of rarity in bumblebees. In: *Biological Conservation* 122 (1), S. 1–8. DOI: 10.1016/j.biocon.2004.06.017.
- Goulson, Dave (2010): Bumblebees : behaviour, ecology, and conservation. 2. ed.: Oxford: Oxford Univ. Press (Oxford biology).
- Grabherr, Georg; Gottfried, Michael; Pauli, Harald (2012): Das GLORIA-Monitoring-Netzwerk zum Klima- und Vegetationswandel in den Hochgebirgen. Berichte der Reinhold-Tüxen-Gesellschaft (24:77-87).
- Griebel, Norbert (2018): Die Kosmos Alpenflora. Stuttgart: Kosmos Verlag (Kosmos-Naturführer).

- Habeler, Heinz (2001): Das zahlenmäßige Inventar an Schmetterlingen in den Höhenstufen der Steiermark (*Lepidoptera*). In: *Joannea Zoologie* 03, S. 37–46.
- Hagen, Eberhard von; Aichhorn, Ambros (2014): Hummeln. Bestimmen, ansiedeln, vermehren, schützen. Unter Mitarbeit von Kristina Slawik. Nottuln: Fauna Verlag.
- Hagen, Melanie; Wikelski, Martin; Kissling, Daniel (2011): Space Use of Bumblebees (*Bombus* spp.) Revealed by Radio-Tracking. In: *PloS one* 6, e19997. DOI: 10.1371/journal.pone.0019997.
- Hallmann, Caspar A.; Sorg, Martin; Jongejans, Eelke; Siepel, Henk; Hofland, Nick; Schwan, Heinz et al. (2017): More than 75 percent decline over 27 years in total flying insect biomass in protected areas. In: *PloS one* 12 (10). DOI: 10.1371/journal.pone.0185809.
- Hanson, Thor (2019): Buzz. The nature and necessity of bees. London: Icon Books Ltd.
- Heinrich, Bernd (2004): Bumblebee Economics. Neuauflage: Harvard University Press.
- Hickel, Claudia; Gereben-Krenn, Barbara-Amina; Zweimüller, Irene; Krenn, Harald W. (2016): Wetterbedingungen für die Erfassung von Tagfaltern (*Lepidoptera: Papilionoidea*) in alpinen Lebensräumen in Österreich. In: *Entomologica Austriaca* (23), S. 7–18.
- Hiebl, Johann; Chimani, Barbara; Ganekind, Manfred; Höfler, Angelika; Orlik, Alexander (2021): Österreichisches Klimabulletin. Jahr 2020. ZAMG-Klimaforschung. Hg. v. ZAMG.
- Hölzel, Norbert; Tischew, Sabine (2019): Zwergstrauchheiden und bodensaure Magerrasen. In: Johannes Kollmann, Anita Kirmer, Sabine Tischew, Norbert Hölzel und Kathrin Kiehl (Hg.): Renaturierungsökologie. Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg, S. 289–310.
- Iserbyt, Stéphanie; Rasmont, Pierre (2012): The effect of climatic variation on abundance and diversity of bumblebees: a ten years survey in a mountain hotspot. In: *Annales de la Société entomologique de France (N.S.)* 48 (3-4), S. 261–273. DOI: 10.1080/00379271.2012.10697775.
- Jaritz, Günter; Burkart-Aicher, Bettina (2013): Almen aktivieren - Neue Wege für die Vielfalt. Projektergebnisse und Empfehlungen. Interreg IV A Projekt. Salzburg, Laufen.
- Kerr, Jeremy T.; Pindar, Alana; Galpern, Paul; Packer, Laurence; Potts, Simon G.; Roberts, Stuart M. et al. (2015): Climate change impacts on bumblebees converge across continents. In: *Science (New York)* 349 (6244), S. 177–180. DOI: 10.1126/science.aaa7031.
- Kerschbaumer, Norbert; Steurer, Barbara; Böhner, Andreas; Scherhauser, Sylvia; Huber, Thomas (2018): Fachunterlage Ökosystem Alm, Almwirtschaft und Jagd. Hg. v. Almwirtschaft Österreich, Ländliches Fortbildungsinstitut Österreich (LFI). Online verfügbar unter https://www.almwirtschaft.com/images/stories/neuigkeiten/2015/fachunterlagen_almwirtschaft/10_Fachunterlage_Oekosystem_Alm_Almwirtschaft_u_Jagd.pdf?type=file, zuletzt geprüft am 29.09.2021.
- Kosior, Andrzej; Celary, Waldemar; Olejniczak, Paweł; Fijał, Jan; Król, Wiesław; Solarz, Wojciech; Płonka, Piotr (2007): The decline of the bumble bees and cuckoo bees (*Hymenoptera: Apidae: Bombini*) of Western and Central Europe. In: *Oryx* 41 (1), S. 79–88. DOI: 10.1017/S0030605307001597.
- Land Steiermark; GIS-Steiermark (2021): Landschaftsgliederung der Steiermark. Lizenzlink <https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.de>. Online verfügbar unter <https://gis.stmk.gv.at>, zuletzt geprüft am 22.02.2021.

- Lhomme, Patrick; Hines, Heather M. (2018): Ecology and Evolution of Cuckoo Bumble Bees. In: *Annals of the Entomological Society of America* 20 (10), S. 1–19. DOI: 10.1093/aesa/say031.
- Lieb, Gerhard K. (1991): Eine Gebietsgliederung der Steiermark aufgrund naturräumlicher Gegebenheiten. In: *Mitteilungen der Abteilung für Botanik am Landesmuseum "Joanneum" in Graz* (20), S. 1–30.
- Maihoff, Fabienne; Friess, Nicolas; Hoiss, Bernhard; Schmid-Egger, Christian; Kerner, Janika; Neumayer, Johann et al. (2022): Smaller, more diverse and on the way to the top: Rapid community shifts of montane wild bees within an extraordinary hot decade. In: *Divers Distrib* 29 (2), S. 272–288. DOI: 10.1111/ddi.13658.
- Marshall, Leon; Perdijk, Floor; Dendoncker, Nicolas; Kunin, William; Roberts, Stuart; Biesmeijer, Jacobus C. (2020): Bumblebees moving up: shifts in elevation ranges in the Pyrenees over 115 years. In: *Proceedings of the Royal Society B. Biological sciences* 287 (1938), S. 20202201. DOI: 10.1098/rspb.2020.2201.
- Mirwald, Alina (2021): (Sub-)Alpine Hummeln und ihre Bestäubernetzwerke im Kalsbachtal. Ein Vergleich der 1930er Jahre zu 2020. Hg. v. Institut für Integrative Naturschutzforschung. Universität für Bodenkultur Wien.
- Moller, Henrik; Tilley, J.A.V. (1989): Beech honeydew: Seasonal variation and use by wasps, honey bees, and other insects. In: *New Zealand Journal of Zoology* 16 (3), S. 289–302. DOI: 10.1080/03014223.1989.10422894.
- Neumayer, Johann (2009): Die Hummeln des Nationalparks Gesäuse und des Admonter Beckens. Korrigierte Fassung vom 30.6.2011. Elixhausen.
- Neumayer, Johann; Mauss, Volker (unveröffentlicht): Materialien zur Bestimmung von Hummeln.
- Neumayer, Johann; Paulus, Hannes F. (1999): Ökologie alpiner Hummelgemeinschaften: Blütenbesuch, Ressourcenaufteilung und Engergiehaushalt. Untersuchungen in den Ostalpen Österreichs. Linz: Stapfia 67.
- Nieto, Ana; Roberts, Stuart P. M.; Kemp, James; Rasmont, Pierre; Kuhlmann, Michael; García Criado, Mariana et al. (2014): European Red List of bees. Luxembourg: Publications Office of the European Union.
- Ollerton, Jeff; Winfree, Rachael; Tarrant, Sam (2011): How many flowering plants are pollinated by animals? In: *Oikos* 120 (3), S. 321–326. DOI: 10.1111/j.1600-0706.2010.18644.x.
- Potts, Simon G.; Biesmeijer, Jacobus C.; Kremen, Claire; Neumann, Peter; Schweiger, Oliver; Kunin, William E. (2010): Global pollinator declines: trends, impacts and drivers. In: *Trends in Ecology & Evolution* 25 (6), S. 345–353. DOI: 10.1016/j.tree.2010.01.007.
- Pradervand, Jean-Nicolas; Pellissier, Loïc; Leila, Rossier; Anne, Dubuis; Guisan, Antoine; Cherix, Daniel (2011): Diversity of bumblebees (*Bombus Latreille*, *Apidae*) in the Alps of the canton of Vaud (Switzerland). In: *Mitteilungen der Schweizerischen Entomologischen Gesellschaft* 84, S. 45–66.
- R Core Team (2020): R: A Language and Environment for Statistical Computing. R Foundation for Statistical Computing. Vienna, Austria. Online verfügbar unter <https://www.R-project.org/>, zuletzt geprüft am 30.05.2022.

- Rabitsch, Wolfgang; Zulka, Klaus Peter; Götzl, Martin (2020): Insekten in Österreich. Artenzahlen, Status, Trends, Bedeutung und Gefährdung. Wien: Umweltbundesamt.
- Rasmont, Pierre; Markus Franzén; Thomas Lecocq; Alexander Harpke; Stuart Roberts; Jacobus C. Biesmeijer et al. (2015): Climatic Risk and Distribution Atlas of European Bumblebees. In: *Biorisk* 10 (Special Issue), S. 246. DOI: 10.3897/biorisk.10.4749.
- Saunders, Denise A.; Hobbs, Richard; Margules, Chris (1991): Biological Consequences of Ecosystem Fragmentation: A Review. In: *Conservation Biology* 5 (1), S. 18–32. DOI: 10.1111/j.1523-1739.1991.tb00384.x.
- Scheuchl, Erwin (1996): Illustrierte Bestimmungstabellen der Wildbienen Deutschlands und Österreichs. Band II: *Megachilidae - Melittidae*. Deutschland, Velden: Eigenverlag.
- Scheuchl, Erwin (2000): Illustrierte Bestimmungstabellen der Wildbienen Deutschlands und Österreich. Band I: *Anthophoridae*. Deutschland, Velden: Eigenverlag.
- Scheuchl, Erwin; Willner, Wolfgang (2016): Taschenlexikon der Wildbienen Mitteleuropas. Alle Arten im Porträt. Wiebelsheim: Quelle & Meyer Verlag.
- Schmid-Egger, Christian; Scheuchl, Erwin (1997): Illustrierte Bestimmungstabellen der Wildbienen Deutschlands und Österreichs. Band III: Schlüssel der Arten der Familie *Andrenidae*. Velden/Vils: Eigenverlag.
- Schneller, Bernhard (2014): Die Hummeln Vorarlbergs. Diplomarbeit. Universität Wien.
- Schwenninger, Hans R.; Scheuchl, Erwin (2016): Rückgang von Wildbienen, mögliche Ursachen und Gegenmaßnahmen (*Hymenoptera: Anthophila*). In: *Mitteilung Entomologischer Verein Stuttgart* 51 (1), S. 21–23.
- Segger, Martin (2019): Österreich - Raum und Gesellschaft. Vermessung der Landschaft Porträts der Bundesländer. Sonderpublikation. Klagenfurt am Wörthersee: Naturwissenschaftlicher Verein für Kärnten.
- Spohn, Margot; Golte-Bechtle, Marianne; Spohn, Roland (2015): Was blüht denn da? Kosmos - Naturführer. Das Original. 59., aktualisierte und erweiterte Auflage. Stuttgart: Kosmos Verlag (Kosmos-Naturführer).
- Strohmaier, Bernadette (2006): Biotop- und Habitatverbund in der Steiermark. Ein Konzept, erstellt unter dem Blickwinkel von EU-Erfordernissen und GIS-Möglichkeiten. Naturwissenschaftliche Fakultät der Karl-Franzens-Universität. Graz.
- Thierolf, Katharina (2021): Die montan bis (sub)alpine Hummelfauna (*Bombus*) des Kalsbachtals in Ost-Tirol: Ein historischer Vergleich unter Berücksichtigung des Klimawandels. Hg. v. Institut für Integrative Naturschutzforschung. Universität für Bodenkultur Wien.
- Umweltbundesamt (2015): Katalog HRL Wald. Abteilung biologische Vielfalt und Naturschutz. Lizenzlink <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=CELEX%3A32013R1159>. Online verfügbar unter <https://www.data.gv.at/katalog/dataset/27035394-78fe-4673-8f92-1ac6f8124c00>, zuletzt geprüft am 22.10.2021.
- Vitek, Ernst; Mrkvicka, Alexander; Horak, Egon; Drozdowski, Irene; Adler, W.; Wimmer, Bernhard (2018): Die Pflanzenwelt der österreichischen Alpen. Zweite, veränderte Auflage. Wien: Verlag des Naturhistorischen Museums Wien.

Walther-Hellwig, Kerstin; Frankl, Robert (2000): Foraging habitats and foraging distances of bumblebees, *Bombus* spp. (*Hym.*, *Apidae*), in an agricultural landscape. In: *J Appl Entomology* 124 (7-8), S. 299–306. DOI: 10.1046/j.1439-0418.2000.00484.x.

Westrich, Paul (2015): Die anderen Bienen. München: Dr. Friedrich Pfeil.

Wiesbauer, Heinz (2020): Wilde Bienen. Biologie, Lebensraumdynamik und Gefährdung. 2., erweiterte Auflage. Stuttgart: Ulmer.

Wieser, Lisa M. (2021): Zur historischen und rezenten Hummelfauna in Berggebieten der Steiermark. Hg. v. Institut für Integrative Naturschutzforschung. Universität für Bodenkultur Wien. Wien.

Wittig, Rüdiger; Niekisch, Manfred (2014): Die Lebensräume Mitteleuropas. In: Rüdiger Wittig und Manfred Niekisch (Hg.): Biodiversität: Grundlagen, Gefährdung, Schutz. Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg, S. 149–190.

ZAMG (Hg.) (2020): Witterungsübersicht für das Jahr 2020. Online verfügbar unter <https://www.zamg.ac.at/zamgWeb/klima/klimarueckblick/archive/2020/wiewars20.pdf>, zuletzt geprüft am 25.02.2021.

Zurbuchen, Antonia; Landert, Lisa; Klaiber, Jeannine; Müller, Andreas; Dorn, Silvia (2010): Maximum foraging ranges in solitary bees: only few individuals have the capability to cover long foraging distances. In: *Biological Conservation* 143 (3), S. 669–676. DOI: 10.1016/j.biocon.2009.12.003.

8 Anhang

Untersuchungsgebiete mit Transekten

Gebiete	Transekte	
Teichalm	2	5_1 Almweide auf Kalk 5_2 Almweide auf Kalk
Sommeralm	4	7_1 Almweide auf Kalk 7_2 Almweide auf Kalk (mit Magerrasen) 7_3 Almweide auf Kalk 7_4 Almweide auf Kalk
Hochlantsch	2	3_1 Waldlichtung (mit Hochstauden) 3_2 Waldlichtung (mit Hochstauden)
Schöckl	2	11_1 Almweide auf Kalk (mit Magerrasen) 11_2 Almweide auf Kalk
Speikkogel	4	12_1 Zwergstrauchheide 12_2 Zwergstrauchheide 12_3 Zwergstrauchheide (mit Felsen) 12_4 Zwergstrauchheide
Gleinalpe	3	8_1 Almweide auf Silikat 8_2 Almweide auf Silikat 8_3 Zwergstrauchheide (auf einer Alm)
Hochalm	3	10_1 Zwergstrauchheide (auf einer Alm) 10_2 Forstweg (in Waldnähe) 10_3 Almweide auf Silikat
Hochwechsel	3	6_1 Almweide auf Silikat (mit Zwergsträuchern) 6_2 Almweide auf Silikat 6_3 Almweide auf Silikat
Stuhleck	3	4_1 Forstweg (mit Hochstauden) 4_2 Almweide auf Silikat (mit Magerrasen) 4_3 Almweide auf Silikat (mit Felsen)
Ameringkogel	4	13_1 Zwergstrauchheide 13_2 Almweide auf Silikat 13_3 Almweide auf Silikat (mit Felsen) 13_4 Forstweg (mit Hochstauden und Waldnähe)
Rennfeld	3	2_1 Waldlichtung (mit Hochstauden) 2_2 Waldlichtung 2_3 Zwergstrauchheide
Mugel	2	9_1 Almweide auf Silikat 9_2 Waldlichtung (mit Hochstauden)
Stubalpe	3	14_1 Almweide auf Kalk 14_2 Almweide auf Silikat 14_3 Almweide auf Kalk
Hochschlag	3	1_1 Almweide auf Kalk (in Waldnähe) 1_2 Almweide auf Kalk 1_3 Almweide auf Kalk (mit Hochstauden und Waldnähe)

Hohe Veitsch	3	17_1 Almweide auf Kalk 17_2 Almweide auf Kalk 17_3 Forstweg (mit Hochstauden)
Kleiner Königskogel	1	16_1 Almweide auf Kalk
Oisching-Schießling	2	19_1 Almweide auf Kalk 19_2 Almweide auf Kalk
Schneealpe	5	15_1 Almweide auf Kalk 15_2 Almweide auf Kalk 15_3 Almweide auf Kalk 15_4 Almweide auf Kalk 15_5 Forstweg (mit Hochstauden)
Turnauer Alm	2	18_1 Almweide auf Kalk 18_2 Zwergstrauchheide (mit Felsen)

Steckbriefe der 35 gefundenen Wildbienenarten nach Scheuchl und Willner (Scheuchl und Willner 2016)

***Andrena bicolor* Fabricius 1775**

Pollenquelle: polylektisch
Nestbau: selbstgegrabenen Erdnestern - solitär
Lebensraum: Ubiquist - Flachland bis Subalpin
Flugzeit: Zwei Generationen im Jahr, März-Mai und Juni-August
Vorkommen: mäßig häufig (Wiesbauer 2020)
Gefunden: Ameringkogel 13_4

***Andrena minutula* (Kirby 1802)**

Pollenquelle: polylektisch
Nestbau: selbstgegrabenen Erdnestern - solitär
Lebensraum: Ubiquist - Flachland bis Subalpin
Flugzeit: Zwei Generationen im Jahr, April und Mai/Juni bis August
Vorkommen: häufig (Wiesbauer 2020)
Gefunden: Teichalm 5_2, Sommeralm 7_3 (2x)

***Andrena rogenhoferi* Morawitz 1872**

Pollenquelle: polylektisch
Nestbau: selbstgegrabene Bodennester an schütter bewachsenen Bodenstellen - solitär
Lebensraum: alpine Rasen und Schuttfluren – Montan bis Alpin
Flugzeit: Mai bis August
Vorkommen: mäßig häufig (Wiesbauer 2020)
Gefunden: Teichalm 3_2

***Andrena wilkella* (Kirby 1802)**

Pollenquelle: oligolektisch (Fabaceae)
Nestbau: gräbt Nester an schütter bewachsenen Sandstellen – fast immer solitär
Lebensraum: extensives Grünland, Waldränder – Flachland bis subalpin
Flugzeit: März/April bis Juli
Vorkommen: mäßig häufig (Wiesbauer 2020)
Gefunden: Schöckl 11_1

Anthidium strigatum (Panzer 1805)

- Pollenquelle: polylektisch
- Nestbau: Brutzellen an Steinen, Felsen oder Baumstämmen – ausschließlich aus dem Harz von Nadelbäumen – Zelle wird mit Pollen-Nektar-Gemisch gefüllt und mit einem Ei belegt. Zur Tarnung werden kleine Rindenstücke oder Steine in die Zellwand gearbeitet. Das Innere der Zelle wird mit Pflanzenhaaren ausgekleidet - solitär
- Lebensraum: Waldränder, Waldlichtungen, Felshänge... – Flachland bis Montan
- Flugzeit: Juni bis August
- Vorkommen: mäßig häufig (Wiesbauer 2020)
- Gefunden: Rennfeld 2_2, Ameringkogel 13_4

Bombus barbutellus (Kirby 1802)

- Lebensraum: Waldsäume, extensiv genutzte Wiesen, Ruderalflächen, Gärten und Parks – Flachland bis Subalpin
- Wirte: *B. hortorum* und möglicherweise *B. ruderatus*
- Flugzeit: überwinternde Königin ab April, Jungköniginnen und Drohnen ab Juni
- Gefunden: Sommeralm, Hochlantsch, Schöckl, Hochschlag

Bombus bohemicus Seidl 1838

- Lebensraum: offene Standorte, Waldsäume, Ruderalflächen, Gärten und Parks – Flachland bis Subalpin
- Wirte: *B. terrestris*, *B. lucorum*, *B. cryptarum*, möglicherweise *B. magnus*
- Flugzeit: überwinternde Königin ab April, Jungköniginnen und Drohnen ab Juli
- Gefunden: Teichalm, Schöckl, Hochschlag, Rennfeld, Gleinalpe, Hochwechsel, Stuhleck

Bombus campestris (Panzer 1801)

- Lebensraum: offene Standorte, Waldsäume, Ruderalflächen, Gärten und Parks – Flachland bis Subalpin
- Wirte: *B. pascuorum*, *B. humilis*, *B. pomorum*, *B. pratorum*, *B. ruderarius*
- Flugzeit: überwinternde Königin ab April, Jungköniginnen und Drohnen ab Juli
- Gefunden: Teichalm, Hochlantsch

Bombus hortorum (Linnaeus 1761)

- Pollenquelle: polylektisch
- Nestbau: Nestbezieher und -bauer - oberirdisch in Vogelnestern, Nistkästen oder unterirdisch in verlassene Mäusebauten – Völker umfassen 50 bis 120 Individuen
- Lebensraum: Waldsäume, extensiv genutzte Wiesen, Ruderalflächen, Gärten und Parks – Flachland bis Subalpin

Flugzeit: überwinternde Königin ab März, Jungköniginnen und Drohnen ab Juni
Gefunden: Hochlantsch, Schöckl, Hochschlag, Turnauer Alm, Schießling/Oisching

Bombus hypnorum (Linnaeus 1758)

Pollenquelle: polylektisch
Nestbau: Nestbauer – oberirdisch in Baumhöhlen, Felsspalten, Nistkästen – Völker umfassen 80 bis 400 Individuen
Lebensraum: Waldsäume, extensiv genutzte Wiesen, Ruderalflächen, Gärten und Parks – Flachland bis Subalpin
Flugzeit: überwinternde Königin ab März, Jungköniginnen und Drohnen ab Juli
Gefunden: Hochschlag

Bombus lapidarius (Linnaeus 1758)

Pollenquelle: polylektisch
Nestbau: Nestbezieher und -bauer – oberirdisch in verschiedenen Hohlräumen oder unterirdisch in Kleinsäugerbauten – Völker umfassen 100 bis 300 Individuen
Lebensraum: Waldsäume, extensiv genutzte Wiesen, Ruderalflächen, Gärten und Parks – Flachland bis Subalpin
Flugzeit: überwinternde Königin ab März, Jungköniginnen und Drohnen ab Juli
Gefunden: Teichalm, Sommeralm, Hochlantsch, Schöckl, Hochschlag, Rennfeld, Mugel, Gleinalpe, Ameringkogel, Hohe Veitsch, Schliepling/Oisching

Bombus lucorum (Linnaeus 1758)

Pollenquelle: polylektisch
Nestbau: Nestbezieher – unterirdisch in verlassenen Kleinsäugerbauten – Völker umfassen 100 bis 400 Individuen
Lebensraum: Waldsäume, Mager- und Fettwiesen, Ruderalflächen, Gärten und Parks – Flachland bis Subalpin
Flugzeit: überwinternde Königin ab März, Jungköniginnen und Drohnen ab Juli
Gefunden: Teichalm, Sommeralm, Hochlantsch, Schöckl, Hochschlag, Rennfeld, Mugel, Speikkogel, Gleinalpe, Hochwechsel, Stuhleck, Schneealpe, Hochalm, Ameringkogel, Stubalpe, Hohe Veitsch, Turnauer Alm, Schießling/Oisching

Bombus mesomelas Gerstaecker 1869

Pollenquelle: polylektisch
Nestbau: hauptsächlich Nestbezieher – unterirdisch in verlassenen Kleinsäugerbauten – Völker umfassen 50 bis 120 Individuen

Lebensraum: Trockene und warme Standorte im Mittel- und Hochgebirge – Montan bis Alpin
Flugzeit: überwinternde Königin ab Mai, Jungköniginnen und Drohnen ab August
Gefunden: Teichalm

Bombus monticola Smith 1879

Pollenquelle: polylektisch
Nestbau: Nestbezieher – hauptsächlich unterirdisch in verlassenen Kleinsäugerbauten – Völker umfassen 30 bis 120 Individuen
Lebensraum: Waldsäume, Gebirgsmatten, Feuchtheiden – Montan bis Alpin
Flugzeit: überwinternde Königin ab März, Jungköniginnen und Drohnen ab August
Gefunden: Speikkogel, Gleinalpe, Stuhleck, Schneealpe, Ameringkogel, Hohe Veitsch

Bombus mucidus Gerstaecker 1869

Pollenquelle: polylektisch
Nestbau: hauptsächlich Nestbezieher – unterirdisch in verlassenen Kleinsäugerbauten – Völker umfassen 50 bis 80 Individuen
Lebensraum: sonnige Waldsäume, Gebirgsmatten – Montan bis Alpin
Flugzeit: überwinternde Königin ab Mai, Jungköniginnen und Drohnen ab August
Gefunden: Schneealpe, Schießling/Oisching

Bombus norvegicus (Sparre-Schneider, 1918)

Lebensraum: Waldsäume, Streuobstwiesen, Ruderalflächen – Flachland bis Subalpin
Wirt: *B. hypnorum*
Flugzeit: überwinternde Königin ab April, Jungköniginnen und Drohnen ab Juli

Bombus pascuorum (Scopoli 1763)

Pollenquelle: polylektisch
Nestbau: Nestbezieher und -bauer - oberirdisch in der Krautschicht, Baumhöhlen, Nistkästen oder unterirdisch in verlassenen Mäusebauten – Völker umfassen 60 bis 150 Individuen
Lebensraum: Waldsäume, Mager- und Fettwiesen, Ruderalflächen, Gärten und Parks – Flachland bis Subalpin
Flugzeit: überwinternde Königin ab März, Jungköniginnen und Drohnen ab Juli
Gefunden: Teichalm, Sommeralm, Hochlantsch, Hochschlag, Rennfeld, Hochalm, Ameringkogel, Stubalpe, Großer/Kleiner Königkogel, Hohe Veitsch, Turnauer Alm, Schießling/Oisching

Bombus pratorum (Linnaeus 1761)

Pollenquelle:	polylektisch
Nestbau:	Nestbezieher - oberirdisch in der Krautschicht, verlassenen Hohlräumen oder unterirdisch in verlassenen Kleinsäugerbauten – Völker umfassen 50 bis 120 Individuen
Lebensraum:	Waldsäume, lichte Wälder, extensives Grünland, Ruderalflächen, Gärten und Parks – Flachland bis Alpin
Flugzeit:	überwinternde Königin ab März, Jungköniginnen und Drohnen ab Mai
Gefunden:	Teichalm, Sommeralm, Hochlantsch, Hochschlag, Gleinalpe, Hochwechsel, Stuhleck, Schneealpe, Hochalm, Ameringkogel, Hohe Veitsch, Schießling/Oisching

Bombus pyrenaeus Pérez 1879

Pollenquelle:	polylektisch
Nestbau:	Nestbezieher und -bauer - oberirdisch in Hohlräumen, Vogelnestern, Almhütten oder unterirdisch in verlassenen Kleinsäugerbauten – Völker umfassen 50 bis 120 Individuen
Lebensraum:	Waldsäume, lichte Wälder, Gebirgsmatten – Subalpin bis Alpin
Flugzeit:	überwinternde Königin ab Mai, Jungköniginnen und Drohnen ab Juli
Gefunden:	Hochwechsel

Bombus quadricolor (Lepeletier 1832)

Lebensraum:	Moore, Heiden, Waldsäume, Ruderalflächen, extensiv genutztes Grünland – Flachland bis Subalpin
Wirt:	sicher <i>B. soroeensis</i> – Vermutung zu weiteren
Flugzeit:	überwinternde Königin ab Mai, Jungköniginnen und Drohnen ab Juli
Gefunden:	sicher - Turnauer Alm, Schießling/Oisching

Bombus ruderarius (Müller 1776)

Pollenquelle:	polylektisch
Nestbau:	Nestbauer – oberirdisch in Mulden oder unter Gras- und Moospolstern – Völker umfassen 50 bis 100 Individuen
Lebensraum:	offene und trockene Standorte, extensiv genutztes Grünland, Streuobstwiesen – Flachland bis Alpin
Flugzeit:	überwinternde Königin ab April, Jungköniginnen und Drohnen ab Juli
Gefunden:	Hochschlag

Bombus rupestris (Fabricius 1793)

Lebensraum:	u. a. Hecken, Waldsäume, Ruderalflächen, Mager- und Fettwiesen, Garten und Parks – Flachland bis Subalpin
-------------	---

Wirt: Hauptwirt ist *B. lapidarius*, weiters auch *B. sylvarum*, *B. sichelii*, *B. pascuorum*
Flugzeit: überwinternde Königin ab Mai, Jungköniginnen und Drohnen ab August
Gefunden: Gleinalpe, Hochwechsel, Stuhleck, Hochalm, Ameringkogel, Stubalpe

Bombus sichelii Radoszkowski 1859

Pollenquelle: polylektisch
Nestbau: Nestbezieher – unterirdisch in verlassenen Kleinsäugerbauten – Völker umfassen 80 bis 150 Individuen
Lebensraum: lichte Wälder, Waldsäume, Matten im Gebirge – Subalpin bis Alpin
Flugzeit: überwinternde Königin ab April, Jungköniginnen und Drohnen ab August
Gefunden: Sommeralm, Gleinalpe, Stuhleck, Schneealpe, Ameringkogel, Stubalpe, Hohe Veitsch

Bombus soroeensis (Fabricius 1776)

Pollenquelle: polylektisch
Nestbau: Nestbezieher – unterirdisch in verlassenen Kleinsäugerbauten – Völker umfassen 80 bis 150 Individuen
Lebensraum: Moore und Heiden, lichte Wälder, Waldsäume, extensiv genutztes Grünland, Ruderalflächen – Flachland bis Subalpin
Flugzeit: überwinternde Königin ab April/Mai, Jungköniginnen und Drohnen August
Gefunden: Hochlantsch, Hochschlag, Rennfeld, Mugel, Speikkogel, Gleinalpe, Stuhleck, Schneealpe, Hochalm, Ameringkogel, Stubalpe, Hohe Veitsch, Turnauer Alm, Schießling/Oisching

Bombus sylvestris (Lepeletier 1832)

Lebensraum: Hecken, Waldsäume, Ruderalflächen, extensiv genutztes Grünland, Hochwasserdämme – Flachland bis Subalpin
Wirt: *B. pratorum*
Flugzeit: überwinternde Königin ab März, Jungköniginnen und Drohnen ab Juni
Gefunden: Teichalm, Hochschlag, Hochlantsch, Hochalm, Ameringkogel

Bombus wurflenii Radoszkowski 1859

Pollenquelle: polylektisch
Nestbau: Nestbezieher – unterirdisch in verlassenen Kleinsäugerbauten – Völker umfassen 80 bis 150 Individuen
Lebensraum: Heiden, lichte Wälder, Waldsäume, Bergwiesen – Flachland bis Alpin
Flugzeit: überwinternde Königin ab April, Jungköniginnen und Drohnen Juli

Gefunden: Teichalm, Sommeralm, Hochlantsch, Hochschlag, Speikkogel, Gleinalpe, Stuhleck, Schneealpe, Hochalm, Ameringkogel, Stubalpe, Großer/Kleiner Königskogel, Hohe Veitsch, Turnauer Alm, Schießling/Oisching

Halictus rubicundus (Christ 1791)

Pollenquelle: polylektisch

Nestbau: Selbstgegrabene Nester in Steilwänden oder ebenen, schütter bewachsenen Böden, primitiv eusoziale Nistweise mit einer Arbeiterinnenbrut, in höheren, kühleren Lagen aber solitär.

Lebensraum: Ubiquist – Flachland bis Subalpin

Flugzeit: Weibchen ab April, Männchen von Juli bis September

Vorkommen: häufig (Wiesbauer 2020)

Gefunden: Sommeralm 7_1, Rennfeld 2_3, Stubalpe 14_3

Hoplitis villosa (Schenck 1853)

Pollenquelle: polylektisch

Nestbau: Errichten Nester in Felsspalten und verwenden zum Auskleiden Blütenblattstücke, die mit Lehm verklebt werden. Für die Tapezierarbeiten werden v.a. Storchenschnabel (*Geranium sp.*) und Sonnenröschen (*Helianthemum sp.*) verwendet - solitär

Lebensraum: Steinbrüche, Felshänge, Geröllhalden – Flachland bis Alpin

Flugzeit: Mai bis Juli

Vorkommen: selten (Wiesbauer 2020)

Gefunden: Schöckl 11_1

Hylaeus hyalinatus Smith 1842

Pollenquelle: polylektisch

Nestbau: Vorhandene Hohlräume in Sand-, Löß- und Lehmwänden, Mauerritzen - solitär

Lebensraum: Ubiquist – Flachland bis Montan

Flugzeit: kann auch zwei Generationen haben, Mai bis September

Vorkommen: häufig (Wiesbauer 2020)

Gefunden: Hochschlag 1_1

Lasioglossum albipes (Fabricius 1781)

Pollenquelle: polylektisch

Nestbau: selbstgegrabene Erdnester, polygyne Nestgründung möglich

Lebensraum: Waldsäume, Magerrasen – Flachland bis Alpin

Flugzeit: Weibchen von April bis Oktober, Drohnen ab Juni

Gefunden: Schöckl 11_2 (2x), Hohe Veitsch 17_3

***Lasioglossum calceatum* (Scopoli 1763)**

Pollenquelle: polylektisch

Nestbau: Selbstgegrabene Nester, Nistweise – in Aggregationen und semisozial (evtl. sogar primitiv-eusozial) mit polygyner Nestgründung

Lebensraum: Trockenrasen aber auch Auwälder, Siedlungsbereich – Flachland bis Subalpin/Alpin

Lebensweise: Eine Arbeiterinnenbrut - Weibchen lassen sich in den Nestern begatten und überwintern gemeinsam – in kühleren Regionen keine Arbeiterinnenbrut – dort nistet sie solitär

Flugzeit: Weibchen von März bis Oktober und Männchen ab Juni

Vorkommen: häufig (Wiesbauer 2020)

Gefunden: Sommeralm 7_2, Gleinalpe 8_3, Stubalpe 14_2

***Lasioglossum fratellum* (Pérez 1903)**

Pollenquelle: polylektisch

Nestbau: Selbstgegrabene Nester im Boden – polygyne Nestgründung

Lebensraum: Waldsäume, Lichtungen, Kahlschläge, Moore, Heiden – Flachland bis Alpin

Flugzeit: Weibchen von April bis Oktober, Drohnen ab Juli

Vorkommen: selten (Wiesbauer 2020)

Gefunden: Stubalpe 14_2, Hohe Veitsch 17_3

***Lasioglossum laevigatum* (Kirby 1802)**

Pollenquelle: polylektisch

Nestbau: errichten Erdnester an schütter bewachsenen Bodenstellen - solitär

Lebensraum: Magerwiesen, Waldsäume, Lichtungen, Hecken, extensiv genutztes Grünland – Flachland bis Montan/Subalpin

Flugzeit: Weibchen von März bis Oktober, Drohnen ab Juli

Vorkommen: mäßig häufig (Wiesbauer 2020)

Gefunden: Schöckl 11_2

***Lasioglossum lativentre* (Schenck 1853)**

Pollenquelle: polylektisch

Nestbau: selbstgegrabene Hohlräume - solitär

Lebensraum: Waldsäume, Magerrasen, extensiv genutztes Grünland, Ruderalflächen – Flachland bis Montan

Flugzeit: Weibchen April bis September, Drohnen ab Juli
Vorkommen: mäßig häufig (Wiesbauer 2020)
Gefunden: Sommeralm 7_3, Schießling/Oisching 19_1

Osmia parietina Curtis 1828

Pollenquelle: polylektisch
Nestbau: Nestbezieher – vorhandene Hohlräume wie Fraßgänge in Totholz, Felsspalten oder Mauerfugen – Brutzellen werden mit zerkauten Blattstücken verkleidet
Lebensraum: Lichte Wälder, Waldsäume, Kahlschläge – Flachland bis Subalpin
Flugzeit: April bis Juli
Gefunden: Rennfeld 2_2

Panurgus calcaratus (Scopoli 1763)

Pollenquelle: oligolektisch (Asteraceae)
Nestbau: selbstgegrabene Erdnester in Sand- oder Lehmböden – solitäre oder kommunale Nistweise
Lebensraum: Magerwiesen, Weinberge, Ruderalflächen und Wegränder – Flachland bis Subalpin
Flugzeit: Juni bis September
Vorkommen: mäßig häufig (Wiesbauer 2020)
Gefunden: Stuhleck 4_2, Schneealpe 15_1 (2x), Turnauer Alm 18_1

Aufgenommene Tagfalter auf den Transekten der 19 Untersuchungsgebiete

Lepidoptera	Anzahl
<i>Anthocharis cardamines</i> (Linnaeus, 1758)	25
<i>Aphantopus hyperantus</i> (Linnaeus, 1758)	7
<i>Argynnis aglaja</i> (Linnaeus, 1758)	5
<i>Argynnis paphia</i> (Linnaeus, 1758)	1
<i>Aulocera circe</i> (Fabricius, 1775)	1
<i>Boloria pales</i> (Denis & Schiffermüller, 1775)	1
<i>Celastrina argiolus</i> (Linnaeus, 1758)	1
<i>Coenonympha arcania</i> (Linnaeus, 1761)	17
<i>Coenonympha pamphilus</i> (Linnaeus, 1758)	4
<i>Cupido minimus</i> (Fuessly, 1775)	3
<i>Erebia aethiops</i> (Esper, 1777)	20
<i>Erebia ligea</i> (Linnaeus, 1758)	8
<i>Erebia manto</i> (Denis & Schiffermüller, 1775)	13
<i>Erebia medusa</i> (Denis & Schiffermüller, 1775)	7
<i>Gonepteryx rhamni</i> (Linnaeus, 1758)	6
<i>Iphiclides podalirius</i> (Linnaeus, 1758)	1
<i>Issoria lathonia</i> (Linnaeus, 1758)	6
<i>Lasiommata maera</i> (Linnaeus, 1758)	8
<i>Lycaena hippothoe</i> (Linnaeus, 1761)	1
<i>Lycaena tityrus</i> (Poda, 1761)	1
<i>Macroglossum stellatarum</i> (Linnaeus, 1758)	6
<i>Maculinea arion</i> (Linnaeus, 1758)	1
<i>Melanargia galathea</i> (Linnaeus, 1758)	2
<i>Melitaea athalia</i> (Rottemburg, 1775)	20
<i>Nymphalis c-album</i> (Linnaeus, 1758)	3
<i>Nymphalis io</i> (Linnaeus, 1758)	17
<i>Nymphalis urticae</i> (Linnaeus, 1758)	136
<i>Ochlodes sylvanus</i> (Bremer & Grey, 1853)	6
<i>Pararge aegeria</i> (Linnaeus, 1758)	1
<i>Parnassius phoebus</i> (Fabricius, 1793)	1
<i>Pieris brassicae</i> (Linnaeus, 1758)	17
<i>Pieris bryoniae</i> (Hübner, 1806)	5
<i>Pieris rapae</i> (Linnaeus, 1758)	36
<i>Polyommatus icarus</i> (Rottemburg, 1775)	8
<i>Polyommatus semiargus</i> (Rottemburg, 1775)	12
<i>Pyrgus</i> sp.	1
<i>Thymelicus sylvestris</i> (Poda, 1761)	2
<i>Vacciniina optilete</i> (Knoch, 1781)	8
<i>Vanessa atalanta</i> (Linnaeus, 1758)	22
<i>Zygaena purpuralis</i> (Brünnich, 1763)	13
<i>Zygaena</i> sp.	5
Summe	458

Gebiet	Transtekt	Art	Höhe (A)	Y (A)	X (A)	Y (E)	X (E)	Datum
TA	5_1	camp	1440	47,358133	15,481383	47,3583	15,478833	5 7 2020
TA	5_1	lucok	1440	47,358133	15,481383	47,3583	15,478833	5 7 2020
TA	5_1	bohe	1440	47,358133	15,481383	47,3583	15,478833	5 7 2020
TA	5_1	nor/syl/fl	1440	47,358133	15,481383	47,3583	15,478833	5 7 2020
TA	5_1	pasc	1440	47,358133	15,481383	47,3583	15,478833	5 7 2020
TA	5_1	lucok	1440	47,358133	15,481383	47,3583	15,478833	5 7 2020
TA	5_1	lucok	1440	47,358133	15,481383	47,3583	15,478833	5 7 2020
TA	5_1	nor/syl/fl	1440	47,358133	15,481383	47,3583	15,478833	5 7 2020
TA	5_1	lucok	1440	47,358133	15,481383	47,3583	15,478833	5 7 2020
TA	5_1	lapi	1440	47,358133	15,481383	47,3583	15,478833	5 7 2020
TA	5_1	lapi	1440	47,358133	15,481383	47,3583	15,478833	5 7 2020
TA	5_1	syl	1440	47,358133	15,481383	47,3583	15,478833	5 7 2020
TA	5_1	lapi	1440	47,358133	15,481383	47,3583	15,478833	5 7 2020
TA	5_1	lucok	1440	47,358133	15,481383	47,3583	15,478833	5 7 2020
TA	5_1	wurf	1440	47,358133	15,481383	47,3583	15,478833	5 7 2020
TA	5_2	soro	1400	47,357967	15,494883	47,357117	15,485983	5 7 2020
TA	5_2	minu	1400	47,357967	15,494883	47,357117	15,485983	5 7 2020
TA	5_2	prat	1400	47,357967	15,494883	47,357117	15,485983	5 7 2020
TA	5_2	lucok	1400	47,357967	15,494883	47,357117	15,485983	5 7 2020
TA	5_2	lucok	1400	47,357967	15,494883	47,357117	15,485983	5 7 2020
TA	5_2	lucok	1400	47,357967	15,494883	47,357117	15,485983	5 7 2020
TA	5_2	lucok	1400	47,357967	15,494883	47,357117	15,485983	5 7 2020
TA	5_2	pasc	1400	47,357967	15,494883	47,357117	15,485983	5 7 2020
TA	5_2	lucok	1400	47,357967	15,494883	47,357117	15,485983	5 7 2020
TA	5_2	lucok	1400	47,357967	15,494883	47,357117	15,485983	5 7 2020
TA	5_2	lucok	1400	47,357967	15,494883	47,357117	15,485983	5 7 2020
TA	5_2	meso	1400	47,357967	15,494883	47,357117	15,485983	5 7 2020
SA	7_1	lucok	1406	47,34955	15,55325	47,34665	15,5533	6 7 2020
SA	7_1	lucok	1406	47,34955	15,55325	47,34665	15,5533	6 7 2020
SA	7_1	lucok	1406	47,34955	15,55325	47,34665	15,5533	6 7 2020
SA	7_1	lucok	1406	47,34955	15,55325	47,34665	15,5533	6 7 2020
SA	7_1	lucok	1406	47,34955	15,55325	47,34665	15,5533	6 7 2020
SA	7_1	lucok	1406	47,34955	15,55325	47,34665	15,5533	6 7 2020
SA	7_1	lucok	1406	47,34955	15,55325	47,34665	15,5533	6 7 2020
SA	7_1	lucok	1406	47,34955	15,55325	47,34665	15,5533	6 7 2020
SA	7_1	lucok	1406	47,34955	15,55325	47,34665	15,5533	6 7 2020
SA	7_1	lapi	1406	47,34955	15,55325	47,34665	15,5533	6 7 2020
SA	7_1	lucok	1406	47,34955	15,55325	47,34665	15,5533	6 7 2020
SA	7_1	lucok	1406	47,34955	15,55325	47,34665	15,5533	6 7 2020
SA	7_1	lucok	1406	47,34955	15,55325	47,34665	15,5	

[illegible]

[illegible]

[illegible]

[illegible]

HS	1_2	pasc	1472	47,415733	15,49075	47,417267	15,488317	9	7	2020
HS	1_2	lucok	1472	47,415733	15,49075	47,417267	15,488317	9	7	2020
HS	1_2	lucok	1472	47,415733	15,49075	47,417267	15,488317	9	7	2020
HS	1_2	lucok	1472	47,415733	15,49075	47,417267	15,488317	9	7	2020
HS	1_2	lapi	1472	47,415733	15,49075	47,417267	15,488317	9	7	2020
HS	1_2	lapi	1472	47,415733	15,49075	47,417267	15,488317	9	7	2020
HS	1_2	lucok	1472	47,415733	15,49075	47,417267	15,488317	9	7	2020
HS	1_2	lapi	1472	47,415733	15,49075	47,417267	15,488317	9	7	2020
HS	1_2	lapi	1472	47,415733	15,49075	47,417267	15,488317	9	7	2020
HS	1_2	lapi	1472	47,415733	15,49075	47,417267	15,488317	9	7	2020
HS	1_3	rude	1500	47,40985	15,498417	47,4118	15,495533	9	7	2020
HS	1_3	lucok	1500	47,40985	15,498417	47,4118	15,495533	9	7	2020
HS	1_3	lucok	1500	47,40985	15,498417	47,4118	15,495533	9	7	2020
HS	1_3	lucok	1500	47,40985	15,498417	47,4118	15,495533	9	7	2020
HS	1_3	lucok	1500	47,40985	15,498417	47,4118	15,495533	9	7	2020
HS	1_3	wurf	1500	47,40985	15,498417	47,4118	15,495533	9	7	2020
HS	1_3	pasc	1500	47,40985	15,498417	47,4118	15,495533	9	7	2020
HS	1_3	hort	1500	47,40985	15,498417	47,4118	15,495533	9	7	2020
HS	1_3	barb	1500	47,40985	15,498417	47,4118	15,495533	9	7	2020
HS	1_3	hort	1500	47,40985	15,498417	47,4118	15,495533	9	7	2020
HS	1_3	soro	1500	47,40985	15,498417	47,4118	15,495533	9	7	2020
HS	1_3	lapi	1500	47,40985	15,498417	47,4118	15,495533	9	7	2020
HS	1_3	lucok	1500	47,40985	15,498417	47,4118	15,495533	9	7	2020
HS	1_3	barb	1500	47,40985	15,498417	47,4118	15,495533	9	7	2020
HS	1_3	lucok	1500	47,40985	15,498417	47,4118	15,495533	9	7	2020
HS	1_3	lapi	1500	47,40985	15,498417	47,4118	15,495533	9	7	2020
HS	1_3	bohe	1500	47,40985	15,498417	47,4118	15,495533	9	7	2020
HS	1_3	lucok	1500	47,40985	15,498417	47,4118	15,495533	9	7	2020
HS	1_3	lucok	1500	47,40985	15,498417	47,4118	15,495533	9	7	2020
HS	1_3	barb	1500	47,40985	15,498417	47,4118	15,495533	9	7	2020
HS	1_3	lucok	1500	47,40985	15,498417	47,4118	15,495533	9	7	2020
HS	1_3	lucok	1500	47,40985	15,498417	47,4118	15,495533	9	7	2020
HS	1_3	prat	1500	47,40985	15,498417	47,4118	15,495533	9	7	2020
HS	1_3	barb	1500	47,40985	15,498417	47,4118	15,495533	9	7	2020
HS	1_3	lapi	1500	47,40985	15,498417	47,4118	15,495533	9	7	2020
HS	1_3	bohe	1500	47,40985	15,498417	47,4118	15,495533	9	7	2020
HS	1_3	bohe	1500	47,40985	15,498417	47,4118	15,495533	9	7	2020
HS	1_3	hypn	1500	47,40985	15,498417	47,4118				

[illegible]

SX	12_1	mont	1643		47,2198	15,050533	47,217617	15,05165	20	7	2020
SK	12_1	lucok	1643		47,2198	15,050533	47,217617	15,05165	20	7	2020
SK	12_1	lucok	1643		47,2198	15,050533	47,217617	15,05165	20	7	2020
SK	12_1	mont	1643		47,2198	15,050533	47,217617	15,05165	20	7	2020
SK	12_1	soro	1643		47,2198	15,050533	47,217617	15,05165	20	7	2020
SK	12_1	lucok	1643		47,2198	15,050533	47,217617	15,05165	20	7	2020
SK	12_2	sp	1940		47,227667	15,05165	47,228367	15,054467	20	7	2020
SK	12_2	sp	1940		47,227667	15,05165	47,228367	15,054467	20	7	2020
SK	12_2	lucok	1940		47,227667	15,05165	47,228367	15,054467	20	7	2020
SK	12_2	lucok	1940		47,227667	15,05165	47,228367	15,054467	20	7	2020
SK	12_2	soro	1940		47,227667	15,05165	47,228367	15,054467	20	7	2020
SK	12_2	sp	1940		47,227667	15,05165	47,228367	15,054467	20	7	2020
SK	12_2	lucok	1940		47,227667	15,05165	47,228367	15,054467	20	7	2020
SK	12_2	lucok	1940		47,227667	15,05165	47,228367	15,054467	20	7	2020
SK	12_2	lucok	1940		47,227667	15,05165	47,228367	15,054467	20	7	2020
SK	12_2	lucok	1940		47,227667	15,05165	47,228367	15,054467	20	7	2020
SK	12_2	lucok	1940		47,227667	15,05165	47,228367	15,054467	20	7	2020
SK	12_2	lucok	1940		47,227667	15,05165	47,228367	15,054467	20	7	2020
SK	12_2	soro	1940		47,227667	15,05165	47,228367	15,054467	20	7	2020
SK	12_2	soro	1940		47,227667	15,05165	47,228367	15,054467	20	7	2020
SK	12_2	soro	1940		47,227667	15,05165	47,228367	15,054467	20	7	2020
SK	12_2	soro	1940		47,227667	15,05165	47,228367	15,054467	20	7	2020
SK	12_2	soro	1940		47,227667	15,05165	47,228367	15,054467	20	7	2020
SK	12_2	soro	1940		47,227667	15,05165	47,228367	15,054467	20	7	2020
SK	12_2	soro	1940		47,227667	15,05165	47,228367	15,054467	20	7	2020
SK	12_2	soro	1940		47,227667	15,05165	47,228367	15,054467	20	7	2020
SK	12_2	soro	1940		47,227667	15,05165	47,228367	15,054467	20	7	2020
SK	12_2	soro	1940		47,227667	15,05165	47,228367	15,054467	20	7	2020
SK	12_2	soro	1940		47,227667	15,05165	47,228367	15,054467	20	7	2020
SK	12_2	soro	1940		47,227667	15,05165	47,228367	15,054467	20	7	2020
SK	12_2	soro	1940		47,227667	15,05165	47,228367	15,054467	20	7	2020
SK	12_2	soro	1940		47,227667	15,05165	47,228367	15,054467	20	7	2020
SK	12_2	soro	1940		47,227667	15,05165	47,228367	15,054467	20	7	2020
SK	12_2	soro	1940		47,227667	15,05165	47,228367	15,054467	20	7	2020
SK	12_2	soro	1940		47,227667	15,05165	47,228367	15,054467	20	7	2020
SK	12_2	soro	1940		47,227667	15,05165	47,228367	15,054467	20	7	2020
SK	12_2	soro	1940		47,227667	15,05165	47,228367	15,054467	20	7	2020
SK	12_2	soro	1940		47,227667	15,05165	47,228367	15,054467	20	7	2020
SK	12_2	soro	1940		47,227667	15,05165	47,228367	15,054467	20	7	2020
SK	12_2	soro	1940		47,227667	15,05165	47,228367	15,054467	20	7	2020
SK	12_2	soro	1940		47,227667	15,05165	47,228367	15,054467	20	7	2020
SK	12_2	soro	1940		47,227667	15,05165	47,228367	15,054467	20	7	2020
SK	12_2	soro	1940		47,227667	15,05165	47,228367	15,054467	20	7	2020
SK	12_2	soro	1940		47,227667	15,05165	47,228367	15,054467	20	7	2020
SK	12_2	soro	1940		47,227667	15,05165	47,228367	15,054467	20	7	2020
SK	12_2	soro	1940		47,227667	15,05165	47,228367	15,054467	20	7	2020
SK	12_2	soro	1940		47,227667	15,05165	47,228367	15,054467	20	7	2020
SK	12_2	soro	1940		47,227667	15,05165	47,228367	15,054467	20	7	2020
SK	12_2	soro	1940		47,227667	15,05165	47,228367	15,054467	20	7	2020
SK	12_2	soro	1940		47,227667	15,05165	47,228367	15,054467	20	7	2020
SK	12_2	soro	1940		47,227667	15,05165	47,228367	15,054467	20	7	2020
SK	12_2	soro	1940		47,227667	15,05165	47,228367	15,054467	20	7	2020
SK	12_2	soro	1940		47,227667	15,05165	47,228367	15,054467	20	7	2020
SK	12_2	soro	1940		47,227667	15,05165	47,228367	15,054467	20	7	2020
SK	12_2	soro	1940		47,227667	15,05165	47,228367	15,054467	20	7	2020
SK	12_2	soro	1940		47,227667	15,05165	47,228367	15,054467	20	7	2020
SK	12_2	soro	1940		47,227667	15,05165	47,228367	15,054467	20	7	2020
SK	12_2	soro	1940		47,227667	15,05165	47,228367	15,054467	20	7	2020
SK	12_2	soro	1940		47,227667	15,05165	47,228367	15,054467	20	7	2020
SK	12_2	soro	1940		47,227667	15,05165	47,228367	15,054467	20	7	2020
SK	12_2	soro	1940		47,227667	15,05165	47,228367	15,054467	20	7	2020
SK	12_2	soro	1940		47,227667	15,05165	47,228367	15,054467	20	7	2020
SK	12_2	soro	1940		47,227667	15,05165	47,228367	15,054467	20	7	2020
SK	12_2	soro	1940		47,227667	15,05165	47,228367	15,054467	20	7	2020
SK	12_2	soro	1940		47,227667	15,05165	47,228367	15,054467	20	7	2020
SK	12_2	soro	1940		47,227667	15,05165	47,228367	15,054467	20	7	2020
SK	12_2	soro	1940		47,227667	15,05165	47,228367	15,054467	20	7	2020
SK	12_2	soro	1940		47,227667	15,05165	47,228367	15,054467	20	7	2020
SK	12_2	soro	1940		47,227667	15,05165	47,228367	15,054467	20	7	2020
SK	12_2	soro	1940		47,227667	15,05165	47,228367	15,054467	20	7	2020
SK	12_2	soro	1940		47,227667	15,05165	47,228367	15,054467	20	7	2020
SK	12_2	soro	1940		47,227667	15,05165	47,228367	15,054467	20	7	

GA	8_1	lucok	1519	47,209333	15,066133	47,20955	15,067167	21	7	2020
GA	8_1	soro	1519	47,209333	15,066133	47,20955	15,067167	21	7	2020
GA	8_1	sich	1519	47,209333	15,066133	47,20955	15,067167	21	7	2020
GA	8_1	lucok	1519	47,209333	15,066133	47,20955	15,067167	21	7	2020
GA	8_1	sich	1519	47,209333	15,066133	47,20955	15,067167	21	7	2020
GA	8_1	sich	1519	47,209333	15,066133	47,20955	15,067167	21	7	2020
GA	8_1	soro	1519	47,209333	15,066133	47,20955	15,067167	21	7	2020
GA	8_1	lucok	1519	47,209333	15,066133	47,20955	15,067167	21	7	2020
GA	8_1	soro	1519	47,209333	15,066133	47,20955	15,067167	21	7	2020
GA	8_1	soro	1519	47,209333	15,066133	47,20955	15,067167	21	7	2020
GA	8_1	soro	1519	47,209333	15,066133	47,20955	15,067167	21	7	2020
GA	8_1	sich	1519	47,209333	15,066133	47,20955	15,067167	21	7	2020
GA	8_1	sich	1519	47,209333	15,066133	47,20955	15,067167	21	7	2020
GA	8_1	lucok	1519	47,209333	15,066133	47,20955	15,067167	21	7	2020
GA	8_1	bohe	1519	47,209333	15,066133	47,20955	15,067167	21	7	2020
GA	8_1	lucok	1519	47,209333	15,066133	47,20955	15,067167	21	7	2020
GA	8_2	soro	1820	47,203783	15,04155	47,20355	15,038117	21	7	2020
GA	8_2	lucok	1820	47,203783	15,04155	47,20355	15,038117	21	7	2020
GA	8_2	soro	1820	47,203783	15,04155	47,20355	15,038117	21	7	2020
GA	8_2	prat	1820	47,203783	15,04155	47,20355	15,038117	21	7	2020
GA	8_2	rupe	1820	47,203783	15,04155	47,20355	15,038117	21	7	2020
GA	8_2	soro	1820	47,203783	15,04155	47,20355	15,038117	21	7	2020
GA	8_2	soro	1820	47,203783	15,04155	47,20355	15,038117	21	7	2020
GA	8_2	soro	1820	47,203783	15,04155	47,20355	15,038117	21	7	2020
GA	8_2	prat	1820	47,203783	15,04155	47,20355	15,038117	21	7	2020
GA	8_2	soro	1820	47,203783	15,04155	47,20355	15,038117	21	7	2020
GA	8_2	soro	1820	47,203783	15,04155	47,20355	15,038117	21	7	2020
GA	8_2	soro	1820	47,203783	15,04155	47,20355	15,038117	21	7	2020
GA	8_3	lucok	1728	47,2117	15,051867	47,210267	15,04935	21	7	2020
GA	8_3	lucok	1728	47,2117	15,051867	47,210267	15,04935	21	7	2020
GA	8_3	lucok	1728	47,2117	15,051867	47,210267	15,04935	21	7	2020
GA	8_3	mont	1728	47,2117	15,051867	47,210267	15,04935	21	7	2020
GA	8_3	calce	1728	47,2117	15,051867	47,210267	15,04935	21	7	2020
GA	8_3	rupe	1728	47,2117	15,051867	47,210267	15,04935	21	7	2020
GA	8_3	soro	1728	47,2117	15,051867	47,210267	15,04935	21	7	2020
GA	8_3	soro	1728	47,2117	15,051867	47,210267	15,04935	21	7	2020
GA	8_3	soro	1728	47,2117	15,051867	47,210267	15,04935	21	7	2020
GA	8_3	mont	1728	47,2117	15,051867	47,210267	15,04935	21	7	2020
GA	8_3	lucok	1728	47,2117	15,051867	47,210267	15,04935	21	7	2020
GA	8_3	wurf	1728	47,2117	15,051867	47,210267	15,04935	21	7	2020
GA	8_3	mont	1728	47,2117	15,051867	47,210267	15,04935	21	7	2020
HW	6_1	lucok	1645	47,528467	15,9263	47,527683	15,929933	6	8	2020
HW	6_1	lucok	1645	47,528467	15,9263	47,527683	15,929933	6	8	2020
HW	6_1	lucok	1645	47,528467	15,9263	47,527683	15,929933	6	8	2020
HW	6_1	lucok	1645	47,528467	15,9263	47,527683	15,929933	6	8	2020
HW	6_2	pyre	1553	47,516583	15,941983	47,514583	15,945317	6	8	2020
HW	6_2	cryp	1553	47,516583	15,941983	47,514583	15,945317	6	8	2020
HW	6_2	lucok	1553	47,516583	15,941983	47,514583	15,945317	6	8	2020
HW	6_2	lucok	1553	47,516583	15,941983	47,514583	15,945317	6	8	2020
HW	6_2	lucok	1553	47,516583	15,941983	47,514583	15,945317	6	8	2020
HW	6_2	lucok	1553	47,516583	15,941983	47,514583	15,945317	6	8	2020
HW	6_2	lucok	1553	47,516583	15,941983	47,514583	15,945317	6	8	2020
HW	6_2	lucok	1553	47,516583	15,941983	47,514583	15,945317	6	8	2020
HW	6_2	prat	1553	47,516583	15,941983	47,514583	15,945317	6	8	2020
HW	6_3	lucok	1637	47,5235	15,906183	47,525767	15,90485	6	8	2020
HW	6_3	rupe	1637	47,5235	15,906183	47,525767	15,90485	6	8	2020
HW	6_3	bohe	1637	47,5235	15,906183	47,525767	15,90485	6	8	2020
HW	6_3	lucok	1637	47,5235	15,906183	47,525767	15,90485	6	8	2020
HW	6_3	lucok	1637	47,5235	15,906183	47,525767	15,90485	6	8	2020
HW	6_3	cryp	1637	47,5235	15,906183	47,525767	15,90485	6	8	2020
HW	6_3	bohe	1637	47,5235	15,906183	47,525767	15,90485	6	8	2020
STE	4_1	soro	1604	47,578667	15,802383	47,5806	15,804633	7	8	2020
STE	4_1	prat	1604	47,578667	15,802383	47,5806	15,804633	7	8	2020
STE	4_1	lucok	1604	47,578667	15,802383	47,5806	15,804633	7	8	2020
STE	4_1	lucok	1604	47,578667	15,802383	47,5806	15,804633	7	8	2020
STE	4_1	soro	1604	47,578667	15,802383	47,5806	15,804633	7	8	2020
STE	4_1	soro	1604	47,578667	15,802383	47,5806	15,804633	7	8	2020
STE	4_1	prat	1604	47,578667	15,802383	47,5806	15,804633	7	8	2020
STE	4_1	mont	1604	47,578667	15,802383	47,5806	15,804633	7	8	2020
STE	4_1	sich	1604	47,578667	15,802383	47,5806	15,804633	7	8	2020
STE	4_1	lucok	1604	47,578667	15,802383	47,5806	15,804633	7	8	2020
STE	4_1	soro	1604	47,578667	15,802383	47,5806	15,804633	7	8	2020
STE	4_1	lucok	1604	47,578667	15,802383	47,5806	15,804633	7	8	2020
STE	4_1	lucok	1604	47,578667	15,802383	47,5806	15,804633	7	8	2020
STE	4_1	wurf	1604	47,578667	15,802383	47,5806	15,804633	7	8	2020
STE	4_1	sich	1604	47,578667	15,802383	47,5806	15,804633	7	8	2020
STE	4_1	sich	1604	47,578667	15,802383	47,5806	15,804633	7	8	2020
STE	4_1	sich	1604	47,578667	15,802383	47,5806	15,804633	7	8	2020
STE	4_1	lucok	1604	47,578667	15,802383	47,5806	15,804633	7	8	2020
STE	4_1	lucok	1604	47,578667	15,802383	47,5806	15,804633	7	8	2020
STE	4_1	lucok	1604	47,578667	15,802383	47,5806	15,804633	7	8	2020
STE	4_1	lucok	1604	47,578667	15,802383	47,5806	15,804633	7	8	2020
STE	4_1	lucok	1604	47,578667	15,802383	47,5806	15,804633	7	8	2020
STE	4_1	lucok	1604	47,578667	15,802383	47,5806	15,804633	7	8	2020
STE	4_2	soro	1754	47,5745	15,789667	47,575067	15,791533	7	8	2020
STE	4_2	soro	1754	47,5745	15,789667	47,575067	15,791533	7	8	2020
STE	4_2	soro	1754	47,5745	15,789667	47,575067	15,791533	7	8	2020

[illegible]

[illegible]

AK	13_3	sich	2157	47,068233	14,809367	47,072067	14,808217	20	8	2020
AK	13_4	syl	1672	47,059017	14,794733	47,055517	14,79615	20	8	2020
AK	13_4	strig	1672	47,059017	14,794733	47,055517	14,79615	20	8	2020
AK	13_4	pasc	1672	47,059017	14,794733	47,055517	14,79615	20	8	2020
AK	13_4	wurf	1672	47,059017	14,794733	47,055517	14,79615	20	8	2020
AK	13_4	rupe	1672	47,059017	14,794733	47,055517	14,79615	20	8	2020
AK	13_4	wurf	1672	47,059017	14,794733	47,055517	14,79615	20	8	2020
AK	13_4	sich	1672	47,059017	14,794733	47,055517	14,79615	20	8	2020
AK	13_4	wurf	1672	47,059017	14,794733	47,055517	14,79615	20	8	2020
AK	13_4	soro	1672	47,059017	14,794733	47,055517	14,79615	20	8	2020
AK	13_4	bico	1672	47,059017	14,794733	47,055517	14,79615	20	8	2020
AK	13_4	sich	1672	47,059017	14,794733	47,055517	14,79615	20	8	2020
AK	13_4	prat	1672	47,059017	14,794733	47,055517	14,79615	20	8	2020
AK	13_4	prat	1672	47,059017	14,794733	47,055517	14,79615	20	8	2020
AK	13_4	prat	1672	47,059017	14,794733	47,055517	14,79615	20	8	2020
AK	13_4	wurf	1672	47,059017	14,794733	47,055517	14,79615	20	8	2020
AK	13_4	prat	1672	47,059017	14,794733	47,055517	14,79615	20	8	2020
AK	13_4	lapi	1672	47,059017	14,794733	47,055517	14,79615	20	8	2020
AK	13_4	lapi	1672	47,059017	14,794733	47,055517	14,79615	20	8	2020
AK	13_4	prat	1672	47,059017	14,794733	47,055517	14,79615	20	8	2020
AK	13_4	prat	1672	47,059017	14,794733	47,055517	14,79615	20	8	2020
AK	13_4	nor/syl/fl	1672	47,059017	14,794733	47,055517	14,79615	20	8	2020
AK	13_4	soro	1672	47,059017	14,794733	47,055517	14,79615	20	8	2020
ST	14_1	lucok	1667	47,08045	14,924733	47,079567	14,920333	21	8	2020
ST	14_1	soro	1667	47,08045	14,924733	47,079567	14,920333	21	8	2020
ST	14_1	soro	1667	47,08045	14,924733	47,079567	14,920333	21	8	2020
ST	14_1	soro	1667	47,08045	14,924733	47,079567	14,920333	21	8	2020
ST	14_1	rupe	1667	47,08045	14,924733	47,079567	14,920333	21	8	2020
ST	14_1	lucok	1667	47,08045	14,924733	47,079567	14,920333	21	8	2020
ST	14_1	lucok	1667	47,08045	14,924733	47,079567	14,920333	21	8	2020
ST	14_1	sp	1667	47,08045	14,924733	47,079567	14,920333	21	8	2020
ST	14_1	lucok	1667	47,08045	14,924733	47,079567	14,920333	21	8	2020
ST	14_1	wurf	1667	47,08045	14,924733	47,079567	14,920333	21	8	2020
ST	14_1	pasc	1667	47,08045	14,924733	47,079567	14,920333	21	8	2020
ST	14_1	pasc	1667	47,08045	14,924733	47,079567	14,920333	21	8	2020
ST	14_2	wurf	1595	47,077567	14,9172	47,080983	14,915567	21	8	2020
ST	14_2	lucok	1595	47,077567	14,9172	47,080983	14,915567	21	8	2020
ST	14_2	lucok	1595	47,077567	14,9172	47,080983	14,915567	21	8	2020
ST	14_2	lucok	1595	47,077567	14,9172	47,080983	14,915567	21	8	2020
ST	14_2	calce	1595	47,077567	14,9172	47,080983	14,915567	21	8	2020
ST	14_2	soro	1595	47,077567	14,9172	47,080983	14,915567	21	8	2020
ST	14_2	sich	1595	47,077567	14,9172	47,080983	14,915567	21	8	2020
ST	14_2	lucok	1595	47,077567	14,9172	47,080983	14,915567	21	8	2020
ST	14_2	lucok	1595	47,077567	14,9172	47,080983	14,915567	21	8	2020
ST	14_2	sich	1595	47,077567	14,9172	47,080983	14,915567	21	8	2020
ST	14_2	lucok	1595	47,077567	14,9172	47,080983	14,915567	21	8	2020
ST	14_2	soro	1595	47,077567	14,9172	47,080983	14,915567	21	8	2020
ST	14_2	prat	1595	47,077567	14,9172	47,080983	14,915567	21	8	2020
ST	14_2	sich	1595	47,077567	14,9172	47,080983	14,915567	21	8	2020
ST	14_2	soro	1595	47,077567	14,9172	47,080983	14,915567	21	8	2020
ST	14_2	soro	1595	47,077567	14,9172	47,080983	14,915567	21	8	2020
ST	14_3	soro	1623	47,086367	14,932083	47,084383	14,926783	21	8	2020
ST	14_3	soro	1623	47,086367	14,932083	47,084383	14,926783	21	8	2020
ST	14_3	lucok	1623	47,086367	14,932083	47,084383	14,926783	21	8	2020
ST	14_3	lucok	1623	47,086367	14,932083	47,084383	14,926783	21	8	2020
ST	14_3	rubi	1623	47,086367	14,932083	47,084383	14,926783	21	8	2020
ST	14_3	pasc	1623	47,086367	14,932083	47,084383	14,926783	21	8	2020
ST	14_3	lucok	1623	47,086367	14,932083	47,084383	14,926783	21	8	2020
ST	14_3	lucok	1623	47,086367	14,932083	47,084383	14,926783	21	8	2020
ST	14_3	wurf	1623	47,086367	14,932083	47,084383	14,926783	21	8	2020
ST	14_3	lucok	1623	47,086367	14,932083	47,084383	14,926783	21	8	2020
ST	14_3	lucok	1623	47,086367	14,932083	47,084383	14,926783	21	8	2020
ST	14_3	lucok	1623	47,086367	14,932083	47,084383	14,926783	21	8	2020
ST	14_3	lucok	1623	47,086367	14,932083	47,084383	14,926783	21	8	2020
ST	14_3	lucok	1623	47,086367	14,932083	47,084383	14,926783	21	8	2020
ST	14_3	soro	1623	47,086367	14,932083	47,084383	14,926783	21	8	2020
ST	14_3	wurf	1623	47,086367	14,932083	47,084383	14,926783	21	8	2020
ST	14_3	lucok	1623	47,086367	14,932083	47,084383	14,926783	21	8	2020
ST	14_3	pasc	1623	47,086367	14,932083	47,084383	14,926783	21	8	2020
ST	14_3	pasc	1623	47,086367	14,932083	47,084383	14,926783	21	8	2020
ST	14_3	rup/qua	1623	47,086367	14,932083	47,084383	14,926783	21	8	2020
ST	14_3	wurf	1623	47,086367	14,932083	47,084383	14,926783	21	8	2020
ST	14_3	wurf	1623	47,086367	14,932083	47,084383	14,926783	21	8	2020
KK	16_1	pasc	1470	47,710983	15,4379	47,71065	15,44125	24	8	2020
KK	16_1	sp	1470	47,710983	15,4379	47,71065	15,44125	24	8	2020
KK	16_1	wurf	1470	47,710983	15,4379	47,71065	15,44125	24	8	2020
KK	16_1	pasc	1470	47,710983	15,4379	47,71065	15,44125	24	8	2020
HV	17_1	lucok	1620	47,659367	15,411883	47,6576	15,41355	26	8	2020
HV	17_1	mont	1620	47,659367	15,411883	47,6576	15,41355	26	8	2020
HV	17_1	prat	1620	47,659367	15,411883	47,6576	15,41355	26	8	2020

HV	17_1	soro	1620	47,659367	15,411883	47,6576	15,41355	26	8	2020
HV	17_1	prat	1620	47,659367	15,411883	47,6576	15,41355	26	8	2020
HV	17_1	mont	1620	47,659367	15,411883	47,6576	15,41355	26	8	2020
HV	17_1	soro	1620	47,659367	15,411883	47,6576	15,41355	26	8	2020
HV	17_1	prat	1620	47,659367	15,411883	47,6576	15,41355	26	8	2020
HV	17_1	soro	1620	47,659367	15,411883	47,6576	15,41355	26	8	2020
HV	17_1	soro	1620	47,659367	15,411883	47,6576	15,41355	26	8	2020
HV	17_1	lucok	1620	47,659367	15,411883	47,6576	15,41355	26	8	2020
HV	17_1	lucok	1620	47,659367	15,411883	47,6576	15,41355	26	8	2020
HV	17_1	soro	1620	47,659367	15,411883	47,6576	15,41355	26	8	2020
HV	17_1	soro	1620	47,659367	15,411883	47,6576	15,41355	26	8	2020
HV	17_1	soro	1620	47,659367	15,411883	47,6576	15,41355	26	8	2020
HV	17_1	soro	1620	47,659367	15,411883	47,6576	15,41355	26	8	2020
HV	17_1	soro	1620	47,659367	15,411883	47,6576	15,41355	26	8	2020
HV	17_1	pasc	1620	47,659367	15,411883	47,6576	15,41355	26	8	2020
HV	17_1	lucok	1620	47,659367	15,411883	47,6576	15,41355	26	8	2020
HV	17_1	soro	1620	47,659367	15,411883	47,6576	15,41355	26	8	2020
HV	17_1	soro	1620	47,659367	15,411883	47,6576	15,41355	26	8	2020
HV	17_1	soro	1620	47,659367	15,411883	47,6576	15,41355	26	8	2020
HV	17_1	soro	1620	47,659367	15,411883	47,6576	15,41355	26	8	2020
HV	17_1	lucok	1620	47,659367	15,411883	47,6576	15,41355	26	8	2020
HV	17_1	soro	1620	47,659367	15,411883	47,6576	15,41355	26	8	2020
HV	17_2	sich	1909	47,652833	15,4118	47,65	15,407567	26	8	2020
HV	17_2	soro	1909	47,652833	15,4118	47,65	15,407567	26	8	2020
HV	17_2	wurf	1909	47,652833	15,4118	47,65	15,407567	26	8	2020
HV	17_2	wurf	1909	47,652833	15,4118	47,65	15,407567	26	8	2020
HV	17_2	lucok	1909	47,652833	15,4118	47,65	15,407567	26	8	2020
HV	17_2	wurf	1909	47,652833	15,4118	47,65	15,407567	26	8	2020
HV	17_2	soro	1909	47,652833	15,4118	47,65	15,407567	26	8	2020
HV	17_2	pasc	1909	47,652833	15,4118	47,65	15,407567	26	8	2020
HV	17_2	wurf	1909	47,652833	15,4118	47,65	15,407567	26	8	2020
HV	17_2	wurf	1909	47,652833	15,4118	47,65	15,407567	26	8	2020
HV	17_3	lucok	1460	47,646367	15,477567	47,647233	15,47565	27	8	2020
HV	17_3	frat	1460	47,646367	15,477567	47,647233	15,47565	27	8	2020
HV	17_3	pasc	1460	47,646367	15,477567	47,647233	15,47565	27	8	2020
HV	17_3	pasc	1460	47,646367	15,477567	47,647233	15,47565	27	8	2020
HV	17_3	wurf	1460	47,646367	15,477567	47,647233	15,47565	27	8	2020
HV	17_3	albi	1460	47,646367	15,477567	47,647233	15,47565	27	8	2020
HV	17_3	pasc	1460	47,646367	15,477567	47,647233	15,47565	27	8	2020
HV	17_3	soro	1460	47,646367	15,477567	47,647233	15,47565	27	8	2020
HV	17_3	prat	1460	47,646367	15,477567	47,647233	15,47565	27	8	2020
HV	17_3	sich	1460	47,646367	15,477567	47,647233	15,47565	27	8	2020
HV	17_3	soro	1460	47,646367	15,477567	47,647233	15,47565	27	8	2020
HV	17_3	soro	1460	47,646367	15,477567	47,647233	15,47565	27	8	2020
HV	17_3	sich	1460	47,646367	15,477567	47,647233	15,47565	27	8	2020
HV	17_3	soro	1460	47,646367	15,477567	47,647233	15,47565	27	8	2020
HV	17_3	sich	1460	47,646367	15,477567	47,647233	15,47565	27	8	2020
HV	17_3	albi	1460	47,646367	15,477567	47,647233	15,47565	27	8	2020
HV	17_3	pasc	1460	47,646367	15,477567	47,647233	15,47565	27	8	2020
HV	17_3	wurf	1460	47,646367	15,477567	47,647233	15,47565	27	8	2020
HV	17_3	soro	1460	47,646367	15,477567	47,647233	15,47565	27	8	2020
HV	17_3	soro	1460	47,646367	15,477567	47,647233	15,47565	27	8	2020
HV	17_3	wurf	1460	47,646367	15,477567	47,647233	15,47565	27	8	2020
HV	17_3	sich	1460	47,646367	15,477567	47,647233	15,47565	27	8	2020
HV	17_3	lapi	1460	47,646367	15,477567	47,647233	15,47565	27	8	2020
HV	17_3	soro	1460	47,646367	15,477567	47,647233	15,47565	27	8	2020
HV	17_3	soro	1460	47,646367	15,477567	47,647233	15,47565	27	8	2020
HV	17_3	soro	1460	47,646367	15,477567	47,647233	15,47565	27	8	2020
HV	17_3	soro	1460	47,646367	15,477567	47,647233	15,47565	27	8	2020
HV	17_3	soro	1460	47,646367	15,477567	47,647233	15,47565	27	8	2020
HV	17_3	soro	1460	47,646367	15,477567	47,647233	15,47565	27	8	2020
HV	17_3	wurf	1460	47,646367	15,477567	47,647233	15,47565	27	8	2020
HV	17_3	wurf	1460	47,646367	15,477567	47,647233	15,47565	27	8	2020
HV	17_3	wurf	1460	47,646367	15,477567	47,647233	15,47565	27	8	2020
HV	17_3	pasc	1460	47,646367	15,477567	47,647233	15,47565	27	8	2020
HV	17_3	soro	1460	47,646367	15,477567	47,647233	15,47565	27	8	2020
HV	17_3	sich	1460	47,646367	15,477567	47,647233	15,47565	27	8	2020
HV	17_3	wurf	1460	47,646367	15,477567	47,647233	15,47565	27	8	2020
HV	17_3	wurf	1460	47,646367	15,477567	47,647233	15,47565	27	8	2020
TU	18_1	pasc	1407	47,6242	15,367817	47,626933	15,364533	3	9	2020
TU	18_1	pasc	1407	47,6242	15,367817	47,626933	15,364533	3	9	2020
TU	18_1	wurf	1407	47,6242	15,367817	47,626933	15,364533	3	9	2020
TU	18_1	pasc	1407	47,6242	15,367817	47,626933	15,364533	3	9	2020
TU	18_1	pasc	1407	47,6242	15,367817	47,626933	15,364533	3	9	2020
TU	18_1	pasc	1407	47,6242	15,367817	47,626933	15,364533	3	9	2020
TU	18_1	calc	1407	47,6242	15,367817	47,626933	15,364533	3	9	2020
TU	18_1	soro	1407	47,6242	15,367817	47,626933	15,364533	3	9	2020
TU	18_1	soro	1407	47,6242	15,367817	47,626933	15,364533	3	9	2020
TU	18_1	wurf	1407	47,6242	15,367817	47,626933	15,364533	3	9	2020
TU	18_1	wurf	1407	47,6242	15,367817	47,626933	15,364533	3	9	2020
TU	18_1	pasc	1407	47,6242	15,367817	47,626933	15,364533	3	9	2020
TU	18_1	soro	1407	47,6242	15,367817	47,626933	15,364533	3	9	2020
TU	18_1	soro	1407	47,6242	15,367817	47,626933	15,364533	3	9	2020
TU	18_1	wurf	1407	47,6242	15,367817	47,626933	15,364533	3	9	2020
TU	18_1	pasc	1407	47,6242	15,367817	47,626933	15,364533	3	9	2020
TU	18_1	wurf	1407	47,6242	15,367817	47,626933	15,364533	3	9	2020

TU	18_1	hort	1407	47,6242	15,367817	47,626933	15,364533	3	9	2020
TU	18_1	lucok	1407	47,6242	15,367817	47,626933	15,364533	3	9	2020
TU	18_1	lucok	1407	47,6242	15,367817	47,626933	15,364533	3	9	2020
TU	18_1	pasc	1407	47,6242	15,367817	47,626933	15,364533	3	9	2020
TU	18_1	wurf	1407	47,6242	15,367817	47,626933	15,364533	3	9	2020
TU	18_1	wurf	1407	47,6242	15,367817	47,626933	15,364533	3	9	2020
TU	18_1	pasc	1407	47,6242	15,367817	47,626933	15,364533	3	9	2020
TU	18_1	pasc	1407	47,6242	15,367817	47,626933	15,364533	3	9	2020
TU	18_1	wurf	1407	47,6242	15,367817	47,626933	15,364533	3	9	2020
TU	18_1	wurf	1407	47,6242	15,367817	47,626933	15,364533	3	9	2020
TU	18_1	lucok	1407	47,6242	15,367817	47,626933	15,364533	3	9	2020
TU	18_1	soro	1407	47,6242	15,367817	47,626933	15,364533	3	9	2020
TU	18_1	soro	1407	47,6242	15,367817	47,626933	15,364533	3	9	2020
TU	18_1	soro	1407	47,6242	15,367817	47,626933	15,364533	3	9	2020
TU	18_1	soro	1407	47,6242	15,367817	47,626933	15,364533	3	9	2020
TU	18_2	wurf	1574	47,615333	15,373883	47,613333	15,37285	3	9	2020
TU	18_2	quad	1574	47,615333	15,373883	47,613333	15,37285	3	9	2020
TU	18_2	sp	1574	47,615333	15,373883	47,613333	15,37285	3	9	2020
SO	19_1	lucok	1590	47,573833	15,28475	47,5755	15,283783	4	9	2020
SO	19_1	lucok	1590	47,573833	15,28475	47,5755	15,283783	4	9	2020
SO	19_1	soro	1590	47,573833	15,28475	47,5755	15,283783	4	9	2020
SO	19_1	lapi	1590	47,573833	15,28475	47,5755	15,283783	4	9	2020
SO	19_1	pasc	1590	47,573833	15,28475	47,5755	15,283783	4	9	2020
SO	19_1	pasc	1590	47,573833	15,28475	47,5755	15,283783	4	9	2020
SO	19_1	lati	1590	47,573833	15,28475	47,5755	15,283783	4	9	2020
SO	19_1	pasc	1590	47,573833	15,28475	47,5755	15,283783	4	9	2020
SO	19_1	pasc	1590	47,573833	15,28475	47,5755	15,283783	4	9	2020
SO	19_1	soro	1590	47,573833	15,28475	47,5755	15,283783	4	9	2020
SO	19_1	wurf	1590	47,573833	15,28475	47,5755	15,283783	4	9	2020
SO	19_1	soro	1590	47,573833	15,28475	47,5755	15,283783	4	9	2020
SO	19_1	lapi	1590	47,573833	15,28475	47,5755	15,283783	4	9	2020
SO	19_1	soro	1590	47,573833	15,28475	47,5755	15,283783	4	9	2020
SO	19_1	soro	1590	47,573833	15,28475	47,5755	15,283783	4	9	2020
SO	19_2	prat	1562	47,5937	15,27105	47,594683	15,268433	4	9	2020
SO	19_2	soro	1562	47,5937	15,27105	47,594683	15,268433	4	9	2020
SO	19_2	lucok	1562	47,5937	15,27105	47,594683	15,268433	4	9	2020
SO	19_2	hort	1562	47,5937	15,27105	47,594683	15,268433	4	9	2020
SO	19_2	pasc	1562	47,5937	15,27105	47,594683	15,268433	4	9	2020
SO	19_2	pasc	1562	47,5937	15,27105	47,594683	15,268433	4	9	2020
SO	19_2	soro	1562	47,5937	15,27105	47,594683	15,268433	4	9	2020
SO	19_2	soro	1562	47,5937	15,27105	47,594683	15,268433	4	9	2020
SO	19_2	soro	1562	47,5937	15,27105	47,594683	15,268433	4	9	2020
SO	19_2	lapi	1562	47,5937	15,27105	47,594683	15,268433	4	9	2020
SO	19_2	soro	1562	47,5937	15,27105	47,594683	15,268433	4	9	2020
SO	19_2	soro	1562	47,5937	15,27105	47,594683	15,268433	4	9	2020
SO	19_2	pasc	1562	47,5937	15,27105	47,594683	15,268433	4	9	2020
SO	19_2	pasc	1562	47,5937	15,27105	47,594683	15,268433	4	9	2020
SO	19_2	hort	1562	47,5937	15,27105	47,594683	15,268433	4	9	2020
SO	19_2	soro	1562	47,5937	15,27105	47,594683	15,268433	4	9	2020
SO	19_2	soro	1562	47,5937	15,27105	47,594683	15,268433	4	9	2020
SO	19_2	soro	1562	47,5937	15,27105	47,594683	15,268433	4	9	2020
SO	19_2	soro	1562	47,5937	15,27105	47,594683	15,268433	4	9	2020
SO	19_2	soro	1562	47,5937	15,27105	47,594683	15,268433	4	9	2020
SO	19_2	soro	1562	47,5937	15,27105	47,594683	15,268433	4	9	2020
SO	19_2	soro	1562	47,5937	15,27105	47,594683	15,268433	4	9	2020
SO	19_2	soro	1562	47,5937	15,27105	47,594683	15,268433	4	9	2020
SO	19_2	soro	1562	47,5937	15,27105	47,594683	15,268433	4	9	2020
SO	19_2	soro	1562	47,5937	15,27105	47,594683	15,268433	4	9	2020
SO	19_2	soro	1562	47,5937	15,27105	47,594683	15,268433	4	9	2020
SO	19_2	soro	1562	47,5937	15,27105	47,594683	15,268433	4	9	2020
SO	19_2	soro	1562	47,5937	15,27105	47,594683	15,268433	4	9	2020
SO	19_2	soro	1562	47,5937	15,27105	47,594683	15,268433	4	9	2020
SO	19_2	soro	1562	47,5937	15,27105	47,594683	15,268433	4	9	2020
SO	19_2	soro	1562	47,5937	15,27105	47,594683	15,268433	4	9	2020
SO	19_2	soro	1562	47,5937	15,27105	47,594683	15,268433	4	9	2020
SO	19_2	soro	1562	47,5937	15,27105	47,594683	15,268433	4	9	2020
SO	19_2	soro	1562	47,5937	15,27105	47,594683	15,268433	4	9	2020
SO	19_2	soro	1562	47,5937	15,27105	47,594683	15,268433	4	9	2020
SO	19_2	soro	1562	47,5937	15,27105	47,594683	15,268433	4	9	2020
SO	19_2	soro	1562	47,5937	15,27105	47,594683	15,268433	4	9	2020
SO	19_2	soro	1562	47,5937	15,27105	47,594683	15,268433	4	9	2020
SO	19_2	soro	1562	47,5937	15,27105	47,594683	15,268433	4	9	2020
SO	19_2	soro	1562	47,5937	15,27105	47,594683	15,268433	4	9	2020
SO	19_2	soro	1562	47,5937	15,27105	47,594683	15,268433	4	9	2020
SO	19_2	soro	1562	47,5937	15,27105	47,594683	15,268433	4	9	2020
SO	19_2	soro	1562	47,5937	15,27105	47,594683	15,268433	4	9	2020
SO	19_2	soro	1562	47,5937	15,27105	47,594683	15,268433	4	9	2020
SO	19_2	soro	1562	47,5937	15,27105	47,594683	15,268433	4	9	2020
SO	19_2	soro	1562	47,5937	15,27105	47,594683	15,268433	4	9	2020
SO	19_2	soro	1562	47,5937	15,27105	47,594683	15,268433	4	9	2020
SO	19_2	soro	1562	47,5937	15,27105	47,594683	15,268433	4	9	2020
SO	19_2	soro	1562	47,5937	15,27105	47,594683	15,268433	4	9	2020
SO	19_2	soro	1562	47,5937	15,27105	47,594683	15,268433	4	9	2020
SO	19_2	soro	1562	47,5937	15,27105	47,594683	15,268433	4	9	2020
SO	19_2	soro	1562	47,5937	15,27105	47,594683	15,268433	4	9	2020
SO	19_2	soro	1562	47,5937	15,27105	47,594683	15,268433	4	9	2020
SO	19_2	soro	1562	47,5937	15,27105	47,594683	15,268433	4	9	2020
SO	19_2	soro	1562	47,5937	15,27105	47,594683	15,268433	4	9	2020
SO	19_2	soro	1562	47,5937	15,27105	47,594683	15,268433	4	9	2020
SO	19									

SO	19_2	soro	1562	47,5937	15,27105	47,594683	15,268433	4	9	2020
SO	19_2	soro	1562	47,5937	15,27105	47,594683	15,268433	4	9	2020
SO	19_2	soro	1562	47,5937	15,27105	47,594683	15,268433	4	9	2020
SO	19_2	muci	1562	47,5937	15,27105	47,594683	15,268433	4	9	2020
SO	19_2	soro	1562	47,5937	15,27105	47,594683	15,268433	4	9	2020
SO	19_2	soro	1562	47,5937	15,27105	47,594683	15,268433	4	9	2020
SO	19_2	soro	1562	47,5937	15,27105	47,594683	15,268433	4	9	2020
SO	19_2	soro	1562	47,5937	15,27105	47,594683	15,268433	4	9	2020
SO	19_2	pasc	1562	47,5937	15,27105	47,594683	15,268433	4	9	2020

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Monografien Entomologie Hymenoptera](#)

Jahr/Year: 2023

Band/Volume: [0214](#)

Autor(en)/Author(s): Pospisil Katharina

Artikel/Article: [Wildbienen \(Anthophila\) auf \(sub\)- alpinen Flächen der Steiermark. - Masterarbeit Universität für Bodenkultur 1-80](#)