

Zeitschrift:	Mitteilungen der Naturforschenden Gesellschaft in Bern
Herausgeber:	Naturforschende Gesellschaft in Bern
Band:	59 (2002)
Artikel:	Die Bienenfauna (Hymenoptera, Apidae) im Botanischen Garten Bern (Schweiz)
Autor:	Augstburger, Christine / Zettel, Jürg
DOI:	https://doi.org/10.5169/seals-323614

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. [Mehr erfahren](#)

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. [En savoir plus](#)

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. [Find out more](#)

Download PDF: 23.12.2025

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>

CHRISTINE AUGSTBURGER¹ & JÜRG ZETTEL²

Die Bienenfauna (Hymenoptera, Apidae) im Botanischen Garten Bern (Schweiz)

Inhaltsverzeichnis

Einleitung	80
Material und Methoden	81
Untersuchungsgebiet	81
Feldarbeiten	82
Artbestimmung und Begriffe	82
Resultate	83
Artenliste	83
Beobachtungshäufigkeit	86
Phänologie	86
Blütenbesuche	87
Nestbau und Sozialstruktur	88
Diskussion	90
Artenliste	90
Beobachtungshäufigkeit	91
Phänologie	92
Blütenbesuche	93
Nestbau und Sozialstruktur	95
Zusammenfassung	96
Dank	97
Abstract	97
Literatur	98

¹ Christine Augstburger, Spitalstrasse 5, CH-3454 Sumiswald

² Jürg Zettel, Zoologisches Institut der Universität Bern, Baltzerstrasse 6, CH-3012 Bern

Einleitung

Beim Blütenbesuch sammeln Wildbienenweibchen Pollen, den sie mehrheitlich in den einzelnen, später abgeschlossenen Zellen ihrer Nestanlagen für die darin heranwachsenden Larven einlagern (= Brutfürsorge). Der Pollentransport erfolgt mit speziellen Einrichtungen, z.B. an den Hinterbeinen oder in Bauchbürsten (bei den Megachilinae, Abb. 1), oder z.B. bei den Maskenbienen (*Hylaeus*) im Kropf. Der gleichzeitig aufgenommene, kohlenhydratreiche Nektar wird auch für die Verproviantierung der Larven verwendet, daneben dient er aber ebenfalls der eigenen Ernährung. Auch Männchen besuchen Blüten, jedoch nehmen sie nur Nektar für den eigenen Energiebedarf auf.

Dass Bienen durch ihre Bestäubungstätigkeit für eine erfolgreiche Produktion von Früchten im weitesten Sinne von zentraler Bedeutung sind, ist allgemein bekannt. Wildbienen sind wegen ihrer oft sehr spezifischen Ansprüche bezüglich Pollen als Larvalnahrung auf spezielle Wildpflanzen angewiesen, umgekehrt sind es aber auch die Pflanzen im Sinne einer Symbiose für ihre Befruchtung. Eine artenreiche Wildbienenfauna und eine vielfältige Flora bedingen sich deshalb gegenseitig. Dieses eingespielte System bildet gleichermassen ein ökologisches Rückgrat für viele Lebensräume (WESTRICH, 1983). Bisher wurden in der Schweiz 580 Wildbienenarten nachgewiesen; für das Mittelland Ost sind heute noch von 273 Arten Vorkommen bekannt (SCHWARZ et al., 1996).



Abbildung 1: Die Wollbiene *Anthidium manicatum*, eine polylektische Art, sammelt am Hauhechel *Ononis repens* Pollen in ihre Bauchbürste.

BISCHOFF (1996) bezeichnete städtische Grünflächen aufgrund ihrer klimatischen Begünstigung und ihres reichen Blütenangebots als wertvolle Lebensräume für Wildbienen. Durch ein hohes Blütenangebot über die gesamte Vegetationsperiode ist das Nahrungsangebot in Botanischen Gärten allgemein für Blütenbesucher hoch. Hymenopteren stellen aber weitere Ansprüche an ihr Habitat, indem das Vorhandensein eines spezifischen Nistplatzangebotes und das zum Bau der Brutzellen benötigte Baumaterial erforderlich sind (WESTRICH, 1989).

In der Schweiz sind in den Botanischen Gärten in Freiburg (BUR, 1975) und Zürich (BERNASCONI, 1993) Untersuchungen zum Artenspektrum durchgeführt worden. Weiter liegen Arbeiten zur Wildbienenfauna z.B. von den Botanischen Gärten in Halle, Prag, Bonn, Göttingen und München, vor (DORN, 1977; PÄDR, 1990; BISCHOFF, 1996; BRAUN, 1997; BEMBÉ, 1999); der Wildbienenreichtum dieser Gärten ist verschieden.

Ziel der vorliegenden faunistischen Untersuchung war die Erfassung der Bienenfauna im Botanischen Garten in Bern. Wildbienen stehen in einem engen und oft komplexen ökologischen Bezug zu bestimmten Lebensräumen und Strukturen (WESTRICH, 1989). Ein Vergleich mit anderen Gärten und eine qualitative Beurteilung des Artenspektrums ist deshalb von Interesse.

Material und Methoden

Untersuchungsgebiet

Der Botanische Garten Bern liegt am Aaretalhang im Kern der Stadt (Landeskarte der Schweiz 1: 25 000, Blatt 1166 Bern, Koordinaten 600.340/200.060). Ohne Gebäudekomplexe weist er eine Grösse von 2,4 ha auf, grenzt nach Süden an die Aare und wird weiter durch die Lorrainebrücke und ein älteres Wohnquartier begrenzt. Im Zentrum des Berner Stadtgebietes wird das Wärmeklima nach SCHREIBER (1977) als mild eingestuft und weist eine etwas längere Vegetationsperiode auf als Gebiete in der Peripherie, was durch die günstige Hanglage (alte Weinberglage) mit Exposition Süd-Südwest erklärt werden kann. Der 1860 gegründete Garten ist eine Anlage des Instituts für Pflanzenwissenschaften der Universität Bern, dessen Bauten sich seit 1862 im Gartenareal befinden.

Aus der Gründerzeit stehen im sogenannten Wäldchen einige hohe Bäume, welche die Besonnung im Garten einschränken. Im Alpinum werden neben schweizerischen Alpenpflanzen, welche nach Pflanzengesellschaften geordnet sind, auch Pflanzen aus Nordamerika, Asien, Osteuropa, den Pyrenäen und dem westlichen Mittelmeergebiet kultiviert. Weitere Schwerpunkte bilden der Heilpflanzengarten, verschiedene Sträucher und die Mittelmeervegetation. Im untersten Gartenteil befinden sich die Anzuchtfelder. Neben einer kleinen Trockenwiese säumen vor allem Fettwiesen die Wegböschungen am Aaretalhang.

Feldarbeiten

Für die Erfassung des Artenspektrums wurden bei günstigem Flugwetter (Sonnenschein, wenig Wind) vom 31.3.–29.9.1998 Blütenpflanzen in allen Gartenteilen systematisch nach Wildbienen (ohne Hummeln) abgesucht und diese für die Bestimmung mit einem Insektennetz gefangen. Der Garten wurde in fünf Sektoren unterteilt und diese in zufälliger Reihenfolge alle zwei Wochen auf vorgegebenen Routen begangen (= Sektorbegehungen). Die Gattung *Bombus* (Hummeln) wurde ab 5.8.1998 gesammelt, auf den Sektorbegehungen aber nie systematisch erfasst. Eine Sektorbegehung dauerte im Frühling 1 Stunde, musste aber aufgrund der zunehmenden Individuendichte in allen Sektoren in den Monaten Juni und Juli auf 1½–2 Tage pro Sektor ausgedehnt werden. Das Total der Sektorbegehungen belief sich auf 40 ganze Beobachtungstage. Aufgenommene Parameter waren besuchte Blütenpflanzen, Aktivitäten wie Patrouilleflug oder Nestbau sowie Angaben zu Wetter, Flugzeit und genauem Beobachtungsort im Garten. Beobachtungen ausserhalb der Sektorbegehungen wurden als sonstige Beobachtungen zusammengefasst.

Speziell wurde das Besucherspektrum der Wildbienen an 8 verschiedenen Beständen von Glockenblumen untersucht (*Campanula cochleariifolia*, *C. fenestrelata*, *C. glomerata*, *C. pyrenaica*, *C. rapunculoides*, *C. rapunculus*, *C. rotundifolia*, *C. trachelium*). Insgesamt wurden diese während 155 Minuten an 4 Tagen zwischen dem 6.7.1998 und 11.8.1998 beobachtet und möglichst viele Individuen für eine genaue Bestimmung abgefangen.

Im oberen und unteren Gartenteil wurden an zwei Standorten Nisthilfen für endo- und hypergäische Nister (vgl. MÜLLER, 1991b) aufgestellt und zweimal wöchentlich kontrolliert. Beide Nisthilfen standen an einer Gebäudemauer, wobei der obere Standort wesentlich länger besonnt wurde als der untere. Neben zwei Sand-Lehm-Nisthilfen wurden insgesamt an jedem Standort 108 Bambus-, Plexiglas- und Buchenholzröhren (Innendurchmesser: 3–6 mm) angeboten. Das Angebot wurde durch eine bereits vorhandene Holznisthilfe mit 105 Bohrlöchern (Innendurchmesser: 2–10 mm) ergänzt.

Artbestimmung und Begriffe

War eine Bestimmung im Feld nicht möglich, so wurden die Wildbienen mit Ethylether getötet und als Belege zur genauen Determination verwendet. Die Belegsammlung ist am Zoologischen Institut der Universität Bern (Abteilung Synökologie) deponiert. Alle Belege wurden von F. Amiet, Solothurn, überprüft. System und Nomenklatur richten sich nach SCHWARZ et al. (1996). Die auf den Sektorbegehungen aufgenommenen Wildbienen wurden drei Häufigkeitsklassen zugeteilt: I = 1–5 Individuen; II = 6–20 Individuen; III = >20 Individuen. Wenn im Text nicht anders vermerkt, stammen die Angaben zur Biologie von WESTRICH (1989). Angaben zu den nachgewiesenen Bienenarten im Mittelland Ost

stammen von SCHWARZ et al. (1996), diejenigen über ausgestorbene Arten von AMIET (1994).

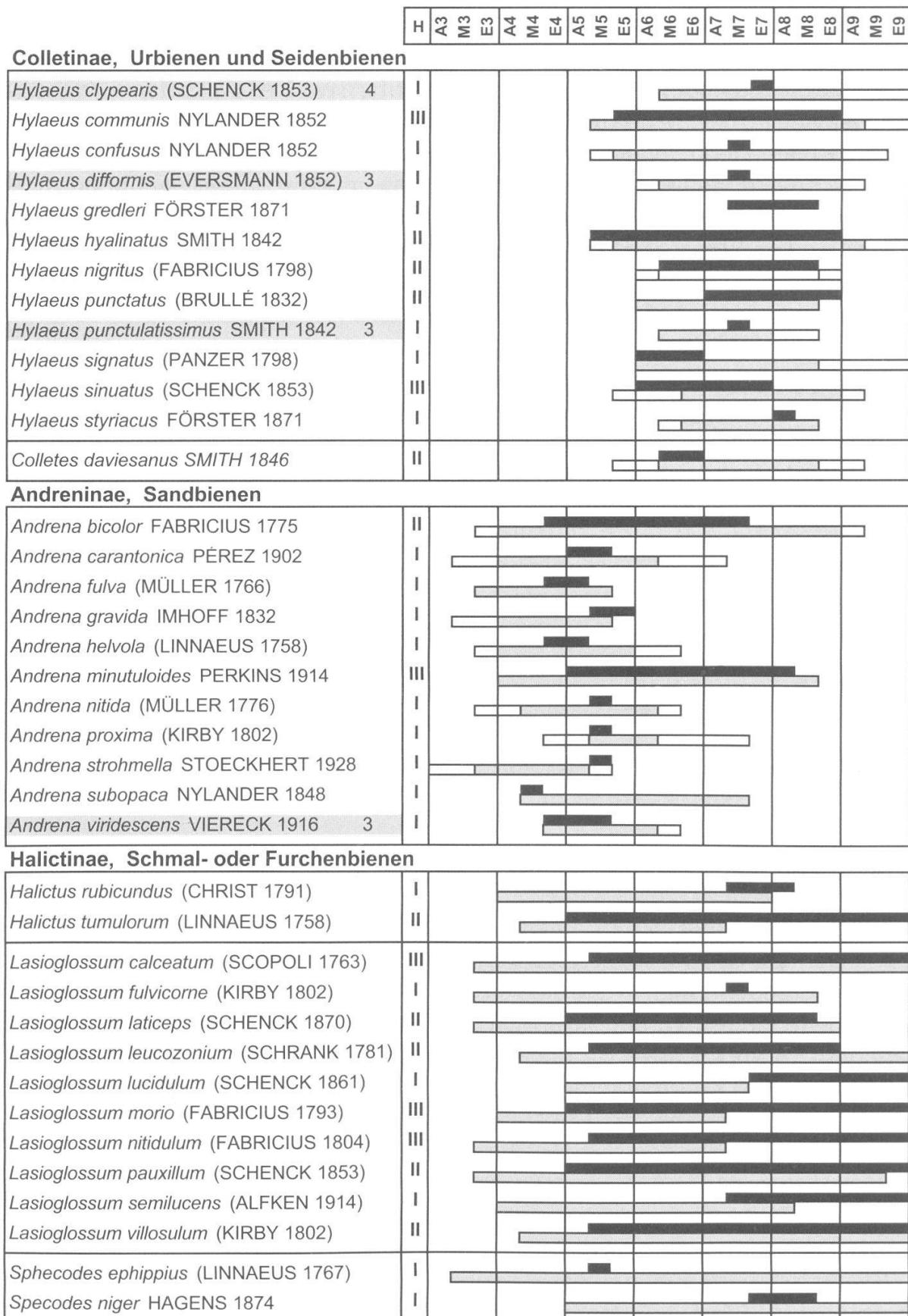
Für die nicht fachgewandte Leserschaft erläutern wir hier die später verwendeten Fachausdrücke. *Habitatansprüche*: *eurytop* = ohne besondere Ansprüche, deshalb in einem breiten Spektrum von Habitaten vorkommend; *stenotop* = eng an ganz bestimmte Lebensraumqualitäten bzw. -eigenschaften gebunden; *synanthrop* = in stark vom Menschen geprägten Lebensräumen vorkommend, z.B. in Gärten und Parkanlagen. *Nistweise*: *endogäisch* = Erdnister, im Boden in selbst-gegrabenen Nestanlagen brütend; *Hohlraumbrüter* = verschiedenste Hohlräume geeigneter Grösse werden als Nistplatz angenommen (z.B. auch Nisthilfen); *hypogäisch* = oberirdisch nistend; *Stängelbrüter* = Nester werden in markhaltige Stängel genagt, aber auch geeignete Nisthilfen (z.B. Bambusröhrchen) werden angenommen; *eusozial* = echte Völker mit Arbeiterinnen bildend; *kommunal* = in einem gemeinsamen Nest versorgt jedes Weibchen die von ihm gebauten Zellen allein; *Kuckucksbienen* = Brutparasiten, betreiben keine eigene Brutfürsorge, sondern legen die Eier in fremde, vielfach sehr spezifische Wildbienennester. *Nahrungserwerb*: *oligolektisch* = die Sammeltätigkeit wird auf Vertreter einer einzigen Pflanzenfamilie oder gar -gattung beschränkt; *polylektisch* = sammeln Pollen auf einer Vielzahl von Pflanzen.

Resultate

Artenliste

Gut ein Viertel (71 Arten aus 21 Gattungen) der für das Mittelland Ost beschriebenen und nicht ausgestorbenen Bienenarten (SCHWARZ et al., 1996), konnten 1998 im Botanischen Garten in Bern nachgewiesen werden (Abb. 2), bei 29 Arten jedoch nur ein Geschlecht. Von 753 Einzelbeobachtungen (Anteil ♀ ♀ 61%) auf den Sektorbegehungen ergab sich ein Spektrum von 62 Arten. Ausserhalb der Sektorbegehungen wurden zusätzlich *Chelostoma distinctum*, *Nomada flavoguttata* und 7 *Bombus*-Arten nachgewiesen. Insgesamt konnten 1412 Einzelbeobachtungen (800 Kontrollfänge; 612 Belege), ohne Berücksichtigung der Honigbiene, ausgewertet werden. Mit 25% der Arten sind die Apinae die artenreichste Unterfamilie, gefolgt von den Halictinae und Megachilinae mit je 20% (Abb. 3). Im Vergleich zu den im Mittelland Ost vorkommenden Arten wurde ein prozentual kleinerer Anteil Andreninae und eher viele Arten der Unterfamilie Colletinae nachgewiesen.

Gesamtschweizerisch werden 6 der beobachteten Arten als gefährdet eingestuft (AMIET, 1994). Für die Nordschweiz gilt *Xylocopa violacea* als stark gefährdet, *Hylaeus difformis*, *Hylaeus punctulatissimus*, *Andrena viridescens* und *Bombus humilis* gelten als gefährdet, *Hylaeus clypearis* ist potenziell gefährdet.



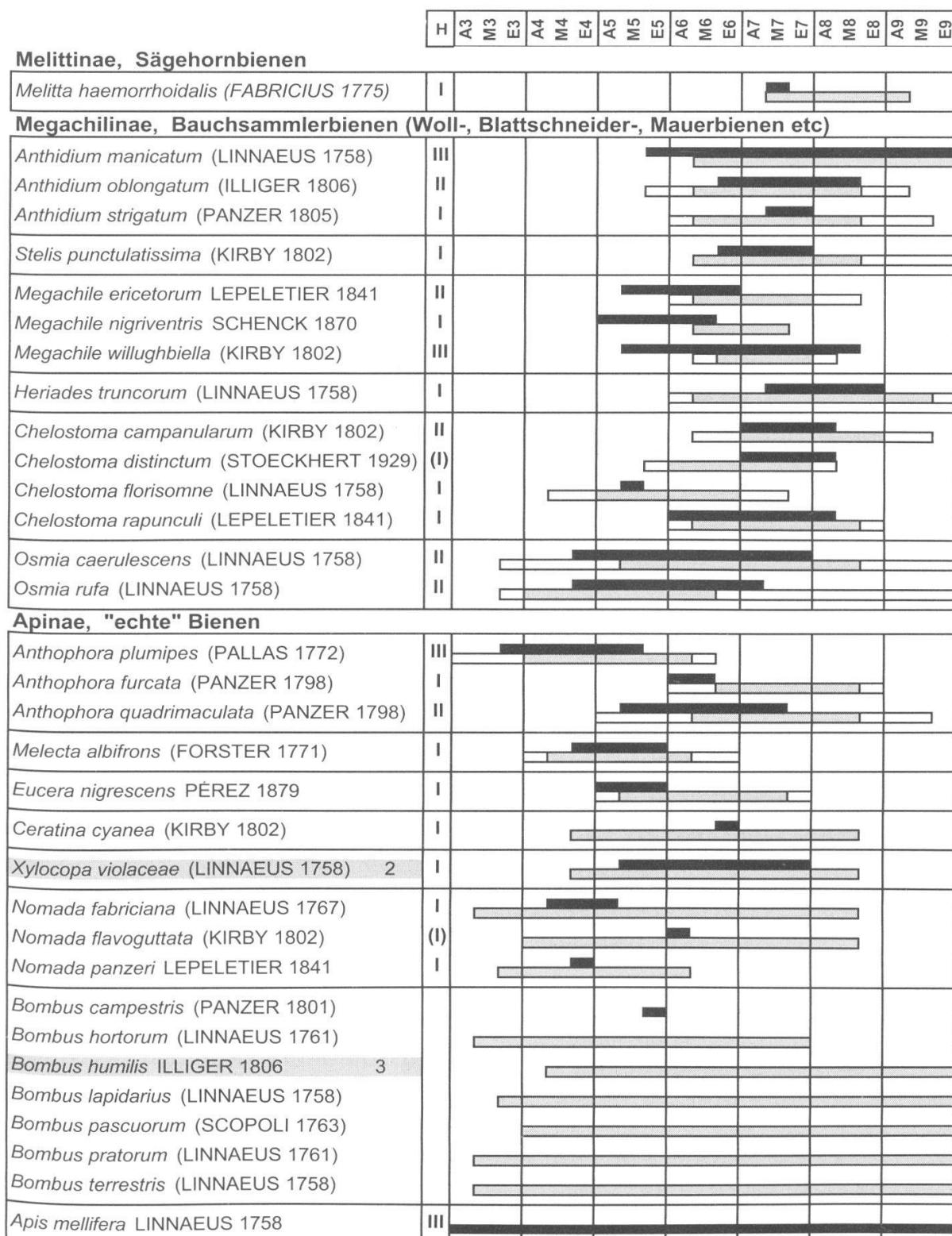


Abbildung 2: Gesamtartenliste und Phänologie der 1998 im Botanischen Garten Bern erfassten Wildbienen. Arten der Roten Liste (AMIET, 1994) sind grau hervorgehoben (Einstufung für die Alpen-nordseite). Es sind die Phänologie 1998 (schwarz) im Vergleich zu den Mittelwertsangaben (grau) und Maximalwerten (weiss) von WESTRICH (1989) dargestellt. A = 1.–10., M = 11.–20., E = 21.–31. Tag des Monats; 3–9 = März bis September. Für jede Art ist die Beobachtungshäufigkeit (H) auf den Sektorbegehungen angegeben. I = 1–5 Individuen, II = 6–20 Individuen, III = > 20 Individuen.

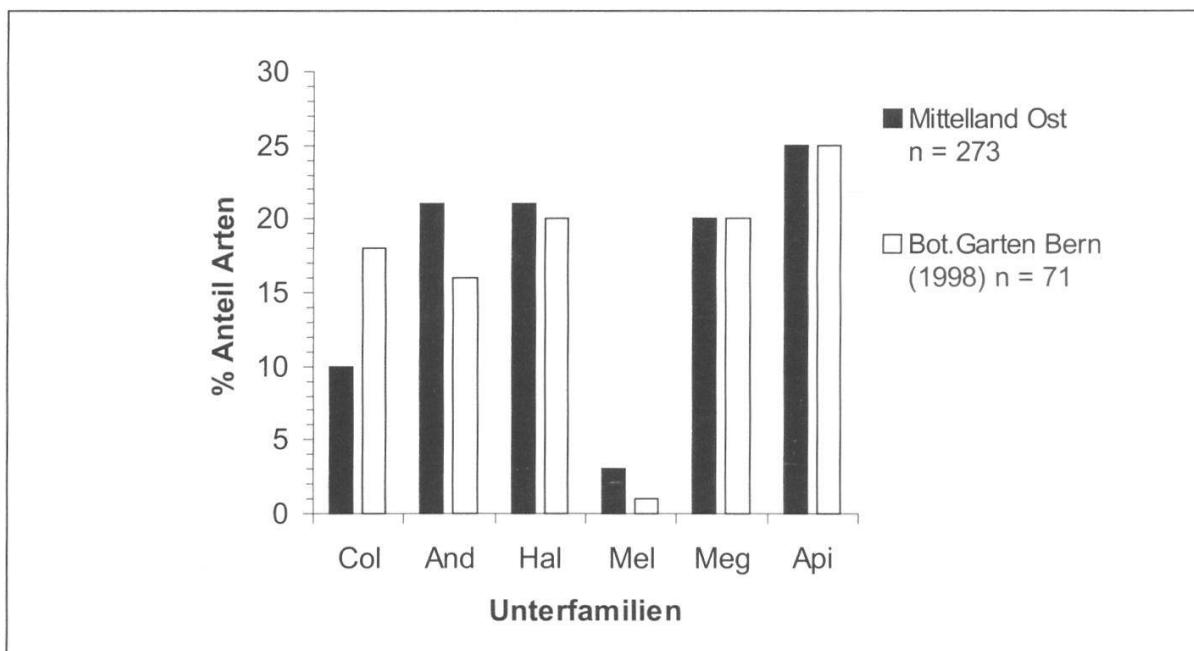


Abbildung 3: Prozentuale Verteilung der Bienenarten auf die 6 mitteleuropäischen Unterfamilien. Dargestellt sind die im Mittelland Ost (SCHWARZ et al., 1996) und im Botanischen Garten Bern 1998 nachgewiesenen Arten. Die gemäss Roter Liste (AMIET, 1994) ausgestorbenen Arten sind nicht berücksichtigt. Col = Colletinae, And = Andreninae, Hal = Halictinae, Mel = Melittinae, Meg = Megachilinae, Api = Apinae.

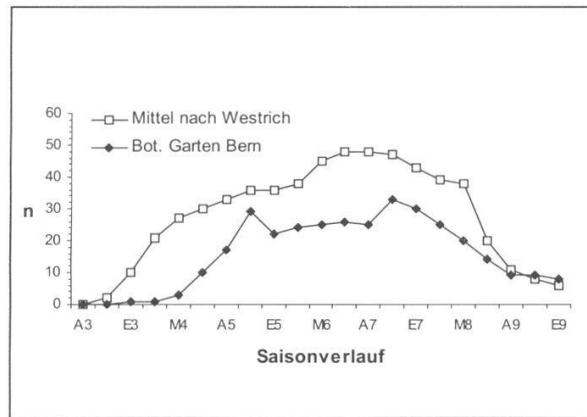
Beobachtungshäufigkeit

Auf den Sektorbegehungen konnten 16% (10 Arten) der 62 Arten der Häufigkeitsklasse III (= häufig) zugeteilt werden (Abb. 2), wobei alle Unterfamilien mit 1–3 Arten vertreten waren. In die mittlere Häufigkeitsklasse (II) fielen 26% (16 Arten), 58% konnten nur 1- bis 5-mal (Häufigkeitsklasse I) beobachtet werden. Alle gefährdeten Arten (ohne *Bombus*) fielen in die seltenste Häufigkeitsklasse (I, Abb. 2). Weibchen der seltenen *Xylocopa violacea* wurden auch ausserhalb der Sektorbegehungen beobachtet (insgesamt 10 Beobachtungen); diese zusätzlichen Beobachtungen wurden für die Häufigkeitszuordnung nicht berücksichtigt, weshalb *Xylocopa* in der seltensten Klasse erscheint.

Phänologie

Zwischen Mitte Mai und Mitte Juli wurden die pro Zeiteinheit höchsten Artenzahlen festgestellt (Abb. 4). Die von WESTRICH (1989) angegebene Phänologie dieser Arten weist bis Anfang August zu jedem Zeitpunkt jeweils ein grösseres Artenpektrum auf als das von uns beobachtete. Die mit einer Generation auftretenden (univoltinen) Frühsommerarten (MÜLLER, 1991a) von *Andrena* wurden ab Anfang Juni nicht mehr gefunden (Abb. 2), die 2 Generationen bildenden *A. bicolor* und *A. minutuloides* jedoch noch bis Mitte Juli bzw. Anfang August. Neben den Gat-

Abbildung 4: Anzahl der pro Zeiteinheit 1998 gleichzeitig nachgewiesenen Bienenarten (ohne *Apis* und *Bombus*) im Vergleich zu den Phänologiegangaben nach WESTRICH (1989). Die Angaben nach WESTRICH (1989) beziehen sich nur auf die 1998 im Botanischen Garten Bern nachgewiesenen Arten ohne *Apis* und *Bombus*.



tungen *Bombus* (Hummeln) und *Apis* (Honigbiene) konnten Arten der Gattung *Lasioglossum* am längsten beobachtet werden (April bis September). Von *Hylaeus* wurde im Monat Juli das grösste Artenspektrum festgestellt. Im Mai wurden 10 Arten der Gattung *Andrena* nachgewiesen, von *Lasioglossum* von Mai bis September jeden Monat 7–10 Arten.

Blütenbesuche

Von den 63 nestbauenden Arten sind 15 (21%) oligolektisch (Tab. 1). Davon zeigen 7 Arten eine Spezialisierung auf Familienniveau: 1 Art auf Apiaceen, 3 auf Asteraceen und 3 auf Fabaceen. 8 der gefundenen Arten sammeln jeweils nur von einer Pflanzengattung Pollen: 4 sind auf *Campanula* spezialisiert und je eine auf *Allium*, *Ranunculus*, *Reseda* und *Veronica*, und ihre Weibchen konnten auch auf den entsprechenden Pollenquellen beobachtet werden.

Tabelle 1: Oligolektische Bienenarten im Botanischen Garten Bern (1998) und ihre Pollenquellen nach WESTRICH (1989). Oberer Teil: Arten oligolektisch auf Niveau Pflanzenfamilie; unterer Teil: streng oligolektisch auf Niveau Pflanzengattungen.

Pollenquellen	Spezialisierte Bienenarten
Apiaceae	<i>Andrena proxima</i>
Asteraceae	<i>Colletes daviesanus</i> , <i>Heriades truncorum</i> , <i>Hylaeus nigritus</i>
Fabaceae	<i>Eucera nigrescens</i> , <i>Megachile ericetorum</i> , <i>Megachile nigritiventris</i>
<i>Allium</i> sp.	<i>Hylaeus punctulatissimus</i>
<i>Campanula</i> sp.	<i>Chelostoma campanularum</i> , <i>Ch. distinctum</i> , <i>Ch. rapunculi</i> , <i>Melitta haemorrhoidalis</i>
<i>Ranunculus</i> sp.	<i>Chelostoma florisomne</i>
<i>Reseda</i> sp.	<i>Hylaeus signatus</i>
<i>Veronica</i> sp.	<i>Andrena viridescens</i>

Von den 14 Arten, die auf *Campanula* beobachtet wurden, sind 4 Arten (29%) streng oligolektische Pollenspezialisten. *Chelostoma campanularum* und *Ch. rapunculi* wurden an 6 verschiedenen *Campanula*-Arten beobachtet, *Ch. distinctum* und *Melitta haemorrhoidalis* nur an einer Art (je 1 Beobachtung). Von den

nicht auf *Campanula* spezialisierten Arten wurden folgende auf diesen Blüten registriert: *Andrena bicolor*, *Lasioglossum morio*, *L. nitidulum*, *L. pauxillum*, *Halictus tumulorum*, *Hylaeus communis*, *H. sinuatus*, *H. hyalinatus*, *Megachile wil-lughbiella*, *M. ericetorum*.

Von *Anthophora plumipes* besuchten Weibchen und Männchen von Ende März bis Mitte Mai Blütenpflanzen aus drei Familien. 75 % (n = 41) der Blütenbesuche wurden auf den Sektorbegehungen an Boraginaceen (5 Arten aus 3 Gattungen) beobachtet, wovon 3 Arten zur Gattung *Pulmonaria* gehören (*P. montana*, *P. officinalis*, *P. rubra*); nur *P. montana* von beiden Geschlechtern besucht wurde. Von den 71 erfassten Bienenarten sind 8 Kuckucksbienen.

Nestbau und Sozialstruktur

Wird die Honigbiene nicht berücksichtigt, so beträgt der Anteil der im Boden brütenden Arten rund 40% (n = 28). Der Anteil der Schmarotzer beträgt 11% (n = 8), derjenige der nestbauenden Hummeln 9% (n = 6). Alle weiteren Arten wurden nach MÜLLER (1991b) als hypergäisch nistende Arten zusammengefasst (40%); dazu zählen 23 Arten, welche in vorhandenen Hohlräumen nisten oder ihr Nest in markhaltige,dürre Pflanzenstängel nagen, 4 Morschholznister und *Anthidium strigatum*, welche freie Nester aus Pflanzenharz fertigt.

Art	n	Neststandort
<i>Osmia rufa</i>	29	Nisthilfe Röhrchen Ø 5 – 10 mm, Fugen Backsteinmauer, alte Nester von <i>A. plumipes</i> , Metallröhrchen in Mauer.
<i>O. caerulescens</i>	5	Nisthilfe Röhrchen Ø 4 – 6 mm
<i>Lasioglossum nitidulum</i>	2	Sand – Lehm - Nisthilfe
<i>Andrena carantonica</i>	1	Kompaktsand unter Brücke (Nest mit mind. 8 ♀♀)
<i>Anthophora plumipes</i>	> 60	Kompaktsand unter Brücke: zwei Kolonien (12 und ca. 50 Nesteingänge)

Tabelle 2: Beim Nestbau beobachtete Bienenarten. Angegeben sind Anzahl Nestfunde (n) der entsprechenden Arten und der Neststandort.

An den künstlichen Nisthilfen konnten 3 Arten beim Nestbau beobachtet werden (Tab. 2, Abb. 5). Als Schlafplatz wurden die angebotenen Röhrchen von *Anthidium manicatum* (♀), *Osmia rufa* (♀ ♀), *Anthophora quadrimaculata* (♀) und *Hylaeus communis* (♀ ♀, vgl. auch Abb. 6) genutzt. Im Monat Mai waren viele Weibchen von *O. rufa* beim Nestbau zu beobachten. Das kompakte Sandangebot unter der Lorrainebrücke im Botanischen Garten diente den Erdnistern *Anthophora plumipes* und *Andrena carantonica* als Nistsubstrat; von *A. plumipes* befanden sich an zwei Stellen Nestaggregationen. Alte Nester wurden von zwei *O. rufa* Weibchen als Nistgelegenheit genutzt. Die Schmarotzerbiene *Melecta albifrons*



Abbildung 5: Paarung der Mauerbiene *Osmia rufa*. Diese Art ist häufig und ab März in Nisthilfen anzutreffen.



Abbildung 6: Die Männchen der Wildbienen beziehen oft jeden Abend die gleichen Gemeinschaftsschlafplätze wie diese Maskenbienen (*Hylaeus sp.*).

wurden dreimal beim Ein- und Ausflug in ein Nest von *A. plumipes* und einmal bei einem *O. rufa*-Nest beobachtet.

Rund ein Viertel der 63 beobachteten, nestbauenden Bienenarten besitzen eine soziale Lebensweise, wobei *Andrena carantonica* und *Lasiglossum villosum* (PLATEAUX-QUÉNU, 1993) kommunal und 12 primitiv eusozial sind (*Halictus rubicundus*, *H. tumulorum*, mehrere *Lasiglossum*- und alle *Bombus*-Arten ohne *B. campestris* als Sozialparasit). *Megachile nigriventris* und *M. willughbiella*, welche hier zu den solitären Arten gezählt wurden, können gelegentlich auch zu einer kommunalen Nistweise übergehen.

Diskussion

Artenliste

Im Vergleich zu anderen Botanischen Gärten (jeweils nur 1. Erfassungsjahr berücksichtigt) konnte während der einjährigen Bearbeitungszeit im Botanischen Garten in Bern ein ähnlich hohes Artenspektrum nachgewiesen werden (BUR, 1975; DORN, 1977; PADR, 1990; BERNASCONI, 1993; BISCHOFF, 1996; BEMBÉ, 1999). Vergleicht man die Grösse, Struktur und Lage Botanischer Gärten, so wird deutlich, dass oft grosse Unterschiede bestehen, und sie befinden sich in verschiedenen faunistischen Regionen. Bei einem Vergleich von Artenzahl und Artenspektren müssen diese unterschiedlichen Rahmenbedingungen berücksichtigt werden. So weist der neue Botanische Garten in Göttingen eine 10-fach grössere Fläche auf als derjenige in Bern (2,4 ha) und bietet so mehr Raum für naturnahe Flächen (vgl. BRAUN, 1997). Dies könnte das grössere Artenspektrum (105 Arten) gegenüber dem Botanischen Garten in Bern (71 Arten) erklären. SCHEDL (1997) bezeichnet Botanische Gärten als Sekundärbiotope mit intensivster anthropogener Störung und weist auf die Bearbeitung und Pflege der Wege, Beete, Systemanlagen und den Schnitt des Arboreums hin. Vergleicht man solche Grünanlagen mit für Wildbienen bedeutenden naturnahen Habitaten (MÜLLER, 1991b; LOEFFEL et al., 1999), so wird deutlich, dass Botanische Gärten vor allem Lebensraum für synanthrope Arten darstellen (WESTRICH, 1989) und stenotope Arten praktisch keine ihnen entsprechende Nischen vorfinden. Bei diesem Vergleich gilt es zu berücksichtigen, dass auch klimatische Unterschiede das Artenspektrum prägen. Der eher geringe Anteil an seltenen Arten und die vor allem eurytopen Arten im Botanischen Garten in Bern weisen auf diese Tatsache hin. Trotzdem bilden solche Anlagen wertvolle Lebensräume und können mit Öffentlichkeitsarbeit einen wichtigen Beitrag zum Schutz von Wildbienen leisten. Eine Analyse der Lebensraumansprüche der einzelnen Arten zeigt, dass viele nicht biotopabhängig, sondern ressourcenabhängig sind (SCHMID-EGGER, 1994). Durch gezielte Massnahmen bezüglich Requisitenangebot können Wildbienen in Botanischen Gärten geför-

dert werden. Auf einzelne Arten der Roten Liste wird weiter unten im Zusammenhang mit Nahrungs- oder Nistplatzangebot eingegangen.

Dass bei einer einjährigen Untersuchung nicht das gesamte Artenspektrum erfasst werden kann, zeigt das Beispiel des Botanischen Gartens Freiburg: 1974 wurden von April bis September 77 Bienenarten nachgewiesen (BUR, 1975), 1998 umfasste das bekannte Artenspektrum bereits 114 Arten (BUR, unveröffentlicht). HAESELER & RITZAU (1998) konnten zeigen, dass selbst Spezialisten nur relativ geringe Nachweisraten erzielen. Welcher Anteil des tatsächlich vorhandenen Artenspektrums im Botanischen Garten Bern erfasst wurde, bleibt somit offen; gesamthaft ist aber mit über 100 Arten zu rechnen. Das Erfassen von 2 zusätzlichen Arten ausserhalb der Sektorbegehungen zeigt, dass der Nachweis von seltenen Arten oft vom Zufall abhängt. Der höhere Weibchenanteil lässt sich mit einem höheren Erfassungsgrad erklären, weil sie sich mehr auf Blüten aufhalten als die Männchen und der Grossteil der Beobachtungen von Blütenbesuchen stammt (LOEFFEL et al., 1999).

Alle nichtparasitischen Vertreter der im mittelländischen Vergleich eher untervertretenen Unterfamilie Andreninae sind Bodennister, und die in Bern vertretenen Arten gehören zur Gattung *Andrena*. Abgesehen von *Colletes* (nur 3 Arten im Mittelland Ost) sind alle weiteren Vertreter der Colletinae *Hylaeus*-Arten und gehören zu den Hohlraumbewohnern, oder nagen sich ihre Gänge selber in markhaltige Zweige.

Im Vergleich zu den Artenspektren der Botanischen Gärten in Münster, Bonn, Göttingen und Zürich (BEMBÉ, 1999; BISCHOFF, 1996; BRAUN, 1997; BENASCONI, 1993) wurden aus der Unterfamilie Colletinae im Botanischen Garten Bern mehr Arten nachgewiesen, Andreninae sind in Bern untervertreten. Dies könnte auf eine gute Voraussetzung für Stängelbrüter und auf ein schlechteres Nistplatzangebot für Bodennister im Botanischen Garten Bern hinweisen. Der Grund liegt aber wohl eher an den erst im April einsetzenden Beobachtungen, wodurch ein Grossteil der früh fliegenden *Andrena*-Arten nicht erfasst wurde. Da die Bestimmung vieler *Hylaeus*-Arten im Feld nicht möglich war, mussten viele Individuen als Belege gesammelt werden; die 12 nachgewiesenen Arten entsprechen etwa der Hälfte (48%) der im Mittelland Ost noch vorkommenden Arten.

Beobachtungshäufigkeit

Bei der Angabe der Häufigkeitsklassen handelt es sich nicht um absolute Abundanzwerte, sondern um sogenannte «Aktivitätsabundanzen» (HAESELER & RITZAU, 1998). Da alle Sektoren mit vergleichbarer Intensität und ähnlichem Zeitaufwand begangen wurden, wurde der ganze Garten flächendeckend gleichmässig bearbeitet. Bei der Häufigkeitszuteilung wurden die Beobachtungswahrscheinlichkeit (Kleinheit, Auffälligkeit) und die Biologie der Arten, wie Generationenverhältnisse und Sozialverhalten, nicht berücksichtigt (vgl. MÜLLER, 1991b). Diese Häufigkeits-

angaben sind wertvolle Informationen z.B. im Hinblick auf die Errichtung eines Lehrpfades, bei dem es darum geht, interessierte Personen auf beobachtbare Wildbienen aufmerksam zu machen.

Alle Arten der Häufigkeitsklasse III werden auch in der Literatur (WESTRICH, 1989; MÜLLER et al., 1997; AMIET et al, 1999) als häufig bezeichnet (Abb. 2). Nur 11 Arten der Häufigkeitsklasse I (selten) sind wirklich seltene Arten, die verbleibenden 24 gelten im Mittelland durchaus als häufig oder sind regelmässig anzutreffen. Seltene Arten werden allgemein eher zufällig nachgewiesen; deshalb ist nicht anzunehmen, dass alle selten beobachteten Arten im Garten wirklich selten waren, und es ist auch ein grösseres Artenspektrum als das 1998 nachgewiesene zu erwarten. Mit der faunistischen Erfassung von Hummeln wurde erst spät begonnen, um Königinnen und erste Arbeiterinnen der Populationen zu schonen. Da verschiedene Arten das gleiche Farbmuster aufweisen können (AMIET, 1996) und von den Phänotypen nur einzelne Vertreter als Belege gesammelt wurden, ist anzunehmen, dass noch weitere *Bombus*-Arten vorkommen.

Es wurden nur 8 parasitisch lebende Bienen – alle in der seltensten Häufigkeitsklasse – nachgewiesen. Im Vergleich zu den Artenspektren der Botanischen Gärten München und Göttingen (BEMBÉ, 1999; BRAUN, 1997) wurden in Bern sehr viel weniger Kuckucksbienen nachgewiesen. Nach JANZON & SVENSSON (1983) weist ein geringer Anteil an parasitischen Bienen auf ein zerstreutes Wirtsvorkommen hin. Es ist deshalb durchaus möglich, dass die Wirte auch in der Umgebung des Gartens nisteten und als Folge davon viele Kuckucksbienen nur teilweise innerhalb des Gartens aktiv waren.

Phänologie

Der Verlauf der Artenzahl im Saisonverlauf ist in *Abbildung 4* dargestellt; er ist durchaus vergleichbar mit den Angaben von WESTRICH (1989). EICKWORT & GINSBERG (1980) beschrieben, dass der Aktivitätshöhepunkt von Bienenarten mit dem Zeitpunkt des maximalen Ressourcenangebots zusammenfiel. Mit der Artenzahl variiert auch die Individuendichte der einzelnen Arten im Saisonverlauf. In Bern wurde bei vielen Arten eine kürzere Flugzeit beobachtet, als sie WESTRICH (1989) angibt, was mit dem kleineren Datensatz erklärbar ist. Da zu Beginn und am Ende der Flugzeit einer Art weniger Individuen auftreten, wird der Erfassungsgrad zusätzlich zu der diskutierten Beobachtungswahrscheinlichkeit weiter reduziert. Die Anzahl aktiver Arten pro Zeiteinheit dürfte deshalb höher sein als in *Abbildung 4* dargestellt. Das zeitliche Auftreten der Wildbienen wird auch durch die klimatischen Verhältnisse beeinflusst, welche sich einerseits auf die Phänologie der Vegetation und andererseits direkt auf die Entwicklung der Bienen auswirken. Zusätzlich spielt es eine Rolle, ob die Art sozial ist oder in mehr als einer Generation auftritt, wie z.B. die bivoltinen *Andrena bicolor* und *A. minutuloides*, die als einzige *Andrena*-Arten noch nach Ende Mai beobachtet werden konnten (Abb. 2). Die Furchenbienen (*Halictus* und *Lasioglossum*) überwintern als Imagines, sechs

sind primitiv-eusozial und eine zeigt eine kommunale Lebensweise (vgl. MICHENER, 1974); deshalb können ihre Imagines bereits im Frühling, aber auch während eines Grossteils des Sommerhalbjahres angetroffen werden (MÜLLER et al., 1997).

Blütenbesuche

Kuckucksbienen können dank ihrer parasitischen Lebensweise auf die zeit- und kostenintensiven Nestbau- und Verproviantierungstätigkeiten verzichten (MÜLLER, 1991a). Ihr Blütenbesuch dient allein der Eigenversorgung mit Nektar. Während es die unterschiedlichsten Spezialisierungen beim Pollensammeln gibt, existieren solche hinsichtlich des Nektarerwerbs nicht (WESTRICH, 1989). Der Anteil Pollenspezialisten in der Bienenfauna ist regional verschieden; in Wüstengebieten können über 50% oligolektische Arten erwartet werden, in den Tropen sinkt ihr Anteil unter 20% (vgl. MÜLLER, 1996). Im Vergleich mit anderen Botanischen Gärten waren die oligolektischen Arten in Bern in ähnlicher Zahl vertreten (Bonn: 14 Arten, BISCHOFF, 1996; München: 16 Arten; BEMBÉ, 1999), bzw. seltener (die neuen Gärten von Göttingen: 21 Arten, BRAUN, 1997 und Zürich: 19 Arten, BERNASCONI, 1993). In Bern waren vor allem die Pollenspezialisten der früh fliegenden *Andrena*-Arten untervertreten, was aber nicht nur mit einem fehlenden Nahrungsangebot, sondern mit dem späten Beginn der Feldaufnahmen erklärt werden kann. Folgende Nahrungsspezialisten konnten sowohl in Bern als auch in Bonn, München und Zürich nachgewiesen werden: *Heriades truncorum*, *Megachile ericetorum*, *Hylaeus punctulatissimus*, *H. signatus*, *Chelostoma campanularum*, *Ch. florisomne*. Sie alle können im Siedlungsbereich häufig sein, sofern die entsprechenden Pollenquellen vorhanden sind. Im Rahmen einer vergleichenden Untersuchung der verschiedenen Botanischen Gärten müsste auch deren Bewirtschaftung (Pflanzenangebot, Nistmöglichkeiten) und die Eignung ihrer weiteren Umgebung für das Vorkommen von Wildbienen betrachtet werden.

Am Beispiel von *H. punctulatissimus* lässt sich die Bedeutung von Sekundärbiotopen, wie sie Botanische Gärten darstellen, verdeutlichen. Ursprünglicher Siedlungsschwerpunkt dieser Art sind Trockenrasen an südexponierten Felshängen, mit Pollenquellen wie *Allium sphaerocephalon* und *A. montanum* (WESTRICH, 1989). In diesen Primärlebensräumen ist die Art sehr selten geworden und gilt als gefährdet (AMIET, 1994), durch ein Angebot an im Hochsommer blühenden *Allium*-Arten wie *A. cepa* und *A. porrum* in Gärten kann sie jedoch gefördert werden. Gemäss den Angaben von WESTRICH (1989) wäre ein umfangreicheres Angebot im Kräutergarten in Bern sowohl für *H. punctulatissimus* als aber auch für weitere kleinere Arten der Gattungen *Hylaeus*, *Andrena*, *Halictus* und *Lasioglossum* wertvoll.

Durch die offen liegenden Nektarien sind Apiaceen allen Blütenbesuchern als Nektarquellen leicht zugänglich, jedoch gehören alle im Pollensammeln auf diese Pflanzenfamilie spezialisierten Bienen zur Gattung *Andrena*. Asteraceen sind für Wildbienen sehr wichtig und bieten mit ihrem unterschiedlichen Blütenbau so-

wohl kurz- als auch langrüssigen Arten Nektar. *Hylaeus nigritus* wurde auf *Achillea* sp., *Centaurea* sp. und *Tanacetum* sp. beobachtet. *H. truncorum* besuchte die grossen und gelben Blüten von *Inula* sp. und *Buphthalmum* sp. Nach WESTRICH (1989) gehören diese Pflanzengattungen innerhalb der Asteraceen zu den bevorzugten Pollenquellen der beobachteten Wildbienen. *Hylaeus*-Arten transportieren den Pollen im Kropf, weshalb es bei den Beobachtungen kaum möglich war, zwischen Pollen- und Nektarsammeln zu unterscheiden.

Ein Angebot von *Vicia sepium* auf zusätzlichen Flächen könnte das eng begrenzte Vorkommen der Langhornbiene *Eucera nigrescens* vergrössern, und ein zeitlich versetzter Schnitt der Wiesen sollte das stete Pollenangebot dieser Schmetterlingsblütler gewährleisten.

Ranunculus acris, *R. bulbosus* und *R. repens* gelten als Hauptpollenquelle für *Chelostoma florisomne*. Das Angebot von *Reseda* in der Abteilung der Färber- und Faserpflanzen ermöglicht das Vorkommen der spezialisierten Art *Hylaeus signatus*. Nach WESTRICH (1989) werden die Blütenbestände dieser Pflanzenart auch von *Anthidium oblongatum* als Territorien genutzt, was aber – trotz Nachweis dieser Art – nicht beobachtet werden konnte.

Um Angaben über oligolektisches Verhalten machen zu können, sind sehr genaue Beobachtungen der Blütenbesucher oder Pollenanalysen nötig. So galt bis vor kurzer Zeit *Anthidium strigatum* als auf Fabaceen spezialisiert. MÜLLER (1996) wies nach, dass diese Art polylektisch ist, jedoch lediglich eine Bevorzugung der Fabaceen zeigt. *A. strigatum* wurde im Alpinum an *Lotus corniculatus* beobachtet; mit dichteren *Lotus*-Beständen könnte die Lebensgrundlage verbessert werden.

Für die *Campanula*-Spezialisten, aber auch für Generalisten, spielen neben der Häufigkeit auch Standort und Blütezeit der angepflanzten Arten eine wichtige Rolle (WESTRICH, 1989), damit ein zeitlich möglichst ausgedehntes Angebot vorhanden ist. BRAUN (1997) registrierte ebenfalls einen hohen Anteil von Spezialisten (16,7%) unter den Besuchern von *Campanula*. *Melitta haemorrhoidalis* z.B. fliegt erst ab Mitte Juni und ist auf spät blühende Arten angewiesen; beim Nachweis von *M. haemorrhoidalis* waren viele Glockenblumen bereits am Verblühen. Da die *Campanula*-Blüten nach kurzer Zeit keinen Pollen mehr enthalten, aber noch Nektar absondern, könnte es sich bei vielen Beobachtungen vor allem um Nektarbesuche gehandelt haben, z.B. bei der auf Fabaceen spezialisierten *Megachile ericetorum*.

Die Pelzbiene *Anthophora plumipes* ist synanthrop (WESTRICH, 1989) und in Gärten häufig zu beobachten. Als langrüsslige Art (12–14 mm; THALMANN & DORN, 1990) sind ihr auch langröhrlige, gewöhnlich als Hummelblumen bezeichnete Pflanzenarten als Nektarquelle zugänglich (KUGLER, 1970). Der Pollen wird mit dem mit Sammelhaaren versehenen Rüssel der Blüte entnommen (WESTRICH, 1989). Weibchen und Männchen dieser auffälligen Art wurden bis Mitte Mai im Alpinum vor allem an den Beständen von *Pulmonaria montana* beobachtet. Als leicht beobachtbare Art könnte *A. plumipes* sehr gut in einen Wildbienen-Lehrpfad eingebaut werden.

Nestbau und Sozialstruktur

Neben den Hummeln mit ihren unterschiedlichen Nistpräferenzen nisten soziale Arten hauptsächlich endogäisch. Der Anteil der sozialen Bienen im Artenspektrum ist höher als erwartet. Eine Erklärung dieses Befundes ist schwierig, jedoch könnten sie auf Grund höherer Individuendichten besser erfasst worden sein als solitäre Arten. WESTRICH (1983) nennt als Hauptursache für den Rückgang vieler Wildbienenarten die zunehmende Verknappung an geeigneten Nistplätzen. Die meisten Abteilungen des Gartens bieten keine idealen Voraussetzungen für Erdnister. Durch unvermeidbare Pflegemassnahmen werden begonnene Erdbauten immer wieder zerstört; auf den Sektorbegehungen wurden kaum Nistaktivitäten beobachtet. Diese Tatsache könnte Grund sein für das spärliche Auftreten von Kuckucksbienen, weil sich diese oft in der Nähe der Wirtsnester aufhalten.

Die Steinblöcke aus Jura-Malmkalk im Alpinum wurden Mitte des letzten Jahrhunderts mit Beton stabilisiert, wodurch die Ritzen sowohl für endo- als auch hypergäischen Nistern nicht mehr zugänglich sind. Die alten Backsteingebäude aus der Gründungszeit des Gartens bieten vor allem *Osmia rufa* ideale Nistgelegenheiten. Der Einflug von *Melecta albifrons* in ein *O. rufa*-Nest ist damit zu erklären, dass diese Kuckucksbiene potenzielle Nistplätze von *A. plumipes* absuchte (F. AMIET, pers. Mitt.).

Bis auf *Lasioglossum lucidulum*, die Sandböden benötigt, sind alle nachgewiesenen Bodennister bei der Nistplatzwahl wenig wählerisch. Mit den ungenutzten, sandigen Flächen unter dem Bogen der Lorrainebrücke steht eine grössere, kaum gestörte Nistfläche zur Verfügung. Sie ist jedoch sehr schattig, und das Fehlen der meist wärmeliebenden Sandspezialisten könnte auf die ungenügende Besonning zurückgeführt werden. Hier nistete vor allem *Anthophora plumipes* (Tab. 2), welche geringe thermische Ansprüche stellt (ab 9 °C bei 20 000 Lux Beleuchtungsstärke; THALMANN & DORN, 1990).

Die Gesamtlebensräume bestimmter Arten können sich aus verschiedenen Teillebensräumen zusammensetzen (WESTRICH, 1989), wenn Nahrungs- und Nistraum nicht am gleichen Ort vorhanden sind. Es ist anzunehmen, dass nicht alle der nachgewiesenen Arten ihre Neststandorte im Garten hatten. Bei *Xylocopa violacea* wurde ein Verlassen des Gartens Richtung Aare mehrmals beobachtet. Das Vorkommen dieser stark gefährdeten Art ist von grosser Bedeutung. Schutzmassnahmen müssen sich auf die Erhaltung alter Bäume mit Totholzpartien in sonnigen Lagen konzentrieren. Alle Nistplätze sind unbedingt vor Zerstörung zu schützen (WESTRICH, 1989).

In den bereit gestellten Nisthilfen wurden erstaunlich wenige Hohlraumnister gefunden (Tab. 2, Abb. 7). Bei der Installation von weiteren Nisthilfen im Garten muss auf einen Standort mit einer längeren Besonnungszeiten geachtet werden. Das Beispiel von Zürich mit Nisthilfenangeboten im Botanischen Garten und im Zoo zeigt, dass Wildbienen und weitere Hymenopteren einem breiten Publikum zugänglich gemacht werden können. Geeignete Nisthilfen und Schautafeln wür-



Abbildung 7: Blick ins Innere einer mit Plexiglasrörchen bestückten Nisthilfe. Deutlich sind die einzelnen durch Querwände abgetrennten Brutzellen mit den Nahrungsvorräten für die Larven zu sehen.

den auch in Bern einen wertvollen Beitrag zur Information und Sensibilisierung der Öffentlichkeit beitragen. Die *Anthophora*-Kolonie unter der Lorrainebrücke könnte leicht in ein derartiges Konzept eingebaut werden.

Zusammenfassung

1998 wurde die Bienenfauna im Botanischen Garten in Bern untersucht. Insgesamt konnten 71 Arten nachgewiesen werden. Gesamtschweizerisch werden davon 6 Arten als gefährdet eingestuft. Für die Nordschweiz gilt *Xylocopa violacea* als stark gefährdet, *Hylaeus difformis*, *H. punctulatissimus*, *Andrena viridescens* und *Bombus humilis* gelten als gefährdet, *H. clypearis* ist potenziell gefährdet. 15 Arten sind oligolektisch, wobei 4 Arten auf *Campanula* spezialisiert sind.

15 Arten besitzen eine soziale Lebensweise. Der Anteil Erdnister beträgt 40%. Neben den Kuckucksbienen (11%) und nestbauenden *Bombus*-Arten (9%) wurden alle weiteren Arten als hypergäische Nister zusammengefasst. Unter der Lorrainebrücke ist ein kompaktes Erd-Sand-Angebot für Erdnister vorhanden, welches von *Anthophora plumipes*, *Andrena carantonica* und weiteren Hymenopteren als Neststandort genutzt wurde.

Das Artenspektrum wird mit Untersuchungen anderer Botanischer Gärten verglichen und Aspekte zu Häufigkeit, Phänologie, Blütenbesuchen und Nistweisen der Arten diskutiert. Der Botanische Garten Bern bietet vor allem Lebensraum für synanthrope Arten. Ausser den Nahrungsspezialisten sind sehr wenige stenotope Arten vertreten, was auf die geringe Fläche und die Gartenstruktur zurückgeführt werden kann. Trotzdem bilden Botanische Gärten wertvolle Lebensräume für Wildbienen und können im Rahmen der Öffentlichkeitsarbeit einen wichtigen Beitrag zum Schutz dieser Hymenopteren leisten.

Dank

Wir danken dem Team des Botanischen Gartens und dem Institut für Pflanzenwissenschaften der Universität Bern für die Unterstützung und die gute Zusammenarbeit. F. AMIET hat sämtliche Belege kontrolliert, wofür wir ihm herzlich danken. Ein herzliches Dankeschön geht an A. MÜLLER für die Beantwortung vieler Fragen, sowie an alle, die zum Gelingen der Arbeit beigetragen haben.

Abstract

In 1998 the wild bee fauna at the Botanical Garden in Berne was investigated. A total of 71 species was found, six of which are threatened in Switzerland: In northern Switzerland, *Xylocopa violacea* is regarded as strongly threatened, *Hylaeus difformis*, *H. punctulatissimus*, *Andrena viridescens* and *Bombus humilis* as threatened and *H. clypearis* as potentially threatened. We found 15 oligoleptic species, 4 of them feeding on *Campanula* sp.

15 of the observed species are social. The proportion of soil-nesting species was 40%. 9% were nest-building *Bombus* spp. and 11% parasitic bees. The remaining species nested above ground (40%). The soil and sand available under the Lorraine bridge was used as a nesting site by *Anthophora plumipes*, *Andrena carantonica* and several other Hymenoptera species.

The species spectrum is compared with the results obtained in other Botanical Gardens, and some aspects concerning abundance, phenology, flower visits and nesting are discussed. The Botanical Garden in Berne, mainly offers habitat for synanthropic species. Besides the food specialists, only few other stenotopic species were found due to the small area and the structure of the garden. Nevertheless, Botanical Gardens offer valuable habitat to wild bees and can play an important role in their protection by providing information for the general public.

Key words: Hymenoptera, Apidae, Botanical Garden, bee fauna, Berne, synanthropic, abundance, phenology, flower visits, nesting, oligoleptic, *Campanula*.

Literatur

- AMIET, F. (1994): Rote Liste der gefährdeten Bienen der Schweiz. In: BUWAL (ed.), Rote Listen der gefährdeten Tierarten in der Schweiz, EMDZ, Bern.
- AMIET, F. (1996): Hymenoptera Apidae, 1. Teil. Allgemeiner Teil, Gattungsschlüssel, Gattungen *Apis*, *Bombus* und *Psithyrus*. *Insecta Helvetica, Fauna* 12.
- AMIET, F., MÜLLER, A. & NEUMEYER, R. (1999): Apidae 2. *Colletes*, *Dufourea*, *Hylaeus*, *Nomia*, *Nomiooides*, *Rhophitoides*, *Rophites*, *Sphecodes*, *Systropha*. *Fauna Helvetica* 4.
- BEMBÉ, B. (1999): Die Wildbienen (Hymenoptera, Apidae) im Botanischen Garten München. Diplomarbeit Ludwigs-Maximilians-Univ. München.
- BERNASCONI, M. (1993): Faunistisch-ökologische Untersuchung über die Wildbienen (Hymenoptera, Apidae) der Stadt Zürich. Diplomarbeit Entomol. Inst. ETH Zürich.
- BISCHOFF, I. (1996): Die Bedeutung städtischer Grünflächen für Wildbienen (Hymenoptera, Apidae), untersucht am Beispiel des Botanischen Gartens und weiteren Grünflächen im Bonner Stadtgebiet. *Decheniana* 149: 162–178.
- BRAUN, C. (1997): Die Wildbienen-Fauna (Hymenoptera: Apidae) zweier Botanischer Gärten. Untersuchung zum Blütenbesuch an einheimischen und nicht einheimischen Pflanzen. Diplomarbeit Zool. Inst. Georg-August-Univ. Göttingen.
- BUR, M. (1975): Beitrag zur Faunistik und Ökologie blütenbesuchender Apoidea von Freiburg (Schweiz) und Umgebung, mit besonderer Berücksichtigung des Botanischen Gartens Freiburg. Diplomarbeit Univ. Freiburg.
- DORN, M. (1977): Ergebnisse faunistisch-ökologischer Untersuchungen an solitären Apoidea (Hymenoptera) im Botanischen Garten der Martin-Luther-Universität in Halle (Saale). *Hercynia (N.F.)* 14: 196–211.
- EICKWORT, G.C. & GINSBERG, H.S. (1980): Foraging and mating behavior in Apoidea. *Ann. Rev. Entomol.* 25: 421–446.
- HAESELER, V. & RITZAU, C. (1998): Zur Aussagekraft wirbelloser Tiere in Umwelt- und Naturschutzgutachten – was wird tatsächlich erfasst? *Z. Ökologie Naturschutz* 7: 45–66.
- JANZON, L.A. & SVENSSON, B.G. (1983): Aculeate Hymenoptera from a sandy area on the Island of Öland, Sweden. *Nova Acta Regiae Societatis Scientiarum. Upsaliensis, Ser. V:C. 3*: 181–188.
- KUGLER, H. (1970): Blütenökologie. 2. Aufl. Fischer, Stuttgart.
- LOEFFEL, K., STREICH, S., WESTRICH, P. & ZETTEL, J. (1999): Auensukzession und Zonation im Rottensand (Pfynwald, Kt. VS). II. Wiederbesiedlung einer Überschwemmungsfläche durch Wildbienen (Hymenoptera, Apidae). *Mitt. Schweiz. Ent. Ges.* 72: 139–151.
- MICHENER, C. (1974): The social behavior of the bees. Harvard Univ. Press, Cambridge.
- MÜLLER, A., KREBS, A. & AMIET, F. (1997): Bienen, Mitteleuropäische Gattungen, Lebensweise, Beobachtung. Naturbuch-Verlag, München.
- MÜLLER, A. (1991a): Wildbienen im Schaffhauser Randen. *Neujahrsblatt Naturf. Ges. Schaffhausen* 43: 1–78.
- MÜLLER, A. (1991b): Die Bienenfauna (Hymenoptera, Apoidea) des Schaffhauser Randens (Nord-schweizer Jura). *Mitt. Naturf. Ges. Schaffhausen* 35: 1–35.
- MÜLLER, A. (1996): Host-plant specialisation in western palearctic anthidiine bees (Hymenoptera: Apoidea: Megachilidae). *Ecol. Mon.* 66: 235–257.
- PADR, Z. (1990): Solitäre Bienen und Hummeln des Botanischen Gartens der Karls-Universität in Prag (Hymenoptera, Apoidea). *Acta. Univ. Carol. Biol.* 34: 173–181.
- PLATEAUX-QUÉNU, C. (1993): Modalités de la socialisation chez les Halictinae. *Année biologique* 32: 183–227.
- SCHEDL, W. (1997): Faltenwespen im Botanischen Garten Innsbruck (Tirol, Österreich): Artengarnitur, Blütenbesuch und Phänologie. *Ber. Nat.-med. Verein Innsbruck* 84: 343–352.
- SCHMID-EGGER, C. (1994): Die Aussagefähigkeit von Stechimmen (Hymenoptera, Aculeata) bei naturschutzfachlichen Bewertungen. *Verh. Westd. Entom. Tag* 1993, Düsseldorf: 269–272.

- SCHREIBER, K.F. (1977): Wärmegliederung der Schweiz, Grundlagen für die Raumplanung. Eidg. Justiz- und Polizeidepartement, Blatt 1.
- SCHWARZ, M., GUSENLEITNER, F., WEATRICH, P. & DATHE, P. P. (1996): Katalog der Bienen Österreichs, Deutschlands und der Schweiz (Hymenoptera, Apidae). Entomofauna Suppl. 8: 1–398.
- THALMANN, U. & DORN, M. (1990): Die Haltung der Pelzbiene, *Anthophora acervorum* (L.), und ihr Einsatz zur Nutzpflanzenbestäubung. Wiss. Z. Univ. Halle 39, 5: 15–21.
- WESTRICH, P. (1983): Wildbienen. Ökologische Bedeutung, Gefährdung, Schutz. Veröff. Naturschutz Landschaftspflege Bad.-Württ. 55/56: 9–21.
- WESTRICH, P. (1989): Die Wildbienen Baden-Württembergs. Bd. I und II, 1. Aufl. Ulmer, Stuttgart.

