

Wildbienen-Gemeinschaften (Hymenoptera Apoidea) an spontaner Vegetation im Siedlungsbereich der Stadt Freiburg im Breisgau

Kratochwil A.*, Klatt M.**

*Institut für Biologie II / Geobotanik der Universität Freiburg, Schänzlestr. 1, Freiburg i. Br., 7800 Germany.

** Fachbereich Biologie, Chemie/Ökologie der Universität Osnabrück, Barbarast 11, Osnabrück, 4500 Germany.

Keywords: ruderal plant communities, flower phenology, flower visitors, Hymenoptera Apoidea, community structure.

Abstract

In 1987 the bee community (Hymenoptera, Apoidea) of different ruderal plant communities in and around the city of Freiburg i.Br. (FRG) was studied from the middle of May till the middle of September; e.g.: *Conyzo-Lactucetum*, *Tanaceto-Artemisietum*, *Convolvulo-Agrophyretum*, *Ranunculus repens*-community, *Onopordetum acanthii*, ruderal *Arrhenatherion*-fragment community, *Dauco-Melilotion*, *Vulpia myuros*-community. The 6 study sites, in some cases single plant communities, in other cases vegetation complexes, comprise an area of 100-5000 m². The flower phenology of these different ruderal plant communities was analysed. They are all characterized by a high number of simultaneously flowering entomophilic plant species in July and August. The maximum number of flowering species was reached at the end of July. The flower phenological results are discussed in comparison with other plant communities. We registered 22% (n = 112) of the bee species recorded for the Federal Republic of Germany. The highest diversity of bee species was reached in the ruderal sites which possess a vegetation mosaic built up by plant communities of different phytosociological progression. These ruderal sites offer different nesting habitats for ground nesting bee species as well as for species nesting, e.g., in stems of tall herbs and shrubberies, in old wood, in walls but also in the framework of buildings. 50% of all bee species recorded in this investigation show preferences in their flower visiting behaviour, two thirds of them are stenanthic for the plant families Asteraceae s.l., Fabaceae and Apiaceae. It is remarkable that a high portion of bee species living in the studied ruderal plant communities are species listed in the Red Data Book (18 species Red Data Book for FRG, 31 species for Baden-Württemberg). The results show that the ruderal plant communities and their complexes located in or near settlements do exhibit a flower visitor community rich in endangered species. The importance of these plant communities for nature conservation is thus confirmed.

Einführung

In der BRD sind derzeit 517 Wildbienen-Arten bekannt (WESTRICH 1984). DORN (1983)

schließt aus Untersuchungsergebnissen, daß allein 25% der in der ehemaligen DDR nachgewiesenen Arten im urbanen Bereich vorkommen und dort geeignete Lebensbedingungen finden. Ein ähnlich hoher Prozentsatz dürfte auch bei uns anzutreffen sein, so daß mit mindestens 130 Bienenarten im städtischen Bereich zu rechnen ist. Die Tatsache, daß viele Arten nur in kleinen Individuenzahlen vorkommen, ihre z.T. nur kurze Flugzeit von wenigen Wochen im Jahr, die häufig nur auf wenige Tagesstunden begrenzte Aktivitätszeit und auch ihre in vielen Fällen geringe Körpergröße von nur wenigen Millimetern, macht viele Wildbienen-Arten in der Regel zu «unscheinbaren Mitbewohnern» im ländlichen und urbanen Siedlungsbereich. Dennoch sind sie charakteristische Elemente dieses anthropogen so intensiv beeinflussten Lebensraumes. Ein Grund liegt neben den für thermo- und xerophile Insekten dort günstigen mikro- und mesoklimatischen Gegebenheiten vor allem in der im Siedlungs- und besonders im Stadtrandbereich vorhandenen Vielfalt an potentiellen Nistmöglichkeiten (offenen Bodenstellen, Pflanzenstengel, totes Holz, Fachwerk, Mauern u.a.) und in einem oft recht vielseitigen Nahrungspflanzen-Angebot verschiedener Wild- und Gartenpflanzen.

Neben einer Fülle von Einzelbeobachtungen über Wildbienen im Siedlungsbereich, die zum großen Teil weit in der Literatur gestreut sind, liegen nur wenige umfassendere Arbeiten zu diesem Thema vor (z.B. BANASZAK 1982, DORN 1983, JACOB-REMACLE 1984, LECLERCQ 1982, WESTRICH 1985). Aufgrund der Standortvielfalt urbaner Ökosysteme erscheint es für ökofaunistische Untersuchungen sinnvoll, die unterschiedlichen Lebensräume und Habitattypen differenzierend zu analysieren. Ein Gliederungsschema urbaner Ökosysteme haben KLOTZ, GUTTE und KLAUSNITZER (1984) vorgelegt. In entsprechender Weise wurde eingehender die Wildbienen-Fauna von Stadtgärten (GAUCKLER 1971, HAESELER 1972), von Botanischen Gärten (DORN 1977), von Tierparks (DATHE 1969,

1971) und Bürgersteigen, Parkplätzen und Straßenrändern (HAESELER 1982) vorgestellt.

In einer vorausgegangenen Untersuchung konnte, basierend auf eigenen Beobachtungen und einer umfangreichen Literatursauswertung, durch Zuordnung von 85 Wildbienen-Arten zu bestimmten Vegetationsformationen, in Einzelfällen, wo es möglich war, auch zu bestimmten Pflanzengesellschaften, die große Bedeutung von Ruderal-Pflanzengesellschaften als (Teil-) Lebensräumen von Wildbienen aufgezeigt werden (KRATOCHWIL 1984, Tab. 24, p. 594/595). Aufgrund dieses Ergebnisses erschien es sehr lohnend zu sein, die Wildbienen-Fauna an spontaner Vegetation im Siedlungsbereich näher zu erforschen. Wir haben eine solche Untersuchung in Freiburg im Breisgau durchgeführt (KLATT 1988). Aufgrund der Vielfalt verschiedener Typen von Ruderalgesellschaften und den deshalb auch zu erwartenden Unterschieden in der Tierartenzusammensetzung wurde, wie bei anderen Untersuchungen über Blütenbesucher-Gemeinschaften (KRATOCHWIL 1987), auch hier in definierten pflanzensoziologisch charakterisierten Beständen gearbeitet und ein

biozöologischer Ansatz verfolgt, bei welchem pflanzensoziologische und zoözoologische Ergebnisse miteinander verknüpft werden sollten. Einer solchen Vorgehensweise ist bisher (s. z.B. die zusammenfassende Darstellung von KLAUSNITZER 1987) kaum Rechnung getragen worden.

Die Beantwortung der folgenden Fragen war Gegenstand der vorliegenden Untersuchung:

- 1) Wie lassen sich verschiedene ausgewählte Ruderal-Pflanzengesellschaften blütenökologisch charakterisieren, welche entomophilen Pflanzenarten kommen vor, wie ist das Blumentypen-Spektrum zusammengesetzt?
- 2) Welche blühphänologische Entwicklung zeigen die Bestände im Jahresverlauf, wie groß ist die Blumdichte?
- 3) Welche Wildbienen-Arten kommen in den einzelnen Ruderal-Pflanzengesellschaften und Gesellschaftskomplexen vor?
- 4) Dominieren innerhalb der Zoozönose der Wildbienen an Ruderalstellen besonders angepasste stenöke Arten, oder eher euryöke?
- 5) Unterscheiden sich einzelne Ruderal-Pflanzengesellschaften bzw. Gesellschaftskomplexe in

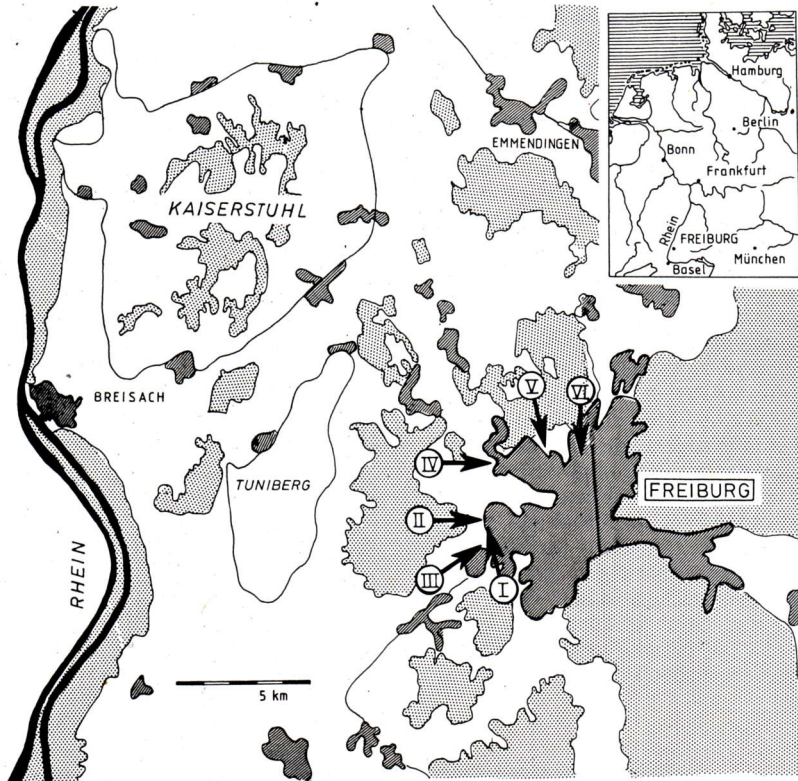


Abb. 1 - Untersuchungsgebiet und Lage der 6 Untersuchungs-flächen im Stadtbereich von Freiburg (schraffiert = Siedlungs-bereich, punktiert = Wald).

Tab. 1 - Vergleich einzelner Klimadaten: Freiburg (Wetteramt) und Kaiserstuhl (Oberrotweil)

	FREIBURG WETTERAMT 259m	KAISERSTUHL OBERROTWEIL 235 m
MITTLERE JÄHRLICHE NIEDERSCHLAGSMENGE (mm) (1931-1960)	849	682
JÄHRLICHE SONNEN- SCHEINDAUER IN STUNDEN (h) (1901-1950)	1802	1858 ⁺
JAHRESMITTEL LUFTTEMPERATUR (°C) (1931-1960)	10,5	9,9

ANGABEN NACH TRENKLE (1980)

*FÜR BLANKENHORNSBERG

ihrem Wildbienen-Inventar, und welches sind mögliche Gründe?

- 6) Wie ist diese Ruderal-Biozönose bzw. Teilzönose (entomophile Pflanzenarten der Ruderal-Pflanzengesellschaft/Wildbienen) aus Naturschutz-Sicht zu beurteilen?

Einige weitere Gesichtspunkte (z.B. arealgeographische und historische Zusammenhänge) werden in einer eigenen Arbeit behandelt (KRATOCHWIL & KLATT 1989).

2. Untersuchungsgebiet und Untersuchungsflächen

Die Stadt Freiburg liegt in der Südlichen Oberrheinebene am Rande des Schwarzwaldes

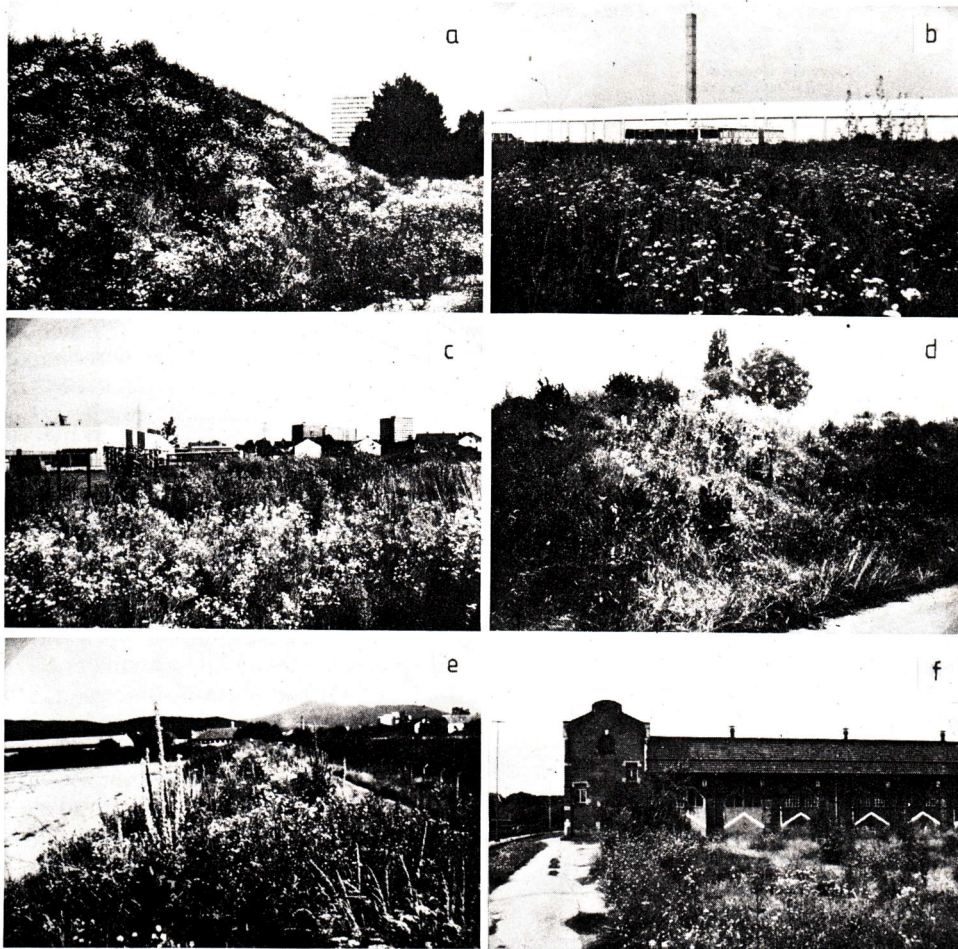


Foto 1 - a) Straßendamm «Weingarten» (I), b) Gewerbegebiet «Haid» (II), c) Gewerbegebiet «Obere Haid» (III), d) Straßendamm «Betzenhausen» (IV), e) Erdwall «Flugplatz» (V), f) Güterbahnhof Freiburg.

Tab. 2 - Die 6 Untersuchungsflächen geordnet nach ihrer Stellung in der soziologischen Progression (nach einem Entwurf von A. SCHWABE und A. KRATOCHWIL)

	STRASSEN-DAMM 'WEINGARTEN' (I)	GEWERBE-GEBIET 'HAID' (II)	GEWERBE-GEBIET 'OBERE HAID' (III)	STRASSEN-DAMM 'BETZENHAUSEN' (IV)	ERDWALL-FLUGPLATZ (V)	GÜTERBAHNHOF (VI)
STELLARIETEA MEDIAE SISYMBRION	CONYZO-LACTUCETUM (FRISCH. AUSB.)					CONYZO-LACTUCETUM (TROCK. AUSB.)
ARTEMISIETEA ONOPORDION						ONOPORDETUM ACANTH.
DAUCO-MELILOTION		TANACETO-ARTEMISIE-TUM (MIT FRISCHEZEIGERN)				DAUCO-MELILOTION (SUKZ. STAD.) TANACETO-ARTEMISIE-TUM DAUCO-PICRIDETUM ECHIO-MELILO-TETUM
AGROPYRETEA INTERMEDI-REPERTIS			CONVOLVULO-AGROPY-RETUM	CONVOLVULO-AGROPY-RETUM		CONVOLVULO-AGROPYRION
AGROSTIETEA STOLONIFERA			RANUNCU-LUS REPENS-GES.	RANUNCU-LUS REPENS-GES.		
MOLINIO-ARRHENATHE-RETEA					ARRHENATHE-RION-GES. (RUDERALIS, TROCKEN) MIT SEDO-SCLERANTHETEA-ARTEN	
SEDO-SCLERANTHETEA					SEDO-SCLERANTHETEA-PIONIERSTAD.	
THERO-AIRION						VULPIA MYUROS-GES.
OHNE ZUORDNUNG						PIONIERSTAD. AUF SILIKAT-SCHÖTTER Z. B. MIT LINARIA REPENS

→ SUKZESSIONSSTADIUM ← STANDÖRTLICH VERMITTELND

(Abb. 1). Wärme klimatisch zählt Freiburg zu den begünstigsten Städten der Bundesrepublik. Das Klima ähnelt dem des nahegelegenen Kaiserstuhls, dieser submediterran getönt und vielen Botanikern bekannten Gebirgsinsel in der Oberrheinebene, ein Gebiet, das zu den wärmsten und sonnenreichsten der BRD zählt (Tab. 1). Zwar liegt die mittlere jährliche Niederschlagsmenge im Falle von Freiburg deutlich höher (um fast 200 mm), dennoch ist die jährliche Sonnenscheindauer fast identisch, das Jahresmittel der Temperatur sogar um 0,6°C höher.

Eine Bestandsaufnahme der Blütenbesucher-Gemeinschaften der Wildbienen setzt eine präzise Biotop-Charakterisierung voraus. Sie erfolgte in einer genauen pflanzensoziologischen Kennzeichnung 6 ausgewählter repräsentativer Untersuchungsflächen im Bereich der städtischen Vegetation (Abb. 1, Foto 1). Diese liegen alle in der Stadtkern-fernen Zone, nur dort waren Ruderalstellen höherer Qualität und größerer Ausdehnung

zu finden. Die Charakterisierung der Flächen folgt der zunehmenden soziologischen Progression und Komplexität der Gesellschaften bzw. Komplexität im Gesellschaftsmosaik (Tab. 2).

Fläche 1: Straßendamm in der Nähe eines Wohngebietes im Südwesten Freiburgs (Weingarten) mit einem *Conyzo-Lactucetum* (frische Ausbildung) in Südexposition (300 m²).

Diese Gesellschaft tritt im Gebiet von Freiburg als einzige der einjährigen Ruderalfluren auch in größeren Beständen auf (KOHL 1986).

Fläche 2: Großflächiges *Tanaceto-Artemisietum* (mit Frischezeigern) auf dem Gelände der Freiburger Verkehrsbetriebe (Gewerbegebiet 'Haid') (800 m²).

Diese Gesellschaft ist im Gebiet weit verbreitet.

Fläche 3: Zur Gewerbeansiedlung ausgewiesenes Brachland im Südwesten Freiburgs (Gewerbegebiet 'Obere Haid') mit einem Vegetationsmosaik aus einem *Convolvulo-Agropyretum* und einer *Ranunculus repens*-Gesellschaft (1000 m²). Das *Convolvulo-Agropyretum* kommt häufig auf Baustellen-Gelände der Stadt vor.

Fläche 4: In den Jahren 1980/81 aufgeschütteter Straßendamm bei Freiburg/Betzenhausen mit einem *Convolvulo-Agropyretum* in Südost-Exposition, welches standörtlich zu einer *Ranunculus repens*-Gesellschaft vermittelt (100 m²).

Fläche 5: Erdwall im Gebiet des Freiburger Flugplatzes. In oberen 1986 aufgeschütteten Bereich befindet sich ein *Onopordetum acanthii*, im unteren eine ruderalisierte trockene *Arrhenatherion*-Fragmentgesellschaft, durchsetzt mit *Sedo-Scleranthetea*-Pionierstadien (700 m²). Das *Onopordetum acanthii* ist im Freiburger Raum sehr selten (KOHL 1986), die Bestandsentwicklung, wie in anderen Gebieten auch (BRANDES 1988), muß als rückläufig eingestuft werden.

Fläche 6: Bereich des Güterbahnhofs Freiburg. Innerhalb eines großflächigen Vegetationskomplexes finden sich z.B. in Gleisnähe das *Conyzo-Lactucetum* und ruderalisierte *Dauco-Melilotion*-Fragmentgesellschaften, in Gleisferne, großflächig von *Rosa canina* und *Rubus fruticosus* agg. durchsetzt, Bestände des *Tanaceto-Artemisietum*, *Dauco-Picridetum* und *Echio-Melilotetum* auf dem Silikatschotterband ehemaliger Abstellgleise Pioniergesellschaften mit *Poa compressa*, *Linaria repens* und *Convolvulus arvensis*, ferner z.B. auch Gesellschaften des *Thero-Airion*, z.B. eine *Vulpia myuros*-Gesellschaft mit *Echium vulgare* und *Hieracium pilosella*. Die Abb. 2 gibt die Lage der 8 Untersuchungsflächen im Güterbahnhofsbereich wieder; sie überdecken insgesamt ca. 5000 m².

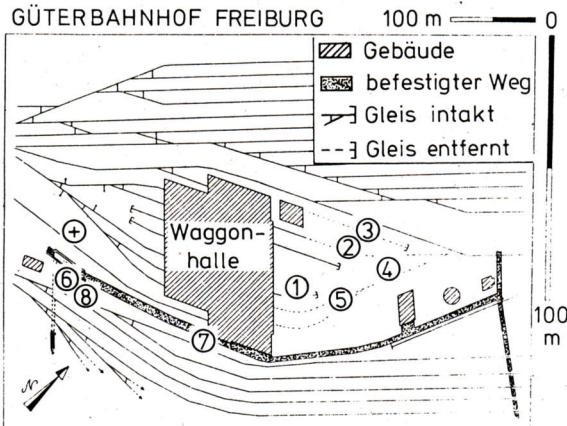


Abb. 2 - Die einzelnen Untersuchungsflächen im Bereich des Güterbahnhofes Freiburg:

- 1, 2: *Dauco-Picridetum*
- 3: *Dauco-Melilotion-Sukzessionsstadien*
- 4: *Convolvulo-Agropyretum* / *Dauco-Picridetum*-Übergangsgesellschaft
- 5: *Linaria repens* / *Convolvulus arvensis*-Bestand
- 6: *Thero-Airion*-Gesellschaften
- 7: *Echio-Melilotetum*
- 8: *Senecio viscosus*-Fragmentgesellschaft
- + : *Berteroa incana*-*IRhynchosinapis cheiranthos*-Bestand.

3. Methode

Die Untersuchung wurde in einem Zeitraum von Mitte Mai bis Mitte September des Jahres 1987 durchgeführt. Die 6 in Kap. 2 vorgestellten Untersuchungsflächen sind durch mehrere pflanzensoziologische Aufnahmen belegt. In diesen Untersuchungsflächen fand in wöchentlichen Intervallen in markierten homogenen Beständen von 20 - 50 m² Größe eine quantitative blühphänologische Erfassung der entomophilen Pflanzenarten statt (zur Methode s. KRATOCHWIL 1983, 1984). Bezeichnende Arten, die außerhalb der Dauerbeobachtungsflächen vorkamen und die ebenfalls von blütenökologischer Bedeutung sind, wurden zusätzlich gesondert mitaufgenommen.

Die Erfassung der Wildbienen geschah durch Sichtfang an der Blüte (nähere Angaben zur Determination s. KRATOCHWIL 1983). Hummeln (*Bombus*) und die Honigbiene (*Apis mellifica* L.) sind nur durch Sichtbeobachtungen belegt. Insgesamt wurde an 87 Tagen gefangen (105 Stunden), die Fangzeiten lagen für die einzelnen Flächen gestaffelt zwischen 9-18 Uhr bei einer Temperatur von mindestens 20°C (Schatten). Die Indigenität (SCHAEFER & TISCHLER 1983) der in den verschiedenen Untersuchungsflächen erfaßten Wildbienen konnte nur in Einzelfällen nachgewiesen werden (Überprüfung von in verschiedenen Pflanzenstengeln nistenden Tieren, Erfassung einzelner Nistplätze im Boden).

4. Ergebnisse und Diskussion

4.1 Blühphänologie und blütenökologische Charakterisierung ausgewählter Ruderal-Pflanzengesellschaften

Die einzelnen untersuchten Ruderalgesellschaften zeichnen sich alle dadurch aus, daß sie über den Juli and August besonders viele simultan blühende entomophile Pflanzenarten besitzen, in der Regel mit einem Blühmaximum Ende Juli (Abb. 3). Gemeinsam ist ihnen auch die hohe Blumendichte einzelner Pflanzenarten und eine große Farbvielfalt. Im folgenden sei die Blühphänologie 6 verschiedener, repräsentativ ausgewählter Gesellschaften beschrieben (Abb. 3).

Im *Conyzo-Lactucetum* (Fläche I) erreichen unter den für blütenbesuchende Insekten wichtigen Pflanzenarten eine besonders hohe Blumendichte im Untersuchungsgebiet *Barbarea vulgaris*, *Anthemis arvensis*, *Erigeron annuus* und *Lactuca serriola*.

Im *Tanaceto-Artemisietum* (Fläche II) sind auf der Untersuchungsfläche blühphänologisch folgende Arten aspektbestimmend: *Cirsium arvense*, *Melilotus alba*, *Erigeron annuus*, später im Jahr *Tanacetum vulgare*.

Im *Convolvulo-Agropyretum* (Fläche III) haben unter den entomophilen Pflanzenarten *Erigeron annuus*, *Crepis capillaris* und *Lactuca serriola* besonders hohe Infloreszenzzahlen.

Im *Convolvulo-Agropyretum* (Fläche IV), das standörtlich zu einer *Ranunculus repens*-Gesellschaft vermittelt, erreichen im Untersuchungsgebiet eine hohe Blumendichte *Ranunculus repens*, *Vicia villosa*, *Coronilla varia* und *Erigeron annuus*.

Das *Onopordetum acanthii* (Fläche V) wird im wesentlichen von den hochwüchsigen und hochsteten Distelarten blühphänologisch bestimmt: *Onopordum acanthium*, *Cirsium arvense*, *Carduus crispus*, *Cirsium eriophorum* u.a. Zusammen mit *Echium vulgare* und *Malva sylvestris* bestimmen sie den farbenprächtigen rot-blauvioletten Blühaspekt dieser Gesellschaft, der so ganz von dem weiß- und besonders gelbdominierten Farben der übrigen untersuchten Ruderalgesellschaften abweicht.

Die *Dauco-Melilotion*-Gesellschaft (Fläche VI) zeichnet sich im Untersuchungsgebiet durch die hohe Blumendichte z.B. von *Lotus corniculatus*, *Trifolium campestre*, *Campanula rapunculus*, *Cichorium intybus* und *Crepis capillaris* aus.

Ein Vergleich der Gesellschaften untereinander zeigt, daß das *Echio-Melilotetum*, das *Dauco-*

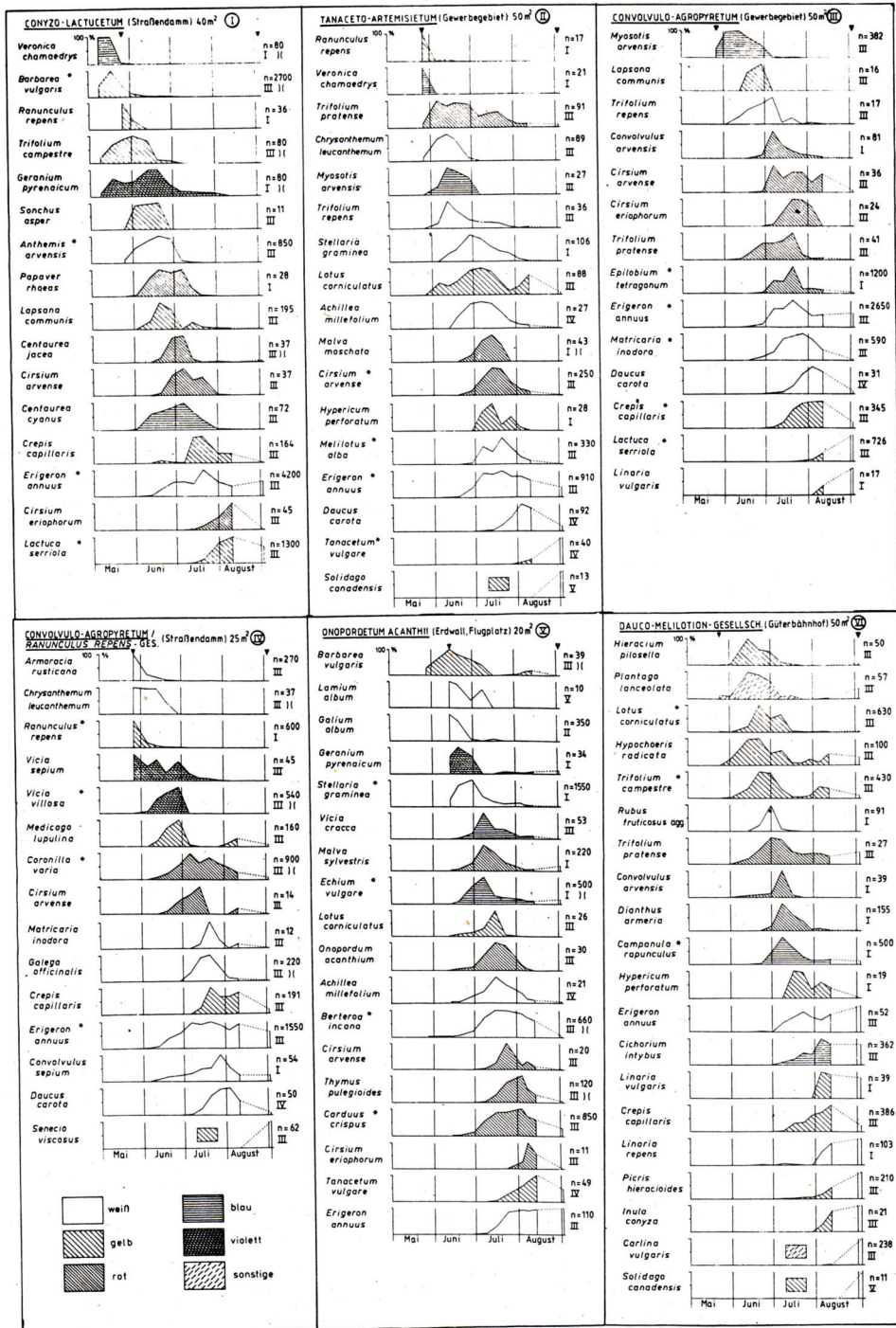


Abb. 3 - Blühphänologie-Diagramme einzelner blütenökologisch wichtiger entomophiler Pflanzenarten ausgewählter Ruderalgesellschaften der einzelnen Untersuchungsflächen.
 n = maximal erreichte Zählleinheit pro Art (=100%); Zähl-einheiten: I = Einzelblüte, II = Teilblütenstand, III = Infloreszenz, IV = Synfloreszenz (1. Ordnung), V = blühende Pflanze;
)(= die Art wurde nur außerhalb der Dauerbeobachtungsflächen erfaßt.
 Die Beobachtungszeiträume sind durch Pfeile gekennzeichnet; aspektbestimmende Arten sind mit einem Kreuz gekennzeichnet (weitere Erläuterungen s. Text).

Picridetum und das *Onopordetum acanthii* die farbenprächtigsten Gesellschaften im Untersuchungsgebiet ausbilden. Das *Conyzo-Lactucetum* und das *Convolvulo Agropyretum* sind im Juni blühphänologisch bereits weit fortgeschritten und weisen zahlreiche synchron blühende Arten auf, das *Onopordetum* folgt im Juli, ein Maximum erreichen sie alle Ende Juli. Den spätesten blühphänologischen Höhepunkt unter den vorgestellten Ruderalgesellschaften hat das *Tanaceto-Artemisietum*.

Im folgenden sei ein Vergleich mit der blühphänologischen Entwicklung anderer ebenfalls nicht oder in der Regel nicht gemähter Offenlandgesellschaften gezogen: z.B. dem *Xerobrometum*

und den wärmeliebenden Staudensäumen (*Trifolium-Geranietea*-Gesellschaften).

Blühphänologisch ähneln die untersuchten Ruderalgesellschaften den Saumgesellschaften mit einem späten blühphänologischen Höhepunkt im Jahresverlauf Ende Juli bis Anfang September (KRATOCHWIL 1983, Abb. 22, p. 509); das *Xerobrometum* hingegen erreicht Ende Mai bereits sein Blühmaximum (KRATOCHWIL 1989).

Ein Vergleich der Arealtypen-Spektren verschiedener Pflanzengesellschaften bestätigt die Regel, daß solche mit einem hohen Anteil submediterraner Arten ihr Blühmaximum in der ersten Jahreshälfte ausbilden (z.B. *Xerobrometum*, *Mesobrometum*), jene hingegen mit einem hohen Anteil (subozeanisch) eurasiatisch verbreiteter Arten ihr Blühmaximum im Juli und viele in der zweiten Jahreshälfte besitzen (z.B. Gesellschaften der *Molinio-Arrhenatheretea*, Saumgesellschaften trockener und frischerer Standorte) (KRATOCHWIL 1988a, b, 1989). Als Grund für dieses spezifische symphänologische Verhalten werden die in den jeweiligen Hauptverbreitungsgebieten der einzelnen Gesellschaften wirkenden phänologisch selektierenden Witterungsbedingungen angesehen (KRATOCHWIL 1988a). Die untersuchten Ruderalgesellschaften entsprechen dieser Regel; sie haben einen höheren Anteil (subozeanisch-) eurasiatisch verbreiteter Arten und ein blühphänologisches Maximum in der zweiten Jahreshälfte.

Die vorherrschenden Pflanzenfamilien, die mit den ihnen zugehörigen Arten die untersuchten Ruderalgesellschaften phänologisch bestimmen, sind die Asteraceae s.l. und die Fabaceae. Sie stellen insgesamt 43-60% aller entomophiler Pflanzenarten (Abb. 4). Da mit der Zugehörigkeit zu einer Pflanzenfamilie gleichzeitig auch ein bestimmter Blumentyp verbunden ist, sei im folgenden kurz auf die blühphänologische Entwicklung im Jahresverlauf auf Familienniveau hingewiesen: Scrophulariaceen erscheinen blühphänologisch gehäuft bereits im Mai, die Fabaceen zeigen einen Schwerpunkt Mitte/Ende Juni bis Ende Juli, die Asteraceen zeitlich versetzt Anfang Juli bis Mitte/Ende August; die Apiaceen als weitere für blütenbesuchende Insekten wichtige Familie haben wie in anderen Pflanzengesellschaften auch (KRATOCHWIL 1983) den spätesten Blühtermin Ende Juli bis in den September.

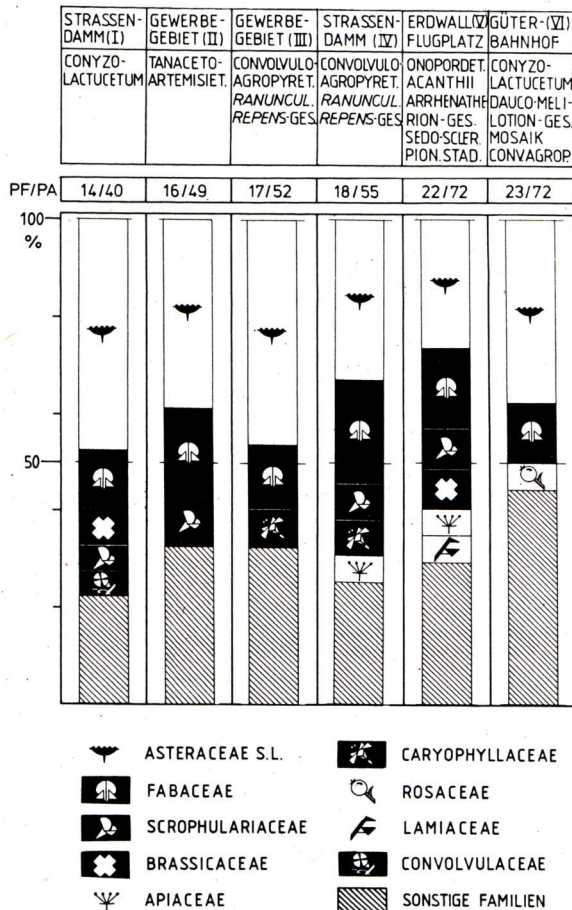


Abb. 4 - Prozentualer Anteil der nach Familienzugehörigkeit zugeordneten entomophilen Pflanzenarten der einzelnen Untersuchungsflächen.

Pflanzenfamilien, die mindestens 5% des Arteninventars einer Fläche stellen, sind durch ein Symbol repräsentiert, alle übrigen durch Schraffur zusammengefaßt.

PF = Anzahl Pflanzenfamilien; PA = Anzahl Pflanzenarten.

4.2 Die Gemeinschaft der Wildbienen an den einzelnen Ruderalstandorten

In dem sehr kurzen Untersuchungszeitraum von nur 4 Monaten konnten insgesamt bereits 112

Tab. 3 - Liste der 1987 auf den Untersuchungsflächen I-VI nachgewiesenen Bienenarten (Hymenoptera Apoidea).
 RL1: Rote Liste der Bundesrepublik Deutschland
 RL2: Rote Liste Baden-Württemberg
 Kategorien: 0 = ausgestorben oder verschollen
 1 = vom Aussterben bedroht
 2 = stark gefährdet

	N	I	II	III	IV	V	VI	RL1	RL2	NEST	BLUTENBESUCH	
		qq.dd	qq.dd	qq.dd	qq.dd	qq.dd	qq.dd					
<i>Colletes</i>												
<i>daviesianus</i> SMITH 1846	85	.	6. 3	.	1.	14. 6	34. 21			hy en M	<i>Tanacetum</i>	
<i>similis</i> SCHENCK 1853	28	.	5. 9	1.	1.	5. 2	3. 2		3	en B	<i>Tanacetum</i>	
<i>Hylaeus</i>												
<i>annularis</i> (KIRBY 1802)	12	.	7.	1.	.	1. 2	.			hy PR	<i>Apiaceae</i>	
<i>brevicornis</i> (NYLANDER 1852)	5	.	.	.	2	1.	2.			hy PR	.	
<i>communis</i> (NYLANDER 1852)	5	.	.	.	.	.	3. 2			hy HPRM	.
<i>confusus</i> (NYLANDER 1852)	2	.	1.	.	1.	.	.			hy PR	.	
<i>cornutus</i> CURTIS 1831	13	.	2. 2	2. 1	.	.	3 1.		3	hy P	<i>Asterac., Apiac.</i>	
<i>difformis</i> (EVERSMANN 1852)	1	.	.	.	.	.	1.		3	hy HLM	.
<i>gracilicornis</i> (MORAWITZ 1867)	3	.	.	.	.	2. 1	.		4	hy P	.
<i>hyalinatus</i> SMITH 1842	20	.	.	.	1.	2.	10. 7			hy HLM	.	
<i>leptocephalus</i> (MORAWITZ 1871)	4	.	.	1.	.	.	2. 1		3	hy PR	.	
<i>nigrinus</i> (FABRICIUS 1798)	42	5.	1.	9. 5	.	48. 7	10. 7			hy	<i>Asteraceae</i>	
<i>pictipes</i> NYLANDER 1852	5	.	.	.	.	.	1. 4		2	hy HL	<i>Resed., Apiac.</i>
<i>punctatus</i> (BRULLE 1832)	6	.	2.	.	.	3.	1.			hy	<i>Asterac., Apiac.</i>	
<i>punctulatus</i> SMITH 1842	1	.	.	.	.	.	1.		3	hy P	<i>Liliaceae</i>
<i>signatus</i> (PANZER 1798)	98	.	22. 28	.	.	3. 12	11. 22			hy L	<i>Resida</i>	
<i>sinuatus</i> (SCHENCK 1853)	10	.	4. 1	2.	.	2.	.		1	hy	<i>Apiaceae</i>	
<i>variegatus</i> (FABRICIUS 1798)	1	.	.	.	.	.	1			en B	.
<i>Andrena</i>												
<i>bicolor</i> FABRICIUS 1775	2	.	.	.	.	1	.			en B	.
<i>cineraria</i> (LINNAEUS 1758)	1	1.	.	.	.	.	.			en B	.
<i>dorsata</i> (KIRBY 1802) ¹⁾	53	.	14.	4.	.	14. 6	15.			en B	.	
<i>flavipes</i> PANZER 1798	94	16. 20	7. 1	19. 4	4. 1	18. 1	2. 1			en B	.	
<i>florea</i> FABRICIUS 1793	16	.	.	.	4. 2	3. 7	.			en B	<i>Bryonia</i>	
<i>floricola</i> EVERSMANN 1852	1	.	.	.	.	1.	.			en B	<i>Brassicaceae</i>
<i>fulva</i> MÜLLER 1766	1	.	.	.	.	.	1.			en B	.
<i>fulvago</i> (CHRIST 1791)	4	.	.	.	.	.	4.		3	en F	<i>Asterac., gelb</i>
<i>haemorrhoea</i> (FABRICIUS 1781)	1	.	.	.	.	1.	.			en B	.
<i>humilis</i> IMHOFF 1832	1	.	.	.	.	.	1		3	en B	<i>Asterac., gelb</i>
<i>labiata</i> FABRICIUS 1781	3	.	.	.	.	2. 1	.			en B	<i>Veronica</i>
<i>minutula</i> (KIRBY 1802)	24	11. 1	2.	5.	.	3.	2.			en B	.	
<i>minutuloidea</i> PERKINS 1914	18	3. 2	.	.	.	11. 2	.			en B	<i>Apiaceae</i>	
<i>nitidiuscula</i> SCHENCK 1853	4	1.	.	.	1.	1.	1.		3	en B	<i>Apiaceae</i>	
<i>ovata</i> (KIRBY 1802)	11	.	2.	.	1	3. 2	2.			en B	<i>Fabaceae</i>	
<i>pandellei</i> PEREZ, 1895	1	.	.	1	.	.	.		2	2	en B	<i>Campanula</i>
<i>propinqua</i> SCHENCK 1853 ¹⁾	1	.	.	.	.	.	.			en B	.
<i>viridescens</i> VIERECK 1916	2	.	.	.	1	1	.			en B	<i>Veronica</i>	
<i>Biareolina</i>												
<i>lagopus</i> LATREILLE 1809	7	.	5	.	2	.	.		0	1	en B	<i>Brassicaceae</i>
<i>Panurgus</i>												
<i>calcaratus</i> (SCOPOLI 1763)	2	.	1	.	.	.	1			en B	<i>Asterac., gelb</i>	
<i>dentipes</i> LATREILLE 1811	103	1.	69. 33		2	3	en B	<i>Asteraceae</i>
<i>Halictus</i>												
<i>langobardicus</i> BLÜTHGEN 1944 ²⁾												
<i>maculatus</i> SMITH 1848	56	22. 1	.	8.	1.	10. 1	11. 2			en B	.	
<i>scabiosae</i> (ROSSI 1790)	41	3.	2	7. 1	2. 2	2.	18. 4		2	1	en B	<i>Asteraceae</i>
<i>secoinctus</i> (FABRICIUS 1793)	1	1.		3	3	en B	<i>Asteraceae</i>
<i>simplex</i> BLÜTHGEN 1923 ²⁾	70	16. 1	4.	12.	9. 3	3. 1	19. 2			en B	.	
<i>subauratus</i> (ROSSI 1792)	19	.	1.	1.	3. 3	4. 1	5. 1		3	en B	.	
<i>tumulorum</i> (LINNAEUS 1758)	36	8. 2	4.	6.	2. 1	6. 1	6.			en B	.	
<i>Lasioglossum</i>												
<i>albipes</i> (FABRICIUS 1781)	16	1.	.	.	12. 2	1.	.			en B	.	
<i>calceatum</i> (SCOPOLI 1763)	46	4.	1. 1	9.	1.	12. 13	2. 3			en B	.	
<i>laevigatum</i> (KIRBY 1802)	1	.	.	.	.	1	.		3	en B	<i>Apiaceae</i>
<i>laticeps</i> (SCHENCK 1868)	152	1.	3. 1	2.	.	7. 8	77. 53			en B	.	
<i>lativentris</i> (SCHENCK 1853)	4	.	1	.	1.	.	1		2	en B	<i>Asteraceae</i>	
<i>leucosonium</i> (SCHRANK 1781)	63	5. 1	3.	13. 3	.	12.	26.			en B	<i>Asterac., gelb</i>	
<i>minutissimum</i> (KIRBY 1802)	1	.	.	1.	.	.	.			en B	<i>Asteraceae</i>	
<i>morio</i> (FABRICIUS 1793)	25	2.	.	.	5.	2.	11. 5			en B	.	
<i>nitidulum</i> (FABRICIUS 1804)	4	.	.	.	.	.	2. 2			en BM	.
<i>paucillum</i> (SCHENCK 1853)	142	62. 1	8.	35. 1	10. 5	17. 2	1.			en B	.	
<i>quadrinotatum</i> (KIRBY 1802)	2	2.		3	1	en B	<i>(Fabac.?)</i>
<i>villosulum</i> (KIRBY 1802)	51	3.	.	.	.	32.	15. 1			en BM	<i>Asterac., gelb</i>	
<i>Sphecodes</i>												
<i>crassus</i> (THOMSON 1870)	3	.	.	1	.	1	.			()	.	
<i>ephippium</i> (LINNAEUS 1758)	6	2. 2	.	.	.	1.	1.			()	<i>(Asterac.?)</i>	
<i>gibbus</i> (LINNAEUS 1758)	2	.	1.	.	1.	.	.			()	.	
<i>cf. rufiventris</i> (PANZER 1798)	1	.	.	.	1	.	.			()	.	

Tab. 3 (cont.)

3 = gefährdet
 4 = potentiell gefährdet
 Nistweise: en = endogäisch (B=Boden)
 hy = hypergäisch (H=Holz, Kr=Krautschicht,
 L=Lehmwand, M=Mauerwerk, P=Pflanzenstengel, R=Rubus-Stengel).

1), 2) = systematisch derzeit schwer trennbare und deshalb hier zusammengefaßte Artenpaare.

	N	I pp. dd	II pp. dd	III pp. dd	IV pp. dd	V pp. dd	VI pp. dd	RL1	RL2	NEST	BLÜTENFUSCI
<i>Melitta</i>											
<i>nigricans</i> ALFKEN 1905	1	.	.	.	1	.	.		3	en P	<i>Lythrum</i>
<i>Anthidium</i>											
<i>lituratum</i> (PANZER 1801)	8	1.	2. 1	1.	.	1.	1. 1	1	2	hy HER	<i>Asteraceae</i>
<i>manioatum</i> (LINNAEUS 1758)	24	.	.	.	4. 3	.	3	9. 5		hy HM	.
<i>oblongatum</i> (ILLIGER 1806)	24	.	2. 4	2. 9	.	1.	2. 4	2		en hy BP	<i>Fabaceae</i>
<i>punctatum</i> LATREILLE 1809	8	.	1	1	.	.	3. 3			en B	<i>Fabaceae</i>
<i>strigatum</i> (PANZER 1805)	4	.	.	.	.	.	2. 2			hy	<i>Fabaceae</i>
<i>Heriades</i>											
<i>crenulatus</i> NYLANDER 1856	5	.	1. 1	.	1	.	2			hy H	<i>Asteraceae</i>
<i>truncorum</i> (LINNAEUS 1758)	15	.	1.	.	7.	3.	3. 1			hy HM	<i>Asterac., gelb</i>
<i>Chelostoma</i>											
<i>campanularum</i> (KIRBY 1802)	2	.	.	.	.	1.	1			hy H	<i>Campanula</i>
<i>fuliginosum</i> (PANZER 1798)	27	2	3	.	.	8. 4	3. 7			hy H	<i>Campanula</i>
<i>Oemia</i>											
<i>adunca</i> (PANZER 1798)	61	.	.	.	1.	9. 5	15.31			hy HM	<i>Echium</i>
<i>coerulescens</i> (LINNAEUS 1758)	9	.	.	.	6.	.	2. 1			hy H	<i>Fabac. (Lamiac.)</i>
<i>fulviventris</i> (PANZER 1798)	1	.	.	.	.	1.	.			hy H	<i>Asteraceae</i>
<i>leucomelana</i> (KIRBY 1802)	3	.	.	.	.	.	3.			hy PR	<i>Fabaceae</i>
<i>raouxi</i> PÉREZ 1902	1	.	.	.	.	.	1.	3	2	hy M	<i>Fabaceae</i>
<i>rufa</i> (LINNAEUS 1758)	3	2.	.	.	.	.	1.			hy HM	.
<i>tridentata</i> DUFOUR & PERRIS 1840	13	.	1.	.	.	.	11. 1	3	2	hy P	<i>Fabaceae</i>
<i>Diozya</i>											
<i>tridentata</i> (NYLANDER 1848)	3	.	.	.	.	.	3	0	1	()	.
<i>Megachile</i>											
<i>oentuncularis</i> (LINNAEUS 1758)	1	.	.	.	.	.	1			hy HP	<i>Asteraceae</i>
<i>ericetorum</i> LEPELETIER 1841	29	.	.	1. 5	6.	.	11. 5		3	en BM	<i>Fabaceae</i>
<i>genalis</i> MORAWITZ 1880	3	.	.	1.	.	1.	.		1	hy P	<i>Asteraceae</i>
<i>pauciflora</i> (PANZER 1798)	37	1	5. 1	2.	4. 3	7. 3	10. 1		3	en B	.
<i>pilidens</i> ALFKEN 1923	2	.	.	.	.	.	1. 1	3		en B	<i>Fabac., Lamiac.</i>
<i>versicolor</i> SMITH 1844	2	.	.	1	.	1	.			hy H	.
<i>willughbiella</i> (KIRBY 1802)	24	.	.	1. 1	3.	.	7.12			hy H	<i>Fabaceae</i>
<i>Coelioxys</i>											
<i>aurilimbata</i> FÜRSTER 1853	2	.	.	.	.	.	1. 1	2		()	<i>Fabaceae ?</i>
<i>rufosaudata</i> SMITH 1854	4	.	.	1	1	1	1			()	.
<i>Nomada</i>											
<i>flava</i> PANZER 1798	1	.	.	.	.	1.	.			()	.
<i>fuca</i> PANZER 1798	1	1.	.	.	.	.	.			( )	.
<i>fulvicornis</i> FABRICIUS 1793	1	1.	.	.	.	.	.			( )	.
<i>goodeniana</i> (KIRBY 1802)	2	2.	.	.	.	.	.			( )	.
<i>lineola</i> PANZER 1798	4	.	.	.	1.	3.	.			()	.
<i>sexfasciata</i> PANZER 1799	1	.	.	.	.	1	.		3	()	.
<i>striata</i> FABRICIUS 1793	1	.	.	.	.	1.	.			()	<i>Hieractium ?</i>
<i>Epeolus</i>											
<i>variegatus</i> (LINNAEUS 1758)	3	.	.	.	.	.	2. 1		2	()	<i>Tanacetum</i>
<i>Melecta</i>											
<i>punctata</i> (FABRICIUS 1775)	1	.	.	.	1	.	.			()	.
<i>Euocera</i>											
<i>tuberculata</i> (FABRICIUS 1793)	4	.	.	2.	1.	.	1.		3	en B	<i>Fabac., Lamiac.</i>
<i>Xylocopa</i>											
<i>violacea</i> (LINNAEUS 1758)	1	.	.	.	1.	.	.		3	2	hy H
<i>Ceratina</i>											
<i>chalybea</i> CHEVRIER 1872	4	.	.	.	.	1. 1	2.	3	1	hy PR	<i>Asteraceae</i>
<i>cucurbitina</i> (ROSSI 1792)	8	.	.	.	.	2. 3	3.			hy PR	.
<i>cyanea</i> (KIRBY 1802)	13	.	.	.	1.	2. 4	4. 2			hy PR	<i>Asteraceae</i>
<i>Bombus</i>											
<i>humilis</i> ILLIGER 1806	.	.	.	.	.	.	.			en	.
<i>lapidarius</i> (LINNAEUS 1758)	+	+	+	+	+	+	+			en B	.
<i>lucorum</i> (LINNAEUS 1761)	+	+	+	+	+	+	+			en B	.
<i>pasuorum</i> (SCOPOLI 1763)	+	+	+	+	+	+	+			hy Kr	.
<i>pratensis</i> (LINNAEUS 1761)	.	.	.	.	.	.	.			hy Kr	.
<i>rudericus</i> (MÜLLER 1776)	.	.	.	.	.	.	.			en B	.
<i>sylvarum</i> (LINNAEUS 1761)	+	+	+	+	+	+	+		3	en B	.
<i>terrestris</i> (LINNAEUS 1758)	+	+	+	+	+	+	+			en B	.
<i>Psithyrus</i>											
<i>bohemius</i> (SEIDL 1837)	+	.	.	.	.	.	.			( )	.

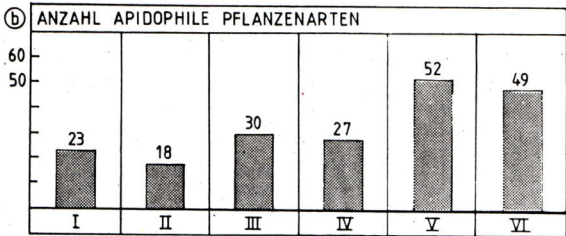
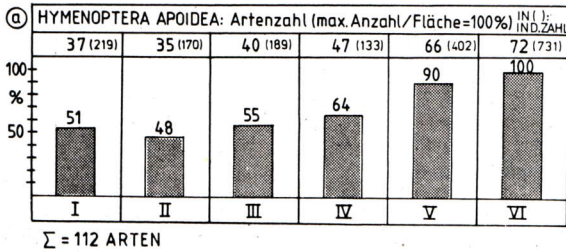


Abb. 5 - a) Anzahl der in den einzelnen Untersuchungsflächen festgestellten Wildbienen-Arten und Individuenzahlen; absolute Zahl und prozentuale Verteilung (Fläche mit der größten Artenzahl = 100%).

b) Anzahl der von Wildbienen besuchten (=apidophilen) Pflanzenarten in den Untersuchungsflächen I-IV; nähere Erläuterungen zu den Untersuchungsflächen s. Tab. 2 und Text.

Wildbienen-Arten an den 6 Untersuchungsflächen festgestellt werden (Tab. 3). Das sind 22% der für die BRD und 27% der für Baden-Württemberg bisher nachgewiesenen Arten.

Je nach Ausbildung des Gesellschaftsinventars, seiner Mosaikbildung, z.T. jedoch aber auch aufgrund der Flächengröße und des Alters der einzelnen Ruderalstellen, ist die Anzahl der hier vorkommenden Bienenarten unterschiedlich groß. Eine geringere Diversität (35 und 37 Arten) ist in den Flächen I und II festzustellen, dem *Conyzo-Lactucetum* und dem *Tanaceto-Artemisietum*, eine hohe (66 und 72) in den Flächen V und VI, den Vegetationskomplexen am Flugplatz und am Güterbahnhof (Abb. 5a). Auch die Anzahl der von Bienen beflogenen Pflanzenarten steigt in analoger Weise (Abb. 5b).

Eine Pflanzenart, *Erigeron annuus* (Abb. 6a, A), kommt in allen Untersuchungsflächen vor und erreicht im Blütenbesuch von allen entomophilen Pflanzenarten der untersuchten Ruderalstellen die höchste Bienenartenzahl (bis 17 Arten). In der Gruppe B (Abb. 6a) sind einzelne Pflanzenarten aufgeführt, die in mehreren Flächen vorkommen und ebenfalls besonders viele Bienenarten anlocken, so z.B. *Tanacetum vulgare* und *Barbarea vulgaris*. Die Gruppe C (Abb. 6a) vereinigt Pflanzenarten mit hoher Blütenbesuchszahl, die nur an wenigen der untersuchten Ruderalstellen vorkommen.

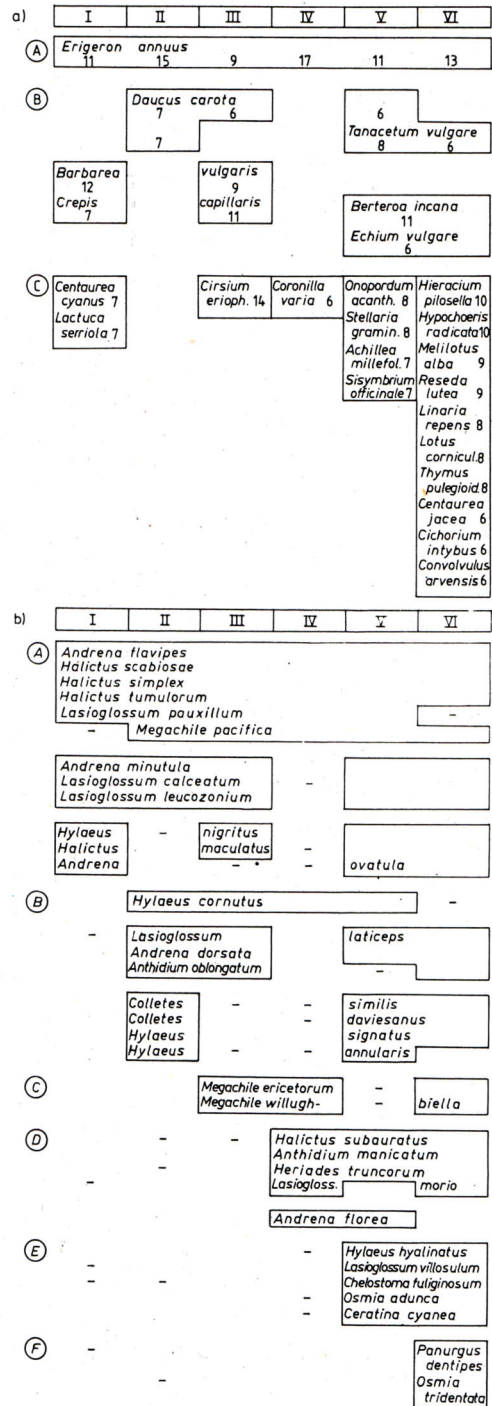


Abb. 6 - a) Die wichtigsten apidophilen Pflanzenarten der untersuchten Ruderalstellen der Stadt Freiburg (I-IV), differenziert nach ihrem Stenotopie-Grad unter Angabe der in den einzelnen Untersuchungsflächen an ihnen festgestellten Wildbienen-Artenzahl.

b) Dominante Wildbienen-Arten der untersuchten Ruderalflächen, geordnet nach ihrem jeweiligen Stenotopie-Grad (A-F).



Foto 2 - a) Furchenbiene *Lasioglossum leucozonium* auf *Hieracium pilosella* (Güterbahnhof, 5.6.1987),
 b) Seidenbiene *Colletes similis* auf *Tanacetum vulgare* (Gewerbegebiet «Haid», September 1987),
 c) Trugbiene *Panurgus dentipes* auf *Cichorium intybus* (Güterbahnhof, 17.7.1987),
 d) Wollbiene *Anthidium manicatum* auf adventiv vorkommender *Melissa officinalis* (Straßendamm «Betzenhausen»,
 20.7.1987).

Eine ähnliche Verteilung wie bei den apiphilen Pflanzenarten läßt sich auch für die Bienenarten nachweisen (Abb. 6b). Unter den dominanten Arten finden sich solche (Abb. 6b, A), die in fast allen Flächen gleichmäßig anzutreffen sind, so z.B. die Furchenbiene *Lasioglossum leucozonium* (Foto 2a). Es handelt sich hierbei im wesentlichen um Arten, die bei uns überall recht häufig auftreten und die in der Regel eine große ökologische Amplitude besitzen. Die übrigen Gruppen (Abb. 6b, B-F) hingegen umfassen Arten, die zunehmend deutlichere Schwerpunkte hinsichtlich ihrer Habitatpräferenzen aufweisen. Ihr Anteil steigt mit der Anwesenheit bestimmter Pflanzengesellschaften, mit dem Grad ihrer Ausbildung, mit der Zunahme der Vielseitigkeit und Komplexität des Vegetationsmosaiks, wobei das Ineinandergreifen möglichst verschiedener Gesellschaften unterschiedlicher Stellung in der soziolo-

gischen Progression von besonderer Bedeutung ist (Tab. 2). So kommt die Trugbiene *Panurgus dentipes* (Foto 2c), eine bei uns sehr seltene submediterrane Art, nur im Bereich des Güterbahnhofes vor. Auch spielt in diesem Zusammenhang die Anwesenheit bestimmter abiotischer Strukturelemente (s.u.) ebenfalls eine große Rolle.

Das Schwerpunktvorkommen zahlreicher Wildbienen-Arten beruht immer auf bestimmten Habitatansprüchen, die einerseits die Nistweise (1), andererseits das Blütenbesuchsverhalten (2) dieser Arten betreffen.

1) Nistweise:

Die überwiegende Mehrzahl der an den untersuchten Ruderalstellen festgestellten Wildbienen-Arten sind Bodennister (66%, 59 Arten). Zu

diesen gehören im wesentlichen die Sandbienen (*Andrena*), Trugbienen (*Panurgus*), Furchenbienen (*Halictus/Lasioglossum*) und Langhornbienen (*Eucera*).

Weitere 17% (15 Arten) nisten in und an Gebäuden, im Fachwerk, in altem Holz oder in Mauern. Typische Arten, die in lehmverfugtem Mauerwerk ihre Nester anlegen, sind die Seidenbiene *Colletes daviesanus* und die Maskenbiene *Hylaeus hyalinatus*. Hohlräume in Mauern dienen den Mauerbienen *Osmia adunca* und *O. rufa* als Nistplatz; in altem Holz legen viele verschiedene andere Wildbienen-Arten ihre Brutzellen an, z.B. die Löcherbiene *Heriades truncorum*, verschiedene Maskenbienen (*Hylaeus communis*, *H. difformis*, *H. pictipes*), Wollbienen (*Anthidium lituratum*, *A. manicatum*: Foto 2d), die Scherenbiene *Chelostoma fuliginosum*, Mauerbienen (*Osmia coerulescens*, *O. fulviventris*), Blattschneiderbienen (*Megachile centuncularis*, *M. versicolor*, *M. willughbiella*) und die Holzbiene *Xylocopa violacea*.

Die übrigen 17% (15 Arten) nisten in Pflanzenstengeln, z.B. solche von *Rubus*-Sippen. Für die folgenden 5 Wildbienen konnten die Stengel von *Onopordum acanthium* als Nistplatz nachgewiesen werden: *Hylaeus cornutus*, *H. gracilicornis*, *Anthidium lituratum*, *Chelostoma campularum* und *Ceratina cyanea*.

Ein Vergleich der einzelnen Untersuchungsflächen untereinander zeigt, daß die Anzahl der Gebäude-, Holz- und Mauernister, wie zu erwarten, mit Zunahme dieser Nistgelegenheiten ebenfalls wächst (Abb. 7)

Mit 28% ist der Anteil der Arten mit dieser Nistweise im Bereich des Güterbahnhofes mit seinen zahlreichen alten Waggonschuppen am höchsten. Auch nimmt der Prozentsatz der Pflanzenstengel-Nister mit der Anwesenheit von Hochstauden- und Gebüschgesellschaften zu, von 3% (*Conyzo-Lactucetum*, Straßendam 'Weingarten'; Fläche I) auf 16% (Vegetationsmosaik 'Güterbahnhof'; Fläche VI). Entsprechend nimmt der Anteil der Bodernister hingegen ab; er ist hoch an neu entstandenen Ruderalstellen die noch besonders lückig sind. Im *Conyzo-Lactucetum* betrug er 90%

2) Blütenbesuchs-Präferenz:

Zahlreiche Wildbienen-Arten nutzen nur ganz bestimmte Pollenquellen zur Versorgung der Brut. In der Regel handelt es sich hierbei um eine Präferenz («angeborene Stenanthie») für bestimmte Pflanzengattungen oder Pflanzenfamilien.

Von den 112 an den untersuchten Ruderalstellen der Stadt Freiburg erfaßten Wildbienen-Ar-

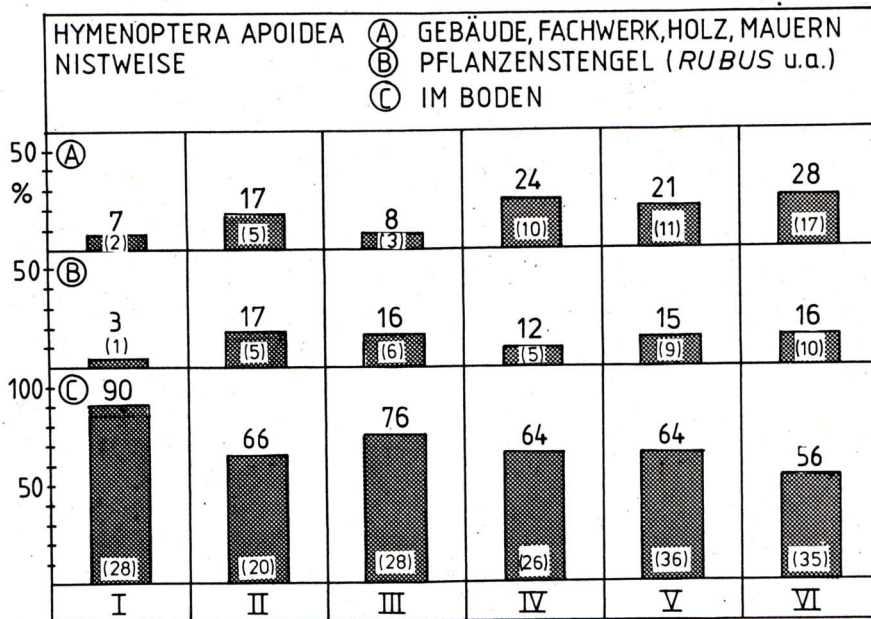


Abb. 7 - Prozentuale Anteile der in den jeweiligen Ruderalflächen in Gebäude, Fachwerk, Holz und Mauern (A), in Pflanzenstengel (B) und im Boden (C) nistenden Wildbienen-Arten. Es kamen nur Arten zur Auswertung, bei denen eine eindeutige Zuordnung getroffen werden konnte.

ten können allein die Hälfte als im Blütenbesuch spezifisch eingestuft werden. Eine hohe Blütenbesuchsspezifität erklärt häufig auch bestimmte Habitatpräferenzen. So besuchen die beiden Seidenbienen-Arten *Colletes daviesanus* und *C. similis* (Foto 2c) fast ausschließlich *Tanacetum vulgare*, ihr Schwerpunkt vorkommen liegt deshalb innerhalb der Untersuchungsflächen im *Tanaceto-Artemisietum*, im *Onopordetum acanthii* und im *Dauco-Picridetum*.

Ein weiterer Spezialist ist die Sandbiene *Andrena florea*, die fast ausschließlich an *Bryonia*-Arten (z.B. *Bryonia dioica*) anzutreffen ist. An den untersuchten Ruderalstellen tritt sie deshalb nur an 2 Stellen auf (Straßendamm 'Betzenhausen', Fläche IV, Erdwall 'Flugplatz', Fläche V), wo in Kontakt zu den dort eingehender bearbeiteten Flächen *Alliarion*-Gesellschaften mit *Bryonia dioica* angrenzen.

Eine enge Bindung an *Echium vulgare* zeigt die Mauerbiene *Osmia adunca*. Im Bereich des Güterbahnhofes (Fläche VI) beschränkt sie sich während ihres Pollensammelflugs im wesentlichen auf die *Vulpia myuros*-Gesellschaft, da dort *Echium vulgare* in besonders hoher Blumdichte vorkommt.

Im Pollensammeln spezifisch auf *Reseda*-Arten (*Reseda lutea*, *R. luteola*) ist die Maskenbiene *Hylaeus signatus*. Ihr Schwerpunkt vorkommen liegt deshalb im *Onopordetum acanthii* (Flugplatz, Fläche V) und im *Echio-Melilotetum* (Güterbahnhof, Fläche VI), wo sie *Reseda lutea* besucht, ferner im *Tanaceto-Artemisietum* (Gewerbegebiet 'Haid', Fläche II). Die beiden Scherenbienen-Arten *Chelostoma campanularum* und *Ch. fuliginosum* sind Campanulaceen-Spezialisten. Im Untersuchungsgebiet wurden sie fast ausschließlich an *Campanula rapunculus* in der ruderalisierten *Arrhenatherion*-Fragmentgesellschaft am Flugplatz und im *Dauco-Picridetum* und der *Vulpia myuros*-Gesellschaft am Güterbahnhof angetroffen. Ebenfalls auf *Campanula*-Arten spezifisch ist die Sandbiene *Andrena pandellei*. Während die Weibchen all dieser *Campanula*-Spezialisten die Blüten vorwiegend als Pollenquelle nutzen, dienen sie den Männchen häufig als Übernachtungsquartier und Schlafplatz.

Für die Mehrzahl der im Blütenbesuch spezifischen Bienenarten (73%), die an den untersuchten Ruderalstellen nachgewiesen werden konnten, haben 3 Pflanzenfamilien eine besonders große Bedeutung (Tab. 4).

1) Asteraceae

Beispiele für spezifische Bienenarten der Ruderalflächen: *Hylaeus nigritus*, *Andrena fulvago*,

Tab. 4 - Prozentsatz der Asteraceen (s.l.), Fabaceen-, und Apiaceen-Spezialisten unter den an den untersuchten Ruderalstellen festgestellten im Blütenbesuch spezifischen (stenanthen) Wildbienen-Arten; in Klammer: Anzahl der Arten

HYMENOPTERA APOIDEA IM BLÜTENBESUCH SPEZIFISCH AUF:		
ASTERACEAE s.l.	39 % (22)	} 73%
FABACEAE	21 % (12)	
APIACEAE	9 % (5)	
ASTERACEAE s.l. + APIACEAE	4 % (2)	

A. humilis, *Panurgus calcaratus*, *P. dentipes* (Foto 2c), *Halictus scabiosae*, *H. sexcinctus*, *Lasioglossum lativentre*, *L. leucozonium* (Foto 2a), *L. minutissimum*, *L. villosulum*, *Heriades crenulatus*, *H. truncorum*;

2) Fabaceae

Andrena ovatula, *Anthidium oblongatum*, *A. punctatum*, *A. strigatum*, *Osmia coerulea*, *O. leucomelana*, *O. ravouxi*, *O. tridentata*, *Megachile ericetorum*, *M. willughbiella*;

3) Apiaceae

Hylaeus annularis, *H. punctatus*, *H. sinuatus*, *Lasioglossum laevigatum*.

Die Dominanz dieser Pflanzenfamilien steht auch in Übereinstimmung mit dem Ergebnis, daß an allen 6 Untersuchungsflächen die Asteraceen, gefolgt von den Fabaceen, die meisten entomophilen Pflanzenarten stellen (Abb. 4).

Ein Vergleich der 6 untersuchten Ruderalstellen untereinander zeigt, daß der Anteil der im Blütenbesuch unspezifischen Arten in der Reihenfolge I-VI abnimmt, der der spezifischen Arten hingegen zunimmt (Abb. 8a). Mit steigender Diversität von Gesellschaften unterschiedlicher soziologischer Progression erhöht sich demnach der Anteil der im Blütenbesuch spezifischeren Arten. Ein Grund liegt einerseits in der steigenden Pflanzenarten-Zahl und dem damit wachsenden Anteil solcher Pflanzenarten, auf die bestimmte Wildbienen-Arten spezifisch sind, andererseits in der längeren Zeitspanne, die viele spezialisierte Bienenarten benötigen, um bestimmte Ruderalstandorte zu besiedeln.

Eine Analyse auf Pflanzenfamilien-Niveau führt zu dem Ergebnis, daß entsprechend der

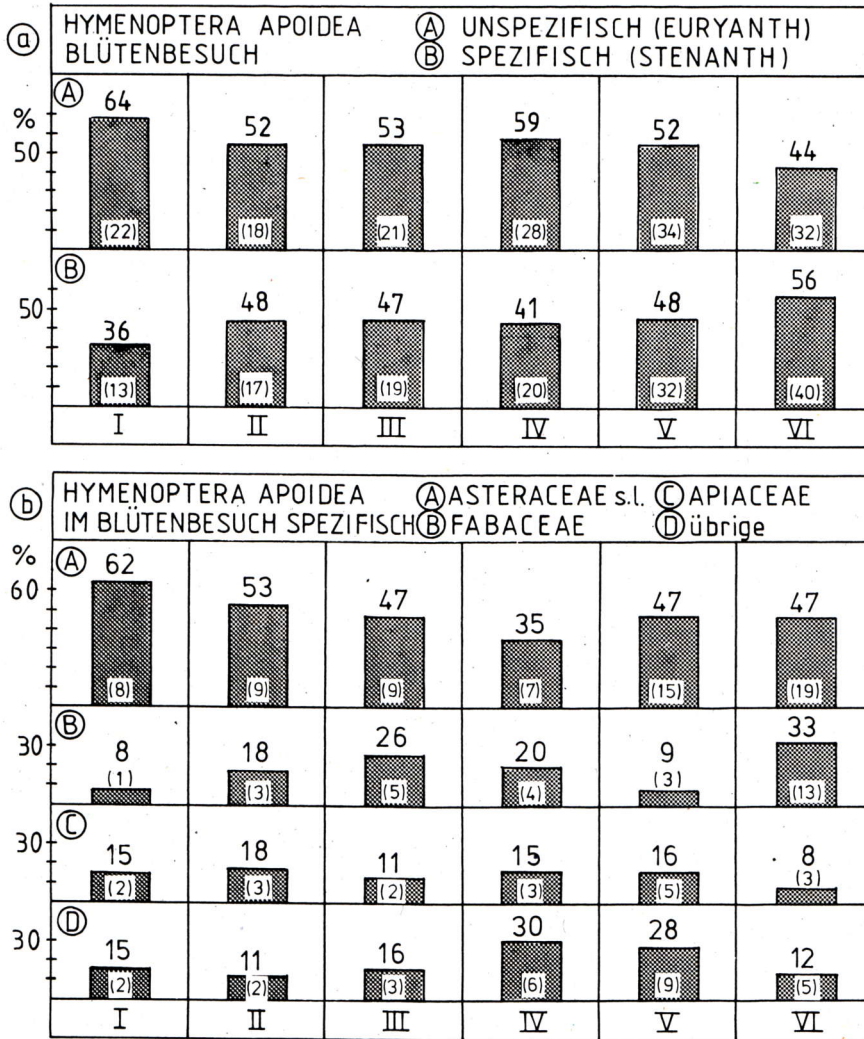


Abb. 8 - a) Prozentuale Anteile der in den jeweiligen Ruderalflächen im Blütenbesuch unspezifischen (euryanthen) und spezifischen (stenanthen) Wildbienen-Arten.

b) Prozentuale Anteile der in den einzelnen Untersuchungsflächen auf Asteraceen (s.l.), Fabaceen-, Apiaceen-Arten, sowie Pflanzenarten anderer Familien spezifischen Wildbienen-Arten.

jeweiligen Ausstattung der einzelnen Ruderalgesellschaften und Gesellschaftsmosaik der Anteil der jeweiligen Spezialisten variiert (Abb. 8b). Ein Zusammenhang zwischen Spezialisierung auf eine bestimmte Pflanzenfamilie und Höhe in der soziologischen Progression der Gesellschaften der Untersuchungsflächen ist z.T. erkennbar. So überwiegen an «jungen» Ruderalstandorten Asteraceen-Spezialisten unter den spezifischen Wildbienen-Arten, an «älteren» Standorten mit Gesellschaften unterschiedlicher Stellung in der soziologischen Progression solche der Fabaceen. Apiaceen-Spezialisten zeigen im Vergleich der Untersuchungsflächen keine Präferenzen.

Zusammenfassend ist festzustellen, daß es sich bei der hier vorgestellten Blütenbesucher-Gemeinschaft der Wildbienen an Ruderalstellen der Stadt Freiburg um eine besonders artenreiche, z.T. hoch angepaßte Zönose handelt. Da dieser Untersuchung nur die Ergebnisse von 4 Monaten zugrundeliegen und der Frühjahrs- und Herbstaspekt nicht oder nur unzureichend erfaßt wurde, ist, gemessen an den tatsächlichen Verhältnissen, die festgestellte Artenzahl noch zu niedrig. Die Erfahrung zeigt, daß bei mehrjährigen Untersuchungen der Wildbienenfauna eines Gebietes der Anteil neuer Arten im 2. Untersuchungsjahr ca. 25-30%, im 3. Jahr ca. 10% beträgt. Es dürfte deshalb an

den vorgestellten Ruderalstellen bei der Berücksichtigung der gesamten Vegetationsperiode und einem längeren Untersuchungszeitraum mit ca. 150-180 Wildbienen-Arten zu rechnen sein.

Der Anteil derjenigen Arten, die man als typische Kulturfollower oder synanthrope Arten einstuft, ist hier gering (ca. 19%). Auch von der Dominanzstruktur ähnelt die Wildbienen-Gemeinschaft der untersuchten Ruderalstellen eher natürlichen bzw. naturnahen Zönosen (TROJAN et al. 1982).

Die einzelnen Untersuchungsflächen unterscheiden sich in der Zusammensetzung der Artengemeinschaft in Abhängigkeit vom Pflanzengesellschaftsinventar, von seiner Mosaikbildung und Größe, von der Diversität der Pflanzengesellschaften unterschiedlicher soziologischer Progression (und damit auch unterschiedlichen Alters) und von der Anwesenheit bestimmter, über längere Zeit zur Verfügung stehender Nistplatzsubstrate. Die Vergleichsdaten reichen bisher jedoch noch nicht aus, um die Frage beantworten zu können, ob bestimmte Ruderal-Pflanzengesellschaften und Gesellschaftskomplexe eigene Wildbienen-Gemeinschaften besitzen, die sich durch ein charakteristisches Artenspektrum typisieren lassen.

4.3 Naturschutzaspekte

Schon allein die hohe Artenzahl an vorkommenden Wildbienen beweist eine hohe Qualität der untersuchten Ruderalstellen aus Naturschutzsicht. Im Vergleich zu der Wildbienenfauna eines versaumten Kaiserstühler Halbtrockenrasens sind die Ruderalstandorte etwa am Flugplatz oder am Güterbahnhof keinesfalls artenärmer, auch wenn es sich um eine andere Zönose handelt. Dies wird untermauert, berücksichtigt man die Anzahl der Rote-Liste-Arten (Tab. 3, 5).

Tab. 5 - Vergleich: Artenzahl und Anteil Roter-Liste-Arten (Baden-Württemberg) von Wildbienen-Gemeinschaften verschiedener Ruderalstandorte der Stadt Freiburg (1 Untersuchungsjahr) mit einem versaumten *Mesobrometum* im Kaiserstuhl (3 Untersuchungsjahre, s. KRATOCHWIL 1983, 1984)

HYMENOPTERA APOIDEA	RUDERALSTÄNDE STADT FREIBURG 1 UNTERSUCHUNGSJAHR	VERSAUMTER HALBTROCKENRASEN KAISERSTUHL 3 UNTERSUCHUNGSJAHRE
ARTENZAHL	112	130
ANZAHL ARTEN DER ROTEN LISTE BAD.-WÜRTT.	31	29

Unter diesen sind allein 17 Arten der Roten Liste der BRD (nach WARNCKE & WESTRICH 1984) und 28 Arten der Roten Liste von Baden-Württemberg (WESTRICH & SCHMIDT 1984). Die höchste Anzahl von Rote-Liste-Arten bezogen auf Baden-Württemberg beherbergt der Güterbahnhof (N=21), aber auch der nur wenige Jahre alte Straßendamm der Fläche I weist bereits 8 Rote-Liste-Arten auf (Abb. 9). Im folgenden seien 7 «Besonderheiten» vorgestellt:

Biareolina lagopus: Diese submediterrane, den Sandbienen nahestehende Art ist innerhalb der Bundesrepublik nur aus dem südlichen Teil bekannt und bisher nur von wenigen Orten nachgewiesen worden. Die meisten Angaben waren älteren Datums, so daß sie in der Roten Liste der BRD von 1984 als verschollen angegeben wurde. 1983 konnte sie WESTRICH (1984) bei Altlußheim wieder finden. WESTRICH & SCHMIDT (1984) stufen sie in der Roten-Liste Baden-Württemberg in die Kategorie 1 ein: vom Aussterben bedroht.

Bemerkenswert ist, daß sie innerhalb der untersuchten Ruderalstellen an dem nur wenige Jahre alten Straßendamm bei Weingarten (Fläche I) und im Gewerbegebiet «Obere Haid» (Fläche III) auftrat, also keinesfalls an den hinsichtlich der Rote-Liste-Arten dominierenden Flächen. Männchen und Weibchen traten nur an Blüten von *Barbarea vulgaris* auf; wahrscheinlich ist diese Art ein Cruciferen-Spezialist.

Halictus scabiosae: In der Roten-Liste Baden-Württemberg wird diese submediterrane Art in die Kategorie 1 (vom Aussterben bedroht) eingestuft, in der Roten Liste der BRD als stark gefährdet (Kategorie 2). Die Skabiosen-Furchenbiene kommt nur im Süden der BRD vor, wobei es sich zumeist um ältere Funde aus dem Oberrheingebiet handelt (WESTRICH 1984). *H. scabiosae* konnte an allen untersuchten Ruderalstellen nachgewiesen werden. Am Straßendamm «Betzenhausen» waren mehrere Nistplätze (12 Nesteingänge) im *Convolvulo-Agropyretum* an lückigen, vegetationslosen Stellen in südlicher Exposition festgestellt worden.

Lasioglossum quadrinotatum: Auch diese Furchenbiene wird in der Roten Liste von Baden-Württemberg in die Kategorie 1 (vom Aussterben bedroht) gestellt, in der Roten Liste der BRD in die Kategorie 3 (gefährdet). Nach EBMER (1970) kommt sie in ganz Europa vor, jedoch immer nur lokal. Aus Österreich z.B. sind erst 4 Funde bekannt. EBMER (1970) fand diese Art aus-

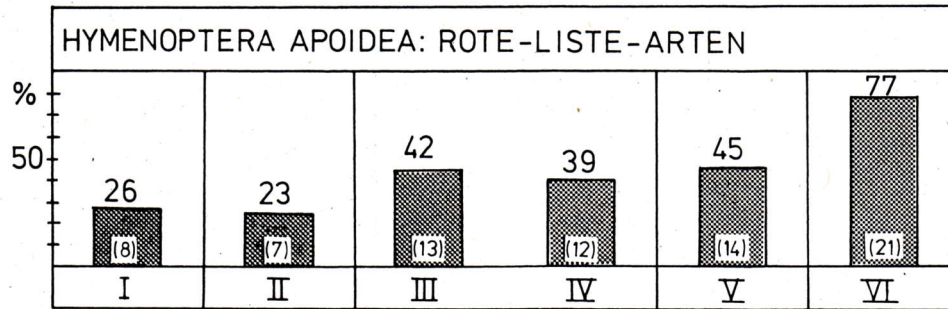


Abb. 9 - Anzahl der Arten der Roten Liste von Baden-Württemberg an den 6 verschiedenen untersuchten Ruderalstellen der Stadt Freiburg in % (100% = 31); in Klammer Anzahl der der Arten.

schließlich auf Sandboden. Innerhalb der untersuchten Ruderalstellen trat sie nur im *Conyzo-Lactucetum* des wenige Jahre alten Straßendamms bei Weingarten (Fläche I) auf.

Anthidium lituratum: Bei dieser Wollbiene handelt es sich um eine submediterrane Art, welche innerhalb der Bundesrepublik nur aus dem Süden bekannt ist (WESTRICH 1984). Sie wird in der Roten Liste von Baden-Württemberg in die Kategorie 2 (stark gefährdet) eingestuft, in der Roten Liste der BRD sogar in die Kategorie 1 (vom Aussterben bedroht). Von dieser Art liegen nur wenige Fundmeldungen aus Baden-Württemberg nach 1960 vor (WESTRICH 1983). Auch für diese Art ist bemerkenswert, daß sie, ähnlich wie *Halictus scabiosae*, mit einer Ausnahme (Fläche IV) in allen untersuchten Ruderalflächen nachgewiesen werden konnte. WESTRICH (1983) erwähnt, daß sie in Baden-Württemberg bisher nur in Lagen bis 500 m auf Flugsanddünen, Trockenhängen und an warmen Waldrändern nachzuweisen war.

Dioxys tridentata: Diese ebenfalls submediterrane verbreitete Kuckucksbiene wurde in der Roten Liste der BRD von 1984 noch als ausgestorben bzw. verschollen eingestuft. WESTRICH (1983) nennt für Baden-Württemberg nur einen rezenten Flugplatz: Oberbergen/Kaiserstuhl; entsprechend wird die Zweizahnbiene in der Roten Liste von Baden-Württemberg in der Kategorie 1 geführt. Nach den Angaben von STOECKHERT (1933) war diese Art schon immer selten. Am Güterbahnhof, wo *Dioxys tridentata* vorkommt, fliegen *Osmia adunca* und *O. ravouxi*, die beide als Wirtsbienen-Arten angegeben werden (SCHMIEDEKNECHT 1930).

Megachile genalis: Diese subkontinental verbreitete Blattschneiderbiene konnte in Baden-

Württemberg bis 1986 erst fünfmal nachgewiesen werden (WESTRICH 1983; WESTRICH, briefl.). Der letzte Fund der Beulen-Blattschneiderbiene geht auf das Jahr 1943 bei Kehl zurück (BALLES 1949). Auf den untersuchten Ruderalstellen war sie auf 3 Untersuchungsflächen angetroffen worden: am Flugplatz, am Güterbahnhof und im Gewerbegebiet «Obere Haid».

In der Roten Liste der BRD fehlt diese Art, in der von Baden-Württemberg wurde sie in die Kategorie 1 eingestuft.

Ceratina chalybea: Von der Großen Keulhornbiene liegen nur vereinzelte ältere Fundmeldungen aus dem Oberrheingebiet vor (LAUTERBORN 1924; LEININGER 1924; STROHM 1924, 1925; BALLES 1925, 1927). Diese submediterrane verbreitete Art kommt nur im Süden der BRD vor (WESTRICH & SCHMIDT 1985). In der Roten Liste der BRD wird sie als «gefährdet» (Kategorie 3), in der von Baden-Württemberg als «vom Aussterben bedroht» (Kategorie 1) eingestuft. Innerhalb der untersuchten Ruderalflächen wurde sie am Güterbahnhof und am Flugplatz nachgewiesen.

Ruderalvegetation kann im steten Werden und Vergehen kleinräumig von hoher lokaler Persistenz sein. Gleiches gilt auch für die dort lebende Tierwelt. Bei bestimmten Ruderal-Pflanzenarten (z.B. *Papaver rhoeas*) wird diese Persistenz zusätzlich durch eine 'seed bank' im Boden gewährleistet.

Unsere 6 Untersuchungsflächen liegen alle außerhalb des Stadtkernes. Der heutige Stadtkern ist in seiner Umgrenzung vergleichbar mit der Altstadt des 13. Jahrhunderts. Alle unsere Flächen liegen somit in dem alten Vorstadtbereich um 1300, wo es immer schon solche Ruderalstandorte gegeben haben muß. Um 1300 erreichte die Stadt Freiburg eine Ausdehnung, die sie über das ganze

Mittelalter nicht mehr überschritt. Diese unsere Untersuchungsflächen liegen einerseits auch in einem Bereich, der etwa im 16. Jahrhundert landwirtschaftlich z.T. genutzt, andererseits Ende des 17. Jahrhunderts im Vorfeld der Vaubanschen Festungswerke, wo ebenfalls Standorte für Ruderalbiozönosen sicher in großer Ausdehnung vorhanden waren. Es ist davon auszugehen, daß die untersuchte Ruderalbiozönose etwas über Jahrhunderte Gewachsenes darstellt, nur so ist der hohe Anteil besonders seltener, z.T. wenig ausbreitungsfähiger Standortspezialisten unter den Wildbienen zu verstehen.

Ihr Schutz muß ein besonders ernstzunehmendes Anliegen sein.

Zusammenfassung

Im Jahre 1987 wurden in einem Zeitraum von Mitte Mai bis Mitte September an Ruderalstellen im Stadtbereich von Freiburg Wildbienen-Gemeinschaften (Hymenoptera Apoidea) in Pflanzengesellschaften u.a. folgender Syntaxa erfaßt: *Conyzo-Lactucetum*, *Tanacetum-Artemisietum*, *Convolvulo-Agrophyretum*, *Ranunculus repens*-Gesellschaft, *Onopordetum acanthii*, ruderalisierte *Arrhenatherion*-Fragmentgesellschaft, *Daucum-Melilotion*, *Daucum-Picridetum*, *Vulpia myuros*-Gesellschaft. Die untersuchten Flächen, die teilweise Vegetationskomplexe darstellen, hatten eine Größe von etwa 100-5000 m². Von den einzelnen Ruderal-Pflanzengesellschaften liegen genaue Daten über ihre Blühphänologie vor; sie zeichnen sich alle durch eine hohe Anzahl simultan blühender entomophiler Pflanzenarten in den Monaten Juli und August aus. Der blühphänologische Höhepunkt der untersuchten Gesellschaften liegt Ende Juli. Insgesamt ließen sich 22% (n=112) der in der BRD bekannten Wildbienen-Arten (n=517) nachweisen. Eine besonders große Artenzahl wurde an solchen Ruderalstellen gefunden, wo Pflanzengesellschaften unterschiedlicher Stellung in der soziologischen Progression das Vegetationsmosaik aufbauen, und sowohl für Bodennister, als auch für Arten, die z.B. im Fachwerk von Gebäuden, in altem Holz, in Mauern oder auch in Pflanzenstengeln von Hochstauden und Sträuchern nisten, ausreichende Nistmöglichkeiten vorhanden sind. 50% aller festgestellten Wildbienen-Arten sind im Blütenbesuch Spezialisten, über zwei Drittel davon auf Asteraceen, Fabaceen und Apiaceen. Bemerkenswert ist auch der hohe Anteil von Arten der Roten Liste (18 Arten der Liste der BRD, 31 der von Baden-Württemberg). So kamen an einem nur wenige Jahre alten Straßendamm mit einem *Conyzo-Lactucetum* bereits 8 Rote-Liste-Arten vor. Hieraus läßt sich ableiten, daß Standorte mit spontaner Vegetation im städtischen Bereich eine artenreiche Blütenbesucher-Gemeinschaft mit z.T. sehr seltenen und bei uns besonders gefährdeten Wildbienen-Arten haben können. Dies belegt auch aus zoologischer Sicht die Schutzwürdigkeit von Ruderal-Gesellschaften im städtischen Siedlungsbereich.

Literatur

- BALLES L., 1925 - *Beiträge zur Kenntnis der Hymenopterenfauna Badens I* - Mitt. bad. Landesver. Naturkde. Naturschutz NF 1: 437-461. Freiburg.
- BALLES L., 1927 - *Beiträge zur Kenntnis der Hymenopterenfauna Badens III u. IV* - Arch. Insektenk. Oberrheingeb. 2: 161-203. Freiburg.
- BALLES L., 1949 - *Beiträge zur Kenntnis der Hymenopterenfauna Badens VIII* - Mitt. bad. Landesver. Naturk. Naturschutz NF 5: 57-62. Freiburg.
- BANASZAK J., 1982 - *Apoidea (Hymenoptera) of Warsaw and Marzovia* - Memorabilia Zool. 36: 129-142. Warsaw.
- BRANDES D. (Hrsg.), 1988 - *Ruderalvegetation - Kenntnisstand, Gefährdung und Erhaltungsmöglichkeiten* - Ber. Kolloqu. «Schutz u. Erhaltungsmaßnahmen für Ruderalvegetation» (Norddttsche. Nat. schutz. Akad. Hof Möhr, 20-21.5.1987). Braunschweig.
- DATHE H.H., 1969 - *Zur Hymenopterenfauna im Tierpark Berlin I* - Milu 2: 430-443. Leipzig.
- DATHE H.H., 1971 - *Zur Hymenopterenfauna im Tierpark Berlin II* - Milu 3: 231-241. Leipzig.
- DORN M., 1977 - *Ergebnisse faunistisch-ökologischer Untersuchungen an solitären Apoidea (Hymenoptera) im Botanischen Garten der Martin-Luther-Universität in Halle (Saale) I. Teil* - Herzynia N.F. 14 (2): 196-211. Leipzig.
- DORN M., 1984 - *Das urbane Requisitenangebot und seine Nutzung durch solitäre Apoidea* - Tag. ber. 2. Leipziger Symp. urbane Ökologie 1983: 53-55. Leipzig.
- EBMER A.W., 1970 - *Die Bienen des Genus Halictus Latr. s.l. im Großraum von Linz (Hymenoptera Apidae)* - Teil II - Naturk. Jahrb. Stadt Linz: 19-82. Linz.
- GAUCKLER K., 1971 - *Die Wildbienenfauna der Nürnberger Gärten (Apoidea in hortis Norimbergae)* - Mitt. Naturhist. Ges. Nürnberg 1970: 1-12. Nürnberg.
- HAESLER V., 1972 - *Anthropogene Biotope (Kahlschlag, Kiesgrube, Stadtgärten) als Refugien für Insekten, untersucht am Beispiel der Hymenoptera Aculeata* - Zool. Jb. Syst. 99: 133-212. Jena.
- HAESLER V., 1982 - *Ameisen, Wespen und Bienen als Bewohner gepflasterter Bürgersteige, Parkplätze und Straßen (Hymenoptera, Aculeata)* - Drosera 1: 17-32. Oldenburg.
- JACOB-REMACLE A., 1984 - *Etude écologique du peuplement d'Hymenopteres Aculéates survivant dans la zone la plus urbanisée de la ville de Liège* - Bull. ann. Soc. R. Entomol. Belge 120: 241-262.
- KLAIT M., 1988 - *Insektengemeinschaften an städtischer Ruderalvegetation (Hymenoptera, Apoidea; Diptera, Syrphidae; Lepidoptera, Rhopalocera, Hesperiidae, Zygaenidae). Das Beispiel Freiburg i.Br.* - Diplomarb. Univ. Freiburg, 152 S.
- KLAUSNITZER B., 1987 - *Ökologie der Großstadtfäuna* - 225 S.; Stuttgart, New York.
- KLOTZ ST., GUTTE P., KLAUSNITZER B., 1984 - *Vorschlag einer Gliederung urbaner Ökosysteme* - Arch. Naturschutz Landsch. - Forsch. 24(3): 133-156. Berlin-Ost.
- KOHL A., 1986 - *Die spontane Vegetation in verschiedenen Quartiertypen der Stadt Freiburg i.Br.* - Ber. naturf. Ges. Freiburg i.Br. 76: 135-191. Freiburg.
- KRATOCHWIL A., 1983 - *Zur Phänologie von Pflanzen und Blütenbesuchenden Insekten (Hymenoptera, Lepidoptera, Diptera, Coleoptera) eines versaumten Halbtrockenrausens in Kaiserstuhl - ein Beitrag zur Erhaltung brachliegender Wiesen als Lizenz-Biotop gefährdeter Tierarten* - Beih. Veröff. Naturschutz Landschaftspflege Baden-Würt. 34: 57-108. Karlsruhe.
- KRATOCHWIL A., 1984 - *Pflanzengesellschaften und Blütenbesucher-Gemeinschaften: bioökologische Untersuchun-*

- gen in einem nicht mehr bewirtschafteten Halbtrockenrasen (*Mesobrometum*) im Kaiserstuhl (Südwestdeutschland) - *Phytocoenologia* 11(4): 455-669. Stuttgart, Braunschweig.
- KRATOCHWIL A., 1987 - *Zoologische Untersuchungen auf pflanzensoziologischem Raster - Methoden, Probleme und Beispiele biozöologischer Forschung* - *Tuexenia* 7: 13-51. Göttingen.
- KRATOCHWIL A., 1988a - *Co-phenology of plants and anthophilous insects: a historical area-geographical interpretation* - *Entomol. Gener.* 13(3): 67-80. Stuttgart.
- KRATOCHWIL A., 1988b - *Community structure of flower-visiting insects (Hymenoptera Apoidea, Lepidoptera, Diptera) in different grassland types of southwestern Germany* - *Proc. XVIII Int. Congr. Entomol.* 1988. Abstr. Vol.: 174. Vancouver, B.C.
- KRATOCHWIL A., 1989 - *Erfassung von Blütenbesucher-Gemeinschaften (Hymenoptera, Apoidea, Lepidoptera, Diptera) verschiedener Rasengesellschaften im Naturschutzgebiet «Taubergießen» (Oberheinebene)* - *Verh. Ges. f. Ökologie (Göttingen)* 17: 701-711.
- KRATOCHWIL A., KLATT M., 1989 - *Apoide Hymenopteren Stadt Freiburg i.Br. - submediterrane Faunenelemente an standorten von kleinräumig hoher Persistenz* - *Zool. Jb. Syst.* 116: 379-389. Jena.
- LAUTERBORN R., 1924 - *Faunistische Beobachtungen aus dem Gebiete des Oberrheins und des Bodensees* - *Mitt. bad. Landesver. Naturk. Naturschutz N.F.* 1: 284-290. Freiburg.
- LECLERQ J., 1982 - *Inventaire des abeilles et des guêpes solitaires (Hymenoptera Aculeata) trouvées dans le centre urbain de Liège* - *Bull. Soc. R. Sci Liège* 51 (3/4): 121-130. Liège.
- LEININGER H., 1924 - *Hymenopterologische Beiträge zur Fauna Badens* - *Mitt. bad. ent. Ver.* 1: 67-67, 116-123. Freiburg.
- SCHAEFER M., TISCHLER W., 1983 - *Ökologie - 2. A.* - 354 S., Stuttgart, New York.
- SCHMIEDEKNECHT O., 1930 - *Die Hymenopteren Mitteleuropas* - 1062 S., Jena.
- STOECKHERT F.K., 1933 - *Die Bienen Frankens (Hym. Apid.). Eine ökologisch-tiergeographische Untersuchung* - *Beih. Dt. Ent. Z.* 1932: 1-294. Berlin.
- STROHM K., 1924 - *Beitrag zur Kenntnis der Bienenfauna von Baden* - *Mitt. bad. ent. Ver.* 1: 123-137. Freiburg.
- STROHM K., 1925 - *Insekten der badischen Fauna 1. Beitrag.* - *Mitt. bad. ent. Ver.* 1: 204-220. Freiburg.
- TRENKLE H., 1982 - *Das Klima* - In: *Landkreis Breisgau-Hochschwarzwald (Ed.): Breisgau-Hochschwarzwald - Land vom Rhein über den Schwarzwald zur Baar*: 61-72, Freiburg.
- TROJAN P., GÖRSKA D., WEGNER E., 1982 - *Processes of synanthropization of competitive animal associations* - *Memorabilia Zool.* 37: 125-135. Warsaw.
- WARNCKE K., WESTRICH P., 1984 - *Rote Liste der Bienen (Apoidea)* - In: *BLAB J., NOWAK E., TRAUTMANN H., SUKOPP H. (Hrsg): Rote Liste der gefährdeten Tiere und Pflanzen in der Bundesrepublik Deutschland* - *Naturschutz Aktuell* 1: 50-52. Greven.
- WESTRICH P., 1983 - *Die Bienen Baden-Württembergs. I. Megachilidae (Hymenoptera, Apoidea)* - *Stuttgarter Beitr. Naturkde. Ser. A* (363): 1-50. Stuttgart.
- WESTRICH P., 1984 - *Kritisches Verzeichnis der Bienen der Bundesrepublik Deutschland (Hymenoptera, Apoidea)* - *Cour. Forsch. - Inst. Senckenberg* 66: 1-86. Frankfurt.
- WESTRICH P., 1985 - *Wildbienen-Schutz in Dorf und Stadt* - *Arbeitsbl. Naturschutz* 1: 1-23. Karlsruhe.
- WESTRICH P., SCHMIDT K., 1984 - *Rote Liste der Stechimmen Baden-Württembergs (Hymenoptera Aculeata außer Chrysididae) (Stand 1.1.1985)* - *Veröff. Naturschutz Landschaftspflege Baden-Würt.* 59/60: 93-120. Karlsruhe.

Danksagung

Wir bedanken uns bei den Freiburger Verkehrsbetrieben, bei der Deutschen Bundesbahn und bei der französischen Garnison in Freiburg, auch auf nicht öffentlich zugänglichem Gelände die Untersuchungen durchführen zu können. Der Badische Landesverein für Naturkunde und Naturschutz gewährte aus Mitteln des Professor-Friedrich-Kiefer-Fonds eine finanzielle Unterstützung, hierfür bedanken wir uns herzlich: Unser Dank gilt ferner Herrn Dr. P. Westrich (Tübingen) für die Überprüfung einiger Tiere.