

Mitt. bad. Landesver. Naturkunde u. Naturschutz	N. F. 14	3	697-715	1988	Freiburg im Breisgau 1. Dez. 1988
--	----------	---	---------	------	--------------------------------------

Pollensammel-Präferenzen bei Hummeln – ein Vergleich mit der Honigbiene*

VON

ANSELM KRATOCHWIL und ANDREAS KOHL, Freiburg i. Br.**

Zusammenfassung: Seit mehreren Jahren studieren wir Habitat- und Pollensammel-Präferenzen verschiedener Hummelarten in zwei verschiedenen Untersuchungsgebieten der Südlichen Oberrheinebene auf der Basis von Transekt-Untersuchungen und der Analyse von Corbicularpollen in Nestern gehaltener Hummelvölker. Die 8 untersuchten Hummelarten verhalten sich nicht gleich: Arten mit geringeren Präferenzen stehen solche mit höheren Präferenzen gegenüber. Letztere (*Bombus terrestris*, *B. lucorum*, *B. lapidarius*) ähneln in ihrer Sammelstrategie, der Nutzung einzelner weniger aber dafür blühdominanter Pflanzenarten als Nektar- und Pollenquelle, der Honigbiene. Eine besondere Bedeutung haben für diese Hummelarten je nach Jahreszeit kräuterreiche Glatthaferwiesen, die Saumgesellschaften des Indischen Springkrautes (*Impatiens glandulifera*), aber auch einzelne Baumarten (z. B. Winterlinde, *Tilia cordata*). Gemeinsamkeiten, aber auch Unterschiede zwischen diesen Hummelarten und der Honigbiene werden diskutiert.

Summary: For several years the habitat and the pollen foraging preferences of bumblebees (*Bombus*; *Hymenoptera*: *Apoidea*) have been studied based on the transect method and the determination of corbicular pollen in two different sites in the Rhine plain near Freiburg (SW-Germany). The bumblebee species differ in their behaviour: species with high preferences (*Bombus terrestris*, *B. lucorum*, *B. lapidarius*) contrast with those species of smaller preferences (*Bombus pascuorum*, *B. sylvarum*). The first group exhibits a foraging strategy similar to that of *Apis mellifera* in which only a few plant species are preferred, but these are mass flowering species. These bumblebees prefer the oatgrass meadow (*Arrhenatheretum*) which is rich in flowering herbs, the 'hem' (tall herb) community of *Impatiens glandulifera* and some tree species (e.g., *Tilia cordata*) when foraging for pollen and/or nectar. Similarities and differences between the foraging strategies of bumblebees and honeybees are discussed.

* Die Ergebnisse dieser Arbeit wurden anlässlich der Tagung der Internationalen Union zum Studium sozialer Insekten, Deutschsprachige Sektion (7.-10. Oktober 1987, Bayreuth) vorgetragen.

** Anschrift der Verfasser: Dr. A. KRATOCHWIL, Dipl.-Biol. A. KOHL, Biol. Inst. II (Geobotanik), Schänzlestraße 1, D-7800 Freiburg i. Br.

1. Einführung

Wenngleich es zwischen Hummeln und Honigbienen zahlreiche Unterschiede gibt, so lassen sich dennoch einige wesentliche Übereinstimmungen finden. Beiden gemein ist die soziale Lebensweise, der Aufbau eines Volkes mit hoher Individuenzahl, die lange Flug- und Aktivitätszeit im Jahresverlauf mit mehreren aufeinanderfolgenden Arbeiterinnen-Generationen. Um die Eigenernährung, aber auch die Versorgung der Brut über einen so großen Zeitraum im Jahr zu gewährleisten, müssen beide, Hummel und Honigbiene, ein großes Pflanzenarten-Spektrum nutzen können, denn keine Pflanzenart blüht über die gesamte Aktivitätszeit eines Volkes und bietet dabei genügend Pollen und Nektar. Die „Handhabung“ der verschiedenen Blumentypen der in ihrer Blühzeit gestaffelten Pflanzenarten setzt deshalb ein großes Lernvermögen voraus. Hinzu kommt sowohl bei Hummeln als auch bei Honigbienen eine besonders große Flugleistung, die es ihnen gestattet, weite Bereiche um das Nest oder den Bienenstock befliegen zu können.

Von der Honigbiene wissen wir, daß sie während der Vegetationsperiode, so z. B. im Schweizerischen Mittelland, Berner Oberland und Tessin, ca. 60–150 Pflanzenarten aufsucht, um den Pollenbedarf eines Volkes zu decken (WILLE & WILLE 1981, 1984). Quantitativ betrachtet beruht letztlich die Eiweißversorgung jedoch auf nur wenigen, dafür aber besonders trachtreichen Pflanzenarten, so z. B. Mais, Raps, Rübsen, Löwenzahn, verschiedene Klee-Arten, aber auch Laubbäume wie z. B. Buche, Eiche, Pappel, Weide oder Edelkastanie (WILLE & WILLE 1983, 1984; WILLE, H. et al. 1985). Bezogen auf die gesamte Flugzeit sind für die Pollenversorgung eines Volkes in der Regel nur 15–25 Pflanzenarten entscheidend (WILLE & WILLE 1984). Auch die pollenanalytischen Untersuchungen an Pollenhöschchen, die über Pollenfallen gewonnen wurden, ergaben bei einem reichlichen Angebot lediglich 3–5 Pollenarten pro Tag; bei Abklingen der Hauptpollenquellen war ein Ansteigen auf maximal 25–35 Pollenarten festzustellen (WILLE & WILLE 1984). Honigbienen konzentrieren sich somit immer auf die ergiebigsten Trachtquellen, auch wenn diese weiter entfernt liegen (WILLE & WILLE 1984). Die Unterschiede in der Pollenversorgung einzelner Völker sind zum Teil beträchtlich, sogar bei Völkern eines Bienenstandes. Hinzu kommen Unterschiede nach Jahreszeit, in verschiedenen Jahren und nach verschiedenen Lokalitäten (WILLE, H. 1984).

Auch wenn wir noch keine eigenen Untersuchungen an der Honigbiene durchgeführt haben, so wollen wir dennoch zeigen, daß viele Ergebnisse, die an der Honigbiene gewonnen wurden, auch für andere soziale Insektenarten gelten, so auch für einzelne Hummelarten. Natürlich haben unsere Untersuchungen zunächst nur einen lokalen bis regionalen Bezug, dennoch können wir auch in gewissem Umfang allgemeingültige Aussagen über das Pollensammelverhalten verschiedener Hummelarten ableiten. Im Rahmen dieser Darstellung sei ein erster vorläufiger Vergleich im Sammelverhalten von Hummeln und Honigbienen gezogen.

2. Untersuchungsgebiete

Bei einem der Untersuchungsgebiete handelt es sich um ein großflächiges und vielfältiges Vegetationsmosaik verschiedener Rasengesellschaften in dem etwa 50 km nördlich von Freiburg, am Rhein gelegenen Naturschutzgebiet „Taubergießen“. Den flächenmäßig größten Anteil stellen hier recht trockene zweischürige Glatthaferwiesen (*Arrhenatheretum*), zum Teil kommen aber auch einschürige

oder sogar verbrachte Bestände vor. In einigen Bereichen gibt es blumenbunte und besonders orchideenreiche Halbtrockenrasen (Mesobrometum). Eingesprengt sind kleinflächig an trockensten Standorten Volltrockenrasen (Xerobrometum) und an zumindest zeitweise feuchten Stellen wechsellückene Pfeifengraswiesen (Molinietum). Als weitere landschaftsbestimmende Elemente kommen die Gesellschaft des Indischen Springkrautes (*Impatiens glandulifera*) und ebenfalls häufig Gebüschgesellschaften der Ordnung Prunetalia spinosae (Eurosibirische Schlehengebüsche) vor. An diese grenzen einerseits Waldgesellschaften an, im wesentlichen der Eichen-Ulmen-Auenwald (Quercu-Ulmetum), andererseits großflächig Äcker.

Das andere Untersuchungsgebiet liegt im Zentrum des Kaiserstuhls, bei Schelingen im Naturschutzgebiet „Scheibenbuck“. Dort wachsen in steiler Süd-Ost-Exposition blumenbunte und teilweise durch Aufgabe der Bewirtschaftung besonders Pflanzenarten-reiche Halbtrockenrasen (Mesobrometum). Das Mesobrometum ist auch die im Kaiserstuhl dominierende Rasengesellschaft. Kleinflächig ist häufig am Hangfuß eine verbrachte Glatthaferwiese ausgebildet. Umgeben sind diese Halbtrockenrasen häufig vom Schlehen-Ligusterbusch (Pruno-Ligustretum), der die Kontaktgesellschaft zu den angrenzenden, durch ehemalige Niederwaldwirtschaft recht lichten Eichen-Hainbuchen-Wäldern (Quercu-Carpinetum) bildet. Als weitere Waldgesellschaft stockt in der Nähe ein Waldmeister-Buchenwald (Asperulo-Fagetum), auf der gegenüberliegenden Seite des Bergkammes dominiert Reb-
gelände.

Die beiden Untersuchungsgebiete wurden in vorangegangenen Arbeiten ausführlicher charakterisiert (KRATOCHWIL 1983, 1984; STEFFNY et al. 1984).

3. Methoden

Zur Klärung von Lebensraum- und Pollensammel-Präferenzen wenden wir 2 Methoden an:

- a) Transekt- oder Streifenmethode,
- b) Analyse von Corbicularpollen in künstlichen Nestern gehaltener Hummelarten.

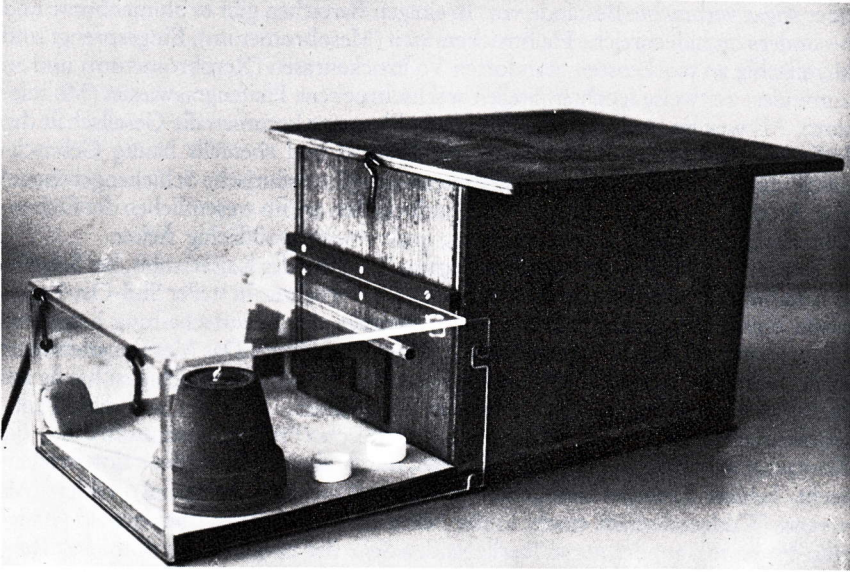
Zu a): Bei der Transektmethode werden zunächst in homogenen Beständen einzelner Pflanzengesellschaften Wegstrecken von 250–300 m Länge festgelegt. In wöchentlichen Intervallen, der Untersuchungszeitraum umfaßt die Monate Mai bis September, geht der Beobachter in der Regel mehrmals täglich in gleichmäßigem, langsamem Schrittempo die festgelegte Strecke ab und notiert alle in einem gut überschaubaren Ausschnitt (ungefähr 2–3 m links bzw. rechts des Weges) angetroffenen Hummelarten. In einem speziellen Erhebungsbogen werden neben Angaben zum Verhalten dieser Arten, z. B. Flug, Blütenbesuch, Nektaraufnahme, Pollensammeln, außerdem die Uhrzeit und Wetterdaten (Temperatur, relative Luftfeuchtigkeit, Sonnenschein, Bewölkungsgrad, Windstärke) erfaßt. Die Dauer eines Transekt-Ganges wird ganzjährig beibehalten.

Anhand der auf den Transekt-Gängen beobachteten Blütenbesuche lassen sich Aussagen über die Breite des von den einzelnen Arten genutzten Nahrungspflanzen-Spektrums machen. Wir benutzen hierbei die von COLWELL & FUTUYMA (1971) entwickelte Formel, mit welcher die sog. Nahrungs-Nischenbreite (NB) einer Art berechnet werden kann:

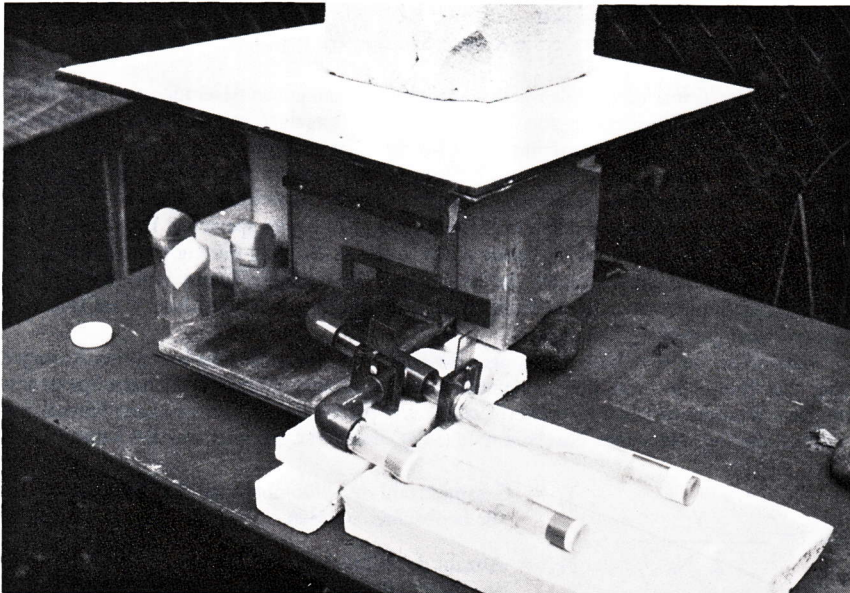
$$NB_i = \frac{Y_i^2}{\sum_j N_{ij}^2}$$

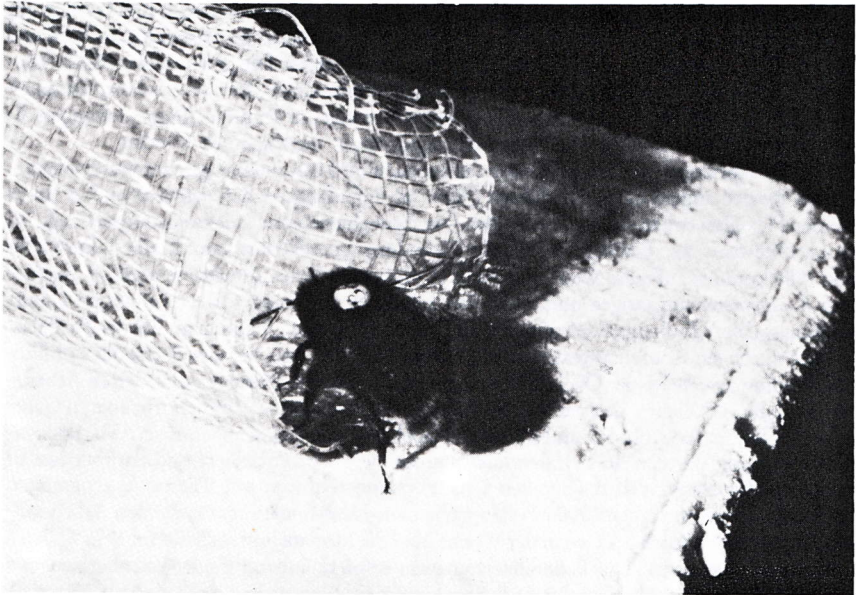
Y_i = Gesamtanzahl der Blütenbesuche der Art i, die beobachtet wurden

N_{ij} = Anzahl der Blütenbesuche der Art i an der jeweiligen Pflanzenart j

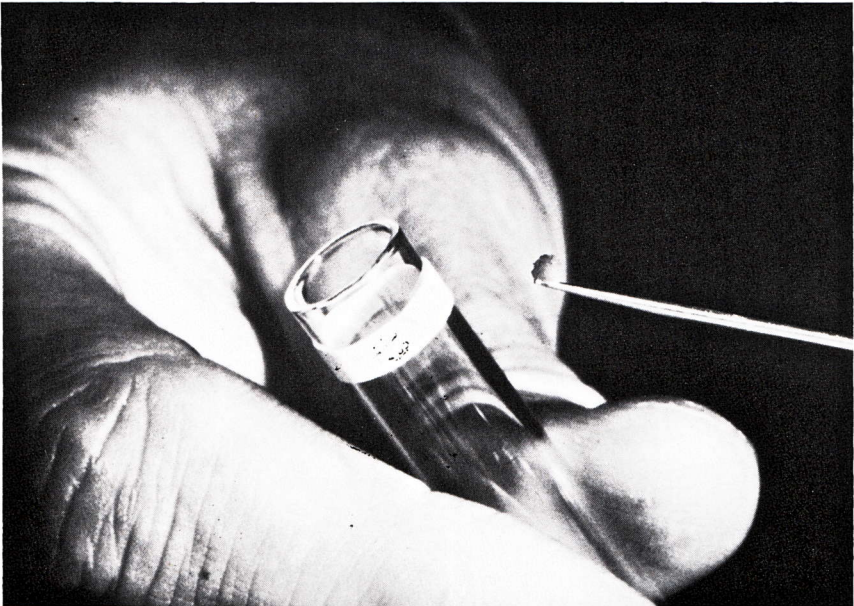


- Abb. 1: a) Holznistkasten mit Plexiglas-Vorbau zur Anzucht eines Hummelvolkes. Die Hummelkönigin wird mit Pollen eines Honigbienen-Volkes versorgt, an kleinen Schälchen kann sie Zuckerlösung, an einem nassen Schwämmchen Wasser aufnehmen. Ein Blumentopf in einem mit Wasser gefüllten Schälchen dient zur Erhöhung der Luftfeuchte.
- b) Nistkasten mit vorgesetztem Röhrensystem zur Regulation des Ein- und Ausflugs und mit einem beweglichen Gazeinsatz zum Festhalten der mit Pollen eintreffenden Arbeiterinnen.





- c) Ankommende, mit einem bezifferten Opalith-Plättchen markierte Steinhummel-Arbeiterin (*Bombus lapidarius*).
d) Mit einer Nadel entferntes Pollen-Paket.
(Photo a: A. KOHL, Photo: b-d: A. KRATOCHWIL).



Der errechnete Wert wird um so kleiner, je weniger Pflanzenarten eine Hummelart in um so höherem Maße nutzt, er erhöht sich mit steigender Anzahl der genutzten Ressourcen und mit zunehmender Gleichverteilung der Blütenbesuchs-Zahlen. Die gewonnenen Werte können als ein quantitatives Maß für die Blütenbesuchs-Präferenzen der untersuchten Hummelarten dienen. — Die hier vorgestellten Ergebnisse basieren auf Transekt-Untersuchungen die in den Jahren 1979–1983 in den Untersuchungsgebieten durchgeführt wurden.

Zu b): Im April und Mai bei der Nestsuche beobachtete Hummelköniginnen wurden in einzelnen speziell angefertigten Nistkästen (Abb. 1a) in Gefangenschaft gehalten und in einem kleinen Plexiglasvorbau so lange mit Pollen von Honigbienen und Zuckerlösung versorgt, bis es zum Nestbau, zur Eiablage und zu der Gründung eines Volkes kam. In den Jahren 1985 und 1986 konnten auf diese Weise insgesamt 11 Völker der Arten *Bombus terrestris*, *B. lucorum* und *B. lapidarius* aufgezogen und nach dem Schlüpfen der ersten Arbeiterinnen im Untersuchungsgebiet „Taubergießen“ zum Freiflug gebracht werden. Hierbei mußte der Plexiglas-Vorbau durch ein Röhrensystem ersetzt werden (Abb. 1b), welches eine Kontrolle von Ein- und Ausflug gewährleistet. Die individuell mit einem Opalith-Plättchen markierten Arbeiterinnen (Abb. 1c), ließen sich nach einem Sammelflug in einem zusammendrückbaren Gaze-Schlauch festhalten (Abb. 1c) und mit einer Nadel ein Pollenpaket abnehmen (Abb. 1d). An- und Abflugzeit der einzelnen Individuen wurden genau protokolliert und darüber hinaus auch der Witterungsverlauf über den Untersuchungszeitraum mit Thermohygrographen registriert. Insgesamt lagen 10000 Pollenproben zur Determination vor, die den Arbeiterinnen an durchschnittlich 3 Tagen in der Woche über die Monate Juni bis September in 2 Jahren abgenommen wurden. Die Pollendetermination erfolgte anhand eines Pollenherbars von Pflanzen des Untersuchungsgebietes lichtmikroskopisch an nicht acetolysiertem Material.

Von beiden Untersuchungsgebieten liegen genaue Blühdigramme der entomophilen Pflanzenarten vor, die aus repräsentativen Dauerbeobachtungsflächen der verschiedenen Pflanzengesellschaften gewonnen wurden. Wir haben aus dem Untersuchungsgebiet „Scheibenbuck“ von 42 Dauerbeobachtungsflächen über die gesamte Vegetationsperiode quantitative Erhebungen (Anzahl der Blüten und Blütenstände auf 10×10 m) von insgesamt 71 Pflanzenarten über 2 Jahre, im Untersuchungsgebiet „Taubergießen“ von 6 Flächen und 120 Pflanzenarten über 5 Jahre. Die genaue Kenntnis des vorhandenen Blütenpflanzen-Angebotes einschließlich der Blühphänologie im Gebiet erleichterte die Pollendetermination erheblich. Darüber hinaus ist in einem Umkreis von 1 km der im „Taubergießen“ aufgestellten Hummel-Nistkästen das Gebiet genau pflanzensoziologisch kartiert.

4. Ergebnisse und Diskussion

4.1 Transekt-Untersuchungen

Die Transekt-Untersuchungen ergaben, daß trotz großer Flugleistung, Mobilität und der Fähigkeit der Hummeln, so gut wie alle entomophilen Pflanzenarten nutzen zu können, dennoch klare Präferenzen für bestimmte Rasengesellschaften in den untersuchten Monaten Mai bis August zu erkennen sind. Die deutlichsten Präferenzen zeigt dabei die Gruppe 1 (Abb. 2), deren Vertreter sich im wesentlichen in den einschürigen Glatthaferwiesen aufhalten, so die Dunkle Erdhummel *Bombus terrestris*, die Steinhummel *B. lapidarius* (Abb. 1c) und die Helle Erdhummel *B. lucorum* (Abb. 3a). Die 2. Gruppe besitzt ein Schwerpunktorkommen in einem kleinräumigen aber faziesreichen Gesellschaftsmosaik und setzt sich aus der Wiesenhummel *Bombus pratorum*, der Veränderlichen Hummel *B. humilis* und der Gartenhummel *B. hortorum* (Abb. 3b) zusammen. Bei der 3. Gruppe handelt es sich um Arten, die sich mehr oder weniger gleichmäßig auf alle untersuchten Flächen verteilen: die Ackerhummel *Bombus pascuorum* (Abb. 3c) und die Waldhummel *B. sylvarum* (Abb. 3d).

Während der innerhalb einer Vegetationsperiode durchgeführten Transekt-Untersuchungen konnten ca. 5000 Blütenbesuche von Hummeln an insgesamt 44 Pflanzenarten registriert werden. Die meisten Blütenbesuche (fast 70 %) wurden dabei an der Vogelwicke *Vicia cracca* (32 %; Abb. 3a), am Rotklee *Trifolium pratense* (11 %), an der Wiesen-Platterbse *Lathyrus pratensis* (10 %), am Natterkopf *Echium vulgare* (9 %; Abb. 3b) und am Dornigen Hauhechel *Ononis spinosa* (7 %) festge-

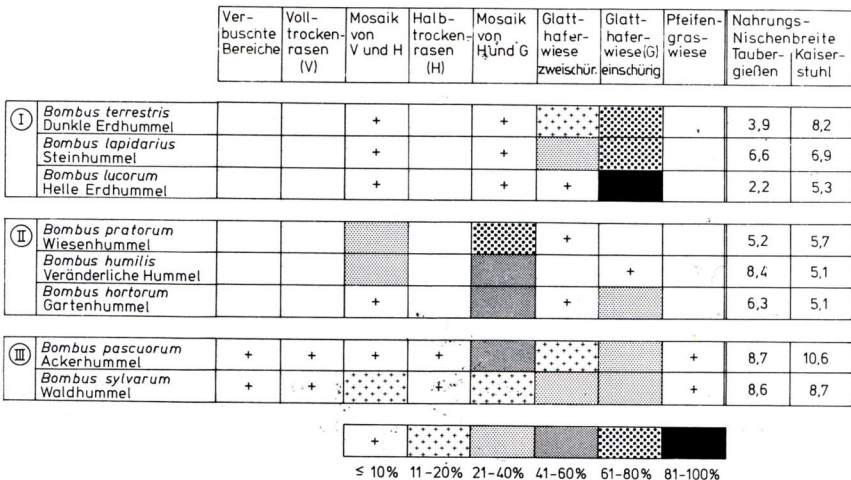


Abb. 2: Typische Hummelarten des Untersuchungsgebietes „Taubergießen“ und ihre Lebensraum-Präferenzen.

I = Arten mit einem deutlichen Schwerpunkt in einer Pflanzengesellschaft;

II = Arten mit einem Schwerpunktorkommen in einem kleinräumigen Gesellschaftsmosaik;

III = Arten, die mehr oder weniger gleichmäßig auf die untersuchten Flächen verteilt sind.

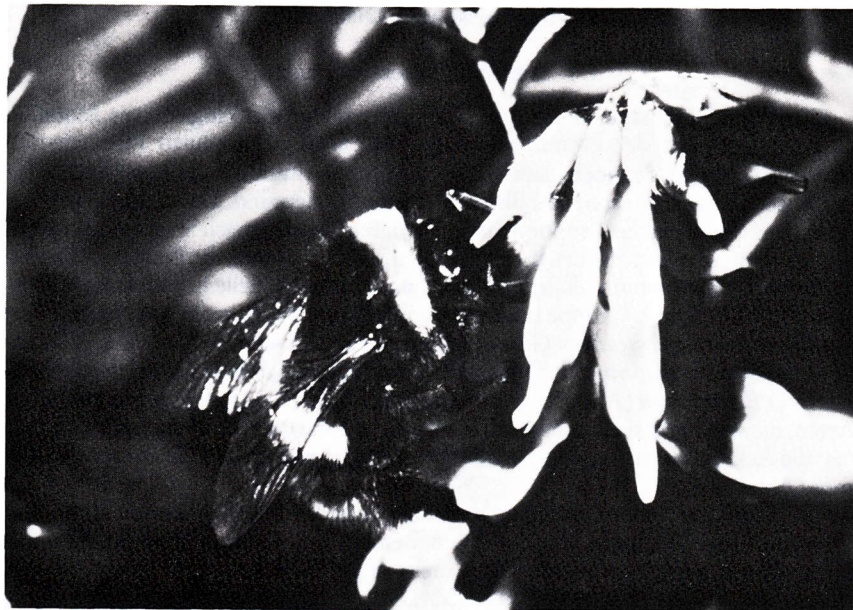
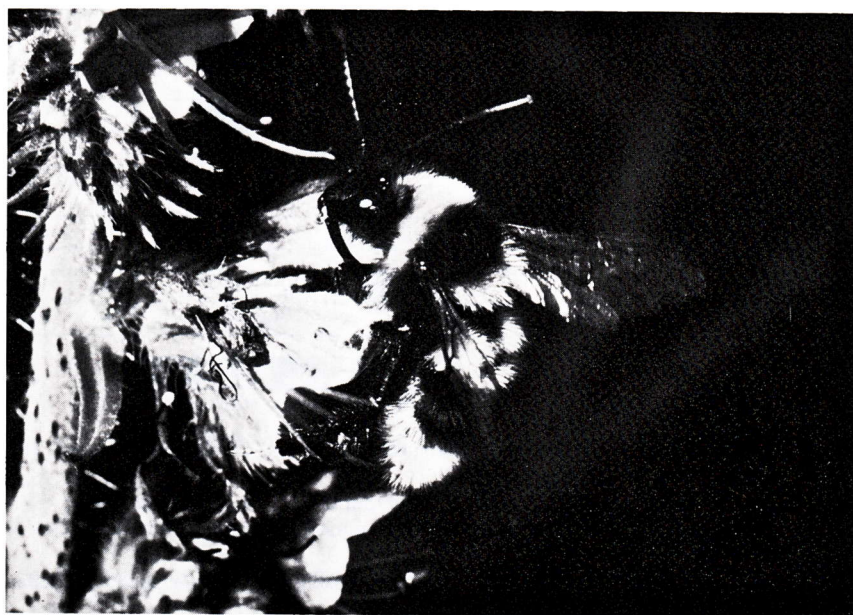


Abb. 3: a) Arbeiterin der Hellen Erdhummel (*Bombus lucorum*) an der Vogelwicke (*Vicia cracca*); Taubergießen, 3. 7. 1987;
b) Männchen der Gartenhummel (*B. hortorum*) am Natterkopf (*Echium vulgare*); Taubergießen, 9. 7. 1987;





- c) Waldhummel-Männchen (*B. sylvanum*) am Aufrechten Ziest (*Stachys recta*);
Scheibebuck, 11. 9. 1982;
d) Ackerhummel-Männchen (*B. pascuorum*) am Aufrechten Ziest (*Stachys recta*);
Scheibebuck, Juli 1982.
(Photo: a-d: A. KRATOCHWIL).



stellt werden. Die Beschränkung der Hummeln auf 5 Pflanzenarten ist deshalb so erstaunlich, da zum selben Zeitpunkt im Untersuchungsgebiet etwa 35–40 andere Pflanzenarten, die auch von Hummeln genutzt werden können, ebenfalls in Blüte waren.

Daß dies nicht nur ein lokales Ergebnis ist, zeigt ein Vergleich mit den Untersuchungen von TERÄS (1976) aus Süd-Finnland. Auch dort waren in einem größeren Gebiet zu Beginn des Juli *Lathyrus pratensis*, über den gesamten Juli *Vicia cracca* und im August *Trifolium pratense* die wichtigsten von Hummeln besammelten Pflanzenarten, obwohl wie im Taubergießen-Gebiet auch etwa 35–40 andere entomophile Pflanzenarten blühten.

Eine Analyse nach pflanzensoziologischen Kriterien ergab, daß die Hummeln zu 71 % Pflanzenarten des Wirtschaftsgrünlandes (Molinio-Arrhenatheretea-Arten) besuchten, solche der Steppen- und Trespenrasen (Festuco-Brometea-Arten) hingegen nur zu 16 %, die der Sandrasen und Felsgrusfluren (Sedo-Scleranthetea-Arten) gar nur zu 9 %. Hieraus resultiert auch die Habitat-Präferenz: Glatthaferwiese vor Trockenrasen.

Eine entscheidende Rolle spielen für die Hummeln Pflanzenarten mit dorsiventralen (monosymmetrischen) Einzelblüten, auf die allein 91 % aller Blütenbesuche entfielen. Am stärksten waren hierbei mit 71 % Blüten des Fabaceen-Typs (Schmetterlingsblütler) vertreten, z. B. Wundklee *Anthyllis vulneraria*, Vogelwicke *Vicia cracca*, Wiesen-Platterbse *Lathyrus pratensis*.

Die Ergebnisse zeigen: Nicht die hohe Diversität blühender Pflanzenarten in einer Pflanzengesellschaft, sondern die Dominanz einzelner weniger, von den Hummeln gut nutzbarer Pollen- und Nektar-reicher Pflanzenarten entscheidet über das Vorkommen einer artenreichen Hummel-Gemeinschaft. Daß das Vorkommen von blühdominanten Pflanzenarten die Attraktivität eines Gebietes für Hummeln beeinflusst, zeigt auch ein Vergleich der Blütenbesuchs-Häufigkeiten in den Pflanzengesellschaften mit Pflanzenarten geringerer Blühdominanz (Voll-, Halbtrockenrasen, Pfeifengraswiese), mit solchen, die Pflanzenarten mit hoher Blütendichte aufweisen (Glatthaferwiese). Nur in letzteren waren hohe Blütenbesuchs-Zahlen zu verzeichnen.

Ein Grund für die Präferenz von Pflanzengesellschaften mit blühdominanten Pflanzenarten ist das von Hummeln bevorzugte blumenstete Verhalten. Zwar können die Tiere aufgrund ihres großen Lernvermögens viele verschiedene Pflanzenarten nutzen, dennoch beschränken sie sich auf einzelne Pflanzenarten, die sie nach Erfahrung leicht handhaben und möglichst rationell, das heißt energiesparend und gewinnbringend besammeln können. Blumenstetigkeit als Sammelstrategie „lohnt“ sich nur in Pflanzengesellschaften mit blühdominanten Arten, zumal die Blüten und Blütenstände in hoher Dichte stehen und somit zwischen den einzelnen Nahrungsquellen keine langen Flugstrecken liegen.

Die einzelnen Hummelarten zeigen Unterschiede in der Breite des genutzten Nahrungspflanzen-Spektrums (Abb. 2): *Bombus sylvarum* und *B. pascuorum* (Abb. 3c, d) besitzen die größte Nahrungs-Nischenbreite, beide zeigen auch keine deutlichen Habitatschwerpunkte im Untersuchungsgebiet und verteilen sich mehr oder weniger gleichmäßig auf die untersuchten Pflanzengesellschaften. Die kleinsten Werte verzeichnen *B. terrestris* und *B. lucorum* (Abb. 3a), die innerhalb der Rasengesellschaften ihren Schwerpunkt in den einschürigen Glatthaferwiesen haben. Auch *B. lapidarius* besitzt einen Nischenbreiten-Wert unter 7. In der Gruppe 2 unterscheiden sich die beiden Arten *Bombus pratorum* und *B. humilis* deutlich in ihrem Wert; dies hat phänologische Gründe. Die früher im Jahr fliegende Art *B. pra-*

torum nutzt den zu ihrer Hauptflugzeit in dem kleinflächigen Mosaik Voll-/Halbtrockenrasen in hoher Blumdichte vorkommenden Wundklee *Anthyllis vulneraria* besonders häufig. Deshalb besitzt sie auch einen geringeren Wert in der Nahrungs-Nischenbreite. In der Gruppe 2 hat auch die Gartenhummele *B. hortorum* (Abb. 3b) einen recht geringen Wert in der Nahrungs-Nischenbreite. Gegenüber allen anderen im Gebiet vorkommenden Hummelarten besitzt sie den längsten Rüssel und kann deshalb auch nur besonders tiefkronige Blüten besuchen. Das dadurch eingeschränkte Pflanzenarten-Spektrum spiegelt sich in einem entsprechend geringen Wert in der Nahrungs-Nischenbreite wider.

In diesem Zusammenhang sei auf ein Phänomen hingewiesen, das eine Erklärung für die zwischen den einzelnen Hummelarten recht unterschiedliche Breite des genutzten Nahrungspflanzen-Spektrums geben könnte.

Die Arbeiterinnen derjenigen Hummelarten, die den geringsten Nahrungsnischen-Wert besitzen, variieren hinsichtlich ihrer Körpergröße kaum (z. B. *B. terrestris*, *B. lucorum*), die mit dem größten Wert jedoch stark (*B. sylvarum*, *B. pascuorum*). Da eine positive Korrelation zwischen der innerartlichen Körpergröße der Arbeiterinnen und ihrer Rüssellänge festzustellen ist (SOWIG mündl.), können entsprechende Arten mit einer größeren Körpergrößen-Variation und damit recht unterschiedlichen Rüssellängen (*B. sylvarum*, *B. pascuorum*) ein viel größeres Pflanzenarten-Spektrum nutzen als solche mit einer kleineren (*B. terrestris*, *B. lucorum*). Für diese letzteren Arten hingegen wäre eine Variation in der Körpergröße und damit auch in der Rüssellänge sogar höchst ungünstig, da ihre Blütenbesuchs-Strategie ja auf Blumenstetigkeit, auf die erlernte Spezialisierung auf bestimmte Pflanzenarten abzielt.

Es stellt sich nun die Frage, inwieweit solche Ergebnisse aus dem Naturschutzgebiet „Taubergießen“ repräsentativ sind. Ein Vergleich mit den Nischenbreiten-Werten, welche aus dem Naturschutzgebiet „Scheibenbuck“ (Kaiserstuhl) stammen (Abb. 2), zeigt bei vielen Arten eine gute Übereinstimmung, so z. B. bei *B. lapidarius*, *B. pratorum*, *B. hortorum* und *B. sylvarum*. Insgesamt liegen die Werte für die Untersuchungsfläche aus dem Kaiserstuhl höher. Größere Unterschiede sind bei *B. terrestris* zu verzeichnen, aber auch der Nischenbreiten-Wert von *B. lucorum* ist höher. Diese Unterschiede sind unter anderem darin begründet, daß im Kaiserstuhl den Hummeln vorwiegend Halbtrockenrasen zur Verfügung stehen, großflächige Glatthaferwiesen hier jedoch fehlen. Im Kaiserstuhl weisen ab Juni in der Regel nur noch die verbrachten Halbtrockenrasen blühdominante entomophile Pflanzenarten auf, so z. B. die Bunte Kronwicke *Coronilla varia* und der Gewöhnliche Dost *Origanum vulgare*. Im Vergleich dazu sind die großflächigen Glatthaferwiesen im Untersuchungsgebiet „Taubergießen“ im Hochsommer für Hummeln viel Nahrungsquellen-reicher. Hier können *B. terrestris* und *B. lucorum*, aber auch die anderen Arten viel blumensteter sammeln als in den Kaiserstühler Halbtrockenrasen; dies schlägt sich deutlich in dem dortigen Nischenbreiten-Wert nieder.

Je nach Präferenzgrad und der Größe des von den Hummeln genutzten Pflanzenarten-Spektrums reagieren die einzelnen Arten auch sehr unterschiedlich auf die sich jahreszeitlich ändernden Strukturen im Blütenangebot einer Pflanzengesellschaft. Dieser Wechsel kann durch die natürliche Abfolge bestimmter Blühaspekte unterschiedlicher Blühdominanz (biogen) oder aber auch durch Mahd (anthropogen) bedingt sein. Die Arten der Gruppe 1 (Abb. 2) zeigen bei einer Mahd der Glatthaferwiesen eine viel geringere Flexibilität, auf andere Pflanzengesellschaften ausweichen zu können, als die der Gruppe 3. So hatte z. B. *Bombus terrestris* auch nach der Mahd zahlreicher Glatthaferwiesen im Untersuchungsgebiet immer noch

einen Schwerpunkt in den wenigen noch ungemähten Beständen dieser Gesellschaft. Ein Wechsel auf andere Gesellschaften konnte nicht festgestellt werden. Gleiches gilt auch für *B. lucorum*. Die Arten *B. pascuorum* und *B. sylvarum* hingegen nutzten schnell auch andere Pflanzengesellschaften; ihre Sammelstrategie ist nicht auf das Vorhandensein möglichst blühdominanter Pflanzenarten ausgerichtet.

Die unterschiedliche Flexibilität der einzelnen Hummelarten ist auch sehr deutlich am Beispiel der sich jahreszeitlich ändernden Werte der Nahrungs-Nischenbreite zu erkennen (Abb. 4). Während sich die Werte von *B. terrestris* und *B. lucorum*

	Mai	Juni	Juli	August
<i>Bombus terrestris</i>	1,0	3,2	3,4	5,5
<i>Bombus lapidarius</i>	1,4	2,3	3,8	6,3
<i>Bombus lucorum</i>	1,8	2,0	2,0	-
<i>Bombus hortorum</i>	2,4	6,2	2,2	2,0
<i>Bombus sylvarum</i>	3,1	5,3	2,7	7,2
<i>Bombus pascuorum</i>	3,5	6,9	4,5	7,8

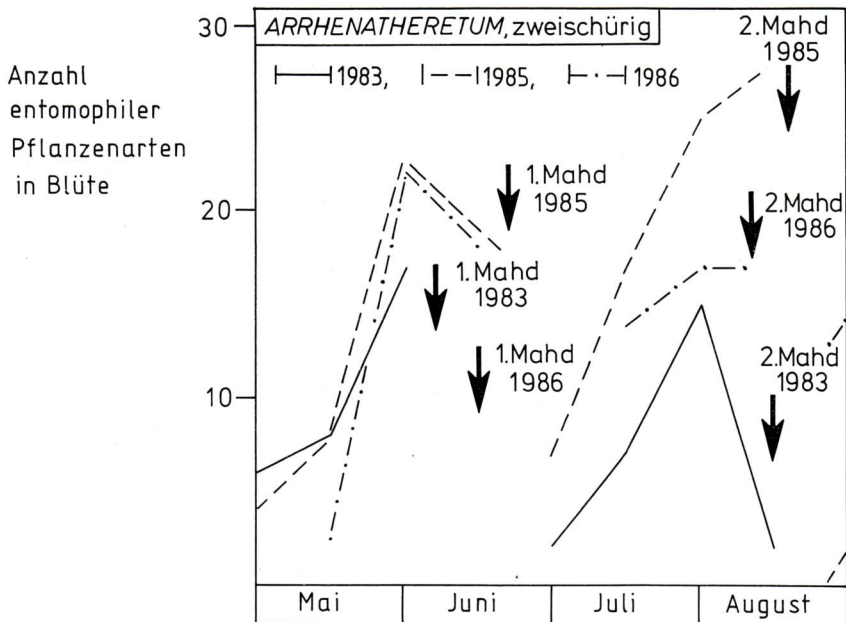


Abb. 4: Monatliche Nahrungs-Nischenbreiten der dominanten Hummelarten des Untersuchungsgebietes „Taubergießen“ für 1984, die Anzahl blühender entomophiler Pflanzenarten in den Monaten Mai bis August in den zweischürigen Glatthaferwiesen und die jeweiligen Mahdzeitpunkte in den Jahren 1983, 1985, 1986.

im Juni, als in Teilbereichen einzelne Glatthaferwiesen gemäht wurden (Abb. 4), nur geringfügig erhöhten, stiegen die Werte von *B. pascuorum*, *B. sylvarum*, aber auch von *B. hortorum* stark an. Die geringen Werte im Juli sind wiederum auf das Vorkommen blühdominanter Pflanzenarten zurückzuführen, die hohen Werte im August beruhen auf einer 2. Mahd (Abb. 4).

4.2 Analyse von Corbicularpollen¹⁾

Eine besonders genaue Methode, das Spektrum der von Hummeln besuchten Pollen-Pflanzenarten exakt beschreiben zu können, besteht in der Analyse des Pollens, der in das Nest eingetragen wurde. Über die Kenntnis der besammelten Pflanzenarten lassen sich wiederum nach pflanzensoziologischer Zuordnung Aussagen über den von den einzelnen Hummeln genutzten Lebensraum machen. Während bei den Transekt-Untersuchungen durch Wahl bestimmter Streckenabschnitte in bestimmten Habitat-Typen häufig nur ein Teil-Lebensraum erfaßt werden kann, bietet die Corbicular-Pollenanalyse die Möglichkeit einer Gesamtbeschreibung der Pollen-Pflanzenarten und Sammelhabitats, wobei auch solche Pollenquellen mit-erfaßt werden können, deren Beobachtung schwierig ist, wie höhere Strauch- und Baumarten.

Alle drei untersuchten Hummelarten (*Bombus terrestris*, *B. lucorum*, *B. lapidarius*) sammelten, wie die Häufigkeitsverteilung der Pollentypen pro Corbicular-Ladung zeigt, sehr blumenstet. Die Abb. 5 gibt die Verteilung eines *B. terrestris*-Volkes wieder; analog verhalten sich *B. lucorum* und *B. lapidarius*. So setzten sich insgesamt annähernd 85 % aller Pollenproben nur aus 1-2 Pollentypen zusammen.

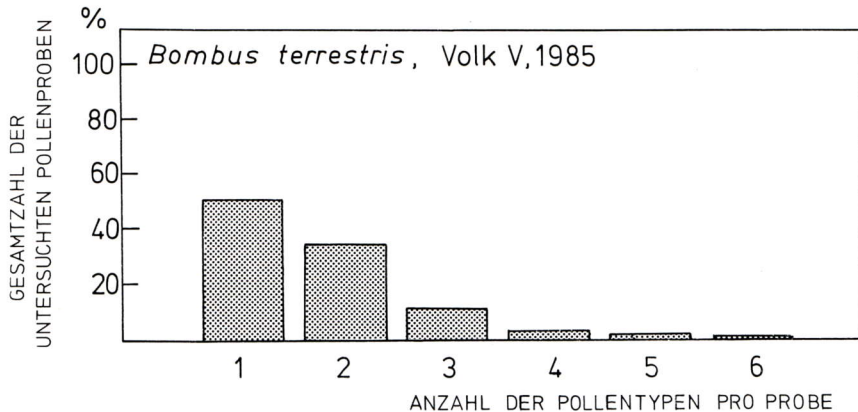


Abb. 5: Häufigkeitsverteilung der Anzahl verschiedener Pollentypen auf die untersuchten Corbicularpollen-Proben eines *Bombus terrestris*-Volkes in % (Probenzahl N = 3659).

¹⁾ Die Untersuchungen wurden im Rahmen einer Dissertation von A. KOHL (in Vorb.) durchgeführt.

Dieses Ergebnis, das eine hohe Blumenstetigkeit der einzelnen Arbeiterinnen widerspiegelt, deckt sich gut mit dem der Transekt-Untersuchungen, wonach diese 3 Hummelarten der Gruppe kleinster Nahrungs-Nischenbreite, das heißt größter Nahrungspflanzen-Präferenz angehören.

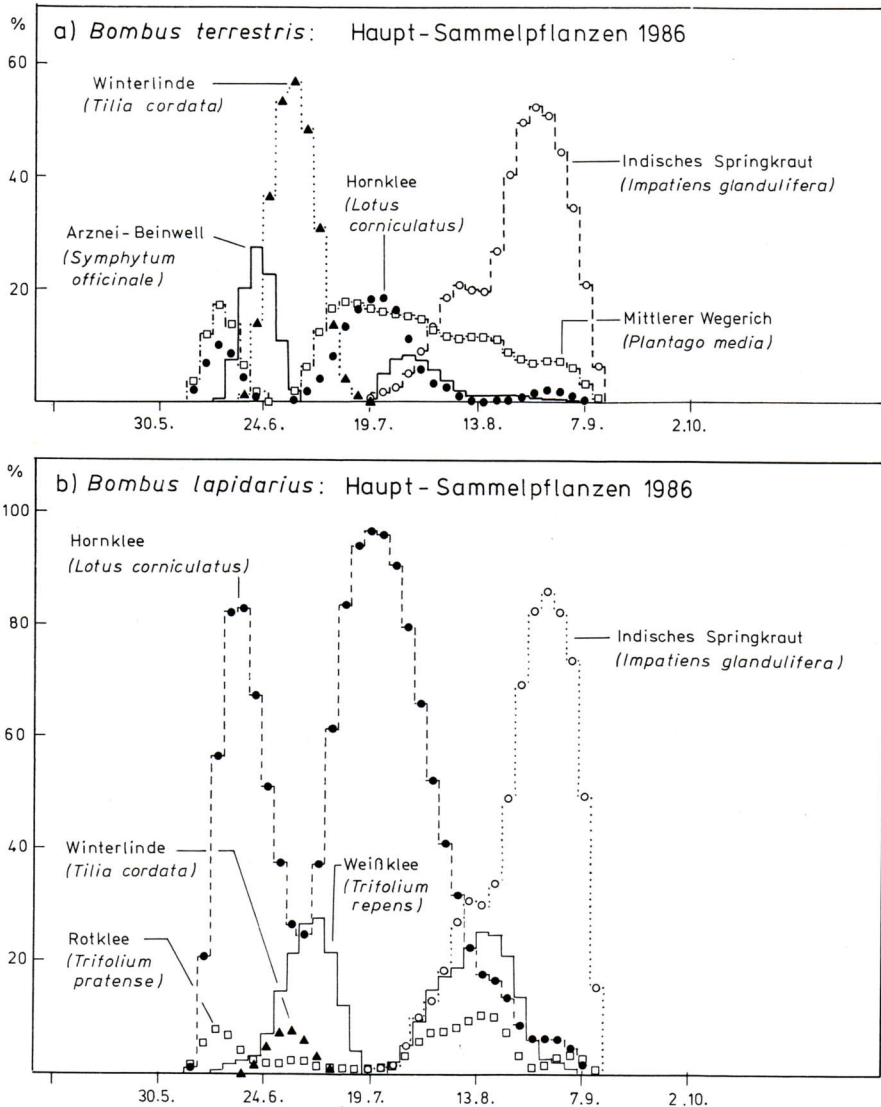


Abb. 6: Prozentualer Anteil des von *Bombus terrestris*- (a) und *B. lapidarius*-Arbeiterinnen (b) eingetragenen Pollens verschiedener Pflanzenarten während des Untersuchungszeitraumes.

(100 % = gesamte in einem Zeitraum von 3 Tagen eingetragene Pollenmenge;

Probenzahl für *B. terrestris*: N = 1677;

Probenzahl für *B. lapidarius*: N = 2559).

Obwohl über einen Zeitraum von mehr als 4 Monaten von den Hummeln Pollen eingetragen wurde, so sind es letztlich auch bei einer Vielzahl im Untersuchungsgebiet blühender entomophiler Pflanzenarten unter quantitativen Gesichtspunkten nur wenige, die eine entscheidende Rolle spielen. So besitzt ein *Bombus terrestris*-Volk im Gebiet in der Regel nur 2 dominierende Pollen-Pflanzenarten: die Winterlinde *Tilia cordata* und das Indische Springkraut *Impatiens glandulifera* (Abb. 6a). Zu dem weiteren Pollenpflanzen-Spektrum gehören der Arznei-Beinwell *Symphytum officinale*, der Hornklee *Lotus corniculatus*, der Mittlere Wegerich *Plantago media*, ferner auch der Zottige Klappertopf *Rhinanthus alectorolophus*, die Gewöhnliche Waldrebe *Clematis vitalba*, der Klatschmohn *Papaver rhoeas*, der Weißklee *Trifolium repens*²⁾ und einige andere Pflanzenarten.

Ein Vergleich mit dem durchschnittlichen Pollenpflanzen-Spektrum von *B. lucorum* zeigt eine weitgehende Übereinstimmung. Die beiden Arten *B. terrestris* und *B. lucorum* unterscheiden sich demnach nicht in der qualitativen und quantitativen Zusammensetzung des eingetragenen Pollens erheblich voneinander. Anders hingegen verhält sich die Steinhummel *B. lapidarius* (Abb. 6b). Als Haupt-Pollensammelarten dienen dieser Hummelart der Hornklee *Lotus corniculatus* und das Indische Springkraut *Impatiens glandulifera*. Das übrige Spektrum besteht im Gegensatz zu den beiden anderen Hummelarten nur aus 4 weiteren Pflanzenarten, dem Rotklee *Trifolium pratense*, dem Weißklee *Trifolium repens*, der Kleinen Brunelle *Prunella vulgaris* und der Winterlinde *Tilia cordata*.

Über die pflanzensoziologische Zuordnung der pollenliefernden Pflanzenarten können nun die wichtigsten Sammelhabitate der untersuchten Hummelarten beschrieben werden (Abb. 7a/b). Im Falle von *Bombus terrestris* und *B. lucorum* haben bis zur Mahd (2. Juni-Hälfte; Abb. 4) und nach der Mahd, über den Monat Juli bis Mitte August, die Glatthaferwiese (Arrhenatheretum) als Sammelhabitat die größte Bedeutung. Dies entspricht auch dem Ergebnis der Transekt-Untersuchungen. Vom Zeitpunkt der Mahd an bis zur zweiten Blüte der Glatthaferwiese haben die beiden Arten im Eichen-Ulmen-Auenwald (Querco-Ulmetum) und in frischen Saumgesellschaften der Calystegietalia (Zaunwinden-Gesellschaften), letztere auch ab Mitte August nach der 2. Mahd, einen Sammelschwerpunkt. Die Gesellschaften der Trockenrasen (Festuco-Brometea) und der trockenen Saumgesellschaften (Trifolio-Geranietea) spielen im Untersuchungsgebiet als Ausweich-Sammelrefugium nach der Mahd der Glatthaferwiesen eine gleichbleibend untergeordnete Bedeutung.

Während *Bombus terrestris* und *B. lucorum* einen Vegetationskomplex (Arrhenatheretum, Querco-Ulmetum, Calystegietalia-Gesellschaft) benötigen, um den Pollenbedarf des Volkes über das Jahr zu decken, sammelt *B. lapidarius* hingegen über einen größeren Zeitraum nur in einer Pflanzengesellschaft, dem Arrhenatheretum. Auch die Mahd der Glatthaferwiesen Mitte Juni führt nur über einen kurzen Zeitraum und nur in einem geringen Umfang zu einem Wechsel auf andere Pflanzengesellschaften (Querco-Ulmetum, Trifolio-Geranietea-Gesellschaft). Ein

²⁾ Pollen von *Trifolium repens* ist lichtmikroskopisch nicht eindeutig von dem einiger anderer Arten, z. B. Bergklee *Trifolium montanum* und Dorniger Hauhechel *Ononis spinosa*, zu unterscheiden. Aus diesem Grund könnte in der aufgetragenen Kurve (Abb. 6a) auch Pollen einiger anderer Arten miteingegangen sein. Da *Trifolium repens* im Untersuchungsgebiet dominant ist, die anderen Arten jedoch seltener vorkommen, dürfte der Anteil von *T. repens*-Pollen den anderer Arten weit übertreffen.

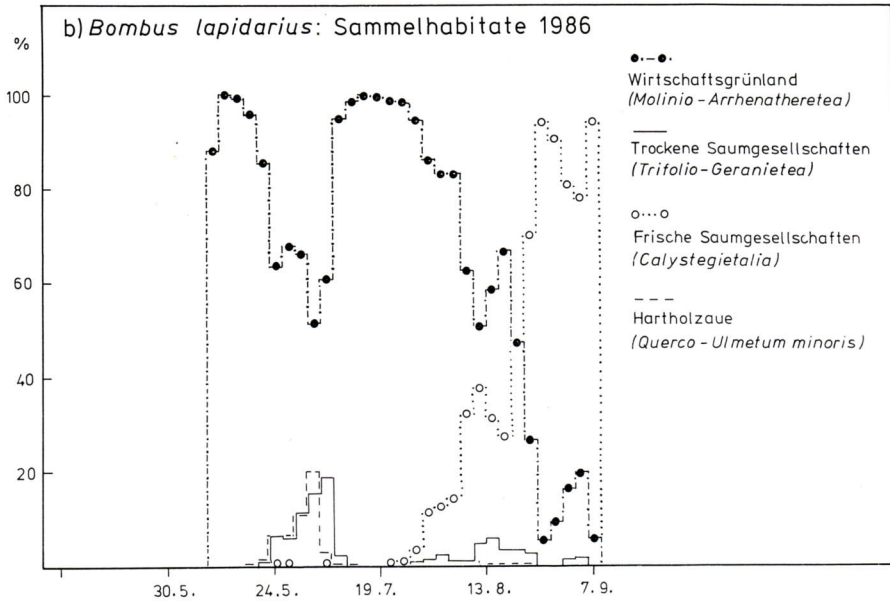
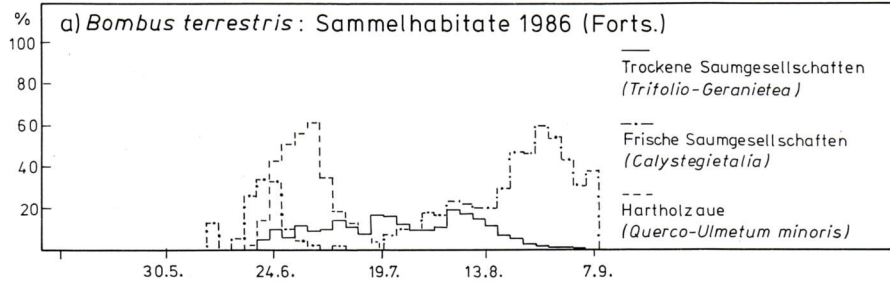
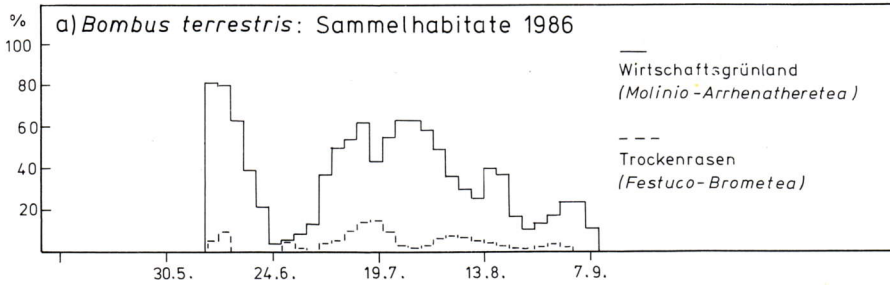


Abb. 7: Prozentuale Verteilung der von *Bombus terrestris*- (a) und *B. lapidarius*-Arbeiterinnen (b) besuchten Habitat-Typen während des Untersuchungszeitraumes nach Zuordnung der besammelten Pollenpflanzen zu Pflanzengesellschaften.

Grund ist darin zu suchen, daß bereits schon kurze Zeit nach der Mahd wieder die Haupt-Pollenpflanze *Lotus corniculatus* eine hohe Blütendichte erreicht. Die Mahd erfolgt auch aufgrund der Größe der Flächen nicht schlagartig zu einem Zeitpunkt, so daß dennoch in einem Zeitraum von etwa 10 Tagen ein gewisses Nahrungs-pflanzenangebot für *B. lapidarius* auf den Wiesen immer noch vorhanden ist, wenn- gleich auch die Arbeiterinnen über einen kurzen Zeitraum etwa die Hälfte ihres gesamten Pollenbedarfs über andere Pflanzengesellschaften decken müssen.

Da wir vergleichbare Ergebnisse aus 2 Untersuchungsjahren vorliegen haben und darüberhinaus auch solche von verschiedenen Völkern einzelner Arten, können wir davon ausgehen, daß diese Ergebnisse zumindest für das Untersuchungsgebiet repräsentativ sind. Artspezifisch und von allgemeiner Gültigkeit sind mit Sicherheit die aufgezeigten Sammelstrategien der untersuchten Hummelarten, aber auch die Bevorzugung eines bestimmten Blumentypen-Spektrums. Dieses ist gekenn- zeichnet durch das Vorkommen dominanter Pflanzenarten. Bestimmten Pflanzen- arten, im Untersuchungsgebiet z.B. *Impatiens glandulifera*, kann dabei jedoch nur eine lokale bis regionale Bedeutung zukommen.

5. Das Pollensammelverhalten von Hummeln und Honigbienen im Vergleich

Führen wir einen Vergleich zwischen Honigbienen und Hummeln durch, so ist zunächst festzustellen, daß sich nicht alle Hummelarten in Bezug auf das Pollen- sammelverhalten gleich verhalten, obwohl sie, wie die Honigbiene auch, so gut wie jede entomophile Pflanzenart besuchen können. Arten mit geringeren Habitatpräferenzen und einem großen genutzten Nahrungspflanzen-Spektrum stehen solchen mit deutlichen Präferenzen gegenüber. Letztere, zu denen die Arten *Bombus terre- stris*, *B. lucorum* und *B. lapidarius* gehören, ähneln in ihrem Verhalten am ehesten der Honigbiene. Sie besitzen analog in ihren Pollenhöschchen nur wenige, in der Regel 1-2 Pollenarten pro Sammelflug, und zeigen damit wie die Honigbiene auch eine hohe Blumenstetigkeit. In ihrer Pollensammel-Strategie bevorzugen sie die Nutzung einzelner weniger, dafür jedoch gut ausbeutbarer Nektar- und Pollenquellen, die in großer Menge vorhanden sind. Die geringe Körpergrößen- und Rüssellängenvaria- tion, z.B. bei *B. terrestris* und *B. lucorum*, aber auch bei der Honigbiene, ist eine wichtige Voraussetzung für ihre Sammelstrategie. Analog zur Honigbiene gibt es bei den Hummeln eine jahreszeitliche Variation im Pollensammelverhalten, je nach Verfügbarkeit blühdominanter Pflanzenarten. Auch die spezifischeren Hummelarten konzentrieren sich wie die Honigbiene auf die ergiebigsten Trachtquellen, auch wenn diese weit entfernt liegen.

Wo bestehen nun Unterschiede? Bei den Hummeln verhalten sich die Völker einer Art nach unserer bisherigen Kenntnis in ein- und demselben Gebiet weitge- hend identisch. Wir führen die Variation bei Honigbienen-Völkern eines Standes darauf zurück, daß allein schon aufgrund des bei der Honigbiene vorkommenden, bei den Hummeln fehlenden Kommunikationssystems (Schwänzeltanz), die Such- bienen verschiedene Trachtquellen melden können. In dieser Hinsicht verhält sich die Honigbiene flexibler.

Weitere Unterschiede liegen wahrscheinlich auch in den bevorzugten Haupt- pollenpflanzen; eine sichere Aussage kann hierbei jedoch erst nach Abschluß der geplanten Untersuchungen an der Honigbiene in den vorgestellten Gebieten getrof- fen werden. Wahrscheinlich spielen gegenüber der Honigbiene für Hummeln der

Hornklee *Lotus corniculatus*, das Indische Springkraut *Impatiens glandulifera*, der Arznei-Beinwell *Symphytum officinale*, die Kleine Bibernelle *Prunella vulgaris*, vielleicht auch die Winterlinde *Tilia cordata* als Pollenpflanzen eine größere Rolle; gemeinsam genutzt werden hingegen z. B. der Zottige Klappertopf *Rhinanthus alectorolophus*, Klee-Arten (*Trifolium repens*, *T. pratense*) und der Mittlere Wegerich *Plantago media* im Gebiet in größerem Umfang.

Bombus terrestris, *B. lucorum* und *B. lapidarius* besuchen bevorzugt diejenigen Pflanzengesellschaften, die blühdominante Pflanzenarten als Pollen- und Nektarquelle bieten. Die Bedeutung bestimmter, durch hohe Blühdominanz einzelner Pflanzenarten charakterisierter Wiesengesellschaften, Hochstaudengesellschaften in Waldrandlage oder auch an Gewässern, aber auch bestimmter Waldgesellschaften mit einzelnen Strauch- und Baumarten, ist für Hummeln genau so groß wie für die Honigbiene. Eine geringere Bedeutung haben für Hummeln, wahrscheinlich aber auch für die Honigbiene, bei uns Trockenrasen im engeren Sinne.

Eine aus Naturschutzgründen begrüßenswerte Förderung einer artenreichen Hummelfauna ist deshalb nur in Gebieten sinnvoll, die dem spezifischen Lebensraum dieser Arten auch entsprechen. In Trockenrasen existiert eine andere, dort besser angepasste Blütenbesucher-Gemeinschaft. In diesem Sinne kann natürlich das Ergebnis aus den Untersuchungen im Naturschutzgebiet „Taubergießen“, daß die Hummeln ihren Schwerpunkt in den Glatthaferwiesen haben, nicht bedeuten, daß den Glatthaferwiesen für den Naturschutz im Gebiet eine größere Bedeutung beizumessen ist als den Voll- und Halbtrockenrasen und den Pfeifengraswiesen. So sind gerade die Trockenrasen und Pfeifengraswiesen im Untersuchungsgebiet an Wildbienen (*Hymenoptera: Apoidea*), an Schmetterlingen (*Rhopalocera, Hesperidae, Zygaenidae*) und zum Teil auch an Schwebfliegen (*Diptera: Syrphidae*) wesentlich artenreicher als die zweischürigen Glatthaferwiesen. Auch kommen bei ersteren besonders viele seltene und bei uns gefährdete Arten (häufig auch Rote-Liste-Arten) vor, die den zweischürigen Glatthaferwiesen weitgehend fehlen, obwohl auch das Arrhenatheretum in seiner im Untersuchungsgebiet lokal vorkommenden besonders trockenen einschürigen und bereits zum Halbtrockenrasen vermittelnden Ausbildung für den Naturschutz wertvoll ist.

Da heute extensiv bewirtschaftete Glatthaferwiesen genauso wie blütenreiche Hochstaudensäume an Waldrändern, aber auch andere für Hummeln und Honigbienen nahrungsquellenreiche Standorte in der Agrarlandschaft verschwunden sind oder vielerorts zurückgedrängt wurden (s. z. B. HUTSTEINER 1986), bieten z. B. in der Südlichen Oberrheinebene für bestimmte Zeiten im Jahr häufig nur noch einzelne Natur- und Landschaftsschutzgebiete für die Imkerei ausreichende Trachtquellen. Ein Konflikt ist absehbar. Deshalb muß es natürlich auch für den Natur- und Bienenschutz eine wichtige Aufgabe sein, gerade dort solche trachtreiche Vegetationstypen zu fördern, wo sie einst häufig vorkamen, und sofern sie fehlen, sie neu anzusiedeln, sie auf lange Zeit hin zu pflegen und zu erhalten. Dies gilt besonders für den Agrarbereich aber auch für die forstlich genutzte Landschaft. Wir sind der Überzeugung, daß solche Maßnahmen, wenn sie zu einem Erfolg führen sollen, nicht nur einzelne Pflanzenarten, sondern auch Pflanzengesellschaften und deren Komplexe berücksichtigen müssen. Hinzu kommt bei der Honigbiene zusätzlich auch die Bedeutung einzelner Nutzungsformen im Agrarbereich, die eine reiche Tracht gewährleisten. So hat sich gerade in der Oberrheinebene der starke Rückgang des Ölfruchtanbaus und der großflächige Umbruch von Dauergrünland für Ackernutzung (SPITZNAGEL 1980) für die Imkerei keinesfalls positiv ausgewirkt. — Wir sehen unsere Aufgabe darin, in Zukunft auf der Basis der vorgestellten Hum-

melforschung entsprechende Untersuchungen in den genannten Gebieten auch an der Honigbiene durchzuführen, und auf der Ebene von Pflanzengesellschaften Vorschläge zu liefern, wie in der zur Verfügung stehenden land- und forstwirtschaftlich genutzten Landschaft ausreichende Trachtquellen geschaffen werden können.

Schrifttum

- COLWELL, R. K. & FUTUYMA, J. (1971): On the measurement of niche breadth and overlap. — *Ecology* 52, 567–576. Durham.
- HUTSTEINER, H. (1986): Stand und Bedeutung der Bienezucht in Oberösterreich. — *Zeitschr. f. Ökologie* 8/2–3, 4–16. Linz.
- KRATOCHWIL, A. (1983): Zur Phänologie von Pflanzen und blütenbesuchenden Insekten (*Hymenoptera*, *Lepidoptera*, *Diptera*, *Coleoptera*) eines versauerten Halbtrockenrasens im Kaiserstuhl — ein Beitrag zur Erhaltung brachliegender Wiesen als Lizenz-Biotop gefährdeter Tierarten. — *Beih. Veröff. Naturschutz Landschaftspflege Bad.-Württ.* 34, 57–108. Karlsruhe.
- KRATOCHWIL, A. (1984): Pflanzengesellschaften und Blütenbesucher-Gemeinschaften: biozönologische Untersuchungen in einem nicht mehr bewirtschafteten Halbtrockenrasen (Mesobrometum) im Kaiserstuhl (Südwestdeutschland). — *Phytocoenologia* 11/4, 455–669. Stuttgart, Braunschweig.
- SPITZNAGEL, E. (1980): Ackerbau und Weidewirtschaft. — In: *Landkreis Breisgau-Hochschwarzwald* (Hrsg.): *Breisgau-Hochschwarzwald*, 207–209. Freiburg.
- STEFFNY, H., KRATOCHWIL, A. & WOLF, A. (1984): Zur Bedeutung verschiedener Rasengesellschaften für Schmetterlinge (*Rhopalocera*, *Hesperiidae*, *Zygaenidae*) und Hummeln (*Apidae*, *Bombus*) im Naturschutzgebiet Taubergießen (Oberrheinebene) — Transekt-Untersuchungen als Entscheidungshilfe für Pflegemaßnahmen. — *Natur u. Landschaft* 59/11, 435–443. Stuttgart.
- TERÄS, J. (1976): Flower visits of bumblebees, *Bombus* LATR. (*Hymenoptera*, *Apidae*), during one summer. — *Ann. Zool. Fenn.* 13, 200–232. Helsinki.
- WILLE, H. (1984): In welchem Maß beeinflusst die Pollenversorgung den Massenwechsel der Völker (1. Teil). — *Schweiz. Bienen-Zeitung* 2/84, 64–80. Aarau.
- WILLE, H. & WILLE, M. (1984): Die Pollenversorgung des Bienenvolkes: Die wichtigsten Pollenarten, bewertet nach ihrem Eiweißgehalt und ihrer Häufigkeit im Pollensammelgut. — *Schweiz. Bienen-Zeitung* 7/84, 353–362. Aarau.
- WILLE, H., WILLE, M., KILCHENMANN, V., IMDORF, A. & BÜHLMANN, G. (1985): Pollenernte und Massenwechsel von drei *Apis mellifera*-Völkern auf demselben Bienenstand in zwei aufeinanderfolgenden Jahren. — *Revue suisse Zool.* 92/4, 897–914. Genève.
- WILLE, M. & WILLE, H. (1981): Die Pollenversorgung der Bienenvölker in den Jahren 1978 und 1980. Vergleichende Untersuchungen, botanische Aspekte. — *Schweiz. Bienen-Zeitung* 5/81, 227–242. Aarau.
- WILLE, M. & WILLE, H. (1983): Vergleichende pollenanalytische Untersuchungen des Rückbehaltes in Pollenfallen, Ermittlungsjahre 1981 und 1982. — *Schweiz. Bienen-Zeitung* 5/83, 253–268. Aarau.
- WILLE, M. & WILLE, H. (1984): Was hat sich in der Pollenversorgung der Bienenvölker in den letzten 35 Jahren verändert. — *Schweiz. Bienen-Zeitung* 9/84, 10/84, 463–472, 504–511. Aarau.

(Am 31. März 1988 bei der Schriftleitung eingegangen.)