

BIO I 90, 168/19

Faunistisch-Ökologische Arbeitsgemeinschaft e.V. (FÖAG); download www.zobodat.at

SUPPLEMENT
zu Faunistisch-Ökologische
Mitteilungen

**Möglichkeiten des Naturschutzes
im urbanen Raum**



Faunistisch-Ökologische Mitteilungen
Supplement 19

Herausgegeben im Auftrage der Faunistisch-Ökologischen Arbeitsgemeinschaft
von B. Heydemann, W. Hofmann und U. Irmeler
Zoologisches Institut und Museum der Universität Kiel

Kiel, 1995

207

Möglichkeiten des Naturschutzes im urbanen Raum

Redaktion

Dörte Paustian

Kiel 1995

Titelbild: Efeu am Rantzaubau (Kieler Schloß), Foto: H.-D. Reinke

BIO I 90,168/19
OÖ. Landesmuseum
Biologiezentrum
Inv. 1997/2261

Herausgegeben im Auftrage der
Faunistisch-ökologischen Arbeitsgemeinschaft
von B. Heydemann, W. Hofmann und U. Irmeler
Zoologisches Institut und Museum
der Universität Kiel

Zu beziehen durch:
Faunistisch-ökologische Arbeitsgemeinschaft
Biologiezentrum, Universität
Olshausenstraße 40
D-24098 Kiel

Wachholtz Verlag, Neumünster, 1995

This publication is included in the abstracting and indexing coverage of the
Bio Sciences Service of Biological Abstracts.

ISSN 0430-1285

Gedruckt auf chlorfrei gebleichtem Recycling-Papier

Inhalt

Einleitung	5
Klima der Untersuchungsgebiete im Kieler Stadtbereich	5
Allgemeine Erfassungs- und Auswertemethoden	6

UNTERSUCHUNGEN ZUR BESIEDLUNG BEGRÜNTER DÄCHER DURCH ARTHROPODA IM STADTBEREICH

Von Lucie Achtel

1. Einleitung	7
2. Untersuchungsfläche	7
3. Material und Methode	9
4. Ergebnisse	10
4.1 Vegetation	10
4.2 Zusammensetzung der Fauna	12
4.2.1 Coleoptera	12
4.2.2 Araneae	18
4.3 Erreichbarkeit der Dächer	20
5. Diskussion	23
6. Zusammenfassung	25
7. Summary	25

DIE BESIEDLUNG VON BEGRÜNTEN HAUSWÄNDEN DURCH ARTHROPODA IM STADTBEREICH

Von Anette Rieger

1. Einleitung	27
2. Untersuchungsgebiete	27
3. Methodik	29
4. Ergebnisse	30
4.1 Das Mikroklima der Kletterpflanzen	30
4.2 Faunistische Ergebnisse	31
5. Diskussion	43
6. Zusammenfassung	45
7. Summary	46

UNTERSUCHUNGEN ZUM BLÜTENBESUCH VON TAGAKTIVEN INSEKTEN AN GARTENZIERPFLANZEN

Von Hella Schmidt-Adam und Joachim Stuhr

1. Einleitung	47
2. Untersuchungsgebiet	47
3. Material und Methoden	48
4. Ergebnisse	48
4.1 Morphologische Gestalttypen der Blüten	48
4.2 Zusammensetzung der blütenbesuchenden Fauna	49
4.3 Biologie und Ökologie der Bestäuber	51
4.4 Häufig frequentierte Zierpflanzenarten	61
4.5 Anteil verschiedener Tierarten am Blütenbesuch ausgewählter Pflanzen	62
5. Diskussion	64
5.1 Beziehung Blüten – blütenbesuchende Insekten	64
5.2 Möglichkeiten der Gartengestaltung	65
5.3 Zusammenstellung eines für Blütenbesucher geeigneten Blütenangebotes ..	69
6. Zusammenfassung	75
7. Summary	75
Literatur	77

Einleitung

Steigende Bevölkerungszahlen sowie der Anspruch des Menschen nach Individualraum ließen die Städte in den vergangenen Jahrzehnten stetig anwachsen. Immer mehr Brachflächen mußten dem Wohnungsbau weichen. Zunehmende Motorisierung macht den Ausbau von Verkehrsnetzen und Parkplatzflächen notwendig. So wurde das Stadtgrün immer mehr in Randzonen verdrängt.

Dies war und ist angesichts der steigenden Belastung durch den Verkehr bedenklich, zumal Natur in der Stadt auch für den Menschen eine große Bedeutung hat. Sie kann der Naherholung am Wochenende dienen, sie kann Spielplatz für Kinder und Erwachsene sein und bietet durch ihre Ästhetik Abwechslung in dem oft tristen Städtegrau. Ferner kann sie als Filterorgan die Schadstoffe in der Luft reduzieren. Auch ein wirtschaftlicher Nutzen ist durch die Natur in der Stadt zu erzielen. So dienen etwa Dach- oder Fassadenbegrünung der Wärmeisolation von Wohnhäusern.

Doch nicht nur durch das Bauwesen wurden Grünflächen aus der Stadtlandschaft verdrängt oder verändert. Ehemals heterogen gestaltete Nutzgärten wurden zu homogenen, wenig pflegebedürftigen Gärten umgestaltet. Die Folge war die Zunahme artenarmer Rasenflächen. Zumal etwa siedlungstypische Ruderalvegetation vielfach als unästhetisch im Sinne von Unordnung empfunden wurde. Trotz allem leben in der Stadt, die eine Vielzahl von Biotoptypen – wenn auch in kleinflächiger Form – enthält, zahlreiche Pflanzen und Tiere, v.a. Arthropoden. Allerdings wurden einheimische Pflanzenarten immer mehr aus der Stadt verdrängt.

Erst in der letzten Zeit wird der Ruf nach Renaturierung der Stadt laut. Die Fassaden- oder Hinterhof- und auch die Dachbegrünung wird häufiger. Auch im Gartenbereich hat ein Umdenken stattgefunden. So werden statt fremdländischer Pflanzen wieder einheimische Arten vermehrt in den Garten zurückgeholt.

Die vorliegenden Arbeiten sind an der Forschungsstelle für Ökosystemforschung und Ökotechnik an der Universität in Kiel entstanden und sollen Möglichkeiten des Naturschutzes im urbanen Raum aufzeigen. Alle Untersuchungen fanden in der Stadt Kiel oder in deren näherer Umgebung statt. RIEGER untersuchte in diesem Zusammenhang die Besiedlung von begrünten Hauswänden durch ausgewählte Gruppen von Arthropoden unter besonderer Berücksichtigung der Exposition und der mikroklimatischen Bedingungen. ACHEL befachte sich mit der Untersuchung der ökologischen Funktion begrünter Dächer für die Arthropodenfauna. SCHMIDT-ADAM und STUHR widmeten sich der Betrachtung des Blütenbesuchs von tagaktiven Insekten an Gartenpflanzen.

Klima der Untersuchungsgebiete im Kieler Stadtbereich

Die Fördestadt Kiel, mit ca. 240.000 Einwohnern (STATISTISCHES LANDESAMT SCHLESWIG-HOLSTEIN 1989, Stand vom 31. 12. 1988) die größte Stadt Schleswig-Holsteins, liegt eingebettet in die Jungmoränenlandschaft des Ostholsteinischen Hügellandes.

Das Klima des Kieler Stadtbereichs wurde von ERIKSEN (1964) ausgiebig untersucht. Typisch für das Kieler Klima ist die geringere Zahl von windstillen Tagen. Doch trotz des starken Windeinflusses bildet sich auch in Kiel ein typisches Stadtklima aus, allerdings etwas schwächer als in kontinental gelegenen Städten.

Die Charakteristika eines Stadtklimas sollen hier nur kurz erwähnt werden. Für ausführlichere Informationen wird auf ERIKSEN (1976) und KUTTLER (1993) verwiesen. Die Stadt ist im Durchschnitt etwas wärmer als das Umland. Das gilt vor allem für die Nächte und

die kalten Jahreszeiten. Dabei spielt die sich über der Stadt ausbildende Dunstglocke aus Stäuben und Abgasen eine wichtige Rolle, da sie die Wärmeabstrahlung aus der Stadt verzögert. Die Art der Wärmequelle ist abhängig von der Jahreszeit. In den warmen Monaten stellt sich der Überwärmungseffekt an Strahlungstagen ein. Zwar wird der Strahlungseintrag durch die Dunstschicht beträchtlich vermindert, da aber die Masse der Baumaterialien (Asphalt, Backstein etc.) eine hohe Wärmeabsorption aufweist, wird dieses Defizit mehr als ausgeglichen. Gerade die dreidimensionale Anordnung der wärmespeichernden Flächen führt zu einer hohen Ausnutzung der einfallenden Strahlung. Die nächtliche Abstrahlung wird durch die Dunstglocke behindert, so daß die bebauten Stadtgebiete höhere Temperaturen als das Umland aufweisen. In den kalten Monaten spielt die atmosphärische Strahlung eine weitaus geringere Rolle. Hier sind hauptsächlich die vielen künstlichen Wärmequellen als Ursache für den Überwärmungseffekt zu nennen. Schließlich sei noch erwähnt, daß die Stadtluft meist trockener ist, da Niederschläge sehr schnell abgeführt werden und die Transpirationsrate aufgrund des geringen Pflanzenbestandes klein ist.

Die oben genannten Stadtklima-Eigenschaften gelten nicht für größere Grünflächen im Stadtbereich, z.B. Parks oder Friedhöfe. Hier stellen sich ähnliche Klimaverhältnisse wie in entsprechenden Flächen im Umland ein.

Allgemeine Erfassungs- und Auswertemethoden

Mittels der Saugfangmethode wird die Individuendichte pro 0,25 m² erfaßt. Das Sauggerät bestand aus einem handelsüblichen Autostaubsauger, der mittels einer Autobatterie angetrieben wurde. Zwischen Ansaugrohr und Staubsauger war eine Fangdose eingebaut worden. Die Kletterpflanzen wurden unter einem Fangkorb abgesaugt. Dieser bestand aus einem Aluminiumrahmen mit einer Innenfläche von 0,25 m². Über diesem waren 2 gekreuzte Metallstäbe gespannt. Über das Metallgerüst wurde ein Mantel aus Gaze gestülpt, der an der Spitze mit einem Griff versehen worden war. An einer Seite des Fangkorbes befand sich ein Reißverschluß in der Gaze, durch den das Saugrohr eingeführt wurde.

Zur Auswertung der erfaßten Arthropoden wurden die Dominanzen berechnet. Unter Dominanz versteht man den prozentualen Anteil der Häufigkeit einer Art (SCHWERDTFEGER 1975). Es wird von Aktivitätsdominanz gesprochen, wenn sie sich auf die Aktivitätsdichte bezieht. Liegt die Individuendichte zugrunde, erhält man eine Individuendominanz.

HEYDEMANN (1953) teilt die Dominanzen in 5 Klassen, die auch in dieser Arbeit verwendet werden. Danach gilt:

D > 10:	eudominant	
10 > D > 5:	dominant	
5 > D > 2:	subdominant	
2 > D > 1:	rezedent	
1 > D	: subrezedent	D = Dominanz (%)

Untersuchungen zur Besiedlung begrünter Dächer durch Arthropoda im Stadtbereich

Von Lucie Achtel

1. Einleitung

Begrünte Dächer sind heutzutage in den Städten eher eine Seltenheit, obwohl sie eine lange Tradition besitzen. So finden sich z.B. in Skandinavien und Island Grasdächer, die viele Jahrhunderte alt sind. Nach Verdrängung der Grünflächen im Stadtbereich wurde in der Bauplanung in der letzten Zeit verstärkt Wert darauf gelegt, Grünflächen wieder mit in die Siedlungsbereiche einzubeziehen.

Während bisher meistens die klimatischen Wirkungen einer Dachbegrünung (HOESCHELE & SCHMIDT 1974, KOLB et al. 1983) oder die Eignung bestimmter Pflanzen untersucht wurde (LEHMANN 1986, KOLB et al. 1983), ist über die Fauna von Grasdächern bisher wenig bekannt (MÜLLER 1988, ZIMMERMANN 1987, DARIUS & DREPPER 1983, 1984, HIRSCHFELDER 1991, KLAUSNITZER et al. 1980). Daher soll die vorliegende Arbeit als Baustein der Stadtökologie dazu beitragen, ökologische Funktionen der Dächer für die Arthropodenfauna näher zu erforschen.

Bei der Auswahl der Tiergruppen erschien es sinnvoll, möglichst verschiedene Lebensformtypen zu erfassen, um so die Vielfältigkeit des Ökosystems besser charakterisieren zu können. Die Wahl fiel daher auf Spinnen (Araneae) und Käfer (Coleoptera), wodurch nicht nur Bewohner unterschiedlicher Strata, sondern auch ganz verschiedene nahrungsökologische Gruppen erfaßt wurden.

Dabei wurden vornehmlich folgende Fragestellungen berücksichtigt:

- Wie setzt sich die Arthropodengemeinschaft der Dächer zusammen?
- Durch welche Ansprüche ist sie charakterisiert?
- Wodurch unterscheidet sich die Dachfauna von der eines Standortes auf natürlich gewachsenem Boden, d.h. inwieweit wirkt sich die Isolation des Dachstandortes auf die Zusammensetzung der Fauna aus?

2. Untersuchungsflächen

Die sechs Schrägdächer befinden sich im Nord-Westen der Stadt, in der Nähe des Botanischen Gartens an der Universität in Kiel (N-H, N-G, N-I, S-H, S-G, S-I) (Tab. 1). Die Umgebung ist geprägt durch Tiergehege, Gebäude der Haustierkunde, aufgelockerte Bebauung, Teiche, Rasenflächen sowie zahlreiche Schrebergärten. Alle untersuchten Dachseiten haben einen Neigungswinkel von 18° und eine Flächengröße von je ca. 30 m².

Zwei der Flachdächer befinden sich ebenfalls in der Nähe der Universität im Gelände der Forschungsstelle für Ökosystemforschung und Ökotechnik (FG2a, FG2b). Die Umgebung ist hauptsächlich durch Schrebergärten, Wiesen, Hecken und Knicks gekennzeichnet. Das Gelände selbst ist durch seinen Artenreichtum an Pflanzen charakterisiert. So

befindet sich zwischen den Gebäuden eine Rasenfläche mit Modellbecken der verschiedensten Biotoptypen z.B. Fichtenwald, Ackerflächen, Heide u.s.w.. Ferner verfügt das Gelände über zahlreiche Anpflanzungen von Kräutern und Zierpflanzen. Die Flachdächer haben einen Neigungswinkel von 3°. Alle bisher beschriebenen Dächer wurden mit Soden begrünt.

Die drei weiteren Flachdächer befinden sich im Ortsteil Mettenhof der Stadt Kiel (Me 85, Me 88, Me 90). Ihre nähere Umgebung wird von Reihen- und Hochhäusern, Wiesen, Schrebergärten und kleinen Gehölzen gebildet. Diese Dächer wurden nach dem Rollrasenprinzip begrünt. Rollrasen werden in Gärtnereien angesät, wobei die Saatmischung aus Gräsern und Kräutern besteht: 25 % *Festuca rubra rubra*, 10 % *Festuca rubra commutata*, 10 % *Festuca rubra trichophylla*, 20% *Lolium perenne*, 15 % *Poa pratensis*, 5 % *Poa compressa*, 5 % *Agrostis tenuis*, 5 % *Festuca ovina*, 2 % *Sanguisorba minor*, 1 % *Achillea millefolium*, 1 % *Lotus corniculatus*, 1 % *Medicago lupulina*.

Nach Anlaufen der Saat und Bildung eines dichten Rasenteppichs wird dieser abgehoben, aufgerollt und dann in Stücken flächendeckend „wie Teppichboden“ auf dem Dach verlegt.

Zur Kontrolle wurde eine Wiese nahe der Ortschaft Flintbek (Flin), südlich des Molfsees, 9 km vom Kieler Stadtkern entfernt, untersucht. Sie ist 290 m² groß und stellt das Relikt einer Glatthaferwiese mit ruderalem Einfluß dar. Von hier stammt das Begrünungsmaterial für das Flachdach der Forschungsstelle, so daß die Fläche als Vergleichsfläche zum Dach dienen konnte. Die Vegetation der angrenzenden Bereiche der Wiese besteht aus Pioniervegetation, Einsaatgrünland (*Phleum pratense*) und Äckern.

Tab. 1: Übersicht der Untersuchungsflächen (Beschreibung s. Text).

	Untersuchungsstandorte	Dachart/Exposition	(m ²)	Begrünung	Art der Dachbegrünung	Vegetation	Tierfang Bofa= B Saugg.= S
N-H	Norddach-Hauptgebäude	schräg/ NO	30	Dez. 1986	Soden von Kiesgruben bei Tensfeld	hpts. Moose, <i>Sedum</i> , Gräser	1 B
N-G	Norddach-Garage	schräg/ N/O	30	Dez. 1986	Soden von Kiesgruben bei Tensfeld	spärlich, hpts. Moose, <i>Erophila verna</i>	1 B
N-I	Norddach-Infozentrum Ost	schräg/ ONO	30	Jan. 1988	Soden von Kiesgruben bei Tensfeld	Gräser, krautige Pflanzen	1 B
S-H	Süddach-Hauptgebäude	schräg/ SSW	30	Dez. 1986	Soden von Kiesgruben bei Tensfeld	hpts. <i>Sedum acre</i>	1 B
S-G	Süddach-Grafikwerkstatt	schräg/ SSW	30	Dez. 1986	Soden von Kiesgruben bei Tensfeld	hpts. <i>Sedum acre</i> , Gräser	1 B
S-I	Süddach-Infozentrum West	schräg/ SSW	30	Dez. 1988	Soden von Kiesgruben bei Tensfeld	Gräser krautige Pflanzen	1 B
FG 2a	Freigelände 2	flach	200	März 1986	Soden der Glatthaferwiese des Standortes Flin.	hpts. <i>Sedum acre</i> , Gräser	3 B, 4x1/4 m ² S
FG 2b	Freigelände 2	flach	220	Dez. 1988	Soden (Kiesgrube Brahmsee)	spärlich, hpts. freie Fläche, wenig Moose u. <i>Sedum acre</i>	3 B, 4x1/4 m ² S
Me 85	Mettenhof	flach	640	Aug. 1985	Rollrasen	Gräser u. krautige Pflanzen	3 B, 4x1/4 m ²
Me 88	Mettenhof	flach	430	Apr. 1988	Rollrasen	Gräser, Kräuter, viel offener Boden	3 B, 4x1/4 m ² S
Me 90	Mettenhof	flach	800	März 1990	Rollrasen	fast ausschließl. Gräser	3 B, 4x1/4 m ² S
Flin	Wiese bei Flintbek	-	290	-	-	Glatthaferwiese, lückig	3 B, 4x1/4 m ² S

Bis auf die ersten drei Monate des Jahres 1990, in denen die Durchschnittstemperatur recht hoch lag, zeigten die folgenden Monate nur geringe Abweichungen vom langjährigen Mittel. Der Juni und September waren sehr feucht, während der April, der Mai und der August viel trockener waren als das langjährige Mittel. Mit Ausnahme der Monate Januar, Juni und September in denen die Sonnenscheindauer bis zu 50% niedriger war als das langjährige Mittel, lag die Sonnenscheindauer in den übrigen Monaten höher als gewöhnlich.

3. Material und Methode

Um die Vielfaltigkeit eines Ökosystems zu charakterisieren, sollen möglichst verschiedene Lebensformtypen analysiert werden. Daher wurden Spinnen und Käfer gewählt, die nicht nur Bewohner unterschiedlicher Strata, sondern auch verschiedener nahrungsökologischer Gruppen vertreten.

Zur Erfassung der relativen Aktivitätsdichte der Bodenoberfläche dienten in den Boden eingegrabene Schraubdeckelgläser von 5,6 cm Durchmesser und 7 cm Höhe, sogenannte Bodenfallen (BARBER 1931). Die Gläser wurden gleichmäßig auf den Dächern verteilt, bündig mit dem Boden eingegraben und vor Regen mittels einer 20x20 cm Plexiglasscheibe geschützt. Die Fallen wurden mit 50%igem Mono-Ethylenglykol gefüllt, dem ein geruchsneutrales Entspannungsmittel (Agepon) beigefügt worden war. Diese Flüssigkeit bot den Vorteil, selbst bei sehr warmem Wetter kaum zu verdunsten. Der Probennahmezeitraum erstreckt sich vom 01.06.90–15.10.90. Der Fallenwechsel erfolgte in zweiwöchigem Rhythmus. Die Wiese sowie alle untersuchten Flachdächer wurden mit jeweils drei, die Nord- und Süddächer wegen ihrer geringen Flächenausdehnung nur jeweils mit einer Bodenfalle bestückt.

Ergänzend wurden auf den Flachdächern an fünf Terminen (01.06.90, 03.07.90, 02.08.90, 03.09.90, 01.10.90) Saugfänge durchgeführt. Auf den Nord- und Süddächern wurde nicht gesaugt. An jedem Saugtermin wurden pro Fläche vier Parallelproben von je 0,25m² genommen.

Die Vegetation der Dächer wurde in Anlehnung an die Methode von BRAUN-BLANQUET (1964) untersucht. Der Deckungsgrad der Pflanzen eines Daches, d.h. die Bodenbedeckung aller makroskopisch sichtbaren Pflanzen in senkrechter Projektion, wurde mittels der verfeinerten Skala von REICHELT & WILMANN (1973) geschätzt (Tab. 2).

Tab. 2: Skala nach REICHELT & WILMANN (1973) zur Bodenbedeckung der Vegetation.

	Individuen pro Aufnahmefläche	Deckung
r	1	< 5%
+	2-5	< 5%
1	6-50	< 5%
2m	>50	< 5%
2a	beliebig	5 – 15%
2b	beliebig	>15 – 25%
3	beliebig	>25 – 50%
4	beliebig	>50 – 75%
5	beliebig	>75 –100%

4. Ergebnisse

4.1 Vegetation

Insgesamt wurden auf den Dächern und in Flintbek 135 Arten an phanerogamen Pflanzen festgestellt (Tab. 3).

Tab. 3: Vegetation der Untersuchungsflächen.

	Flachdach					Schrägdach					Wiese Flintbek	
	Mettenhof			Freigelände		Norddach			Süddach			
	85	88	90	2a	2b	H	I	G	H	I		G
<i>Sedum acre</i>	1	+	.	3	3	2a	.	+	4	1	3	.
<i>Dactylis glomerata</i>	.	.	.	2b	.	1	2b	1	2a	2b	+	2m
<i>Erophila verna</i>	.	.	.	2m	2m	.	2m	2a	.	2m	2m	.
<i>Poa annua</i>	2m	2a	2b	2m	1	1	2m	1	.	2m	.	.
<i>Poa compressa</i>	1	2a	2b	2m	1	2m	.	2m	2m	2m	1	.
<i>Festuca rubra</i>	3	2b	2a	2a	.	2b	.	1	2m	2a	.	3
<i>Arrhenaterum elatius</i>	.	.	.	.	.	.	1	.	.	1	.	3
<i>Matricaria discoidea</i>	.	.	.	.	.	.	+	1	.	+	.	.
<i>Taraxacum officinalis</i>	2m	.	2m	1	1	1	1	+	1	1	.	+
<i>Lolium perenne</i>	1	2m	2m	1	.	.	1	.	1	1	1	1
<i>Senecio vulgaris</i>	2m	2m	1	2m	+	1	2m	1	1	2m	1	.
<i>Agrostis tenuis</i>	2m	2m	2m	2m	1	.	2m	1	2m	2m	+	.
<i>Capsella bursa-pastoris</i>	1	2m	1	1	.	1	1	1	.	1	1	.
<i>Trifolium arvense</i>	1	1	.	1	+	1	2m	.	1	2m	+	.
<i>Viola arvensis</i>	2m	1	1	1	.	.	1	1	1	+	1	.
<i>Holcus lanatus</i>	.	1	1	1	.	.	1	1	.	1	.	2a
<i>Agropyron repens</i>	.	.	.	2m	2m	2m	2a	1	2m	2m	.	.
<i>Arabidopsis thaliana</i>	2m	.	2m	2m	.	1	2m	.	.	2m	1	.
<i>Arenaria serpyllifolia</i>	1	.	.	2m	.	1	2a	1	.	2m	+	.
<i>Artemisia vulgaris</i>	1	+	.	1	.	.	1	.	.	1	.	+
<i>Hypericum perforatum</i>	1	.	.	.	.	.	2m	1	+	1	.	2m
<i>Trifolium repens</i>	1	+	.	1	.	.	1	.	.	2m	.	+
<i>Cerastium holosteoides</i>	1	2m	.	1	.	+	1	.	.	1	.	.
<i>Chenopodium album,</i>	.	1	r	1	.	1	.	2m	.	1	1	.
<i>Erodium cicutarium</i>	1	.	.	2m	1	1	+	1	1	.	.	.
<i>Rumex acetosella</i>	2a	+	2m	1	.	.	.	2m	.	.	1	.
<i>Saxifraga granulata</i>	+	.	.	1	.	1	2m	1	.	2m	1	.
<i>Anthoxanthum odoratum</i>	.	.	.	1	.	1	2m	.	1	2m	.	.
<i>Cirsium arvense</i>	.	+	.	+	.	.	+	.	.	+	.	2m
<i>Plantago lanceolata</i>	.	.	.	1	.	.	1	.	+	1	+	2m
<i>Poa pratensis</i>	.	2a	.	2m	.	.	2m	.	.	2m	.	2m
<i>Cerastium semidecandrum</i>	.	.	.	.	2m	.	.	2m	.	1	1	.
<i>Hieracium pilosella</i>	1	.	.	.	+	.	2a	.	.	2m	.	2m
<i>Hypochoeris radicata</i>	2m	+	.	1	.	.	.	.	.	.	.	+
<i>Achillea millefolium</i>	.	.	.	.	.	.	1	.	.	2m	.	1
<i>Agrostis stolonifera</i>	.	2m	.	2a	1	.	.	.	.	.	.	.
<i>Aira caryophylla</i>	.	1	.	.	.	.	.	.	+	1	+	.
<i>Alopecurus geniculatus</i>	.	+	1	.	.	.	.	1	.	.	1	.
<i>Bromus hordeaceus</i>	.	.	1	2m	.	1	1	.	+	.	.	.
<i>Erigeron canadensis</i>	1	.	1	.	.	.	+	.	.	+	.	.
<i>Fallopia convolvulus</i>	1	.	.	r	.	.	+	.	.	+	.	.
<i>Festuca ovina</i>	.	.	.	2m	.	.	1	.	1	.	.	.
<i>Lotus corniculatus</i>	.	.	.	.	.	.	+	.	.	+	.	r
<i>Medicago lupulina</i>	.	.	.	2a	.	.	2m	.	.	+	.	.
<i>Polygonum aviculare</i>	+	+	.	+	.	.	.	.	.	1	.	.
<i>Potentilla argentea</i>	.	.	.	+	.	1	+	.	1	.	.	.
<i>Rumex crispus</i>	.	+	.	1	.	.	.	.	.	.	.	+
<i>Tanacetum vulgare</i>	+	.	.	.	.	.	1	.	.	+	.	.
<i>Trifolium dubium</i>	2m	1	.	.	.	.	1	.	.	.	.	.
<i>Tripleurospermum inodorum</i>	.	.	+	.	1	+	.	.	.	.	.	.
<i>Tussilago farfara</i>	.	.	.	.	.	.	+	.	.	+	.	r

	Flachdach					Schrägdach						Wiese Flintbek
	Mettenhof		Freigelände			Norddach			Süddach			
	85	88	90	2a	2b	H	I	G	H	I	G	
<i>Veronica arvensis</i>	.	.	.	1	.	.	1	+	.	1	.	.
<i>Veronica persica</i>	.	+	.	+	.	.	+	.	.	1	.	.
<i>Vicia angustifolia</i>	1	.	.	1	.	.	.	+	.	.	.	.
<i>Vicia hirsuta</i>	1	.	.	1	.	.	.	.	.	.	.	1
<i>Viola tricolor</i>	1	.	.	1	.	.	+	.	.	+	.	.
<i>Anthemis arvensis</i>	.	.	.	1	+	.	.	.	.	.	.	.
<i>Apera spica -venti</i>	.	.	.	1	1	1	.	.	.	.	.	.
<i>Geranium pusillum</i>	.	.	.	1	.	+	.	1	.	.	.	.
<i>Lamium purpureum</i>	.	.	.	2m	.	.	.	+	.	1	.	.
<i>Leucanthemum vulgare</i>	.	.	.	2m	.	.	1	.	.	.	.	.
<i>Poa nemoralis</i>	.	.	.	.	.	1	.	.	.	1	+	.
<i>Poa trivialis</i>	.	2m	.	.	.	.	.	1	.	1	.	.
<i>Ranunculus repens</i>	1	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.
<i>Sagina procumbens</i>	1	.	.	.	.	.	.	+	.	.	1	.
<i>Scleranthus annuus</i>	+	.	.	.	.	.	+	.	.	+	.	.
<i>Setaria viridis</i>	.	.	.	.	.	1	.	1	.	.	1	.
<i>Spergularia arvensis</i>	1	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Stellaria media</i>	.	+	.	.	.	.	+	1	.	.	.	.
<i>Trifolium campestre</i>	.	.	.	1	.	.	.	+	.	1	.	.
<i>Vicia cracca</i>	.	.	.	.	.	.	2a	.	+	1	.	.
<i>Vulpia bromoides</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	1	+	1	.
<i>Alnus incana</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	2a
<i>Aphanes arvensis</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	1	.
<i>Cirsium vulgare</i>	+	.	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Epilobium adenocaulon</i>	.	1	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Festuca pratensis</i>	.	.	.	2m	.	.	1	.	.	.	.	.
<i>Geranium molle</i>	.	.	.	.	.	.	+	1	.	.	.	.
<i>Leontodon hispidus</i>	.	.	.	.	.	.	1	+	.	.	.	.
<i>Myosotis arvensis</i>	.	.	.	1	.	.	.	.	.	+	.	.
<i>Plantago major</i>	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Silene alba</i>	.	.	.	.	.	.	r	.	.	.	.	r
<i>Sonchus asper</i>	1	.	.	.	.	.	.	.	.	1	.	.
<i>Thlaspi arvense</i>	.	.	.	1	.	.	.	.	.	1	.	.
<i>Trifolium pratense</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+
<i>Acinos arvensis</i>	.	.	.	1	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Agropyron gigar:tea</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Allium schoenoprasum</i>	r	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Anthyllis vulneraria</i>	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Aphanes inexpectata</i>	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Berteroa incana</i>	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Betula pendula</i>	.	.	r	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Borago officinalis</i>	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Campanula rotundifolia</i>	.	.	.	.	.	.	1	.	.	.	.	.
<i>Carex pairae</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	r
<i>Carlina vulgaris</i>	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Centaura jacea</i>	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Centaurium erythraea</i>	.	.	.	.	.	.	1	.	.	.	.	.
<i>Chrysanthemum segetum</i>	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Crataegus monogyna</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Crepis capillaris</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Epilobium roseum</i>	.	.	.	.	.	.	.	r	.	.	.	.
<i>Epilobium spec.</i>	.	.	.	r.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Erigeron acer</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Euphorbia helioscopia</i>	.	.	.	.	.	.	1	.	.	.	.	.
<i>Filago arvensis</i>	.	.	.	.	.	.	.	r	.	.	.	.
<i>Fumaria officinalis</i>	.	.	.	.	.	.	.	r	.	.	.	.
<i>Hordeum spec.</i>	.	.	.	.	.	.	.	1	.	.	.	.
<i>Hypericum humifusum</i>	.	.	.	.	.	1	.	.	.	.	.	.
<i>Knautia arvensis</i>	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.
<i>Leontodon saxatilis</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	.	.
<i>Linaria vulgaris</i>	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Matricaria chamomilla</i>	.	.	.	1	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Melilotus albus</i>	.	.	.	.	.	1	.	.	.	.	.	.

	Flachdach					Schrägdach						Wiese Flintbek
	Mettenhof		Freigelände			Norddach			Süddach			
	85	88	90	2a	2b	H	I	G	H	I	G	
<i>Mentha arvensis</i>	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Mentha spec.</i>	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Misopates orontium</i>	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Myosotis ramosissima</i>	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.
<i>Myosotis stricta</i>	.	.	.	r	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Oenothera biennis</i>	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Ononis repens</i>	.	.	.	.	.	.	r	.	.	.	.	.
<i>Panicum miliaceum</i>	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Phleum pratense</i>	.	.	.	1	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Polygonum persicaria</i>	.	r	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Potentilla erecta</i>	r	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Rubus idaeus</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.
<i>Rumex acetosa</i>	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Salix spec.</i>	.	.	.	.	.	.	r	.	.	.	.	.
<i>Senecio jacobaea</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Senecio sylvaticus</i>	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Sonchus vernalis</i>	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Stachys arvensis</i>	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.
<i>Trifolium medium</i>	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Trogopogon spec.</i>	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Valerionella dentata</i>	.	.	.	.	.	.	r	.	.	.	.	.
Deckung Krautschicht (%)	65	40	60	80	30	50	80	20	70	70	50	95
Deckung Mooschicht (%)	40	40	40	40	10	40	10	30	30	15	5	60
Artenzahl	53	32	20	58	16	26	60	36	22	56	24	23

4.2. Zusammensetzung der Fauna

Insgesamt wurden 181 Arten aus zwei Taxa der Arthropoda bestimmt. Davon entfielen 126 Arten aus 21 Familien auf die Coleoptera und 55 Arten aus 10 Familien auf die Araneae. In der Regel wurden auf den Dächern mit Bodenfallen erheblich mehr Individuen gefangen als mit Saugproben.

4.2.1 Coleoptera

Die Aktivitätsdichten der Coleoptera sind in Tab. 4 dargestellt. Dabei sind die Arten nach ihrem Schwerpunktorkommen angeordnet. Die im Text angegebenen ökologischen Präferenzen richten sich nach BARNDT (1976), LINDROTH (1945, 1949), HEYDEMANN (1953) und TIETZE (1973). In Mettenhof war *Harpalus affinis* auf dem Dach Me85 eine eudominante Art. Auf dem Dach Me88 war der Byrrhidae *Cytilus sericeus* dominant. Auf Me90 wies von allen Coleoptera dieses Daches *Corticarina fuscata* die höchste Abundanz auf. Auf dem Dach FG2a kamen in hohen Abundanzen der Hydrophilide *Megasternum obscurum* und der Carabide *Harpalus rubripes* vor. Auf den Norddächern zählte die hygrophile Art *Leiodes dubia*, aber auch der als thermo-, helio- und xerophil geltende Rüsselkäfer *Trachyphloeus bifoveolatus* zu den häufigen Arten. Die auf den Süddächern mit der höchsten Abundanz vorkommende Art war *Amara bifrons*.

Tab. 4: Aktivitätsdichten der Coleoptera (Ind./Falle x 100 Tage) (Abkürzungen siehe auch Tab. 1).

	Flachdach					Schrägdach						Wiese	Sum. Dächer
	Mettenhof			Freigelände		Norddach			Süddach				
	85	88	90	2a	2b	H	I	G	H	I	G		
<i>Corticarina fuscula</i>	5,6	0,2	7,0	0,5	1,4	.	0,7	.	.	.	0,5	0,5	18,5
<i>Harpalus affinis</i>	14,5	0,5	0,5	.	.	.	.	.	.	.	.	0,2	15,5
<i>Cytilus sericeus</i>	0,5	6,8	.	0,2	.	0,7	2,9	.	2,2	.	.	1,0	13,3
<i>Atomaria spec.</i>	0,2	0,2	6,8	1,9	0,2	0,7	.	.	0,7	.	0,7	.	11,6
<i>Tytthaspis sedecimpunctata</i>	1,0	.	1,7	.	.	.	.	.	.	.	.	.	2,7
<i>Coccinella undecimpunctata</i>	0,2	.	0,7	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1,0
<i>Barypeithes pellucidus</i>	.	.	1,0	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1,0
<i>Clivina fossor</i>	.	0,2	0,2	.	.	.	.	.	.	.	.	.	0,5
<i>Megasternum obscurum</i>	0,2	.	2,4	3,9	0,2	0,7	1,4	.	0,7	.	.	10,1	9,7
<i>Harpalus rubripes</i>	1,7	.	.	3,6	.	.	.	.	0,7	.	.	3,6	6,0
<i>Trechus quadristriatus</i>	0,2	0,5	0,2	1,4	0,5	0,7	0,7	.	.	.	.	8,9	4,3
<i>Badister bullatus</i>	.	.	.	0,5	.	.	.	.	.	.	.	1,0	0,5
<i>Sitona humeralis</i>	.	.	.	0,5	.	.	.	.	.	.	.	1,4	0,5
<i>Helophorus aquaticus</i>	0,5	.	0,2	0,7	.	.	.	.	.	.	.	1,4	1,4
<i>Leiodes dubia</i>	0,2	0,2	.	.	.	6,5	.	.	.	.	.	1,4	7,0
<i>Trachyploeus bifoveolatus</i>	.	.	.	.	.	0,7	.	1,4	.	0,7	.	0,2	2,9
<i>Scymnus auritus</i>	.	.	.	.	.	.	.	0,7	.	.	.	.	0,7
<i>Tychius picirostris</i>	.	.	.	.	.	.	0,7	.	.	.	.	0,2	0,7
<i>Coccinella septempunctata</i>	1,0	0,2	1,7	.	.	.	.	1,4	1,4	0,7	1,4	.	8,0
<i>Amara bifrons</i>	.	.	.	0,5	0,2	0,7	.	.	6,5	.	.	0,2	8,0
<i>Bradycellus harpalinus</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	0,7	.	.	0,7
<i>Sitona lineatus</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	0,7	.	0,7
<i>Otiorhynchus sulcatus</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	0,7	.	.	0,7
<i>Brachypterus glaber</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	0,7	.	.	.	0,7
<i>Enicmus transversus</i>	1,9	1,0	5,8	3,9	0,7	1,4	.	2,2	1,4	.	1,4	1,2	19,8
<i>Amara aenea</i>	1,2	3,6	2,7	2,9	.	2,2	.	.	2,9	.	0,7	0,5	16,2
<i>Helophorus nubilus</i>	1,4	0,5	2,9	0,7	2,9	.	0,7	.	.	.	.	5,1	9,2
<i>Simplocaria semistriata</i>	0,7	2,9	0,2	.	.	.	0,7	.	.	.	0,7	6,8	5,3
<i>Crepidodera ferruginea</i>	0,2	.	1,0	.	.	.	.	.	.	.	.	1,0	1,2
<i>Corticarina gibbosa</i>	.	0,2	0,2	.	0,5	0,7	.	.	.	.	0,7	.	2,4
<i>Sitona flavescens</i>	0,2	0,2	.	.	0,2	.	0,7	.	.	.	0,7	.	2,2
<i>Helophorus grandis</i>	1,0	.	.	.	.	.	0,7	.	.	.	.	0,2	1,7
<i>Harpalus latus</i>	.	.	.	1,2	.	.	.	.	.	.	.	0,2	1,2
<i>Ootyplus globosus</i>	.	.	.	0,2	0,2	.	.	.	.	.	.	0,2	1,2
<i>Ceutorhynchus assimilis</i>	.	.	.	.	0,5	.	.	.	.	.	.	.	0,5
<i>Harpalus rufipes</i>	0,2	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	0,2
<i>Acupalpus meridianus</i>	0,2	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	0,2	0,2
<i>Scymnus frontalis</i>	0,2	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	0,2
<i>Apion cruentatum</i>	0,2	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	0,2
<i>Helophorus brevipalpis</i>	0,2	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	0,2
<i>Pterostichus strenuus</i>	.	0,2	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	0,2
<i>Cantharis rufa</i>	.	0,2	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	0,2
<i>Ptomaphagus sericatus</i>	.	0,2	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	0,2
<i>Apion virens</i>	.	0,2	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	0,2
<i>Enicmus minutus</i>	.	0,2	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	0,2
<i>Pterostichus vernalis</i>	.	0,2	.	.	.	.	.	.	.	.	.	0,7	0,2
<i>Bradycellus verbasci</i>	.	.	0,2	.	.	.	.	.	.	.	.	.	0,2
<i>Sitona sulcifrons</i>	.	.	0,2	.	.	.	.	.	.	.	.	.	0,2
<i>Cercyon analis</i>	.	.	0,2	.	.	.	.	.	.	.	.	.	0,2
<i>Amara eyrinota</i>	.	.	.	0,2	.	.	.	.	.	.	.	0,5	0,2
<i>Byrrhus fasciatus</i>	.	.	.	0,2	.	.	.	.	.	.	.	.	0,2
<i>Byrrhus pilula</i>	.	.	.	0,2	.	.	.	.	.	.	.	.	0,2
<i>Longitarsus pratensis</i>	.	.	.	.	0,2	.	.	.	.	.	.	.	0,2
<i>Anthicus floralis</i>	.	.	.	.	0,2	.	.	.	.	.	.	.	0,2
<i>Monotoma brevicollis</i>	.	.	.	.	0,2	.	.	.	.	.	.	.	0,2
<i>Cercyon quisquilius</i>	.	.	.	.	0,2	.	.	.	.	.	.	.	0,2
<i>Ptenidium nitidum</i>	.	.	.	.	0,2	.	.	.	.	.	.	.	0,2
<i>Aphodius prodromus</i>	.	.	.	.	0,2	.	.	.	.	.	.	.	0,2
<i>Dytiscidae</i>	.	.	.	0,2	.	.	.	.	.	.	.	0,7	0,2
<i>Amara lunicollis</i>	.	0,2	.	.	.	.	.	.	.	.	.	3,1	0,2
<i>Agriotes sputator</i>	.	.	0,2	.	.	.	.	.	0,7	.	.	3,9	1,0

	Flachdach					Schrägdach						Wiese	Sum. Dächer
	Mettenhof		Freigelände			Norddach			Süddach				
	85	88	90	2a	2b	H	I	G	H	I	G		
<i>Calathus melanocephalus</i>	2,2	0,7	.	.	.	.	.	.	.	.	.	9,9	2,9
<i>Pterostichus niger</i>	0,2	.	0,2	.	.	0,7	.	.	.	.	.	11,6	1,2
<i>Pterostichus melanarius</i>	0,2	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	14,5	0,2
<i>Poecilus versicolor</i>	22,7	.
<i>Calathus fuscipes</i>	4,8	.
<i>Longitarsus succineus</i>	3,1	.
<i>Silpha tristis</i>	2,9	.
<i>Catops fuliginosus</i>	2,9	.
<i>Amara fulva</i>	1,4	.
<i>Calathus erratus</i>	1,2	.
<i>Bembidion tetracolum</i>	1,0	.
<i>Carabus nemoralis</i>	1,0	.
<i>Badister femoratum</i>	0,5	.
<i>Badister meridionalis</i>	0,2	.
<i>Carabus hortensis</i>	0,2	.
<i>Phosphuga atrata</i>	1,0	.
<i>Carabus violaceus</i>	0,2	.
<i>Leistus terminatus</i>	0,2	.
<i>Notiophilus aestuans</i>	1,7	.
<i>Notiophilus aquaticus</i>	0,2	.
<i>Notiophilus germinyi</i>	0,5	.
<i>Agonum impressum</i>	0,2	.
<i>Otiorhynchus porcatius</i>	0,5	.
<i>Platynus dorsalis</i>	0,2	.
<i>Synuchus vivalis</i>	0,2	.
<i>Amara consularis</i>	0,2	.
<i>Amara equestris</i>	0,2	.
<i>Amara familiaris</i>	0,2	.
<i>Catops morio</i>	0,5	.
<i>Catops nigricans</i>	0,2	.
<i>Choleva jeanneli</i>	0,2	.
<i>Sciodrepoides watsoni</i>	0,7	.
<i>Apion confluens</i>	0,2	.
<i>Sitona hispidulus</i>	0,2	.
<i>Ceutorhynchidius troglodytes</i>	0,2	.
<i>Grypus equiseti</i>	0,2	.
<i>Otiorhynchus ovatus</i>	0,5	.
<i>Otiorhynchus rugosostriatus</i>	0,2	.
<i>Agriotes obscurus</i>	0,2	.
<i>Adelocera murina</i>	0,2	.
Artenzahl	27	22	22	19	17	11	8	5	10	4	9	66	65
Individuen-Summe	36,5	19,8	36,5	23,6	9,2	15,9	8,7	6,5	18,1	2,9	10,1	142,2	187,9

Auf fast allen Dächern waren der Schimmelkäfer *Enicmus transversus*, der Laufkäfer *Amara aenea* und der Hydrophilide *Helophorus nubilus* mit hohen Abundanzen vertreten. Die meisten übrigen Arten fanden sich als Einzelexemplare. Auffällig ist auf der Wiese in Flintbek der hohe Anteil der Carabidae, unter denen sich auch einige Waldarten sowie schattenliebende Arten befanden. Hierzu sind *Pterostichus niger*, *Carabus nemoralis* sowie *Leistus terminatus* zu zählen. Als eudominante Arten traten innerhalb der Coleoptera *Poecilus versicolor*, *Pterostichus melanarius* und der oben genannte *Pterostichus niger* auf. Bis auf *Leistus terminatus*, *Byrrhus fasciatus* sowie die Curculionidae waren alle Coleoptera der Dachstandorte eurytop. Die Besiedlungsdichten der Coleoptera als Ergebnisse der Saugfänge sind in Tab. 5 dargestellt.

Tab. 5: Besiedlungsdichten der Coleoptera (Ind./5m²) (Abkürzungen siehe Tabelle 1).

Artname	Mettenhof			Freigelände		Wiese	Summe Dächer
	Me85	Me88	Me90	Fg2a	Fg2b		
<i>Stenus boops</i>	22	13	4	.	.	1	39
<i>Corticarina fuscata</i>	17	.	2	.	.	.	19
<i>Tytthaspis sedecimpunctata</i>	14	.	4	.	.	.	18
<i>Corticarina gibbosa</i>	7	.	1	3	.	.	11
<i>Enicmus transversus</i>	4	.	.	.	.	.	4
<i>Olibrus aeneus</i>	3	.	.	.	.	.	3
<i>Atheta fungi</i>	.	1	6	.	.	.	7
<i>Megasternum obscurum</i>	1	.	6	1	.	.	8
<i>Meligethes aeneus</i>	1	.	.	11	.	9	12
<i>Sitona humeralis</i>	.	.	.	4	.	5	4
<i>Coccinella septempunctata</i>	1	.	2	1	.	.	4
<i>Liogluta nitidula</i>	1	.	1	.	2	.	4
<i>Notiophilus germinyi</i>	.	.	.	.	1	.	1
<i>Amara aenea</i>	.	1	.	.	.	.	1
<i>Crepidodera ferruginea</i>	.	.	.	1	.	.	1
<i>Haltica oleracea</i>	1	.	.	.	.	.	1
<i>Coccinella undecimpunctata</i>	.	1	.	.	.	.	1
<i>Atomaria spec.</i>	.	.	1	.	.	.	1
<i>Sitona hispidulus</i>	.	.	.	1	.	1	1
<i>Ceutorhynchus erysimi</i>	.	.	.	1	.	.	1
<i>Dalopius marginatus</i>	.	.	.	1	.	.	1
<i>Acrotichis spec.</i>	.	.	1	.	.	.	1
<i>Atheta triangulum</i>	.	.	.	1	.	.	1
<i>Aleoconota gregaria</i>	.	.	.	.	1	.	1
<i>Atheta spec.</i>	.	.	.	.	1	1	1
<i>Bledius longulus</i>	.	.	.	.	1	.	1
<i>Gabrieus spec.</i>	.	.	.	.	1	.	1
<i>Atheta cadaverina</i>	1	.	.	.	.	.	1
<i>Tachyporus hypnorum</i>	1	.	.	.	.	.	1
<i>Tychius picirostris</i>	.	1	.	6	.	14	7
<i>Apion flavipes</i>	.	3	.	.	.	10	3
<i>Notiophilus aestuans</i>	.	.	.	.	.	2	.
<i>Trechus quadristriatus</i>	.	.	.	.	.	2	.
<i>Simplocaria semistriatus</i>	.	.	.	.	.	7	.
<i>Longitarsus succineus</i>	.	.	.	.	.	8	.
<i>Apion confluens</i>	.	.	.	.	.	16	.
<i>Ceutorhynchidius troglodytes</i>	.	.	.	.	.	3	.
<i>Gymnetron pascuorum</i>	.	.	.	.	.	3	.
<i>Gymnetron spec.</i>	.	.	.	.	.	2	.
<i>Tychius tomentosus</i>	.	.	.	.	.	2	.
<i>Apion craccae</i>	.	.	.	.	.	1	.
<i>Apion seniculus</i>	.	.	.	.	.	1	.
<i>Apion virens</i>	.	.	.	.	.	1	.
<i>Hypera postica</i>	.	.	.	.	.	1	.
<i>Lathridius nodifer</i>	.	.	.	.	.	1	.
<i>Meligethes coeruleovirens</i>	.	.	.	.	.	2	.
<i>Oedemera lurida</i>	.	.	.	.	.	3	.
<i>Drusilla canaliculata</i>	.	.	.	.	.	1	.
<i>Ocypus ophthalmicus</i>	.	.	.	.	.	1	.
Artenzahl	13	6	10	11	6	25	31
Individuensumme	74	20	28	31	7	98	160

Die Käfer stellen bezüglich ihrer Nahrungspräferenzen eine heterogene Gruppe dar. Es wurde unterschieden in phytophage (Verzehrer von Pflanzenteilen), saprophage (Verzehrer toter bzw. sich zersetzender pflanzlicher Substanz), mycetophage (Pilzfresser), necrophage (Aasfresser), coprophage (Kotfresser) und zoophage (Fleischfresser bzw. Räuber) Arten. Die Angaben richten sich vornehmlich nach BONESS (1958), DUNGER (1983), FREUDE et al. (1965ff.), KOCH (1989 a,b) und TISCHLER (1958, 1965).

Die Individuenanteile aus Bodenfallen an den verschiedenen Ernährungstypen sind in Abb.1 dargestellt. Das Gesamtbild zeigt auf den Dächern eine überwiegend phytophage Coleopterengesellschaft, die zum größten Teil aus *Harpalus affinis*, *Amara aenea*, *Cytilus sericeus*, *Amara bifrons* und *Simplocaria semistriata* besteht. Somit macht der phytophage Anteil durchschnittlich 25–50% der Käfer auf den Dächern aus.

Der zoophage Bestand liegt deutlich niedriger, besonders auf den Dächern Me88, Fg2a, FG2b, N-H, N-I und S-H, an denen sie nur 5–12% der Gesamtzahl der Coleoptera ausmachen. Viele zoophage Coleoptera sind hingegen auf der Wiese in Flintbek. Hier liegt der Prozentsatz bei über 50%, und der größte Teil der Individuen wird von *Poecilus versicolor*, *Pterostichus melanarius*, *Pterostichus niger* und *Calathus fuscipes* gebildet, die alle zu den Carabidae zählen.

Mycetophage und saprophage Käfer kommen auf fast jedem Dach vor. Besonders auffällig sind die hohen Individuenanteile (über 50%) auf den Dächern N-H und S-G. Es handelt sich hierbei um *Corticarina*- und *Enicmus*-Arten, die zu der Familie der Lathridiidae gehören. Wo diese Familie im großen Maße vertreten ist, wurden keine anderen saprophagen lebenden Arten, wie z.B. *Helophorus spec.*, gefunden.

Nekro- und coprophage Käfer sind auf den Untersuchungsflächen kaum vorhanden. Eine Ausnahme bildet das Fg2b, welches 5–12% dungfressender Käfer enthält. Dies ist auf einen nahegelegenen Komposthaufen zurückzuführen, der für *Aphodius prodromus* eine gute Nahrungsgrundlage liefert. Nekrophage Käfer gibt es, abgesehen von einem sehr geringen Prozentsatz auf Me88, nur auf der Wiese in Flintbek. Hier handelt es sich hauptsächlich um *Silpha tristis*, die sich vorwiegend von Tierkadavern ernährt.

Bei den Käfern mit unbestimmten Nahrungsansprüchen handelt es sich auf dem Dach Me 90 hauptsächlich um *Atomaria*-Arten. Diese ernähren sich sowohl mycetophag als auch saprophag, so daß der prozentuale Anteil dieser Gruppen sogar noch höher liegt. Auf dem Fg2a-Dach war *Harpalus rubripes* eudominant. Genaue Angaben über seine bevorzugte Nahrung liegen nicht vor, doch ist es wahrscheinlich, daß er ebenso wie die anderen *Harpalus*-Arten pflanzliche Kost bevorzugt und daher den Anteil der fakultativ phytophagen Carabidae auf den Dächern noch erhöht.

Die phytophagen Coleoptera rekrutieren sich aus ganz unterschiedlichen Familien und besitzen z.T. sehr spezialisierte Nahrungsansprüche. Die Curculionidae bilden unter den phytophagen Coleoptera die artenreichste Familie. Die meisten fressen oligophag an Klee (*Trifolium spec.*) oder an anderen Leguminosen. Die folgenden Angaben zu ihrer Wirtspflanze stammen, wenn nicht anders angegeben aus DIECKMANN (1972, 1977, 1980, 1986). Oftmals war die als bevorzugte Nahrungspflanze angegebene Art nicht auf dem jeweiligen Standort vorhanden. So leben *Sitona flavescens* und *Sitona sulcifrons* bevorzugt an *Trifolium pratense*, jedoch wuchs auf den Dächern, auf denen diese Käfer vorkamen, meistens nur *Trifolium repens*.

Insgesamt kamen auf der Wiese in Flintbek mehr Curculionidae als auf den Dächern vor. Die individuenreichsten Arten dort waren *Apion confluens*, *Apion flavipes* und *Sitona humeralis*. Auffällig war auch, daß die polyphagen, meist an Gehölz lebenden *Otiorhynchus*-Arten fast ausschließlich auf der Wiese vorkamen. Auf den einzelnen Dächern waren die einzelnen Curculionidae-Arten meist nur mit höchstens zwei Individuen vertreten. *Barypeithes pellucidus* wurde dagegen in 4 ungeflügelten Exemplaren auf dem Dach Me90 erfaßt, was als Hinweis auf ein indigenes Vorkommen gedeutet werden könnte.

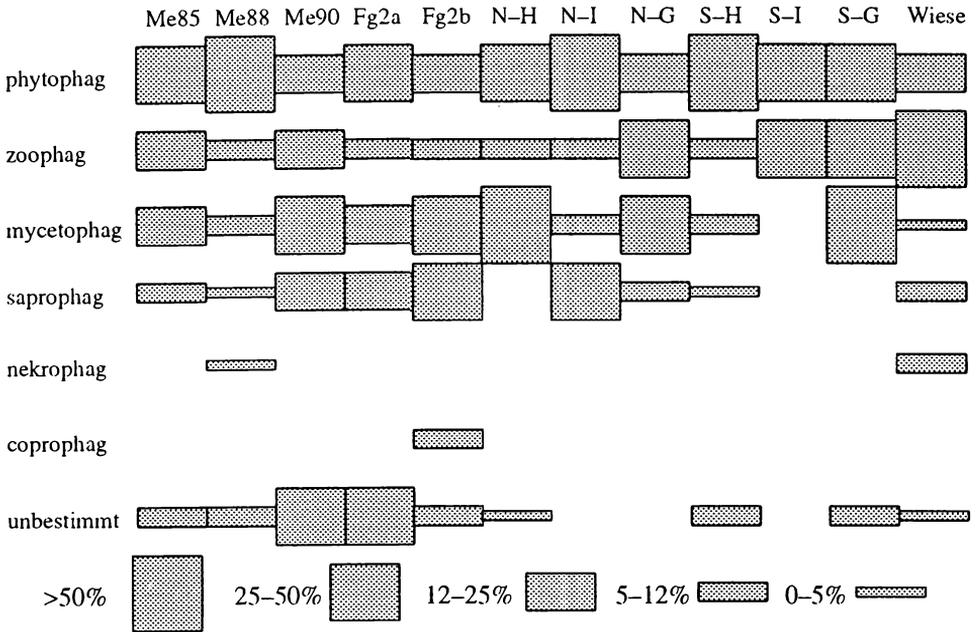


Abb. 1: Individuenanteile (%) der Nahrungstypen der Coleoptera aus den Bodenfallen

Von den Blattkäfern (Chrysomelidae) konnten vier Arten aus der Unterfamilie der Blattflöhe (Halticinae) festgestellt werden. Ihre Larven minieren in Blättern und Pflanzenstengeln oder fressen an deren Wurzeln. *Crepidodera ferruginea* gilt als Getreideschädling und kam sowohl in Mettenhof als auch auf dem Dach Fg2a und der Wiese vor. *Longitarsus pratensis* ernährt sich von *Plantago*-Arten und *Longitarsus succineus*, der in Flintbek in hohen Abundanzen auftrat, von *Chrysanthemum*- oder *Artemisia*-Arten.

Die Larven und Imagines der Pillenkäfer (Byrrhidae) verzehren alle Moose. Auf den Dächern traten als eudominante Arten *Cytillus sericeus* und *Simplocaria semistriata* auf, die anscheinend durch den hohen Moosanteil auf den Dächern ein gutes Nahrungsangebot vorfinden. Die Schnellkäfer (Elateridae) *Agriotes obscurus*, *A. sputator* und *Adelocera murina* leben hauptsächlich von Knospen, Blüten und Schößlingen, ihre Larven an Pflanzenwurzeln. Im allgemeinen sind sie schlechte Flieger. Es war auf zwei Dächern jeweils nur ein Exemplar von *Agriotes sputator* zu finden, auf der Wiese dagegen war diese Art mit 16 Individuen als subdominant einzustufen.

Meligethes coeruleovirens und der Rapsglanzkäfer *Meligethes aeneus* leben beide in Blüten, in denen sie sich vorwiegend von Pollen ernähren, manchmal aber auch von anderen Blütenteilen. Die polyphagen Imagines besuchen oft die verschiedensten Frühjahrsblüher, wobei sie allenfalls von der Farbe der Blüte angelockt werden können. 11 Individuen von *Meligethes aeneus* wurden auf dem reichlich mit *Sedum acre* bewachsenen Fg2a-Dach in Saugproben erfaßt, wobei sicherlich die Blütenfarbe der ausgedehnten *Sedum*-Polster eine Attraktion für diese Arten darstellte. Die Imagines von *Oedemera lurida* halten sich auf

blühenden Gräsern und Kräutern auf, von deren Samen sie sich ernähren, während der Phalacride *Olibrus aeneus* an *Matricaria*- und *Anthemis*-Arten frißt. Auf dem Dach Me85, auf dem die letztere Art gefunden wurde, kam vor allem *Tripleurospermum inodorum* als Wirtspflanze in Frage.

Von den Carabidae der Gattung *Amara* traten auf den Dächern vor allem *Amara aenea* und *Amara bifrons* in hohen Abundanz auf, wohingegen *Amara lunicollis* auf der Wiese stärker vertreten war. LINDROTH (1949) betont die omnivore Ernährungsweise von *Amara aenea*; nach Analysen des Mageninhalts verschiedener Carabidae zu urteilen, scheint sie genau wie *Amara bifrons* jedoch pflanzliche Kost (v.a. Samen) zu bevorzugen (DAVIES 1953, HENGEVELD 1981).

Auch die Carabidae der Gattung *Harpalus* zeigen eine mehr oder minder omnivore Ernährungsweise mit einer deutlichen Tendenz zur Phytophagie (DAVIES 1953, HENGEVELD 1981, LINDROTH 1949).

4.2.2 Araneae

An allen Standorten traten die euryhyggen und heliophilen Arten *Meioneta rurestris* und *Erigone dentipalpis* auf (Tab. 6).

Tab. 6: Aktivitätsdichten der Araneae (Individuen pro Falle x 100 Tage) (Abkürzungen s. Tab. 1).

	Flachdach					Schrägdach						Wiese	Sum. Dächer
	Mettenhof			Freigelände		Norddach			Süddach				
	85	88	90	2a	2b	H	I	G	H	I	G		
<i>Meioneta rurestris</i>	20.5	9.9	6.0	2.7	1.7	0.7	3.6	5.8	12.3	5.1	5.1	3.6	73.4
<i>Erigone dentipalpis</i>	22.9	3.4	32.6	7.0	1.4	23.9	10.9	0.7	41.3	50.0	0.7	2.4	194.9
<i>Oedothorax fuscus</i>	151.0	78.7	125.6	0.7	1.0	.0	0.7	.0	2.2	.0	.0	0.5	359.9
<i>Erigone atra</i>	49.5	14.7	53.1	3.4	3.9	5.8	5.1	2.2	2.9	4.3	2.9	0.5	147.8
<i>Erigone longipalpis</i>	1.0	0.2	2.9	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	0.2	4.1
<i>Savignya frontata</i>	1.0	.0	0.5	.0	0.2	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	1.7
<i>Xysticus kochi</i>	0.5	0.2	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	0.7
<i>Erigone arctica</i>	0.2	.0	0.2	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	0.5
<i>Heliophanus flavipes</i>	0.2	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	0.2
<i>Troxochrus scabriculus</i>	.0	.0	0.2	13.8	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	0.5	14.0
<i>Enoplognatha ovata</i>	.0	.0	.0	0.2	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	0.2
<i>Pelecopsis parallela</i>	15.5	1.4	0.5	3.9	0.2	0.7	2.2	14.5	15.9	8.7	15.2	1.4	78.7
<i>Araeoncus humilis</i>	4.1	1.4	4.8	3.1	2.4	.0	2.2	.0	0.7	0.7	.0	.0	19.6
<i>Micrargus subaequalis</i>	3.4	1.9	0.5	1.4	0.5	.0	1.4	.0	2.2	.0	.0	4.8	11.4
<i>Oedothorax apicatus</i>	0.5	0.2	3.4	0.5	1.9	.0	.0	.0	.0	3.6	0.7	0.5	10.9
<i>Bathyphanes gracilis</i>	0.7	1.0	1.2	0.5	1.4	.0	0.7	1.4	.0	1.4	2.9	0.7	11.4
<i>Xysticus cristatus</i>	0.7	1.4	.0	1.4	.0	.0	1.4	.0	0.7	.0	0.7	0.7	6.5
<i>Lepthyphantes tenuis</i>	.0	1.0	0.5	.0	.0	0.7	.0	.0	.0	.0	0.7	0.5	2.9
<i>Diplostyla concolor</i>	.0	.0	.0	0.2	0.2	.0	.0	0.7	.0	.0	.0	1.4	1.2
<i>Pachygnatha degeeri</i>	.0	.0	0.2	.0	0.2	.0	.0	.0	.0	0.7	.0	0.5	1.2
<i>Diplocephalus cristatus</i>	.0	.0	.0	.0	.0	0.7	.0	.0	0.7	.0	.0	.0	1.4
<i>Gongylidiellum vivum</i>	.0	.0	0.2	0.2	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	0.5
<i>Porrhomma microphthalmum</i>	.0	.0	.0	0.2	0.2	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	0.5
<i>Tapinocyba praecox</i>	.0	.0	.0	.0	.0	.0	1.4	.0	.0	.0	.0	1.4	1.4
<i>Zygiella xnotata</i>	.0	.0	0.2	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	0.2
<i>Clubiona terrestris</i>	0.2	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	0.2
<i>Pachygnatha clercki</i>	0.2	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	0.2

	Flachdach					Schrägdach						Wiese	Sum. Dächer	
	Mettenhof			Freigelände		Norddach			Süddach					
	85	88	90	2a	2b	H	I	G	H	I	G			
<i>Diplocephalus latifrons</i>	0.7	.	.	.	0.7
<i>Diplocephalus permixtus</i>	0.2	.	.	.	.	.	.	.	.	0.2
<i>Microctenonyx subitaneus</i>	0.2	.	.	.	.	.	.	.	.	0.2
<i>Steatoda bipunctata</i>	.	.	.	0.2	.	.	.	.	.	.	.	.	.	0.2
<i>Xysticus audax</i>	.	.	.	0.2	.	.	.	.	.	.	.	.	.	0.2
<i>Pardosa prativaga</i>	0.2	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	10.1	0.2
<i>Phrurolithus festivus</i>	2.9	.
<i>Xerolycosa miniata</i>	2.7	.
<i>Pardosa pullata</i>	2.4	.
<i>Lepthyphantes pallidus</i>	1.2	.
<i>Clubiona neglecta</i>	1.0	.
<i>Tiso vagans</i>	1.0	.
<i>Pocadicnemis juncea</i>	0.7	.
<i>Trochosa ruricola</i>	0.7	.
<i>Alopecosa pulcherrima</i>	0.5	.
<i>Xerolycosa nemoralis</i>	0.5	.
<i>Clubiona reclusa</i>	0.2	.
<i>Phrurolithus minimus</i>	0.2	.
<i>Zelotes pusillus</i>	0.2	.
<i>Agyneta decora</i>	0.2	.
<i>Bathypantes parvulus</i>	0.2	.
<i>Meioneta saxatilis</i>	0.2	.
<i>Pardosa palustris</i>	0.2	.
<i>Robertus lividus</i>	0.2	.
Artenzahl	18	13	17	17	15	6	10	6	9	9	8	34	33	
Individuensumme	272.5	115.7	232.9	39.9	15.9	32.6	29.7	25.4	79.0	75.4	29.0	45.5	947.8	

Auf den Mettenhofer Dächern war *Oedothorax fuscus* die dominanteste Art; sie bevorzugt rasenartige Bodenbedeckung (HEYDEMANN 1964) und findet anscheinend auf den Rollrasendächern günstige Lebensbedingungen.

Die Arten *Troxochrus scabriculus* und *Enoplognatha ovata* waren fast ausschließlich auf dem Dach FG2a zu finden. BROEN (1977) ermittelte *Troxochrus scabriculus* auf einem Ruderalstandort in Berlin und stuft sie als kennzeichnende Art für xerotherme Kulturbiotope ein. Da diese Art nur auf dem FG2a-Dach in hohen Abundanzen auftrat, ist es möglich, daß sie beim Anlegen der Ökosystem-Modellbecken eingeschleppt wurde. An allen Standorten traten *Pelecopsis parallela*, *Araeoncus humilis* und *Micrargus subaequalis* auf. Auf der Wiese in Flintbek fällt die hohe Abundanz von *Pardosa prativaga* auf.

Ergänzt werden diese Ergebnisse durch die Resultate der Saugfänge (Tab. 7). Alle ökologischen Angaben richten sich nach BRAUN & RABELER (1969), MARTIN (1983) und TRETZEL (1952).

Tab. 7: Besiedlungsdichten der Araneae (Ind./5 m²) (Abkürzungen s. Tab. 1).

	Mettenhof			Freigelände		Wiese	Sum. Dächer
	85	88	90	2a	2b		
<i>Meioneta rurestris</i>	42	79	16	15	.	4	152
<i>Erigone atra</i>	16	9	29	3	3	2	60
<i>Oedothorax fuscus</i>	14	18	12	.	.	.	44
<i>Erigone dentipalpis</i>	3	4	13	2	3	1	25
<i>Theridion bimaculatum</i>	7	.	.	4	.	1	11
<i>Bathyphantes gracilis</i>	.	5	2	2	.	.	9
<i>Heliophanus cupreus</i>	2	.	.	.	.	.	2
<i>Areoncus humilis</i>	1	2	2	5	.	1	10
<i>Troxochrus scabriculus</i>	.	.	.	5	.	.	5
<i>Zygiella x-notata</i>	.	.	.	1	1	.	2
<i>Pelecopsis parallela</i>	12	.	1	7	.	2	20
<i>Enoplognatha ovata</i>	3	.	.	5	.	8	8
<i>Lepthyphantes tenuis</i>	.	3	1	1	1	.	6
<i>Savignya frontata</i>	.	1	1	1	.	.	3
<i>Heliophanus flavipes</i>	2	.	.	.	.	1	2
<i>Tegenaria agrestis</i>	.	.	.	.	1	.	1
<i>Micrargus subaequalis</i>	.	1	.	.	.	.	1
<i>Microlinyphia pusilla</i>	.	1	.	.	.	.	1
<i>Xysticus cristatus</i>	.	.	.	.	1	1	1
<i>Oedothorax apicatus</i>	.	.	.	.	.	1	.
Artenzahl	10	10	9	12	6	10	19
Individuensumme	102	123	77	51	10	22	363

4.3 Erreichbarkeit der Dächer

Der prozentuale Anteil der makropteren (voll entwickelte Hinterflügel) Individuen ist auf den Dächern stets höher, der Anteil der brachypteren (nicht vorhandene oder verkümmerte Hinterflügel) und dimorphen stets geringer als auf der Wiese in Flintbek (Abb. 2). Auf den Dächern kamen in den Bodenfallen nur zwei, in den Saugproben hingegen keine konstant brachypteren Arten vor, während auf der Wiese 7 Arten nachgewiesen wurden. Unter den dimorphen Arten wurden auf den Dächern 5,9%, auf der Wiese 27% der Individuen erfaßt, wobei auffälligerweise der Anteil der brachypteren Individuen auf den Dächern stets niedriger war als der Anteil makropterer Individuen. Dies wird am Beispiel von *Simplocaria semistriata* ganz deutlich, da auf der Wiese 2 makroptere mit 26 brachypteren Individuen und auf den Dächern 16 makroptere mit 2 brachypteren Individuen gefunden wurden. Für die Besiedlung von Dächern durch Coleoptera ist daher deren Flugaktivität von entscheidender Bedeutung. Viele größere Carabidae hingegen machen von ihrer Flugaktivität kaum Gebrauch. *Poecilus versicolor* z.B., der auf der Wiese in hohen Abundanzen auftrat, wird von LINDROTH (1945) als schlechter Flieger eingestuft. Die

Bodenfallen

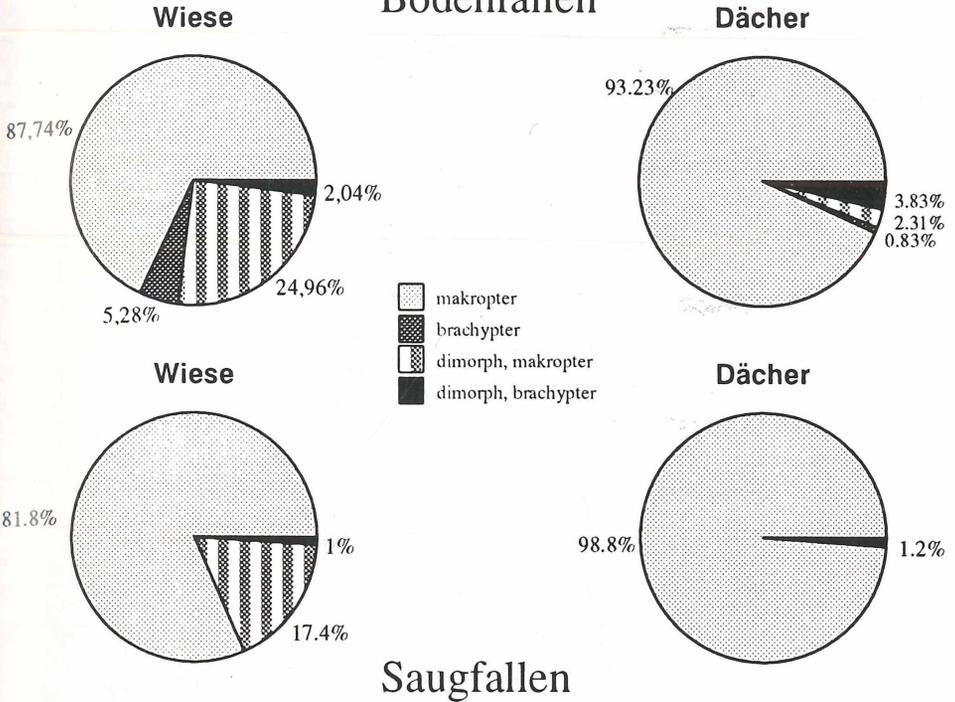


Abb. 2: Individuenanteil (%) der makropteren, brachypteren und dimorphen Coleoptera im Vergleich zwischen Dachstandorten und Wiesenstandort.

Unterschiede im Anteil der fliegenden Coleoptera zwischen den Dachstandorten und der Wiese werden dadurch noch deutlicher.

Aber nicht nur die Ausbildung der Flügel, sondern auch die Körpergröße der Individuen kann für die Besiedlung der Dächer eine Rolle spielen. Kleine Arten können z.B. leichter durch den Wind verdriftet werden und haben eher die Möglichkeit, in städtische Lebensräume einzudringen (SCHWEIGER 1960, TOPP 1972). In Anlehnung an HEYDEMANN (1953) wurden die Coleoptera in Größenklassen (GK) eingeteilt (Abb. 3).

Als Grundlage dienten eigene Messungen. Bei Grenzfällen wurden die durchschnittlichen Größenangaben aus FREUDE et al. (1964ff.) herangezogen. Abb. 3 verdeutlicht, daß Vertreter der Größenklasse 1 und 2 (die nicht größer als 6 mm) auf den Dächern einen größeren Anteil der Individuen stellen als auf der Wiese, wo Käfer der Größenklasse 3–5 dominieren. Die Größenklasse 5 war in den Bodenfallen der Dächer nur durch einige vereinzelte Exemplare von *Pterostichus niger* vertreten, die zusammen lediglich 0,5% des gesamten Käferbestandes ausmachen. In Flintbek wurde diese Art dagegen sehr häufig angetroffen. Zusätzlich traten dort einige Exemplare von *Carabus hortensis*, *Carabus nemoralis* und *Carabus violaceus* auf, die auf den Dächern völlig fehlten.

Individuenanteile (%)

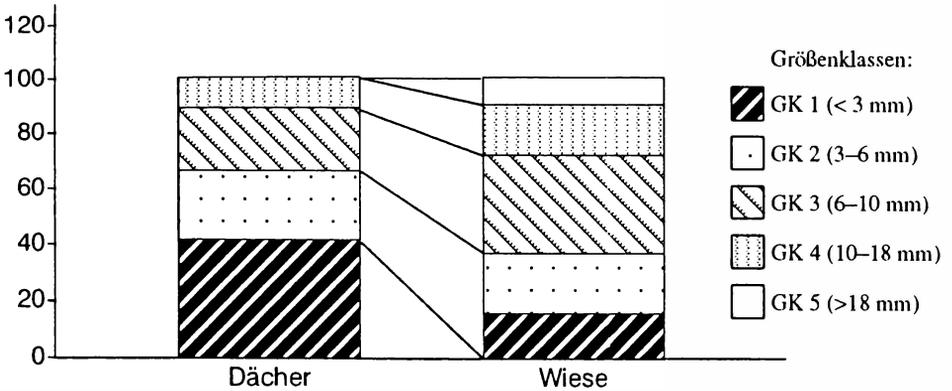


Abb. 3: Verteilung der Coleoptera nach Größenklassen im Vergleich zwischen Dachstandorten und Wiesenstandort. Dargestellt sind Individuenanteile in (%)

Die Verbreitung der Araneae erfolgt hauptsächlich während der Jugendstadien. Juvenile Spinnen erklimmen zu diesem Zwecke häufig höhere Positionen (z.B. Büsche) und senden aus den Spinnwarzen einen Faden aus, der dann vom Wind ergriffen wird und die Spinne mit fortträgt. Auf diese Weise können Spinnen kilometerweite Strecken zurücklegen und so in weit entfernte Lebensräume gelangen. Aber nicht nur die Körpergröße, sondern auch die Bereitschaft zur aeronautischen Verdriftung spielt eine Rolle und ist familienspezifisch unterschiedlich stark ausgeprägt. Kleine Araneae, wie z. B. die meisten Linyphiidae, machen auch als Adulte von dieser Verbreitungsweise Gebrauch, während größere Formen selbst in den Juvenilstadien häufig nur eine geringe Bereitschaft zur aeronautischen Verdriftung zeigen. So neigen z.B. Lycosidae nur bei ausgesprochen warmer und trockener Witterung zur Verdriftung am Fadenfloß (RICHTER 1970). Die Abb. 4 vergleicht die durchschnittlichen Abundanzen der einzelnen Araneae-Familien zwischen den Bodenfallen auf den Dachstandorten und der Wiese. Da sich die Zahlen im Extremfall um den Faktor 10 000 unterschieden, wurde eine logarithmische Skalierung gewählt.

Im gesamten Zeitraum waren auf den Dachstandorten die Linyphiidae durchschnittlich mit 118 Individuen/Bodenfalle vertreten (Abb.4). Damit stellte diese Familie mit Abstand die arten- und individuenreichste Gruppe aller Araneae auf den Dächern dar. Als besonders gute Aeronauten unter ihnen gelten *Araeoncus humilis*, *Savignya frontata*, *Erigone dentipalpis*, *Erigone atra*, *Oedothorax fuscus* und *Meioneta rurestris* (KLAUSNITZER 1989, DUFFEY 1956), die zusammen unter den Linyphiidae 80% der Individuen ausmachten. Die Krabbspinnen (Thomisidae) erreichten mit durchschnittlich 10 Tieren/Falle nur sehr viel geringere Werte. Im gesamten Untersuchungszeitraum wurde von den Sackspinnen (Clubionidae), Springspinnen (Salticidae), Wolfsspinnen (Lycosidae) und Radnetzspinnen (Araneidae) jeweils nur ein Exemplar, von den Kugelspinnen (Theridiidae) und Kieferspinnen (Tetragnathidae) nur 2 bzw. 3 Individuen in den Bodenfallen gefunden.

Auf der Vergleichsfläche bei Flintbek dagegen waren die Lycosidae mit durchschnittlich 24 Individuen/Falle fast genauso zahlreich vertreten wie die Linyphiidae (31 Individuen/

Falle). Einen weitaus geringeren Anteil stellten die Clubionidae mit ca. 6 Ind./Falle und die Thomisidae sowie die Tetragnathidae (1 bzw. 0,7 Ind./Falle). *Robertus lividus* trat als Einzel-exemplar aus der Familie der Theridiidae auf und *Zelotes pusillus* als einziger Vertreter der Gnaphosidae. Die unterschiedliche Verteilung der Spinnenfamilien zwischen Dachstandorten und Wiese spiegelt zugleich auch die verschiedenen Größenverhältnisse wieder.

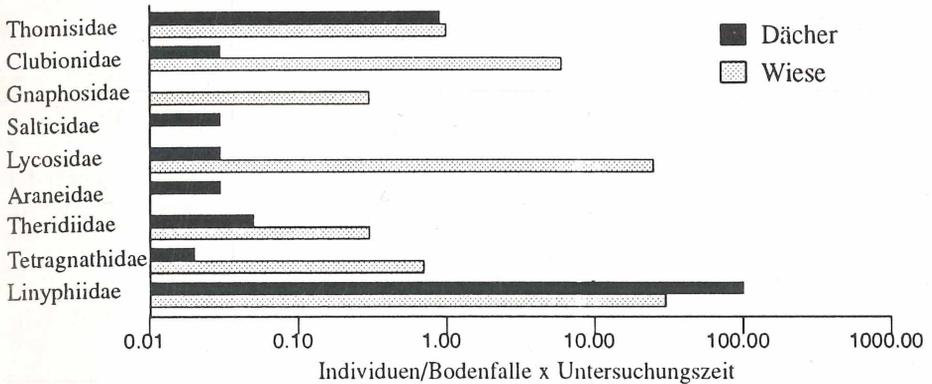


Abb. 4: Aktivitätsdichten der Spinnenfamilien (adulte Tiere) im Vergleich zwischen Dachstandorten und Wiesenstandort. Logarithmische Darstellung der durchschnittlichen Individuenzahlen pro Falle für den Zeitraum vom 1.6.–15.10.90

In den Bodenfallen auf den Dächern bildeten die Linyphiidae, die nur eine durchschnittliche Körpergröße von 1,5 bis 3 mm aufwiesen, 98% aller adulten Spinnen, auf der Wiese nur 50%. Dort traten die Clubionidae (Durchschnittsgröße 7mm), Tetragnathidae (ca. 5mm), vor allem aber die Lycosidae (ca. 10mm) in höheren Abundanzen auf, während diese Gruppen auf den Dächern nur gering vertreten waren. Lediglich die Gattung *Xysticus* (Thomisidae) mit einer Körpergröße von ca. 6mm kam auf den Dächern regelmäßig vor.

5. Diskussion

Begrünte Dächer zeichnen sich durch extreme mikroklimatische Bedingungen aus. Durch die geringe Erdschicht und die damit verbundene geringe Wasserspeicherkapazität erwärmt sich bei Sonneneinstrahlung der Boden stark und kann bei Minustemperaturen völlig durchfrieren. Durch seine begrenzte Flächengröße und erhöhte Lage stellt das Dach zusätzlich einen verinselten und exponierten Lebensraum dar, dessen Fauna charakteristische Merkmale aufweist.

So setzt sich die Fauna der untersuchten Dächer aus Wiesen- und Feldarten sowie eurytopen Arten zusammen. Von den erfaßten Carabidae werden fast alle als Feldarten eingestuft (THIELE 1964). Viele Vertreter der anderen Coleoptera-Familien gelten ebenfalls als typische Bewohner von Äckern (TISCHLER 1952). Die Spinnenfauna war hauptsächlich durch euryöke Arten mit photophilen Ansprüchen gekennzeichnet. Ein relativ unspezialisiertes und polyphages Artenspektrum zeigte auch die ruderalisierte Glatthaferwiese, jedoch kamen hier auch einige ombrophile Arten vor. Die Dächer zeichneten sich durch ge-

ringere Artenzahlen an lauffaktiven Tieren aus als der Vergleichsstandort zu ebener Erde. Es fehlten vor allem die großen Arten der Carabidae und Lycosidae. Ein Grund könnte darin liegen, daß sie aufgrund ihrer Größe und geringen Flugfähigkeit die Dächer nicht erreichen können. Für diese Erklärungsmöglichkeit spricht die unterschiedliche Verteilung der makropteren und brachypteren Coleoptera auf Dach- und Wiesenstandort. Der Anteil der makropteren Arten und Individuen war auf den Dächern im Gegensatz zum Vergleichsstandort stets erhöht. Zu ähnlichen Ergebnissen kamen auch DARIUS & DREPPER (1983), die auf einem bewachsenen Kiesdach in Berlin 9 Carabidenarten nachwiesen, von denen 5 mit der vorliegenden Arbeit übereinstimmten. Es traten keine brachypteren Arten auf. Drei der neun Arten waren dimorph. Auch bei der Untersuchung von Carabidae auf Dächern in Osnabrück (HIRSCHFELDER 1991) und in Leipzig (KLAUSNITZER et al. 1980) traten keine brachypteren Individuen auf und in Leipzig auch keine dimorphen. Außerdem waren die Araneae mit den höchsten Aktivitätsdichten sowohl in Osnabrück als auch in Leipzig Aeronauten aus der Familie der Linyphiidae. Dies alles weist darauf hin, daß die Besiedlung der Dächer hauptsächlich auf dem Luftweg erfolgt. Auch für andere Ordnungen der Arthropoda wurde dieser Sachverhalt von MÜLLER (1988) festgestellt, der die Fauna auf Rasendächern in Mobilitätsklassen einstuft. Auf den Dächern war der Anteil der nur wenig mobilen Arthropoda-Ordnungen wesentlich niedriger als auf den Vergleichsflächen zu ebener Erde. Es besteht weiterhin die Möglichkeit, daß durch Sodenbegrünung Tiere mit dem Substrat eingeschleppt wurden, sich jedoch auf den Dächern nicht etablieren konnten. Bei den nahrungsökologischen Gruppen zeigte sich, daß unter den Coleoptera der Anteil der Phytophagen auf den Dächern im Vergleich zum Wiesenstandort erhöht war. Ein Großteil davon machten die Byrrhidae *Cytillus sericeus* und *Simplocaria semistriata* aus, die offenbar durch den hohen Moosanteil auf den Dächern ein günstiges Nahrungsangebot vorfinden (vgl. MÜLLER 1988, KLAUSNITZER et al. 1980). Auffällig war weiterhin, daß unter den Carabidae die fakultativ phytophagen Gattungen *Harpalus* und *Amara* dominierten. Eventuell können sich rein carnivore Arten auf den Dächern nicht etablieren, da ihnen die Nahrungsgrundlage fehlt, wohingegen die Samenfresser *Amara* und *Harpalus* gerade auf sandigen Böden durch die dort wachsenden Ackerkräuter ein reichhaltiges Nahrungsangebot vorfinden. Auch der hohe Anteil an mycetophagen und saprophagen Arten weist vermutlich auf ein begrenztes Ressourcenspektrum für carnivore Tiere hin. Ein weiterer Faktor könnte sein, daß das Gesamtareal für größere Tiere nicht ausreichend ist und ihre Minimalraumansprüche (HEYDEMANN 1981) nicht erfüllt werden. Vielmehr dürften auch andere Faktoren einen entscheidenden Einfluß darauf haben, ob sich eine Art etabliert. So zeichneten sich z.B. die Dächer FG2b und Me88 durch geringere Artenzahlen aus, als man bei dieser Flächengröße im Vergleich zu den anderen Standorten erwarten würde. Diese beiden Dächer waren durch eine geringe Vegetationsbedeckung charakterisiert und stellten somit einen strukturalarmen Lebensraum dar, was sich natürlich in einem geringen Nahrungsangebot äußert. Es fiel auf, daß innerhalb der Lebensgemeinschaften der untersuchten Dachstandorte viele Arten mit nur sehr geringen Individuenzahlen bzw. nur einem einzelnen Exemplar auftraten. Bei diesen Arten stellte sich die Frage, ob sie sich auf den Dächern überhaupt schon etabliert haben oder etablieren werden.

Kleinstpopulationen sind äußerst störanfällig und können recht schnell aus einer Lebensgemeinschaft wieder verdrängt werden (MAC ARTHUR & WILSON 1967). Dagegen kamen einige wenige Arten mit außerordentlich hohen Individuenzahlen vor. Nach MADER (1983) deuten solche heterogenen Dominanzverhältnisse auf instabile Lebensgemeinschaften hin. Die Dachfauna gleicht somit eher einer Pioniergemeinschaft, die ihre Zusammensetzung ständig ändern kann. Dennoch können selbst kleine Biotope wie begrünte Dächer, eine wichtige Funktion als „Trittstein“ oder Refugium (MADER 1981) übernehmen.

6. Zusammenfassung

In der Vegetationsperiode des Jahres 1990 wurden 11 begrünte Dächer im Kieler Stadtbereich sowie eine Wiese im Kieler Umland hinsichtlich ihrer Arthropoden-Lebensgemeinschaften untersucht. Acht der untersuchten Dächer waren mit Soden begrünt worden. Es handelte sich dabei um 6 Schrägdächer (je 30m²) und zwei Flachdächer (200 m², 220 m²). Die übrigen Dachstandorte, die ausschließlich Flachdächer waren, wurden nach der Rollrasenmethode begrünt. Von der Wiese im Kieler Umland stammten die Soden für eines der Dächer, so daß dieser Standort zu Vergleichszwecken herangezogen werden konnte. Es wurden 126 Käferarten und 55 Spinnenarten ermittelt. Die meisten der erfaßten Käferarten waren euryök. Darüber hinaus fanden sich auf den Dächern jedoch auch eine Reihe thermo- und xerophiler Arten. Bei den Spinnen hingegen überwog der Anteil der Tiere mit helio- und hygrophilen Ansprüchen vor dem mit euryöken. Im Vergleich zum Wiesenstandort im Kieler Umland fällt der hohe Anteil makropterer Käfer auf den Dächern auf (>90%), der auf der Wiese um 10–20% niedriger liegt. Dort traten brachyptere Individuen weitaus häufiger auf. Auch bezüglich der Größe der Tiere zeigten sich deutlich Unterschiede. Auf den Dächern dominierten Käfer mit Körpergrößen von 1–6 mm, auf der Wiese mit 6–18 mm. Das zeigt, daß für die Besiedlung von Dächern aus dem Umlandbereich bestimmte Körpereigenschaften, wie Flugfähigkeit und mittlere bis kleine Körpergröße, von Vorteil zu sein scheinen und daher die Besiedlung hauptsächlich auf dem Luftwege erfolgt. Ähnliches ist auch bei den Spinnen festzustellen. Auf den Dächern überwogen mit großer Dominanz Arten der Familie der Linyphiidae, die sich durch eine geringe Körpergröße und eine hohe Bereitschaft zur aeronautischen Verbreitung auszeichnen und bei denen alle Altersstadien per Fadenfloß fliegen. Auf dem Wiesenstandort war der Anteil der größeren Spinnen, z.B. Lycosidae stark erhöht. Ein weiterer Unterschied zwischen den Dachstandorten und der Wiesenfläche lag auch in der Verteilung der Nahrungsgruppen der Käfer. Zwar waren an den Standorten alle Trophiestufen vertreten, jedoch mit unterschiedlichen Anteilen. Generell dominierten auf den Dachflächen die phytophagen, myceto- und saprophagen Käfer, während die Räuber auf der Wiese den größten Anteil ausmachten. Einerseits liegt dies wohl daran, daß zu den zoophagen Coleoptera des Wiesenstandortes viele große, flugunfähige Carabidae gehörten, die weniger zur Besiedlung von Dachbiotopen befähigt sind. Andererseits bietet der Lebensraum gerade myceto- und saprophagen Tieren gute und vielfältige Nahrungsressourcen, so daß solche Arten dort begünstigt sind. Die Lebensgemeinschaften der Dächer erwecken bezüglich der untersuchten Taxa eher den Eindruck einer Pioniergesellschaft. Das zeigt die deutliche Dominanz der euryöken Arten bzw. das Fehlen von spezialisierten Tieren sowie die geringe Abundanz des größten Teils der Arten.

7. Summary

During the vegetation period of 1990 in the city of Kiel the arthropod fauna of 11 roofs planted with grass plots from the field and a meadow near Kiel was studied. Six roofs had slopes (30 m² each) and two were plain (200m² and 220 m²). Three further plain roofs were planted with a grass carpet (439 m², 640 m² and 800 m²). The grass layer of one of the roofs originated from the meadow investigated. The arthropod fauna was registered by pitfall traps. In total 126 beetle and 55 spider species were obtained. Most of the coleoptera were euryecious. Among the spiders the heliophilous species predominated the euryecious ones. Some of the species were thermophilous and xerophilous. The comparison between

the grassland and the roofs shows that macropterous beetles occurred with 90 % on the roofs respectively 10 – 20 % on the meadow. On the meadow more brachypterous individuals were found. The mean length of animals on the roofs was smaller than on the meadow. Beetles with length 1 – 6 mm predominated on the roofs, whereas in the field beetles of 6 – 18 mm length were most frequent. Small flying species seem to be preadapted for roof inhabitation. Roofs, therefore, are colonized mostly through the air. This type of colonization is also due for spiders, because the dominating spider family on roofs were the aeronautic Linyphiidae. On the meadow bigger spiders like Lycosidae were found more frequently than on the roofs. Considerable differences between roofs and meadow also occurred in the composition of species belonging to different trophic levels. Generally the phytophagous, mycetophagous, and saprophagous species dominated on the roofs and zoophagous species on the meadow. This is probably referred to the greater body size of most of the zoophagous species and the higher food resources for mycetophagous and saprophagous species on the roofs. Finally, the roof community shows characteristic features of pioneer stages, because specialized species were missing and species were found in low abundances.

Die Besiedlung von begrünten Hauswänden durch Arthropoda im Stadtbereich

Von Anette Rieger

1. Einleitung

Begrünte Fassaden gehören in Kiel, aber auch in anderen Städten, nicht zu den häufigen Begrünungsformen. Das in jüngerer Zeit aufkommende Interesse an grünen Hauswänden ist keine Neuerscheinung, sondern eher als eine Renaissance zu sehen. So läßt sich nach BAUMANN (1983) die Verwendung von Kletter- und Rankpflanzen bis in die Antike zurückverfolgen. In Europa kam es dann um die Jahrhundertwende (bis etwa 1920) zu einer regelrechten „Kletter- und Schlingpflanzenmode“ (BAUMANN 1983). Die Pflanzen wurden von vielen Architekten dieser Zeit in die Baukonzeptionen einbezogen.

Später hingegen setzte in der Architektur ein Wandel der Bauweise ein, in der Begrünungselemente keine Berücksichtigung mehr fanden. Das erklärt, warum Fassadenbegrünungen in den überwiegenden Fällen an Gebäuden zu finden sind, die in den ersten Jahrzehnten dieses Jahrhunderts oder noch früher gebaut wurden.

Neuerdings hingegen, finden sich z. B. in Kiel wieder Ansätze zu einer Einbeziehung von Kletter- und Schlingpflanzen in die Baupläne. Um Stadtbegrünung auch nach ökologischen Gesichtspunkten sinnvoll auszurichten, ist es notwendig, die ökologische Funktion der Stadthabitate zu kennen. Für Fassadenbegrünungen ist dies bisher recht wenig bekannt. Speziell mit diesem Thema beschäftigen sich die Arbeiten von BARTFELDER & KÖHLER (1987) sowie HAGEDOORN & ZUCCHI (1989). Die vorliegende Arbeit soll ein weiterer Baustein zur Vervollständigung der Kenntnisse über Lebensgemeinschaften im Fassadenbewuchs sein.

Folgende Fragestellungen wurden dabei berücksichtigt:

- a) Wie setzt sich die Lebensgemeinschaft der Arthropoda im Kletterpflanzenbewuchs zusammen? Welche ökologischen Ansprüche haben die Arten? Aus welchen Herkunftsbiotopen stammen sie?
- b) Wie wirken sich die Exposition der Hauswand, das Umfeld des betreffenden Gebäudes und die Pflanzenart auf die Besiedlung aus?
- c) Welche mikroklimatischen Charakteristika weist der Lebensraum Fassadenbewuchs auf?

Es wurden bei dieser Untersuchung die Araneida (Spinnen), Coleoptera (Käfer) und Collembola (Springschwänze) ausgewählt und bis zur Art bestimmt, um damit ein breites nahrungsökologisches Spektrum abzudecken.

2. Untersuchungsgebiete

Für die vorliegende Untersuchung wurden im Kieler Stadtbereich fünf mit Kletterpflanzen begrünte Hauswände ausgewählt; vier davon sind mit Efeu (*Hedera helix*) und eine Wand mit Wildem Wein (*Parthenocissus tricuspidata*) bewachsen (Tab. 1).

In einem Wohngebiet im Stadtkern von Kiel nahe dem Schrevenpark befindet sich ein etwa 70 Jahre alter Efeu. Er wächst an der Seitenwand eines in einem Innenhof stehenden Hauses. Aufgrund der geringen Distanz zwischen der Efeuwand und den umgebenden 5stöckigen Mietshäusern ergibt sich eine sehr schattige Situation trotz südwestlicher

Exposition. Der untere Bereich, in welchem die Proben genommen wurden, wird nur punktuell und kurz besonnt. Der Boden vor der Wand ist mit Efeu und lückigem Rasen bedeckt. Neben einigen Zierpflanzen finden sich im Hof Bäume und Sträucher.

Der Rantzaubau befindet sich im Stadtzentrum von Kiel in unmittelbarer Nähe zur Förde gegenüber dem neuen Kieler Schloß. Es handelt sich dabei um den Westflügel des ehemaligen Schlosses, welches im 2. Weltkrieg bis auf diesen Flügel völlig zerstört wurde. Die Vorder- und Rückseite des Rantzaubaus sind mit Efeu begrünt, der mindestens 50 Jahre alt ist. Beide Seiten wurden untersucht. Das Gebäude steht erhöht und frei. Vom Rantzaubau aus zieht sich ein parkartiger Grüngürtel in nördlicher Richtung über den Prinzen- und Schloßgarten zu den Universitätskliniken sowie dem Alten Botanischen Garten und in westlicher Richtung zum Kleinen Kiel. Bei den drei oben genannten Standorten zeigte sich eine vertikale Schichtung des Efeus und zwar vorwiegend an den voluminöseren (bis 80 cm tiefen) Bereichen. So fand sich hier im Efeu-Inneren eine mehr oder weniger dichte und mächtige Detritusschicht aus Laubstreu und Tierleichen.

Die Klaus-Groth-Schule liegt am Rand des inneren Stadtbereichs. Ab hier lockert sich die Bebauung mehr und mehr auf. Das Gebäude selbst steht frei und exponiert. Der etwa 50 Jahre alte Efeu wächst an der nordöstlich orientierten Vorderseite der Schule. Im Gegensatz zu den bereits beschriebenen Efeuf Flächen ist diese schmaler und der Boden vor der Hauswand ist versiegelt. Außerdem fehlt ab ca. 60 cm Höhe die Detritusschicht, obwohl auch hier der Efeu sehr voluminös ist (bis 90 cm Tiefe). Die begrünte Umgebung ist abwechslungsreicher als bei den anderen Untersuchungsflächen. Auf der gegenüberliegenden Straßenseite befindet sich der 1869 angelegte Südfriedhof mit seinem reichhaltigen und alten Baumbestand. Auf der anderen Seite der Schule grenzt die Moorteichwiese an, welche ein parkähnliches Gelände mit ebenfalls altem Baumbestand ist.

Die *Parthenocissus tricuspidata*-Fläche befindet sich in einem Wohngebiet nahe bei der Universität. Der etwa 20 Jahre alte Wein bedeckt die Vorderseite zweier 2-stöckiger Häuser. Die Wände sind östlich exponiert. Aufgrund der gegenüberliegenden 5-stöckigen Miets-häuserreihe ist die Sonneneinstrahlung jedoch eingeschränkt. Der Wein bildet im Gegensatz zum Efeu eine einfachere räumliche Struktur aus. Die Zweige verlaufen nur an der Wand entlang. Lediglich die Blätter ragen in den Raum hinein, so daß der Bewuchs nur eine Tiefe von 10 – 20 cm aufweist. Die Größe und Anordnung der Blätter führt zu einer relativ dicht geschlossenen Pflanzendecke.

Tab. 1: Charakterisierung der untersuchten Fassadenbegrünungen.

	Innenhof	Rantzaubau		K. Groth-Schule	Weinstandort
		Vorderseite	Rückseite		
Kletterpflanze	Efeu				Wilder Wein
Alter	70 Jahre	>50 Jahre		50 Jahre	20 Jahre
	Stadtkern			Rand des Stadtkerns	Stadtkern
Standort/Lage	Damperhofstraße	Rantzaubau		K.-Groth-Schule	Hansastraße
		Vorderseite	Rückseite		
	Innenhof	freistehendes Gebäude			dicht bebautes Wohngebiet
Exposition	südwestl. aber vorwiegend schattig	östlich	westlich	nordöstlich	östlich
Begrünung vor der Hauswand	unversiegelte Fläche mit Bäumen und Sträuchern	Vorgartenvegetation	Rasen	versiegelte Fläche	Vorgartenvegetation mit Bäumen und Sträuchern
räumliche Strukturmerkmale	Verzweigung auch in den Raum hineinreichend Detritusschicht				Verzweigung nur entlang der Wand
		Bäume und Sträucher			
		schmaler Bewuchs			

Die Niederschlagsverhältnisse wiesen im Untersuchungs-jahr 1990 starke Abweichungen vom langjährigen Mittel auf. Während die Frühjahrsmonate April/Mai sowie der sonst regenreichere August um 20 – 40% trockener waren, zeichneten sich die Wintermonate und der Juni und September durch stark erhöhte Niederschlagsmengen aus. Ferner war die Sonnenscheindauer der meisten Monate im Vergleich zum langjährigen Mittel leicht erhöht. Dies gilt nicht für den Januar, Juni und September, in denen die Anzahl der Sonnenstunden sogar beträchtlich vermindert war. Die durchschnittlichen Monatstemperaturen von April bis Oktober wichen nur geringfügig vom langjährigen Mittel ab. Auffällig waren die überdurchschnittlich warmen Temperaturen im ersten Quartal des Jahres.

3. Methodik

An der Rantzaubau-Vorder- und -Rückseite wurden über 24 Stunden (vom 24. 8. – 25. 8. 1990) mit Datalogger-Geräten, die mit Pt100-Temperaturfühlern ausgestattet waren, Temperaturgänge ermittelt. Gemessen wurde pro Fläche an je 3 Meßpunkten: 2 – 3 m vor dem Bewuchs, im Blattwerk der Kletterpflanze und direkt an der Hauswand unter dem Bewuchs. Die Meßfühler waren in einer Höhe von 1,60 – 1,70 m angebracht. An allen 5 Standorten wurde an 4 Tagen die relative Luftfeuchte gemessen. Dabei wurden wiederum jeweils an 3 Meßpunkten Werte genommen. Es wurden pro Tag je 3 Parallelen pro Meßpunkt gemessen. Zur Messung wurde das Gerät „testo 6400“ der Firma Testoterm verwendet.

Zur Erfassung der Arthropoda wurde eine automatische (Becherfangmethode) und eine Saugfang-Methode eingesetzt. Der Probenahmezeitraum erstreckte sich vom 30.5. – 3.10.1990. Der Probenwechsel erfolgte entweder alle 2 Wochen oder bei sehr warmem Wetter wöchentlich. Die wöchentlichen Proben wurden dann zu 2-Wochen-Proben zusammengefaßt. Es wurden an jeder der fünf Untersuchungsflächen in jeweils drei Höhen (0,1 – 0,5 m, 1,5 – 2 m, 2,8 – 3,4 m) je 3 Becherfallen mit abgeplatteter Rückwand angebracht. Aufgrund ihrer Größe und Form ließen sie sich in dem gerade im Efeu oft sehr dichten Bewuchs gut unterbringen. Die Becher wurden in Drahtschlingen eingehängt, die an den Pflanzentrieben verankert worden waren. Sie wurden entweder direkt an der Wand positioniert oder bei dichtem Bewuchs so plaziert, daß ein größtmöglicher Kontakt zwischen Becherrand und Pflanzensubstrat bestand. Als Fang und Konservierungsflüssigkeit wurde 0,1%ige Benzoessäure verwendet, der zur Beseitigung der Oberflächenspannung ein Spülmittel zugesetzt worden war. Die Benzoessäure hat den Nachteil, daß sie vergleichsweise schlechter konserviert als die üblichen Fangflüssigkeiten, so daß bei sehr warmem Wetter über mehrere Tage der Probenwechsel wöchentlich erfolgen mußte. Sie ist dafür jedoch ungiftig, was sie zu einem geeigneten Konservierungsmittel für eine Untersuchung im städtischen Bereich macht.

Zusätzlich zu den Becherfängen wurden an 5 Terminen (6.6., 29.6., 25.7., 22.8., 20.9.1990) folgende Saugproben genommen: In den 3 Höhen an den Flächen im Innenhof und am Rantzaubau jeweils 4 Saugproben, am Efeu an der Klaus-Groth-Schule jeweils 3 Proben und in 2 Höhen an der Weinfläche jeweils 3 Proben.

Die mittels dieser Methode erfaßten Individuenzahlen stellen die Individuendichte oder apparente Abundanz einer Art dar, worunter die durchschnittliche Individuenmenge einer Art auf einer festgelegten Fläche verstanden wird (SCHWERDTFEGER 1975).

Die Angaben zur Habitat- und Biotopbindung der Collembola stammen, falls nichts anderes vermerkt wird, aus GISIN (1960), PALISSA (1964) und FJELLBERG (1980), nach denen die Arten auch bestimmt wurden.

Als Bestimmungsliteratur für Spinnen sind LOCKET-MILLIDGE (1951/1953) und ROBERTS (1985) verwendet worden. Die Artnamen richten sich nach der Nomenklatur im ROBERTS (1985). Die Angaben zur Biotopbindung wurden ROBERTS (1985), LOCKET & MILLIDGE (1951/1953), TRETZEL (1952) und SCHÄFER (1973) entnommen.

Die Bestimmung der Coleoptera erfolgte nach FREUDE et al. (1965 – 1969), die der Rüsselkäfer nach DIECKMANN (1980). Die Namen der Taxa wurden nach LOHSE & LUCHT (1989) korrigiert.

4. Ergebnisse

4.1 Das Mikroklima zwischen den Kletterpflanzen

Temperatur

Die Temperaturgänge an der westlich exponierten Rückseite des Rantzaubaus zeigen eine deutliche Abnahme der Temperaturschwankungen von außen nach innen (Abb. 1). Während die Außenlufttemperaturen eine Amplitude von 12,5°C aufweisen, beträgt diese im Blattwerk 6,5°C und in der Detrituszone an der Wand nur 4,1°C. Eine Verminderung der Temperaturschwankungen im vertikalen Pflanzenbewuchs haben auch JOGER (1988), HAGEDOORN & ZUCCHI (1989) und BARTFELDER & KÖHLER (1987) gefunden. Insgesamt gesehen war im Bewuchs ein ausgeglicheneres Mikroklima als außerhalb. Das gilt besonders für die Wandbereiche in der Detrituszone der Kletterpflanzen. Gerade zu den Zeiten maximaler Besonnung der Flächen bleiben die Temperaturen hier deutlich niedriger. In der Nacht kühlt der Wandbereich nicht so stark ab wie die Außenluft. Die Temperaturverläufe im Blattwerk nehmen mehr oder weniger eine Mittelstellung ein. Da das Blattwerk dem Außenbereich näher ist und lockerer strukturiert ist als der Detritusbereich, sind hier Luftaustauschprozesse besser möglich. Die ermittelten mikroklimatischen Eigenschaften im Efeu entsprechen im Prinzip denen, die GEIGER (1961) für horizontale Pflanzenbestände schilderte.

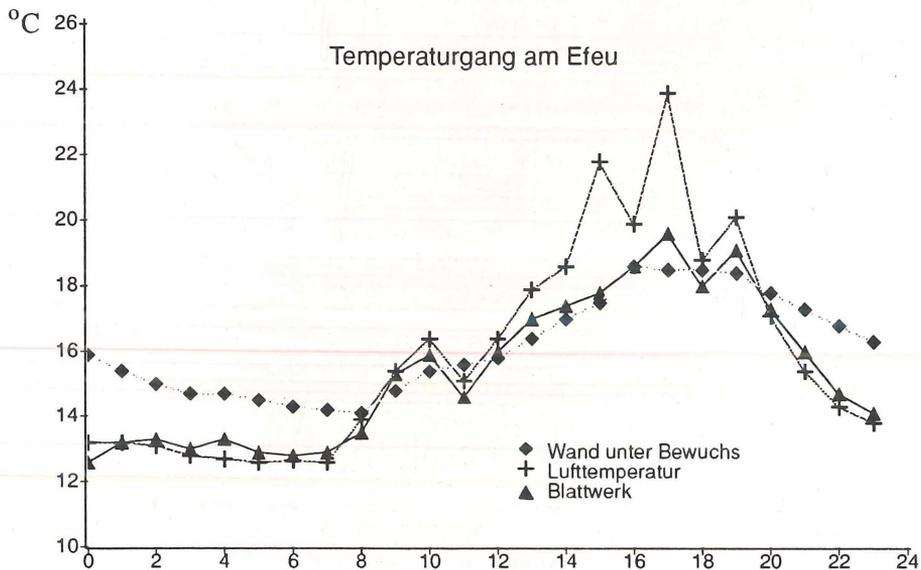


Abb. 1: Temperaturgang am Efeu der westlich exponierten Rantzaubau-Rückseite vom 24.8.–25.8.1990.

Relative Luftfeuchtigkeit

An den Ergebnissen der relativen Feuchte-Messungen (Abb. 2) fällt auf, daß die 3 freistehenden Flächen (Rantzaubau-Vorderseite und -Rückseite, Klaus-Groth-Schule) niedrigere Werte aufweisen als die in dicht bebautem Gebiet stehenden (Innenhof-Efeu, Wein). Höherer Strahlungsgenuß und stärkere Windbeeinflussung an den exponierten Standorten dürften die Gründe dafür sein. Die westlich orientierte Rückfront des Rantzaubaus besitzt dabei die niedrigsten Werte. Die beiden östlich exponierten Standorte, Rantzbau Vorderseite und Klaus-Groth-Schule, entsprechen sich bezüglich der Außenluft- und Blattwerk-Werte.

Die Dichte des Bewuchses scheint daher von entscheidender Bedeutung für Luft-Austauschprozesse zu sein. So verfügt der Efeu an der Vorderseite des Rantzaubaus über eine gut ausgebildete Detrituszone, was eine höhere Luftfeuchte verursacht, während das geringere Volumen und die einfachere Struktur des Weins einen stärkeren Austausch zwischen Außen- und Bewuchsluft zulassen.

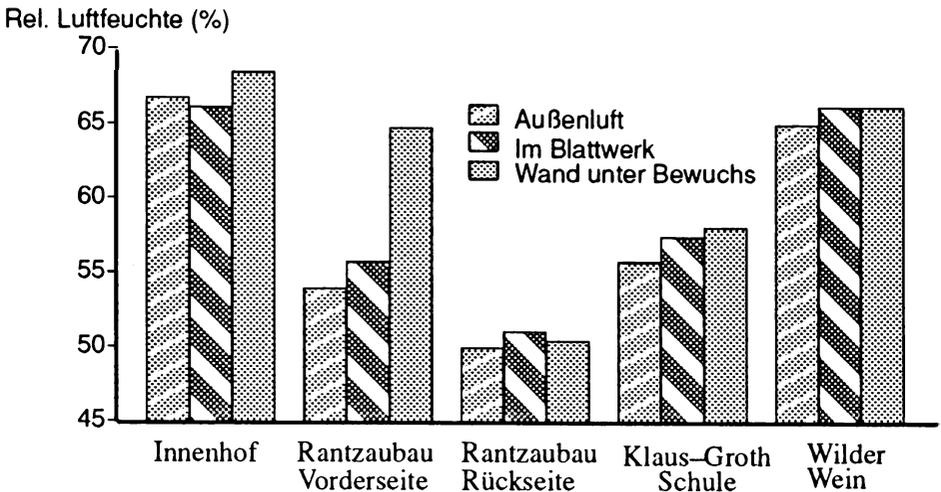


Abb. 2: Die relativen Luftfeuchte-Verhältnisse an den fünf Untersuchungsflächen.

4.2 Faunistische Ergebnisse

Collembola (Springschwänze)

Springschwänze ernähren sich überwiegend von abgestorbenen Pflanzenteilen, aber auch von Mikroorganismen und Pilzen. Unter den epedaphischen (auf der Bodenoberfläche lebenden) Collembolen klettern zahlreiche Arten auf die Vegetation, um epiphytische Algen abzuweiden (z.B. Arten der Gattungen *Entomobrya* und *Orchesella*) (DUNGER 1983).

Es wurden insgesamt 20 Arten erfaßt (14 in den Bechern und 17 in den Saugproben), die aus 4 Familien stammen (Tab. 2). Die Entomobryidae und Sminthuridae sind fast durchweg epedaphisch, und viele von ihnen besiedeln auch die Vegetation. Die Arten der anderen beiden Familien sind hemiedaphisch oder euedaphisch (DUNGER 1983).

Die Entomobryidae waren an allen Standorten mit Abstand die individuenreichste Familie (Abb. 3). Bedingt wird diese hohe Individuenzahl hauptsächlich durch 2 Arten: *Entomobrya albocincta* und *Lepidocyrtus violaceus*. Letztere erreichte allerdings nur am Innenhof-Efeu eine hohe Aktivitätsdichte. An den anderen Standorten war die Art weitaus geringer vertreten.

Die Rolle der dominantesten Art übernahm dort, außer am Wein, *Entomobrya albocincta*. Am Wein war *Entomobrya nivalis* die häufigste Art. Des weiteren sind noch zu nennen *Orchesella cincta*, die außer an der Klaus-Groth-Schule an allen übrigen Standorten vorkam und im Innenhof und an der Vorderseite des Rantzaubaus zu den eudominanten Arten gehörte und *Isotoma tigrina*, die im Innenhof und am Wein gefunden wurde. Die Aktivitätsdichten der restlichen 8 Arten waren äußerst gering. Bei beiden Methoden erwies sich der Innenhof-Efeu als arten- und individuenreichster Standort, während am Efeu der Klaus-Groth-Schule die wenigsten Arten und Individuen gefangen wurden.

Bei den Collembola dominierten Arten, die z.B. die Rinde von Baumstämmen besiedeln (Abb. 4). Dazu gehören die Arten *Entomobrya albocincta*, *Entomobrya nivalis*, *Lepidocyrtus violaceus*, *Orchesella cincta* und *Willowsia buski*.

Tab. 2: Aktivitätsdichte (WF) und Individuendichte (n/10m² Wandfläche) der Collembola. Die Aktivitätsdichte bezieht sich auf 9 Parallelproben pro Untersuchungsfläche über den gesamten Untersuchungszeitraum.

	Innenhof		Rantzaubau Vorderseite		Rückseite		Klaus-Groth- Schule		Wein	
	WF	n	WF	n	WF	n	WF	n	WF	n
Entomobryidae:										
<i>Entomobrya albocincta</i>	314	275	164	96	108	143	17	5	21	4
<i>Lepidocyrtus violaceus</i>	527	213	10	.	.	.	9	33	1	.
<i>Lepidocyrtus lanuginosus</i>	.	4	.	3	.	.	.	.	.	.
<i>Orchesella cincta</i>	148	67	22	6	5	.	.	.	4	.
<i>Orchesella villosa</i>	.	1	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Entomobrya nivalis</i>	10	13	1	2	.	.	.	.	69	5
<i>Entomobrya multifasciata</i>	.	2	.	5	.	.	.	.	2	.
<i>Pseudosinella alba</i>	.	1	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Willowsia buski</i>	2	1	.	.	.	.	.	.	1	.
<i>Seira domestica</i>	1	.	.	.	.	.	2	.	2	.
Sminthuridae:										
<i>Deuterosminthurus bicinctus</i>	3	3	.	1	.	.	.	.	.	1
<i>Deuterosminthurus sulphureus</i>	.	.	.	.	.	5	.	.	1	.
<i>Bourletiella hortensis</i>	.	.	1	.	.	1	.	.	.	.
<i>Bourletiella viridens</i>	.	.	.	1	.	.	.	.	.	.
<i>Sminthurinus elegans</i>	.	1	.	1	.	.	.	.	.	.
<i>Sminthurides malmgreni</i>	.	.	.	.	1	.	.	.	1	.
Isotomidae:										
<i>Isotoma notabilis</i>	.	1	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Isotoma tigrina</i>	72	3	.	.	.	.	.	.	1	.
Poduridae:										
<i>Hypogastrura purpureascens</i>	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Poduridae spec.</i>	5	1	.	.	.	.	.	.	.	.
Individuen-Summe	1083	585	198	141	114	154	28	8	103	10
Artenzahl	10	14	5	8	3	4	3	2	10	3

Ferner konnten auch Bewohner krautiger Vegetation nachgewiesen werden. Dazu gehören *Deuterosminthurus*- und *Bourletiella*-Arten. *Deuterosminthurus bicinctus* ist eine silvicole (in Wäldern lebende) Art, die auch von VOGEL (1988) in schleswig-holsteinischen

Wäldern gefunden wurde. Dagegen bewohnen die anderen 3 Arten offenes Gelände. *Bourletiella hortensis*, eine weitverbreitete Art, wird auch als „Garden Springtail“ bezeichnet, da sie häufig in Gärten lebt. Sie kann dort gelegentlich zum Schädling werden, da sie lebende Blätter und Jungtriebe annagt.

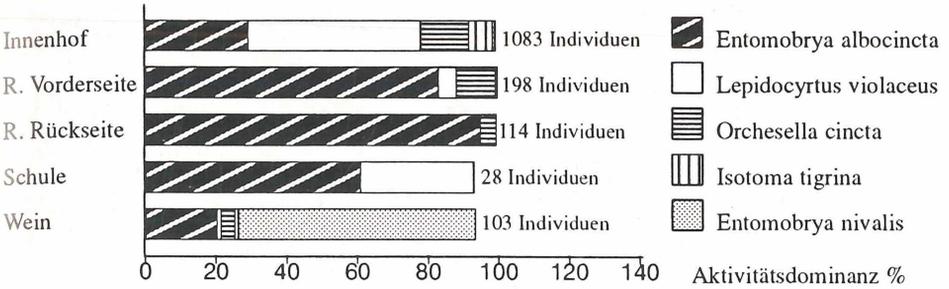


Abb. 3: Aktivitätsdominanz der vier häufigsten Collembola an den verschiedenen Untersuchungsflächen über den gesamten Untersuchungszeitraum.

Bevorzugt in der Streuschicht leben *Lepidocyrtus lanuginosus*, *Pseudosinella alba*, *Orchesella villosa*, *Isotoma notabilis*, *Isotoma tigrina*, *Hypogastrura purpureascens* und *Sminthurinus elegans*. *Lepidocyrtus lanuginosus* und *Isotoma notabilis* sind nach DUNGER (1983) Ubiquisten und treten meist in sehr hohen Individuenzahlen auf. Im städtischen Bereich sind sie z.B. neben *Orchesella villosa* als Bewohner von Blumentöpfen aufgefallen (KLAUSNITZER 1988, WEIDNER 1952). *Isotoma notabilis* kommt auch oft im Kompost vor, ebenso *Isotoma tigrina*, die als Charakterart der winterlichen Kompostzersetzung gilt und eher selten in der Waldlaubstreu angetroffen wird. *Hypogastrura purpureascens* kommt im Humus, Kompost sowie häufig in Kellern vor. *Pseudosinella alba* ist eine silvicole Art, die in der Laubstreu und in Ameisenhöhlen lebt. *Sminthurinus elegans* steigt besonders abends bei höherer Luftfeuchte auf die Vegetation.

Zu dem fast ausschließlich in Gebäuden lebenden Typ gehört nur *Seira domestica*. Die Art kommt aus dem mediterranen Gebiet und gilt als deutlich synanthrop (KLAUSNITZER 1987). Sie ist ein Beispiel für das in Städten häufig auftretende Phänomen, daß xero- und thermophile Tiere und Pflanzen aus südlicheren Regionen sich nördlich ihres Verbreitungsgebietes in Städten etablieren können.

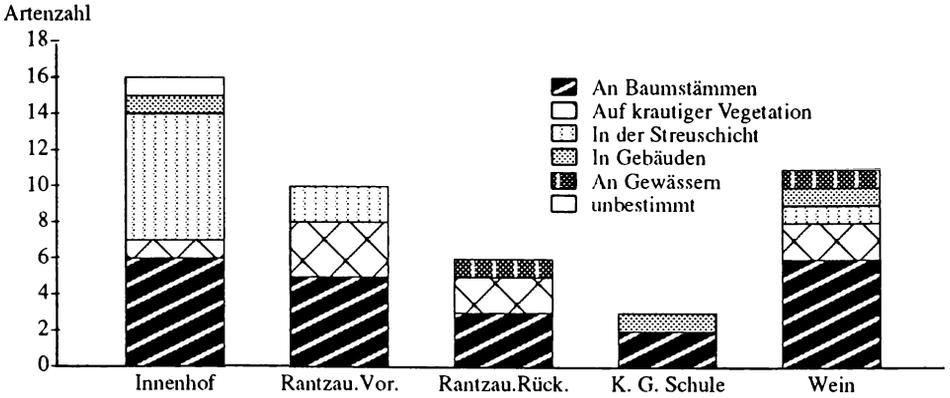


Abb. 4.: Verteilung der Collembola-Arten an den fünf Standorten nach ihren Habitatansprüchen.

Betrachtet man die Verteilung der ökologischen Gruppen an den Untersuchungsflächen bezüglich der Gesamtartenzahlen (aus Becher- und Saugproben zusammengefaßt), so waren die Bewohner von Baumstämmen (corticolen) an allen Flächen und außer am Innenhof-Efeu mit den meisten Arten vertreten (Abb. 4). Im Innenhof traten die Streuschichtbewohner als artenreichste Gruppe auf; an der Rantzaubau-Rückseite und an der Klaus-Groth-Schule fehlten sie dagegen ganz. Die Krautschichtbewohner kamen außer am Efeu der Klaus-Groth-Schule überall vor.

Es fallen die Artenarmut und geringen Individuenzahlen im Efeu der Klaus-Groth-Schule auf. Neben der gebäudebewohnenden *Seira domestica* kamen hier noch die Baumstammesiedler *Entomobrya albocincta* und *Lepidocyrtus violaceus* vor, die als einzige an allen Standorten meist sehr individuenreich angetroffen wurden. Die in der Kraut- und Streuschicht lebenden Springschwänze fehlten an diesem Standort gänzlich.

Das Fehlen der Streu- und Krautschichtarten am Efeu der Klaus-Groth-Schule dürfte seine Ursache darin haben, daß der Boden vor der Hauswand im Gegensatz zu den anderen Untersuchungsflächen völlig versiegelt ist. Auch das Fehlen der an den anderen Standorten zum Teil häufig auftretenden, baumbesiedelnden Arten *Orchesella cincta* und *Entomobrya nivalis* könnte mit dem Fehlen der Bodenstreu zusammenhängen. Bei beiden Arten wurde beobachtet, daß sie sich zu warm-trockenen Tageszeiten in der Streu in der Nähe von Baumstämmen sammeln und erst nachts oder bei feuchterem Wetter hochklettern (DUNGER 1983). Das zeigt, daß für die Tiere eine wichtige Bindung zur Bodenoberfläche besteht, besonders dann, wenn die Luft in höheren Strata für sie nicht feucht genug ist (BAUER 1979). Die Messungen der relativen Luftfeuchte ergaben für den Efeubewuchs der Klaus-Groth-Schule Werte unter 60 %, was für viele Collembolen zu trocken ist.

Sminthurides malmgreni lebt auf oder in der Nähe von Gewässern und wurde mit je einem Exemplar am Wein und am Efeu der Rantzaubau-Rückseite gefunden. Wahrscheinlich ist es von den nahen Gewässern (Schreventeich und Kleiner Kiel) durch den Wind zufällig zu den Untersuchungsflächen verdriftet worden.

Araneida (Spinnen)

Insgesamt wurden in den Bechern 232 und in den Saugproben 939 adulte und juvenile Individuen erfaßt (Tab. 3). Bestimmt wurden allerdings nur die adulten Spinnen. Die 22 Arten stammen aus 10 Familien. Der überwiegende Anteil der Familien gehört zu den Fangnetze bauenden Spinnen. Die Amaurobiidae und Dictynidae verwenden dabei sogenannte Kräuselfäden (cribellate Spinnen). Die Amaurobiidae leben in einer gesponnenen Wohnröhre, die sich nach vorne zu einem Fangteppich erweitert. Die Dictynidae bauen in der Vegetation ein Maschennetz mit Wohnbereich, von dem miteinander verbundene Speichen ausgehen, die dem Beutefang dienen. Die übrigen Netzbauer (ecribellate Spinnen) spinnen glatte Fäden, die aber bei vielen Arten mit Klebstoff versehen werden, an dem das Opfer haften bleibt. Die Theridiidae und Linyphiidae bauen räumliche Netze, in die eine mehr oder weniger dichte horizontale Decke eingewebt ist (Hauben- bzw. Baldachinnetze). Die Araneidae zeichnen sich durch ihre großen in der Regel vertikal ausgerichteten Radnetze aus. Die Agelenidae haben ein ganz ähnliches Netzsystem mit trichterförmiger Wohnröhre und Fangteppich wie die cribellaten Amaurobiidae. Eine

Tab. 3: Aktivitätsdichten (WF) und Individuendichten (n/10 m² Wandfläche) der Araneida-Arten. Die Aktivitätsdichte bezieht sich auf 9 Parallelproben/Standort über den gesamten Untersuchungszeitraum.

	Innenhof		Rantzabau Vorderseite		Rückseite		Klaus-Groth-Schule		Wein	
	WF	n	WF	n	WF	n	WF	n	WF	n
Theridiidae:										
<i>Enoplognatha ovata</i>	.	.	.	1	.	.	.	1	.	.
<i>Steatoda bipunctata</i>	3	3	1	2	.	3	3	2	.	.
<i>Theridion tinctum</i>	.	1	1	18	3	13	4	.	1	1
<i>Theridion melanurum</i>	.	.	1	.	.	.	1	2	.	.
<i>Theridion familiare</i>	.	.	2	3	.	1	1	.	.	.
Agelenidae:										
<i>Tegenaria domestica</i>	.	.	10	1	8	1	7	2	.	.
<i>Tegenaria atrica</i>	.	.	1	.	.	.	.	.	.	.
Amaurobiidae:										
<i>Amaurobius similis</i>	3	1	3	1	.	.	1	.	5	.
Oonopidae:										
<i>Oonops domesticus</i>	3	5	5	.	1	1	.	2	.	.
Thomisidae:										
<i>Lepthyphantes leprosus</i>	1	1	1	.	.	.	.	.	.	.
<i>Lepthyphantes obscurus</i>	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Erigone artica</i>	.	1	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Erigone dentipalpis</i>	.	.	.	.	1	.	1	.	.	.
<i>Diplostyla concolor</i>	.	.	1	.	.	.	.	.	.	.
<i>Meioneta rurestris</i>	.	.	.	.	.	1	.	.	.	.
Araneidae:										
<i>Araneus diadematus</i>	.	1	.	.	.	1	.	.	.	.
<i>Zygiella x-notata</i>	.	.	.	3	1	1	.	.	.	.
Segestridae:										
<i>Segestria senoculata</i>	1	1	.	.	.	1	.	.	.	.
Clubionidae:										
<i>Clubiona terrestris</i>	.	.	.	2	.	1	.	.	.	.
<i>Clubiona lutescens</i>	.	.	.	1	.	1	.	.	.	.
Dictynidae										
<i>Lathys humilis</i>	.	.	.	.	.	2	.	.	.	.
Summe Individuen	13	19	26	49	15	38	18	8	6	5
Summe Arten	7	9	10	10	6	13	7	5	3	2
Jungtiere	17	82	63	179	29	161	31	121	14	11

Zwischenstellung zwischen den mit und ohne Netz fangenden Spinnen nehmen die Segestridae ein. Sie leben in einer gesponnenen Wohnröhre, von der radiär angeordnete Signal-, bzw. Stolperfäden ausgehen. Keine Fangnetze verwenden die Clubionidae, Thomisidae und Oonopidae. Letztere allerdings halten sich zum Teil in den Netzen anderer Spinnen auf, während die Clubionidae und Thomisidae ihre Beute erjagen (BELLMANN 1984, BÜRGIS 1988).

Die meisten Spinnenarten hatten nur geringe Aktivitäts- und Individuendichten (Tab. 3). Mit höheren Abundanzen traten in den Becherproben *Tegenaria domestica* und in den Saugproben *Theridion tinctum* sowie *Philodromus aureolus* auf, wobei auf die letzten beiden Arten ein Anteil von 60 % an der Gesamtindividuumsumme von 18 erfaßten Arten in den Saugfängen fällt. *Tegenaria domestica* macht immerhin 32 % der mittels Becher gefangenen Spinnen von 15 Arten aus. Der Efeu an der Rantzaubau-Vorderseite besitzt bei beiden Methoden den größten Arten- und Individuenreichtum.

Neun der an den Kletterpflanzen vorkommenden Arten, das entspricht etwa 41 %, leben nur oder bevorzugt im Stadtbereich. SACHER (1983) teilt sie in eusynanthrope und hemisynanthrope (Abb. 5). Die meisten der hier gefundenen Stadtarten sind häufig und verbreitet, außer *Oonops domesticus* und *Theridion familiare*, die als eher selten gelten.

Ein großer Teil der Arten sind Spaltenbewohner. Sie besiedeln z. B. Mauerlöcher, Ecken und Winkel in Gebäuden sowie Ritzen in Baumrinde. Anscheinend bietet auch der Kletterpflanzenbewuchs solch strukturierte Schlupfwinkel an, die von diesen Tieren genutzt werden. Am bekanntesten von den in Abb. 5 aufgeführten Arten dürften *Tegenaria atrica* und *Tegenaria domestica* sein, die auch Hauswinkelspinnen genannt werden. Die xero- und thermophile *Zygiella x-notata* (Sektorspinne), hat ihr Hauptverbreitungsgebiet im südeuropäischen Raum, wo sie außerhalb des menschlichen Siedlungsbereichs an Gebüsch und Opuntien lebt (WIEHLE 1931), nördlich der Alpen zieht sie jedoch den menschlichen Siedlungsbereich vor (SACHER 1983). Ihre Radnetze baut sie an Gebüsch, Fensterrahmen, Zäunen etc. An den Efeuflächen überzogen ihre Netze die Außenseite des Bewuchses.

Die 6 an den Kletterpflanzen gefundenen Arten, die bevorzugt Wälder bewohnen, sind verbreitet und, mit Ausnahme von *Lathys humilis*, häufig. Jede Art wurde bereits bei faunistischen Untersuchungen im Stadtgebiet von Kiel gefunden. Die Tiere besiedeln zumeist mehrere Strata im Wald, außer *Clubiona terrestris*, die mehr auf die Laubstreu beschränkt ist. Nach BELLMANN (1984) lebt *Enoplognatha ovata* in der Vegetation an Waldrändern. Ebenfalls im Waldrandbereich lebt *Theridion tinctum*, vor allem an Kiefern und Fichten. Anscheinend haben beide Arten ein größeres Licht- und Wärmebedürfnis. *Clubiona lutescens* dagegen bevorzugt feuchte Bereiche, wie z. B. Erlenbruchwälder (TRETZEL 1952). *Segestria senoculata* gilt ebenfalls als hygrophil (feuchteliebend); sie hat allerdings im Vergleich zur vorherigen Art diesbezüglich einen größeren Toleranzbereich (TRETZEL 1952). Sie ist eine Spaltenbewohnerin und lebt unter Baumrinde (SCHÄFER 1973). In Städten bewohnt sie alternativ dazu auch Mauerspalten, wie JOGER (1988) festgestellt hat. Nach SACHER (1983) könnte *Segestria senoculata* eventuell zu den hemisynanthropen Arten gehören.

Die Arten *Meioneta rurestris*, *Diplostyla concolor* und *Erigone arctica*, gehören alle zur Familie der Linyphiidae. Die beiden ersten Arten sind weit verbreitet und häufig und auch in Städten oft vertreten (ZELNER 1989, KLAUSNITZER 1988). *Meioneta rurestris* zählt zusammen mit der eurytopen Art *Erigone dentipalpis* zu den dominanten Spinnenarten der Agrozönos („Kulturfolger“) (TISCHLER 1958). Eurytope Arten, die in vielen verschiedenen Biotopen leben können, waren an den Untersuchungsflächen *Philodromus aureolus*, *Araneus diadematus* und *Erigone dentipalpis*.

Philodromus aureolus (eine Krabbenspinne) erjagt ihre Beute. Sie lebt bevorzugt in niedrigerer Vegetation, besiedelt aber auch Bäume (PALMGREN 1950). *Araneus diadematus* (die Gartenkreuzspinne), ist in Städten häufig an Hecken, Gebüsch, Zäunen etc. zu sehen.

Ebenfalls oft in Städten wird *Erigone dentipalpis* angetroffen. Die Art scheint feuchte Bereiche zu bevorzugen, besitzt aber eine größere Toleranz gegenüber diesem Faktor (TRETZEL 1952). Schließlich sei noch *Lepthyphantes obscurus* erwähnt, die an niedrigen Kräutern und Büschen lebt.

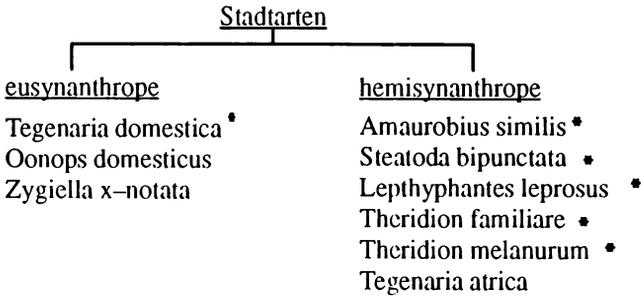


Abb. 5: Übersicht der aufgetretenen Stadtarten. Synanthropieeinteilung nach SACHER (1983).
* Spaltenbewohner.

An der Artenzusammensetzung der Spinnengemeinschaften war der Anteil der Stadtarten meist am höchsten (> 50 % am Efeu der Rantzaubau-Vorderseite und der Klaus-Groth-Schule), gefolgt von den Waldarten (Abb. 6). Eine deutliche Individuendominanz in den Becherproben ergab sich für die Stadtarten vor allem wegen der Häufigkeit von *Tegenaria domestica*, *Amaurobius similis* und *Oonops domesticus*. Dagegen waren eurytopen und Waldarten in den Saugproben stärker vertreten, was durch die Individuendichten von *Philodromus aureolus* und *Theridion tinctum* verursacht wird.

Der Wein fällt nicht nur durch seine Artenarmut auf, sondern auch durch die im Vergleich zu den anderen Flächen viel geringeren Individuenzahlen bei beiden Methoden.

Die Untersuchungsflächen werden von keiner ökologisch spezifischen Araneida-Gemeinschaft präferiert. Für die Habitatbindung von Spinnen sind zum einen die Feuchtigkeits- und Lichtverhältnisse (TRETZEL 1952), sowie die Strukturvielfalt des Lebensraumes (SCHÄFER 1980) von großer Bedeutung. Abiotische Faktoren spielen wahrscheinlich für die Arten- und Individuenarmut der Weinfläche eine untergeordnete Rolle, da der beschattete Innenraum und die relativen Feuchtigkeitswerte den Efeuflächen im Innenhof und an der Rantzaubau-Vorderseite ähneln. Entscheidender für die geringere Besiedlung von Spinnen am Wein scheint der räumliche Aufbau der Weinpflanze zu sein, der viel einfacher ist als beim Efeu. Dieser Aspekt wird auch von BARTFELDER & KÖHLER (1987) in ihrer Arbeit als wichtiger Besiedlungsfaktor für Spinnen an begrünten Fassaden genannt. Möglicherweise werden den Spinnen am Wilden Wein zu wenig besiedlungsfähige Strukturen angeboten.

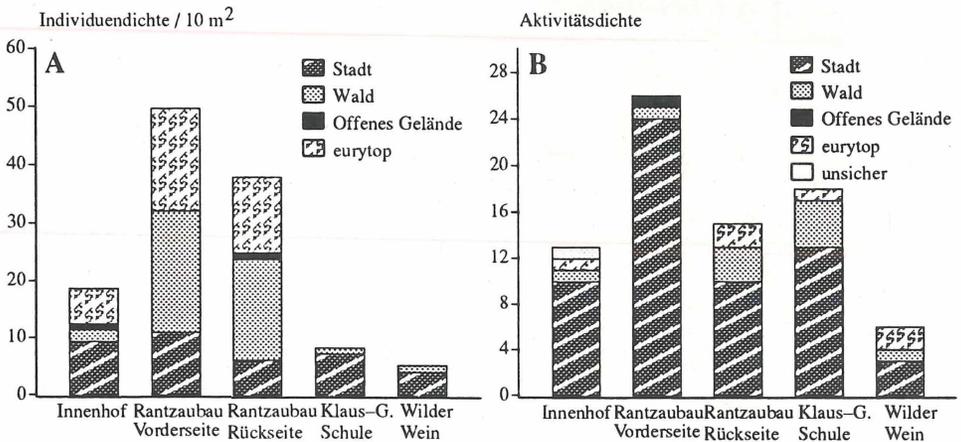


Abb. 6: Verteilung der Spinnen-Individuen an den 5 Standorten hinsichtlich ihrer Biotopansprüche. A: Saugproben, B: Becherproben. Die Aktivitätsdichte bezieht sich auf 9 Parallelproben/Standort über den gesamten Untersuchungszeitraum.

Aber auch die zur Verfügung stehenden Nahrungsgrundlagen könnten eine Rolle spielen; der Wein zeichnet sich insgesamt durch weniger Individuen aus als die Efeuflächen. Über die Nahrungspräferenzen von Spinnen ist relativ wenig bekannt. Die meisten von ihnen sind wohl oportunistisch. So beschreibt SACHER (1983), daß *Tegenaria atrica* Neuroptera (Netzflügler) als Beute verschmäht, sie sogar aus dem Netz wirft. *Oonops domesticus* scheint auf Psocoptera spezialisiert zu sein. Collembolen sind besonders für kleine Spinnenarten und juvenile Araneida neben anderen Kleininsekten eine wichtige Nahrung (SIMON 1967, IRMLER & HEYDEMANN 1988). An den Efeuflächen wurden häufig die eingesponnenen und ausgesaugten Überreste von Käfern, vor allem Coccinellidae, Curculionidae, Lathridiidae, Dermestidae und Anobiidae gefunden. Diese Tiere traten am Wein mit viel geringeren Individuenzahlen auf.

Coleoptera (Käfer)

In der vorliegenden Untersuchung wurden insgesamt 390 Käfer in den Becherproben und 582 in den Saugproben erfaßt. Sie verteilen sich auf 32 Arten, die aus 13 Familien stammen (Tab. 4). Fast alle Arten sind weit verbreitet und treten häufig bis sehr häufig auf. Seltener dagegen sind *Clitostethus arcuatus* und *Orthoperus punctatus*, weniger häufig kommen *Anthrenus fuscus* und *Ocypus ater* vor.

Die Art *Cartodere elongata* war die individuenreichste Lathridiide bei beiden Methoden. Weiter häufig vorkommende Arten waren *Ptinus fur* mit deutlichem Schwerpunkt an der Klaus-Groth-Schule, sowie *Ochina ptinoides*, ein Anobiide, dessen Larven in altem trockenem Efeuholz leben und daher auch am Weinstandort fehlen.

Die Ordnung Coleoptera umfaßt Familien bzw. Arten mit ganz unterschiedlichen Nahrungsansprüchen. Aus diesem Grund wurden die Käferarten nach Nahrungsansprüchen getrennt (Abb. 7).

Zu den mycetophagen (Pilze verzehrenden) Käfern gehören alle Lathridiidae sowie *Cryptophagus scanicus*. Die Arten kommen in verschiedensten Lebensräumen vor, wo sich vermoderndes, schimmeliges Pflanzenmaterial angesammelt hat. Allerdings scheinen *Enicmus minutus* und *Cartodere elongata* ihren Verbreitungsschwerpunkt im Siedlungsbereich zu haben, denn nach KLAUSNITZER (1988) gelten beide als synanthrop. *Cartodere elongata* kommt auch in Vogelnestern und in Häusern vor, wo sie sich z. B. von Tapetenschimmel ernährt (WEIDNER 1952). Aber auch die beiden anderen Lathridiidae sind in Städten zu finden. So berichtet SCHWEIGER (1960) von *Corticarina gibbosa* auf Bombenruinen, und TOPP (1972) erfaßte *Lathridius nodifer* im schimmeligen Heu im Alten Botanischen Garten von Kiel.

Typische Bewohner von Kompost und anderen sich zersetzenden pflanzlichen Abfällen (saprophag) sind *Cercyon analis*, *Orthoperus punctatus*, der auch Vogelnester besiedelt, und *Autalia rivularis*. Letztere Art ernährt sich auch von Aas, genau wie *Ptomaphagus sericatus*, der in Säugerhöhlen lebt. Von *Ptomaphagus sericatus* gibt es eine Reihe von Berichten über Vorkommen in Städten (WEIDNER 1952, SCHWEIGER 1960, KLAUSNITZER 1980, TOPP 1972). *Anthrenus fuscus* ist ebenfalls oft im menschlichen Siedlungsbereich zu finden. Die Larven leben in Nestern, Baumhöhlen oder unter Rinde und ernähren sich von chitin- und keratinhaltigen Materialien, während die Imagines teilweise auch auf Blüten gehen. *Ptinus fur* (Kräuterdieb) ist eine synanthrope Art. Er lebt in Gebäuden oder in alten Bäumen und Vogelnestern (WEIDNER 1952). Der Kräuterdieb hat ein geringes Feuchtigkeitsbedürfnis und ernährt sich von getrockneten organischen Substanzen, wie z. B. Gewürzen, getrockneten Kräutern, Getreide und Textilien.

Außer *Meligethes aeneus* gehören ausschließlich Curculionidae zu den phytophagen Käfern dieser Untersuchung. Die *Otiorhynchus*-Arten sind polyphag, ihre Larven ernähren sich von Pflanzenwurzeln und können manchmal schädlich werden. *Otiorhynchus sulcatus*, der häufigste Rüsselkäfer in dieser Untersuchung, kommt außer in Ortschaften auch im offenen Gelände auf Büschen vor. Er frißt Knospen, Blätter und junge Triebe. *Otiorhynchus singularis* lebt in Wäldern, an Waldrändern und in Gebüsch, verzehrt neben Blättern und Knospen auch Rinde und verwelktes Laub. *Otiorhynchus ovatus* frißt an krautigen und holzigen Pflanzen. *Otiorhynchus rugosostriatus* lebt gewöhnlich in Gärten, im offenen Gelände und in lichten Wäldern. Die Imagines sind polyphag an Kräutern, Holzpflanzen und speziell auch am Efeu. Sie gehört zu den potentiell gefährdeten Arten (ZIEGLER et al. 1994). Was die übrigen 3 phytophagen Käferarten betrifft, so scheint es fraglich zu sein, ob die Kletterpflanzen von ihnen als Nahrungsressource genutzt werden. *Ceutorhynchus assimilis*, der Rapschotenrüßler, *Ceutorhynchus quadridens* (gefleckter Kohl- und Rapsrüßler) und *Meligethes aeneus*, der Rapsglanzkäfer leben nämlich überwiegend an Kreuzblütlern.

Ochina ptinoides ist eine Charakterart des Efeus. Ihre Larven besiedeln das trockene alte Holz. *Anobium punctatum*, der Gemeine Holzwurm, wurde nur mit einem Individuum erfaßt. Die Art lebt überwiegend in verbautem Holz.

Unter den zoophagen Arten spielen vor allem die Marienkäfer eine wichtige Rolle. Bis auf eine Art sind alle der hier erfaßten Coccinelliden Blattlausjäger. Nur *Clitostethus arcuatus* ernährt sich hauptsächlich von den Aleyrodina (Mottenschildläusen) (KLAUSNITZER & KLAUSNITZER 1979). Diese Art ist auch in anderer Hinsicht interessant: *Clitostethus arcuatus* ist nicht häufig und kommt aus dem südeuropäischen bzw. süddeutschen Raum. Er lebt unter anderem an altem Efeu. Die Art, von der 5 Individuen erfaßt wurden, kam nur an der Klaus-Groth-Schule vor. Ebenfalls nur an diesem Standort wurde ein Individuum von

Tab. 4: Aktivitätsdichten (WF) und Individuendichten (n/10m² Wandfläche) der Coleoptera-Arten. Die Aktivitätsdichten beziehen sich auf 9 Parallelproben/Standort über den gesamten Untersuchungszeitraum.

	Innenhof		Rantzabau Vorderseite		Rückseite		Klaus-Groth-Schule		Wein	
	WF	n	WF	n	WF	n	WF	n	WF	n
Lathridiidae:										
<i>Cartodere elongata</i>	26	6	103	3	28	13	.	.	.	.
<i>Lathridius nodifer</i>	18	5	2	1	2	3	3	2	4	.
<i>Corticarina gibbosa</i>	.	1	1	3	2	1	.	.	2	.
<i>Ericmus minutus</i>	.	.	.	.	1	.	8	.	.	.
<i>Lathridius sp.</i>	.	1	.	.	.	.	.	.	.	.
Ptinidae:										
<i>Ptinus fur</i>	.	1	.	1	.	1	28	16	1	.
Anobiidae:										
<i>Ochina ptinoides</i>	.	1	8	51	14	99	7	53	.	.
<i>Anobium punctatum</i>	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Nitidulidae:										
<i>Meligethes aeneus</i>	7	21	.	2	4	10	.	1	10	.
Curculionidae:										
<i>Otiorhynchus sulcatus</i>	6	8	6	7	1	1	.	.	.	.
<i>Otiorhynchus ovatus</i>	.	.	.	1	.	1	2	1	.	.
<i>Otiorhynchus singularis</i>	.	1	.	1	.	.	.	.	.	.
<i>Otiorhynchus rugosostriatus</i>	.	4	.	1	.	.	.	.	.	.
<i>Ceutorhynchus assimilis</i>	1	4	.	.	7	3	.	4	4	.
<i>Ceutorhynchus quadridens</i>	.	3	.	.	.	3	.	.	1	.
Dermeestidae:										
<i>Anthrenus fuscus</i>	.	.	4	.	2	10	.	2	.	1
Coccinellidae:										
<i>Coccinella septempunctata</i>	2	4	.	6	.	3	.	5	.	1
<i>Adalia bipunctata</i>	1	1	.	2	.	.	.	.	.	.
<i>Adalia decempunctata</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	1	.
<i>Aphidecta oblitterata</i>	.	.	.	.	.	.	.	3	.	.
<i>Clitostethus arcuatus</i>	.	.	.	.	.	.	3	2	.	.
Cryptophagidae:										
<i>Cryptophagus scanicus</i>	2	2	1	.	.	.	.	.	.	.
Catopidae:										
<i>Ptomaphagus sericatus</i>	.	.	1	.	2	.	.	.	1	.
Corylophidae:										
<i>Orthoperus punctatus</i>	.	.	2	1	.	1	.	.	.	.
Staphilinidae:										
<i>Aloconota gregaria</i>	1	.	1	.	.	.	.	.	.	.
<i>Autalia rivularis</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	1	.
<i>Ocypus ophthalmicus</i>	.	.	1	.	.	.	.	.	.	.
<i>Ocypus ater</i>	.	.	1	.	.	.	.	.	.	.
Hydrophilidae:										
<i>Cercyon analis</i>	.	1	.	.	.	.	.	.	.	.
Carabidae:										
<i>Amara eyrinota</i>	.	.	.	.	.	.	1	.	.	.
<i>Pterostichus melanarius</i>	.	.	1	.	.	.	.	.	.	.
Summe Individuen	65	71	132	79	63	149	52	88	25	3
Summe Arten	10	17	13	13	10	13	7	10	9	2
Jungtiere	22	2	14	12	4	4	9	3	4	1

Aphidecta oblitterata gefunden. Diese Art ist auf Coniferen-Blattläuse spezialisiert und wahrscheinlich eher ein Irrgast am Efeu. Sie ist eventuell von dem gegenüberliegenden Südfriedhof mit seinen zahlreichen Nadelbäumen herübergeflogen. Die übrigen 4 Marienkäferarten sind weit verbreitet und häufig. *Adalia bipunctata* geht zur Überwinterung gern in Häuser (KLAUSNITZER & KLAUSNITZER 1979). Die verbleibenden räuberischen Arten wur-

den nur mit einem oder zwei Tieren erfaßt. *Aloconota gregaria* lebt in vielen Lebensräumen und ist häufig. *Ocypus ophthalmicus* ist in Gärten zu finden und *Ocypus ater* in Kompost oder ähnlichem sowie in Kellern. *Pterostichus melanarius* ist weit verbreitet und eine dominante Art der Agrozöosen („Kulturfolger“).

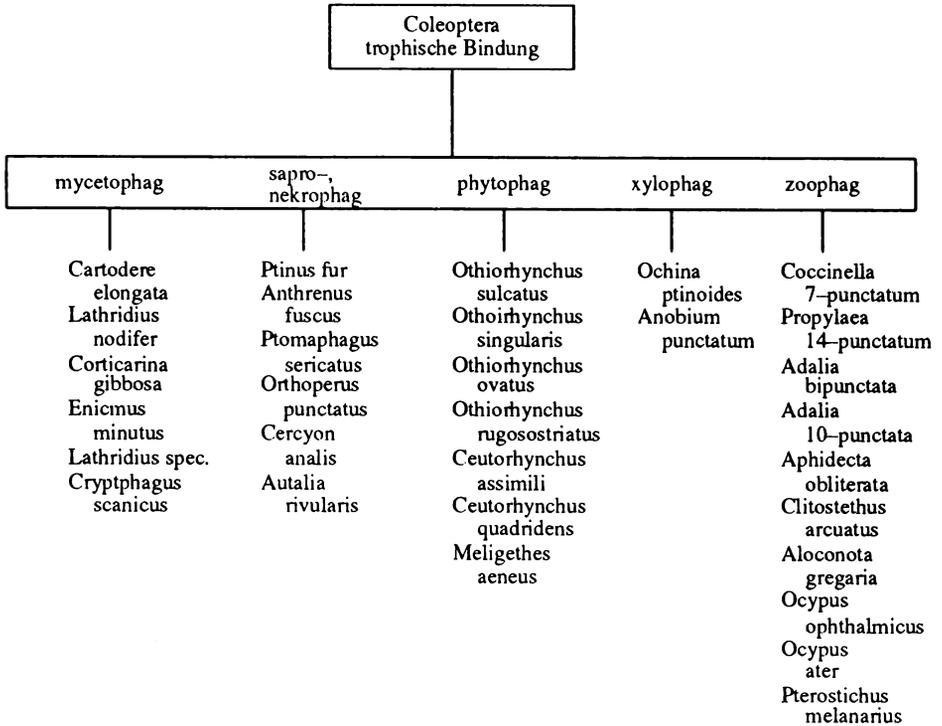
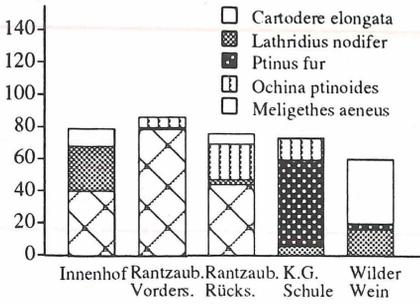


Abb. 7: Die Nahrungsansprüche der Coleoptera-Arten.

Die Aktivitätsdichten der mycetophagen Käfer waren auf den Efeuflächen im Innenhof und am Rantzaubau am höchsten, was hauptsächlich durch *Cartodere elongata* verursacht wurde (Abb. 8). Ihr Anteil an der Gesamtindividuenzahl des Standortes lag im Innenhof bei 71%, an der Rantzaubau-Vorder- und -Rückseite bei 80% bzw. 53%. An der Klaus-Groth-Schule waren die Nekrophagen, vertreten durch *Ptinus fur*, mit 54 % Individuenanteil die stärkste Gruppe. Am Wein lag der Individuenanteil der myceto-, sapro- und nekrophagen Käfer zusammen nur bei 36 %. Hier zeigten die Phytophagen, *Meligethes aeneus* und die *Ceutorhynchus*-Arten, die höchste Aktivitätsdichte (60 %).

Aktivitätsdominanz (%)



Individuendominanz (%)

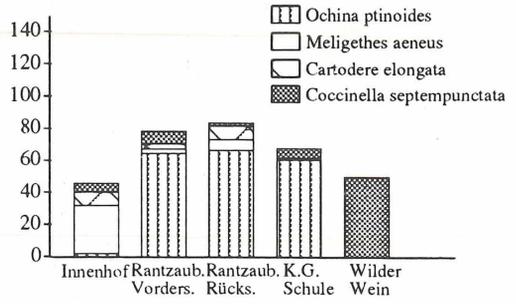
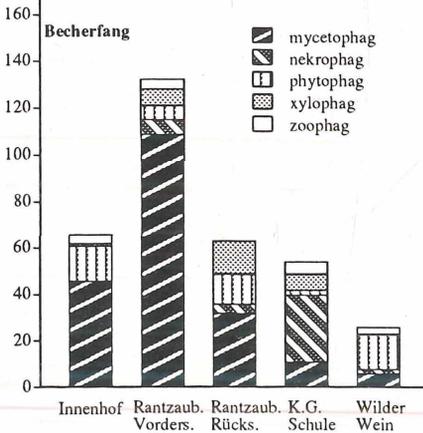


Abb. 8: Aktivitätsdominanz (Becherfang) und Individuendominanz (Saugfang) der häufigsten Käferarten bezogen auf 9 Parallelproben über den gesamten Untersuchungszeitraum.

Die Auswertung der Saugfänge (Abb. 8 und. Abb. 9) ergab sehr hohe Individuendichten der xylophagen Käfer, die auf *Ochina ptinoides* am Rantzaubau und an der Klaus-Groth-Schule mit Anteilen zwischen 61 % und 67 % zurückzuführen sind. Die myceto- und nekrophagen Käfer sind zwar in den Saugfängen in geringerem Umfang erfaßt worden, ergeben aber dennoch ein ähnliches Bild wie in den Becherproben. Der Anteil der Mycetophagen war an der Klaus-Groth-Schule im Vergleich zu den übrigen Efeuflächen viel geringer. Dafür war hier der Anteil der Nekrophagen höher. Am Wein fehlten die mycetophagen Tiere sogar völlig.

Aktivitätsdichte



Individuendichte /10m²

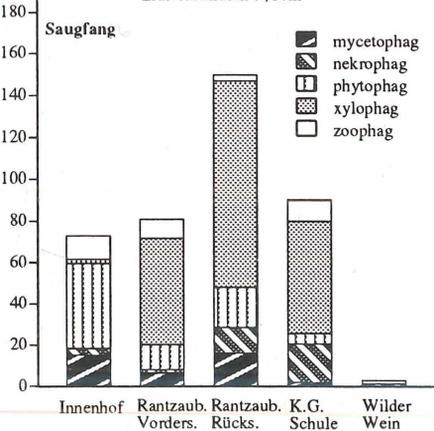


Abb. 9: Aktivitäts- und Individuendichten der Käfer-Nahrungsgruppen an den Untersuchungsflächen.

Ein Zusammenhang zwischen der Besiedlungsdichte bzw. Aktivitätsdichte und dem Angebot an verpilztem Detritus scheint auch für die mycetophagen Käfer, die Lathridiidae und Cryptophagidae, zu bestehen. Diese weisen an der Klaus-Groth-Schule und am Weinstandort weitaus geringere Individuenzahlen und weniger Arten auf als am Innenhof-Efeu und an den Rantzaubaufflächen.

5. Diskussion

Die untersuchten Kletterpflanzenbestände zeichnen sich im Inneren des Bewuchses durch ein von der Umgebung abgrenzbares Mikroklima aus. Zum einen ist die relative Luftfeuchtigkeit im Bewuchs höher als außerhalb, zum anderen stellt sich ein ausgeglicheneres Temperaturmilieu ein. Für die graduellen Unterschiede im Mikroklima der einzelnen Untersuchungsflächen dürften die Exposition der Hauswände, die Umgebung sowie die Dichte und Struktur des Bewuchses verantwortlich sein.

An allen Standorten fanden sich neben euryöken, darunter viele Coleoptera (Käfer), zahlreiche ombro- und hygrophile Arten. Besonders unter den Collembola (Springschwänze) und den Araneida (Spinnen) waren aber auch thermophile Arten zu finden.

Im Gesamtspektrum der an den Kletterpflanzen angetroffenen Arthropoda sind alle Nahrungsgruppen vertreten (Abb. 10). Die vorhandenen Nahrungsressourcen der Pflanzen, wie z. B. Blätter oder Detritus, werden von phyto- und nekrophagen Tieren genutzt. Im Efeu, der insgesamt über ein größeres Nahrungsangebot verfügt, finden Altholzbewohner Lebens- und Entwicklungsmöglichkeiten. Die Räuber und Parasiten leben von den in den Kletterpflanzen lebenden Arthropoden.

Die Fauna der Kletterpflanzen weist neben synanthropen, meist gebäudebewohnende Arten besonders unter den Spinnen, viele eurytope sowie Waldarten auf. Aber auch Bewohner der offenen Landschaft kamen vor. Ein großer Anteil der nicht synanthropen Arten gehört zu den arboricolen (Gehölze besiedelnden) Tieren, die nach KLAUSNITZER (1988) in der Stadt gute Lebensbedingungen finden. Als Spezialist trat der Pochkäfer *Ochina ptinoides*, eine im Efeuholz lebende Art, auf. Verschiedene Untersuchungen zeigen, daß sich in der Stadt aber auch homogenere Zönosen entwickeln können. So fand TOPP (1972) im Alten Botanischen Garten im baumbestandenen Bereich zum großen Teil Waldbewohner aller Trophiestufen. Zu einem entsprechenden Ergebnis kam SCHÄFER (1973) bei der Untersuchung der Spinnenfauna des gleichen Biotops. Auch hier war der Anteil an Waldarten recht groß, während eurytope und synanthrope Tiere nur ganz gering vertreten waren. Ähnliches beschreibt auch SUKOPP et al. (1982) für Parkanlagen und Friedhöfe, in denen es zur Ausbreitung von Waldarten kommt. Und schließlich fand ZELTNER (1989) auf einer extensiv gepflegten Wiese im Stadtbereich eine Spinnenfauna, die der entsprechender Biotope außerhalb der Stadt sehr ähnlich war.

Die Artengemeinschaften der Kletterpflanzen entsprechen dagegen mehr denen kleiner, verinselter Restbiotope. MADER (1981) fand heraus, daß sich mit zunehmender Isolation und Verkleinerung einer Waldfläche die Zahl von Waldarten verringerte, während standortfremde, wie in diesem Fall Feldarten, sowie viele eurytope Arten zunahm. Zwar handelt es sich bei den begrünten Fassaden nicht um Reste einer ursprünglich größeren Vegetationsfläche; dennoch entsprechen sie dem oben gesagten in ihrem Inselcharakter.

Ein weiteres Indiz dafür sind die geringen Individuenzahlen, die auch charakteristisch für die von HAGEDOORN & ZUCCHI (1989) und BARTFELDER & KÖHLER (1987) untersuchten Kletterpflanzen-Zönosen waren. Interessant in dem Zusammenhang ist, daß sich unter den Spinnenarten, die an 3 bis 5 Standorten vorkamen, überwiegend die synanthropen Gebäudebewohner befanden, während die nicht synanthropen Arten nur an ein bis zwei Standorten angetroffen wurden. Das verstärkt den bereits geäußerten Eindruck einer zufälligen Verteilung der Arten an den Flächen. Nach ZELTNER (1989) entscheidet der Zufall um so mehr über die Besiedlung, je kleiner die Fläche wird.

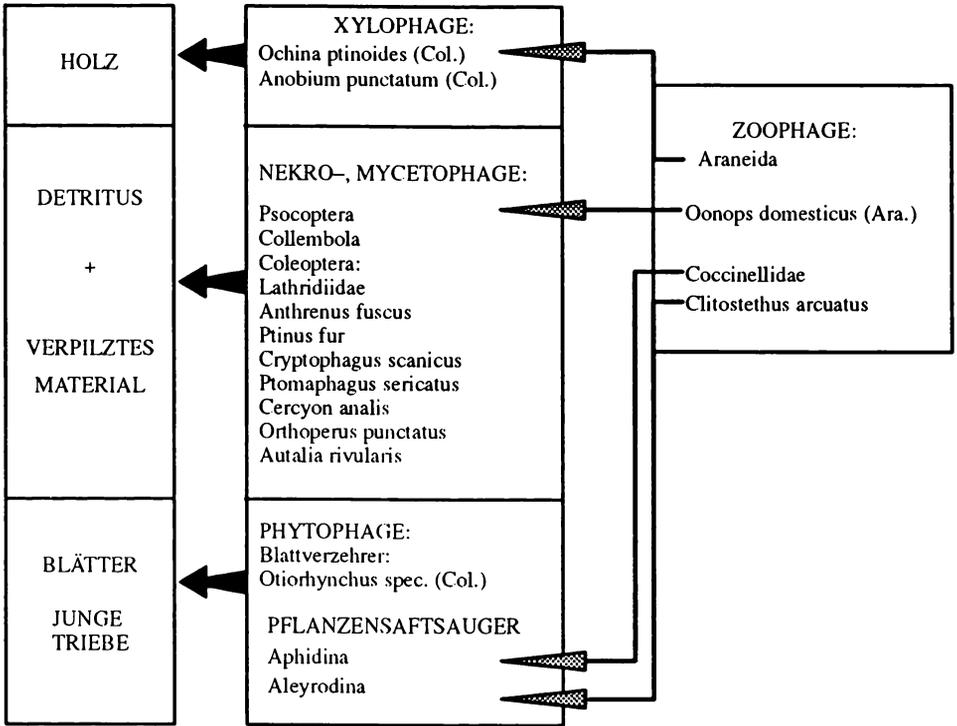


Abb. 10: Trophische Beziehungen der untersuchten Tiergruppen im Kletterpflanzenbewuchs.

Ob die Tierarten, die mit wenigen Individuen vertreten waren, sich an den Standorten schon etabliert hatten, kann nach einer einjährigen Untersuchung nicht gesagt werden. Allerdings sind sehr kleine Populationen überaus störanfällig und nach MAC ARTHUR & WILSON (1967) „ist ihr Schicksal oft innerhalb weniger Generationen besiegt“.

In den untersuchten Kletterpflanzen fanden sich unter den juvenilen Coleoptera und Araneida hauptsächlich Tiere, die zu den häufigeren Arten gehörten, wie *Anthrenus fuscus* (Dermestidae, Coleoptera), Coccinelliden-Larven, *Theridion tinctum* (Araneida), *Philodromus aureolus* (Araneida), *Oonops domesticus* (Araneida) und *Tegenaria domestica* (Araneida). Diese Arten konnten hier vielleicht schon beständigere Populationen aufbauen.

Dominanzverhältnisse, in denen eine oder zwei überaus dominante Arten den übrigen Arten mit meist äußerst geringen Individuenzahlen gegenüber stehen, kennzeichnen instabile Verhältnisse. Solche „Superdominanten“ sowie auch die temporären Zuwanderer verhindern nach MADER (1983) eine zeitliche Stabilisierung des Artenspektrums und behindern die Entwicklung von Anpassungs- und Regulationsmechanismen innerhalb der Zönose.

Nach diesen Ausführungen deutet vieles darauf hin, daß es sich nicht um stabile, gewachsene Lebensgemeinschaften an den begrünten Wänden handelt. BARTFELDER & KÖHLER (1987) bezeichnen die Fauna der Kletterpflanzen als Pioniergemeinschaft.

Daraus zu schließen, daß die Kletterpflanzen an Hauswänden eher von geringer Bedeutung für die Arthropoda sind, würde dem Lebensraum nicht gerecht werden. Begrünte Fassaden können als sogenannte Trittsteine fungieren, die Tieren das Überbrücken einer lebensfeindlichen Umwelt zwischen möglichen Besiedlungsgebieten erleichtern oder als Refugien dienen (MADER 1981, MAC ARTHUR & WILSON 1967). Durch solche Trittsteine können die Barrierewirkungen der Stadt verringert bzw. günstige Stadtbiootope, wie z. B. Parks, besser besiedelt werden. So sind begrünte Straßenränder und Bahndämme wichtige Einwanderungs- und Durchgangsstraßen für Tiere (SCHWEIGER 1960). Eben dies Funktionen können auch von Fassadenbegrünungen übernommen werden. Bemerkenswert ist in diesem Zusammenhang das Vorhandensein seltener Tierarten im Fassadenbewuchs.

Allerdings könnte die Besiedlungssituation verbessert werden, wenn größere Wandflächen zusammenhängend begrünt werden. Damit würde sich nicht nur die Zufälligkeit der Besiedlung vermindern, sondern die Minimalarealanprüche für mehr Arten könnten erfüllt werden (HEYDEMANN 1981).

Die Begrünung von Hauswänden bietet ein enormes Flächenpotential. Horizontale Ausdehnungen von Grünflächen sind in der Stadt meist nur in geringem Umfang zu realisieren, da sie den menschlichen Nutzungsinteressen entgegenstehen. Die ungenutzten Flächen der Städte wie Hauswände oder -dächer bieten viel Platz zum Begrünen. Dadurch würde Arthropoden mehr Lebensraum gegeben werden. Darüber hinaus hat die Wandbegrünung auch noch andere nützliche Eigenschaften. Im Sommer übt sie eine kühlende Wirkung auf das Gebäudeinnere aus und durch immergrüne Pflanzen, wie den Efeu, wird im Winter eine wärmeisolierende Wirkung erreicht (BAUMANN 1983). Daneben können Pflanzen die Stadtluft verbessern, da sie einen Teil der Stäube an sich binden.

6. Zusammenfassung

In der Zeit vom 30. 5. – 3. 10. 1990 wurden im Stadtgebiet von Kiel die Arthropoda-Lebensgemeinschaften von fünf begrünten Hauswänden untersucht. Vier der Hauswände waren mit *Hedera helix* (Efeu) bewachsen, eine mit *Parthenocissus tricuspidata* (Wildem Wein). Zur Erfassung der Arthropoda wurden Becherfallen in den Bewuchs gehängt. Ergänzend dazu wurden Saugproben genommen.

Mikroklimatische Messungen ergaben im Bewuchs ein ausgeglicheneres Temperaturmilieu und eine höhere relative Luftfeuchte als in der Außenluft, deren Ausprägung von der Bewuchsdichte, der Exposition und der Umgebung der betreffenden Hauswand abhing. Es wurden insgesamt aus 18 Arthropoda-Ordnungen mit den Bechern 2148, mit den Saugproben 1948 Individuen gesammelt.

Unter den erfaßten Arthropoda waren alle Trophiestufen vertreten. Die nekro-, sapro- und mycetophagen Arten fanden besonders im Efeu ein gutes Angebot an Detritus und verpilztem Material. Bei den Phytophagen traten mit großen Individuenzahlen die Pflanzensaftsauger auf. Blattfraß wurde nur am Efeu festgestellt. Die dafür verantwortlichen Tiere sind durchweg polyphag zu nennen. Eine zusätzliche Attraktion stellten die Blüten des Wilden Weins und des Efeus für einige Hymenoptera und Diptera dar. Im Efeu wurde als einzige Charakterart dieser Pflanze der Anobiide (Pochkäfer) *Ochina ptiinoides* gefunden. Seine Larven leben in altem trockenem Efeuholz. Die räuberischen Tiere waren hauptsächlich durch die Spinnen und Coccinellidae (Marienkäfer) vertreten.

Die Araneida, Coleoptera und Collembola wurden bis zur Art bestimmt. Dabei entfielen auf die Spinnen 22, auf die Käfer 32 und auf die Springschwänze 20 Arten. Neben synanthropen Arten waren Waldarten und eurytope Arten stark vertreten. Bewohner offenen

Geländes wurden weniger angetroffen. Ein großer Teil der im Kletterpflanzenbewuchs gefundenen Arten war hygrophil und ombrophil, wie die meisten Collembola und viele Araneida, oder euryök. Außerdem traten noch einige thermophile Arten auf.

Für die Besiedlung von Kletterpflanzen an Hauswänden scheinen folgende Punkte von Bedeutung zu sein:

- Je größer das Angebot an Detritus und verpilztem Substrat war, um so bessere Entwicklungsmöglichkeiten ergaben sich für die nekro-, sapro- und mycetophagen Arten. Diesbezüglich waren die Efeuflächen im Innenhof und am Rantzaubau am besten ausgestattet.
- Die Strukturvielfalt des Lebensraumes ist für die Spinnen von großer Bedeutung. Da der Efeu struktureicher als der Wein ist, war die Spinnenfauna an den Efeuflächen arten- und individuenreicher.
- Bei den zum großen Teil sehr feuchtebedürftigen Collembola zeigte sich eine Beziehung zwischen Artenvielfalt eines Standortes und der relativen Feuchte im Bewuchs.

Die meisten Arten waren nur mit äußerst wenigen Individuen vertreten. Demgegenüber standen wenige Arten, die außerordentlich hohe Dominanzen erreichten. Die Struktur der Zönosen entspricht der von kleinen Inselhabitaten. Sie haben den Charakter einer Pionierbesiedlung. Demnach muß vermutet werden, daß die Lebensgemeinschaften der Kletterpflanzen hinsichtlich der untersuchten Ordnungen zeitlich nicht stabil sind.

7. Summary

Between May and September 1990 several groups of arthropods have been examined in the vegetation of 5 different house walls. Four walls were covered with ivy (*Hedera helix*) and one wall with vine (*Parthenocissus tricuspidata*). Arthropods were registered by pitfall and suction traps. Microclimatic measurements resulted in a compensated climate concerning temperature and humidity compared with climate outside the vegetation. Among the investigated arthropod groups different trophic levels were represented. The saprophagous and mycetophagous species were numerous in the ivy, because of a good offer of fungi and detritus. Among the plant feeders the sucking species were also well established in the ivy. Generally the plant feeders were mainly polyphagous. Only one monophagous species, the Anobiidae *Ochina ptinoides*, was found in the ivy. In total 22 species of spiders, 32 beetle species and 20 species of springtails were determined. Species originating from forest biotopes dominated besides synanthropous and euryecious species, whereas species from open fields were less represented. Most of the species in the vegetation were hygrophilous and ombrophilous. Additionally some thermophilous species occurred. The following results seem to be of general importance:

- the food resources with detritus and fungi determine the abundance of numerous species; the structure of the habitat is important for spiders.
- Since vegetation structure in ivy is more diverse than in vine, ivy contains more species and individuals.
- Correlations exist between humidity and both the abundance and the species number of Collembola.

Abundance was low for most species. Only few species reached considerable high abundances. The heterogenous structure of the community indicates the habitat of the wall vegetation as an island habitat and pioneer community. Therefore, it can be supposed that the community of house wall vegetation is very instable.

Untersuchungen zum Blütenbesuch von tagaktiven Insekten an Gartenzierpflanzen

Von Hella Schmidt-Adam und Joachim Stuhr

1. Einleitung

Das Wort „Garten“ stammt nach LUTZE (1986) vom gotischen Wort „garda“, was ein mit Gerten eingefriedigtes, holzummanteltes Gelände bedeutet. Anfangs war die Anlage von Gärten eine frühe Form von Rationalisierung, man ersparte sich die langwierige Suche nach essbaren Pflanzen und den mühseligen Transport. Somit waren die ersten Gärten Nutzgärten, wo Obstsorten, Gewürz- und Heilpflanzen gezogen wurden. Erst nach und nach gewann die Ästhetik schöner Blüten in Gärten an Bedeutung. Mehr und mehr drangen „fremde“ Pflanzen in die mitteleuropäischen Gärten ein. Als Folge der Entdeckung neuer Schifffahrtswege, den dadurch aufblühenden Handel und die Exkursionen von Privatgelehrten sind im 17. – 19. Jahrhundert viele, heute überall verbreitete Gartenpflanzen zu uns gelangt, wie z.B. Dahlie, Studentenblume, Phlox oder Rudbeckie aus Amerika, Sommeraster, Balsamine und Tränendes Herz aus Asien. Nach dem 2. Weltkrieg hat sich der bürgerliche Garten durch Änderung der Lebensgewohnheiten stark gewandelt. Heute hat der Garten die Aufgabe, Wohnraum im Freien, Naherholungsort am Wochenende, Spielplatz etc. zu sein. Die Artenvielfalt und Variabilität der Zierpflanzen, die im Barock eine Hochblüte erlebte, wurde durch die weitere Entwicklung immer mehr zurückgedrängt. Viele alte Pflanzenarten gerieten in Vergessenheit. In jüngster Zeit wird eine neue Gartenform propagiert, der „Naturnahe- und der Ökogarten“. Es wird dabei versucht, die Natur durch das Anlegen z.B. von Trockenrasen und Brachflächen, Blumenwiesen, Tümpeln und Niedermoorbereichen nachzugestalten. Anfangs wurden dafür oft Restbestände schöner und seltener Wildpflanzen oder deren Saaten geplündert. Inzwischen sind viele Wildpflanzenarten in nahezu jeder Gärtnerei zu bekommen. Die vorliegende Arbeit beschäftigt sich mit der Frage, welche Bedeutung ausdauernde und einjährige Gartenzierpflanzen für die einheimischen potentiellen Bestäuber haben.

2. Untersuchungsgebiet

Das Gelände mit den untersuchten Zierpflanzenarten befindet sich an der Christian-Albrechts-Universität zu Kiel und gehört zu der Forschungsstelle für Ökosystemforschung und Ökotechnik. Es ist ca. 1ha groß und wird heute für wissenschaftliche Untersuchungen genutzt. Es sind dort kleinräumig sehr viele Biotoptypen Schleswig-Holsteins vertreten, z.B. Sandtrockenrasen, Dünen und Heiden, Sumpf-, Nieder- und Hochmoorgewässer, Teich-, See- und Wegrandflächen, Knick, Ruderal-, Brache- und Grünlandbereiche. Die Beete auf denen die Zierpflanzen eingesetzt wurden, werden nach Norden von den mit einem Grasdach versehenen Laboreinheiten abgeschirmt. Nach Westen und Osten schließen eine 180 cm hohe Reetmattenwand und dahinter liegende Knicks das Gelände zu den Nachbarflächen ab. Die Zierpflanzen wurden auf quadratische Beete von je 1 m² Fläche gesetzt. Da die Blüten leicht von allen Seiten erreichbar sein sollten, sind die Quadrate von

schmalen, ca. 25 cm breiten Wegen eingerahmt. Jedes Beet war flächendeckend mit einer Pflanzenart bewachsen. Die höchsten Pflanzen befanden sich jeweils im Zentrum oder am Nordrand eines Beetkomplexes, um eine Beschattung zu vermeiden. Weil ein zufälliger Anflug von Blütenbesuchern ausgeschlossen werden sollte, wurden keine Blüten gleicher Farbe und gleichen morphologischen Gestalttyps in unmittelbare Nachbarschaft gesetzt. Aus dem gleichen Grund wurden Pflanzenarten mit verschiedenen Blühzeiten nebeneinander gepflanzt.

3. Material und Methoden

Im Jahre 1986 wurden an 199 Zierpflanzen Blütenbesuchsprotokolle angefertigt. Diese wurden unter günstigen äußeren Bedingungen (windstill, sonnig) aufgenommen und enthielten Informationen über Pflanzenart, Standort, Datum und Uhrzeit. Pro Aufnahme und Pflanzenart wurde jeweils eine halbe Stunde protokolliert. Die Anzahl einer Insektenart, die sich gleichzeitig auf den Blumen befand, wurde in das Protokoll aufgenommen. Es wurden insgesamt 438 Aufnahmen erstellt. Bei den Vorversuchen 1985 und im Frühjahr 1986 wurden zunächst alle Blütenbesucher mit Ausnahme der Schmetterlinge mit Hilfe eines Exhaustors abgesaugt, abgetötet, präpariert und determiniert. Zusätzlich wurden Tiere in Gläsern gefangen, im Kühlschrank bei 4–60 °C gekühlt, bestimmt und wieder freigelassen.

4. Ergebnisse

4.1 Morphologische Gestalttypen der Blüten

Um den Blütenbesuch von Insekten an Zierpflanzen besser verstehen zu können, ist es wichtig, sich über die Gestalt der Blüten und der damit verbundenen Strategie klar zu werden (Tab. 1). Die Beschreibung und Einordnung der Zierpflanzen in Gestalttypen folgt der Einteilung und Beschreibung von KUGLER (1970).

Tab.1: Einteilung der Zierpflanzen nach ihrem morphologischen Gestalttyp (nach KUGLER 1970).

Morphologischer Gestalttyp	Merkmale	Beispiele
Radiäre Einzelblumen	Blütenkrone flach ausgebreitet	Ranunculales, Malvales
Scheiben- oder Schalenblumen	offene Staubblätter und Stengel, nach oben öffnend (meist)	Liliflorae, Rosales
Trichterblumen	trichterförmige Krone, aufrecht oder schräg stehend, Geschlechtsorgane meist im Trichter eingeschlossen, Nektar wird am Grunde des Fruchthalses abgeschieden	Enzianarten, Winden, Herbstzeitlosen
Glockenblumen	Blüten sind glocken- oder trichterförmig, und hängen immer nach unten, Glockenblumen mit Streueinrichtung (Pollen), Glockenblumen mit klebrigem Pollen	Borretsch Glockenblumen

Morphologischer Gestalttyp	Merkmale	Beispiele
Stieltellerblumen	hier sitzt auf einem senkrechten, röhrenförmigen Kronteil eine waagerechte Scheibe als Ansitzfläche, Blüten meist zu doldigen oder scheindoldigen Infloreszenzen zusammengefaßt, Geschlechtsorgane oft im Innern der Kronröhre	Primulaceae, Boraginaceae, Caryophyllaceae
Dorsiventrale Einzelblüten		
Lippenblumen	Besitz einer Ober- und Unterlippe	
Eigentliche Kippenblumen	die proximale enge Kronröhre öffnet sich im distalen Teil und läuft in Ober- und Unterlippe aus, Geschlechtsorgane meist von der Oberlippe bedeckt	<i>Lavendula spec.</i> , Salbei, Dost
Rachenblumen	weite gekrümmte Röhre, in die der Blütenbesucher ganz eindringen kann, am Eingang der Röhre kleine Lippen oder Säume, die z.T. aber auch fehlen, Geschlechtsorgane im „Rachen“ der Blüte	Eisenhut, Roter Fingerhut
Maskenblumen	Kronröhre sehr weiträumig, aber der Eingang zur Röhre auf den bauchig entwickelten Lippen verschlossen, Geschlechtsorgane im Innern der Röhre	Gartenlöwenmäulchen
Violatyp	gesporntes Kronblatt bildet die Unterlippe	Rittersporn
Verbascumtyp	erinnert an Stieltellerblume, aber dorsiventral mit horizontalen Achsen, meist in traubigen Infloreszenzen	Königskerze
Schmetterlingsblumen	Geschlechtsorgane sind in einem horizontalen Kronteil (Schiffchen) geborgen und werden erst beim Blütenbesuch freigesetzt, indem die Hülle unter dem Druck des Besuchers zurückweicht, aufrecht stehende Fahne und zweiseitige Flügel sind weitere Kronteile, die der optischen Anlockung dienen	Staudenlupine
Infloreszenzen als Blumen		
Köpfchen- und Körbchentyp	köpfchen- oder körbchenartige Infloreszenzen, die aus gleichen oder verschiedenen Einzelblüten zusammengesetzt sind	Aster, Gartenringelblume, Wucherblume, Gernswurz
Bürsten- und Pinselblumen	ährenartige Infloreszenzen, die nicht mit farbigem Kelch- oder Kronblättern werben, sondern bei denen die Lockfunktion von farbigen abstehenden Staubblättern und Narben übernommen wird	Leberbalsam

4.2 Zusammensetzung der blütenbesuchenden Fauna

Die einheimischen Blütenbesucher gehören vier Ordnungen an, den Coleopteren, den Hymenopteren, den Dipteren sowie den Lepidopteren. Die Zusammensetzung der blütenbesuchenden Fauna ist Abb. 1 zu entnehmen.

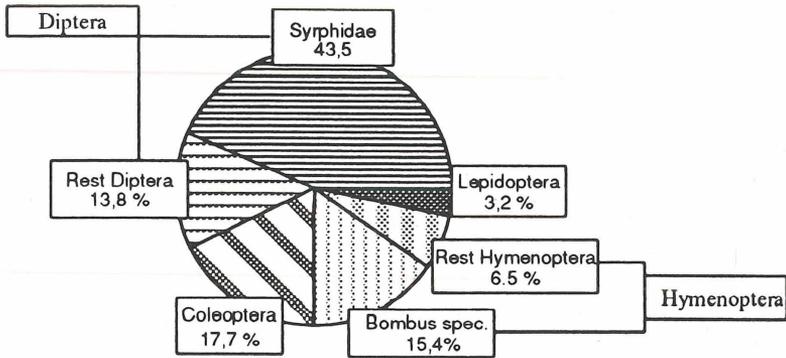


Abb. 1: Zusammensetzung der blütenbesuchenden Fauna.

Demnach stellen mit 57,3 % die Dipteren die größte Bestäubergruppe dar. Davon sind 43,5 % Syrphidae. Als weitere Dipterenfamilie finden sich Bibionidae, Bombyliidae, Empididae, Sepsidae, Calliphoridae, Anthomyidae und Muscidae auf den Blüten ein. Es folgen die Hymenopteren mit 21,9 %. Die Gattung *Bombus* hat einen Anteil von 15,4 %. Weiter sind Vespidae, Colletidae, Andrenidae, Halictidae, Megachilidae und weitere Apidae vorhanden. Der Anteil der Coleoptera beträgt 17,7 %. Dies sind hauptsächlich Vertreter der Nitidulidae, aber es kommen auch Dermestidae, Coccinelidae und Cerambycidae auf den Blüten vor. Den geringsten Anteil am Blütenbesuch zeigen die Lepidoptera mit 3,2 %. Sie setzen sich aus Pieridae, Nymphalidae, Lycaenidae und Noctuiden zusammen.

Die Abb. 2 gibt die Verteilung der vorhandenen Taxa auf die Gesamtartenzahl der untersuchten Zierpflanzen wieder. Die Hummeln, die auf 61,3 % aller untersuchten Zierpflanzen gefunden wurden, weisen das breiteste Nahrungsspektrum auf. Sie nutzen mit Ausnahme des Viola- und Verbascumtyps der Lippenblumen alle morphologischen Gestalttypen der Blumen. 37,1 % der Pflanzen dienen den Schwebfliegen zum Nahrungserwerb. Sie benötigen offen angebotenen Pollen und Nektar. Hauptsächlich sind sie auf Schalen-, Trichter-, Körbchen- und Bürstenblumen zu finden. Dies gilt auch für die Käfer, die nur 27,4 % der angebotenen Zierpflanzen nutzten. Die solitären Bienen stellen den Hauptteil der „restlichen“ Hautflügler. Sie fliegen 21 % der Blüten an. Aufgrund ihrer sehr unterschiedlich gebauten Mundwerkzeuge, ihrer verschiedenen Pollensammelvorrichtungen und ihrer meist kurzen Flugzeit haben viele von ihnen ein recht enges Nahrungsspektrum. Neben den Schwebfliegen suchen die übrigen Fliegen 17,7 % aller angebotenen Zierpflanzen. Sie besuchen mit Vorliebe weiße, gelbliche und braune Blüten mit aminartigem Geruch. Die Schmetterlinge nutzen mit 12,9 % den geringsten Anteil des Blütenangebots. Sie benötigen einen geräumigen Sitzplatz und tiefe Röhrenblüten und besuchen daher fast ausschließlich Stielteller- und Körbchenblüten. Als letztes seien noch die 12,9 % der Zierpflanzen erwähnt, die von keiner der Gruppen besucht wurden. Möglicherweise stand den Hummeln genügend besser zu erreichende Nahrung zur Verfügung.

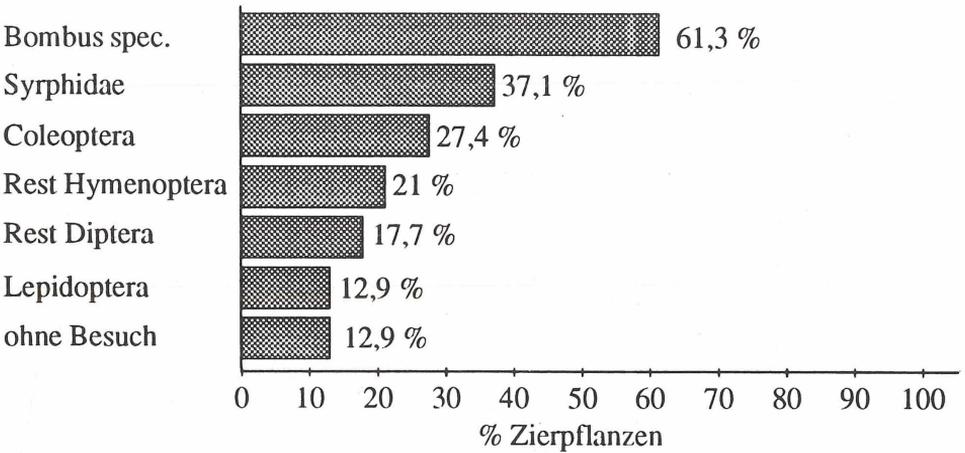


Abb. 2: Verteilung der erfaßten Taxa auf die Gesamtzahl der untersuchten Zierpflanzenarten im Jahr 1986.

4.3 Biologie und Ökologie der Bestäuber

Um die Bedeutung von Gartenzierpflanzen für blütenbesuchende Insekten richtig einzuschätzen muß die Biologie der Blütenbesucher zur Interpretation der Ergebnisse einbezogen werden. Wichtig zur Beurteilung der Nahrungsbeziehungen zwischen Insekten und Pflanzen sind sowohl das saisonale Auftreten der Insektenarten als auch die Zusammensetzung der Biotopkomplexe. Das Nebeneinander unterschiedlicher Biotope ist für das Vorkommen vieler Insektenarten von Bedeutung, da sich Nahrungs-, Larval- und Überwinterungshabitate unterscheiden.

Käfer

Tab. 2 wurde unter Einbeziehung nachfolgender Literatur erstellt: BRAUNS (1976), HEYDEMANN & MÜLLER-KARCH (1980), HIEKE (1974), JACOBS & RENNER (1974), KLAUSNITZER (1978, 1979), ZAHRADNIK (1981, 1985). Die Bestimmung der Arten sowie die Nomenklatur erfolgte nach FREUDE et al. (1976).

Von den 3700 einheimischen Käferarten konnten 8 auf den untersuchten Zierpflanzen nachgewiesen werden. Diese stammen aus vier Familien. Als Vertreter der Dermestidae trat in geringer Zahl *Anthrenus verbasci* auf. Er ernährt sich im Larvalstadium von Chitin und Keratin. Die Imagines, die von Mai bis Juli fliegen, benötigen Pollen und Nektar als Nahrung. Die Vertreter der Coccinellidae fanden sich im Juli und August häufiger auf Blumen ein. Sie sind als Larven und Imagines in erster Linie Blattlausverzehrer. Die Überwinterung findet unter Laub an Waldrändern oft in Massenansammlungen statt. Im Untersuchungsgelände fanden sich im Spätherbst 1986 Tiere im Laub des Knickfußes.

Alle aufgeführten Arten konnten im Untersuchungsgebiet oder seiner unmittelbaren Umgebung ihren gesamten Lebenszyklus durchlaufen, da im Randbereich des Geländes z.B. Brennnesselbestände, Totholz, Gehölze etc. vorhanden waren.

Tab. 2: Biologie und Ökologie der Coleoptera.

Artname	Larven	Flugzeit	Winterverhalten	Zierpflanzenbesuch an
Dermestidae Speck- und Pelzkäfer				
<i>Anthenus verbasci</i> , Wollkrautblüten-, Kabinettkäfer	an Cheratin und Chitin	5–7	überwintert als Larve	<i>Chrysanthemum parthenium</i> , <i>Rosa- marlena-Hybr.</i> , u.a.
Nitidulidae-Glanzkäfer				
<i>Brachypterus urticae</i> , Brennesselglanzkäfer	an Blüten von Brennesseln	5–9	überwintert als Käfer	<i>Chrysanthemum frutescens</i> , <i>Verbascum olypicum</i> , u.a.
<i>Meligethes aeneus</i> , Rapsglanzkäfer	in den Knospen und Blüten des Rapses, Pollenfraß	5–9	überwintert als Käfer in Wäldern unter Laub	<i>Chrysanthemum spec.</i> , <i>Coreopsis tinctoria</i> , <i>Rosa-marlena-Hybr.</i> , <i>Trollius europaeus</i> , <i>Verbascum olypicum</i>
Coccinellidae, Marienkäfer				
<i>Adalia bipunctata</i> , Zweipunkt	Blattlaus- verzehrer	5–9	überwintert als Käfer, oft in kühlen Räumen	<i>Chrysanthemum parthenium</i> , <i>Chrysanthemum carinatum</i> , <i>Ageratum houstonianum</i>
<i>Coccinella septempunctata</i> , Siebenpunkt	Blattlaus- verzehrer	5–9	überwintert als Käfer	<i>Ageratum houstonianum</i> , <i>Mesembryanthemum criniflorum</i> , <i>Rudbeckia hirta</i>
<i>Propylaea quatuordecimpunctata</i> , Geballter Marienkäfer	Blattlaus- verzehrer	5–9	überwintert als Käfer	<i>Chrysanthemum parthenium</i> , <i>Chrysanthemum leucanthemum</i>
Cerambycidae, Bockkäfer				
<i>Leptura rubra</i> , Rothalsbock	in Stubben, Stämmen und Wurzeln von Nadelbäumen	6–9	überwintert als Larve	<i>Chrysanthemum frutescens</i>
<i>Aromia moschata</i> , Moschusbock	in Kopfweiden, Pappeln und Erlen	6–8	überwintert als Larve	<i>Chrysanthemum frutescens</i>

Wespen

Zur Familie der Vespidae gehören die beiden Arten der Gattung *Paravespula* mit sozialer Lebensweise. *Paravespula vulgaris* (Gemeine Wespe) ist holarktisch verbreitet und überall gemein. Das überwinterrnde Weibchen baut ihr Nest im Frühjahr meist unterirdisch in Hohlräumen gern im Bereich von Böschungen. Selten wird das Nest auch in oberirdischen, dunklen Hohlräumen (in Mauern, hohlen Bäumen, Bienenkästen usw.) angelegt. Nektar wird von den Wespen nur zur eigenen Versorgung aufgenommen. Die befruchteten Weibchen überwintern gern in kühlen Räumen.

Paravespula germanica (Deutsche Wespe) kommt in ganz Europa sehr häufig vor, außer in der Polarregion. Ihre Lebensweise ist der von *P. vulgaris* sehr ähnlich. Sie fliegt von Mitte März bis Mitte November. Die befruchteten Weibchen überwintern z.B. unter Rinde, aber auch zu mehreren im alten Nest.

Zur Familie der Eumenidae gehört *Ancistrocerus parietum* (Lehmwespe). Sie kommt in Nord- und Mitteleuropa vor und ist eine verbreitete Art. Die Art hat zwei Generationen im Jahr und nistet im Juni und im August. Die Larven der zweiten Generation überwintern. Im Untersuchungsgelände war sie im August auf der Goldrute und der Strohblume zu finden.

Solitäre Bienen

Von den 405 von HOOP (1973) in Schleswig-Holstein gemeldeten Aculeaten wurden im Untersuchungsgelände 34 Arten festgestellt (Tab. 3). Zu den solitären Bienen gehören 24 Arten aus fünf Familien.

Hylaeus brevicornis kann bis Anfang Oktober gefunden werden, vermutlich hat sie zwei Generationen. Auf den untersuchten Flächen war sie nicht so lange anzutreffen. Die Larven überwintern. Beide Maskenbienenarten waren in der Gartenreseda zu finden, *Hylaeus brevicornis* außerdem auf dem Bienenfreund.

Tab. 3: Biologie und Ökologie solitärer Apoidea (Bienen).

Artname	Nest	Zierpflanzenbesuch vorwiegend an
Colletidae		
<i>Hylaeus signatus</i> (Maskenbiene)	Bezieher alter Nester in Holz, Stengeln u. Lehmwänden	<i>Reseda odorata</i>
<i>Hylaeus brevicornis</i> (Maskenbiene)	Bezieher alter Nester in Holz, Stengeln u. Lehmwänden	<i>Reseda odorata</i> , <i>Phacelia tanacetifolia</i>
Andrenidae		
<i>Andrena haemorrhoa</i> (Sandbiene)	Grabnister im Sand; kleine Kolonien an Wiesenrändern	nur an <i>Salix spec.</i> gefunden
<i>Andrena bicolor</i> (Sandbiene)	Grabnister im Sand	<i>Campanula glomerata</i> , <i>Origanum vulgare</i> u.a.
<i>Andrena varians</i> (Sandbiene)	Grabnister im Sand	<i>Sorbaria sorbifolia</i> , <i>Pulsatilla vulgaris</i> , <i>Myosotis sylvatica</i> , u.a.
<i>Andrena praecox</i> (Sandbiene)	Grabnister im Sand	nur an <i>Salix spec.</i> gefunden
<i>Andrena fulva</i> (Sandbiene)	Grabnister im Sand	<i>Crocus spec.</i> , <i>Myosotis sylvatica</i>
<i>Andrena clarkella</i> (Sandbiene)	Grabnister im Sand	nur an <i>Salix spec.</i> gefunden
<i>Andrena minutula</i> (Sandbiene)	Grabnister im Sand	<i>Solidago canadensis</i> , <i>Chrysanthemum leucanthemum</i> , <i>Tradescantia-Hybr.</i>
<i>Andrena flavipes</i> (Sandbiene)	Grabnister im Sand	<i>Solidago canadensis</i> , <i>Chrysanthemum vulgare</i>
<i>Andrena barbilabris</i> (Sandbiene)	Grabnister im Sand	nur an <i>Salix spec.</i> gefunden

Artname	Nest	Zierpflanzenbesuch vorwiegend an
<i>Halictus rubicundus</i> (Furchenbienen)	Grabnister im Boden	<i>Solidago canadensis</i> , <i>Chrysanthemum carinatum</i> .
<i>Halictus tumulorum</i> (Furchenbienen)	Grabnister im Boden	<i>Achillea ptarmica</i> , <i>Saxifraga umbrosa</i>
<i>Lasioglossum lativentre</i> (Furchenbienen)	Grabnister im Boden	<i>Calendula officinalis</i> , <i>Chrysanthemum frutescens</i> .
<i>Lasioglossum villosulum</i> (Furchenbienen)	Grabnister im Boden	<i>Doronicum columnae</i> , <i>Phacelia tanacetifolia</i>
<i>Lasioglossum brevicorne</i> (Furchenbienen)	Grabnister im Boden	<i>Chrysanthemum frutescens</i> , <i>Solidago canadensis</i> , <i>Achillea ptarmica</i>
<i>Lasioglossum sexstrigatum</i> (Furchenbienen)	Grabnister im Boden	<i>Myosotis sylvatica</i> , <i>Calendula officinalis</i>
<i>Lasioglossum calceatum</i> (Furchenbienen)	Grabnister im Boden, nachts Nestbau	<i>Helichrysum bracteatum</i> , <i>Solidago canadensis</i> , <i>Coreopsis tinctoria</i>
<i>Lasioglossum morio</i> (Furchenbienen)	Grabnister im Boden	<i>Chrysanthemum frutescens</i> , <i>Achillea ptarmica</i>
Megachilidae		
<i>Heriades truncorum</i> (Löcherbienen)	baut in Holz-, Mauer- u. Stengelhohlräumen	<i>Campanula portenschlagiana</i> , <i>Chrysanthemum vulgare</i> , <i>Doronicum columnae</i>
<i>Chelostoma fuliginosum</i> (Löcherbienen)	baut in Holz-, Mauer- u. Stengelhohlräumen	<i>Campanula porscharskyana</i>
<i>Osmia rufa</i> (Mauerbiene)	Hohlräume v. Holz und Stengeln, alte Anthophora-Nester	<i>Crocus spec.</i> , <i>Doronicum columnae</i> , <i>Trollius europaeus</i> , <i>Allium schoenoprasum</i>
<i>Megachile centunculatus</i> (Blattschneiderbiene)	Hohlräume v. Holz u. Stengeln, ausgel. mit Blattstücken von <i>Rosa centifolia</i>	<i>Erigeron-Hybr.</i> , <i>Chrysanthemum</i> <i>frutescens</i> , <i>Helenium autumnale</i> , <i>Chrysanthemum vulgare</i>
Apidae		
<i>Anthophora acervorum</i> (Pelzbiene)	Grabnister in Lehmwänden	<i>Pulmonaria saccharata</i> , <i>Symphytum officinale</i>

Von den Andrenidae wurden neun Sandbienenarten beobachtet. Es sind sehr früh fliegende Tiere, die mit den ersten Weidenblüten auftreten, an denen sie alle zu finden sind. Fünf Arten konnten im Untersuchungsgelände nur auf Weidenblüten nachgewiesen werden. Es sind dies die Arten mit den kürzesten Flugzeiten. Bei *Andrena barbibris* soll zwar eine zweite Generation vorkommen, sie war aber nicht auf den Zierpflanzen vorhanden.

Die Tiere von *Andrena varians* waren auch auf dem Vergißmeinnicht und der Küchenschelle zu finden. Sie besuchen gern Stachelbeerblüten und sind mit den Stachelbeersträuchern in die Gärten gekommen (STOECKHERT 1933). Die Arten *Andrena bicolor*, *Andrena minutula* und *Andrena flavipes* besitzen eine zweite Generation. Sie sind an verschiedenen Zierpflanzenarten besonders im Juli und August zu finden. Die Weibchen besitzen an den Schenkeln Haarlocken, in denen Pollenklumpen für die Brut eingetragen werden können. Sie bauen ihre mehrzelligen Nester im lockeren, trockenen Boden und Sand. Die Gänge

werden mit Speichel verfestigt und außen mit einem Sandpfropf verschlossen. Sie nisten häufig in Kolonien. Bei diesen früh fliegenden Arten überwintern die Imagines.

Von den Halictidae wurden acht Furchenbienenarten festgestellt. Die überwinternden, befruchteten Weibchen erscheinen schon im April. Wie die Sandbienen bauen auch sie ihre Nester im Boden. An diesen sitzen jeweils mehrere Zellen.

Bei *Lasioglossum morio* überwintern Männchen und Weibchen. Es wurde auch festgestellt, daß mehrere Weibchen den gleichen Überwinterungsplatz benutzen, z.B. das alte Nest.

Von den Megachilidae wurden vier Arten festgestellt. Sie legen ihre Nester in Hohlräumen von Stengeln und Hölzern an. Die Löcherbienen nisten auch gern in Mauerspalt. Besonders variabel in ihrer Nestwahl ist *Osmia rufa*, die jede Form von Hohlräumen nutzt und z.B. auch alte *Anthophora*-Nester bezieht.

Megachile centuncularis besucht gern Korbblüten. Ihre Larven überwintern. Von den Apiden wurden außer den sozial lebenden Bombini noch die Pelzbiene *Anthophora acervorum* beobachtet. Die überwinternden Imagines fliegen schon von März bis Mai. Sie bauen ihre Nester in Lehmwände und sammeln den Pollen mit den Schienen. Mit ihrer 10–11 mm langen Zunge ist ihnen auch tief geborgener Nektar zugänglich. Man findet sie z.B. am Lungenkraut und am Beinwell.

Alle solitären Bienen treten im Verhältnis zu den übrigen Bestäubern in relativ geringer Individuenzahl auf.

Hummeln

Von den 19 einheimischen Hummelarten wurden sechs auf den Untersuchungsflächen festgestellt. Hinzu kommen drei Schmarotzerhummelarten. Alle sechs Arten sind bei uns häufig anzutreffen (Tab. 4).

Vier Arten (Stein-, Wiesen-, Garten- und Ackerhummeln) sind als Kulturfolger zu bezeichnen. Da sie kaum Ansprüche an den Nestplatz stellen, können sie sich überall in der Nähe des Menschen ansiedeln. Sie beziehen alte unter- und oberirdische Nester von Kleinsäufern oder auch Vögeln. Von den Ackerhummeln wurden im Gelände 1986 zwei Nester und 1987 ein Nest festgestellt. Sie befanden sich unter Gras und Moos am Boden, zwischen einem Holzstapel sowie zwischen Säcken mit altem Heu. Alle Nester lagen im Schatten.

Die Helle und Dunkle Erdhummel legen ihre Brutwaben in verlassenen Kleinsäugernestern meist im Boden an. Ihre Königinnen, wie auch die Königinnen der Steinhummel konnten 1986 und 1987 im Gelände bei der Nestsuche beobachtet werden. Die Dunkle Erdhummel kann die größten Völker unter den sechs gefundenen Hummelarten aufbauen.

Dagegen hat das Volk der Gartenhummel die geringste Individuenzahl, aber auch eine sehr kurze Flugzeit der Arbeiterinnen von drei Monaten. Darin gleicht ihr die Wiesenhummel, deren Arbeiterinnen nur bis Ende Juni fliegen. Von dieser Art wurden nur wenige Tiere ab Mitte Juni an den Zierpflanzen beobachtet. Eine zweite Generation konnte nicht festgestellt werden. Ab Mitte August trat diese Art wie auch die Gartenhummel nicht mehr auf. Letztere hat den längsten Rüssel der sechs Arten, bei den Arbeiterinnen beträgt dieser bis zu 16 mm. Sie besucht Zierpflanzen, deren Nektar tief geborgen ist, z.B. Fingerhut, Eisenhut und Rittersporn. Zu den langrüsseligen Arten gehören außerdem die Stein- und die Ackerhummel. Die Dunkle und die Helle Erdhummel besitzen dagegen nur einen relativ kurzen Rüssel.

Die drei Schmarotzerhummelarten konnten nur in geringer Zahl nachgewiesen werden. Sie sind überall dort anzutreffen, wo ihre Wirtstiere leben. Auch bei ihnen überwintern die

befruchteten Weibchen. Im August 1986 konnte eine Steinhummelkönigin dabei beobachtet werden, wie sie sich im schattigen Wurzelbereich des Knicks ein Winterquartier grub.

Außer von der Wiesenhummel konnten von allen Arten Königinnen im Untersuchungsgebiet beobachtet werden. Es ist daher anzunehmen, daß sich auch die Nester auf dem Gelände befanden. Die Wiesenhummeln kommen wahrscheinlich aus der näheren Umgebung der Untersuchungsflächen.

Tab. 4: Biologie und Ökologie der Bombini.

Artname	Nest	Zierpflanzenbesuch an
<i>Bombus terrestris</i> (Dunkle Erdhummel)	alte Kleinsäugernester, 1m tief im Boden, Heu- u. Strohlager in Nebengebäuden, Nestbezieher, 100–600 Individuen	<i>Anthirrhinum majus</i> , <i>Centaurea montana</i> , <i>Dipsacus sylvestris</i> , <i>Eryngium planum</i> , <i>Malva neglecta</i> , <i>Papaver rhoeas</i>
<i>Bombus lucorum</i> (Helle Erdhummel)	im Boden in alten Kleinsäugernestern mit zerbißenem Gras, Laub, Moos; Nestbezieher u. -bauer; 100–400 Individuen	<i>Allium spherocephalon</i> , <i>Borago officinalis</i> , <i>Eryngium planum</i> , <i>Helichrysum bracteatum</i> , <i>Phacelia tanacetifolia</i>
<i>Bombus lapidarius</i> (Steinhummel)	ober- und unterirdisch an allen geeigneten Plätzen; Nestbezieher u. -bauer; 100–300 Individuen	<i>Allium spherocephalon</i> , <i>Borago officinalis</i> , <i>Campanula porscharskyana</i> , <i>Cosmos bipinnatus</i>
<i>Bombus pratorum</i> (Wiesenhummel)	ober- und unterirdisch an allen geeigneten Plätzen; Nestbezieher u. -bauer; 50–120 Individuen	<i>Cosmos bipinnatus</i> , <i>Lavendula officinalis</i> , <i>Lobelia erinus</i> , <i>Phacelia tanacetifolia</i>
<i>Bombus hortorum</i> (Gartenhummel)	ober- und unterirdisch an allen geeigneten Plätzen; Nestbezieher u. -bauer; 30–120 Individuen	<i>Aconitum napellus</i> , <i>Delphinium cultorum</i> , <i>Digitalis purpurea</i> , <i>Zinnea elegans</i>
<i>Bombus pascuorum</i> (Ackerhummel)	meist oberirdisch an sehr vielen Plätzen; zerkleinerte u. verflochtene Matten in der Nähe; Nestbauer u. -bezieher; 60–50 Individuen	<i>Anthirrhinum majus</i> , <i>Borago officinalis</i> , <i>Eryngium planum</i> , <i>Lavendula officinalis</i> , <i>Lupinus polyphyllus</i> , <i>Phacelia tanacetifolia</i> , <i>Salvia nemorosa</i>
<i>Psithyrus rupestris</i>	Wirt: <i>Bombus lapidarius</i>	<i>Borago officinalis</i> , <i>Dipsacus sylvestris</i>
<i>Psithyrus bohemicus</i>	Wirt: <i>Bombus lucorum</i>	<i>Origanum vulgare</i> , <i>Salvia nemorosa</i>
<i>Psithyrus sylvestris</i>	Wirt: <i>Bombus pratorum</i> u. <i>B. jonellus</i>	<i>Cosmos bipinnatus</i> , <i>Origanum vulgare</i>

Schwebfliegen

Die Diptera stellen die individuen- und artenreichste Ordnung aller Bestäuber bei dieser Untersuchung (Tab. 5).

Zu den Syrphini gehören 10 Arten. Diese sind im Larvenstadium Blattlausverzehrter. Bis auf die Arten *Metasyrphus latifasciatus* und *Xanthogramma citrofasciatum* sind sie bei gutem Wetter stets zu finden. Sie bevorzugen besonders offenes Gelände mit Ausnahme von *Meliscaeva auricollis*, die sich in der Nähe von Bäumen aufhält.

Alle Arten fliegen mindestens von Ende April bis September, außer *Xanthogramma citrofasciatum*, deren Flugzeit schon Mitte Juni vorüber ist und *Sphaerophoria mentharstri*, die man bis Ende August findet.

Tab. 5: Biologie und Ökologie der Syrphidae (Schwebfliegen).

Artname	Larven	Zierpflanzenbesuch vorwiegend an
Syrphinae, Syrphini		
<i>Syrphus ribesii</i>	Blattlausverzehrer	<i>Chrysanthemum carinatum</i> , <i>Phacelia tanacetifolia</i> , <i>Scabiosa columbaria</i>
<i>Syrphus vitripennis</i>	Blattlausverzehrer	<i>Ageratum houstonianum</i> , <i>Phacelia tanacetifolia</i>
<i>Metasyrphus corolle</i>	Blattlausverzehrer	<i>Ageratum houstonianum</i> , <i>Nigella damascena</i> , <i>Solidago canadensis</i>
<i>Metasyrphus fasciatus</i>	Blattlausverzehrer	<i>Lonas annua</i> , <i>Phacelia tanacetifolia</i> , <i>Tradescantia-Andersoniana-Hybr.</i>
<i>Scaeva pyrastris</i>	Blattlausverzehrer	<i>Callistephus chinensis</i> , <i>Tradescantia-Andersoniana-Hybr.</i>
<i>Xanthogramma citrofasciatum</i>	Blattlausverzehrer	<i>Ageratum houstonianum</i> , <i>Solidago canadensis</i>
<i>Meliscaeva auricollis</i>		<i>Ageratum houstonianum</i> , <i>Carthamus tinctorius</i>
<i>Episyrphus balteatus</i>	Blattlausverzehrer	<i>Chrysanthemum carinatum</i> , <i>Coreopsis tinctoria</i> , <i>Gazania-Hybr.</i>
<i>Sphaerophoria menthastris</i>	Blattlausverzehrer	<i>Ageratum houstonianum</i> , <i>Chrysanthemum frutescens</i>
<i>Sphaerophoria scripta</i>	Blattlausverzehrer	<i>Cosmos bipinnatus</i> , <i>Solidago canadensis</i>
Melanostomatini		
<i>Xanthandrus comptus</i>	Verzehr von kleinen Schmetterlingsraupen, auch Blattkäfer	<i>Ageratum houstonianum</i> , <i>Eryngium planum</i> , <i>Nigella damascena</i> , <i>Solidago canadensis</i>
<i>Melanostoma mellinum</i>	nachts Blattlaus- und Nachtfalterraupenverzehr	<i>Mesembryanthemum criniflorum</i> , <i>Tagetes tenuifolia</i>
<i>Platycheirus albimanus</i>	nachts Blattlausverzehr	<i>Helichrysum bracteatum</i> , <i>Rudbeckia hirta</i>
<i>Platycheirus scutatus</i>	nachts Blattlausverzehr	<i>Mesembryanthemum criniflorum</i>
Milesinae, Cheilosini		
<i>Cheilosia bergenstammi</i>	Fraß in der Stengelbasis von <i>Senecio</i>	<i>Chrysanthemum carinatum</i> , <i>Chrysanthemum frutescens</i>
<i>Volucella bombylans</i>	im Staat von <i>Paravespula germanica</i>	<i>Chrysanthemum carinatum</i> , <i>Eryngium planum</i> , <i>Helichrysum bracteatum</i>
<i>Volucella pellucens</i>	im Staat von <i>Paravespula</i> <i>vulgaris</i>	nicht an den ein- u. mehrjährigen Zierpflanzen
Chrysogasterini		
<i>Neoascia podagrica</i>	Verzehr von zerfallenden Pflanzen an feuchten Stellen	<i>Calendula officinalis</i> , <i>Coreopsis tinctoria</i> , <i>Lobularia maritima</i>
Milesinae, Eumerini		
<i>Eumerus strigatus</i>	in Zwiebeln und Knollen, z.B. Iris, Narzissen, Speisezwiebeln, Kartoffeln u. Möhren	<i>Lobularia maritima</i> , <i>Mesembryanthemum criniflorum</i> , <i>Phacelia tanacetifolia</i>

Artname	Larven	Zierpflanzenbesuch vorwiegend an
<i>Eumerus tuberculatus</i>	in Zwiebeln und Knollen, z.B. Iris, Narcissen, Speisezwiebeln, Kartoffeln u. Möhren	<i>Ageratum houstonianum</i> , <i>Callistephus chinensis</i> , <i>Lobularia maritima</i>
Erastilini		
<i>Heliophilus pendulus</i>	Filtrierer von Bakterien in Schlamm und Schmutzwasser	<i>Calendula officinalis</i> , <i>Solidago canadensis</i> , <i>Tagetes tenuifolia</i>
<i>Heliophilus trivittatus</i>	Filtrierer von Bakterien in Schlamm und Schmutzwasser	<i>Chrysanthemum carinatum</i> , <i>Solidago canadensis</i> , <i>Tagetes tenuifolia</i>
<i>Myathropa florea</i>	in Holzlöchern mit Wasser und zerfallenden Blättern	<i>Aster-dumosus-Hybr.</i> , <i>Helichrysum bracteatum</i> , <i>Tagetes tenuifolia</i>
<i>Eristalis abusivus</i>	im Schlamm an Teichrändern	<i>Achillea ptarmica</i> , <i>Ageratum houstonianum</i> , <i>Chrysanthemum frutescens</i> , <i>Tagetes tenuifolia</i>
<i>Eristalis abustorum</i>	in jauchigem Wasser	<i>Aster-dumosus-Hybr.</i> , <i>Eryngium planum</i>
<i>Eristalis horticola</i>	in jauchigem Wasser	<i>Anemone-japonica-Hybr.</i> , <i>Helichrysum bracteatum</i>
<i>Eristalis nemorum</i>	in jauchigem Wasser	<i>Chrysanthemum vulgare</i> , <i>Helichrysum bracteatum</i> , <i>Solidago canadensis</i>
<i>Eristalis pertinax</i>	in jauchigem Wasser	<i>Aster novi-belgii</i> , <i>Tagetes erecta</i>
<i>Eristalis tenax</i>	in jauchigem Wasser, auch Salzwasser	<i>Aster-dumosus-Hybr.</i> , <i>Aster novi-belgii</i> , <i>Eryngium planum</i> , <i>Helichrysum bracteatum</i> , <i>Solidago canadensis</i>
<i>Eristalinus aeneus</i>	in brackigem Wasser	<i>Helichrysum bracteatum</i>
Milesini		
<i>Syritta pipiens</i>	in verrottenden org. Abfällen	<i>Chrysanthemum parthenium</i> , <i>Solidago canadensis</i>

Bei sechs der Arten sind längere Flugzeiten möglich. Sie treten gehäuft im Spätsommer auf. Bei den Arten *Scaeva pyrastris* und *Episyrphus balteatus* überwintern die Weibchen. Bei *Meliscaeva auricollis* wird die Überwinterung der Weibchen aufgrund der langen Flugzeit angenommen. Die beiden *Platycheirus*-Arten sowie *Mellanostoma mellinum* sind im Larvenstadium Blattlausverzehrer. *Xanthandrus comptus* und *Platycheirus scutatus* findet man besonders in Wäldern und Gebüsch. Die beiden anderen Arten bevorzugen eher offenes Gelände. Sie fliegen von April bis Oktober. Nur *Xanthandrus comptus* tritt erst Ende Juni auf.

Von den Cheilosini flogen im Gelände drei Arten. Die Larven der beiden *Volucella*-Arten leben im Nest der Deutschen und der Gemeinen Wespe meist von Abfällen, doch gelegentlich auch räuberisch. Sie sind besonders in Wäldern und in der Nähe von Gebüsch zu finden. *Cheilosia bergenstammi* kommt überall dort vor, wo die Futterpflanze ihrer Larve, das Greiskraut, zu finden ist, in deren Stengelbasis die Larve lebt und an deren Blüten die Imagines nach Nahrung suchen. Alle drei Arten fliegen von Mai bis September, kamen im Gelände aber nur vereinzelt vor. *Volucella pellucens* war nicht an den Zierpflanzen zu beobachten.

Neoascia podagrica gehört zu den Chrysogasterini. Ihre Larven leben saprophag an feuchten Stellen. Sie sind überall in der Nähe von Wasser anzutreffen. Ihre Flugzeit reicht von April bis in den Oktober hinein.

Die beiden Vertreter der Eumerini leben als Larven in Zwiebeln und Knollen. Sie sind besonders auf Ruderalflächen anzutreffen, kommen aber nur zerstreut vor. Sie fliegen von Mai bis September. *Eumerus strigatus* kann bis Mitte Oktober beobachtet werden.

Von den Eristalini wurden zehn Arten gefunden. Ihre Jugendstadien leben im flachen Bereich sauerstoffarmer und nährstoffreicher Gewässer. Die meisten Arten mit einer sehr langen Flugzeit sind in der Nähe von Höfen häufig. Auch *Eristalis nemorum*, die nur bis Mitte September fliegt, kommt auf Höfen vor. *Myathropa florea*, deren Larven in mit Wasser und Blättern gefüllten Holzlöchern leben, findet sich bevorzugt im Wald. Bei *Eristalis tenax* überwintern die Weibchen gern auch in kühleren Räumen. Sie sind bei günstigem Wetter das ganze Jahr zu finden. Bei *Eristalinus aeneus* überwintern Männchen und Weibchen in Höhlungen, aber auch in Häusern. Bei dieser Art handelt es sich um einen Einzelfund.

Syrirta pipiens ist im Gelände im Hochsommer sehr häufig. Ihre Larven leben saprophag. Sie kommt daher besonders auf Höfen, in Gärten und auf Ruderalflächen vor.

Alle Schwebfliegenarten sind besonders auf Korbblüten anzutreffen, die von Mitte bis Ende des Jahres sehr zahlreich blühen und ihren Nektar und Pollen offen anbieten. Dies kommt den Schwebfliegen sehr entgegen, denn die meisten Arten treten gehäuft im Hochsommer und Herbst auf und können mit ihrem kurzen Rüssel keine tief geborgene Nahrung erreichen.

Tagaktive Schmetterlinge

Von den 80 einheimischen Tagfalterarten konnten 11 auf der untersuchten Fläche beobachtet werden (Tab. 6). Außerdem kam als tagaktiver Nachtfalter die Gammaeule von Anfang August bis Anfang Oktober vor. Sieben der beobachteten Arten sind in dieser Zeit und bei Sonne häufig zu beobachten.

Besonders die Raupen des Kleinen-, aber auch des Großen Kohlweißlings werden in der Landwirtschaft und im Gartenbau oft als Schadinsekten eingestuft (CHINERY 1986). Im Untersuchungsgelände waren aber sehr viele Raupen von Brackwespen parasitiert. Auch die übrigen vier Arten sind bei gutem Wetter regelmäßig aber in geringer Anzahl anzutreffen.

Besonders die beiden früher häufigen (FORSTER & WOHLFAHRT 1955) Bläulingsarten sind in den letzten Jahren selten geworden. Dies mag seine Ursache in der Abnahme blütenreicher Flächen, auf denen die Futterpflanze der Raupen vorkommen, haben. Auch wäre es möglich, daß die überwinternden Raupen weniger geeignete, ruhige Winterquartiere finden.

Drei der beobachteten Arten (Admiral, Distelfalter und Gammaeule) sind Wanderfalter. Ihre Überwinterung ist in Schleswig-Holstein nicht möglich. Erst die zweite Generation, die sich bei uns entwickelt, ist ab Mitte Juli im Garten zu beobachten. Tagpfauenauge und Kleiner Fuchs sind als Kulturfolger zu bezeichnen. Ihre Raupen leben an der Brennnessel, die sich durch die zunehmende, flächendeckende Überdüngung immer weiter ausbreitet. Als Falter überwintern sie gern in kühlen zugänglichen Gebäuden. Bereits im März 1987 besuchte bei Sonnenschein und Windstille ein Kleiner Fuchs die Blüten der Krokusse.

Tab. 6: Biologie und Ökologie der Tagaktiven Falter (I = 1. Generation, II = 2. Generation).

Artname	Raupenzeit u. Futterpflanze	Zierpflanzenbesuch vorwiegend an
Piridae - Weißlinge		
<i>Pieris brassicae</i> , (Gr. Kohlweißling)	I 8-10, II 6-7, fließend, Cruciferae (Kohlarten)	<i>Delphinium ajacis</i> , <i>Dianthus barbatus</i> , <i>Lobelia erinus</i> , <i>Matthiola incana</i> , <i>Phlox-paniculata</i> -Hybr.
<i>Pieris rapae</i> , (Kl. Kohlweißling)	I 9-10, II 6, (III 9), Resedaceae, Cruciferae (Kohlarten)	<i>Delphinium ajacis</i> , <i>Dianthus barbatus</i> , <i>Phlox-paniculata</i> -Hybr., <i>Tagetes erecta</i> , <i>Zinnia elegans</i>
<i>Pieris napi</i> , (Raps-, Hecken-, Grünaderweißling)	I 8-9, II 6, (III 8), wilde Cruciferae, <i>Alliaria</i>	<i>Ageratum houstonianum</i> , <i>Delphinium ajacis</i> , <i>Delphinium cultorum</i> , <i>Dianthus barbatus</i> , <i>Lobelia erinus</i> , <i>Matthiola incana</i>
<i>Anthocharis cardamines</i> (Aurorafalter)	I 6-7, <i>Cardamine</i> , <i>Arabis</i> , <i>Sysymbrium</i> , <i>Alliaria</i>	nicht auf den ein- und mehrjährigen Zierpflanzen
<i>Gonepteryx rhamni</i> , (Zitronenfalter)	I 6-7, <i>Rhamnus</i> , Celastraceae, <i>Ligustrum</i>	<i>Campanula portenschlagiana</i> , <i>Dianthus barbatus</i> , <i>Matthiola incana</i> , <i>Phlox-paniculata</i> -Hybr., <i>Zinnia elegans</i>
Nymphalidae - Edelfalter		
<i>Pyrameis atalanta</i> , (Admiral)	I 6-7, II 8-9, <i>Urtica</i> , <i>Humulus</i>	<i>Helichrysum bracteatum</i> , <i>Sedum telephium</i> , <i>Tagetes erecta</i>
<i>Pyrameis cardui</i> , (Distelfalter)	I 6-7, II 8-9, <i>Carduus</i> , <i>Urtica</i> , <i>Lappa</i> , <i>Humulus</i> , <i>Tussilago</i>	<i>Aster-dumosus</i> -Hybr., <i>Aster novi-angliae</i> , <i>Chrysanthemum frutescens</i> , <i>Dahlia coccinea</i> , <i>Helichrysum bracteatum</i> , <i>Tagetes erecta</i>
<i>Vanessa</i> , (Tagpfauenauge)	I 5-6, II 7, <i>Urtica</i> , <i>Humulus</i>	<i>Ageratum houstonianum</i> , <i>Helichrysum bracteatum</i> , <i>Tagetes erecta</i>
<i>Vanessa urticae</i> , (Kl. Fuchs, Nesselfalter)	I 5-6, II 7-8, <i>Urtica</i>	<i>Tagetes erectum</i> , <i>Sedum telephium</i>
Lycaenidae - Bläulinge		
<i>Chrysophanus phlaeas</i> , (Kl. Feuerfalter)	I 9-WD-5, II 7, <i>Trifolium</i> , <i>Medicago</i> , <i>Genista</i>	<i>Helichrysum bracteatum</i>
<i>Polyommatus icarus</i> , (Gemeiner Bläuling)		<i>Helichrysum bracteatum</i> , <i>Matthiola incana</i>
Heterocera, Nachtfalter		
<i>Phytometra gamma</i> , (Gammaeule)	I 5-9, <i>Lamium</i> , <i>Stachys</i> u.a.	<i>Aster-dumosus</i> -Hybr., <i>Phacelia tanacetifolia</i> , <i>Tagetes tenuifolia</i>

Auch der Zitronenfalter überwintert als erwachsenes Tier. Zwar war er in der näheren Umgebung der untersuchten Flächen auch bereits im Frühjahr vorhanden, im Garten konnte jedoch erst die nächste Generation beobachtet werden. Ende Juli bis Mitte August flogen ein Männchen und ein Weibchen an den Blüten von Phlox, Bartnelke und Zinnie. Im Oktober fand sich die Art dann wieder an einer rosablühenden Glattblattaster in windge-

schützter Lage ein. Bei FORSTER & WOHLFAHRT (1954) und JACOBS & RENNER (1974) ist für den Zitronenfalter eine Sommerruhe von Mitte Juli bis September beschrieben. Möglicherweise wird die Sommerruhe nur in sehr warmen Jahren oder in wärmeren Gegenden eingehalten, da er im untersuchten Garten von Juni bis Juli beobachtet wurde.

Von den 12 beobachteten Arten kommen neun aus der näheren Umgebung der Untersuchungsflächen, in der noch genügend ruhige Ruderalfläche, Hecken usw. vorhanden sind. An den untersuchten Zierpflanzen lebt keine der 12 Arten im Jugendstadium.

4.4 Häufig frequentierte Zierpflanzenarten

Die in Abb. 3 aufgeführten Zierpflanzen waren stark bis sehr stark besucht. Bis auf den Bienenfreund, den Schwarzkümmel und den Leberbalsam gehören sie alle zur Gruppe der Körbchenblumen. Der Bienenfreund ist eine Trichterblume, der Leberbalsam eine Bürstenblume und der Schwarzkümmel eine Schalenblume.

Die drei am stärksten besuchten Zierpflanzenarten sind die Strohlblume (*Helichrysum bracteatum*), die Goldrute (*Solidago canadensis*) und die Wucherblume (*Chrysanthemum carinatum*). Bei ihnen bilden die Fliegen die stärkste Besuchergruppe. Vergleichbar mit der Individuenzahl der Schmetterlinge auf der Strohlblume ist die der Glanzkäfer auf den wesentlich kleineren Röhrenblüten der Goldrute und der Wucherblume.

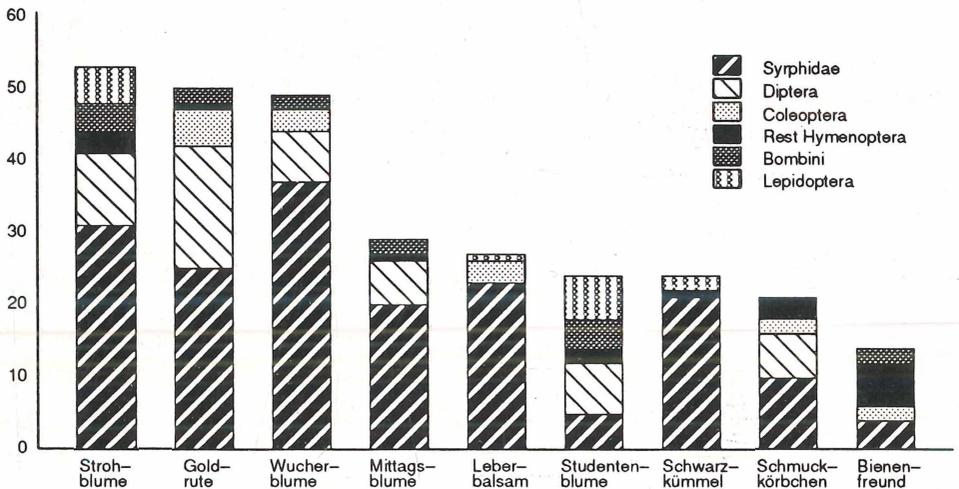


Abb. 3: Gesamtsumme der Individuen aller Arten, die auf einer Fläche von 1m² einer Pflanzenart beobachtet werden konnte (Beobachtungszeit jeweils 30 Min.).

Auch bei allen übrigen Blumen mit Ausnahme des Bienenfreunds (*Phacelia tanacetifolia*) bilden die Fliegen die stärkste Besuchergruppe. Die übrigen Gruppen sind hier mit sehr unterschiedlichen Anzahlen vertreten. Während die Mittagsblume (*Mesembryanthemum criniflorum*) noch von Hymenopteren besucht wird, sind es beim Leberbalsam (*Ageratum houstonianum*) Glanzkäfer und einige Schmetterlinge, die das Besucherspektrum vervollständigen. Bei den Studentenblumen (*Tagetes erecta*) ist der Anteil der Schmetterlinge und der Hymenopteren fast genauso groß wie der Anteil der Schwebfliegen und der restlichen Dipteren. Der Schwarzkümmel (*Nigella damascena*) wird fast ausschließlich von Schwebfliegen besucht. Außerdem findet sich bei ihm eine kleine Anzahl von Schmetterlingen und Hummelköniginnen ein. Das Schmuckkörbchen (*Cosmos bipinnatus*) wird außer von Fliegen auch von Hummeln und Käfern angefliegen. Die bis jetzt beschriebenen Zierpflanzenarten bieten ihren Nektar und Pollen relativ offen an. Daher ist bei ihnen der Dipterenanteil sehr hoch. Schon die Trichterblüten des Bienenfreundes locken aber hauptsächlich Hymenopteren an. Die Zahl der Schwebfliegen ist hier nicht so groß. Dazu kommen noch einige Käfer. Insgesamt finden sich aber weniger Tiere als bei den anderen Pflanzen ein. Da die Hymenopteren Nahrung für ihre Brut sammeln, ist bei ihnen die Nutzung der Blüten wesentlich systematischer und gründlicher. Daher werden Blüten, die hauptsächlich von Hymenoptern bestäubt werden, nicht von vielen Individuen gleichzeitig angefliegen.

4.5 Anteil verschiedener Tierarten am Blütenbesuch ausgewählter Pflanzen

Die Nahrungsbreite eines Blütenbesuchers kann sehr eng sein, z.B. an eine Art oder Gattung gebunden (monophag) oder auch sehr weit bei polyphagen Arten. Die Co-Adaptation zwischen Blütenbesucher und Blüte kann so weit fortschreiten, daß nur noch eine Besucherart die Pflanzenart bestäuben kann.

Hylaeus signatus ist monophag an *Reseda spec.* Alle übrigen bei dieser Untersuchung auftretenden Bestäuberarten kamen an mehreren Zierpflanzen vor. Die Häufigkeit, mit der sie auf einer Blütenart zu finden sind, hängt von folgenden Faktoren ab:

- Populationsgröße
- Nahrungsressourcen, die für die Art im erreichbaren Umkreis zur Verfügung stehen
- Konkurrenz zwischen Blütenbesuchern
- Standort der Pflanze (z.B. unbeschattet oder regengeschützt).

Abb. 4 zeigt den Individuenanteil von Bestäuberarten verschiedener Taxa am Besucherspektrum von Zierpflanzenarten verschiedener morphologischer Blütentypen. Auffällig ist, daß nur wenige Bestäuber einen Anteil von mehr als 25% an einer Zierpflanzenart aufwiesen. Solche Bestäuber sind vor allem die Hummeln.

Manche Schwebfliegen sind an einer oder zwei Zierpflanzenarten zu beobachten. Hier macht ihr Anteil am Blütenbesuch bis zu 50 % aus. Der Leberbalsam mit seinen Bürstenblumen fällt besonders ins Auge, weil an ihm alle aufgeführten Schwebfliegenarten zu finden sind. Schmetterlinge haben nur einen geringen Individuenanteil am Blütenbesuch. Nur an den sommerblühenden Stieltellerblumen steigt ihr Anteil bis auf 50%. Da sie nur zu bestimmten Zeiten im Garten häufiger angetroffen werden, bedeutet es, daß diese Blüten zu den übrigen Zeiten kaum besucht werden.

Häufigkeitsklassen:

- 76–100%
- ◐ 51–75%
- 26–50%
- 1–25%
- 0%

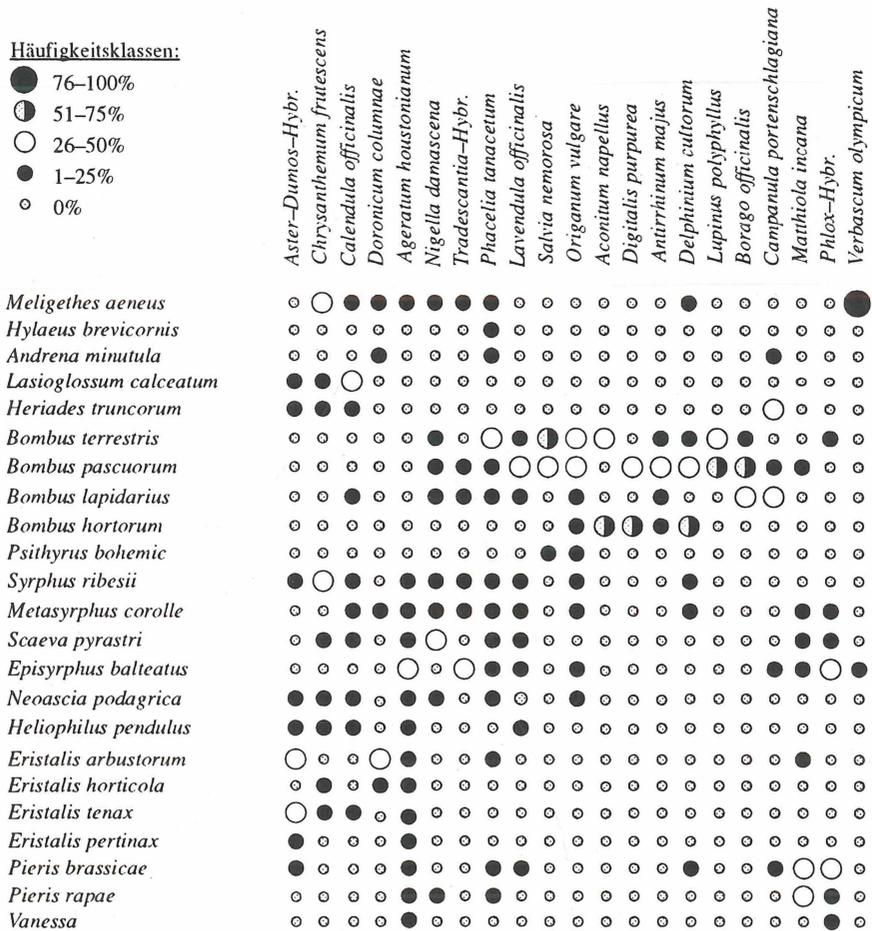


Abb. 4: Anteil der Blütenbesucherart am Besuch einer Zierpflanze.

Wenige Schwebfliegenindividuen finden sich dann ein und auch einige Hummelköniginnen, die nur sehr selten die Nahrungspflanzen ihrer arteigenen Arbeiterinnen und Männchen nutzen. Man findet sie auf sonst von Hummeln kaum besuchten Pflanzen, wie der Spinnenpflanze, der Zinnie, dem Schwarzkümmel und der Studentenblume *Tagetes erecta*.

Obwohl solitäre Wildbienen durch das zahlreich vorhandene Nistangebot relativ häufig im Untersuchungs Gelände vorhanden sind, nehmen sie doch nur einen kleinen Teil aller Blütenbesucher ein.

Der Glanzkäfer tritt an manchen Tagen in großen Mengen auf der Königskerze auf. An anderen Tagen findet fast gar kein Besuch an ihr statt. Die wenigen Anflüge von *Episyrphus balteatus* sind nicht von langer Dauer und auch eher zufälliger Natur. Tagsüber wird die Königskerze also nur von Glanzkäfern besucht.

5. Diskussion

5.1 Beziehung Blüten – blütenbesuchende Insekten

Das Bisystem einheimische Blütenbesucher/Zierpflanzen ist eine der vielen ökologischen Beziehungen in einem Garten. Eine Vielzahl der Insekten kann sich auf fremdländische Zierpflanzenarten einstellen. So waren von 199 Arten 132 von Insekten besucht, 70 Arten davon stark bis sehr stark. Bei genauer Betrachtung des morphologischen Typs der Blüten stellt man fest, daß manche in ihren morphologischen und physiologischen Eigenschaften an die der Bestäuber angepaßt sind. Zu einer ökologischen Blütengruppe gehören die Blüten, die in ihren morphologischen und physiologischen Eigenschaften an die des Bestäubers angepaßt sind, z.B. Tagfalter-, Bienen-, Fliegenblüten usw. .

Tagfalter finden sich meist auf Blüten mit waagerechten Blütenflächen von einer bestimmten Mindestgröße. Diese bestehen nach diesen Untersuchungen fast ausschließlich aus Infloreszenzen (Blütenstände). Dabei wird je nach Größe der Blüten zum Sitzen die Einzelblüte (z.B. Phlox, Bartnelke) oder der ganze Blütenstand (z.B. Zinnie, Strohblume) genutzt. Die typische Tagfalterblume hat eine enge lange Kronröhre, an deren Basis der Nektar geborgen ist. Oft weisen sie den Gestalttyp der Stieltellerblume auf. Die bevorzugten Farben sind weiß, gelb, purpur und rot (KUGLER 1970).

Bienenblumen haben einen dorsiventralen Bau und besitzen auffällige Farben, besonders blau und purpur – nach HESS (1983) auch gelb und weiß. Düfte, die auch der Mensch wahrnimmt, und Saftmale kommen häufig vor. Da der Nektar meist tief in der Blüte liegt, ist eine bestimmte Rüssellänge, physische Leistungsfähigkeit und Kraft zur Auslösung des Bestäubungsmechanismus erforderlich. Die Kronblätter sind vielfach günstige Anflug- oder Sitzmöglichkeiten.

Die Bienenblumen können in Holzbienen-, Hummel-, eigentliche Bienen- und Kleinbienenblumen gegliedert werden. KUGLER (1970) schreibt, daß Hummelblumen die gleichen Eigenschaften haben wie Holzbienenblumen. Sie sind nur größer und der Nektar ist tiefer geborgen. Zu den Blüten, die ausschließlich von Hummeln besucht werden, gehören Salbei, Lavendel, Katzenminze, Löwenmäulchen, Rittersporn, Lupine, Fingerhut, Iris, Laucharten, Borretsch und die Lungenblume.

Die Blüten, die häufig von Fliegen besucht werden, sind scheiben- oder napfförmig. Ihr Nektar wird offen oder nur wenig geborgen angeboten. Die Blüten sind meist weiß, gelblich, grün, braun oder purpurbraun. Selten sind sie rot, purpurfarben oder blau. VOGEL (1963) führt als Merkmal für Fliegenblumen „Flimmerkörper“ an, d.h. die Blüten besitzen Haare, fadenförmige Perianthblätter mit Köpfchenbildung oder bewegliche Anhänge an der Blüte.

Nach den vorliegenden Untersuchungen bevorzugen z.B. Schwebfliegen Blüten, bei denen sie mit den Tarsen auf den Staubgefäßen sitzen können (Bienenfreund, Leberbalsam, Wucherblume, Strohblume, gelbe Flockenblume). Auch auf den Staubbeutel des Mohns und der Fuchsie, die sonst von Hummeln angefliegen werden, sind Schwebfliegen zu finden.

Die Blütenmerkmale der Käferblumen sind von KUGLER (1970) folgendermaßen beschrieben worden: geringe optische Anlockung, z.B. keine Saftmale, und keine besondere Gestalt. Ihre Tiefenwirkung ist gering. Sie haben einen fruchtigen oder aminoiden Geruch. Oft sind Futterkörper vorhanden. Auch hier gibt es nach KUGLER (1970) keine Blumen, die so spezialisiert sind, daß sie nur von Käfern bestäubt werden können. HESS (1983) führt als bevorzugte Farben weiß, schmutziggelb und braun an. Löcher- und Furchenbienen, verschiedene, meist kleinere Schwebfliegenarten, „Echte“- und Schmeißfliegenarten, Käfer und gelegentlich Schmetterlinge besuchen diese Blüten. Der leicht erreichbare Pollen ist ideal für die beißend-kauenden Mundwerkzeuge der Käfer. Die waagerechte, große

Scheibe bietet ihnen genügend Sitzfläche und der durch die geriefte Oberfläche verstärkte, stabile Stengel trägt auch das Gewicht größerer Käfer. Die große Blütenzahl und die langen, weißen Zungenblüten locken Käfer auch über größere Entfernungen an. Gelegentlich findet man Glanzkäfer, die in halberblühten Blumen zwischen Röhren- und Zungenblüten übernachten.

Den meisten Blütenbesuchern reicht ein ganzjähriges Blütenangebot unterschiedlich geformter, verschiedenfarbiger Blüten nicht aus, um ihren ganzen Lebenszyklus im Garten zu vollziehen. Sie benötigen außerdem je nach Art z.B. Larvennahrung, Ruhe- und Überwinterungsplätze, Wasserquellen, Beutereviere sowie Nistmaterial.

Die folgenden Beispiele zeigen, welche Strukturen Blütenbesucher für ihre Existenz in unseren Gärten benötigen. Die folgenden Ausführungen sind daher als Anregung für jeden Gartenbesitzer gedacht, aus seinem Garten einen vielfältigen Lebensraum für Blütenbesucher zu schaffen.

5.2 Möglichkeiten der Gartengestaltung

Hecke, Lärmschutzwand, Knick

Ein Knick kann vielen Insekten als Nist- oder Überwinterungsplatz dienen, bzw. wichtige Nahrungsquellen bieten. Im Knickwand überwintern z.B. die Hummelweibchen, bauen dort auch ihre Nesthöhlen oder übernehmen alte Mäusenester als Nistplatz, und Furchen- und Sandbienen graben ihre Nestgangsysteme an sonnenexponierten, vegetationsarmen Stellen. Detrito- und saprophage Fliegen- und Käferlarven entwickeln sich in der Fallaubschicht, überwintern z.T. auch dort und Schmetterlinge wie der Zitronenfalter überdauern unter Blättern den Winter.

An den Pflanzen der Krautschicht leben Schmetterlingsraupen, z.B. an Ampfer der Feuerfalter, an Klee- und Wickenarten der Gelbling, an Veilchen der Perlmutterfalter, an Gräsern das Ochsenauge, Wiesenvögelchen und Dickkopffalter und am Wegerich der Schekenfalter. In den Zwiebeln von Frühjahrsblühern wachsen die Larven der Schwebfliegenart *Eumerus strigatus* heran. Blüten von Zier- und Wildsträuchern ziehen besonders Hummelarbeiterinnen an, da die Massenblüten reiche, lange vorhandene Nahrungsquellen darstellen. Von den Blättern heimischer Knickpflanzen ernähren sich z.B. die blattverzehrenden Larven des Bläulings oder des Trauermantels, die als Adulte auf den Blüten der Sträucher und Stauden wiederzufinden sind.

Mauern

Besonders südexponierte Mauern heizen sich über Tag sehr stark auf und geben nachts ihre Wärme nur langsam wieder ab. Sie werden von den Blütenbesuchern somit als Aufheizplätze am Morgen aufgesucht. In Trockenmauern nisten verschiedene Hummelarten, z.B. die Steinhummel und die Ackerhummel. In ihren Nestern wachsen die Larven der Schwebfliege *Vollucella bombylans* als Räuber und Abfallverzehrer heran. Hummelweibchen, Schwebfliegen und andere Gruppen nutzen das Lückensystem in der Mauer als Überwinterungsplätze.

In den Fugenspalten alter Mauern nistet die Pelzbiene *Anthophora acervorum* oder die Mauerbiene *Osmia rufa*. Letztere ist in ihrer Nistplatzwahl sehr anpassungsfähig und

nimmt auch andere Löcher und Gänge aller Art (auch in unbehandeltem Holz, in Fachwerk, trockenen Kletterpflanzenranken und in Reetmatten) an.

Dachbegrünung

Mit diesem zusätzlichen Blütenangebot finden z.B. Wildbienen hier eine Bereicherung ihres Nahrungsspektrums und ihres Nestmaterials. Die Mauerbiene *Osmia rufa* z.B. holt die Sandkörnchen aus der Dachauflage und mauert damit die Wände, Zwischenräume und Verschlüsse ihres Nestes. Bei Dächern mit dickerer Substratauflage kann man nach einigen Jahren die Erdbauten von Grabwespen erwarten, wenn solche schon vorher in der Nähe genistet haben. Für sie sollte man das Blütenangebot um die im Garten sonst seltenen Doldenblütler erweitern. Hier bietet sich z.B. die Wilde Möhre an. Diese lockt auch Fliegen und Solitäre Wespen auf das Dach.

Hof

Die Duldung von Ruderalvegetation wie Rainfarn, Goldrute, Angelikakraut, Pastinak, Weidenröschen, Johanniskraut, Schafgarbe, Wilde Möhre usw. sind besonders für Blütenbesuchergruppen, die sonst seltener im Garten zu finden sind wie Blatt-, Schlupf-, Weg-, Grab-, Pillen- oder Feldwespen eine Nahrungsbereicherung. Ferner bieten Steine bzw. Steinhäufen, stehende und liegende Stämme, Äste, liegende Bretter diesen Gruppen Bauplatz, Baumaterial, Unterschlupf, Überwinterungsmöglichkeit, Wirtstiere, Futterpflanzen und Beuteplatz. Auch die Verpuppungsplätze mancher Raupen, z.B. Kleiner Fuchs und Pfauenaug, sind bevorzugt an solch verborgenen, geschützten, etwas luftfeuchten Orten. Als Futterpflanzen für ihre Larven sollte man auch einige Brennnesselpflanzen dulden. Ebenso ziehen sich manche Käferarten von Marien-, Samen-, Blattkäfern u.a. in der Ruhephase und im Winter an solche Plätze zurück, die dann vom Herbst bis zum Frühjahr möglichst ungestört bleiben sollten.

Kleingewässer

Ein Teich, Pfützen oder z.B. Regentonnen sind nicht nur Tränke für Vögel und Bezugsort von Nistmaterial für Schwalben, sondern an heißen Tagen trinken hier auch Schmetterlinge, Fliegen und Wespen. Feld- und Echte Wespen decken damit nicht nur den eigenen Flüssigkeitsbedarf, sondern tragen das Wasser an heißen Tagen zu ihrem Wabennest und befeuchten damit die Zellen im Innenraum. Durch die Verdunstungskälte sinkt die Temperatur. Große Vorratsbehälter für Wasser müssen mit schwimmenden Brettern versehen werden, damit ihre glatten Wände nicht zu Fallen für Insekten und Vögel werden.

Lager für organisches Material

In Komposthaufen sowie in den Erd- und Laubhaufen findet man Pflanzenabfälle verzehrende Larven. Die „Echten“ Fliegen, einige Tanz- und Langbeinfliegenarten, Schnaken u.a. gehören dazu. In den Totholzhaufen, in den Brennholzstapeln, in alten Stubben im Garten und in dem unbehandeltem Gerüst des Unterstandes können sich die holzverzehrenden Larven der Bockkäfer, Rotdeckenkäfer, Melyriden, Prachtkäfer u.a. entwickeln. Die Bewegungen dieser Larven können an der Oberfläche des Holzes von Schlupfwespen geortet werden, die dann mit Hilfe ihres langen Legebohrers Eier in den Larven ablegen. Im

August und September finden sich die Käfer und die Schlupfwespen auf der Wilden Möhre, dem Angelikakraut, dem Rainfarn und anderen Korb- und Doldenblütlern.

Von sonnenbeschienenen, trockenen, unbehandelten Balken nagen die Arbeiterinnen der Sozialen Wespen Holzspäne ab. Diese werden durchgekaut und mit Speichel vermischt als Nestmaterial verbaut.

Zum Wetterschutz kann man zwischen die Balken eines Unterstandes lehmverfugte Ziegelwände oder Lehmwände auf der West- und Nordseite des Unterstandes halbhoch einbauen. Verwendet man als Dachabdeckung Reetmatten, so kann sich dieser Unterstand zum idealen Nistplatz für stengel- und hohlraumbewohnende Wildbienenarten entwickeln. Der Unterstand und die verschiedenen Materialhaufen können außerdem Überwinterungsplatz von Schwebfliegen, Schmetterlingen und Käfern sein. Auch die Larven vieler blütenbesuchender Fliegenarten leben im Kompost.

Wege und Terrassen

Zur Erschließung des Gartens werden in vielfältiger Weise Wege im Gelände angelegt. Je nach Nutzungsart und -häufigkeit sollte hier ein unterschiedlicher Aufbau und Wegebelag gewählt werden. Im Hofbereich bieten sich Pflasterungen an, wobei auf Vermörtelung der Fugen verzichtet werden sollte, damit das Regenwasser versickern kann und so dem Garten erhalten bleibt. Außerdem bauen mehrere Sandbienenarten ihre kleinen, mehrkammerigen Brutbauten gerne unter das Pflaster. Mit der Ausbringung von Mauerpfeffer, Thymian-, Majoran-, Glockenblumen- und Habichtskrautarten in die Fugen am Terrassen- und Wegrand kann man für die Wildbienen eine Nahrungsquelle in kurzer Entfernung zum Nistplatz schaffen. Dies ist besonders für kleinere Sand- und Furchenbienenarten notwendig, da ihr Aktionsradius häufig unter 100 m liegt. Ins Staudenbeet sollten Trittsteine eingefügt werden, die Käfern u.a. als Unterschlupf dienen. Wege im Gemüse- und Beerenobstgarten kann man mit Holzhäcksel beschütten. An der Zersetzung des Holzes sind verschiedene Pilze beteiligt, die wiederum von Larven blütenbesuchender Käfer wie Glanz-, Stachel-, Schimmel-, Moder-, Pflanzen-, Pochkäferarten u.a. verzehrt werden.

Für häufig begangene Arbeitswege im Garten empfiehlt es sich, auf einem Unterbau aus grobem Bauschotter eine Lehm/Sand-Geröll-Mischung auszubringen und zu verdichten. Lehm- und Sandkörnchen benötigen Pillenwespen sowie stengel- und gängewohnende Löcher- und Mauerbienen als Nistmaterial.

Beete

Der Boden von Blumenbeeten sollte im Interesse bodenbrütender Wildbienen so wenig wie möglich und höchstens oberflächlich bearbeitet werden. Eine Mulchdecke, z.B. aus Laubkompost, schützt die Überwinterungsorgane der Pflanzen und gewährt Käfern und Fliegenlarven Unterschlupf. Auch in hohlen, stehenden Staudenstengeln überwintern Blütenbesucher, z.B. Schlupf-, Gall- und Brackwespen. Diese sind wichtig für die natürliche Dezimierung von Schadinsekten im Garten. Man sollte daher erst im Frühjahr alle Staudenbeete säubern und abräumen.

Die Blüten des Kräutergartens sind meist zygomorph und daher hauptsächlich von Hummeln und Wildbienen besucht. Zur Förderung anderer Blütenbesuchergruppen sollten dort vor allem die sonst im Garten unterrepräsentierten Doldenblütler zur Blüte kommen: Kümmel, Pastinake, Petersilie, Liebstöckel, Dill, Sellerie, Fenchel, Baldrian usw.

Für das Anlegen eines Blumenbeetes ist im Anhang eine Vielzahl von Pflanzen aufgeführt, die für viele Insekten geeignet sind.

Wiese, Wäscheplatz und Spielrasen

Auf der Wiese sind Wildkräuter eine wichtige Nahrungsquelle für die Blütenbesucher des Gartens. Sie entsteht von selbst, wenn man den unbedeckten Boden der Eigenentwicklung überläßt und je nach Nährstoffreichtum 1–2 mal pro Jahr mäht. Mit Wildkräutersamen und Zwiebeln wilder Geophyten, kann man den Pflanzenbesatz nach seinen Wünschen lenken. Alte Rasenflächen sollten gezielt von Rasenstücken befreit und mit angezogenen, gut durchwurzelten, konkurrenzfähigen Topfpflanzen bestückt werden. Dabei ist die Bodenart, die Besonnung und die Höhe des ungeschnittenen Rasens zu berücksichtigen. Weißklee, Gänseblümchen und Braunelle vermögen sich auch in Lücken alter, nährstoffreicher Rasenflächen auszubreiten und vertragen einen 14-tägigen Schnitt und gelegentlichen Betritt. Sie sind damit für Spielrasen und Wäscheplatz günstig. Hummeln, Schwebfliegen und Wildbienen haben dadurch ein fast ganzjähriges Nektar- und Pollenangebot. Krokusse, Buschwindröschen, Gelb- und Blausterne können die erste Nahrung für Sandbienen und Hummelweibchen sein. An einem sonnenexponierten, windgeschützten, wasserzügigen Platz bauen die Sand- und Furchenbienen ihre mehrkammerigen Nester in den Rasenboden. Da sie sich für die Auffindung ihres Nesteinganges an optischen Merkmalen in dessen Umgebung orientieren, sollte man zu ihrer Flugzeit die Flächen nicht mähen. Damit hilft man auch den Zwiebelpflanzen, die das vorzeitige Abmähen ihrer Blätter nicht ertragen und dann verhungern (Mahd im Juni und Oktober).

Einige Schwebfliegenarten verzehren gern Gräserpollen. Zu ihnen gehören z.B. *Melanostoma mellinum* und *Platycheirus clypeatus*.

In der sich im Herbst bildenden Streuschicht und in den abgestorbenen Stengeln überwintern Käfer, Larven und Puppen verschiedenster Insekten. Ein Teil der Wiese sollte daher erst im März/April gemäht werden (2. Mahd im Juni/Juli). Eine differenzierte Pflege je nach Nutzungsart und -intensität erhöht im Grünflächenbereich die Wildkräutervielfalt und damit auch die Lebensmöglichkeiten für Blütenbesucher und ihre Larven.

Obstbäume

Obstbaumblüten werden von Wildbienen, Hummeln und Schwebfliegen besucht. Die überreifen Früchte der Pflaumen verzehren Soziale Wespen gerne, die Säfte von gärendem Fallobst werden vom Admiral und anderen Falterarten aufgesaugt.

Darüberhinaus sind alte Hochstämme mit abgestorbenen, von Käferlarven zerfressenen Ästen Brutplatz für Wildbienen. Eine Reihe von Nachtfalterraupen bevorzugen Obstbäume. Im Hausgarten sollte man sie dulden. Die Larven des Apfelwicklers ernähren sich von den Früchten. Ebenso der Fruchtschalenwickler, der außerdem Fruchtschalen aufnimmt. Die Raupen des Kleinen Frostspanners verzehren junge Blätter und Blüten. Ebenso werden junge Früchte, besonders Kirschen und Birnen angenagt. Auch die Pflaumenwicklerlarve lebt in der Frucht. Die Blausiebraupe ernährt sich vom Holz der Obstbäume. Die Raupen von mehr als 30 Nachtfalterarten leben von Obstbäumen.

Besonders sinnvoll bei größeren Gärten ist die Kombination von Obstbäumen und Wiese zur Streuobstwiese. Diese wird nur zur Erntezeit des Obstes 1 mal pro Jahr gemäht. Ihre reiche Krautflora bietet Nahrung für die erwachsenen Blütenbesucher, die sich als Raupen von den Kräutern, Gräsern und den Obstbäumen ernährt haben.

5.3 Zusammenstellung eines für Blütenbesucher geeigneten Blütenangebotes

Tab.7: Gehölze und Ziersträucher, die von den einheimischen Blütenbesuchern häufig aufgesucht wurden.

Gehölze, Ziersträucher	Blütezeit	Blütenfarbe	Pflanzen- höhe (m)	Licht- bedarf	Blütenbesucher
<i>Berberis thunbergii</i> (Berberitze)	5	gelb	1	sonnig	Hummeln
<i>Buddleia davidii</i> (Sommerflieder)	8–9	weiß, rot, violett	3	sonnig	Schmetterlinge, Fliegen
<i>Calluna vulgaris</i> (Heidekraut)	8–9	rosa	1	sonnig	Wildbienen, Hummeln
<i>Cotoneaster salicifolius</i> (Weidenblättrige Zwergmispel)	6–8	weiß	2	sonnig	Hummeln, Fliegen
<i>Crataegus spec.</i> (Weißdorn)	5–6	weiß	7	sonnig	Wildbienen, Hummeln, Wespen, Fliegen, Käfer
<i>Erica spec.</i> (Schneeheide)	9–4	rosa, weiß	0.5	sonnig	Wildbienen, Hummeln
<i>Laburnum anagyroides</i> (Goldregen)	5–6	gelb	7	sonnig	Hummeln
<i>Malus sylvestris</i> (Holzapfel)	5	weiß	4	sonnig	Wildbienen, Hummeln, Fliegen
<i>Prunus spinosa</i> (Schlehe)	3–5	weiß	6	sonnig	Wildbienen, Hummeln, Wespen, Fliegen
<i>Pyracantha coccinea</i> (Feuerdorn)	6–7	weiß	4	sonnig	Hummeln, Fliegen
<i>Ribes sanguineum</i> (Blut-Johannisbeere)	4–5	rot	4	sonnig	Wildbienen, Hummeln
<i>Salix spec.</i> (Weide)	2–5	gelb	– 25	sonnig	Schmetterlinge, Wildbienen, Hummeln, Fliegen, Käfer
<i>Sambucus nigra</i> (Schwarzer Holunder)	6–7	weiß	7	sonnig	Hummeln, Fliegen, Käfer
<i>Sorbaria arborea glabrata</i> (Ebereschenspire)	7–9	gelbweiß	5	sonnig	Wildbienen, Hummeln, Fliegen, Käfer
<i>Syringa reflexa</i> (Hängeflieder)	6–7	rot, rosa	3	sonnig	Schmetterlinge, Hummeln, Fliegen
<i>Tamarix pentandra</i> (Tamariske)	6–7	rosa	5	sonnig	Wildbienen, Hummeln
<i>Viburnum opulus</i> (Gemeiner Schneeball)	5–7	weiß	4	sonnig	Hummeln, Fliegen, Käfer

Tab. 8: Kletter- und Schlingpflanzen, die von den heimischen Blütenbesuchern häufig aufgesucht wurden.

Kletter- und Schlingpflanzen	Blütezeit	Blütenfarbe	Pflanzenhöhe (m)	Lichtbedarf	Blütenbesucher
<i>Bryonia dioica</i> (Rotfrüchtige Zaunrube)	6–9	grünlichweiß	3	sonnig	Wildbienen, Bienen, Hummeln, Fliegen, Käfer
<i>Calystegia sepium</i> (Zaunwinde)	7–9	weiß	3	sonnig	Wildbienen, Hummeln, Fliegen
<i>Clematis vitalba</i> (Gemeine Waldrebe)	8–10	weiß	10	halbschattig	Schmetterlinge, Hummeln, Fliegen, Käfer
<i>Hedera helix</i> (Efeu)	8–10	weiß	>10	schattig	Wespen, Fliegen
<i>Lathyrus latifolius</i> (Breitblättrige Platterbse)	6–9	rosarot	2	sonnig	Schmetterlinge, Wildbienen, Hummeln, Fliegen
<i>Lathyrus odoratus</i> (Wohlriechende Platterbse)	7–9	rot, violett, weiß	2	sonnig	Schmetterlinge, Hummeln, Fliegen
<i>Lonicera x-heckrottii</i> (Feuer-Geißblatt)	6–9	rot/weiß	4	sonnig	Schmetterlinge, Wespen, Fliegen
<i>Lonicera henry</i> (Immergrünes Geißblatt)	7–8	orange	5	sonnig	Schmetterlinge, Hummeln
<i>Lonicera periclymenum</i> (Jelänger Jelierber)	7–10	weiß	>5	sonnig	Schmetterlinge, Hummeln
<i>Polygonum aubertii</i> (Knöterich)	7–9	weiß	>10	sonnig	Wespen, Fliegen, Käfer
<i>Rosa spec.</i> (Kletter-Rose, div. Arten)	6–8	weiß, rosa, u.a.	5	sonnig	Wildbienen, Hummeln, Fliegen, Käfer
<i>Rubus fruticosus</i> (Brombeere)	6–9	rosa, weiß	5	sonnig	Wildbienen, Hummeln, Fliegen

Tab. 9: Stauden, Ein- und Zweijährige Pflanzen, die von den heimischen Blütenbesuchern häufig aufgesucht wurden.

Stauden, Ein- und Zweijährige Pflanzen	Blütezeit	Blütenfarbe	Pflanzenhöhe (cm)	Licht	Blütenbesuch
<i>Achillea millefolium</i> (Wiesen-Schafgarbe)	6–8	weiß	50	sonnig	Wildbienen, Wespen, Fliegen
<i>Achillea ptarmica</i> (Sumpf-Schafgarbe)	7–9	weiß	100	sonnig	Wildbienen, Fliegen
<i>Aconitum napellus</i> (Eisenhut)	7–8	blauviolett	>100	sonnig	Hummeln
<i>Ajuga reptans</i> (Kriechender Günsel)	5–6	blau	20	sonnig	Wildbienen, Hummeln, Fliegen
<i>Allium sphaerocephalon</i> (Purpur-Lauch)	7–8	purpurrot	80	sonnig	Wildbienen, Hummeln

Stauden, Ein- und Zweijährige Pflanzen	Blütezeit	Blütenfarbe	Pflanzenhöhe (cm)	Licht	Blütenbesuch
<i>Alyssum montanum</i> (Berg-Steinkraut)	3–5	gelb	25	sonnig	Wildbienen
<i>Anchusa officinalis</i> (Gemeine Ochsenzunge)	6–9	blauviolett	60	sonnig	Wildbienen, Hummeln
<i>Antennaria dioica</i> (Katzenpfötchen)	5–6	rosa	–20	sonnig	Schmetterlinge
<i>Anthyllis vulneraria</i> (Wundklee)	5–10	weiß, gelb, rot	70	halbschattig	Schmetterlinge, Wildbienen, Hummeln
<i>Aster amellus</i> (Berg-Aster)	8–9	violett	60	sonnig	Schmetterlinge, Wildbienen, Hummeln, Fliegen
<i>Aster sedifolius</i> (Aster)	8–9	blau, div. rottöne	90	sonnig	Hummeln, Wespen, Fliegen
<i>Bellis perennis</i> (Gänseblümchen)	1–12	weiß	10	sonnig	Wildbienen
<i>Buglossoides purpureoacerulea</i> (Blauroter Steinsame)	5–6	blau	30	sonnig	Wildbienen, Hummeln
<i>Bupthalmum salicifolium</i> (Ochsenauge)	6–9	gelb	60	sonnig	Schmetterlinge, Wildbienen, Fliegen
<i>Campanula glomerata</i> (Knäuel-Glockenblume)	7–8	violett, weiß	50	sonnig	Wildbienen, Hummeln
<i>Campanula persicifolia</i> (Pfirsichblättrige Glockenblume)	6–8	violett, weiß	80	halbschattig	Wildbienen, Hummeln
<i>Campanula portenschlagiana</i> (Glockenblume)	6–7, 9	div. Blautöne	10	sonnig	Schmetterlinge, Wildbienen, Hummeln
<i>Campanula rotundifolia</i> (Rundblättrige Glockenblume)	6–9	violett	30	sonnig	Schmetterlinge, Wildbienen, Käfer
<i>Cardamine pratensis</i> (Wiesen-Schaumkraut)	4–5	weiß	40	sonnig	Schmetterlinge, Wildbienen, Fliegen
<i>Carlina acaulis</i> (Eberwurz)	7–9	silbrigweiß	–50	sonnig	Hummeln, Fliegen
<i>Centaurea jacea</i> (Wiesenflockenblume)	7–9	rosarot	60	sonnig	Wildbienen, Hummeln
<i>Centaurea macrocephala</i> (Flockenblume)	6–7	gelb	100	sonnig	Hummeln, Fliegen
<i>Centaurea montana</i> (Berg-Flockenblume)	5–6,9	blau	50	halbschattig	Schmetterlinge, Wildbienen, Hummeln
<i>Centaurea scabiosa</i> (Skabiosen- Flockenblume)	7–8	purpurrot	>100	sonnig	Schmetterlinge, Wildbienen, Hummeln

Stauden, Ein- und Zweijährige Pflanzen	Blütezeit	Blütenfarbe	Pflanzenhöhe (cm)	Licht	Blütenbesuch
<i>Chrysanthemum leucanthemum</i> (Wiesen-Margerite)	6–8	weiß	50	sonnig	Schmetterlinge, Wildbienen, Fliegen, Käfer
<i>Chrysanthemum maximum</i> (Garten Margerite)	6–8	weiß	–90	sonnig	Schmetterlinge, Wildbienen, Fliegen, Käfer
<i>Chrysanthemum parthenium</i> (Mutterkraut)	6–9	weiß	60	sonnig	Schmetterlinge, Wildbienen, Fliegen
<i>Chrysanthemum vulgare</i> (Rainfarn)	7–9	gelb	100	sonnig	Schmetterlinge, Wildbienen, Fliegen
<i>Coronilla varia</i> (Bunte Kronwicke)	6–9	rötlichweiß	–120	sonnig	Schmetterlinge, Wildbienen
<i>Crocus tommasinianus</i> (Krokus)	(2) 3–4	violett, weiß	10	sonnig	Hummeln
<i>Cymbalaria muralis</i> (Zymbelkraut)	5–9	hellviolett	10	halbschattig	Wildbienen, Hummeln
<i>Delphinium x cultorum</i> (Garten-Rittersporn)	5–8 (9)	violett, blau, weiß	150	sonnig	Hummeln, Wesen, Fliegen
<i>Dianthus carthusianorum</i> (Karthäusermelke)	6–9	purpurrot	80	sonnig	Schmetterlinge, Wildbienen, Wespen
<i>Digitalis purpurea</i> (Roter Fingerhut)	6–8	hellpurpur	120	halbschattig	Wildbienen, Hummeln
<i>Echinacea purpurea</i> (Sonnenhut)	7–9	rosarot	100	sonnig	Schmetterlinge, Hummeln
<i>Echinops ritro</i> (Kugeldistel)	7–9	blau	100	sonnig	Wildbienen, Hummeln, Wespen
<i>Echium vulgare</i> (Natternkopf)	6–8	blau	100	sonnig	Schmetterlinge, Wildbienen, Hummeln
<i>Eryngium alpinum</i> (Alpen Edeldistel)	7–8	blau	70	sonnig	Wildbienen, Hummeln
<i>Eryngium planum</i> (Flachblättrige Edeldistel)	7–9	blau	100	sonnig	Wildbienen, Hummeln, Fliegen
<i>Eupatorium cannabinum</i> (Wasserdost)	7–9	rosa	150	sonnig	Schmetterlinge, Fliegen
<i>Euphorbia cyparissias</i> (Zypressenwolfsmilch)	5–7	gelbrötlich	40	sonnig	Fliegen, Käfer
<i>Fritillaria meleagris</i> (Schachblume)	4–5	rotviolett, weiß	30	sonnig	Wildbienen, Hummeln
<i>Galium verum</i> (Echtes Labkraut)	6–9	gelb	60	sonnig	Wildbienen, Fliegen
<i>Geranium platypetalum</i> (Storchschnabel)	6–7	violett	40	sonnig	Wespen

Stauden, Ein- und Zweijährige Pflanzen	Blüte- zeit	Blüten- farbe	Pflanzen- höhe (cm)	Licht	Blütenbesuch
<i>Helianthus rigidus</i> (Sonnenblume)	8–10	braungelb	180	sonnig	Hummeln, Fliegen
<i>Helichrysum bracteatum</i> (Strohblume)	7–9	weiß, gelb, rot	–120	sonnig	Schmetterlinge, Fliegen
<i>Hypericum perforatum</i> (Echtes Johanniskraut)	7–8	gelb	60	sonnig	Wildbienen, Hummeln
<i>Jasione laevis</i> (Sandglöckchen)	7–8	blau	40	sonnig	Schmetterlinge, Wildbienen, Hummeln
<i>Knautia arvensis</i> (Acker-Knautie)	6–8	blauviolett	–100	sonnig	Schmetterlinge, Wildbienen, Hummeln, Fliegen
<i>Lavandula officinalis</i> (Lavendel)	6–7	blau	–90	sonnig	Schmetterlinge, Hummeln, Fliegen
<i>Leucocjum vernum</i> (Märzbecher)	3–4	weiß	40	halb- schattig	Schmetterlinge
<i>Linaria vulgaris</i> (Frauenflachs)	7–9	gelb	80	sonnig	Wildbienen, Hummeln
<i>Lotus corniculatus</i> (Hornklee)	5–9	gelb	30	sonnig	Schmetterlinge, Wildbienen, Hummeln
<i>Lupinus polyphyllus</i> (Stauden-Lupine)	6–7	weiß, violett, rosa	–120	sonnig	Wildbienen, Hummeln
<i>Lythrum salicaria</i> (Blut-Weiderich)	6–8	purpurrot	150	sonnig	Schmetterlinge, Wildbienen
<i>Matthiola incana</i> (Levkoje)	6–10	rot, purpur, weiß	80	sonnig	Schmetterlinge, Fliegen
<i>Muscaria botryoides</i> (Traubenhyazinthe)	3–4	blau	15	sonnig	Wildbienen, Hummeln
<i>Nepeta x fassenii</i> (Blauminze)	5–9	blau	40	sonnig	Schmetterlinge, Wildbienen, Hummeln
<i>Nepeta cataria</i> (Katzenminze)	6–9	weiß	150	sonnig	Schmetterlinge, Hummeln
<i>Ononis spinosa</i> (Dornige Hauhechel)	6–9	rosa	50	sonnig	Schmetterlinge, Wildbienen, Hummeln
<i>Origanum vulgare</i> (Dost)	7–9	rosarot	60	sonnig	Wildbienen, Hummeln, Fliegen
<i>Phacelia tanacetifolia</i> (Bienenfreund)	6–8	lila	100	sonnig	Wildbienen, Hummeln, Fliegen
<i>Phlox subulata</i> (Moos-Phlox)	5–6	blau, rosa, weiß	10	sonnig	Wespen
<i>Pulmonaria saccharata</i> (Lungenkraut)	4–5	rötlichblau	30	halb- schattig	Wildbienen, Hummeln
<i>Reseda lutea</i> (Reseda)	6–9	weiß	60	sonnig	Wildbienen, Fliegen

Stauden, Ein- und Zweijährige Pflanzen	Blütezeit	Blütenfarbe	Pflanzenhöhe (cm)	Licht	Blütenbesuch
<i>Ruta graveolens</i> (Weinraute)	6-7	gelb	60	sonnig	Wespen, Fliegen
<i>Salvia nemorosa</i> (Wald-Salbei)	6-7	blauviolett t	80	sonnig	Schmetterlinge, Hummeln
<i>Salvia pratensis</i> (Wiesen-Salbei)	5-6	blau	70	sonnig	Schmetterlinge, Wildbienen, Hummeln
<i>Satureja calamintha</i> (Echte Bergminze)	7-9	violett, weiß	60	sonnig	Schmetterlinge, Wildbienen, Hummeln
<i>Scilla sibirica</i> (Blaustern)	3-4	blau	10	halbschattig	Wildbienen
<i>Sedum acre</i> (Scharfer Mauerpfeffer)	6	gelb	5	sonnig	Hummeln
<i>Sedum telephium</i> (Mauerpfeffer)	7-9	rosa-rot	80	sonnig	Schmetterlinge, Wildbienen, Hummeln
<i>Silene vulgaris</i> (Gewöhnliche Lichtnelke)	6-8	weiß	40	sonnig	Schmetterlinge
<i>Solidago canadensis</i> (Goldrute)	8-10	gelb	150	sonnig	Schmetterlinge, Hummeln, Fliegen, Käfer
<i>Succisa pratensis</i> (Teufelsabbiß)	7-9	blauviolett	80	sonnig	Wildbienen, Hummeln
<i>Symphytum grandifolium</i> (Großblütiger Beinwell)	5-6	weiß	30	halbschattig	Wildbienen, Hummeln
<i>Teucrium chamaedrys</i> (Edel-Gamander)	7-8	rotviolett	30	sonnig	Wildbienen, Hummeln
<i>Trifolium pratense</i> (Rot-Klee)	6-9	rotviolett	30	sonnig	Schmetterlinge, Wildbienen, Hummeln
<i>Trifolium repens</i> (Weiß-Klee)	5-9	weiß	20	sonnig	Wildbienen, Hummeln
<i>Valeriana officinalis</i> (Echter Baldrian)	6-8	hellrosa	150	sonnig	Schmetterlinge, Wespen
<i>Verbascum densiflorum</i> (Dichtblütige Königskerze)	7-9	gelb	150	sonnig	Käfer
<i>Veronica longifolia</i> (Langblättriger Ehrenpreis)	6-8	blauviolett t	80	sonnig	Hummeln
<i>Veronica spicata</i> (Ähriger Ehrenpreis)	6-8	blauviolett t	40	sonnig	Hummeln

6. Zusammenfassung

Bei der Untersuchung des Blütenbesuchs an 199 Zierpflanzen in den Jahren 1986 und 1987 waren insgesamt 132 Arten von Insekten besucht, 70 Arten davon stark bis sehr stark. Es wurden 8 Käferarten, 3 Wespenartige, 24 solitäre Bienenarten, 6 Hummelarten und 3 Schmarotzerhummelarten, 31 Schwebfliegenarten und 11 tagaktive Schmetterlingsarten beobachtet. Darunter bilden die Fliegen mit 57,3% Individuenanteil die stärkste Blütenbesuchergruppe, gefolgt von den Hymenopteren (21,9%) und den Käfern (17,7%). Die tagaktiven Schmetterlingsarten besuchten nur 12,9%, während die Hummeln 61,3% aller Zierpflanzenarten aufsuchten. Zur Einschätzung der Ergebnisse wurden die Blüten nach den morphologischen Gestalttypen gegliedert. Einige Blumen sind in ihrem morphologischen und physiologischen Eigenschaften an die des Bestäubers angepaßt und bilden eine „ökologischen Blütengruppe“. Die meisten Arten weisen Doppelhabitatsansprüche auf, da neben der Nahrung an Zierpflanzen noch Futterpflanzen für die Larven oder das Winterquartier für ihre Existenz notwendig sind.

7. Summary

During the research on 199 ornamental garden plants in the year 1986 and 1987 132 flower species were visited by insects. The flowers of 70 different plant species were visited very frequently. Eight beetle species, 3 Vespoides, 24 Apoides, 6 Bombini, 3 parasitic Bombini, 31 Syrphidae, and 11 dayactive butterflies were observed. Among them the flies most frequently visited the flowers with 57 % of all individuals observed, followed by hymenopteres (22 %), and the beetles (18 %). Both dayactive butterflies and bumblebees visited 13 % and 61 % respectively of the ornamental garden plants. It could be shown by the classification of the flowers into morphological types, that the morphological and physiological attributes of the flowers are adapted to their insect visitors. Furthermore, most of the species need different resources in the garden. Additionally to the flowers of the ornamental garden plants they need different habitats for their larvae or for overwintering.

Literatur

- BARBER, H. (1931): Traps for cave inhabiting insects. *J. Elisha Mitchell Sci. Soc.* 46, 259–266.
- BARNDT, D. (1976): Das Naturschutzgebiet Pfaueninsel in Berlin. Faunistik und Ökologie der Carabiden. – Dissertation FU Berlin.
- BARTFELDER, F. & KÖHLER, M. (1987): Experimentelle Untersuchungen zur Funktion von Fassadenbegrünungen. Dissertation, FU Berlin.
- BAUER, T. (1979): Die Feuchtigkeit als steuernder Faktor für das Kletterverhalten von Collembolen. – *Pedobiologia* 19, 165–175.
- BAUMANN, R. (1983): Begrünte Architektur. Verlag Callwey, München, 244 S.
- BELLMANN, H. (1984): Spinnen – beobachten, bestimmen. Naturbuch Verlag, Augsburg, 200 S.
- BONESS, M. (1958): Biocoenotische Untersuchungen über die Tierwelt von Klee–Luzernfeldern. – *Z. Morph. u. ökol. Tiere* 47, 309–373.
- BRAUN-BLANQUET, J. (1964): Pflanzensoziologie. Springer Verlag, Wien, 865 S.
- BRAUN, R. & RABELER, W. (1969): Zur Autökologie und Phänologie der Spinnenfauna des nordwestdeutschen Altmoränen-Gebiets. *Abh. senckenberg. naturforsch. Ges.* 522, 1–89.
- BRAUNS, A. (1976): Taschenbuch der Waldinsekten, Bd. 1: Systematik und Ökologie. Gustav-Fischer-Verlag, Stuttgart.
- BRÜGIS, H. (1988): Fangmethoden bei Spinnen. *Biologie in unserer Zeit* 1, 16–24.
- CHINERY, M. (1986): Naturschutz beginnt im Garten. Otto Meier Verlag, Ravensburg.
- DARIUS, F. & DREPPER, J. (1983): Ökologische Untersuchungen auf bewachsenen Kiesdächern in West-Berlin. Diplomarbeit, Fachbereich Biologie Freie Universität Berlin.
- DARIUS, F. & DREPPER, J. (1984): Rasendächer in Westberlin. *Das Gartenamt* 5, 309–315.
- DAVIES, M. J. (1953): The contents of the crops of some british carabid beetles. *The entomologist monthly magazine* 89, 18–24.
- DIECKMANN, L. (1972): Beiträge zur Insektenfauna der DDR: Coleoptera – Curculionidae (Ceutorhynchinae). *Beitr. Ent.* 22, 3–128.
- DIECKMANN, L. (1977): Beiträge zur Insektenfauna der DDR: Coleoptera – Curculionidae (Apionidae). *Beitr. Ent.* 27, 7–143.
- DIECKMANN, L. (1980): Beiträge zur Insektenfauna der DDR: Coleoptera – Curculionidae (Otiorthynchinae). *Beitr. z. Entomologie* 30, 145–310.
- DIECKMANN, L. (1986): Beiträge zur Insektenfauna der DDR: Coleoptera – Curculionidae (Erihinae). *Beitr. Ent.* 36, 119–181.
- DUFFEY, E. (1956): Aerial dispersal in a known spider population. *Journal of Animal Ecology* 25, 85–111.
- DUNGER, W. (1983): Tiere im Boden. A. Ziemsen Verlag, Wittenberg Lutherstadt, 280 S.
- ERIKSEN, W. (1964): Beiträge zum Stadtklima von Kiel. Witterungsklimatische Untersuchungen im Raume Kiel und Hinweise auf eine mögliche Anwendung der Erkenntnisse in der Stadtplanung. *Kieler Geograph. Schr.* 22 (1).
- ERIKSEN, W. (1976): Die städtische Wärmeinsel. Neuere Erkenntnisse zur Gliederung, Genese und Bedeutung des innerstädtischen Temperaturfeldes. *Geogr. Rdsch.* 9, 368–373.
- FJELLBERG, A. (1980): Identification keys to norwegian collembola. *Norsk Entomologisk Forening, Ås.*
- FORSTER, W. & WOHLFAHRT, TH. A. (1954): Die Schmetterlinge Mitteleuropas, Bd. 1: Biologie der Schmetterlinge. Franckh'sche Verlagshandlung, Stuttgart.
- FORSTER, W. & WOHLFAHRT, TH. A. (1955): Die Schmetterlinge Mitteleuropas, Tagfalter–Diura (Rhopalocera u. Hesperidae). Franckh'sche Verlagshandlung, Stuttgart.
- FREUDE, H., HARDE, K. W. & LOHSE, G. A. (1965–1983): Die Käfer Mitteleuropas. Bd. 1–8, GOECKE & EVERS, Krefeld.
- GEIGER, R. (1961): Das Klima der bodennahen Luftschicht. Friedr. Vieweg & Sohn, Braunschweig, 646 S.
- GISIN, H. (1960): Collembolenfauna Europas. *Museum d' Histoire Naturelle, Genève.*
- HAGEDORN, J. & ZUCCHI, H. (1989): Untersuchungen zur Besiedlung von Kletterpflanzen durch Insekten (Insecta) und Spinnen (Araneae) an Hauswänden. *Landschaft und Stadt* 21 (2), 41–55.
- HENGVELD, R. (1981): The evolutionary relevance of feeding habitats of ground beetles (Coleoptera: Carabidae). *Ent. Scand. Suppl.* 15, 305–315.
- HESS, D. (1983): Die Blüte. Eugen Ulmer Verlag, Stuttgart.

- HEYDEMANN, B. (1953): Agrarökologische Problematik, dargestellt an Untersuchungen über die Tierwelt der Bodenoberfläche der Kulturfelder. Dissertation Universität Kiel.
- HEYDEMANN, B. & MÜLLER-KARCH, J. (1980): Biologischer Atlas Schleswig-Holstein. Wachholtz-Verlag, Neumünster.
- HEYDEMANN, B. (1981): Zur Frage der Flächengröße von Biotopbeständen für den Arten- und Ökosystemschutz. Jahrb. f. Natursch. u. Landschaftspf. 31, 1–31.
- HIEKE, F. (1974): Urania Tierreich Bd. 11, Insekten 2, Coleoptera. Rowohlt Taschenbuch Verlag, Reinbeck bei Hamburg.
- HIRSCHFELDER, A. (1991): Vergleichende Untersuchungen zur Besiedlung spontan bewachsener und begrünter Flachdächer durch Rotatorien und ausgewählte Arthropoden-Taxa. Diplomarbeit, Fachber. Biol./Chemie der Universität Osnabrück.
- HOOP, M. (1961–1973): Holsteinische Goldwespen und Stechimmen (Chrysididen u. Aculeaten). Schr. naturwiss. Ver. S.-H. 32, 58–71; 34, 3–11; 37, 36–43; 41, 81–87; 43, 46–50.
- HOESCHELE, K. & SCHMIDT, H. (1974): Klimatische Wirkungen einer Dachbegrünung. Garten und Landschaft 84.
- IRMLER, U. & HEYDEMANN, B. (1988): Die Spinnenfauna des Bodens schleswig-holsteinischer Waldökosysteme. Faun.-Ökol.-Mitt. 6, 61–85.
- JACOBS, W. & RENNER, M. (1974): Taschenlexicon zur Biologie der Insekten. Gustav-Fischer-Verlag, Stuttgart.
- JOGER, H. G. (1988): Untersuchungen über die Tierwelt einer Stadtmauer. Zool. Jb. 115, 69–91.
- KLAUSNITZER, B. & SANDER, F. (1978): Die Bockkäfer Mitteleuropas (Cerambycidae). Neue Brehm-Bücherei, A. Ziemsen Verlag, Wittenberg, Lutherstadt, 222 S.
- KLAUSNITZER, B. & KLAUSNITZER H. (1979): Marienkäfer. Neue Brehm-Bücherei, A. Ziemsen Verlag, Wittenberg Lutherstadt, 88 S.
- KLAUSNITZER, B. & RICHTER, K. (1980): Zur Insekt-Pflanze-Beziehung unter Berücksichtigung urbaner Bedingungen. Wiss. Z. Karl-Marx-Universität, Leipzig, Math.-Naturwiss. R. 29, 550–555.
- KLAUSNITZER, B., RICHTER, K. & PFÜLLER, R. (1980): Ökofaunistische Untersuchungen auf einem Hausdach im Stadtzentrum von Leipzig. Wiss. Z. Karl-Marx-Universität, Leipzig, Math.-Naturwiss. R. 29, 629–635.
- KLAUSNITZER, B. (1987): Ökologie der Großstadtf fauna. Gustav-Fischer-Verlag, Stuttgart, New York, 225 S.
- KLAUSNITZER, B. (1989): Verstädterung von Tieren. Neue Brehm-Bücherei, Ziemsen Verlag, 2. Auflage., Wittenberg Lutherstadt, 316 S.
- KOCH, K. (1989a): Die Käfer Mitteleuropas, Ökologie Bd. 1. Goecke & Evers Verlag, Krefeld.
- KOCH, K. (1989b): Die Käfer Mitteleuropas, Ökologie Bd. 2. Goecke & Evers Verlag, Krefeld.
- KOLB, W., SCHWARZ, T. & TRUNK, R. (1983): Zur Begrünung von Kiesdächern. Z. Veget. Techn. 10, 143–151.
- KUGLER, H. (1970): Blütenökologie. Gustav-Fischer-Verlag, Stuttgart.
- KUTTLER, W. (1993): 6. Stadtklima. In: SUKOPP, H. & WITTIG, R. (Hrsg.) Stadtökologie. G. Fischer, Stuttgart, Jena, New York, pp. 113–153
- LEHMANN, M. (1986): Untersuchungen zur langfristigen Boden- und Vegetationsentwicklung auf Dachstandorten. Z. Veget. Techn. 9.
- LINDROTH, C. H. (1945): Die Fennoskandischen Carabidae. – Spezieller Teil. Göteborgs Kungl. Vetensk. Witterh. Samh. Handlingar Ser. B IV, 709 S.
- LINDROTH, C. H. (1949): Die Fennoskandischen Carabidae. – Allgemeiner Teil. Göteborgs Kungl. Vetensk. Witterh. Samh. Handlingar Ser. B IV, 3, 911 S.
- LOCKET, G. H. & MILLIDGE A. F. (1951/1953): British Spiders, Vol. 1 u. 2. Ray Society London, 310/449 S.
- LOHSE, G. A. & LUCHT W. H. (1989): Die Käfer Mitteleuropas, Bd. 12. Goecke & Evers, Krefeld.
- LUTZE, M. (1986): Unsere historischen Gärten. Umschauverlag, Frankfurt.
- MAC ARTHUR, R. H. & WILSON E. O. (1967): Biogeographie der Inseln. Goldmann Verlag, München, 201 S.
- MADER, H. J. (1981): Untersuchungen zum Einfluß der Flächengröße von Inselbiotopen auf deren Funktion als Trittstellen oder Refugium. Natur und Landschaft 56, 235–242.
- MADER, H. J. (1983): Warum haben kleine Inselbiotope hohe Artenzahlen. Natur und Landschaft 10, 367–370.
- MARTIN, D. (1983): Trockenrasen – Spinnen des NSG „Ostufer der Feisneck“ bei Waren. Natur und Naturschutz in Mecklenburg 14, 87–96.

- MÜLLER, D. (1988): Untersuchungen von Extensivbegrünungen (Grasdächern) unter besonderer Berücksichtigung von Vegetation und Fauna. Diplomarbeit, Universität Essen.
- PALISSA, A. (1964): Die Tierwelt Mitteleuropas, IV: Insekten 1. Teil, Apterygota (Urinsekten). Quelle & Meyer Verlag, Leipzig, 1–407.
- REICHEL, G. & WILMANN, O. (1973): Vegetationsgeographie. Braunschweig, 212 S.
- RICHTER, C. J. J. (1970): Areal in relation to habitat in eight wolf spider species (*Pardosa*, Araneae, Lycosidae). – *Oecologia* (Berl.) 5, 200–214.
- ROBERTS, M. J. (1985): The Spiders of Great Britain and Ireland, Vol. 1 u. 2. Harley Books (B. H. & A. Harley Ltd.), Colchester 29, 204 S.
- ROTHMALER, W., MENDEL, H. & SCHUBERT, R. (1978): Excursionsflora für die Gebiete der DDR und der BRD. Bd. 2: Gefäßpflanzen. VEB Volk und Wissen, Berlin, 612 S.
- SACHER, P. (1983): Spinnen (Araneae) an und in Gebäuden – Versuch einer Analyse der synanthropen Spinnenfauna in der DDR. *Ento. Nachr. u. Ber.* 27, 97–104, 141–152, 197–204.
- SCHÄFER, M. (1973): Welche Faktoren beeinflussen die Existenzmöglichkeiten von Arthropoden eines Stadtparks – untersucht am Beispiel der Spinnen (Araneida) und Weberknechte (Opiliones). *Faun.-Ökol. Mitt.* 4, 305–318.
- SCHÄFER, M. (1980): Gedanken zum Schutz der Spinnen. *Natur und Landschaft* 55, 36–37.
- SCHWEIGER, H. (1960): Die Insektenfauna des Wiener Stadtgebietes als Beispiel einer kontinentalen Großstadtfuna. *Verh. z. 11. Int. Kongr. f. Entom.* 3, 184–193.
- SCHWERDTFEGER, F. (1975): Ökologie der Tiere (Synökologie). Verlag Paul Parey, Hamburg, Berlin, 451 S.
- SIMON, H. R. (1967): Zur Stellung der Colembolen (Apterygota) im Nahrungsnetz terrestrischer Lebensräume. *Zeitschr. f. Pflanzenkrankh. u. Pflanzenschutz* 74, 354–366.
- STOECKERT, F. K. (1933): Die Bienen Frankens (Hym., Apid.) – eine ökologisch- tiergeographische Untersuchung. *Beih. d. Deutsch. Entom. Zeitschrift*.
- SUKOPP, H., BLUME, H. P., ELVERS, H. & HORBERT, M. (1980): Beiträge zur Stadtökologie von Berlin (West). *Landschaftsentwicklung und Umweltforschung* 3, TU Berlin, 225 S.
- THIELE, H. U. (1964): Experimentelle Untersuchungen über die Ursachen der Biotopbindung bei Carabiden. *Z. Morph. Ökol. Tiere* 53, 387–452.
- TIETZE, F. (1973): Zur Ökologie, Soziologie und Phänologie der Laufkäfer (Coleoptera, Carabidae) der Grünländer im Süden der DDR. *Hercynia* 10, 111–126.
- TISCHLER, W. (1952): Biozönotische Untersuchungen an Ruderalstellen. *Zool. Jb. Syst.* 81, 122–174.
- TISCHLER, W. (1958): Synökologische Untersuchungen an der Fauna der Felder und Feldgehölze. (Ein Beitrag zur Ökologie der Kulturlandschaft). *Z. Morph. u. Ökol. Tiere* 47, 54–114.
- TISCHLER, W. (1965): Agrarökologie. Gustav-Fischer-Verlag, Jena, 499 S.
- TOPP, W. (1972): Die Besiedlung eines Stadtparks durch Käfer. *Pedobiologia* 12, 336–346.
- TRETZEL, E. (1952): Zur Ökologie der Spinnen (Araneae). *Autökologie der Arten im Raum von Erlangen. Sitzgber. phys.-med. Soc. Erlangen* 75, 36–131.
- VOGEL, J. (1988): Zur Collembolenfauna unterschiedlicher Waldbiotope in Schleswig-Holstein. *Faun. Ökol. Mitt.* 6, 53–60.
- VOGEL, S. (1963): Blütenökotypen und die Gliederung systematischer Einheiten. *Ber. dtsh. bot. Ges.* 76, 98–101.
- WEIDNER, H. (1952): Die Insekten der „Kulturwüste“. *Mitt. Hamb. Zool. Mus. Inst.* 42, 429–447.
- WHIELE, H. (1931): Araneidae. In: DAHL, F. (Hrsg.) *Die Tierwelt Deutschland*, T. 47. VEB Gustav Fischer Verlag, Jena, 136 S.
- ZAHRADNIK, J. (1985): Bienen, Wespen, Ameisen. Franckh'sche Verlagshandlung, Stuttgart.
- ZAHRADNIK, J. (1985): Käfer Mittel- und Nordeuropas. Paul Parey Verlag, Hamburg, Berlin.
- ZELTNER, U. (1989): Einfluß unterschiedlicher Pflegeintensitäten von Grünland auf die Arthropoden-Fauna im urbanen Bereich. *Faun.-Ökol. Mitt. Suppl.* 8, 1–68.
- ZIEGLER, W., SUKAT, R. & GÜRLICH, S. (1994): Rote Liste der in Schleswig-Holstein gefährdeten Käferarten. *Landesamt f. Naturschutz u. Landschaftspflege, Kiel*, 96 S.
- ZIMMERMANN, P. (1987): Dachbegrünung. Eine ökologische Untersuchung auf Kiesdach, extensiv und intensiv begrünten Dächern. *Veröff. Naturschutz Landschaftspflege Bad.-Württh.* 62, 517–549.

Adressen der Verfasser:

Dipl. Biol. Lucie Achtel
Zoologisches Institut, Universität
Abt. Synökologie
Baltzer Straße 3
CH-3012 Bern

Dipl. Biol. Anette Rieger
Jefßstraße 33
D-24114 Kiel

Dipl. Biol. Hella Schmidt-Adam
Dorfstraße 58
D-24326 Kalübbe

Dipl. Biol. Joachim Stuhr
Kantstraße 16
D-24116 Kiel

