

Hallmen, M. (2023): Die Hummelfauna des Diedamskopfes im Bregenzerwald (Vorarlberg, Österreich) (Hymenoptera, Apidae, *Bombus*).

**inatura – Forschung online, 109: 16 S.**

Permalink: [www.inatura.at/forschung-online/ForschOn\\_2023\\_109\\_0001-0016.pdf](http://www.inatura.at/forschung-online/ForschOn_2023_109_0001-0016.pdf)



Forschung online

## Die Hummelfauna des Diedamskopfes im Bregenzerwald (Vorarlberg, Österreich) (Hymenoptera, Apidae, *Bombus*)

Nr. 109 - 2023

Martin Hallmen<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Martin Hallmen

Barbarossastraße 40, D – 63517 Rodenbach

E-Mail: [Hallmen@t-online.de](mailto:Hallmen@t-online.de)

### Abstract

*At the Diedamskopf near Schoppernau (Bregenzerwald, Vorarlberg, Austria), 22 bumblebee species were recorded. The most common were *Bombus pascuorum*, *Bombus wurflenii* and *Bombus hortorum*. The rarest bumblebee species were *Bombus sylvestris*, *Bombus bohemicus* and *Bombus humilis*. 3 bumblebee species were found at each altitudinal level (*Bombus hortorum*, *Bombus pascuorum*, *Bombus pratorum*), *Bombus quadricolor* was found in only one. An alpine meadow above the mountain station was able to unite the most bumblebees at one site with 12 species. In the valley, the herb garden »Natur-Erlebnis Holdamoo« proved to be particularly attractive for bumblebees with 9 species. The decimation of bumblebee populations due to intensive agricultural use should be counteracted.*

*Key words: Bumblebees, Bombus, species diversity, frequency, altitudinal distribution, Diedamskopf, Bregenzerwald*

### Zusammenfassung

Am Diedamskopf bei Schoppernau (Bregenzerwald, Vorarlberg, Österreich) konnten 22 Hummelarten nachgewiesen werden. Die häufigsten waren *Bombus pascuorum*, *Bombus wurflenii* und *Bombus hortorum*. Die am seltensten zu findenden Hummelarten waren *Bombus sylvestris*, *Bombus bohemicus* und *Bombus humilis*. Drei Hummelarten waren in jeder Höhenstufe anzutreffen (*Bombus hortorum*, *Bombus pascuorum*, *Bombus pratorum*), *Bombus quadricolor* war nur in einer zu finden. Eine Alpwiese oberhalb der Bergstation konnte mit 12 Arten die meisten Hummeln an einem Fundort vereinen. Im Tal zeigte sich der Kräutergarten »Natur-Erlebnis Holdamoo« mit 9 Arten als für Hummeln besonders attraktiv. Der Dezimierung von Hummelbeständen durch die intensive landwirtschaftliche Nutzung sollte gegengesteuert werden.

### 1 Einleitung

Hummeln sind an kühlere Klimate angepasste Tiere, die schon früh auf die Veränderungen der Temperaturen ihrer Umgebung reagiert haben. Bereits im Erscheinungsjahr des ersten öffentlich wirksamen Umweltberichtes des Club of Rome »The Limits to Growth« (MEADOWS et al. 1972) beklagte PETERS (1972) den auffälligen Rückgang einiger Hummelarten. Inzwischen ist der Rückgang der Hummeln weltweit dokumentiert (MARTINEZ-LOPEZ et al. 2021). Es ist damit zu rechnen, dass 77 % aller europäischen Hummelarten in ihren Beständen deutlich abnehmen werden. Ein Drittel aller Arten droht auszusterben (RASMONT et al. 2015). Die Hummeln als größere Insektenarten (PARDEE et al. 2022, MAIHOFF et al. 2022) reagieren auf den Klimawandel und ziehen sich in höhere Gebiete oder nördlicher gelegene Regionen zurück (LENOIR & SVENNING 2015, MARSHALL et al.

2020). Dabei kommt den Alpen für ganz Mitteleuropa eine zentrale Rolle als Rückzugsort zu (RASMONT et al. 2015).

Für Österreich sind 47 Hummelarten bekannt (GUSENLEITNER et al. 2012), von denen rezent 44 Arten als bestätigt gelten. Davon finden sich 35 Arten im westlichsten Bundesland Vorarlberg (SCHNELLER 2014, SCHNELLER et al. 2014). Dort begann die Erforschung der Apiden-Fauna 1905 mit den Arbeiten von Rudolf Jussel (KOPF 2003). Nach einer längeren Pause erfolgten in den 80er und 90er Jahren des vorigen Jahrhunderts zahlreiche weitere Sammlungstätigkeiten (Zusammenstellung in SCHNELLER 2014). Um die Jahrtausendwende rückte Vorarlberg wieder in den Fokus faunistischer Untersuchungen. Folgende Autoren trugen neuere Erkenntnisse zur Hummelfauna Vorarlbergs bei (nach SCHNELLER 2014): AISTLEITNER (2000), KLÖCKER & MAUSS (2001), KUHLMANN & TUMBRINCK (1996),

SCHWARZ & GUSENLEITNER (1997, 1999, 2000a, 2000b). Anfang des neuen Jahrhunderts lieferte besonders T. Kopf zahlreiche Hummelnachweise (Kopf 2001, 2002a, 2002b, 2003, 2007a, 2007b, 2010, 2013, KOPF & SCHISTL 2000, SCHWARZ et al. 2005). KOPF (2007b) stellte besonders die lückenhafte Datenlage in den höheren Lagen des Bregenzerwaldes und des Montafons heraus.

Die bislang umfangreichste Studie zur Hummelfauna Vorarlbergs legten SCHNELLER (2014) und SCHNELLER et al. (2014) vor. An 407 Standorten untersuchten sie 3500 Individuen und konnten u. a. umfangreiche Aussagen zu Präferenzen von Biotoptypen, Höhenstufen und Lebensräumen treffen sowie Informationen zu Blütenbesuch und Vergesellschaftung der Hummeln liefern. Sie gehen aktuell von 35 für das Bundesland nachgewiesenen Hummelarten aus. Für *Bombus magnus* gilt, dass alle bisher in Österreich gemeldeten Exemplare nach genetischen Analysen nicht dieser Art zugeordnet werden konnten (BOSSERT 2014), weshalb man davon ausgehen muss, dass sie auch in Vorarlberg nicht vorkommt (SCHNELLER 2014).

Ziele dieser Arbeit ist eine möglichst umfassende Erhebung der vorhandenen Hummelarten und damit ein Beitrag zur Erforschung der Hummelfauna Vorarlbergs zu leisten, die Verteilung der Arten auf die vorhandenen Höhenstufen zu ermitteln sowie eine Einschätzung der Auswirkungen anthropogener Nutzungsformen auf die Hummelpopulationen zu erstellen.

## 2 Material und Methode

### 2.1 Das Untersuchungsgebiet

Der Diedamskopf bei Schoppernau ist ein Gebirgsstock der nördlichen Kalkalpen, der sich von ca. 850 m bis 2090 m Höhe erhebt und von SW nach NE verläuft. Seine Geologie ist ausführlich in REICHENBACH (2016) beschrieben. Der Wind kommt meist aus W/NW und sorgt aufgrund der Lage



Abb. 1: Blick von unterhalb der Bergstation auf die SE-Flanke des Diedamskopfes.

am nördlichen Rand der Alpen durch Stauregen für die mit 2500 mm im Jahr höchsten Niederschlagsmengen in Vorarlberg (AUER 2001). Die Baumgrenze liegt bei ca. 1500 m SH. Oberhalb wird die Landschaft von Alpwirtschaft bis in die Gipfelregion geprägt, darunter findet überwiegend Forstwirtschaft statt. Am Talboden der Bregenzer Ach finden sich Wiesen für die Heuernte. Aufgrund seiner Seilbahn ist der Diedamskopf im Winter bei Skifahrern und im Sommer bei Berg-

wanderern beliebt. Er ist durch ein gut ausgebautes Netz von Wanderpfaden und Versorgungswegen erschlossen. An der Bergstation befindet sich auf ca. 2000 m Höhe eine große Event-Gastronomie.

### 2.2 Zeitraum der Besammlungen und Witterungsverhältnisse

Die Hauptuntersuchungen fanden vom 26.07. bis 07.08.2021 und 25.07.



Abb. 2: Artenreiche Bergwiese oberhalb der Bergstation der Gondelbahn auf den Diedamskopf.

bis 13.08.2022 statt. Sie bestanden aus jeweils drei ganztägigen Begehungen aller Höhenstufen des SE-Hanges (außer der Talsohle) sowie aus zahlreichen punktuellen Besammlungen. Die NW-Flanke wurde zweimal ausführlich begangen. Die Daten wurden durch Beobachtungen aus den Jahren 2014 und 2017-2020 ergänzt.

Es ergab sich, dass die Saison 2021 phänologisch aufgrund eines längeren Winters und feuchteren Frühjahres ca. 3 Wochen verspätet war, wohingegen die Saison 2022 genau Gegenteil um 3 Wochen zu früh begann (Lingg, pers. Mitt. 2022). Wenngleich die Hauptuntersuchungszeiträume formal beide im Hochsommer lagen, wurde durch die um 6 Wochen erweiterte Zeitspanne ein Großteil der gesamten Hummelsaison abgedeckt.

### 2.3 Auswahl der Beobachtungsstellen

Es wurde versucht, in jeder Höhenstufe (alle 200 m) eine oder mehrere Stellen mit Futterpflanzen zu finden, die von Hummeln befliegen wurden. Derartige Fundorte waren oft nur bis zu 100 m<sup>2</sup>, häufig sogar nur wenige m<sup>2</sup> groß. Lediglich in den Hochlagen und in der Talau der Bregenzer Ach waren die Fundorte flächigere blütenreiche Wiesen. Die Fundorte befanden sich häufig entlang von Wanderpfaden oder Wirtschaftswegen oder in geringer Entfernung dazu. Insgesamt wurden in den Jahren 2021 und 2022 80 Fundorte erfasst (Abb. 4).

Für den Diedamskopf ergaben sich zwei Fundorte für Hummeln, die in ihrer Art außergewöhnlich waren. Oberhalb der Bergstation der Diedamskopf-Bergbahn und direkt anschließend an diese befindet sich in ca. 2040 m Seehöhe eine etwa 3.000 m<sup>2</sup> große Bergwiese (Abb. 2). Sie ist durch einen Weidezaun abgegrenzt, so dass weder Wanderer noch Weidevieh die Wiese betreten können. Grund für die Sperrung ist in erster Linie der Schutz der dort entspringenden Quelle zur



Abb. 3: Blütenpracht im Kräutergarten »Natur-Erlebnis Holdamoos« am Diedamskopf.

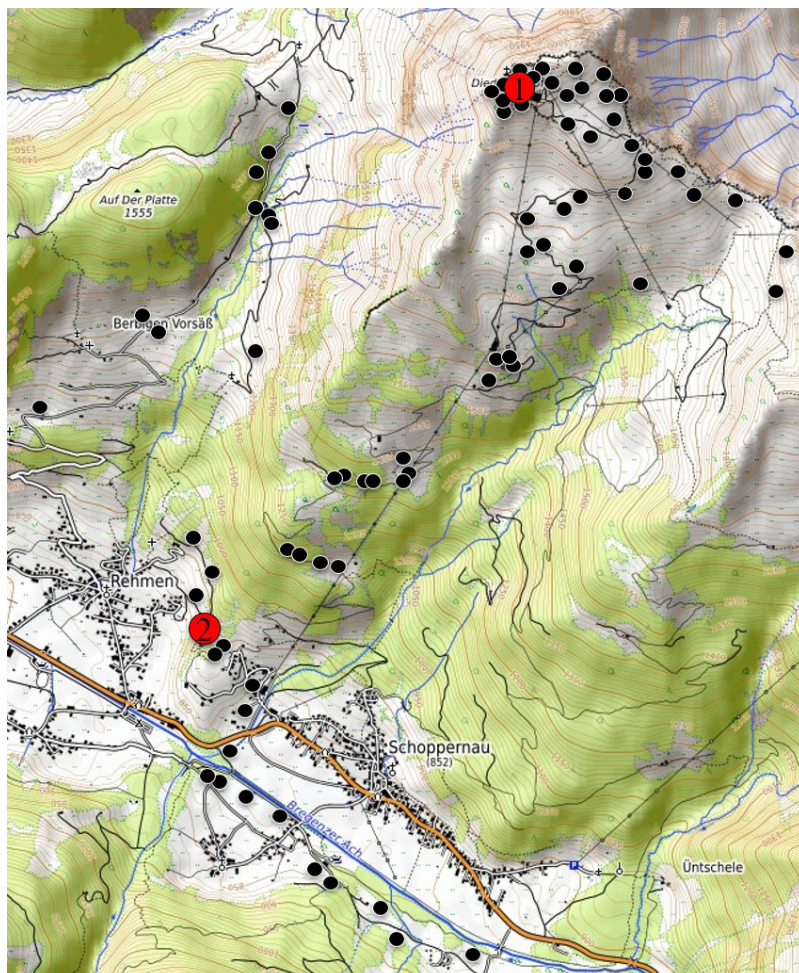


Abb. 4: Lageplan der 80 Fundorte von Hummeln am Diedamskopf in den Untersuchungs-jahren 2021 und 2022. (Kartenquelle: opentopomap.org).

Wassernutzung für das Vieh bzw. nach Aufbereitung auch als Trinkwasser für die Bergstation (Madlener, pers. Mitt. 2022). Im Laufe der Jahre hat diese Maßnahme ein faunistisches Kleinod geschaffen. Das Spektrum der alpinen Pflanzenarten ist beachtlich. Vom Autor wurden allein 7 Orchideenarten auf diesem vergleichsweise kleinen Areal gezählt. Einzige Nutzung der Fläche ist eine kurzzeitige Beweidung am Ende der Saison sowie der Skibetrieb im Winter, dessen oberflächliche Verdichtung des Schnees bei einer Schneehöhe von 4-5 m jedoch keine Auswirkungen auf Pflanzen über

und unter dem Boden haben dürften (Madlener, pers. Mitt. 2022).

Das botanische Pendant am Fuß des Berges stellt der Kräutergarten »Natur-Erlebnis Holdamoos« dar (Abb. 3). Er wurde 2001 von Annemarie Bär initiiert und wird seither von 15-20 Frauen des örtlichen Kneippvereines engagiert gepflegt (Bär, pers. Mitt. 2022). In 866 m Seehöhe auf einem windgeschützten Hügel gelegen, sind hier auf 340 m<sup>2</sup> etwa 250-300 Pflanzenarten zu finden. Den meisten von ihnen werden ihre jeweils individuellen, von den einzelnen Pflanzenarten bevorzugten Standorte von Sonnen- über Schat-

tenbeete bis hin zur Natursteinmauer angeboten (SCHERTLER 2009). Der Garten bietet über die gesamte Saison ein reichhaltiges Angebot an Futterpflanzen.

## 2.4 Erfassung und Bestimmung der Arten

An den vielen kleineren Fundstellen war eine Begehung in Form von Transekten nicht möglich. Es konnten oft alle dort fliegenden Hummeln erfasst werden. Anschließend wurden nicht zweifelsfrei bestimmbare Tiere gefangen. Lediglich bei wenigen

Wiss. Name	Deutscher Name	RL BAY	RL BAWÜ		RL DE		RL CH	RL IUCN EU	CRC
<i>B. barbutellus</i>	Bärtige Kuckuckshummel	-	*	00000	*	h	-	LC	HHR
<i>B. bohemicus</i>	Böhmische Kuckuckshummel	-	*	00000	*	h	-	LC	HHR
<i>B. gerstaeckeri</i>	Eisenhut-Hummel	3	-	-	R	es	-	VU	HR
<i>B. hortorum</i>	Gartenhummel	-	*	00000	*	h	-	LC	HR
<i>B. humilis</i>	Veränderliche Hummel	3	V	0000	3	mh	VU	LC	HHR
<i>B. hypnorum</i>	Baumhummel	-	*	00000	*	sh	-	LC	HR
<i>B. jonellus</i>	Heidehummel	V	2	00	3	s	-	LC	HR
<i>B. lapidarius</i>	Steinhummel	-	*	00000	*	sh	-	LC	HHR
<i>B. lucorum</i>	Helle Erdhummel	-	*	00000	*	sh	-	LC	HR
<i>B. mendax</i>	Trughummel	V	-	-	*	s	-	NT	HR
<i>B. monticola</i>	Nordische Hummel	V	-	-	*	s	-	LC	HR
<i>B. mucidus</i>	Grauweiße Hummel	V	-	-	*	s	-	NT	HR
<i>B. pascuorum</i>	Ackerhummel	-	*	00000	*	sh	-	LC	R
<i>B. pratorum</i>	Wiesenhummel	-	*	00000	*	sh	-	LC	HR
<i>B. pyrenaicus</i>	Pyrenäenhummel	V	-	-	*	s	-	LC	HR
<i>B. quadricolor</i>	Vierfarbige Kuckuckshummel	2	2	0	2	ss	-	LC	HR
<i>B. ruderarius</i>	Grashummel	3	3	000	3	s	-	LC	HHR
<i>B. sichelii</i>	Höhenhummel	3	-	-	G	ss	-	LC	HR
<i>B. soroensis</i>	Glockenblumen-Hummel	V	V	0000	V	mh	-	LC	HR
<i>B. sylvestris</i>	Wald-Kuckuckshummel	-	*	00000	*	mh	-	LC	HR
<i>B. terrestris</i>	Dunkle Erdhummel	-	*	00000	*	sh	-	LC	HR
<i>B. wurflenii</i>	Bergwaldhummel	V	3	000	V	mh	-	LC	R

Tab. 1: Alle 22 Hummelarten am Diedamskopf mit ihren jeweiligen Gefährdungsstufen (grau).

RL BAY = Rote Liste gefährdeter Bienen Bayerns (VOITH et al. 2021) (Legende siehe RL DE).

RL BAWÜ = Rote Liste der Bienen Baden-Württembergs (WESTRICH et al. 2000): 0 = ausgestorben oder verschollen, 1 = vom Aussterben bedroht, 2 = stark gefährdet, 3 = gefährdet; R = extrem selten, G = Gefährdung anzunehmen, V = Vorwarnliste; 0 = extrem selten, 00 = sehr selten, 000 = selten, 0000 = mäßig selten, 00000 = häufig.

RL DE = Rote Liste der Bienen Deutschland (WESTRICH et al. 2011): 0 = ausgestorben oder verschollen, 1 = vom Aussterben bedroht, 2 = stark gefährdet, 3 = gefährdet, G = Gefährdung unbekanntes Ausmaßes, R = extrem selten, V = Vorwarnliste, D = Daten unzureichend, \* = ungefährdet; ex = ausgestorben oder verschollen, es = extrem selten, ss = sehr selten, s = selten, mh = mäßig häufig, h = häufig, sh = sehr häufig, ? = unbekannt.

RL CH = Rote Liste der Wildbienen der Schweiz (ARTENSCHUTZ SCHWEIZ 2009; basierend auf AMIET 1994): RE = regionally extinct, CR = critically endangered, EN = endangered, VU = vulnerable, NT = near threatened, LC = least concern.

RL IUCN EU = Red List of Threatened Species (NIETO et al. 2014): EX = extinct, EW = extinct in the Wild, RE = regionally extinct, CR = critically endangered, EN = endangered, VU = vulnerable, NT = near threatened, LC = least concern.

CRC = Climate Risk Category (Klimawandel-Risiko) (RASMONT et al. 2015): HHR = extremely high climate change risk, HHR = very high climate change risk, HR = high climate change risk, R = climate change risk, LR = lower climate change risk, PR = potential climate change risk.

großflächigeren Fundstellen auf den hochgelegenen Alpwiesen und den Feuchtwiesen im Talgrund war das Blütenangebot und damit die Hummeldichte so hoch, dass nicht alle Tiere an einem Fundort erfasst werden konnten. (Zu den Problemen besonders bei der Erfassung von *Bombus pascuorum* siehe Kap. 4.1).

Die Determination der Hummeln erfolgte überwiegend vor Ort durch Sichtbeobachtungen oder Fang und kurzzeitiges Betrachten in einem Gläschen. Die Bestimmung erfolgte überwiegend nach GOKCEZADE et al. (2018), WITT (2017) und PROSI et al. (2016). Dauerpräparate einiger nicht zweifelsfrei im Gelände bestimmbarer Tiere wurden meist nach den Bestimmungsschlüsseln von MAUSS (1986) und AMIET et al. (2017) determiniert. Einige Exemplare wurden von Neumayer, Kopf oder Schmalz überprüft. Alle Belegexemplare befinden sich in der Sammlung Hallmen.

Die Probleme bei der Bestimmung des *Bombus-terrestris-lucorum*-Komplexes sind bekannt (WOLF et al. 2010, GEREBEN-KRENN et al. 2013, BOSSERT 2014). In dieser Untersuchung werden alle Arbeiterinnen der beteiligten Arten unter dem Sammelbegriff *B.-terr.-luc.*-Kom. geführt. Einige Drohnen und Königinnen von *Bombus terrestris* und *Bombus lucorum* konnten relativ eindeutig zugeordnet werden und sind entsprechend unter ihrem Artnamen gelistet, wohlwissend, dass es sich dabei um eine möglicherweise Fehler behaftete Annäherung handelt.

## 2.5 Grundlagen der Beurteilung einzelner Hummelarten

Zur Einschätzung der Gefährdung einzelner Arten können Rote Listen als Leitlinien dienen. Leider gibt es aktuell für die Wildbienen Österreichs und damit auch für die Hummeln noch keine Rote Liste. Daher werden in dieser Arbeit die Roten Listen der Nachbarländer als Referenzen herangezogen (Tab. 1). Das sind im Einzelnen die Rote Liste für Bienen der Schweiz

(AMIET 1994; ARTENSCHUTZ SCHWEIZ 2009) und Deutschlands (WESTRICH et al. 2011) sowie der angrenzenden deutschen Bundesländer Bayerns (VOITH et al. 2021), und Baden-Württembergs (WESTRICH et al. 2000). Für den größeren Zusammenhang wurde die Rote Liste der Wildbienen Europas (NIETO et al. 2014) herangezogen. Einschätzungen des Klimawandel-Risikos gehen auf RASMONT et al. (2015) zurück.

Als Vergleich der ermittelten Funddaten dienen vor allem die Arbeiten von KOPF (2007a), weil er in unmittelbarer Nähe zum Diedamskopf an der Kanisfluh arbeitete, sowie SCHNELLER (2014) und SCHNELLER et al. (2014) als aktuellstem und umfangreichstem Überblick über die Hummeln des Bundeslandes Vorarlberg.

## 3 Ergebnisse

### 3.1 Artenspektrum und Häufigkeit der Arten

Von 2014 bis 2022 konnten insgesamt 1163 Hummeln erfasst und bestimmt

werden. Davon waren 886 Arbeiterinnen, 33 Königinnen und 244 Drohnen. Sie verteilen sich auf 22 Arten (Abb. 5 und Tab. 2-4). Mit Abstand häufigste Art war mit 40,0 % (n = 465) *Bombus pascuorum*. Ebenfalls häufig waren *Bombus wurflenii* 12,6 % (n = 147), *Bombus hortorum* 9,1 % (n = 106), *Bombus lapidarius* 6,5 % (n = 76), *Bombus soroensis* 5,4 % (n = 63), *Bombus pratorum* 4,8 % (n = 56) und *Bombus mendax* 3,9 % (n = 45). Mäßig häufig waren *Bombus pyrenaicus* 2,9 % (n = 34), *Bombus mucidus* 2,1 % (n = 25), *Bombus-terrestris-lucorum*-Komplex 2,2 (n = 25) (s. u.), *Bombus monticola* 2,1 % (n = 24), *Bombus gerstaeckeri* 1,9 % (n = 22), *Bombus hypnorum* 1,7 % (n = 20), *Bombus jonellus* 1,3 % (n = 15) und *Bombus barbutellus* 1,2 % (n = 14) zu finden. Selten bis sehr selten waren *Bombus quadricolor* 0,5 % (n = 6), *Bombus ruderarius* 0,5 % (n = 6) und *Bombus sichelii* 0,5 % (n = 6). Die seltensten Hummelarten waren *Bombus sylvestris* 0,3 % (n = 4), *Bombus bohemicus* 0,2 % (n = 2) sowie *Bombus humilis* 0,2 % (n = 2). Von den insgesamt 25 Vertretern des *Bombus-terrestris-lucorum*-Komplexes (2,2 %)

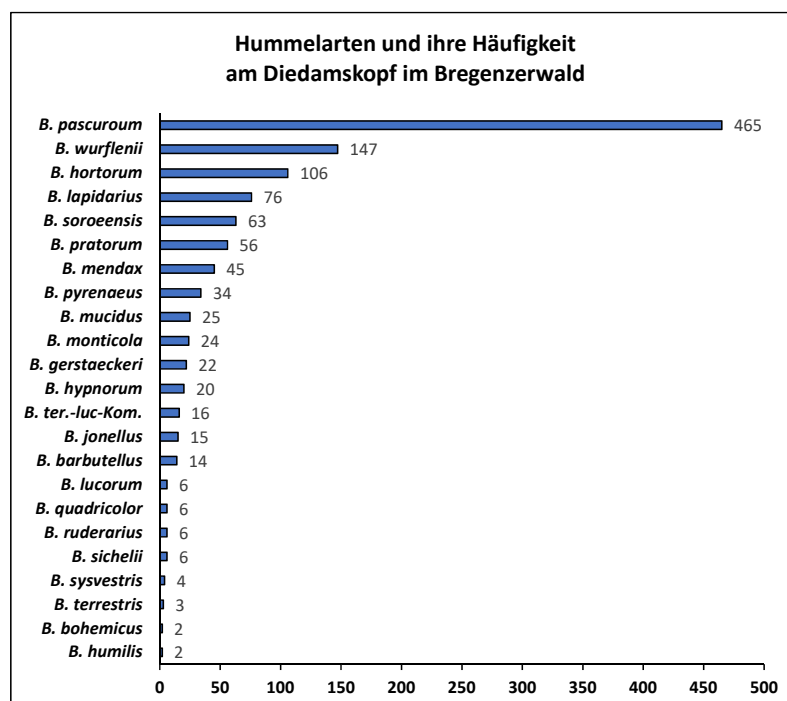


Abb. 5: Alle am Diedamskopf im Bregenzerwald gefundenen Hummelarten und deren Häufigkeit. Für *Bombus terrestris* und *Bombus lucorum* sind nur Drohnen gelistet, Arbeiterinnen werden unter »*B.-terr.-luc.-Komplex*« geführt.

waren 6 Drohnen *Bombus lucorum* (0,5 %) und 3 Drohnen *Bombus terrestris* (0,3 %) zuzuordnen.

Die häufigsten drei Hummelarten (*Bombus pascuorum*, *Bombus wurflenii*, *Bombus hortorum*) machten 61,8 % der Gesamtzahl an Individuen aus. Die fünf häufigsten erreichten 73,3 %, und die sieben häufigsten 82,4 %. Insgesamt waren 12 Spezies mit über 20 Individuen vertreten. Von acht Arten waren nur weniger als 10 Individuen nachzuweisen. Die Kuckuckshummeln der Untergattung *Psithyrus* waren mit 2,2 % an der Gesamtzahl aller Hummeln beteiligt.

Anno 2017 konnten in der Hauswand der Oberdiedamsalpe auf 1828 m SH je ein Nest von *Bombus monticola* sowie von *Bombus pyrenaicus* (Abb. 6) gefunden werden. Die Tiere hatten sich in dem mit Mist und Stroh verflechten Wandgeflecht eingenistet. In den Folgejahren bis 2022 waren dort trotz intensiver Suche keine Nester mehr zu finden.



Abb. 6: Der Finger zeigt auf das Flugloch eines Volkes von *Bombus pyrenaicus* in der Hauswand der Oberdiedamsalpe.

### 3.2 Höhenverteilung der Hummelarten

Table 2 zeigt die Verteilung der nachgewiesenen Hummelarten auf die jeweiligen Höhenstufen sowie deren Häufigkeit dort. In jeder Höhenstufe

zu finden waren *Bombus hortorum*, *Bombus pascuorum* und *Bombus pratorum*; in fast jeder (außer in einer) waren *Bombus lapidarius*, *Bombus soroeensis* und *Bombus wurflenii*. Auf die höheren Lagen ab ca. 1600 m begrenzt waren die Vorkommen von

	800-1000 m	1000-1200 m	1200-1400 m	1400-1600 m	1600-1800 m	1800-2000 m	> 2000 m	gesamt
<b>Hummelarten</b>	12	9	15	6	14	18	15	22
<b>Hummelindividuen</b>	398	78	185	26	99	179	169	1163
<i>B. barbutellus</i>	4 (28,6 %)	1 (7,1 %)	6 (42,9 %)	-	-	3 (21,4 %)	-	14
<i>B. bohemicus</i>	-	1 (50,0 %)	1 (50,0 %)	-	-	-	-	2
<i>B. gerstaeckeri</i>	-	-	8 (36,4 %)	-	-	1 (4,5 %)	13 (59,1 %)	22
<i>B. hortorum</i>	42 (39,6 %)	25 (23,7 %)	10 (9,4 %)	5 (4,7 %)	9 (8,5 %)	5 (4,7 %)	10 (9,4 %)	106
<i>B. humilis</i>	-	-	1 (50,0 %)	-	-	1 (50,0 %)	-	2
<i>B. hypnorum</i>	14 (70,0 %)	1 (5,0 %)	1 (5,0 %)	-	4 (20,0 %)	-	-	20
<i>B. jonellus</i>	-	-	-	-	9 (60,0 %)	1 (6,7 %)	5 (33,3 %)	15
<i>B. lapidarius</i>	13 (17,1 %)	2 (2,6 %)	13 (17,1 %)	-	9 (11,9 %)	19 (25,0 %)	20 (26,3 %)	76
<i>B. lucorum</i>	3 (50,0 %)	-	2 (33,3 %)	-	-	1 (16,7 %)	-	6
<i>B. mendax</i>	-	-	-	2 (4,4 %)	9 (20,0 %)	14 (31,1 %)	20 (44,5 %)	45
<i>B. monticola</i>	-	-	-	-	7 (29,2 %)	8 (33,3 %)	9 (37,5 %)	24
<i>B. mucidus</i>	-	-	-	-	9 (36,0 %)	12 (48,0 %)	4 (16,0 %)	25
<i>B. pascuorum</i>	286 (61,4 %)	42 (9,0 %)	117 (25,2 %)	10 (2,2 %)	5 (1,1 %)	4 (0,9 %)	1 (0,2 %)	465
<i>B. pratorum</i>	18 (32,1 %)	1 (1,8 %)	5 (8,9 %)	1 (1,8 %)	17 (30,4 %)	10 (17,9 %)	4 (7,1 %)	56
<i>B. pyrenaicus</i>	-	-	-	-	7 (20,6 %)	21 (61,8 %)	6 (17,6 %)	34
<i>B. quadricolor</i>	6 (100 %)	-	-	-	-	-	-	6
<i>B. ruderarius</i>	-	-	1 (16,7 %)	1 (16,7 %)	1 (16,7 %)	2 (33,3 %)	1 (16,7 %)	6
<i>B. sichelii</i>	-	-	-	-	-	5 (88,3 %)	1 (16,7 %)	6
<i>B. soroeensis</i>	4 (6,3 %)	3 (4,8 %)	18 (28,6 %)	-	4 (6,3 %)	25 (39,7 %)	9 (14,3 %)	63
<i>B. sylvestris</i>	-	2 (50,0 %)	2 (50,0 %)	-	-	-	-	4
<i>B. ter-luc.-Kom.</i>	5 (31,3 %)	-	1 (6,3 %)	-	2 (12,4 %)	8 (50,0 %)	-	16
<i>B. terrestris</i>	2 (66,7 %)	-	-	-	-	-	1 (33,3 %)	3
<i>B. wurflenii</i>	5 (3,4 %)	-	2 (1,4 %)	7 (4,8 %)	15 (10,2 %)	49 (33,3 %)	69 (46,9 %)	147
	0 - 20 %	20 - 40 %	40 - 60 %	60 - 80 %	80 - 100 %			

Tab. 2: Die Hummelarten am Diedamskopf und ihre Beobachtungshäufigkeit in den verschiedenen Höhenstufen. Für *Bombus terrestris* und *Bombus lucorum* sind nur Königinnen und Drohnen gelistet, Arbeiterinnen werden unter *B. ter-luc.-Komplex* geführt.

*Bombus jonellus*, *Bombus mendax*, *Bombus monticola*, *Bombus mucidus*, *Bombus pyrenaeus* und *Bombus sichelii*. Überall oder fast überall zu finden, aber mit einem Schwerpunkt des Vorkommens in den höheren Lagen (beide um 1600 m) waren *Bombus lapidarius* und *Bombus wurflenii*. Überall anzutreffen, aber mit klarem Schwerpunkt in den Tallagen war *Bombus pascuorum*. *Bombus hypnorum* hatte einen klaren Schwerpunkt in den Tallagen (800-1000 m), war jedoch auch bis 1800 m anzutreffen. *Bombus quadricolor* kam nur in 1 Höhenstufe (800-1000 m) vor. In 2 Höhenstufen fanden sich: *Bombus bohemicus* (1000-1400 m), *Bombus humilis* (1200-1400 m und 1800-2000 m), *Bombus sichelii* (1800-über 2000 m) und *Bombus sylvestris* (1000-14000 m). Darüber hinaus gab es keine Hummelart, die in jeder Höhenstufe anzutreffen war und dabei kein Schwerpunkt vorkommen zeigte. *Bombus ruderarius* besaß allerdings in den Höhenlagen seines Vorkommens von 1200 bis über 2000 m vergleichbare Abundanzen. *Bombus barbutellus* passte mit seinem Verbreitungsschwerpunkt in den Tal- bis mittleren Höhenlagen und dann nur noch zwischen 1800-2000 m vorkommend in keine der genannten Kategorien. Gleiches gilt für *Bombus gerstaeckeri*, der zwar einen klaren Schwerpunkt in den höheren Lagen hatte (1800 bis über 2000 m), aber dennoch auch zwischen 1200 und 1400 m anzutreffen war. *Bombus lucorum* und *Bombus terrestris* zeigten ein sehr zerrissenes Höhenvorkommen, indem zahlreiche Höhenstufen bei ihrem Vorkommen fehlten. Die Funde von Tieren, die nur dem *Bombus-terrestris-lucorum*-Komplex zugeordnet werden konnten, füllen hier jedoch einige Lücken und legen ein über nahezu alle Höhenstufen verbreitetes Vorkommen der beiden Arten nahe.

Die Ergebnisse der Auswertung der konkreten Fundhöhen gibt Tab. 3 wieder. Sie präzisiert die oben genannten tiefst- und höchstgelegenen Fundstellen innerhalb der Höhenstufen.

Die Hummeldiversität der einzelnen Höhenstufen variierte von 6 bis 17 Arten (vgl. Tab. 5). Die wenigsten Spezies konnten von 1400-1600 m gefunden werden. Die meisten Hummelarten fanden sich zwischen 1800 und 2000 m SH.

### 3.3 Besondere Orte für die Hummeln am Diedamskopf

Auf der Bergwiese oberhalb der Bergstation (ca. 2000 m; Abb. 7) konnten 123 Hummeln erfasst werden. Dabei ergaben sich 12 Hummelarten. Auf der Bergwiese war *Bombus wurflenii* mit 52,0 % (n = 64) die mit Abstand häufigste Art, gefolgt von *Bombus lapidarius* 16,3 % (n = 20) und *Bombus mendax* 12,2 % (n = 15). Die Abundanzen der anderen Arten waren: *Bombus hortorum* 4,9 % (n = 6), *Bombus monticola* 3,6 % (n = 4), *Bombus jonellus* 2,4 % (n = 3), *Bombus soroensis* 2,4 % (n = 3), *Bombus mucidus* 1,6 % (n = 2), *Bombus pratorum* 1,6 % (n = 2), *Bombus pyrenaeus* 1,6 % (n = 2), *Bombus pascuorum* 0,8 % (n = 1), und *Bombus terrestris* 0,8 % (n = 1).

Im Kräutergarten »Natur-Erlebnis Holdamoo« (866 m) teilten sich 195 Hummeln in 9 Arten auf: *Bombus pascuorum* 73,9 % (n = 144), *Bombus pratorum* 7,2 % (n = 14), *Bombus hypnorum* 6,7 % (n = 13), *Bombus horto-*

	niedrigste Höhe	höchste Höhe
<i>B. barbutellus</i>	856 m	1913 m
<i>B. bohemicus</i>	1159 m	1298 m
<i>B. gerstaeckeri</i>	1285 m	2048 m
<i>B. hortorum</i>	819 m	2033 m
<i>B. humilis</i>	1214 m	1850 m
<i>B. hypnorum</i>	842 m	1676 m
<i>B. jonellus</i>	1676 m	2033 m
<i>B. lapidarius</i>	858 m	2033 m
<i>B. lucorum</i>	866 m	1850 m
<i>B. mendax</i>	1568 m	2043 m
<i>B. monticola</i>	1738 m	2033 m
<i>B. mucidus</i>	1779 m	2033 m
<i>B. pascuorum</i>	828 m	2033 m
<i>B. pratorum</i>	856 m	2033 m
<i>B. pyrenaeus</i>	1676 m	2043 m
<i>B. quadricolor</i>	858 m	858 m
<i>B. ruderarius</i>	1298 m	2033 m
<i>B. sichelii</i>	1850 m	2048 m
<i>B. soroensis</i>	856 m	2043 m
<i>B. sylvestris</i>	1159 m	1298 m
<i>B. ter-luc.-Kom.</i>	828 m	1942 m
<i>B. terrestris</i>	866 m	2033 m
<i>B. wurflenii</i>	828 m	2040 m

Tab. 3: Hummelarten und deren jeweils tiefst- und höchstgelegenes Vorkommen am Diedamskopf. Für *Bombus terrestris* und *Bombus lucorum* sind nur Königinnen und Drohnen gelistet, Arbeiterinnen werden unter *B.-ter.-luc.-Komplex* geführt.

*rum* 6,2 % (n = 12), *Bombus lucorum* 1,5 % (n = 3), *Bombus wurflenii* 1,5 % (n = 3), *Bombus lapidarius* 1,0 % (n = 2), *Bombus barbutellus* 0,5 % (n = 1) sowie *Bombus terrestris* 0,5 % (n = 1).

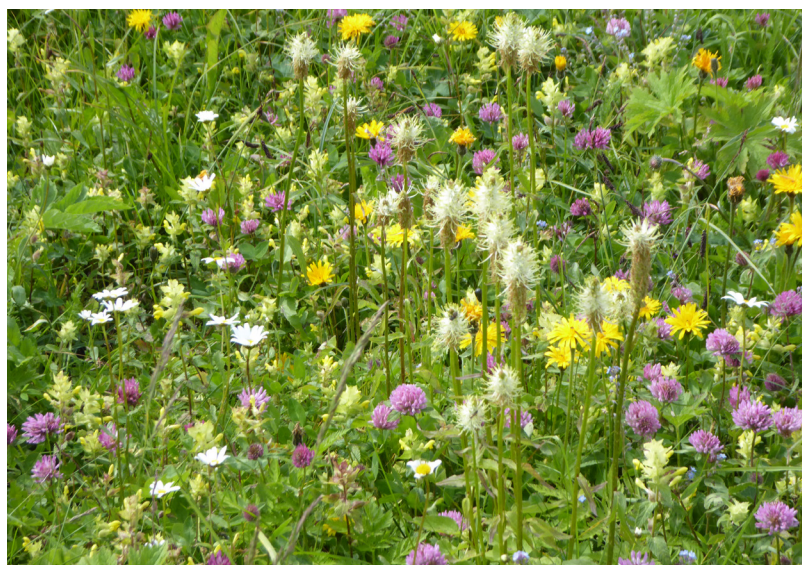


Abb. 7: Üppiger Blütenreichtum oberhalb der Bergstation des Diedamskopfes.

### 3.4 Honigbienen als Konkurrenten

In allen Höhenstufen bis in die Gipfelregion waren regelmäßig Honigbienen *Apis mellifera* auf unterschiedlichen Blüten anzutreffen. In den tieferen Lagen von 800-1200 m war deren Zahl höher als in den mittleren und höheren Lagen. Es zeigten sich keine Unterschiede zwischen der NW- und der SE-Flanke. Ein Bienenstand mit 9 Bienenvölkern konnte in ca. 300 m Entfernung zum Kräutergarten »Natur-Erlebnis Holdamoo« gefunden werden. Allerdings müssen aufgrund der in allen Höhenstufen und auf beiden Flanken des Berges zu beobachtenden Honigbienen weitere Bienenstände vermutet werden.

## 4 Diskussion

### 4.1 Artenspektrum und Häufigkeit der Hummelarten

Die 22 am Diedamskopf gefundenen Hummelarten stellen 62,9 % (n = 35) der in Vorarlberg bislang nachgewiesenen Arten dar (SCHNELLER 2014, SCHNELLER et al. 2014), österreichweit sind es 46,8 % (n = 47) (GUSENLEITNER et al. 2012).

Das Artenspektrum der Hummeln ist nahezu identisch mit dem von KOPF (2007a) ganz in der Nähe an der Kanisfluh gefundenen Hummelvorkommen. Dort fehlt lediglich *Bombus humilis*. Die in KOPF (2007a) erwähnte *Bombus veteranus* wurde zwischenzeitlich von J. Neumayer als *Bombus mucidus* determiniert (Kopf, pers. Mitt. 2023). Damit kann das Artenspektrum am Diedamskopf als gut erfasst und typisch für die Region gelten.

Der große Abstand der Abundanz von *Bombus pascuorum* zu allen anderen Hummelarten ist auffällig, aber überwiegend methodisch begründet (vgl. Kap. 4.2). Es durfte zwar erwartet werden, dass er in der Gesamtbetrachtung eine sehr häufige Art sein würde, da er gemeinhin an vielen Orten eine

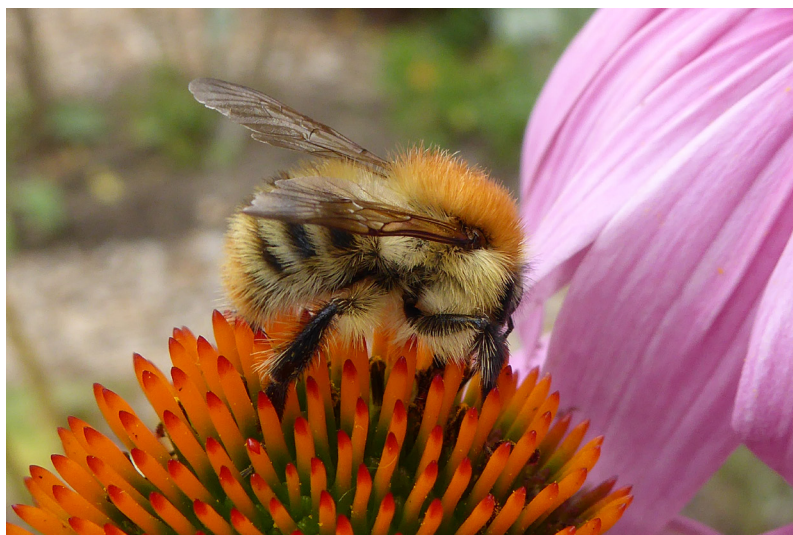


Abb. 8: Drohn von *Bombus pascuorum* auf *Echinacea purpurea* im Kräutergarten »Natur-Erlebnis Holdamoo« am Fuße des Diedamskopfes.

bestimmende Art ist, europaweit die häufigste Hummelart (RASMONT et al. 2015) bildet und in jüngster Zeit z. B. in Osttirol noch häufiger geworden ist (SCHARNHORST et al. 2023). Sein Anteil von 40,0 % an allen vorkommenden Hummeln ist dennoch auffällig hoch. Der große Abstand in der Abundanz zu den nächsthäufigen Arten *Bombus wurflenii* und *Bombus hortorum* erklärt sich vor allem durch die vielen Funde in der Talaue der Bregenzer Ach. Dort waren linksseitig größere Feuchtwiesen mit dichten Beständen von Kohl-Disteln *Cirsium oleraceum*, auf denen sehr viele Individuen der Art flogen. Da die Fundorte von Hummeln in einigen mittleren und höheren Lagen so kleinflächig waren, dass dort die gesamte Fläche nach den wenigen vorhandenen Hummeln abgesucht werden konnte, sorgte dieselbe Methode bei den deutlich großflächigeren Aue-Feuchtwiesen für eine Verfälschung der Relationen der Abundanzen der Arten zueinander. Hier hätten nur vergleichbar große Areale begangen und zahlenmäßig erfasst werden dürfen. Daher können die errechneten Prozentwerte der Abundanzen kaum als Absolutwerte dienen, geben jedoch sicher eine Größenordnung und Relation der verbleibenden 21 Hummelarten untereinander wider.

Die Häufigkeit der gefundenen Arten im Vergleich zum »Nachbarberg« Kanisfluh (KOPF 2007a) und zu den Abundanzen im gesamten Vorarlberg (SCHNELLER 2014, SCHNELLER et al. 2014) zeigt Tab. 4. Während die Abundanzen von 13 Hummelarten in groben Zügen übereinstimmen und weniger als 5 % Abweichung zeigen, weichen die Häufigkeiten von 3 Hummelarten erheblich (mehr als 10 %) voneinander ab (*Bombus lucorum*, *Bombus pascuorum*, *Bombus wurflenii*). Im Falle von *Bombus pascuorum* mag die überproportionale Registrierung eine Rolle spielen (s. o.). Für *Bombus lucorum* gilt, dass dessen sichere Determination im Gelände sehr schwer und damit mit Fehlern behaftet ist (vgl. Kap. 2.4) und sich damit Werte des *Bombus-terrestris-lucorum*-Komplexes eigentlich einem Vergleich entziehen. Für *Bombus wurflenii* weichen die Prozentwerte der drei Erfassungen z. T. deutlich voneinander ab. Die Abweichungen könnten auf methodische Unterschiede der Untersuchungen zurückzuführen sein (z. B. unterschiedliche Zeiträume der Untersuchungen, saisonale Unterschiede in den einzelnen Untersuchungsjahren, unterschiedliche Intensitäten der Studien in den einzelnen Höhenstufen, verschiedene Witterungsverhältnisse). Es kommen aber auch die von vielen



Hummelarten bekannten Populationschwankungen von Jahr zu Jahr (NEUMAYER & PAULUS 1999) und Fundort zu Fundort als Erklärungsansätze für die Unterschiede der Häufigkeiten in Frage.

Die Ergebnisse stimmen mit neueren Erkenntnissen von SCHARNHORST et al. (2023) aus dem Gebiet des Großglockners in Osttirol überein, wonach Generalisten, wie z. B. *Bombus pascuorum*, *Bombus pratorum*, *Bombus lapidarius* oder auch *Bombus hortorum*, nicht so sehr unter den klimatischen Veränderungen zu leiden haben, ja sogar zunehmen, wohingegen spezialisierte Arten und Schmarotzerhummeln, wie z. B. *Bombus bohemicus*, *Bombus sylvestris* oder *Bombus quadricolor*, stark rückläufige Populationsentwicklungen zeigen. Ein Rückgang von *Bombus mendax* (SCHARNHORST et al. 2023) kann nach den vorgelegten Daten für den Diedamskopf nicht bestätigt werden.

## 4.2 Höhenverteilung der Hummelarten

In der vorliegenden Studie gelangen in den Höhenlagen von 1400-1600 m nur 26 Hummelbeobachtungen. Das ist auf das dort vorgefundene Landschaftsbild zurückzuführen, welches sich aufgrund von Mahd, auch rigoros der Feldrandstreifen, nahezu blütenfrei zeigte und damit kaum eine Hummel zu finden war. Zwischen 1000 und 1200 m ist die Datenlage ebenfalls vergleichsweise schwach, weil sich in den bewaldeten Gebieten Blüten nur an wenigen lichterem Bereichen fanden. Im Talgrund fanden sich die meisten Individuen, weil sich dort zumindest auf der linken Talseite der Bregenzer Ach großflächig extensiv genutzte Feuchtwiesen fanden, die sehr blütenreich waren.

Es verwundert daher nicht, dass in den beiden genannten Höhenstufen auch deutlich weniger Hummelarten gefunden wurden, als in SCHNELLER (2014) für das gesamte Vorarlberg angegeben (Tab. 5). Für alle anderen Höhenlagen ergibt der Vergleich für eine Stufe

Hummelart	n = 1163	KOPF (2007) n = 259	SCHNELLER (2014) n = 3529
<i>B. barbutellus</i>	1,2 % (n = 14)	2,3 % (n = 6)	0,06 % (n = 2)
<i>B. bohemicus</i>	0,2 % (n = 2)	5,0 % (n = 13)	0,2 % (n = 6)
<i>B. gerstaeckeri</i>	1,9 % (n = 22)	9,7 % (n = 25)	4,6 % (n = 162)
<i>B. hortorum</i>	9,1 % (n = 106)	8,5 % (n = 22)	4,4 % (n = 156)
<i>B. humilis</i>	0,2 % (n = 2)	-	-
<i>B. hypnorum</i>	1,7 % (n = 20)	0,8 % (n = 2)	0,3 % (n = 12)
<i>B. jonellus</i>	1,3 % (n = 15)	1,5 % (n = 4)	0,09 % (n = 3)
<i>B. lapidarius</i>	6,5 % (n = 76)	0,4 % (n = 1)	0,4 % (n = 15)
<i>B. lucorum</i>	0,5 % (n = 6)	19,3 % (n = 50)	-
<i>B. mendax</i>	3,9 % (n = 45)	1,2 % (n = 3)	2,6 % (n = 93)
<i>B. monticola</i>	2,1 % (n = 24)	2,3 % (n = 6)	7,1 % (n = 252)
<i>B. mucidus</i>	2,1 % (n = 25)	5,4 % (n = 14)	0,8 % (n = 27)
<i>B. pascuorum</i>	40,0 % (n = 465)	15,8 % (n = 41)	12,6 % (n = 445)
<i>B. pratorum</i>	4,8 % (n = 56)	6,6 % (n = 17)	2,6 % (n = 91)
<i>B. pyrenaicus</i>	2,9 % (n = 34)	0,8 % (n = 2)	12,6 % (n = 444)
<i>B. quadricolor</i>	0,5 % (n = 6)	0,4 % (n = 1)	-
<i>B. ruderarius</i>	0,5 % (n = 6)	9,7 % (n = 25)	0,3 % (n = 11)
<i>B. sichelii</i>	0,5 % (n = 6)	0,4 % (n = 1)	1,3 % (n = 47)
<i>B. soroensis</i>	5,4 % (n = 63)	3,1 % (n = 8)	10,7 % (n = 376)
<i>B. sylvestris</i>	0,3 % (n = 4)	1,5 % (n = 4)	0,1 % (n = 4)
<i>B. ter-luc</i> -Kom.	1,4 % (n = 16)	-	2,6 % (n = 90)
<i>B. terrestris</i>	0,3 % (n = 3)	2,3 % (n = 6)	-
<i>B. wurflenii</i>	12,6 % (n = 147)	3,1 % (n = 8)	36,6 % (n = 1292)

Tab. 4: Prozentuale Abundanzen der Hummeln des Diedamskopfes im Vergleich zu KOPF (2007a) und SCHNELLER (2014), SCHNELLER et al. (2014): Die Prozentwerte wurden aus den in den Arbeiten angegebenen Zahlenwerten errechnet (minimale Abweichungen durch Rundungen). Für KOPF 2007a wurde *Bombus veteranus* zu *Bombus mucidus* addiert (Kopf pers. Mitt. 2023). Für *Bombus terrestris* und *Bombus lucorum* sind nur Königinnen und Drohnen gelistet, Arbeiterinnen werden unter *B.-ter.-luc.*-Komplex geführt.

(1600-1800 m) eine um drei Arten geringere Speziesdiversität. Für vier Höhenstufen liegt die Hummeldiversität 1-2 Arten über den Vergleichswerten der Studie von SCHNELLER (2014) über das gesamte Vorarlberg. Das erscheint durchaus bemerkenswert, handelt es sich bei der vorliegenden Arbeit doch um deutlich kleinere Untersuchungsflächen und auch die Probenzahl ist deutlich geringer.

Für die Hochgebirgsarten *Bombus mendax*, *Bombus monticola*, *Bombus mucidus*, *Bombus pyrenaicus* und *Bombus sichelii* (NEUMAYER 1998) erscheint die Höhenverteilung am Diedamskopf arttypisch. Gleiches darf für *Bombus soroensis* und *Bombus wurflenii* gelten, die in fast allen Höhenstufen zu finden waren, deren Höhenschwerpunkte aber ebenfalls arttypisch sind (NEUMAYER 1998, NEUMAYER & PAULUS 1999).

Höhenstufe	Artenzahl Diedamskopf	Artenzahl Vorarlberg (SCHNELLER 2014)
800-1000 m	11	9
1000-1200 m	8	13
1200-1400 m	14	13
1400-1600 m	6	15
1600-1800 m	13	16
1800-2000 m	17	16
>2000 m	15	13

Tab. 5: Diversität der Hummelarten am Diedamskopf nach Höhenstufen im Vergleich zu den Werten von SCHNELLER (2014) für das gesamte Vorarlberg.

Mit 1568 m wurde *Bombus mendax* im Vergleich zu anderen Befunden (NEUMAYER 1998) recht tief beobachtet. *Bombus jonellus* war wie zu erwarten in den Höhenstufen anzutreffen, in denen auch ihre Futterpflanzen aus der Familie der Ericaceae vorzufinden waren. Bei Hummelarten, die nur vereinzelt gefunden wurden, wie z. B. *Bombus humilis*, *Bombus quadricolor* oder *Bombus bohemicus*, ist die Höhenverteilung zu punktuell, um sichere Aussagen daraus ableiten zu können. Aus Gründen der bereits angesprochenen Probleme der sicheren Determination (vgl. Kapitel 2.4) gilt dies ebenfalls für den *Bombus-terrestris-lucorum*-Komplex.

*Bombus hortorum* ist ein Ubiquist mit einer beachtlichen ökologischen Valenz (REINIG 1970). Er besiedelt am Diedamskopf alle Höhenlagen und war auch bei den Biotopen nicht wählerisch. *Bombus hypnorum* stellte fast das Gegenteil dar. Mit seinem Verbreitungsschwerpunkt in den niederen Höhenlagen und seinen gerne an Wälder assoziierten Fundorten (REINIG 1970, ISEBYT et al. 2008), zeigte er kaum Vielfalt bei den von ihm besiedelten Lebensräumen. *Bombus hypnorum* hingegen war, wie von NEUMAYER (2009, 2010) beschrieben, vermehrt im Siedlungsbereich des Menschen zu finden. Mit 1676 m konnte die Art jedoch deutlich höher gefunden werden, als bei SCHNELLER (2014) berichtet.

### 4.3 Gefährdung einzelner Hummelarten

Zwölf der gefundenen Arten werden in einer oder mehreren Roten Listen (Tab. 1) geführt (vgl. Kap. 2.5). Beim Vergleich mit den deutschen Roten Listen (DE = WESTRICH et al. 2011, BAY = VOITH et al. 2021, BAWÜ = WESTRICH et al. 2000) muss unbedingt berücksichtigt werden, dass deutschlandweit der Anteil der Alpen recht gering ist, was auch für die beiden betroffenen Bundesländer Bayern und Baden-Württemberg gilt. Außerdem erreichen die deutschen Alpen nicht die Höhen, wie

sie in Österreich, der Schweiz oder in Frankreich aufgrund ihrer Anteile an den Zentralalpen zu finden sind. Daher sind die Gefährdungseinstufungen nach diesen Roten Listen nur sehr bedingt aussagekräftig, aber aufgrund der bisherigen Ermangelung einer österreichischen Roten Liste der Wildbienen / Hummeln eine der wenigen Möglichkeiten einer Annäherung an Gefährdungsgrade einzelner Hummelarten in Österreich (zur Schweiz s. u.).

Die in Deutschland sehr seltenen alpinen Hummelarten *Bombus mendax*, *Bombus monticola*, *Bombus mucidus* und *Bombus pyrenaeus* werden lediglich in der aktuellsten Roten Liste der Bienen Bayerns auf der »Vorwarnliste« geführt (VOITH et al. 2021). Nur *Bombus sichelii* wird von den alpinen Arten neben der Einstufung »gefährdet« auch in der bundesdeutschen Roten Liste zumindest als »Gefährdung anzunehmen« gelistet (WESTRICH et al. 2011). Die stärkste Gefährdung zeigt *Bombus quadricolor*, die in BAY, BAWÜ und DE als »stark gefährdet« eingestuft wird (VOITH et al. 2021, WESTRICH et al. 2000, 2011). Auf einer oder zwei Roten Listen als »gefährdet« stehen *Bombus gerstaeckeri* (BAY), *Bombus humilis* (BAY, DE) und *Bombus wurflenii* (BAY). *Bombus jonellus* ist neben *Bombus quadricolor* die einzige Art, die zumindest in BAWÜ mit der Gefährdungsstufe »stark gefährdet« versehen wird (»Vorwarnliste« in BAY, »gefährdet« in DE). Überall gleich eingestuft werden *Bombus ruderarius* (»gefährdet«) und *Bombus soroensis* (»Vorwarnliste«).

Auffällig ist, dass im Nachbarland Schweiz, das aufgrund seiner ebenfalls stark von den Alpen geprägten Topografie Österreich am ähnlichsten ist, nur *Bombus humilis* als »gefährdet« gelistet wird und alle anderen Hummelarten keinerlei Einstufung in der Roten Liste der Schweiz erfahren (ARTENSCHUTZ SCHWEIZ 2009). Im europaweiten Maßstab (NIETO et al. 2014) sind es wiederum drei alpine Arten, die den Schutzstatus »gering gefährdet« (*Bombus mendax*, *Bombus mucidus*)

oder sogar »gefährdet« (*Bombus gerstaeckeri*) zugesprochen bekommen. Es wird deutlich, dass die aktuelle Gefährdungslage der alpinen Hummeln Österreichs in keiner der vorhandenen Roten Listen wirklich adäquat abgebildet wird, was die Notwendigkeit einer Roten Liste der Bienen / Hummeln Österreichs unterstreicht.

Nach der Einstufung in Kategorien des Klimawandel-Risikos (RASMONT et al. 2015) unterliegen außer *Bombus pascuorum* und *Bombus wurflenii* alle Arten einem »hohen« Klimawandel-Risiko, fünf davon (*Bombus barbutellus*, *Bombus bohemicus*, *Bombus humilis*, *Bombus lapidarius*, *Bombus ruderarius*) sogar einem »sehr hohen« Klimawandel-Risiko.

### 4.4 Bemerkenswerte Hummelarten

#### *Bombus bohemicus* (Seidl, 1838)

Die Böhmisches Kuckuckshummel *Bombus bohemicus* ist eine verbreitete und häufige Schmarotzerhummelart (WESTRICH 2018), auch im Alpenraum (NEUMAYER & KOFLER 2005). Ihr Wirt ist hauptsächlich *Bombus lucorum* (HAGEN & AICHHORN 2014), möglicherweise auch andere Arten des Artkomplexes (NEUMAYER & KOFLER 2005). Am Diedamskopf konnten nur 2♂ auf der SE-Seite in Höhen von 1159 (an einem Waldweg) und 1298 m (Feuchtwiese einer Waldlichtung) gefunden werden, sein Wirt *Bombus lucorum* jedoch ebenfalls. Futterpflanze war die Kohl-Distel *Cirsium oleraceum*. Fundtermine waren: 07.08.2021 und 08.08.2022. Nach RASMONT et al. (2015) unterliegt *Bombus bohemicus* einem »sehr hohen« Klimawandel-Risiko.

#### *Bombus gerstaeckeri* Morawitz, 1882

Die Eisenhut-Hummel *Bombus gerstaeckeri* findet sich in Europa in den subalpinen und alpinen Bereichen der Hochgebirge (HAGEN & AICHHORN 2014). Die Art ist von wenigen Ausnahmen abgesehen streng auf Vorkommen von Eisenhutarten (*Aconitum* sp.) angewiesen. Im Bregenzerwald sind die

Nachweise noch selten (KOPF 2007a). Gleiches gilt für das gesamte Vorarlberg (SCHNELLER 2014). Am Diedamskopf war sie am NW-Hang von 1285 bis 2046 m und am SE-Hang von 1820 bis 2043 m zu finden. 2022 fanden sich an 7 Stellen 22 Exemplare (13♂, 6♀, 3♂). Fundtermine waren: 31.07.2022, 08.08.2022 und 13.08.2022. In den Vorjahren war die Suche nach *Bombus gerstaeckeri* erfolglos, weil die Untersuchungen zu früh in der Saison stattfanden. Die Eisenhut-Hummel ist eine Art des Hoch- und Spätsommers. Sie ist dann aber regelmäßig an kontinuierlich blühenden *Aconitum*-Beständen zu finden. Das Klimawandel-Risiko für *Bombus gerstaeckeri* ist »hoch« (RASMONT et al. 2015).

#### ***Bombus humilis* Illiger, 1806**

Die Veränderliche Hummel *Bombus humilis* ist eine Offenlandart (WESTRICH 2018). Als Wärme liebende Art kommt sie bis in die Montanstufe vor und ist in Österreich in einigen Gebieten seltener geworden (NEUMAYER & KOFLER 2005). Die Art konnte weder von SCHNELLER (2014) in Vorarlberg noch von KOPF (2007a) an der benachbarten Kanisfluh nachgewiesen werden. Auch am Diedamskopf war *Bombus humilis* nur an zwei Stellen zu finden. 2♂ fanden sich am NW-Hang in 1214 m Höhe in einer Feuchtwiese auf der Kohl-Distel *Cirsium oleraceum* bzw. auf Lungen-Enzian *Gentiana pneumonanthe* (08.08.2022) und 1♂ in 1850 m Höhe auf dem SE exponierten Berg-hang auf einer Alpwiese (03.08.2020). *Bombus humilis* unterliegt einem »sehr hohen« Klimawandel-Risiko (RASMONT et al. 2015).

#### ***Bombus jonellus* (Kirby, 1802)**

Die Heidehummel *Bombus jonellus* ist eine Art des Offenlandes und findet sich meist in Mooren (HAGEN & AICHHORN 2014) oder auf Sand- und Bergheiden (WESTRICH 2018). Sie ist in den Alpen vor allem in den Nordalpen verbreitet, nur zuerstreut vorkommend (NEUMAYER 1998, NEUMAYER & PAULUS 1999) und nicht häufig (NEUMAYER & KOFLER 2005).

Blütenbesuche sind europaweit auf Ericaceae (*Calluna*, *Erica*, *Vaccinium*) fokussiert (RASMONT et al. 2021). Ein bivoltines Auftreten, welches nach WESTRICH (2018) in warmen Sommern vorkommen kann, schließt J. Neumayer (pers. Mitt. 2023) für die Alpen nahezu aus. Trotz ihrer Seltenheit halten NEUMAYER & KOFLER (2005) *Bombus jonellus* in den Alpen nicht für gefährdet. Von der Art konnten am Diedamskopf nur am SE-Hang an 7 Stellen 15 Exemplare (9♂, 1♀, 5♂) in Höhen von 1676 bis 2023 m gefunden werden. Fundtermine waren: 07.07.2017, 24.06.2018, 26.07.2021, 27.07.2022 und 28.07.2023. Auch wenn es keine größeren Heideflächen am Diedamskopf gibt, so finden sich zahlreiche kleinere Flächen mit Ericaceae, die in Summe ein für *Bombus jonellus* ausreichendes Futterangebot darstellen. Die gefundenen Tiere flogen auf Gewöhnlicher Braunelle *Prunella vulgaris* und Weidenröschen *Epilobium* sp. Das Klimawandel-Risiko für *Bombus jonellus* ist »hoch« (RASMONT et al. 2015).

#### ***Bombus quadricolor* Lepeletier, 1832**

Die Vierfarbige Kuckuckshummel *Bombus quadricolor* ist der Brutparasit von *Bombus soroensis* (WESTRICH 2018). Die Art ist in den Alpen weit verbreitet, aber nicht häufig (NEUMAYER & KOFLER 2005). Die gefundenen 6♂ fanden sich am 02.08.2022 an zwei benachbarten Fundorten im Talgrund auf 858 m Höhe. Auf einer Wiese und deren benachbarter Feuchtwiese befliegen sie Flockenblumen *Centaurea* sp. Die einzigen Funde im Talgrund erstaunen etwas, ist der Schwerpunkt des Wirtes *Bombus soroensis* doch in höheren Lagen nachgewiesen. Aufgrund der Häufigkeit seines Wirtes dürfte *Bombus quadricolor* nicht gefährdet sein (NEUMAYER & KOFLER 2005). Auch für *Bombus quadricolor* ist das Klimawandel-Risiko »hoch« (RASMONT et al. 2015).

#### ***Bombus ruderarius* (Müller, 1776)**

Die Grashummel *Bombus ruderarius* bevorzugt offenes Gelände, ist weit verbreitet, aber selten (HAGEN & AICH-

HORN 2014). Im Alpenraum hingegen ist sie noch durchaus häufig anzutreffen (HAGEN & AICHHORN 2014). *Bombus ruderarius* kommt von den Tallagen bis in die alpine Stufe vor und besiedelt fast ausschließlich südexponierte Hänge (NEUMAYER 1998). Am Diedamskopf wurden an sechs Fundorten des SE-Hanges jeweils 1♂ in Höhenlagen von 1298 bis 2050 m gefunden. Die Biotope reichten dabei von Alpwiesen, feuchten Dolinen oder Wegrändern über künstlich befestigte Böschungen unterhalb der Mittelstation bis hin zu einer Waldlichtung. Futterpflanzen waren meist Alpenkratz-Disteln *Cirsium spinosissimum*. Fundtermine waren: 21.06.2019, 26.07.2021, 07.08.2021 und 28.07.2022. *Bombus ruderarius* unterliegt einem »sehr hohen« Klimawandel-Risiko (RASMONT et al. 2015).

#### ***Bombus sichelii* Radoszkowski, 1859**

Die Höhenhummel *Bombus sichelii* lebt über der Waldgrenze (HAGEN & AICHHORN 2014) in Höhen oberhalb 1300, meist sogar über 1900 m (WESTRICH 2018). Folglich wird die Art in Deutschland als »sehr selten« eingestuft (WESTRICH 2018), wohingegen sie im Alpenraum in der subalpinen und alpinen Stufe häufig und verbreitet ist (NEUMAYER & KOFLER 2005). Der erwähnten Häufigkeit entsprechen die am Diedamskopf lediglich gefundenen 6♂ nicht. Sie teilten sich auf vier Fundorte in Höhen von 1850 bis ca. 2050 m auf dem SE-Hang auf. Fundzeiten waren: 24.06.2018, 29.07.2020, 07.08.2022 und 28.07.2022. *Bombus sichelii* flog meist auf der Alpenkratz-Distel *Cirsium spinosissimum*. Bei den Fundorten handelte es sich um meist noch unbe-weidete Alpwiesen. Das Klimawandel-Risiko für *Bombus sichelii* ist »hoch« (RASMONT et al. 2015).

#### ***Bombus sylvestris* (Lepeletier, 1832)**

Die Wald-Kuckuckshummel *Bombus sylvestris* ist der spezifische Wirt von *Bombus pratorum* (HAGEN & AICHHORN 2014). Entsprechend ist die Art im Allgemeinen auch weit verbreit-

tet und häufig anzutreffen (WESTRICH 2018). Auch hier entsprechen die am Diedamskopf gefundenen 4♂ nicht den Erwartungen, da die Wirtsart zu den häufiger beobachteten Hummelarten gehörte. Die vier Fundstellen waren alle auf dem SE-Hang zwischen 1159 und 1298 m gelegen. Die Exemplare fanden sich am Wegrand einer Feuchtwiese in einer Lichtung sowie an einem Waldweg meist auf Kohl-Disteln *Cirsium oleraceum*. Die Fundtermine waren: 26.07.2021, 07.08.2021 und 08.08.2022. Auch *Bombus sylvestris* unterliegt einem »hohen« Klimawandel-Risiko (RASMONT et al. 2015).

#### 4.5 Besondere Orte für die Hummeln am Diedamskopf

Die botanische Vielfalt der Bergwiese oberhalb der Bergstation (ca. 2000 m) stellte sich während der Untersuchungen als Magnet für die in der Umgebung vorhandenen Hummelarten heraus. Allein 12 von 15 (80 %) aller in dieser Höhenstufe vorkommenden Arten fanden sich auch auf dieser vergleichsweise kleinen Wiese. Das unterstreicht die Wichtigkeit einzelner vor Wanderern und Vieh geschützter Hochwiesen für die lokale Hummelfauna (Abb. 9). Auf dem Diedamskopf wäre eine Erweiterung des Gebietes um ein angrenzendes, vom Wanderweg zum Gipfel zum Teil eingerahmtes Wiesenstück von ca. 2.000 m<sup>2</sup> wünschenswert. Es ist botanisch und damit für die Hummeln ebenfalls sehr interessant und könnte durch den Schutz noch aufgewertet werden. Möglicherweise werden die Hummeln auch thematisch in die Alpen-Ausstellung in der Bergstation, z. B. in Form von Schautafeln, Einzug halten (Oberhauser, pers. Mitt. 2022).

Ähnliches gilt für den Kräutergarten »Natur-Erlebnis Holdamooos« am Fuße des Diedamskopfes (866 m). 9 von 12 (75 %) aller in dieser Höhenlage gefundenen Hummelarten kamen hier vor. Zusammen mit dem vorgelagerten Feuchtgebiet mit großen Beständen



Abb. 9: Wenn die Kühe nicht von der Bergwiese oberhalb der Bergstation ferngehalten werden, vernichten sie wertvolle Futterpflanzen für die Hummeln.

von z. B. Hohlzahn *Galeopsis* sp. bildet der Garten über die ganze Hummelsaison ein zuverlässiges Blütenangebot für alle Hummelarten und andere Blütenbestäuber. Der von der Gemeinde Schoppernau unterstützte Kräutergarten hat für die lokale Hummelfauna einen hohen Stellenwert und sein ehrenamtlicher Betrieb sollte unbedingt weiter unterstützt werden.

#### 4.6 Weitere Beobachtungen

Die Nestfunde von *Bombus monticola* und *Bombus pyrenaicus* in der Hauswand der Oberdiedamsalpe (1828 m) waren zwar in den Folgejahren nicht mehr zu bestätigen, aber dennoch bleibt die Berghütte ein potentieller Nistplatz für die alpinen Hummeln der Umgebung. 2022 kamen erste Ideen zu einem Neubau der Hütte auf. Ein möglicher Neubau würde sicherlich in moderner Bauweise umgesetzt, was den Verlust dieser Nistmöglichkeit für Hummeln bedeuten würde.

An zahlreichen Orten konnten Blüteneinbrüche (Nektarraub) von Hummelarten mit kürzerer Zunge in *Aconitum*-Blüten beobachtet werden, aber längst nicht an allen. Wie schon bei KUST (2004) beschrieben, handelte es sich dabei auch auf den untersuchten

Flächen überwiegend um das Werk von *Bombus wurflenii*, der mit seinen kräftigen Mandibeln an der Spitze der Blüte das Perigon abbiß. *Bombus lucorum*, der ebenfalls als Kandidat für Blüteneinbrüche in Frage käme (NEUMAYER & PAULUS 1999), war kaum vertreten. Das Anbeißen des Perigons führte regelmäßig zum Absterben der oberen Teile der Blüte (Abb. 10).



Abb. 10: Blüteneinbruch am Blauen Eisenhut *Aconitum napellus* durch eine kurzrüsselige Hummelart (vermutlich *Bombus wurflenii*).

#### 4.7 Honigbienen als Konkurrenten

Die Honigbiene *Apis mellifera* genießt in weiten Kreisen der naturinteressierten Laien einen unzweifelhaft positiven Ruf. Der Slogan »Rettet die Bienen« wird häufig ausschließlich auf die Honigbiene bezogen. Mahnungen, dieses Bild z. B. aus Sicht der Hummeln zu hinterfragen und im Naturschutz offen zu diskutieren (WITT 2016), bleiben bislang noch viel zu selten gehört. Die Wissenschaft hingegen liefert zunehmend mehr Beweise für eine Konkurrenz zwischen *Apis mellifera* auf der einen und Wildbienen und anderen Blütenbestäubern auf der anderen Seite (GOULSON & SPARROW 2009). Eine umfassende Studie von MALLINGER et al. (2017) kommt zu dem Schluss, dass die Konkurrenz zumindest lokal als Fakt angesehen werden muss. Sie erfolgt auf dreierlei Wegen: Durch direkte Konkurrenz auf Blüten, indirekt durch die Veränderung pflanzensoziologischer Gesellschaften und vor allem durch die Übertragung pathogener Keime von Honigbienen auf Wildbienen und Hummeln (WALTHER-HELLWIG et al. 2006, FÜRST et al. 2014, MALLINGER et al. 2017). Auch wenn eine neuerliche Metastudie von KRATZER & BRODSCHNEIDER (2023) für den deutschsprachigen Raum die Stichhaltigkeit der Argumente kritisch sieht und die Autoren eine mögliche Publikations-Verzerrung zu diesem Thema diskutieren, sehen auch sie die Konkurrenz von Honigbienen *Apis mellifera* zumindest für Hummeln der Gattung *Bombus* als gegeben.

In den Alpen stellt sich die Situation noch verschärft dar, denn die schmalen Täler und deren Bewirtschaftung verengen Blühflächen und sorgen für eine erhöhte Konkurrenz unter den Blütenbestäubern. Der negative Einfluss auf die Nektarressourcen im Radius von 800 m und mehr um einen Bienenstand herum (NEUMAYER 2006) wirkt sich in allen Höhenlagen auf die Hummelpopulationen aus, da viele, vor allem der alpinen Arten, Anpassungen

an bestimmte Höhenlagen zeigen und nicht einfach in andere Höhenstufen ausweichen können.

Am Diedamskopf waren in allen Höhenlagen und Expositionen Honigbienen zu finden. In Kombination mit den oft nur sehr kleinflächigen Bereichen mit Futterpflanzen muss eine Konkurrenz zwischen Honigbienen und anderen Blütenbestäubern und damit auch den Hummeln vermutet werden. Die Gemeinden Schoppernau und Au sollten beginnen, im Sinne des Natur- und Artenschutzes und damit der Biodiversität am Diedamskopf ein wachsames Auge auf die Imkerei zu haben und sich nicht scheuen, mögliche Regulierungen vorzunehmen und zu überprüfen.

#### 5 Ausblick

Der Diedamskopf ist starken anthropogenen Einflüssen unterworfen. Für die Hummelpopulationen ist es jedoch aufgrund der schützenden Schneemassen weniger die Nutzung großer Teile des Berges als Skipisten im Winter, sondern vielmehr die intensive landwirtschaftliche Nutzung in den Sommermonaten, die sich negativ auf die Insektenwelt auswirkt. Es wäre für die Biodiversität am Berg zu

wünschen, dass noch mehr Flächen besonders in den Hochlagen vor einer zu frühen Beweidung geschützt würden. Außerdem könnte eine auch andernorts immer wieder ins Spiel gebrachte Extensivierung der Nutzung von Randstreifen durch eine späte Mahd oder Beweidung in allen Höhenlagen schneller und effektiver eine Verbesserung für alle Blüten besuchenden Insekten und damit auch für die Hummeln bewirken.

#### 6 Dank

Ich danke der Bezirkshauptmannschaft Bregenz für die freundliche Genehmigung der Arbeiten. Bernhard Schneller (Bludenz) danke ich für hilfreiche Informationen zu den Hummeln in Vorarlberg. Für ihre Hilfe bei der Bestimmung einiger Tiere danke ich Johann Neumayer (Elixhausen), Timo Kopf (Völs) und Karl-Heinz Schmalz (Künzell, D). Timo Kopf half mir darüber hinaus bei Informationen zur Konkurrenz von Honigbiene und Wildbienen und Johann Neumayer gab mir zahlreiche Tipps zur Geländearbeit. Dem Obmann der Güterweggenossenschaft Alois Greussing (Bizau) danke ich für die Genehmigung zur Benutzung der Güterwege



Abb. 11: Neun Völker der Honigbiene *Apis mellifera* in der Nähe des Kräutergartens »Natur-Erlebnis Holdamoos«.

am Diedamskopf. Dem Betriebsleiter Diedamskopf Alpin Tourismus GmbH & Co KG Wilfried Madlener sowie seiner Assistentin Evelyne Oberhauser (beide Schoppernau), danke ich für Informationen vor allem zur »Hummelwiese« oberhalb der Bergstation. Anemarie Bär (Au-Rehmen) versorgte mich dankenswerter Weise mit Informationen zum Kräutergarten »Natur-Erlebnis Holdamoos«. Huberta Lingg (Schoppernau) danke ich für zahlreiche Auskünfte zu den jeweiligen Witterungsverhältnissen vor Ort. Helmut Zimmer (Schoppernau) gab mir hilfreiche Tipps zu geeignetem Kartenmaterial. Karl-Heinz Schmalz (Eichenzell, D) sowie Katharina Hallmen (Rodenbach, D) danke ich für die kritische Durchsicht des Manuskriptes.

## 7 Literatur

- AISTLEITNER, E. (2000): Fragmenta entomofaunistica IV: Daten zur Hautflügler-Fauna Vorarlbergs, Austria occ. (Insecta, Hymenoptera). – Entomofauna, 21: 237-248.
- AMIET, F. (1994): Die Rote Liste der gefährdeten Bienen der Schweiz. – In: DUELLI, P. [Red.]: Rote Listen der gefährdeten Tierarten der Schweiz: 97 S. (38-44); Bern (Bundesamt für Umwelt, Wald und Landschaft [BUWAL]).
- AMIET, F., MÜLLER, A. & PRAZ, C. (2017): Apidae 1. Allgemeiner Teil, Gattungen, *Apis*, *Bombus*. – Fauna Helvetica, 29: 187 S.; Bern (CSCF & SEG).
- ARTENSCHUTZ SCHWEIZ [Hrsg] (2009): Rote Liste Schweiz: Insekten. [= Web-Version der Liste von 1994, übersetzt in IUCN-Kategorien; siehe AMIET 1994]. – [https://www.artenschutz.ch/RLDetails/RL\\_Insekten\\_Detail\\_Namen.pdf](https://www.artenschutz.ch/RLDetails/RL_Insekten_Detail_Namen.pdf)
- AUER, I. (2001). Niederschlag und Gewitter. – In: WERNER, R. & AUER, I. [Red.]: Klima von Vorarlberg, Band 2: 9-144; Bregenz (Amt der Vorarlberger Landesregierung).
- BOSSERT, S. (2014): The high alpine fauna (Hymenoptera: Apoidea) of the Zillertal Alps, Austria. – Biodiversity Data Journal, 2: e1115. [doi: 10.3897/BDJ.2.e1115](https://doi.org/10.3897/BDJ.2.e1115)
- FÜRST, M. A., McMAHON, D. P., OSBORNE, J. L., PAXTON, R. J. & BROWN, M. J. F. (2014): Disease associations between honeybees and bumblebees as a threat to wild pollinators. – Nature, 506: 364–366. [doi: 10.1038/nature12977](https://doi.org/10.1038/nature12977)
- GEREBEN-KRENN, B.-A., NEUMAYER, J., BARDAKJI, S., TIMELTHALER, G., GOKCEZADE, J. F., BOSSERT, S. & KRENN, H.W. (2013): Cryptic bumblebee species of the *Bombus lucorum*-complex in the Austrian Alps. – 5<sup>th</sup> Symposium for Research in Protected Areas, 10 to 12 June 2013, Mittersill. Conference Volume: 219-222.
- GOKCEZADE, J. F., GEREBEN-KRENN, B.-A. & NEUMAYER, J. (2018): Feldbestimmungsschlüssel für die Hummeln Deutschlands, Österreichs und der Schweiz. – 55 S.; Wiebelsheim (Quelle & Meyer).
- GOULSON, D. & SPARROW, K. R. (2009): Evidence for competition between honeybees and bumblebees; effects on bumblebee worker size. – Journal of insect conservation, 13(2): 177-181. [doi: 10.1007/s10841-008-9140-y](https://doi.org/10.1007/s10841-008-9140-y)
- GUSENLEITNER F., SCHWARZ, M. & MAZZUCCO, K. (2012): Apidae (Insecta: Hymenoptera). – In: SCHUSTER, R. [Hrsg.]: Checklisten der Fauna Österreichs, 6: 9-129; Wien (ÖAW).
- HAGEN, E. VON & AICHHORN, A. (2014): Hummeln bestimmen, ansiedeln, vermehren, schützen. – 6. Aufl.: 359 S.; Nottuln (Fauna-Verlag).
- ISERBYT, S., DURIEUX, E.-A. & RASMONT, P. (2008): The remarkable diversity of bumblebees (Hymenoptera: Apidae: *Bombus*) in the Eyne Valley (France, Pyrénées-Orientales). – Annales de la Société Entomologique de France 42(2):211-241. [doi: 10.1080/00379271.2008.10697558](https://doi.org/10.1080/00379271.2008.10697558)
- KLÖCKER, T. & MAUSS, V. (2001): Nachweise von Hummeln (Hymenoptera, Apidae, *Bombus*) aus dem Einzugsbereich des Großen Walsertals in Vorarlberg, Österreich. – Linzer biologische Beiträge, 33(1): 335-338.
- KOPF, T. (2001): Die Verteilung der Wildbienenfauna (Apoidea, Hymenoptera) im Bereich Schuttannen in Hohenems (Vorarlberg, Österreich). Studie zur Bedeutung von Windwurfflächen für holzbrütende Bienen. – Unveröffentlichter Bericht i. A. der Vorarlberger Naturschau: 31 S.; Dornbirn.
- KOPF, T. (2002a): Wildbienenforschung in Vorarlberg – ein Rückblick auf 100 Jahre Freilandherhebung. – Rheticus, 24: 31-32.
- KOPF, T. (2002b): Die Wildbienen (Hymenoptera: Apidae) am Polderdamm des Rheindeltas (Vorarlberg, Österreich), sowie an weiteren Dammstrukturen des Rheins. Studie zur Auswirkung der Aufstockungsmaßnahmen 2000-2002. – Unveröffentlichter Bericht i. A. der Vorarlberger Naturschau und des Rheindeltaverains: 33. S.; Dornbirn.
- KOPF, T. (2003): Die Wildbienen (Hymenoptera: Apidae) des Frastanzer Riedes und der angrenzenden Illaue (Vorarlberg, Österreich). – Vorarlberger Naturschau, 13: 311-328.
- KOPF, T. (2007a) Wildbienen Vorarlbergs: Studie zur Erforschung der Landesfauna – Das Kanisfluhgebiet (Bregenzer Wald). – Studie i. A. der inatura Erlebnis Naturschau GmbH.: 35 S.
- KOPF, T. (2007b): Die Wildbienen (Apidae, Hymenoptera) des Naturschutzgebietes Gsieg – Obere Mähder (Lustenau, Vorarlberg, Österreich). – Vorarlberger Naturschau, 20: 237-266.
- KOPF, T. (2010): Wildbienen im Bereich Schilins, Schnifis und Röns – Erhebung im Rahmen der Planung eines Bienen-Naturlehrpfades. – Studie i. A. der inatura Erlebnis Naturschau GmbH.: 40 S.
- KOPF, T. (2013): Die Bienenfauna (Hymenoptera: Apidae) der Jagdberggemeinden. – In: Naturmonographie Jagdberggemeinden: 499-512; Dornbirn (inatura Erlebnis Naturschau Dornbirn).
- KOPF, T. & SCHISTL, F. (2000): Wildbienen (Hymenoptera, Apoidea) an Hochwasserdämmen des Vorarlberger Rheintals (Austria). – Vorarlberger Naturschau, 8: 63-96.
- KRATZER, K. & BRODSCHNEIDER, R. (2023): Die Konkurrenz von Honigbienen und Wildbienen im kritischen Kontext und Lektionen für den deutschsprachigen Raum. – Entomologica Austriaca, 30: 247-285.
- KUHLMANN, M. & TUMBRINCK, K. (1996): Wildbienen- und Wespenfunde aus dem Kleinwalsertal und aus den Silvretta Alpen. – Jahrbuch des Vorarlberger Landesmuseumsvereins, 1996: 25-33.

- KUST, T. (2004): Die Hummel-Arten des Dürrenstein-Gebietes (Niederösterreich, Bezirk Scheibbs) unter besonderer Berücksichtigung von *Bombus gerstaeckeri* (MORAWITZ, 1881). – Wissenschaftliche Mitteilungen Niederösterreichisches Landesmuseum, 16: 107-123.
- LENOIR, J. & SVENNING, J.-C. (2015): Climate-related range shifts – a global multidimensional synthesis and new research directions. – *Ecography*, 38: 15-28.  
[doi: 10.1111/ecog.00967](https://doi.org/10.1111/ecog.00967)
- MAIHOFF, F., FRIESS, N., HOISS, B., SCHMID-EGGER, C., KERNER, J., NEUMAYER, J., HOPFENMÜLLER, S., BÄSSLER, C., MÜLLER, J. & CLASSEN, A. (2022): Smaller, more diverse and on the way to the top: Rapid community shifts of montane wild bees within an extraordinary hot decade. – *Diversity and Distributions*, 29: 272-288.  
[doi: 10.1111/ddi.13658](https://doi.org/10.1111/ddi.13658)
- MALLINGER, R. E., GAINES-DAY, H. R. & GRATTON, C. (2017): Do managed bees have negative effects on wild bees?: A systematic review of the literature. – *Plos ONE*, 12(12): e01899269.  
[doi: 10.1371/journal.pone.0189268](https://doi.org/10.1371/journal.pone.0189268)
- MARSHALL, L., PERDIJK, F., DENDONCKER, N., KUNIN, W., ROBERTS, S. & BIESMEIJER, J. C. (2020): Bumblebees moving up: shifts in elevation ranges in the Pyrenees over 115 years. – *Proceedings of the Royal Society B*, 287: 20202201.  
[doi: 10.1098/rspb.2020.2201](https://doi.org/10.1098/rspb.2020.2201)
- MARTÍNEZ-LÓPEZ, O., KOCH, J. B., MARTÍNEZ-MORALES, M. A., NAVARRETE-GUTIÉRREZ, D., ENRÍQUEZ, E. & VANDAME, R. (2021): Reduction in the potential distribution of bumble bees (Apidae: *Bombus*) in Mesoamerica under different climate change scenarios: Conservation implications. – *Global Change Biology*, 27(9): 1772-1787.  
[doi: 10.1111/gcb.15559](https://doi.org/10.1111/gcb.15559)
- MAUSS, V. (1986): Bestimmungsschlüssel für Hummeln der Bundesrepublik Deutschland. – 50 S.; Hamburg (Deutscher Jugendbund für Naturschutz).
- MEADOWS, D. H., MEADOWS, D. L., RANDERS, J. & BEHRENS, W. W. III (1972): The Limits to Growth. A Report for the Club of Rome's Project on the Predicament of Mankind. – 205 pp.; New York (Universe Books).  
[OCLC: 1359002135](https://www.worldcat.org/oclc/1359002135)
- NEUMAYER, J. (1998): Habitatpräferenzen alpinen Hummelarten (Hymenoptera, Apidae, *Bombus*, *Psithyrus*): Meereshöhe und Lage im Gebirgsrelief als Faktoren der Nischentrennung. – *Wissenschaftliche Mitteilungen aus dem Nationalpark Hohe Tauern*, 4: 159-174.
- NEUMAYER, J. (2006): Einfluss von Honigbienen auf das Nektarangebot und auf autochthone Blütenbesucher. – *Entomologica Austriaca*, 13: 7-14.
- NEUMAYER, J. (2009): Die Hummeln des Nationalparks Gesäuse und des Admonter Beckens. – Studie i. A. der Nationalpark Gesäuse GmbH: 48 S.
- NEUMAYER, J. (2010): Die Hummeln (Hymenoptera: Apidae, *Bombus*) des Nationalparks Thayatal – überarbeitete Fassung. – Projektbericht: 36 S.; Salzburg.
- NEUMAYER, J. & KOFLER, A. (2005): Zur Hummelfauna des Bezirkes Lienz (Osttirol, Österreich) (Hymenoptera; Apidae, *Bombus*). – *Linzer biologische Beiträge*, 37(1): 671-699.
- NEUMAYER, J. & PAULUS, H. F. (1999): Ökologie alpiner Hummelgemeinschaften: Blütenbesuch, Ressourcenaufteilung und Energiehaushalt. Untersuchungen in den Ostalpen Österreichs. – *Stapfia*, 67: 5-246.
- NIETO, A., ROBERTS, S. P. M., KEMP, J., RASMONT, P., KUHLMANN, M., GARCÍA CRIADO, M., BIESMEIJER, C., BOGUSCH, P., DATHE, H. H., DE LA RÚA, P., DE MEULEMEESTER, T., DEHON, M., DEWULF, A., ORITZ-SÁNCHEZ, F. J., LHOMME, P., PAULY, A., POTTS, S. G., PRAZ, C., QUARANTA, M., RADCHENKO, V. G., SCHEUCHL, E., SMIT, J., STRAKA, J., TERZO, M., TOMOZIL, B., WINDOW, J. & MICHEZ, D. (2014): European Red List of Bees. – 84 pp.; Luxembourg (Publications Office of the European Union).  
[doi: 10.2779/51181](https://doi.org/10.2779/51181)
- PARDEE, G. L., GRIFFIN, S. R., STEMKOVSKI, M., HARRISON, T., PORTMAN, Z. M., KAZENEL, M. R., LYNN, J. S., INOUE, D. W. & IRWIN, R. E. (2022): Life-history traits predict responses of wild bees to climate variation. – *Proceedings of the Royal Society B*, 289: 20212697.  
[doi: 10.1098/rspb.2021.2697](https://doi.org/10.1098/rspb.2021.2697)
- PETERS, G. (1972): Ursachen für den Rückgang der seltenen heimischen Hummelarten (Hym., *Bombus* et *Psithyrus*). – *Entomologische Berichte*, 9: 85-90.
- PROSI, R., MAUSS, V. & KÄMPF, R. (2016): Bestimmungstabellen für die Hummeln Baden-Württembergs. Bestimmung, Lebensweise, Verbreitung. – 30 S. (NABU & Wildbienen-Kataster).
- RASMONT, P., FRANZÉN, M., LECOCO, T., HARPKE, A., ROBERTS, S. P. M., BIESMEIJER, J. C., CASTRO, L., CEDERBERG, B., DVORÁK, L., FITZPATRICK, Ú., GONSETH, Y., HAUBRUGE, E., MAHÉ, G., MANINO, A., MICHEZ, D., NEUMAYER, J., ØDEGAARD, F., PAUKUNEN, J., PAWLIKOWSKI, T., POTTS, S. G., REEMER, M., SETTELE, J., STRAKA, J. & SCHWEIGER, O. (2015): Climatic Risk and Distribution Atlas of European Bumblebees. – *BioRisk*, 10 (Special Issue): 246 pp.  
[doi: 10.3897/biorisk.10.4749](https://doi.org/10.3897/biorisk.10.4749)
- RASMONT, P., GHISBAIN, G., & TERZO, M. (2021). Bumblebees of Europe and Neighbouring Regions. – 632 pp.; Verrières le Buisson (NAP Editions).
- REICHENBACH, M. (2016): Geologische Detailkartierung des Diedamskopfes im Hinteren Bregenzer Wald im Maßstab 1 : 10 000. – Johann Wolfgang Goethe-Universität, unveröffentlichte Bachelorarbeit: 27 S. + 12 S. Anhang; Frankfurt a. M.
- REINIG, W. (1970): Ökologische Studien an mittel- und südosteuropäischen Hummeln (*Bombus* Latr., 1802; Hym., Apidae). – *Mitteilungen der Münchner Entomologischen Gesellschaft*, 60: 1-56.
- SCHARNHORST, V. S., THIEROLF, K., NEUMAYER, J., BECSI, B., FORMAYER, H., LANNER, J., OCKERMÜLLER, E., MIRWALD, A., KÖNIG, B., KRIECHBAUM, M., MEIMBERG, H., MEYER, P., RUPPRECHT, C. & PACHINGER, B. (2023): Changes in Community Composition and Functional Traits of Bumblebees in an Alpine Ecosystem Relate to Climate Warming. – *Biology*, 12: 316.  
[doi: 10.3390/biology12020316](https://doi.org/10.3390/biology12020316)
- SCHERTLER, R. (2009): Au-Schoppennau – Kräutergarten im Holdamoos. – In: BERTOLINI, R.: Bodengut. Vom Zauber Vorarlberger Gärten. – 319 S. (152-153); Bregenz (Bertolini).
- SCHNELLER, B. (2014): Die Hummeln Vorarlbergs. – Diplomarbeit an der Universität Wien (unveröffentlicht): 83 S.; Wien.
- SCHNELLER, B., GEREBEN-KRENN, B.-A., NEUMAYER, J., BOSSERT, S. & KRENN, H. W. (2014): Diversität, Lebensraumpräferenzen und Blütenbesuch der Hummeln (Hymenoptera: Apidae: *Bombus*) in Vorarlberg (Österreich). – *Acta ZooBot Austria*, 150/151: 135-156.

- SCHWARZ, M. & GUSENLEITNER, F. (1997): Neue und ausgewählte Bienenarten für Österreich. Vorstudie zu einer Gesamtbearbeitung der Bienen Österreichs (Hymenoptera, Apidae). – Entomofauna, 18(20): 185-256.
- SCHWARZ, M. & GUSENLEITNER, F. (1999): Weitere Angaben zur Bienenfauna Österreichs. Vorstudie zu einer Gesamtbearbeitung der Bienen Österreichs II (Hymenoptera, Apidae). – Entomofauna, 20(11): 185-256.
- SCHWARZ, M. & GUSENLEITNER, F. (2000a): Weitere Angaben zur Bienenfauna Österreichs sowie Beschreibung einer neuen *Chelostoma*-Art aus der Westpaläarktis. Vorstudie zu einer Gesamtbearbeitung der Bienen Österreichs IV (Hymenoptera, Apidae). – Entomofauna, 21(12): 133-164.
- SCHWARZ, M. & GUSENLEITNER, F. (2000b): Weitere Angaben zur Bienenfauna Österreichs. Vorstudie zu einer Gesamtbearbeitung der Bienen Österreichs V (Hymenoptera, Apidae). – Entomofauna, 21(32): 457-468.
- SCHWARZ, M., GUSENLEITNER, F. & KOPF, T. (2005): Weitere Angaben zur Bienenfauna Österreichs sowie Beschreibung einer neuen *Osmia*-Art. Vorstudie zu einer Gesamtbearbeitung der Bienen Österreichs VIII (Hymenoptera, Apidae). – Entomofauna, 26(8): 117-164.
- VOITH, J., DOCZKAL, D., DUBITZKY, A., HOPFENMÜLLER, S., MANDERY, K., SCHEUCHL, E., SCHUBERTH, J. & WEBER, K. (2021): Rote Liste und Gesamtartenliste Bayern. Bienen - Hymenoptera, Anthophila. Stand 2021. – 38 S.; Augsburg (Bayerisches Landesamt für Umwelt).
- WALTHER-HELLWIG, K., FOKUL, G., FRANKL, R., BÜCHLER, R., EKSCHEMITT, K. & WOLTERS, V. (2006): Increased density of honeybee colonies affects foraging bumblebees. – Apidologie, 37(5): 517–532.  
[doi: 10.1051/apido:2006035](https://doi.org/10.1051/apido:2006035)
- WESTRICH, P. (2018): Die Wildbienen Deutschlands. – 821 S.; Stuttgart (Ulmer).
- WESTRICH, P., SCHWENNINGER, H.R., HERRMANN, M., KLATT, M., KLEMM, M., PROSI, R. & SCHANOWSKI, A. (2000): Rote Liste der Bienen Baden-Württembergs. – 3., neu bearbeitete Fassung: 56 S.; Karlsruhe (Landesanstalt für Umweltschutz Baden-Württemberg; Fachdienst Naturschutz).  
[Permalink https://pd.lubw.de/18441](https://pd.lubw.de/18441)
- WESTRICH, P., FROMMER, U., MANDERY, K., RIEMANN, H., RUHNKE, H., SAURE, C. & VOITH, J. (2011): Rote Liste und Gesamtartenliste der Bienen (Hymenoptera, Apidae) Deutschlands. 5. Fassung, Stand Februar 2011 – In: BINOT-HAFKE, M., BALZER, S., BECKER, N., GRUTT-KE, H., HAUPT, H., HOFBAUER, N., LUDWIG, G., MATZKE-HAJEK, G. & STRAUCH, M. [Red.]: Rote Liste gefährdeter Tiere, Pflanzen und Pilze Deutschlands. Band 3: Wirbellose Tiere (Teil 1). – Naturschutz und Biologische Vielfalt, 70(3): 373-416.
- WITT, R. (2016): Vorkommen und Bestandsituation seltener Hummelarten (*Bombus*) in Niedersachsen und Bremen (Hymenoptera: Apidae). – Ampulex, 8: 24-39.
- WITT, R. (2017): Plüschbrummer – Die Hummeln Deutschlands. – 10 S.; Oldenburg (Vademecum).
- WOLF, S., ROHDE, M. & MORITZ, R. F. A. (2010): The reliability of morphological traits in the differentiation of *Bombus terrestris* and *B. lucorum* (Hymenoptera: Apidae). – Apidologie, 41(1): 45-54.  
[doi: 10.1051/apido/2009048](https://doi.org/10.1051/apido/2009048)