



Zur Phänologie von Pflanzen und blütenbesuchenden Insekten
(Hymenoptera, Lepidoptera, Diptera, Coleoptera)
eines versaumten Halbtrockenrasens im Kaiserstuhl
– ein Beitrag zur Erhaltung brachliegender Wiesen
als Lizenz-Biotop gefährdeter Tierarten

Von ANSELM KRATOCHWIL

Mit einer Tabelle als Beilage

Sonderdruck aus

Band 34 („5 Jahre Biotopkartierung Baden-Württemberg“) der
Beihefte zu den Veröffentlichungen für Naturschutz und Landschaftspflege in Baden-Württemberg;
Karlsruhe 1983.

Herausgegeben von der Landesanstalt für Umweltschutz Baden-Württemberg, Institut für Ökologie
und Naturschutz.

Schriftleitung und Umschlagsgestaltung Dr. GÜNTER SCHMID nach Motiven des Beitrags KRA-
TOCHWIL.

Vorderseite: Ein Männchen der Furchenbiene *Lasioglossum calceatum* auf einer Kalk-Aster-Blüte
(vgl. Abb. 25). Foto A. KRATOCHWIL

Rückseite: Blühender Halbtrockenrasen im Kaiserstuhl (vgl. Abb. 9). Foto A. SCHWABE-BRAUN

Beih. Veröff. Naturschutz Landschaftspflege Bad.-Württ.	34	57-108	Karlsruhe 1983
--	----	--------	-------------------

**Zur Phänologie von Pflanzen und blütenbesuchenden Insekten
(Hymenoptera, Lepidoptera, Diptera, Coleoptera)
eines versauerten Halbtrockenrasens im Kaiserstuhl
– ein Beitrag zur Erhaltung brachliegender Wiesen
als Lizenz-Biotop gefährdeter Tierarten ***

Von ANSELM KRATOCHWIL

Mit einer Tabelle als Beilage

Inhaltsübersicht

1. Einführung und pflanzensoziologische Grundlagen	57
2. Methodik der blütenökologischen Untersuchungen	64
2.1 Die phänologische Erfassung des Blühaspektes 64. – 2.2 Die Auswertung der Blütenbesucher-Spektren und Diskussion einiger methodischer Probleme 64.	
3. Die Phänologie des Blühaspektes	68
4. Die Blütenbesucher und ihre Phänologie	74
5. Der Einfluß der Versauung auf die Zusammensetzung der Blütenbesucher-Gemeinschaft.	74
5.1 Apoide Hymenopteren 83. – 5.2 Lepidopteren 89. – 5.3 Dipteren 95. – 5.4 Coleopteren 97. – 5.5 Nicht-apoide Hymenopteren 99.	
6. Bedeutung für den Naturschutz	102
Zusammenfassung/Summary	104
Literatur	105

1. Einführung und pflanzensoziologische Grundlagen

Die Halbtrockenrasen des Kaiserstuhls gehören zu den artenreichsten und farbenprächtigsten Pflanzengesellschaften Mitteleuropas. Wie alle anthropogenen Vegetationstypen spiegeln sie nicht nur ein Standortsgefälle wider, sondern gleichzeitig auch die regional verschiedenen und im Laufe der Zeit sich verändernden Bewirtschaftungsmethoden.

Durch Aufgabe der Nutzung vollzog sich im Kaiserstuhl – besonders in den letzten 40 Jahren – ein deutlicher Wandel in der quantitativen und qualitativen floristischen Zusammensetzung der Halbtrockenrasen (WILMANN 1977, JOLLY 1978). Über die Auswirkung dieser Veränderungen auf die Entomofauna liegen bisher für den Kaiserstuhl noch keine und auch für andere Gebiete kaum Untersuchungen vor. So macht PREUSS (1980: 22) folgende Aussage: „Über die Bedeutung der Sozialbrache für Aculeatenpopulationen ist so gut wie nichts Gesichertes bekannt.“ Auch für Lepidopte-

* Teilaspekt einer Dissertation am Zoologischen Institut der Universität Freiburg (KRATOCHWIL 1983). Die Untersuchungen wurden mit finanzieller Unterstützung des Ministeriums für Ernährung, Landwirtschaft, Umwelt und Forsten (Baden-Württemberg) durchgeführt.

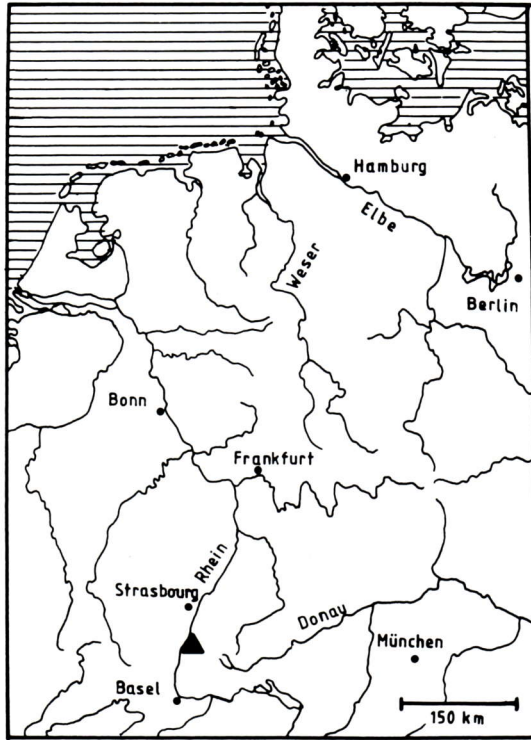


Abb. 1. Lage des Kaiserstuhls (▲) in Mitteleuropa.

ren liegen nur wenige Angaben vor (s. z. B. REICHHOLF 1973, der die Bedeutung nicht mehr bewirtschafteter Wiesen für Tagfalter herausstellt). Über das Verhalten sonstiger Insektengruppen ist – wie auch die Zusammenstellung bei BIERHALS et al. (1976) zeigt – sehr wenig bekannt. Die Vegetation wird in keiner dieser Arbeiten als Bezugseinheit pflanzensoziologisch genau untersucht.

Dank der gründlichen Analyse v. ROCHOWS (1948, 1951) können wir den Zustand der Kaiserstühler Halbtrockenrasen vor etwa 40 Jahren sehr genau pflanzensoziologisch charakterisieren. Sie ließen sich syntaxonomisch als *Mesobrometum erecti* BR.-BL.ap. SCHERRER 1925 fassen. Als Charakterarten sind *Anacamptis pyramidalis*, *Anthyllis vulneraria*, *Onobrychis viciifolia* und *Orchis simia* zu nennen. Die heutige pflanzensoziologische Bestandsaufnahme zeigt im Vergleich zu v. ROCHOW eine deutliche Zunahme von Saumarten der *Trifolio-Geranietea* und – weniger ausgeprägt – eine Abnahme einiger konkurrenzschwacher *Festuco-Brometea*-Arten als Folge aufgegebener Bewirtschaftung (s. Tab. 1, 2 und WILMANN 1975, BÜRGER, in print, BÜRGER, in Vorb.). Das *Mesobrometum* reichert sich mehr und mehr mit *Trifolio-Geranietea*-Arten (z. B. *Geranium sanguineum*, *Coronilla varia* und *Origanum vulgare*) und mit *Rhamno-Prunetea*-Arten (z. B. *Corylus avellana*, *Prunus spinosa*, *Ligustrum vulgare*) an und stellt somit ein Sukzessionsstadium in Richtung auf eine trockene Staudenhalde (z. B. *Geranio-Peucedanetum cervariae* TH. MÜLLER 1961) dar. Wir haben dieses Stadium pflan-

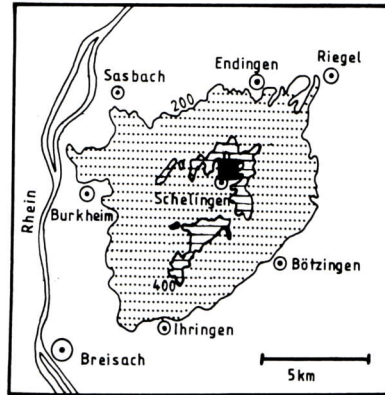


Abb. 2. Das Naturschutzgebiet „Scheibenbuck“ (■) und seine Lage im Zentral-Kaiserstuhl.

zensoziologisch genau analysiert (s. Tab. 1, 2) und bezeichnen es als „Versautes Mesobrometum“.

Die hier vorgestellten Ergebnisse wurden im Laufe von zwei Vegetationsperioden (1979–1980) im Naturschutzgebiet „Scheibenbuck“/Schelingen erhoben (Abb. 1 bis 4). Die Vegetation der 0,4 ha großen Untersuchungsfläche (Abb. 4) stellt ein solches versautes Stadium dar und weist zudem einen Standortsgradienten auf: Xerobrometum – trockenes und frisches Mesobrometum – Arrhenatheretum-Brache (s. dazu die Tab. 1 – Anlage – und die daraus entwickelte schematisierte pflanzensoziologische Gliederung, Tab. 2).

Blüten stellen als Nektar- und Pollenspende für viele phytophage Insektenarten (Hymenopteren, Lepidopteren, Dipteren, Coleopteren) wichtige, ja oft einzige Nahrungsressourcen dar (siehe u. a. Literaturangaben bei KUGLER 1970, FAEGRI & PIJL 1979). Die Flugzeit vieler dieser Insektenarten ist auf eine bestimmte, oft nur kurze Zeitspanne im Jahr beschränkt; ihre Nahrungsansprüche sind zumeist nur durch wenige blühende Pflanzenarten zu decken (s. z. B. FRANKIE, BAKER & OPLER 1974, HEINRICH 1975, HEITHAUS 1974, 1979, MACIOR 1971, 1974, 1977, PAULUS 1978). Neben der Eigenernährung brauchen insbesondere die vielen verschiedenen solitären und sozialen Bienenarten genügend große Mengen an Pollen und Nektar zur Brutpflege.

In welchem Ausmaß reagieren die blütenbesuchenden und oft auch blütenbestäubenden Insektenarten auf die oben erwähnte phytozönotische Umschichtung des Halbtrockenrasens? Führt das um die Saum-Pflanzenarten erweiterte Nahrungsspektrum auch zu einer quantitativen Förderung der bereits an Rasen-Pflanzenarten sich ernährenden Insektenarten oder sogar zu einer qualitativen Änderung in der Artenzusammensetzung der Blütenbesucher-Zönose? Hat die quantitative und qualitative Bereicherung der Phytozönose auch zu einer Erhöhung der Artenzahl blütenbesuchender Insekten geführt, oder wird das erweiterte Pflanzenarten-Spektrum nur von den bereits vorhandenen Insektenarten mitgenutzt?

Eine Möglichkeit, diese Fragen zu beantworten, bestünde in einem Vergleich der heutigen Beobachtungsdaten mit solchen, die vor 40 Jahren erhoben wurden, eine andere in einem Biotop-Vergleich der Blütenbesucher-Gemeinschaft eines heute noch gemähten Halbtrockenrasens – der dem damaligen Zustand vergleichbar wäre – mit einem versauchten Halbtrockenrasen. Da derartige Daten von Blütenbesucher-Spektren

- 1 XEROBROMETUM
- 2 MESOBROMETUM UND DARAUSS HERVORGEGANGENE
VERSÄUMUNGS- UND VERBUSCHUNGSSTADIEN
- 3 ARRHENATHERETUM – BRACHE

1	2	3
a	b	
globularietosum	primuletosum	
	1	2
	trockene Ausbildung	frische Aush.

KENN- UND DIFFERENTIALARTEN FESTUCO-BROMETEA

AC XEROBROMETUM UND DIFF.

Globularia punctata, *Linum tenuifolium*,
Echium vulgare, *Calamintha aethiops*...

MESOBROMION- UND BROMETALIA-ARTEN

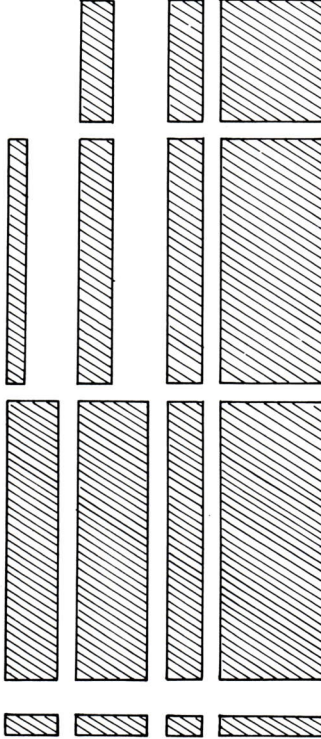
Teucrium chamaedryf, *Aster linosyris*
Xoisteria macrantha, *Orechtis stricta*...

AC MESOBROMETUM UND VC MESOBROMION

Onobrychis viciifolia, *Saibiosa columbaria*...

OC BROMETALIA ERECTI UND KC FESTUCO-BROMETEA

Helianthemum nummularium *ssp. ovatum*, *Dianthus
carrhianus*, *Hippocrepis comosa*, *Euphorbia
cyparissias*...

KENN- UND DIFFERENTIALARTEN FRISCHERES MESOBROMETUM
UND ARRHENATHERETUM-BRACHE

DIFF. 2b,3

Corentilla varia (Saum), *Daucus carota*, *Primula veris*...

DIFF. 2b₂

Campanula glomerata, *Trisetum flabescens*...

MOLINIO-ARRHENATHERETEA-ARTEN DIFF. 2b₂,3

Arrhenatherum elatius, *Lathyrus pratensis*...

ÜBRIGE DIFF. 2b₂,3

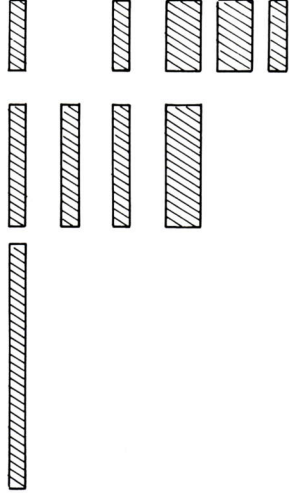
Poa angustifolia, *Stachys officinalis*...

MOLINIO-ARRHENATHERETEA DIFF. 3

Anthriscus sylvestris, *Heracleum sphondylium*...

ÜBRIGE DIFF. 3

Ranunculus nemorosus, *Pastinaca sativa*...



BEGLEITER (KRAUTIGE PFLANZEN)

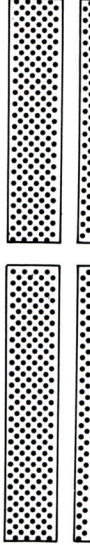
Festuca ovina, *Hypericum perforatum*,
Genista tinctoria, *Picris hieracifolides*...



SAUMARTEN TRIFOLIO-GERANIETEA

AC. GERANIO-PEUCEDANETUM CERVARIAE

VC GERANION SANGUINEI AUSBILDUNG 2a,b,
Peucedanum cervaria, *Eupatorium falcatum*...



GERANION SANGUINEI AUSBILDUNG 2 a,b

Geranium sanguineum, *Galium glaucum*, *Aster amellus*...



OC ORIGANETALIA UND KC TRIFOLIO-GERANIETEA

Origanum vulgare, *Silene nutans*, *Viola hirta*...



SAUMARTEN MÄSSIG FRISCHER BIS FRISCHER STANDORTE

Veronica chamaedrys, *Campanula persicifolia*,
Solidago virgaurea, *Viola septem*, *Agrimonia*
europatoria...



BEGLEITER (GEHÖLZE)

Quercus petraea (K/S)*, *Corylus avellana* (K/S),
Prunus spinosa, *Ligustrum vulgare*...



* K: Krautschicht
S: Strauchschicht

Tabelle 2. Schema zur pflanzensoziologischen Tabelle des versaumten Halbtrockenrasens der Untersuchungsfläche im Naturschutzgebiet „Scheibenbuck“



Abb. 3. Das Naturschutzgebiet „Scheibenbuck“, Ausschnitt aus Blatt 7812 (Freiburg i. Br.-NW; Ausgabe 1976) der Top. Karte Maßstab 1:25 000; (—) Grenze des NSG, Untersuchungsfläche schraffiert. (Vervielfältigt mit Genehmigung des Landesvermessungsamts Baden-Württemberg, Büchsenstr. 54, 7000 Stuttgart 1, Az.: 5.11/149. Thematisch ergänzt durch A. KRATOCHWIL.)

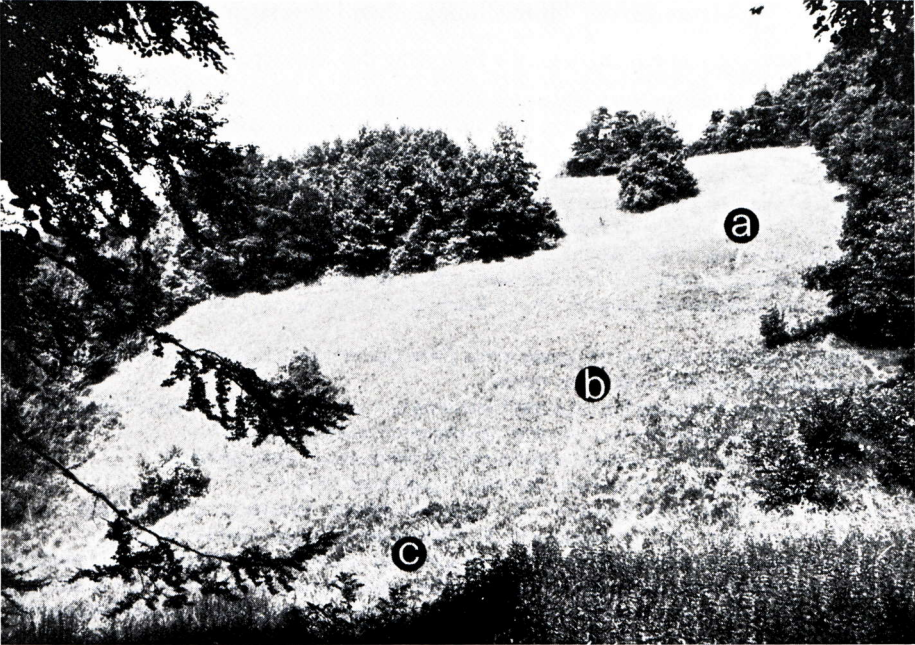


Abb. 4. Die Untersuchungsfläche im Naturschutzgebiet „Scheibenbuck“.

Der steile, südost-exponierte Hang wird von einem versauften Halbtrockenrasen überzogen, der im oberen Teil (a) einer trockenen Subassoziation zuzuordnen ist (*Mesobrometum globularietosum*), im unteren Teil (b) einer frischeren Subassoziation (*Mesobrometum primuletosum*). Am Hangfuß (c) geht das frische Mesobrometum in eine brachgefallene Glatthaferwiese über (*Arrhenatheretum*-Brache).

Foto SCHWABE-BRAUN (9. 7. 1982)

an Rasen- und Saum-Pflanzenarten aus der damaligen Zeit nicht vorliegen und praktisch alle standörtlich vergleichbaren Halbtrockenrasen im Kaiserstuhl bereits Versaumungsstadien darstellen, ergibt sich nur die Möglichkeit eines indirekten Schlusses. Dieser besteht in einem Vergleich der Blütenbesucher-Spektren der Rasen-Pflanzenarten mit denen der Saum-Pflanzenarten in einem bereits versauften Halbtrockenrasen.

Folgende Fragen sind zunächst zu klären:

- Gibt es spezifische Rasen-Pflanzenarten-Besucher unter den Insekten?
- Gibt es spezifische Saum-Pflanzenarten-Besucher?
- Gibt es indifferente Arten?

Ist aus den heutigen Beobachtungsdaten eine eigene Blütenbesucher-Gemeinschaft der Rasen-Pflanzenarten herleitbar, dann ist es auch sehr wahrscheinlich, daß eine solche bereits vor 40 Jahren im Gebiet existiert hat.

Für den Naturschutz stellt sich die Frage, ob unter dem Gesichtspunkt der Erhaltung einer möglichst vielfältigen blütenbesuchenden Entomofauna eher der frühere Zustand des Mesobrometums oder aber das derzeitige Versaumungsstadium anzustreben ist.

Die Beziehung zwischen Pflanzenarten des versauften Mesobrometums und ihren blütenbesuchenden Insekten sei – unter besonderer Berücksichtigung phänologischer Aspekte – im folgenden für das Untersuchungsgebiet „Scheibenbuck“ aufgezeigt.

2. Methodik der blütenökologischen Untersuchungen

2.1 Die phänologische Erfassung des Blühaspektes

Die Phänologie wurde von allen blühenden Pflanzenarten aufgenommen, deren Blüten – durch eigene Beobachtungen nachgewiesen – im Laufe des Untersuchungszeitraumes von 2 Jahren (1979–1980) von Insekten besucht wurden: Dies waren 71 von 144 Pflanzenarten. Entgegen der herkömmlichen phänologischen Erfassung des Blühaspektes einer Pflanzengesellschaft, bei der Deckungsgrade zugrundegelegt werden und eine Schätzung der Blütenmenge nach der fünfteiligen Skala von BRAUN-BLANQUET (1964) erfolgt (siehe z. B. DIERSCHKE 1972, FÜLLERKRUG 1967, 1969), wurde bei dieser Untersuchung die Anzahl der Blüten bzw. Blütenstände gezählt bzw. bei hoher Blumenmenge geschätzt. Der Schätzfehler liegt in der Regel bei 5–10%. Hierzu war es notwendig, die Untersuchungsfläche in 42 Rasterquadrate von etwa 10 × 10 m Größe zu unterteilen (Abb. 5).

Als Blüte wurde das Stadium der generativen Entwicklungsphase bezeichnet, bei welchem die inneren Blütenteile deutlich erkennbar waren.

Der quantitativen Erfassung lag folgende Einteilung in 4 verschiedene Floreszenz-Typen, die als gezählte bzw. geschätzte Einheiten einander gleichgesetzt wurden, zugrunde:

- a) Einzelblüten (z. B. *Geranium sanguineum*, *Helianthemum nummularium*)
- b) Infloreszenzen (z. B. *Hieracium pilosella*, *Hippocrepis comosa*)
- c) Synfloreszenzen 1. Ordnung (z. B. *Origanum vulgare*, *Heracleum sphondylium*)
- d) Synfloreszenzen ab 2. Ordnung (z. B. *Pupleurum falcatum*, *Galium verum*).

Mit dieser Methode der quantitativen Erfassung kann nun unter Berücksichtigung der jeweiligen Blumenmenge der einzelnen Pflanzenarten eine exakte vergleichende Beschreibung des Blühaspektes erfolgen. Die jeweilige Anzahl der Blüten bzw. Blütenstände multipliziert mit der Blütengröße bzw. Schauapparatfläche ergibt den Deckungswert im Sinne der Blütenmenge nach DIERSCHKE (1972).

2.2 Die Auswertung der Blütenbesucher-Spektren und Diskussion einiger methodischer Probleme

An den 71 Pflanzenarten wurden im Laufe der 2 Untersuchungsjahre etwa 3600 Blütenbesuche beobachtet¹⁾ (Determinations bei allen apoiden Hymenopteren, Lepidopteren und p.p. Coleopteren bis auf Artniveau durch den Verfasser, nicht-apoide Hymenopteren und Dipteren z. Zt. auf Familienniveau²⁾).

Für die einzelnen Insektenarten und Taxa höheren Ranges konnte jeweils die Anzahl der von ihnen genutzten Rasen-Pflanzenarten bzw. Saum-Pflanzenarten und die Anzahl der von ihnen

¹⁾ Die domestizierte Honigbiene (*Apis mellifera* L.) nimmt in verschiedener Hinsicht eine Sonderstellung ein und wird – wie in vielen Arbeiten üblich (z. B. HAESLER 1972) – nicht berücksichtigt.

²⁾ Da für die Bestimmung der Hymenopteren die umfassenden Werke von SCHMIEDEKNECHT (1930) und HEDICKE (1930) als überholt anzusehen sind, wurden zur Determination zahlreiche Spezialarbeiten hinzugezogen. Die systematische Anordnung der Familien und Gattungen der apoiden Hymenopteren folgt MICHENER (1944). Für die Bestimmung und Systematik wurden u. a. folgende Originalarbeiten herangezogen:

Für *Hylaeus*: BENOIST (1959), ELFVING (1951), DATHE (1980); *Halictus* und *Lasioglossum*: EBMER (1969–1973, 1976); *Sphecodes*: LOMHOLDT (1977), SUSTERA (1959); *Andrena*: WARNCKE (1967, 1968); *Stelis*: TKALCŮ (1970); *Osmia*: BENOIST (1931), TKALCŮ (1977), PETERS (1977); *Megachile*: BENOIST (1940), REBMANN (1968), TKALCŮ (1967); *Nomada*: STÖCKHERT (1943); *Bombus* und *Psithyrus*: FAESTER & HAMMER (1970), REINIG (1981).

Die Bestimmung und Nomenklatur der Lepidopteren richtet sich nach FORSTER & WOHLFAHRT (1955), HIGGINS & RILEY (1978) und KOCH (1966), die der Dipteren und Coleopteren nach BROHMER (1979).

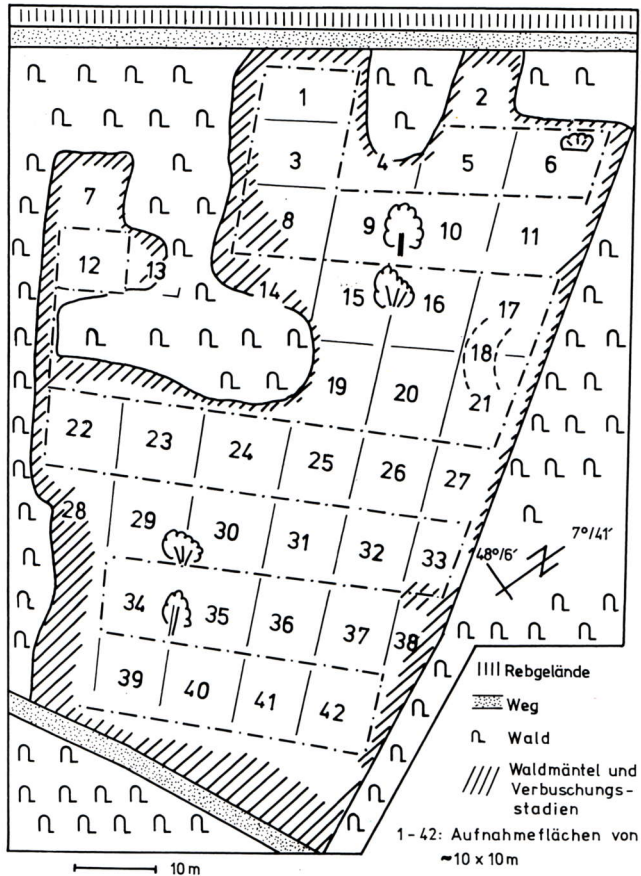


Abb. 5. Die Untersuchungsfläche im Naturschutzgebiet „Scheibenbuck“ und ihre Unterteilung in 42 Rasterquadrate zur phänologischen Erfassung des Blühaspektes. Jedes Rasterquadrat wurde durch eine pflanzensoziologische Aufnahme dokumentiert. Die Größe betrug bei homogener Fläche 100 m²; bei Inhomogenität wurden jeweils homogene Teilflächen aufgenommen. Die pflanzensoziologische Tabelle (Tab. 1.) gibt somit den Zustand des untersuchten Gebietes im Jahre 1982 flächendeckend wieder und kann für künftige Sukzessionsuntersuchungen als Grundlage dienen.

beobachteten Blütenbesuche an Rasenpflanzen bzw. Saumpflanzen festgestellt werden. Aus diesen gewonnenen Daten ließe sich eine Bevorzugung von Rasen- oder Saumpflanzen errechnen. Erschwert wird eine eindeutige Zuordnung jedoch dadurch, daß es im derzeitigen Stadium der Sukzession einerseits eine unterschiedliche Anzahl Rasen- und Saumpflanzenarten gibt (47 Rasen-Pflanzenarten gegenüber 21 Saumpflanzenarten) und andererseits auch beide Gruppen verschieden große Blumenmengen bieten. Als Summe der maximal erreichten jährlichen Blumenmengen (Durchschnitt der Jahre 1979 und 1980) stehen 85 990 gezählte bzw. geschätzte Floreszenzen von Rasen-Pflanzenarten 25 170 von Saumpflanzenarten gegenüber, also annähernd ein Verhältnis von 3,5:1. So läßt sich zunächst nur schwer entscheiden, ob das beobachtete Ergebnis eine tatsächliche Bevorzugung von Rasen- oder Saumpflanzen widerspiegelt, oder ob es nur auf den unterschiedlichen Artenzahlen von Rasen- und Saumpflanzen und deren unterschiedlichen Blumenmengen beruht.

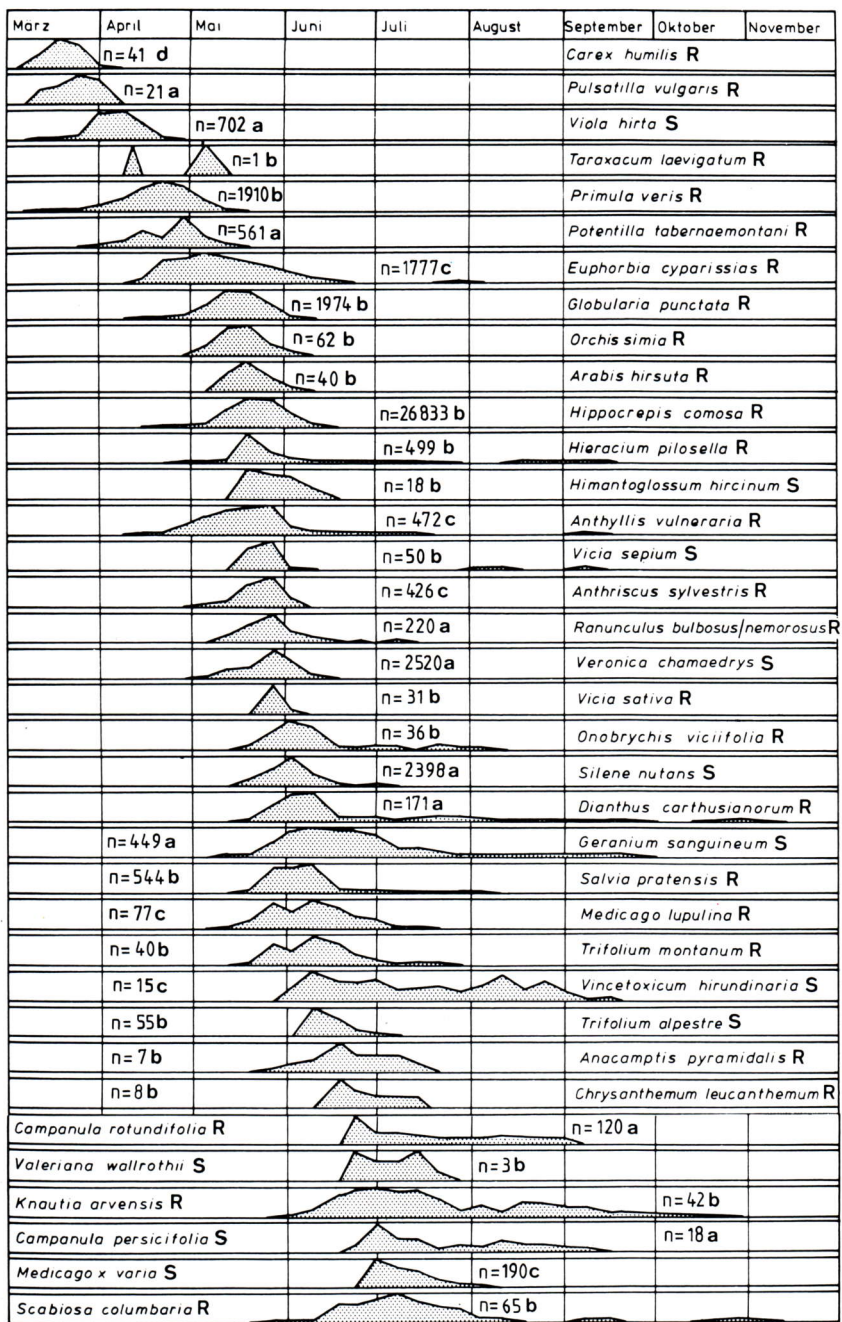


Abb. 6. Phänologie der 1980 im Untersuchungsgebiet von Insekten besuchten Pflanzenarten (Nomenklatur nach OBERDORFER 1979); maximal erreichte Blüten- bzw. Blütenstandsanzahl (n) pro Art = 100%.

Die einzelnen Insektenarten zeigen im Blütenbesuch einen sehr unterschiedlichen Spezialisierungsgrad: manchen Insektenarten dienen nur wenige Pflanzenarten als Nektar- und Pollenquelle (oligophage bzw. -lectische³⁾ Arten), in seltenen Fällen sogar nur eine Pflanzenart (monophage bzw. -lectische Arten), andere dagegen können ein sehr großes Pflanzenarten-Spektrum nutzen (polyphage bzw. -lectische Arten). Während für die auf wenige Pflanzenarten im Blütenbesuch spezialisierten Insektenarten mit Ausnahme der von ihnen häufig genutzten Nahrungsquelle das übrige Pflanzenangebot kaum eine wesentliche Rolle spielt, hängt für die hinsichtlich des Nahrungserwerbes als „Generalisten“ zu bezeichnenden Insektenarten eine Bevorzugung einzelner Pflanzenarten in starkem Maße von der Pflanzenarten-Zahl und der im einzelnen von ihnen gebotenen Blumenmenge ab.

Bei Insektenarten mit einem höheren Spezialisierungsgrad kann die tatsächliche Anzahl der beobachteten Blütenbesuche bei dem real vorhandenen Pflanzenarten- und Blumenangebot an Rasen- und Saum-Pflanzenarten zugrundegelegt werden (reales Verhältnis). Bei denjenigen Insektenarten aber, die als polyphag bzw. -lectisch einzustufen sind, ist eine Bevorzugung von Rasen- oder Saumpflanzen nur dann objektiv feststellbar, wenn zusätzlich die im Untersuchungsgebiet beobachtete Anzahl von Blütenbesuchen auf eine angenommene gleiche Anzahl Rasen-/Saumarten oder auf eine angenommene gleiche Blumenmenge der Pflanzenarten beider Gruppen umgerechnet wird (potentielles Verhältnis). Den gleichen Zahlenwert erhält man, indem man das prozentuale Verhältnis der Blütenbesuche ins Verhältnis zum prozentualen Verhältnis der Rasen- und Saum-Pflanzenarten bzw. deren Blumenmengen setzt. Eine solche Umrechnung ist auch dann sinnvoll, wenn bei „Generalisten“ innerhalb des Nahrungspflanzen-Spektrums unterschiedliche Präferenzen feststellbar sind. So werden die ergiebigsten und am besten zugänglichen Pflanzenarten von den „Generalisten“ zuerst ausgebeutet. Die Frage der jeweiligen Konkurrenzverhältnisse zwischen den verschiedenen Insektenarten um die Nektar- und Pollenmengen einzelner Pflanzenarten spielt ebenfalls eine wesentliche Rolle.

Für jede einzelne Insektenart muß der Grad der Stenanthie⁴⁾ (HAESLER 1972) festgestellt werden. Auch hierbei ergeben sich gewisse Schwierigkeiten. In einer Pflanzengesellschaft bzw. in einem Gesellschafts-Komplex ist immer nur ein bestimmtes Pflanzen-Spektrum vorhanden, das nicht alle von einer blütenbesuchenden Insektenart potentiell nutzbaren Pflanzenarten enthält. Eine in ihrem gesamten Verbreitungsgebiet als polyphag bzw. polylectisch einzustufende Art kann in einem Teilareal – entsprechend dem dort vorhandenen begrenzten Pflanzenangebot – eine oligophage bzw. oligolectische Ernährungsweise zeigen (s. auch MOLDENKE 1975). Die Frage der Stenanthie ist letztlich wohl nur zu beantworten, wenn das Verhalten einer Art in ihrem gesamten Verbreitungsgebiet bekannt ist. Da die Areale von Insektenarten und ihren jeweiligen Nahrungspflanzen in der Regel nicht deckungsgleich sind, muß es auch Pflanzenarten geben, die, wenn sich die Areale der Pflanzenarten ausschließen, stellenäquivalent als Nahrungsquelle dienen.

Als Maßeinheit für den Grad der Stenanthie bietet sich die Größe der Nischenbreite⁵⁾ (niche width PLOU 1972) an. Der errechnete Zahlenwert ist klein, wenn eine Insektenart nur wenige Pflanzenarten nutzt, mit steigender Anzahl der genutzten Ressourcen erhöht er sich. Die gewonnenen Werte können als quantitatives Maß für die Beschreibung der stenanthen und euryanthen Eigenschaften der blütenbesuchenden Insektenarten dienen.

3. Die Phänologie des Blühaspektes

Die Abb. 6 zeigt die jahreszeitliche Staffelung der Blühaspekte dieser Pflanzenarten im Jahr 1980. Die Reihenfolge richtet sich nach dem Zeitpunkt der maximal erreichten

³⁾ von lat. „legere“ = sammeln

⁴⁾ Grad der ökologischen Amplitude hinsichtlich des Blütenbesuches

⁵⁾ Zur Berechnung der Nischenbreite wurde die Formel von COLWELL & FUTUYMA (1971) verwendet:

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

Y_i = Gesamtzahl der Blütenbesuche der Art i, die beobachtet wurden
 N_{ij} = Anzahl der Blütenbesuche der Art i in der Ressourcenklasse j

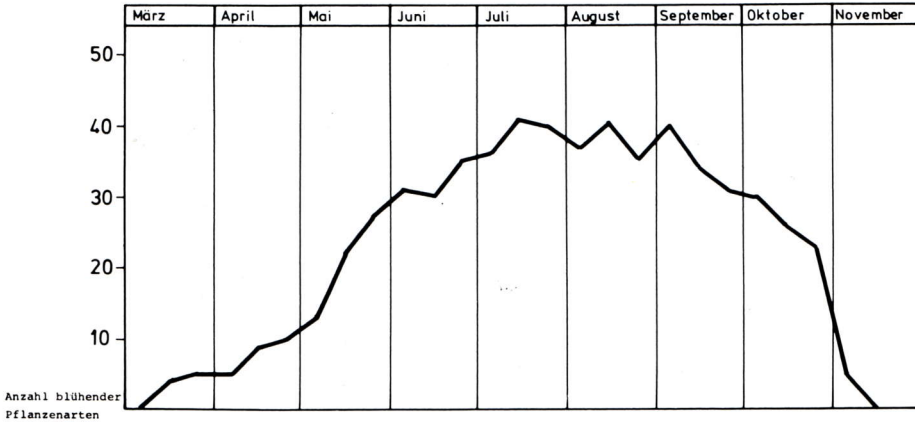


Abb. 7. Anzahl blühender und von Insekten besuchter Pflanzenarten im Jahresverlauf (pro Dekade).

Blumenmenge pro Pflanzenart, die jeweils 100 % gesetzt wurde. Man erkennt deutlich eine kontinuierliche Abfolge der Blühmaxima der einzelnen Arten. Ein hinsichtlich dieser Reihenfolge fast identisches Ergebnis lieferte auch das Jahr 1979. Die Abb. 7 zeigt die Anzahl blühender Pflanzenarten pro Dekade und Monat. Blühende Arten sind von Anfang März bis Mitte November im Gebiet vorhanden. Eine Anzahl von über 35 blühenden Arten pro Dekade wird in den Monaten Juli, August und September erreicht. In diesen Monaten blüht auch mehr als die Hälfte aller Arten.

Nach einer pflanzensoziologischen Gliederung des Untersuchungsgebietes (s. Tab. 1) und Literaturlauswertung (z. B. DIERSCHKE 1974, OBERDORFER 1978, 1979, v. ROCHOW 1948, WILMANN 1975) war es möglich, Rasen- von Saum-Pflanzenarten zu trennen.

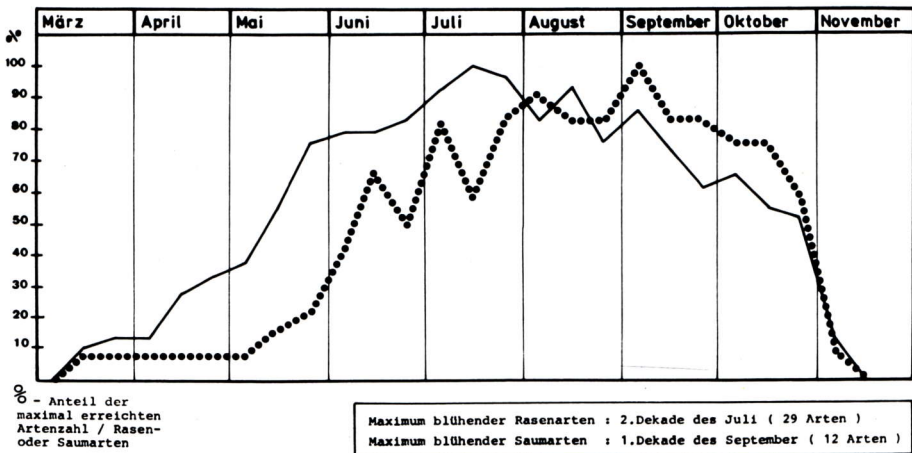


Abb. 8. Phänologisches Verhalten der Rasen-Pflanzenarten (—) und Saum-Pflanzenarten (● ● ● ●); Durchschnitt der Jahre 1979/1980.



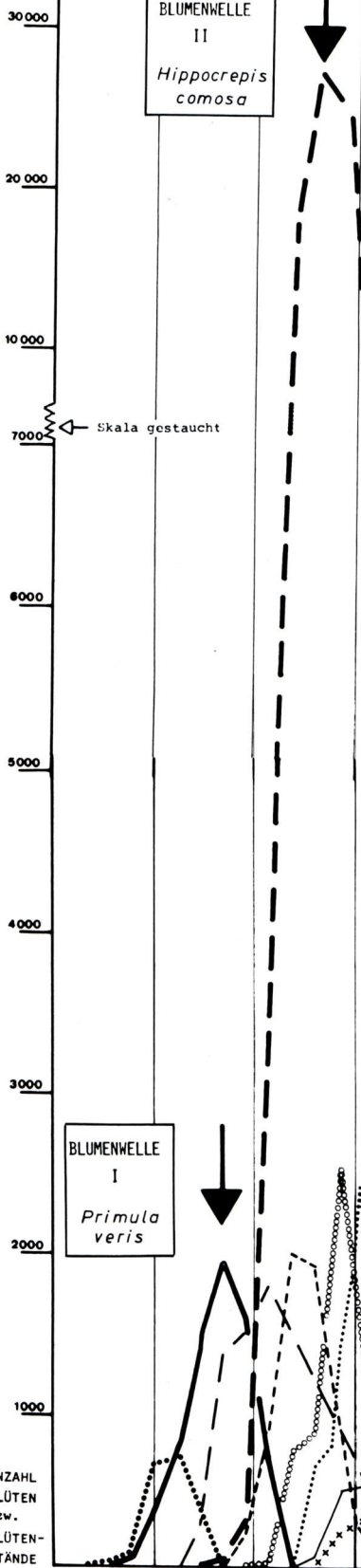
Abb. 9. Frischer Bereich des versauften, blumenbunten Halbtrockenrasens (*Mesobrometum primuletosum*) in der Untersuchungsfläche: im Vordergrund die Straußblütige Wucherblume (*Chrysanthemum corymbosum*), eine erst seit dem Brachfallen in frischen Halbtrockenrasen und trockenen Glatthaferwiesen auftretende Saumart. Neben *Chrysanthemum corymbosum* sind die rot-violetten Blütenstände des Heil-Ziest (*Stachys officinalis*) sichtbar, einer wichtigen Hummelblume, an der im Untersuchungsgebiet allein 7 verschiedene Hummel-Arten als Blütenbesucher nachgewiesen werden konnten. Im Hintergrund hangeln sich die intensiv gelben Blütenstände des Echten Laubkrauts (*Galium verum*) an Stauden und Gräsern hoch.

Foto SCHWABE-BRAUN (9. 7. 1982).

Abb. 10. Phänologie der dominanten Pflanzenarten in dem versauften *Mesobrometum* des Naturschutzgebietes „Scheibenbuck“ und die von ihnen bestimmten 4 Blumenwellen im Jahresverlauf. →

März April Mai Juni Juli August September Oktober November

BLUMENWELLE	MONAT	DOMINIERENDE ART	ASPEKT-BEGLEITENDE ARTEN
I	April	<i>Primula veris</i>	<i>Viola hirta</i>
II	Mai	<i>Hippocrepis comosa</i>	<i>Euphorbia cyparissias</i> — <i>Globularia punctata</i> - - - - <i>Veronica chamaedrys</i> ○○○○○○○○ <i>Salvia pratensis</i> — <i>Silene nutans</i>
III	August	<i>Coronilla varia</i>	<i>Helianthemum nummularium</i> xxx <i>Centaurea scabiosa</i> — <i>Centaurea jacea</i> - - - - <i>Teucrium chamaedrys</i> + + + + + <i>Thymus pulegioides</i> ^ ^ ^ ^ ^
IV	August/September	<i>Origanum vulgare</i>	<i>Aster amellus</i> ○○○○○○○○ <i>Thymus pulegioides</i> ^ ^ ^ ^ ^



BLUMENWELLE I
Primula veris

BLUMENWELLE II
Hippocrepis comosa

BLUMENWELLE III
Coronilla varia

BLUMENWELLE IV
Origanum vulgare

ANZAHL
BLÜTEN
bzw.
BLÜTEN-
STÄNDE

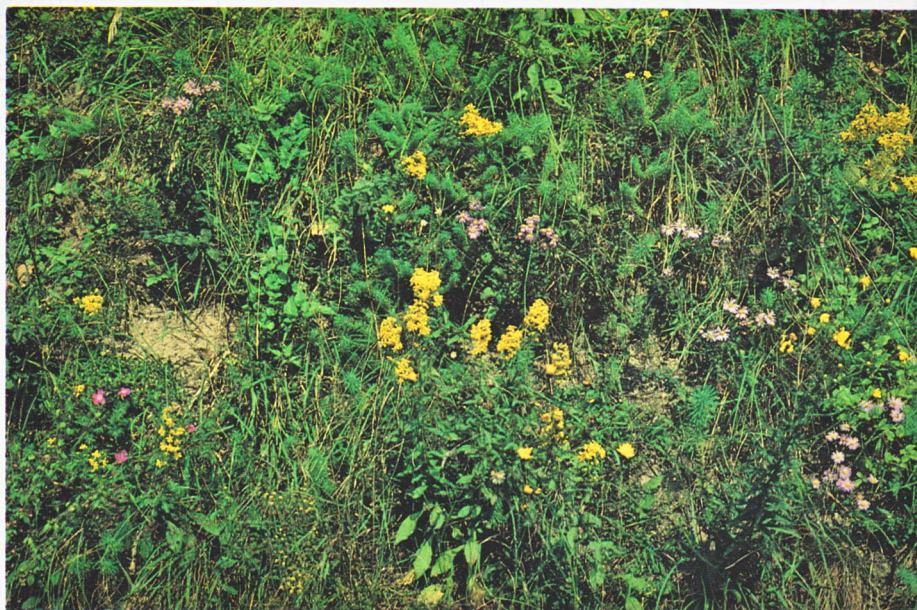


Abb. 11. Blumenreicher Spätsommer-Aspekt eines nicht mehr genutzten Halbtrockenrasens mit den spät blühenden Saum-Pflanzenarten Gewöhnliche Goldrute (*Solidago virgaurea*), Kalk-Aster (*Aster amellus*) und noch blühendem Blut-Storchschnabel (*Geranium sanguineum*).

Foto SCHWABE-BRAUN (11. 9. 1982)

Die Zuordnung wurde nach dem pflanzensoziologischen Schwerpunkt der Art bestimmt. Dies schließt nicht aus, daß es auch Grenzfälle gibt: Arten, die zwar ihren Schwerpunkt in Rasen haben, aber dennoch in Säume eindringen, so z. B. *Euphorbia cyparissias*, *Heracleum sphondylium* u. a. (s. Kap. 5). Eine Zuordnung der einzelnen Pflanzenarten zu diesen beiden Typen ist der Abb. 6 zu entnehmen.

Unterscheidet sich nun das phänologische Verhalten der Rasen-Pflanzenarten von dem der Saum-Pflanzenarten?

Die Abb. 8 zeigt für beide Gruppen getrennt ihre Phänologie. Die von einer Gruppe im betreffenden Jahr maximal erreichte Artenzahl pro Dekade wurde 100 % gesetzt. Die Kurven sind deutlich gegeneinander versetzt. Die Rasenarten tendieren hinsichtlich ihrer Blühphase mehr zur ersten Jahreshälfte (bis Ende Juli), die Saumarten mehr zur zweiten.

Im folgenden sei die Phänologie der Halbtrockenrasen-Gesellschaften nach quantitativen Aspekten analysiert. Hierbei können nur solche Arten Berücksichtigung finden, deren Gesamtblumenmenge über 1 % derer aller Pflanzenarten liegt. Die jahreszeitliche Verteilung der Blüten bzw. Blütenstandsichte dieser hinsichtlich ihrer Floreszenzmenge dominanten Pflanzenarten ist in Abb. 10 dargestellt.

Zeitpunkte, an denen Arten eine so hohe Blumendichte aufweisen, daß sie für eine gewisse Zeit im Gebiet den Aspekt bestimmen, bezeichnen wir als „Blumenwellen“⁶⁾. Für unser Gebiet lassen sich 4 solcher Blumenwellen abgrenzen (Abb. 10):

⁶⁾Wir wollen anstelle des von NIMIS (1977) geprägten Ausdruckes „Blütewelle“ den Ausdruck „Blumenwelle“ verwenden, da es sich hier um eine bestäubungsbiologische Bezugseinheit handelt.

Eine 1. Blumenwelle wird im April von *Primula veris* bestimmt, in geringem Maße auch von *Viola hirta*. Nach deren Abklingen folgt im Mai im Anschluß daran direkt eine 2. Blumenwelle, die durch die überaus hohe Blütenstandsdichte von *Hippocrepis comosa* besonders auffällig ist. Daneben gehören dieser 2. Blumenwelle noch einige weitere Arten an, so *Euphorbia cyparissias*, *Anthyllis vulneraria*, *Globularia punctata*, *Veronica chamaedrys*, *Salvia pratensis* und *Silene nutans*. Ein entscheidender Aspektwechsel ist erst wieder Anfang August zu verzeichnen. *Coronilla varia* als dominante Art ist der aspektbildende Vertreter dieser 3. Blumenwelle. Zu dieser gehören ferner: *Helianthemum nummularium*, *Centaurea scabiosa*, *Centaurea jacea*, *Teucrium chamaedrys* und *Thymus pulegioides*. Direkt anschließend setzt eine 4. Blumenwelle mit der dominanten Art *Origanum vulgare* Ende August ein. Mitbestimmt wird dieser Aspekt von *Aster amellus*.

Die dominierenden Arten der 1. Blumenwelle (*Primula veris*) und der 3. Blumenwelle (*Coronilla varia*) sind auf die frischere Ausbildung des Mesobrometums (primuletosum) beschränkt (siehe auch Tab. 1, 2 und Abb. 4). Sowohl die ersten beiden als auch die letzten beiden Blumenwellen liegen zeitlich eng beisammen. Die ersten beiden Blumenwellen werden quantitativ durch 2 Rasenarten bestimmt (*Primula veris* und *Hippocrepis comosa*), die letzten beiden Blumenwellen durch 2 Saumarten (*Coronilla varia* und *Origanum vulgare*).

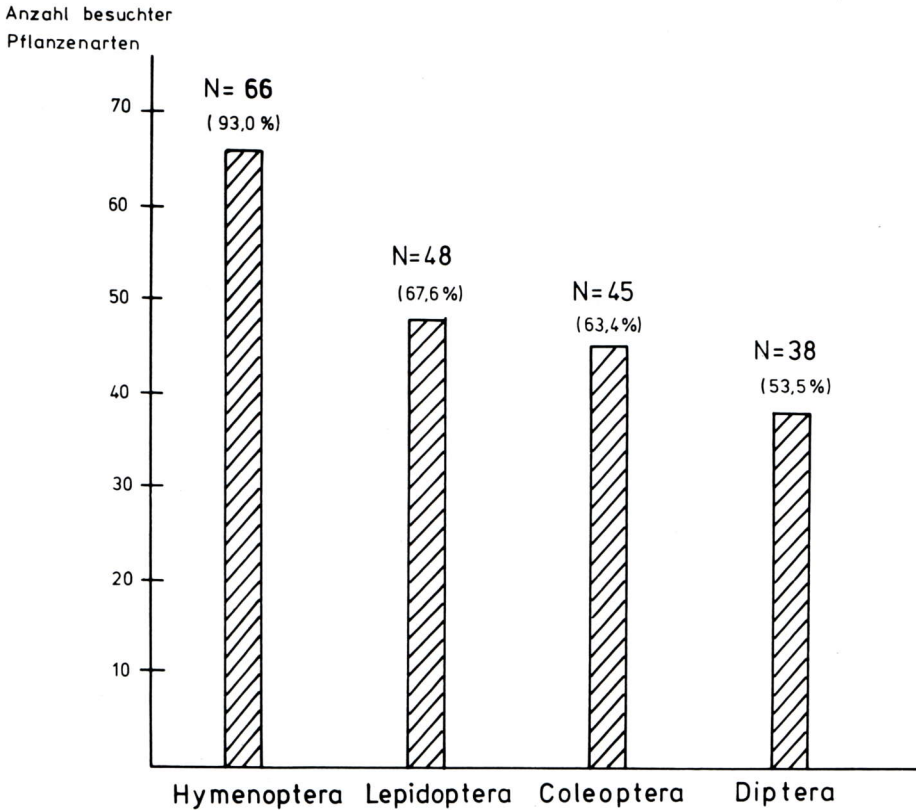


Abb. 12. Anzahl (N) der von den 4 Insektenordnungen besuchten Pflanzenarten (Gesamtzahl: 71).

4. Die Blütenbesucher und ihre Phänologie

Die prozentualen Anteile der am Blütenbesuch beteiligten Insektengruppen sind in Abb. 13 dargestellt. Die Hymenopteren haben mit 47,8% den höchsten Anteil, die Dipteren und Lepidopteren mit 22,0% und 21,8% einen etwa gleichen, die Coleopteren mit 8,4% den geringsten Anteil am Blütenbesuch (Abb. 13, Tab. 3). Die meisten Pflanzenarten (93%) werden von Hymenopteren besucht, etwa $\frac{2}{3}$ aller Pflanzenarten von Lepidopteren und Coleopteren (67,6% und 63,4%) und nur die Hälfte (53,5%) von Dipteren (Abb. 12).

Bei den Hymenopteren handelt es sich überwiegend um Vertreter der apoiden Hymenopteren, der Bienen i.w.S. In dieser Gruppe ist der Anteil der Apiden (Bienen i.e.S.) und Halictiden (Furchenbienen) mit fast $\frac{3}{4}$ aller bei apoiden Hymenopteren beobachteten Blütenbesuche am größten. Die nicht-apoiden Hymenopteren mit Vertretern der Ichneumoniden (Schlupfwespen), Tenthrediniden (Echte Blattwespen), Vespiden (Wespen) und einigen weiteren kleinen Familien sind innerhalb der blütenbesuchenden Hymenopteren stark unterrepräsentiert.

Bei den Lepidopteren sind es vor allem die Lycaeniden (Bläulinge), Satyriden (Augenfalter), Pieriden (Weißlinge) und Zygaeniden (Blutströpfchen), die an den Blüten anzutreffen sind. Bei den Dipteren dominieren eindeutig die Syrphiden (Schwebfliegen); daneben sind aber auch die Tachiniden (Raupenfliegen) und Bombyliiden (Wollschweber) recht häufig. Bei den Coleopteren sind am stärksten die Nitiduliden (Glanzkäfer) und in geringeren Prozentsätzen die Cerambyciden (Bockkäfer), Oedemeriden (Scheinbockkäfer) und Elateriden (Schnellkäfer) vertreten.

Wir wollen im folgenden kurz die Phänologie dieser Insektengruppen betrachten, denn ähnlich den Blühphasen der einzelnen Pflanzenarten gibt es oft auch begrenzte Aktivitätszeiten der blütenbesuchenden Insekten.

Bereits die 4 Insekten-Ordnungen zeigen hinsichtlich ihrer Blütenbesuchs-Aktivität jahreszeitliche Schwerpunkte (Abb. 14): Die Coleopteren haben ein Maximum Anfang Mai, die Hymenopteren Ende Juli, die Lepidopteren Mitte August und die Dipteren Ende August. Welche Familien diese Maxima hervorrufen, geht im einzelnen aus Abb. 13 hervor (im Falle der Coleopteren z. B. beruht das Maximum auf der hohen Blütenbesuchs-Zahl der Nitiduliden). Bei einer näheren Betrachtung der Hymenopteren fällt auf, daß die apoiden Hymenopteren über die gesamte Vegetationsperiode hin aktiv sind, die nicht-apoiden Hymenopteren hingegen schwerpunktmäßig nur im August und Anfang September.

Auch innerhalb dieser verschiedenen Insekten-Ordnungen ist hinsichtlich ihrer Blütenbesuchs-Aktivität eine deutlich ausgeprägte jahreszeitliche Staffelung feststellbar, wie am Beispiel einzelner Abundanz-reicherer Gattungen der apoiden Hymenopteren gut erkennbar ist (Abb. 15). Ähnliches gilt auch für die Vertreter der Familien der Lepidopteren (Abb. 16), Dipteren (Abb. 17) oder Coleopteren (Abb. 18). Dagegen lösen sich die Familien der nicht-apoiden Hymenopteren einander nicht so deutlich im Laufe der Vegetationsperiode ab (Abb. 19).

5. Der Einfluß der Versaumung auf die Zusammensetzung der Blütenbesucher-Gemeinschaft

Das phänologische Diagramm (Abb. 6) schlüsselt für das Untersuchungsgebiet genau die Zeiträume im Jahr auf, in denen Blüten einzelner Pflanzenarten als Pollen- und

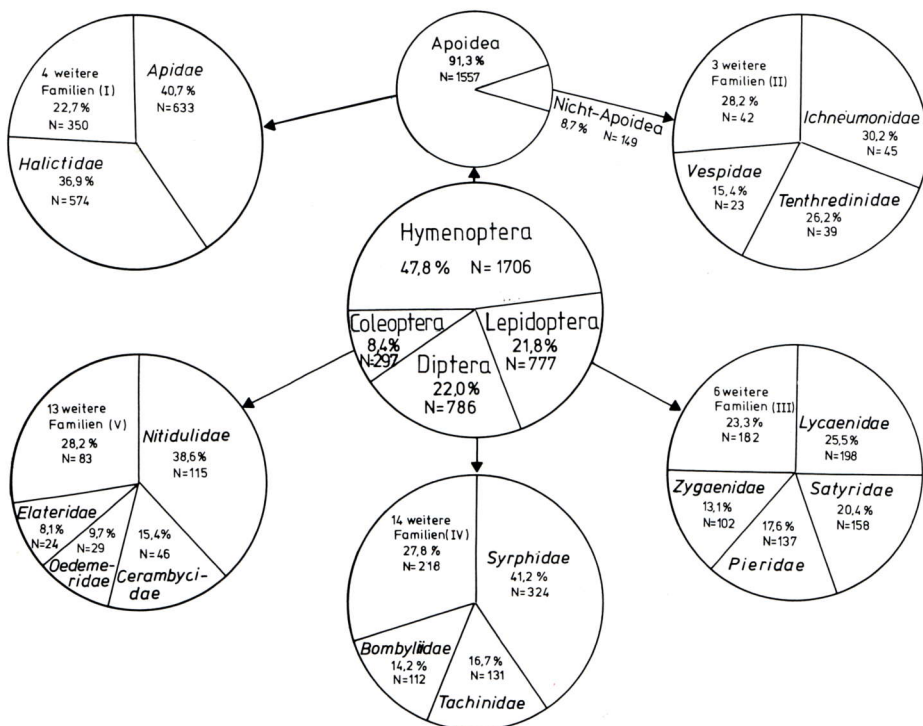


Abb. 13. Prozentuale Anteile der am Blütenbesuch beteiligten Insektengruppen; N = Anzahl der beobachteten Blütenbesuche.

Tabelle 3. Aufschlüsselung der Zahlen I-V in Abbildung 13

HYMENOPTERA	APOIDEA (I)	DIPTERA (IV)	COLEOPTERA (V)
<i>Megachilidae</i>	13,2%; N=205	<i>Muscidae</i>	<i>Chrysomelidae</i> 7,0%; N=21
<i>Andrenidae</i>	8,2%; N=128	<i>Anthomyiidae</i> 9,2%; N=72	<i>Cantharidae</i> 4,4%; N=13
<i>Colletidae</i>	0,8%; N= 12	<i>Calliphoridae</i> 5,2%; N=41	<i>Mordellidae</i> 4,0%; N=12
<i>Melittidae</i>	0,3%; N= 5	<i>Sarcophagidae</i> 5,1%; N=40	<i>Coccinellidae</i> 3,6%; N=10
HYMENOPTERA	NICHT-APOIDEA (II)	Conopidae	<i>Curculionidae</i> 2,7%; N= 8
<i>Sphecidae</i>	10,1%; N= 15	<i>Sepsidae</i> 1,8%; N=14	<i>Malachiidae</i> 1,3%; N= 4
<i>Pompilidae</i>	9,4%; N= 14	<i>Phoridae</i> 1,0%; N= 8	<i>Scarabaeidae</i> 1,0%; N= 3
<i>Chrysididae</i>	8,7%; N= 13	<i>Cecidomyiidae</i> 0,8%; N= 6	<i>Staphylinidae</i> 1,0%; N= 3
LEPIDOPTERA (III)		<i>Scatophagidae</i> 0,5%; N= 4	<i>Alleculidae</i> 0,7%; N= 2
<i>Hesperiidae</i>	11,8%; N= 92	<i>Empididae</i> 0,5%; N= 4	<i>Euprestidae</i> 0,7%; N= 2
<i>Nymphalidae</i>	6,4%; N= 50	<i>Tephritidae</i> 0,4%; N= 3	<i>Cuonjidae</i> 0,7%; N= 2
<i>Noctuidae</i>	2,6%; N= 20	<i>Simuliidae</i> 0,3%; N= 2	<i>Dasytidae</i> 0,7%; N= 2
<i>Geometridae</i>	2,3%; N= 18	<i>Tipulidae</i> 0,1%; N= 1	<i>Bruchidae</i> 0,4%; N= 1
<i>Arotidae</i>	0,1%; N= 1	<i>Otitidae</i> 0,1%; N= 1	
<i>Papilionidae</i>	0,1%; N= 1	<i>Diptera spec.</i> 0,1%; N= 1	

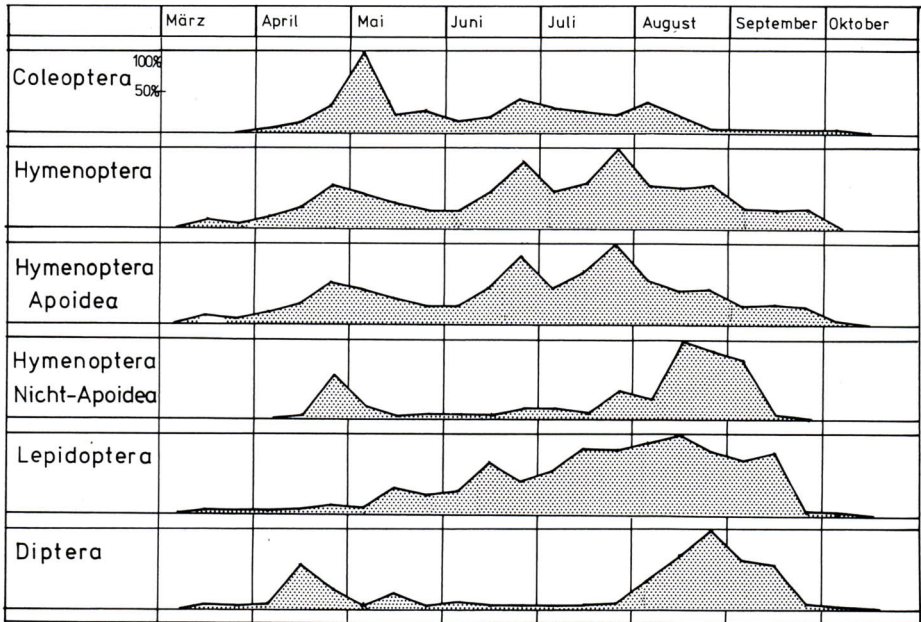


Abb. 14. Phänologie der Blütenbesuchs-Aktivitäten der Coleopteren, Hymenopteren (apoid und nicht-apoid), Lepidopteren und Dipteren; in einer Dekade maximal erreichte Blütenbesuchshäufigkeit pro Gruppe = 100% (Summenkurven der Jahre 1979 und 1980, bei den apoiden Hymenopteren von 1979-1981).

1981 wurden im Gebiet Farbschal-Fänge (Gelb-, Weiß-, Blau- und Rotschalen) durchgeführt (KLEIN 1981). Die durch diese Methode erfaßten apoiden Hymenopteren (559 Individuen) sind in die phänologische Auswertung mit eingearbeitet. Ansonsten entsprechen die in den Phänologie-Diagrammen zugrundegelegten Blütenbesuchs-Zahlen der einzelnen Taxa denen der Abb. 13 und Tab. 3. Taxa, von denen weniger als 10 Blütenbesuche vorlagen, bleiben aus der phänologischen Betrachtung ausgeschlossen.

Nektarspender für Insekten nutzbar sind. Die Insekten ihrerseits zeigen ebenfalls nur eine auf bestimmte Zeiten im Jahr beschränkte Flug- und Aktivitätszeit (Abb. 15-19).

Es stellt sich nun die Frage, wie sich die Versaumung der Kaiserstühler Halbtrockenrasen (s. Tab. 1, 2) und das unterschiedliche phänologische Verhalten von Rasen- und Saum-Pflanzenarten (s. Abb. 8) auf die Blütenbesucher-Gemeinschaft auswirkt. Nutzen die blütenbesuchenden Insekten auch das um die Saum-Pflanzenarten erweiterte Nahrungsangebot, oder gibt es Hinweise auf eine eigene Blütenbesucher-Gemeinschaft von Rasen- und von Saum-Pflanzenarten? Trifft letzteres zu, so wäre mit der Sukzession der Halbtrockenrasen-Gesellschaft in eine trockene Staudenhalde auch ein Wechsel in der Zusammensetzung der Blütenbesucher-Gemeinschaft verbunden.

Unterscheiden sich die 4 untersuchten Insekten-Ordnungen hinsichtlich der Anzahl der von ihnen besuchten Rasen- und Saum-Pflanzenarten?

Im Untersuchungsgebiet stehen im derzeitigen Stadium der Sukzession 47 Rasen-Pflanzenarten 21 Saum-Pflanzenarten gegenüber (Aufschlüsselung siehe Abb. 6). Insofern verwundert es auch kaum, daß alle 4 untersuchten Insekten-Ordnungen mehr

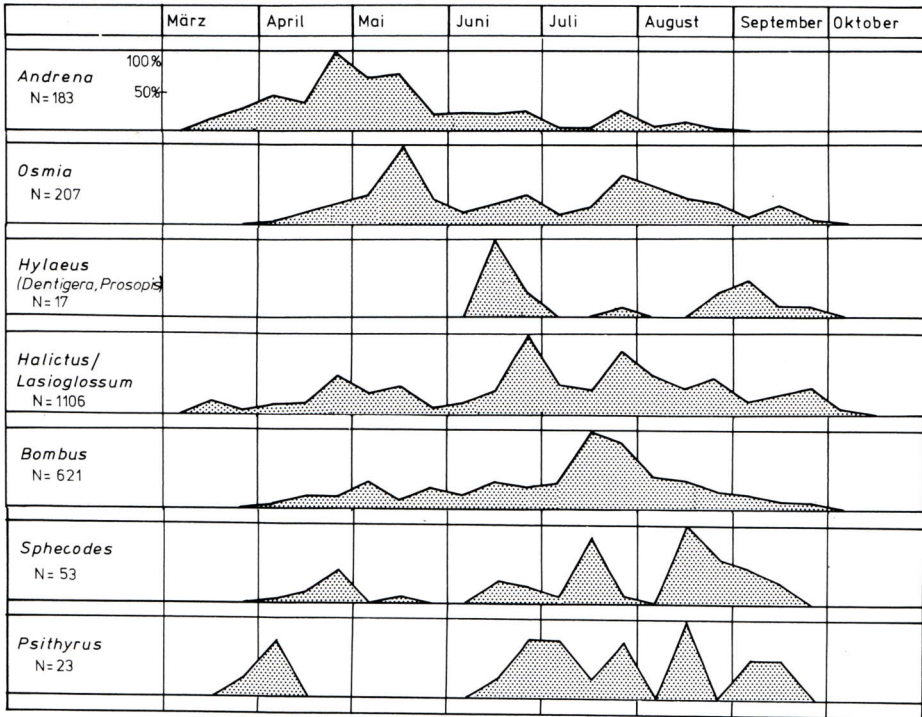


Abb. 15. Phänologie der Blütenbesuchs-Aktivität der 7 im Untersuchungsgebiet vorkommenden individuenreichsten Bienen-Gattungen; maximal in einer Dekade erreichte Blütenbesuchshäufigkeit pro Gattung = 100%; Summenkurven der Jahre 1979-1981; N = Anzahl der Beobachtungen.

Tabelle 4. Anzahl besuchter Rasen- und Saum-Pflanzenarten.

Das reale Verhältnis bezieht sich auf das Verhalten der einzelnen Insektengruppen bei dem im Gebiet vorhandenen Angebot von 47 Rasen- und 21 Saum-Pflanzenarten (Verhältnis 2,2:1); das potentielle Verhältnis auf das Verhalten bei einer angenommenen gleichen Anzahl von Rasen- und Saum-Pflanzenarten.

	Anzahl besuchter Rasen- Pflanzenarten	Anzahl besuchter Saum- Pflanzenarten	reales Verhältnis*	potentielles Verhältnis*
Coleoptera	27 (63 %)	16 (37 %)	1,7:1	1:1,3
Diptera	23 (64 %)	13 (36 %)	1,7:1	1:1,2
Hymenoptera	44 (69 %)	20 (31 %)	2,2:1	1:1
Hymenoptera Apoidea	44 (69 %)	20 (31 %)	2,2:1	1:1
Hymenoptera Nicht-Apoidea	15 (71 %)	6 (29 %)	2,5:1	1,1:1
Lepidoptera	33 (72 %)	13 (28 %)	2,5:1	1,2:1

* Anzahl besuchter Rasen- zu Saum-Pflanzenarten.

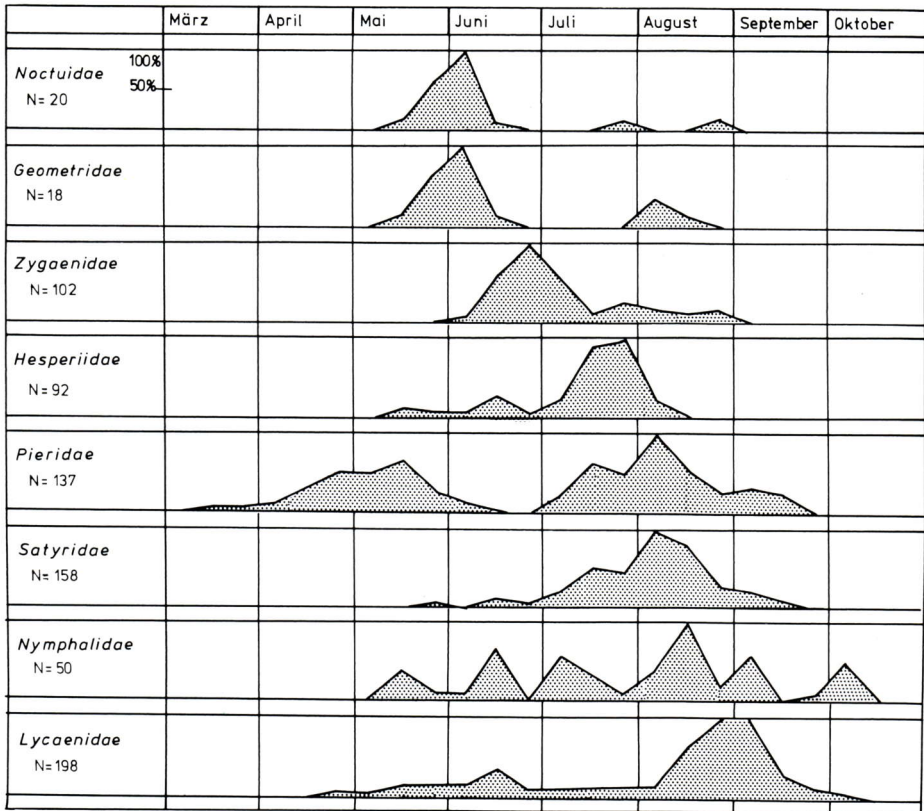


Abb. 16. Phänologie der Blütenbesuchs-Aktivität der 8 im Untersuchungsgebiet vorkommenden individuenreichsten Familien der Lepidopteren; maximal in einer Dekade erreichte Blütenbesuchs-Häufigkeit pro Familie = 100%, N = Anzahl der Beobachtungen.

Rasen-Pflanzenarten als Saum-Pflanzenarten aufsuchen (Tab. 4). Dennoch sind innerhalb dieser Ordnungen deutliche Unterschiede in der Bevorzugung zu erkennen.

Die Coleopteren und Dipteren besuchen nach dem realen Verhältnis weniger Rasen-Pflanzenarten als die nicht-apoiden Hymenopteren und Lepidopteren. Bezieht man die Blütenbesuchs-Zahlen auf eine gleiche Anzahl von Rasen- und Saum-Pflanzenarten, dann zeigt sich, daß die Coleopteren und Dipteren mehr Saum-Pflanzenarten nutzen als die nicht-apoiden Hymenopteren und Lepidopteren. Für die Coleopteren und die Dipteren ist bei einer angenommenen gleichen Anzahl zur Verfügung stehender Rasen- und Saum-Pflanzenarten die versaumte Rasen-Gesellschaft, für die Lepidopteren und nicht-apoiden Hymenopteren die nicht-versaumte Rasen-Gesellschaft der von der Anzahl genutzter Pflanzenarten her reichere Nahrungs-Habitat. Es ist erstaunlich, daß die Coleopteren als phänologisch früh im Jahr an Blüten anzutreffende Ordnung mehr Pflanzenarten der Säume besuchen, die später im Jahr auftretenden Lepidopteren und nicht-apoiden Hymenopteren hingegen mehr Rasen-Pflanzenarten (Abb. 20).

Wie verhalten sich die verschiedenen Insekten-Ordnungen hinsichtlich der Häufigkeit ihrer Blütenbesuche an Rasen- und Saum-Pflanzenarten?

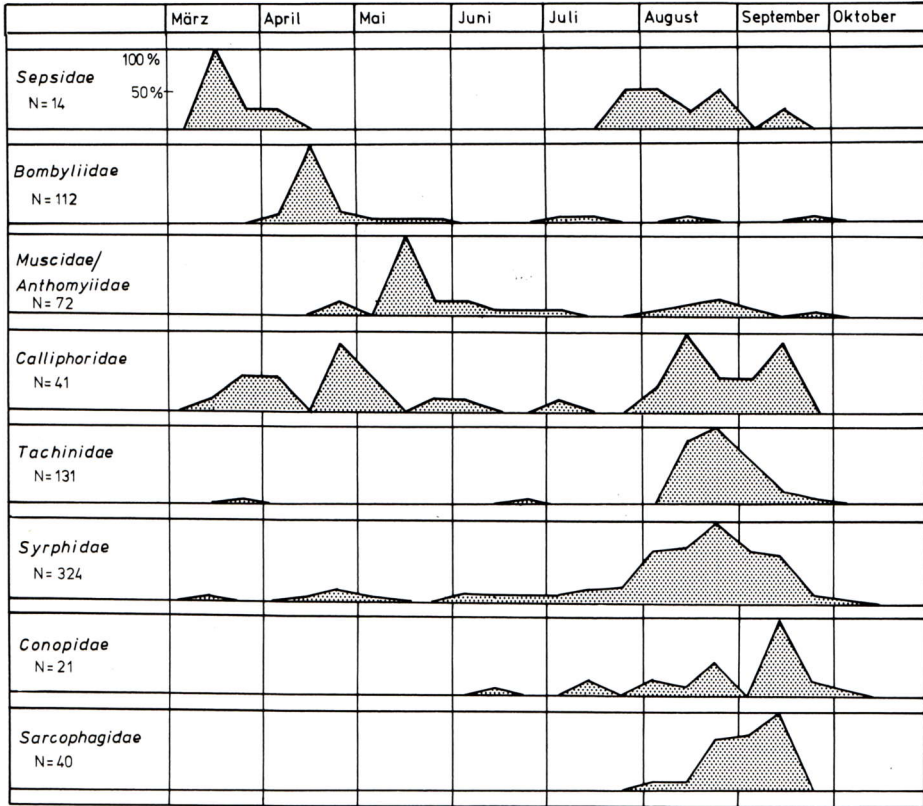


Abb. 17. Phänologie der Blütenbesuchs-Aktivität der 8 im Untersuchungsgebiet vorkommenden individuenreichsten Familien der Dipteren; maximal in einer Dekade erreichte Blütenbesuchshäufigkeit = 100%; N = Anzahl der Beobachtungen.

Die Rasenpflanzen dominieren von der Blumenmenge her im Vergleich zu den Saumpflanzen eindeutig. So ist es auch verständlich, daß bezogen auf diese tatsächliche Blüten- bzw. Blütenstandsichte das Pflanzenangebot der Rasenarten auch häufiger von den Insekten genutzt werden kann (Tab. 5). Eine quantitative Bevorzugung von Saumpflanzenarten nimmt in der Reihenfolge Coleopteren, apoide Hymenopteren, Lepidopteren, Dipteren, nicht-apoide Hymenopteren zu (reales Verhältnis). Diese Reihung entspricht auch der Phänologie dieser Insektengruppen im Jahresverlauf.

Wie verhalten sich die 4 Insekten-Ordnungen bei angenommener gleicher Blumenmenge von Rasen- und Saumpflanzen (potentielles Verhältnis)?

Für diese Fragestellung wurden die von den verschiedenen Pflanzenarten maximal erreichten Blumenmengen (Durchschnitt der Jahre 1979/1980) zugrunde gelegt. Es ergibt sich nach der Umrechnung auf gleiche Blumenmengen Rasen-/Saumpflanzen für die Coleopteren eine geringe Bevorzugung der Rasen-Pflanzenarten, für die Dipteren ein ausgewogenes Verhältnis und für alle anderen eine deutlich zunehmende Bevorzugung von Saumpflanzenarten in der Reihenfolge apoide Hymenopteren, Lepidopteren,

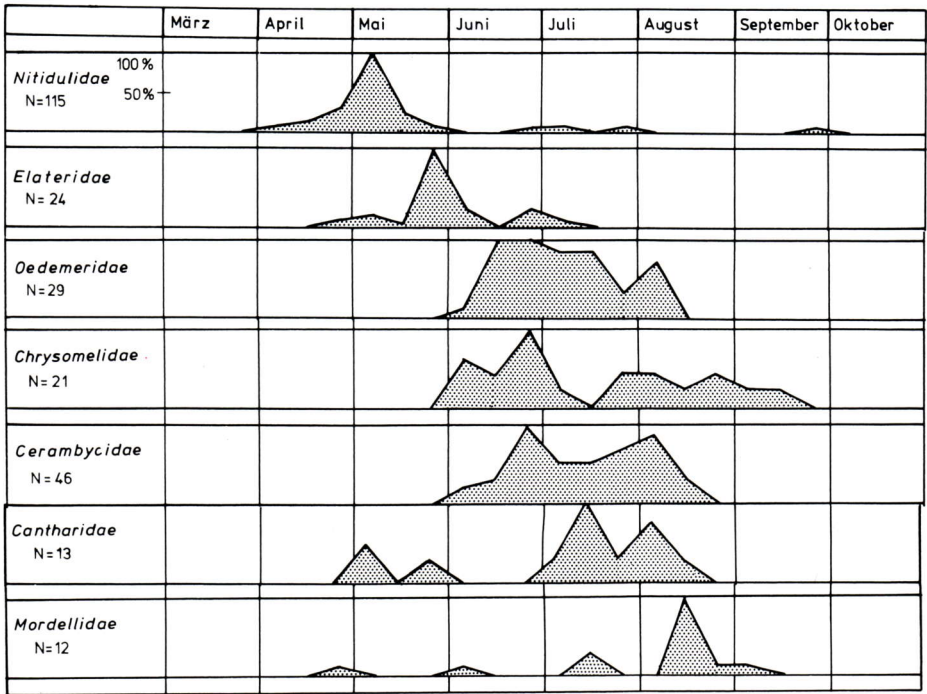


Abb. 18. Phänologie der Blütenbesuchs-Häufigkeit der 7 im Untersuchungsgebiet vorkommenden individuenreichsten Familien der Coleopteren; maximal in einer Dekade erreichte Blütenbesuchs-Häufigkeit = 100 %; N = Anzahl der Beobachtungen.

Tabelle 5. Anzahl Blütenbesuche an Rasen- und Saum-Pflanzenarten.

Das reale Verhältnis bezieht sich auf die Anzahl der Blütenbesuche an dem im Gebiet tatsächlich vorhandenen Blumenangebot, das potentielle Verhältnis auf die errechnete Anzahl Blütenbesuche

	Anzahl Beobachtungen*)	Anzahl Blütenbesuche Rasen- Pflanzenarten	Anzahl Blütenbesuche Saum- Pflanzenarten
Coleoptera	298	203 (78 %)	56 (22 %)
Diptera	786	482 (64 %)	271 (36 %)
Hymenoptera Apoidea	1557	1128 (74 %)	398 (26 %)
Hymenoptera	1706	1207 (73 %)	457 (27 %)
Lepidoptera	777	525 (68 %)	250 (32 %)
Hymenoptera Nicht-Apoidea	149	79 (57 %)	59 (43 %)

*) einschließlich Beobachtungen an Pflanzenarten, bei denen keine Zuordnung zu Rasen- oder Saumpflanzen möglich war (s. Abb. 6).

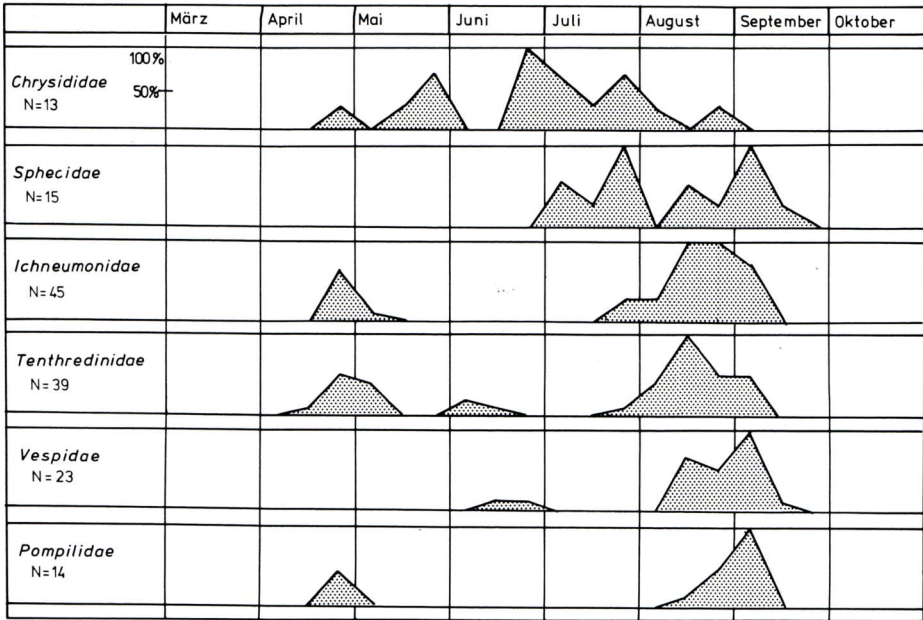


Abb. 19. Phänologie der Blütenbesuchs-Aktivität der im Untersuchungsgebiet vorkommenden Familien der nicht-apiden Hymenopteren; maximal in einer Dekade erreichte Blütenbesuchshäufigkeit = 100%; N = Anzahl der Beobachtungen.

bei einer angenommenen gleichen Blumenmenge von Rasen- und Saum-Pflanzenarten (Summenwerte der maximal von der jeweiligen Insektengruppe nutzbaren Blumenmengen „Rasen- oder Saum-Pflanzenarten“; Durchschnitt der Jahre 1979 und 1980).

reales Verhältnis Anzahl Blütenbesuche Rasen- zu Saum- Pflanzenarten	maximal nutzbare Blumenmenge Rasen- Pflanzenarten/ Gruppe	maximal nutzbare Blumenmenge Saum- Pflanzenarten/ Gruppe	Verhältnis Blumen-Angebot Rasen- zu Saum- Pflanzenarten	potentielles Verhältnis Anzahl Blütenbesuche Rasen- zu Saum- Pflanzenarten
3,6 : 1	75 610	21 960	3,4 : 1	1,1 : 1
1,7 : 1	28 280	15 980	1,8 : 1	1 : 1
2,8 : 1	85 720	25 740	3,3 : 1	1 : 1,2
2,6 : 1	85 720	25 740	3,3 : 1	1 : 1,3
2,1 : 1	80 290	18 960	4,2 : 1	1 : 2
1,3 : 1	21 050	7 540	2,8 : 1	1 : 2,1

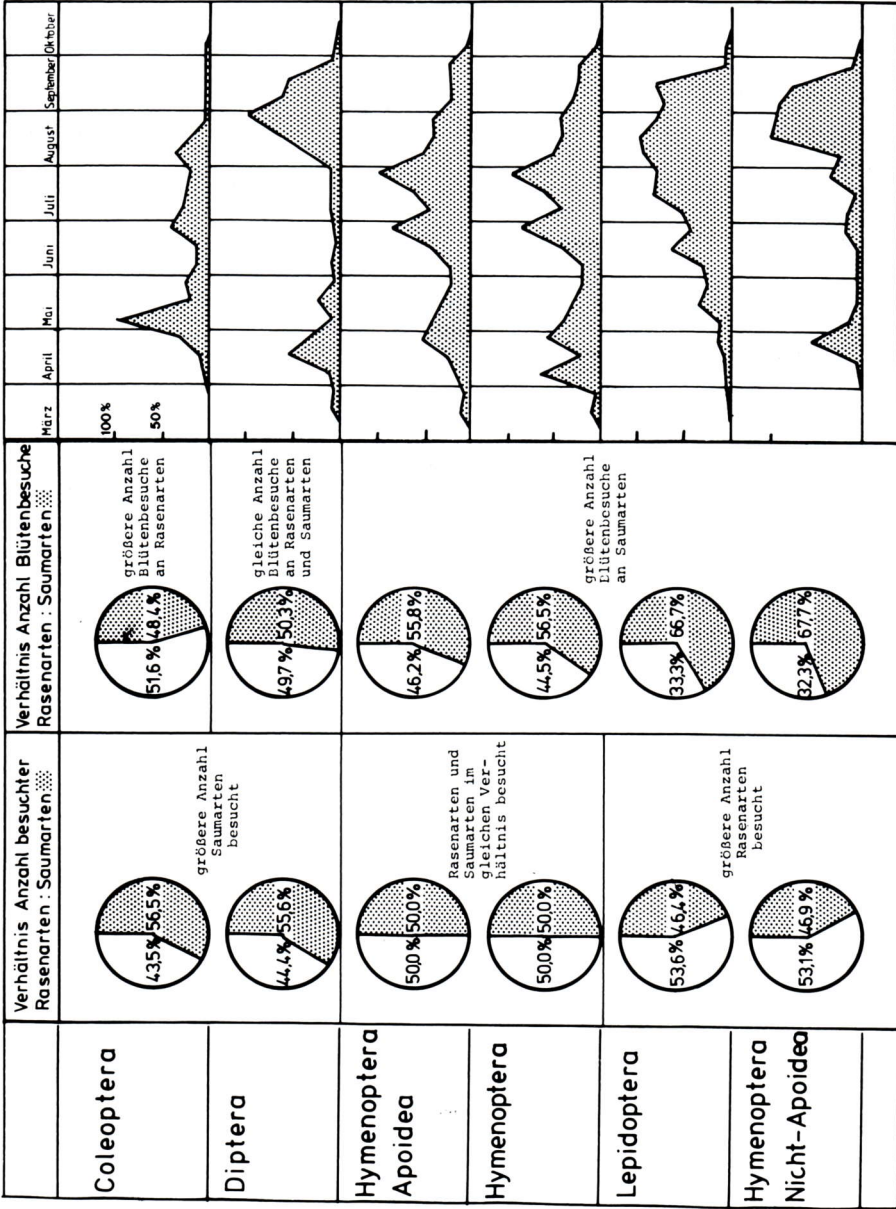
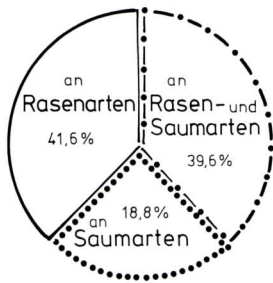


Abb. 20. Verhältnis „Anzahl besuchter Rasen-Pflanzenarten zu Saum-Pflanzenarten“ bei vorausgesetzter gleicher Artenzahl der beiden Gruppen (= potentielles Verhältnis) und das Verhältnis „Anzahl Blütenbesuche Rasen-Pflanzenarten zu Saum-Pflanzenarten“ bei vorausgesetzten gleichen Blumenmengen der beiden Gruppen (= potentielles Verhältnis) für die verschiedenen Insekten-Ordnungen und deren Phänologie.

nicht-apoide Hymenopteren. Diese Reihenfolge entspricht gleichfalls der phänologischen Abfolge dieser Insektengruppen im Jahresverlauf (Abb. 20).

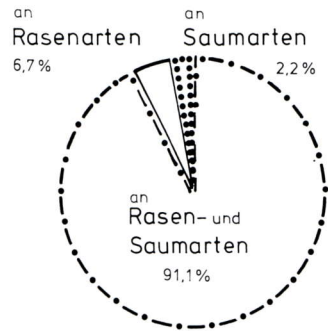
5.1 Apoide Hymenopteren⁷⁾

41,6 % aller am Blütenbesuch beteiligten apoiden Hymenopteren-Arten traten nur an Rasen-Pflanzenarten auf, 18,8 % ausschließlich an Saum-Pflanzenarten (Abb. 21, Tab. 6). Dieses Verhältnis steht offensichtlich in unmittelbarem Zusammenhang mit dem Pflanzenarten-Angebot (44 von apoiden Hymenopteren genutzte Rasen-Pflanzenarten gegenüber 20 Saum-Pflanzenarten). Bei einer angenommenen gleichen Anzahl Rasen- und Saum-Pflanzenarten ist es wahrscheinlich, daß beide Gruppen annähernd auch von gleichvielen Bienenarten besucht werden. Diejenigen Bienenarten, die nur Rasen-Pflanzenarten besuchen, führen nur 6,7 % aller beobachteten Blütenbesuche aus, diejenigen, die ausschließlich Saum-Pflanzenarten besuchen, sogar nur 2,7 % (Abb. 22). Hingegen treten 39,6 % aller apoiden Hymenopteren-Arten sowohl an Rasen- als auch an Saum-Pflanzenarten auf. Bei den Vertretern dieser Gruppe handelt es sich fast ausschließlich um Arten, von denen auch eine große Anzahl beobachteter Blütenbesuche vorliegt (91,1 %); s. auch Tab. 6. Besonders häufig sind hierbei die Gattungen *Halictus/Lasioglossum* und *Bombus*, von denen die erste viele, die zweite ausschließlich soziale und damit gleichzeitig auch individuenreiche Arten aufweist. Solche Arten mit einer sozialen Lebensweise zeigen eine besonders lange Flugzeit im Jahr. Da sich das Blütenpflanzen-Angebot im Laufe des Jahres stetig ändert, sind soziale Arten nur als „Generalisten“, die sich an möglichst vielen verschiedenen Nahrungspflanzen ernähren können, überlebensfähig.



Hymenoptera, Apoidea

Abb. 21. Prozentualer Anteil der nur Rasen-Pflanzenarten, nur Saum-Pflanzenarten und beide Gruppen besuchenden apoiden Hymenopteren-Arten.



Hymenoptera, Apoidea

Abb. 22. Prozentualer Anteil der Blütenbesuche apoider Hymenopteren-Arten an Rasen-Pflanzenarten, an Saum-Pflanzenarten und an beiden Gruppen.

Von den meisten apoiden Hymenopteren-Arten, bei denen eine Zuordnung: nur Rasen- oder nur Saum-Pflanzenarten-Besucher erfolgte, liegen wenige, ja in der Regel sogar nur eine Beobachtung vor. Aus diesem Grund kann auch für diese Arten auf keine

⁷⁾Die Reihenfolge 5.1–5.5 richtet sich nach der Höhe des prozentualen Anteils am Blütenbesuch.

Tabelle 6. Apoide Hymenopteren-Arten des Untersuchungsgebietes, die nur an Rasen-Pflanzenarten, nur an Saum-Pflanzenarten und an beiden Gruppen angetroffen wurden
 N_1 = Anzahl beobachteter Blütenbesuche an Rasen-Pflanzenarten, N_2 = Anzahl beobachteter Blütenbesuche an Saum-Pflanzenarten; An = Andrenidae, Ap = Apidae, Co = Colletidae, Ha = Halictidae, Mg = Megachilidae, Ml = Melittidae.

BLÜTENBESUCH NUR AN RASEN-PFLANZENARTEN	N_1		N_1
Dentigera brevicornis NYLANDER, 1852; (Co)	3	Sphecodes fasciatus V. HAGENS, 1882; (Ha)	5
Hylaeus communis NYLANDER, 1852; (Co)	2	Sphecodes marginatus V. HAGENS, 1882; (Ha)	2
Andrena armata (GMELIN, 1790); (An)	1	Halictus quadricinctus (FABRICIUS, 1776); (Ha)	1
Andrena haemorrhoa (FABRICIUS, 1781); (An)	1	Lasioglossum albocinctum (LUCAS, 1849); (Ha)	2
Andrena hattorfiana (FABRICIUS, 1775); (An)	1	Lasioglossum laevigatum (KIRBY, 1802); (Ha)	2
Andrena humilis IMHOFF, 1832; (An)	3	Lasioglossum leucozonium (SCHRANCK, 1791); (Ha)	2
Andrena fulvago (CHRIST, 1791); (An)	1	Lasioglossum major (NYLANDER, 1852); (Ha)	2
Andrena denticulata (KIRBY, 1802); (An)	1	Lasioglossum zonulum (SMITH, 1848); (Ha)	1
Andrena distinguenda SCHENCK, 1871; (An)	1	Lasioglossum minutissimum (KIRBY, 1802); (Ha)	3
Andrena fulvata E.STOECKHERT, 1930; (An)	1	Lasioglossum villosulum (KIRBY, 1802); (Ha)	4
Andrena nitida (MÜLLER, 1776); (An)	2	Dasygoda argentata (PANZER, 1809); (Ml)	1
Andrena alfkenella PERKINS, 1914; (An)	3	Stelis phaeoptera KIRBY, 1802; (Mg)	4
Andrena falsifica PERKINS, 1915; (An)	16	Chelostoma nigricorne NYLANDER, 1848; (Mg)	3
Andrena nana (KIRBY, 1802); (An)	1	Osmia bicolor (SCHRANCK, 1781); (Mg)	4
Andrena nanula NYLANDER, 1848; (An)	1	Megachile circumcincta (KIRBY, 1802); (Mg)	3
Andrena proxima (KIRBY, 1802); (An)	6	Megachile pilidens ALFKEN, 1923; (Mg)	1
Andrena strombella STOECKHERT, 1928; (An)	2	Nomada fabriciana (LINNAEUS, 1767); (Ap)	5
Andrena subopaca NYLANDER, 1848; (An)	3	Nomada flavoguttata (KIRBY, 1802); (Ap)	2
Dufourea vulgaris SCHENCK, 1851; (Ha)	1	Psithyrus bohemicus (SEIDL, 1837); (Ap)	1
Rhopites trispinosus PÉREZ, 1902; (Ha) ⁸⁾	2	Psithyrus vestalis (GEOFFROY in FOUCROY, 1758); (Ap)	1
Sphecodes divisus (KIRBY, 1802); (Ha)	2	Psithyrus quadricolor (LEPELETIER, 1832); (Ap)	1

BLÜTENBESUCH NUR AN SAUM-PFLANZENARTEN	N_2		N_2
Prosopis gibbus SAUNDERS, 1850; (Co)	5	Dufourea halictula NYLANDER, 1852; (Ha)	1
Prosopis confusus NYLANDER, 1852; (Co)	2	Lasioglossum costulatum (KRIECHBAUMER, 1873); (Ha)	1
Andrena rosae PANZER, 1801; (An)	1	Lasioglossum lativentre (SCHENCK, 1853); (Ha)	1
Andrena saundersella PERKINS, 1914; (An)	1	Lasioglossum blüthgeni EBMER, 1971; (Ha) ⁹⁾	1
Andrena viridescens VIERECK, 1916; (An)	2	Osmia mitis NYLANDER, 1852; (Mg)	1
Andrena angustior (KIRBY, 1802); (An)	2	Coelioxys conoidea (ILLIGER, 1806); (Mg)	1
Andrena combinata (CHRIST, 1791); (An)	1	Coelioxys mandibularis NYLANDER, 1848; (Mg)	1
Andrena lathyri ALFKEN, 1899; (An)	1	Bombus hypnorum LINNAEUS, 1758; (Ap)	2
Andrena wilkella (KIRBY, 1802); (An)	1	Psithyrus barbutellus (KIRBY, 1802); (Ap)	7
Andrena gravida IMHOFF, 1832; (An)	1		

BLÜTENBESUCH AN RASEN- UND SAUM-PFLANZENARTEN	N_1	N_2		N_1	N_2
Andrena bicolor FABRICIUS, 1775; (An)	51	3	Dasygoda hirtipes (FABRICIUS, 1793); (Ml)	2	2
Andrena curvungula THOMSON, 1870; (An)	2	9	Chelostoma florisome (LINNAEUS, 1758); (Mg)	5	1
Andrena minutula (KIRBY, 1802); (An)	4	1	Osmia aurulenta (PANZER, 1799); (Mg)	55	5
Andrena minutuloides PERKINS, 1914; (An)	2	1	Osmia rufohirta LATREILLE, 1811; (Mg)	29	7
Sphecodes crassus THOMSON, 1870; (Ha)	6	1	Osmia spinulosa (KIRBY, 1802); (Mg)	63	9
Sphecodes ferruginatus V. HAGENS, 1882; (Ha)	8	3	Coelioxys quadridentata (LINNAEUS, 1802); (Mg)	1	1
Sphecodes hyalinatus V. HAGENS, 1882; (Ha)	11	4	Megachile centuncularis (LINNAEUS, 1758); (Mg)	1	1
Halictus simplex BLÜTHGEN, 1923; (Ha)*	26	11	Megachile versicolor SMITH, 1844; (Mg)	1	1
Halictus tumulorum LINNAEUS, 1758; (Ha)*	48	20	Eucera tuberculata (FABRICIUS, 1793); (Ap)	7	1
Lasioglossum subfasciatum (IMHOFF, 1832); (Ha)	3	1	Bombus lucorum (LINNAEUS, 1761); (Ap)*	42	40
Lasioglossum alipes (FABRICIUS, 1781); (Ha)	26	11	Bombus terrestris (LINNAEUS, 1758); (Ap)*	56	48
Lasioglossum calceatum (SCOPOLI, 1763); (Ha)*	36	11	Bombus soroeensis FABRICIUS, 1777; (Ap)*	2	2
Lasioglossum fulvicorne (KIRBY, 1802); (Ha)*	33	10	Bombus humilis ILLIGER, 1806; (Ap)*	31	19
Lasioglossum laticeps (SCHENCK, 1868); (Ha)*	27	7	Bombus pascuorum (SCOPOLI, 1763); (Ap)*	96	39
Lasioglossum lineare (SCHENCK, 1868); (Ha)*	50	2	Bombus sylvorum (LINNAEUS, 1761); (Ap)*	28	15
Lasioglossum pauxillum (SCHENCK, 1853); (Ha)*	28	4	Bombus hortorum LINNAEUS, 1761; (Ap)*	11	1
Lasioglossum interruptum (PANZER, 1798); (Ha)*	3	4	Bombus lapidarius (LINNAEUS, 1758); (Ap)*	71	19
Lasioglossum semilucens (ALFKEN, 1914); (Ha)	3	3	Bombus pratorum LINNAEUS, 1761; (Ap)*	57	18
Lasioglossum morio (FABRICIUS, 1793); (Ha)*	100	24	Psithyrus sylvestris (LEPELETIER, 1812); (Ap)	1	3
			Psithyrus campestris (PANZER, 1801); (Ap)	2	1



Abb. 23. Ein Waldhummel-Männchen (*Bombus sylvarum*) saugt Nektar an einer Blüte des Aufrechten Ziest (*Stachys recta*). Die Waldhummel gehört zu denjenigen Arten, die als Sammelstrategie zu einem bestimmten Zeitpunkt im Jahr jeweils immer nur eine Pflanzenart bevorzugt aufsuchen, wohingegen viele andere Hummelarten (z. B. die Ackerhummel *Bombus pascuorum*) mehrere Pflanzenarten zur selben Zeit in gleicher Intensität als Nahrungsquelle nutzen. Solche Sammelstrategien wurden u. a. von HEINRICH (1979) untersucht (s. auch STRIE 1980).

Foto KRATOCHWIL (11. 9. 1982)

Präferenz oder gar Bindung an eine Rasen- oder Saumpflanzen-Gesellschaft geschlossen werden.

Eine wesentliche Ursache für die geringen Blütenbesuchs-Zahlen einzelner Arten liegt in deren Seltenheit begründet. STOECKHERT (1954) wies auf die Schwierigkeiten hin, die sich bei der Erfassung der Bienenfauna eines Gebietes ergeben. Eine höhere Blütenbesuchs-Zahl liegt bei den ausschließlich an Rasen-Pflanzenarten angetroffenen apoiden Hymenopteren nur von *Andrena falsifica* PERK. (N = 16) vor, bei denen der Saumpflanzenarten nur von *Psithyrus barbutellus* K. (N = 7). Es ist sehr wahrscheinlich, daß bei einer genügend hohen Anzahl von Beobachtungen alle im Gebiet vorkommenden Bienenarten Rasen- wie auch Saum-Pflanzenarten besuchen können. Bei einigen derje-

⁸⁾ Für die Determination von *Rhophites trispinosus* PÉREZ, 1902, *Lasioglossum villosulum* (KIRBY, 1982), *L. pauxillum* (SCHENCK, 1853) (2 Tiere), *L. fulvicorne* (KIRBY, 1802) (2 Tiere) und *L. blüthgeni* EBMER, 1971 danke ich Herrn Dr. P. WESTRICH, Tübingen.

⁹⁾ *Lasioglossum blüthgeni* EBMER, 1971 (Determinatio P. WESTRICH, Tübingen, Bestätigung durch A. W. EBMER, Linz/Österreich) ist neu für die Bundesrepublik Deutschland. Nach den bisher bekannten Vorkommen stellt dieser Fund den westlichsten Verbreitungspunkt der Art dar (WESTRICH, mündl. Mitt.).

Tabelle 7. Anzahl Blütenbesuche apoider Hymenopteren-Gattungen an Rasen- und Saumpflanzenarten (reales Verhältnis)

	Anzahl Beobachtungen	Anzahl Blütenbesuche Rasen-Pflanzenarten	Anzahl Blütenbesuche Saumpflanzenarten	reales Verhältnis*)
<i>Nomada</i>	7	7 (100 %)	0	7 : 0
<i>Stelis</i>	4	4 (100 %)	0	4 : 0
<i>Rhophites</i>	2	2 (100 %)	0	2 : 0
<i>Chelostoma</i>	9	8 (89 %)	1 (11 %)	8 : 1
<i>Eucera</i>	8	7 (88 %)	1 (12 %)	7 : 1
<i>Osmia</i>	173	151 (88 %)	22 (12 %)	7 : 1
<i>Sphecodes</i>	42	34 (81 %)	8 (19 %)	4,3 : 1
<i>Andrena</i>	127	103 (81 %)	24 (19 %)	4,1 : 1
<i>Halictus/Lasioglossum</i>	511	398 (78 %)	113 (22 %)	3,5 : 1
<i>Megachile</i>	6	4 (67 %)	4 (33 %)	2 : 1
<i>Bombus</i>	597	394 (66 %)	203 (34 %)	1,9 : 1
<i>Dasygaster</i>	5	3 (60 %)	2 (40 %)	1,5 : 1
<i>Dufourea</i>	2	1 (50 %)	1 (50 %)	1 : 1
<i>Dentigera/Prosopis/Hylaeus</i>	12	5 (42 %)	7 (58 %)	1 : 1,4
<i>Psithyrus</i>	17	6 (35 %)	11 (65 %)	1 : 1,8
<i>Coelioxys</i>	4	1 (25 %)	3 (75 %)	1 : 3

*) Anzahl besuchter Rasen- zu Saumpflanzenarten.

nigen Arten, die an beiden Gruppen beobachtet wurden, fallen jedoch deutliche Schwerpunkte auf. So zeigen *Andrena bicolor* FABR., *Lasioglossum laticeps* SCHCK, *L. lineare* SCHCK., *L. pauxillum* SCHCK., *Osmia aurulenta* PANZ., *O. rufohirta* LATR. und *O. spinulosa* K. eine deutliche Bevorzugung der Rasen-Pflanzenarten. Innerhalb der Gattung *Bombus* gibt es ebenfalls einige Arten, die sichtlich das Rasenpflanzen-Angebot in höherem Maße nutzen (z. B. *B. hortorum* L., *B. lapidarius* L., *B. pratorum* L.), andere jedoch auch (z. B. *B. terrestris* L., *B. lucorum* L., *B. sylvarum* L. [Abb. 23]), die Rasen- und Saumpflanzen zu etwa gleichen Anteilen besuchen.

Aufgrund der geringen Blütenbesuchs-Zahlen von einzelnen Arten soll im folgenden die Frage nach einer etwaigen Bevorzugung von Rasen- oder Saumpflanzen bei den apoiden Hymenopteren auf Gattungsniveau behandelt werden, denn bereits aus der Tab. 6 deuten sich für die einzelnen Gattungen Unterschiede an. Eine solche Betrachtung auf Gattungsniveau setzt ein einheitliches Verhalten ihrer Vertreter voraus. Dies ist sicherlich nicht immer gegeben und bedarf eingehender vorausgegangener Prüfung.

Die Tab. 7 zeigt das unterschiedliche Verhalten der im Gebiet vorkommenden apoiden Hymenopteren-Gattungen in bezug auf ihre Anzahl von Blütenbesuchen an Rasen- und Saumpflanzenarten. Eine Interpretation ist nur für diejenigen Gattungen sinnvoll, von denen mehr als 10 Beobachtungen vorliegen. Als Grundlage dienen die realen Zahlenverhältnisse. Zusätzlich wird für die Gattungen *Halictus/Lasioglossum* und *Bombus* auch das Verhältnis Anzahl Blütenbesuche Rasen- zu Saumpflanzenarten bei einer angenommenen Blumenmengen-Gleichheit beider angeführt (Tab. 8), da alle Arten dieser Gattungen, von denen mehr als 10 Beobachtungen vorliegen, die als untere Grenze gesetzte Nischenbreite von 5 z. T. weit überschreiten¹⁰⁾. Bei allen anderen Arten

¹⁰⁾ Angaben der Nischenbreiten der einzelnen Arten s. KRATOCHWIL (1983).



Abb. 24. An den Blüten des Blut-Storchschnabels (*Geranium sanguineum*), einer Saumart, die mit ihren rot-violetten Blüten in besonderer Auffälligkeit das bunte Farbmosaik des Halbtrockenrasens vor allem im Juli mitgestaltet, wurden im Untersuchungsgebiet allein 24 verschiedene Wildbienen-Arten angetroffen, so z. B. die Furchenbiene *Lasioglossum calceatum*. Das Bild zeigt ein Männchen bei der Nektaraufnahme.
Foto KRATOCHWIL (11. 9. 1982)

der apoiden Hymenopteren-Gattungen liegt der Wert der Nischenbreite unter 5 (Ausnahme: *Osmia rufohirta* LATR. $N_B = 8,42$). Auf die Notwendigkeit einer polyphagen bzw. polylectischen Lebensweise für soziale Bienenarten wurde bereits hingewiesen.

Die Gattungen *Osmia*, *Andrena*, *Sphecodes*, *Halictus/Lasioglossum* und *Bombus* besuchen häufiger Rasen-Pflanzenarten, die Gattungen *Dentigera/Prosopis/Hylaeus* und *Psithyrus* Saum-Pflanzenarten (Tab. 7). Bei einem angenommenen gleichen Blumenmengen-Verhältnis zeigt *Halictus/Lasioglossum* keine, *Bombus* hingegen eine stärkere Bevorzugung der Saumpflanzen (Tab. 8).

Tabelle 8. Anzahl Blütenbesuche der Gattungen *Halictus/Lasioglossum* und *Bombus* bei einer angenommenen gleichen Blumenmenge von Rasen- und Saum-Pflanzenarten (potentielles Verhältnis)

	maximal nutzbare Blumenmenge Rasen- Pflanzenarten/ Gattung	maximal nutzbare Blumenmenge Saum- Pflanzenarten/ Gattung	Verhältnis Blumenangebot Rasen- zu Saum- Pflanzenarten	potentielles Verhältnis Anzahl Blütenbesuche Rasen- zu Saum- Pflanzenarten
<i>Halictus/ Lasioglossum</i>	77 760	22 130	3,5 : 1	1 : 1
<i>Bombus</i>	78 560	21 680	3,6 : 1	1 : 1,9



Abb. 25. Für die Männchen der Wildbienen-Arten, die im Vergleich zu den Weibchen keinen Pollen sammeln, bieten gerade im Herbst die Pseudanthien der Kalk-Aster (*Aster amellus*) – ebenfalls eine Saumart – reichlich Nektar (*Lasioglossum calceatum* ♂).

Foto KRATOCHWIL (11. 9. 1982)

Für fast alle dieser 7 abundanzstärksten Gattungen ist eine deutliche Koinzidenz zwischen ihrem jahreszeitlichen Auftreten und dem Verhältnis Anzahl Blütenbesuche Rasen- zu Saum-Pflanzenarten feststellbar (Tab. 9): Einen Schwerpunkt im Blütenbesuch von Rasen-Pflanzenarten zeigen besonders die im Jahr zeitig fliegenden Gattungen *Andrena* und *Osmia* (81 % und 88 %). Die im Juni in besonders hohen Individuenzahlen vertretene Großgattung *Halictus/Lasioglossum* besitzt mit 78 % noch einen sehr hohen Anteil an Rasenpflanzen-Besuchen, die Gattung *Bombus* mit einem Aktivitätsmaximum im Juli besucht jedoch nur noch mit 66 % Rasenarten. *Psithyrus* als später im Jahr

Tabelle 9. Prozentuales Verhältnis der Blütenbesuche an Rasen- und Saum-Pflanzenarten der 7 individuenreichsten apoiden Hymenopteren-Gattungen des Untersuchungsgebietes, bezogen auf ihre Hauptaktivitätszeit im Jahresverlauf (Erklärung s. Text)

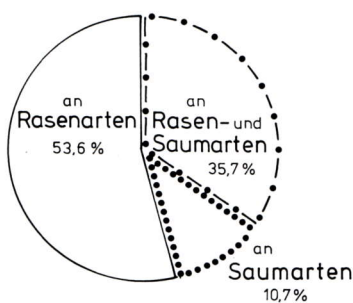
	April	Mai	Juni	Juli	August
Bevorzugung Rasen- Pflanzenarten	<i>Andrena</i> 81 %/19 %	<i>Osmia</i> 88 %/12 %	<i>Halictus/ Lasioglossum</i> 78 %/22 %	<i>Bombus</i> 66 %/34 %	<i>Sphecodes</i> 81 %/19 %
Bevorzugung Saum- Pflanzenarten			<i>Dentigera/ Prosopis/Hylaeus</i> 42 %/58 %		<i>Psithyrus</i> 35 %/65 %

fliegende Art hat mit 65 % aller Besuche die stärkste Präferenz von Saumpflanzen. Nur die an *Halictus/Lasioglossum* parasitierende Gattung *Sphcodes*, die im Gebiet erst im August ihr Aktivitätsmaximum erreicht, sucht zu einem höheren Prozentsatz Rasen-Pflanzenarten auf. Bei einer angenommenen Blumenmengen-Gleichheit verhält sich die Gattung *Halictus/Lasioglossum* indifferent, die Gattung *Bombus* hingegen Saumpflanzen-bevorzugend.

Für die apoiden Hymenopteren führt die Versaumung der Halbtrockenrasen zu einer deutlichen Erweiterung des Nahrungsspektrums. Dies gilt für fast 40 % aller Bienenarten! Im besonderen Maße werden die Saumpflanzenarten von polyphagen bzw. polylectischen Insektenarten mit genutzt. Somit erhalten besonders Vertreter mit einer sozialen Lebensweise, so einige Arten der Großgattung *Halictus/Lasioglossum*, und alle Arten der Gattung *Bombus* eine Förderung. Eine Sukzession in Richtung auf eine eigene Blütenbesucher-Gemeinschaft der Saumpflanzenarten ist nicht feststellbar.

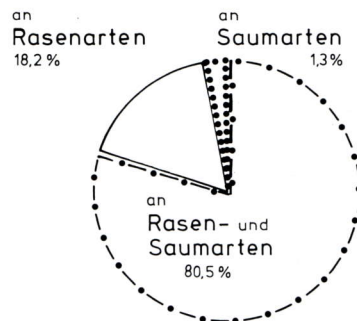
5.2 Lepidopteren

53,6 % aller blütenbesuchenden Lepidopteren-Arten treten nur an Rasen-Pflanzenarten auf, 10,7 % nur an Saumpflanzenarten (Abb. 26, Tab. 10). Auch hier steht dieses Ergebnis offensichtlich in Zusammenhang mit dem größeren Angebot an Rasen-Pflanzenarten (33 von Lepidopteren genutzte Rasen-Pflanzenarten gegenüber 13 Saumpflanzenarten). Verglichen mit den apoiden Hymenopteren besuchen die Lepidopteren jedoch zu einem höheren Prozentsatz Rasen-Pflanzenarten, zu einem geringeren Saumpflanzenarten. Bei den nur an Rasen-Pflanzenarten angetroffenen Lepidopteren handelt es sich um Arten, von denen z. T. auch wesentlich höhere Blütenbesuchs-Zahlen vorliegen (18,2 %, Tab. 10) als von den apoiden Hymenopteren. Eine hohe Anzahl von Blütenbesuchen ausschließlich an Rasenpflanzen zeigen z. B. *Gonepteryx rhamni* L. und *Leptidea sinapis* L. Für diese beiden Arten kann im Gebiet eine Präferenz für Rasen-Pflanzenarten angenommen werden. Für die meisten Arten innerhalb dieser Gruppe



Lepidoptera

Abb. 26. Prozentualer Anteil der nur Rasen-Pflanzenarten, nur Saumpflanzenarten und beide Gruppen besuchenden Lepidopteren-Arten.



Lepidoptera

Abb. 27. Prozentualer Anteil der Blütenbesuche der Lepidopteren-Arten, die nur Rasen-Pflanzenarten, nur Saumpflanzenarten und beide Gruppen besuchen.

Tabelle 10. Die blütenbesuchenden Lepidopteren-Arten des Untersuchungsgebietes, die nur an Rasen-Pflanzenarten, nur an Saum-Pflanzenarten und an beiden Gruppen angetroffen wurden¹¹⁾
 N_1 = Anzahl beobachteter Blütenbesuche an Rasen-Pflanzenarten, N_2 = Anzahl beobachteter Blütenbesuche an Saum-Pflanzenarten; Ar = Arctiidae, Ge = Geometridae, He = Hesperidae, Ly = Lycaenidae, No = Noctuidae, Ny = Nymphalidae, Pa = Papilionidae, Pi = Pieridae, Sa = Satyridae, Zy = Zygaenidae.

BLÜTENBESUCH NUR AN RASEN-PFLANZENARTEN			
	N_1		N_1
<i>Iphiclides podalirius</i> L.; (Pa)	1	<i>Aricia agestis</i> Schiff.; (Ly)	1
<i>Gonepteryx rhamni</i> L.; (Pi)	16	<i>Pyrgus malvae</i> L.; (He)	1
<i>Leptidea sinapis</i> L.; (Pi)	21	<i>Erynnis tages</i> L. (He)	4
<i>Vanessa atalanta</i> L.; (Ny)	3	<i>Mesembrynus purpuralis</i> Brunnl.; (Zy)	4
<i>Cynthia cardui</i> L.; (Ny)	6	<i>Thermophila meliloti</i> Esp.; (Zy)	6
<i>Araschnia levana</i> L.; (Ny)	2	<i>Agrumenia carniolica</i> Scop.; (Zy)	4
<i>Clossiana dia</i> L.; (Ny)	5	<i>Burgeffia transalpina</i> Esp.; (Zy)	1
<i>Mellicta parthenoides</i> Kef.; (Ny)	6	<i>Zygaena spec.</i> ; (Zy)	12
<i>Euphydryas aurinia</i> Rott.; (Ny)	4	<i>Eilema complana</i> L.; (Ar)	1
<i>Aphantopus hyperanthus</i> L.; (Sa)	4	<i>Gonospileia mi</i> L.; (No)	7
<i>Lasiommata maera</i> L.; (Sa)	2	<i>Minoa murinata</i> Scop.; (Ge)	1
<i>Nordmannia acaciae</i> F.; (Ly)	1	<i>Pseudopanthera macularia</i> L.; (Ge)	8
<i>Callophrys rubi</i> L.; (Ly)	9	<i>Siona lineata</i> Scop.; (Ge)	6
<i>Lycaena phlaeas</i> L.; (Ly)	1	<i>Ematurga atomaria</i> L.; (Ge)	1
<i>Glaucopsyche alexis</i> Poda; (Ly)	2	<i>Ortholitha chenopodiata</i> L.; (Ge)	1

BLÜTENBESUCH NUR AN SAUM-PFLANZENARTEN			
	N_2		N_2
<i>Argynnis paphia</i> L.; (Ny)	1	<i>Cyaniris semiargus</i> Rott.; (Ly)	1
<i>Hipparchia fagi</i> Scop.; (Sa)	4	<i>Thymelicus sylvestris</i> Poda; (He)	2
<i>Lasiommata megera</i> L.; (Sa)	1	<i>Cidaria rivata</i> Hbn.; (Ge)	1

BLÜTENBESUCH AN RASEN- UND SAUM-PFLANZENARTEN					
	N_1	N_2		N_1	N_2
<i>Pieris brassicae</i> L.; (Pi)	4	1	<i>Heodes tityrus</i> Poda; (Ly)	1	4
<i>Artogeia napi</i> L.; (Pi)	31	21	<i>Cupide minimus</i> Fuessl.; (Ly)	4	1
<i>Anthocharis cardamines</i> L.; (Pi)	20	1	<i>Lysandra coridon</i> Poda; (Ly)	11	13
<i>Colias australis</i> Vrtv.; (Pi)	9	14	<i>Lysandra bellargus</i> Rott.; (Ly)		
<i>Inachis io</i> L.; (Ny)	2	5	<i>Polyommatus icarus</i> Rott.; (Ly)	52	97
<i>Aglais urticae</i> L.; (Ny)	3	4	<i>Carterocephalus palaemon</i> Pall.; (He)	2	2
<i>Melitaea phoebe</i> Schiff.; (Ny)	2	2	<i>Ochlodes venatus</i> Brem.et Grey.; (He)	72	12
<i>Melanargia galathea</i> L.; (Sa)	74	6	<i>Procris manni</i> Led.; (Zy)	6	1
<i>Maniola jurtina</i> L.; (Sa)	24	36	<i>Lictoria achilleae</i> Esp.; (Zy)	40	8
<i>Coenonympha pamphilus</i> L.; (Sa)	2	4	<i>Zygaena filipendulae</i> L.; (Zy)	17	3
			<i>Gonospileia glyphica</i> L.; (No)	8	5

liegen jedoch auch hier noch zu wenige Beobachtungen vor, so daß eine eindeutige Zuordnung nicht möglich ist. Der Anteil der nur an Saum-Pflanzenarten festgestellten Blütenbesuche ist mit 1,3% außerordentlich gering. 35,7% aller Lepidopteren-Arten waren sowohl an Rasen- als auch an Saum-Pflanzenarten anzutreffen (Abb. 27). Auch hier handelt es sich bei den Vertretern dieser Gruppe um Arten, von denen zahlreiche Blütenbesuche vorliegen (80,5%). Es ist sehr wahrscheinlich, daß für die meisten der im Gebiet vorkommenden Lepidopteren-Arten bei einer genügend großen Anzahl von Beobachtungen sowohl Besuche an Rasen- als auch Saum-Pflanzenarten festgestellt

¹¹⁾ Für die Unterstützung bei der Determination schwieriger Arten sei Herrn Dipl.-Biol. H. STEFFNY, Freiburg, herzlich gedankt.



Abb. 28. Der Himmelblaue Bläuling (*Lysandra bellargus*) an einem Blütenstand der Bunten Kronwicke (*Coronilla varia*). Diese Saum-Pflanzenart, die auf den frischen Halbtrockenrasen (Mesobrometum primuletosum) beschränkt ist, bestimmt im Untersuchungsgebiet den Aspekt der 3. Blumenwelle.
Foto KRATOCHWIL (22. 8. 1979)

werden können. Dennoch fallen – ähnlich wie auch bei den apoiden Hymenopteren – bei einigen derjenigen Arten, die bisher an beiden Gruppen beobachtet wurden, Schwerpunkte auf: *Anthocharis cardamines* L., *Melanargia galathea* L., *Ochlodes venatus* BREM. & GREY, *Lictoria achilleae* ESP. und *Zygaena filipendulae* L. zeigen eine eindeutige Bevorzugung der Rasen-Pflanzenarten, *Lysandra bellargus* ROTT. (Abb. 28) und *Polyommatus icarus* ROTT. der Saum-Pflanzenarten.

Nicht alle Lepidopteren-Familien sind einheitlich als Rasenarten- oder Saumarten-Besucher zu klassifizieren (Tab. 10). Während bei den Zygaeniden und Geometriden alle Arten und bei den Nymphaliden, Hesperiden und Noctuiden die meisten Arten eine deutliche Bevorzugung von Rasen-Pflanzenarten zeigen, gibt es innerhalb der Pieriden, Satyriden und Lycaeniden auch einzelne Vertreter, die häufiger an Saumpflanzen anzutreffen sind. Für diese letztgenannten Familien ist eine Analyse auf Artniveau notwendig. Da der Wert der Nischenbreite aller im Gebiet festgestellten Lepidopteren-Arten mit nur wenigen Ausnahmen (*Ochlodes venatus* BRENN. & GREY. $N_B = 6,06$, *Artogeia napi* L. $N_B = 7,86$, *Lictoria achilleae* ESP. $N_B = 9,0$) unter 5 liegt, wird auf eine Umrechnung bei angenommener Blumenmengen-Gleichheit verzichtet, und es werden die realen Blütenbesuchs-Zahlen zugrundegelegt.

Mit Ausnahme der Lycaeniden bevorzugen nach der Anzahl beobachteter Blütenbesuche alle im Gebiet festgestellten Familien quantitativ die Rasenpflanzen (Tab. 11). Hierbei zeigen die Geometriden und Zygaeniden mit einer Hauptaktivität im Frühjahr die deutlichste Präferenz (Tab. 12). Bei den im August in höheren Individuenzahlen im

Tabelle 11. Anzahl Blütenbesuche der 8 individuenreichsten Lepidopteren-Familien des Untersuchungsgebietes an Rasen- und Saum-Pflanzenarten (reales Verhältnis)

	Anzahl Beobachtungen	Anzahl Blütenbesuche Rasen-Pflanzenarten	Anzahl Blütenbesuche Saum-Pflanzenarten	reales Verhältnis*)
Geometridae	18	17 (94 %)	1 (6 %)	17 : 1
Zygaenidae	102	90 (88 %)	12 (12 %)	7,5 : 1
Hesperiidae	95	79 (83 %)	16 (17 %)	4,9 : 1
Noctuidae	20	15 (75 %)	5 (25 %)	3 : 1
Pieridae	138	101 (73 %)	37 (27 %)	2,7 : 1
Nymphalidae	45	33 (73 %)	12 (27 %)	2,6 : 1
Satyridae	157	106 (68 %)	51 (32 %)	2,1 : 1
Lycaenidae	198	82 (41 %)	116 (59 %)	1 : 1,4

* Anzahl Blütenbesuche Rasen- zu Saum-Pflanzenarten

Gebiet fliegenden Nymphaliden, Pieriden und Satyriden ist der Anteil von Blütenbesuchen an Saum-Pflanzenarten bereits höher, bei den Lycaeniden kommt es sogar zu einer deutlichen Bevorzugung der Saumpflanzen. Für die Lepidopteren kann – wie bereits auch bei den apoiden Hymenopteren – eine Koinzidenz zwischen jahreszeitlichem Auftreten und dem Verhältnis Anzahl Blütenbesuche Rasen- zu Saum-Pflanzenarten festgestellt werden (Tab. 12).

Das unterschiedliche Verhalten einzelner Vertreter der Familien der Pieriden, Satyriden und Lycaeniden (Tab. 13) ist ebenfalls nur aus ihrer jahreszeitlichen Aktivität und der Phänologie der von ihnen besuchten Pflanzenarten heraus zu verstehen (Tab. 14): Bei den Pieriden zeigen die drei vorwiegend im Frühjahr im Gebiet fliegenden Arten *Anthocharis cardamines* L., *Gonepteryx rhamni* L. und *Leptidea sinapis* L. eindeutig eine Bevorzugung der Rasen-Pflanzenarten; die im Juli in ihrer zweiten Generation ihr Aktivitätsmaximum erreichende Art *Artogeia napi* L. hat ein ausgeglichenes Verhältnis; bei *Colias australis* VRTY. (Abb. 29) hingegen läßt sich zum selben Zeitpunkt sogar eine leichte Bevorzugung des Saumpflanzen-Angebotes beobachten. Ein ähnliches Ergebnis

Tabelle 12. Prozentuales Verhältnis der Blütenbesuche an Rasen- und Saum-Pflanzenarten der 8 individuenreichsten Lepidopteren-Familien der Untersuchungsgebietes, bezogen auf ihre Hauptaktivitätszeit im Jahresverlauf

	Juni	Juli	August
Bevorzugung Rasen-Pflanzenarten	Geometridae 94%/6%	Hesperiidae 83%/25%	Pieridae 73%/27%
	Zygaenidae 88%/12%	.	Nymphalidae 73%/27%
	Noctuidae 75%/25%	.	Satyridae 68%/32%
Bevorzugung Saum-Pflanzenarten	.	.	Lycaenidae 41%/59%



Abb. 29. Während die 1. Generation von *Colias australis* (Pieridae, auf dem Photo ein ♂) im Untersuchungsgebiet Ende Mai bis Anfang Juni fliegt, hat die 2. Generation ihr Aktivitätsmaximum Anfang August bis Mitte September. Zu dieser Zeit dienen als verfügbare Nahrungsquellen u. a. das Raukenblättrige Greiskraut (*Senecio erucifolius*) und verschiedene Saum-Pflanzenarten, so z. B. die Gewöhnliche Goldrute (*Solidago virgaurea*).
Foto KRATOCHWIL (11. 9. 1982)

Tabelle 13. Anzahl Blütenbesuche einiger Lepidopteren-Arten (Pieridae, Satyridae, Lycaenidae) an Rasen- und Saum-Pflanzenarten (reales Verhältnis)

	Anzahl Beobachtungen	Anzahl Blütenbesuche Rasen-Pflanzenarten	Anzahl Blütenbesuche Saum-Pflanzenarten	reales Verhältnis*)
Pieridae				
<i>Leptidea sinapis</i> L.	21	21 (100 %)	0	21 : 0
<i>Gonepteryx rhamni</i> L.	16	16 (100 %)	0	16 : 0
<i>Anthocharis cardamines</i> L.	21	20 (95 %)	1 (5 %)	20 : 1
<i>Artogeia napi</i> L.	52	31 (60 %)	21 (40 %)	1,5 : 1
<i>Colias australis</i> VRTY.	23	9 (39 %)	14 (61 %)	1 : 1,6
Satyridae				
<i>Melanargia galathea</i> L.	80	74 (97 %)	6 (3 %)	12,3 : 1
<i>Maniola jurtina</i> L.	60	24 (39 %)	36 (61 %)	1 : 1,5
Lycaenidae				
<i>Callophrys rubi</i> L.	9	9 (100 %)	0	9 : 0
<i>Lysandra coridon</i> PODA	24	11 (46 %)	13 (54 %)	1 : 1,2
<i>Lysandra bellargus</i> ROTT.				
<i>Polyommatus icarus</i> ROTT.	149	52 (35 %)	97 (65 %)	1 : 1,9

* Anzahl Blütenbesuche Rasen- zu Saum-Pflanzenarten

liefern auch die Beispiele innerhalb der Satyriden und Lycaeniden, bei denen die früher im Jahr fliegenden Arten jeweils auch einen höheren Prozentsatz an Blütenbesuchen von Rasen-Pflanzenarten erreichen als diejenigen, die erst später im Jahr erscheinen (Tab. 14).

Tabelle 14. Prozentuales Verhältnis der Blütenbesuche an Rasen- und Saum-Pflanzenarten einiger Arten der Pieriden, Satyriden und Lycaeniden, bezogen auf ihre Hauptaktivitätszeit im Jahresverlauf

	April	Mai	Juni	Juli	August	September
Pieridae						
Bevorzugung	<i>Gonepteryx</i>	<i>Leptidea</i>	.	<i>Artogeia</i>	.	.
Rasen-	<i>rhamni</i>	<i>sinapis</i>	.	<i>napi</i>	.	.
Pflanzenarten	100 %/0 %	100 %/0 %	.	60 %/40 %	.	.
	.	<i>Anthocharis</i>	.	.	.	.
		<i>cardamines</i>				
		95 %/5 %				
Bevorzugung	.	.	.	<i>Colias</i>	.	.
Saum-				<i>australis</i>		
Pflanzenarten				39 %/61 %		
Satyridae						
Bevorzugung	.	.	.	<i>Melanargia</i>	.	.
Rasen-				<i>galathea</i>		
Pflanzenarten				97 %/3 %		
Bevorzugung	.	.	.	.	.	<i>Maniola</i>
Saum-						<i>jurtina</i>
Pflanzenarten						39 %/61 %
Lycaenidae						
Bevorzugung	.	<i>Callophrys</i>	.	.	.	.
Rasen-		<i>rubi</i>				
Pflanzenarten		100 %/0 %				
Bevorzugung	.	.	.	.	.	<i>Lysandra</i>
Saum-						<i>coridon</i>
Pflanzenarten						46 %/54 %
						<i>Lysandra</i>
						<i>bellargus</i>
						<i>Polyommatus</i>
						<i>icarus</i>
						35 %/65 %

Für die Lepidopteren führt – wie auch bei den apoiden Hymenopteren – die Versauung des Halbtrockenrasens zu einer deutlichen Erweiterung des Nahrungsspektrums. Allein 36 % aller im Gebiet festgestellten Arten nutzen das Saumpflanzen-Angebot mit. Eine besondere Bedeutung haben die Saumpflanzen für 4 Arten: *Colias australis* VRTY. (Pieridae), *Maniola jurtina* L. (Satyridae), *Lysandra bellargus* ROTT. und *Polyommatus icarus* ROTT. (beide Lycaenidae). Eine Sukzession in Richtung auf eine eigene Blütenbesucher-Gemeinschaft der Saum-Pflanzenarten ist nicht feststellbar.

Neben der (den) Nektarpflanze(n) der Adulttiere spielt auch das Vorkommen der Larven-Futterpflanze(n) im Gebiet eine entscheidende Rolle. Auch sie kann als limitierender Faktor dichtebegrenzend für die Lepidopteren-Fauna eines Gebietes sein

(EHRlich et al. 1975). Von den 56 der im Gebiet vorkommenden und an Blüten beobachteten Schmetterlingsarten finden allein 47 Arten (84 %) ihre Raupen-Futterpflanze (Angaben nach BLAB & KUDRNA 1982, KOCH 1966) im Untersuchungsgebiet selbst vor, alle anderen in unmittelbarer Umgebung. Eine besondere Bedeutung haben unter den Rasen-Pflanzenarten *Lotus corniculatus*, an der sich 8, und *Hippocrepis comosa*, an der sich 5 Schmetterlingsarten im Larvenstadium ernähren. Unter den Saumpflanzenarten nimmt *Coronilla varia* eine dominierende Stellung ein: 8 Schmetterlingsarten¹²⁾ nutzen sie als Larval-Futterpflanze. Dies dokumentiert auch die Bedeutung einzelner Saumpflanzenarten als Futterhabitate für die Larven bestimmter Schmetterlingsarten. Die 3 genannten Futterpflanzen dienen fast einem Viertel (24 %) aller im Gebiet an Blüten festgestellten Lepidopteren-Arten auch als Raupen-Futterpflanze.

5.3 Dipteren¹³⁾

Auch innerhalb der Dipteren bevorzugen die meisten Familien, über die aufgrund der höheren Blütenbesuchs-Zahlen Aussagen möglich sind, Rasenpflanzen. Eine Ausnahme bilden die Musciden/Anthomyiiden, die Rasen- und Saumpflanzen zu etwa gleichen Teilen aufsuchen, und die Tachiniden, die eindeutig häufiger an Saumpflanzen anzutreffen sind. Eine hohe Präferenz für Rasenarten zeigen die Vertreter der Sepsiden, Calliphoridae und Bombyliiden (Tab. 15), die sehr früh im Jahr aktiv sind – März und April – (Tab. 16). Während die Sepsiden mit geringen, die Calliphoridae mit hohen Individuenzahlen einen zweiten Aktivitätsgipfel im August erreichen, sind die Bombyliiden nur auf den Monat April beschränkt. Innerhalb der Bombyliiden handelt es sich fast

Tabelle 15. Anzahl Blütenbesuche der 8 individuenreichsten Dipteren-Familien des Untersuchungsgebietes an Rasen- und Saumpflanzenarten (reales Verhältnis)

	Anzahl Beobachtungen	Anzahl Blütenbesuche Rasen-Pflanzenarten	Anzahl Blütenbesuche Saumpflanzenarten	reales Verhältnis*)
Sepsidae	14	13 (93 %)	1 (7 %)	13 : 1
Calliphoridae	41	38 (93 %)	3 (7 %)	12,7 : 1
Bombyliidae	111	96 (87 %)	15 (13 %)	6,4 : 1
Sarcophagidae	40	29 (73 %)	11 (27 %)	2,6 : 1
Conopidae	19	13 (68 %)	6 (32 %)	2,2 : 1
Syrphidae	297	193 (65 %)	104 (35 %)	1,9 : 1
Muscidae/Anthomyiidae	69	33 (48 %)	36 (52 %)	1 : 1,1
Tachinidae	131	42 (32 %)	89 (68 %)	1 : 2,1

* Anzahl Blütenbesuche Rasen- zu Saumpflanzenarten

¹²⁾ *Coronilla varia* als Larval-Futterpflanze nutzen: *Leptidea sinapis* L. (Pieridae); *Cupido minimus* FUESSL., *Lysandra bellargus* ROTT., *Lysandra coridon* PODA (Lycaenidae); *Erynnis tages* L., *Pyrgus malvae* L. (Hesperiidae); *Burgeffia transalpina* ESP., *Lictoria achilleae* ESP. (Zygacnidae).

¹³⁾ Die Dipteren, Coleopteren und nicht-apoiden Hymenopteren müssen im folgenden auf Familienniveau behandelt werden, da eine Determination auf Artniveau bisher noch nicht möglich war. Daher können wir ein einheitliches Verhalten der Vertreter innerhalb dieser Familien noch nicht beweisen, für die meisten jedoch als wahrscheinlich annehmen. In allen Fällen wurden die realen Blütenbesuchs-Zahlen zugrundegelegt.

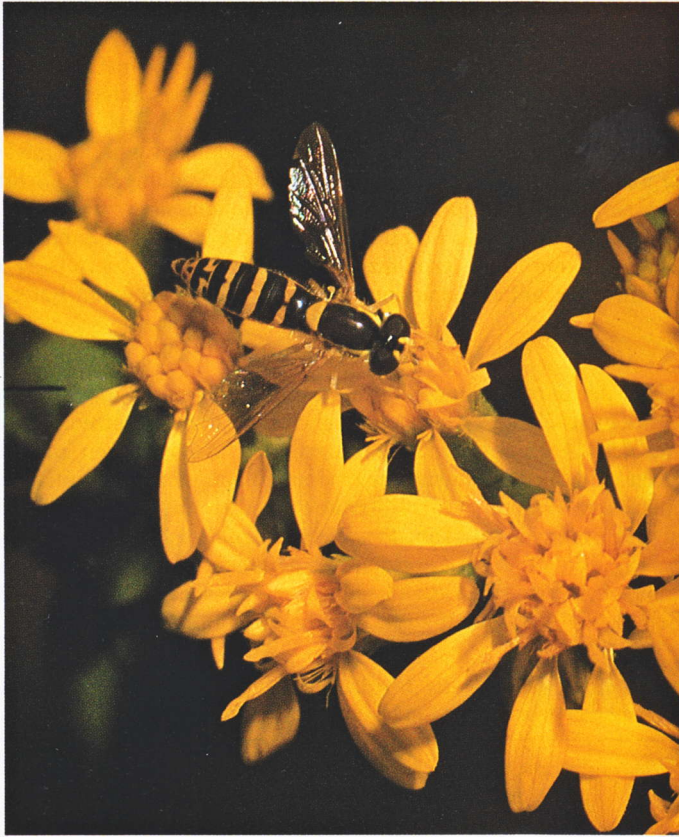


Abb. 30. Aus der Ordnung Diptera wurden im Untersuchungsgebiet am häufigsten Schwebfliegen (Syrphidae) als Blütenbesucher beobachtet. Mit ihren leckend-saugenden Mundwerkzeugen können sie sowohl Nektar als auch Pollen aufnehmen. Viele Syrphiden-Arten gehören nach den Hummeln und Bienen zu den wichtigsten Blütenbestäubern. Das Foto zeigt *Sphaerophoria menthastri* L.¹⁴⁾ auf der Gewöhnlichen Goldrute (*Solidago virgaurea*). Foto KRATOCHWIL (11. 9. 1982)

ausschließlich um Blütenbesuche von *Bombylius major* L. und – seltener – von *Bombylius discolor* MIKAN an *Primula veris*. Diejenigen Familien, die erst spät im Jahr ihr Aktivitätsmaximum ausbilden (Syrphiden [Abb. 30] und Conopiden), besuchen nur noch zu einem geringeren Prozentsatz Rasenpflanzen (65 %, 68 %) oder – wie im Falle der Tachiniden (Abb. 31) – bevorzugt Saumpflanzen. Eine Ausnahme bilden die Musciden/Anthomyiiden, die in hohen Besuchszahlen an der früh im Jahr blühenden Saumart *Silene nutans* anzutreffen sind, und die Sarcophagiden, die spät im Jahr ihr Aktivitätsmaximum erreichen und sehr hohe Besuchszahlen an *Aster linosyris* aufweisen.

Aster linosyris wurde den Rasenarten zugeordnet (Tab. 1), obwohl sie auch in Geranion-Gesellschaften anzutreffen ist, wo sie jedoch keine höheren Stetigkeiten erreicht (s. OBERDORFER 1978, 1979).

¹⁴⁾ Für die Bestimmung sei Herrn Dr. O. HOFFRICHTER, Freiburg, herzlich gedankt.



Abb. 31. Eine besondere Bedeutung haben Saum-Pflanzenarten für Raupenfliegen (Tachinidae). Da die Tachiniden einen Teil ihrer Entwicklung entoparasitisch vorwiegend in Schmetterlingsraupen durchlaufen, gehören sie zusammen mit den Ichneumoniden zu den wichtigsten Regulatoren bei Übervermehrung von „Schädlingen“. Das Bild zeigt die Igelfliege *Larvaefora fera* (L.) auf Bärenklau (*Heracleum sphondylium*), einer Staude, die sich auch in frischen Säumen anreichern kann.

Foto KRATOCHWIL (11. 9. 1982)

Tabelle 16. Prozentuales Verhältnis der Blütenbesuche an Rasen- und Saum-Pflanzenarten der 8 individuenreichsten Dipteren-Familien des Untersuchungsgebietes, bezogen auf ihre Hauptaktivitätszeit im Jahresverlauf

	März	April	Mai	Juni/Juli	August	September
Bevorzugung Rasen-Pflanzenarten	Sepsidae 93 %/7 %	Calliphoridae* 93 %/7 %			Calliphoridae* 93 %/7 %	Sarcophagidae 73 %/27 %
		Bombyliidae 87 %/13 %			Syrphidae 65 %/35 %	Conopidae 68 %/32 %
Bevorzugung Saum-Pflanzenarten			Muscidae/ Anthomyiidae 48 %/52 %		Tachinidae 32 %/68 %	

* = Doppelnennung

Somit bieten Saum-Pflanzenarten auch für zahlreiche Dipteren eine wichtige zusätzliche Nahrungsquelle. Eine besondere Bedeutung haben sie im Gebiet für die Musciden/Anthomyiiden und Tachiniden.

5.4 Coleopteren¹⁵⁾

Von den 7 individuenreichsten und am Blütenbesuch beteiligten Coleopteren-Familien bevorzugen mit Ausnahme der Mordelliden alle in hohen Prozentsätzen Rasen-

¹⁵⁾ Vgl. Fußnote 13, S. 95



Abb. 32. Die Straußblütige Wucherblume (*Chrysanthemum corymbosum*) wird gerne von *Strangalia maculata* aufgesucht, einer von Pollen sich ernährenden Bockkäfer-Art (Cerambycidae).

Foto KRATOCHWIL (4. 7. 1979)

Pflanzenarten und Arten, die neben einem Schwerpunkt in Rasengesellschaften auch in Säume eindringen wie z. B. *Euphorbia cyparissias* (Tab. 17). Innerhalb der Nitiduliden z. B. wird das Überwiegen der Rasenpflanzen-Besucher durch die hohe Blütenbesuchszahl der Gattung *Meligethes* an *Euphorbia cyparissias* hervorgerufen.

Auch für die Coleopteren kann eine Koinzidenz zwischen jahreszeitlichem Auftreten und dem Verhältnis Anzahl Blütenbesuche an Rasen- und Saum-Pflanzenarten nachgewiesen werden (Tab. 18). Im Vergleich zu den bisher behandelten Blütenbesuchern nutzten die Coleopteren das Saumpflanzen-Angebot am wenigsten. Ihr Anteil am Spektrum der blütenbesuchenden Insekten ist jedoch auch recht gering (vgl. Abb. 13).

Tabelle 17. Anzahl Blütenbesuche der 7 individuenreichsten Coleopteren-Familien des Untersuchungsgebietes an Rasen- und Saum-Pflanzenarten (reales Verhältnis)

	Anzahl Beobachtungen	Anzahl Blütenbesuche Rasen-Pflanzenarten	Anzahl Blütenbesuche Saum-Pflanzenarten	reales Verhältnis*)
Nitidulidae	115	109 (95 %)	6 (5 %)	18,2 : 1
Elateridae	24	21 (88 %)	3 (12 %)	7 : 1
Cantharidae	13	10 (77 %)	3 (23 %)	3,3 : 1
Oedemeridae	29	22 (76 %)	7 (24 %)	3,1 : 1
Cerambycidae	46	34 (74 %)	12 (26 %)	2,8 : 1
Chrysomelidae	19	13 (68 %)	6 (32 %)	2,2 : 1
Mordellidae	12	3 (25 %)	9 (75 %)	1 : 3

* Anzahl Blütenbesuche Rasen- zu Saum-Pflanzenarten

Tabelle 18. Prozentuales Verhältnis der Blütenbesuche an Rasen- und Saum-Pflanzenarten der 7 individuenreichsten Coleopteren-Familien des Untersuchungsgebietes, bezogen auf ihre Hauptaktivitätszeit im Jahresverlauf

	Mai	Juni	Juli	August
Bevorzugung Rasen-Pflanzenarten	Nitidulidae 95 %/5 %	Oedemeridae 77 %/23 %	Cantharidae 77 %/23 %	.
	Elateridae 88 %/12 %	Cerambycidae 74 %/26 %	.	.
	.	Chrysomelidae 68 %/32 %	.	.
Bevorzugung Saum-Pflanzenarten	.	.	.	Mordellidae 25 %/75 %

5.5 Nicht-apoide Hymenopteren¹⁶⁾

Für die meisten der im Gebiet vorkommenden nicht-apoiden Hymenopteren spielen ebenfalls die Rasenpflanzen als Nahrungsquelle die wesentlichste Rolle (Tab. 19). Nur die Vertreter der Chrysididen, die häufig an *Geranium sanguineum* anzutreffen sind, und mit einer sehr hohen Präferenz die der Spheciden (häufig an *Peucedanum cervaria*) bevorzugen eindeutig Saum-Pflanzenarten.

Die nicht-apoiden Hymenopteren sind die einzige Gruppe, in der keine deutliche zeitliche Staffelung der Blütenbesuchs-Aktivität der einzelnen Familien feststellbar war (vgl. Abb. 19). Auch ist bei ihnen keine Koinzidenz zwischen dem jahreszeitlichen Auftreten und dem Verhältnis Anzahl Blütenbesuche an Rasen- und Saum-Pflanzenarten erkennbar (Tab. 20): Das Saumpflanzen-Angebot wird vorzugsweise von den im Juni im Gebiet erscheinenden Chrysididen und Spheciden genutzt, wohingegen alle anderen Familien ihren Hauptaktivitäts-Gipfel erst später im Jahr erreichen und besonders Rasenpflanzen, die aber auch in Säume eindringen, Saum-Pflanzenarten und Dauco-Melilotion-Arten aufsuchen. Vertreter der Tenthrediniden (Abb. 33), Pompiliden und Ichneumoniden sind in geringen Individuenzahlen bereits im April aktiv und nutzen zu

Tabelle 19. Anzahl Blütenbesuche der 6 nicht-apoiden Hymenopteren-Familien an Rasen- und Saum-Pflanzenarten (reales Verhältnis)

	Anzahl Beobachtungen	Anzahl Blütenbesuche Rasen-Pflanzenarten	Anzahl Blütenbesuche Saum-Pflanzenarten	reales Verhältnis*)
Tenthredinidae	38	28 (74 %)	10 (26 %)	2,8 : 1
Pompilidae	14	10 (71 %)	4 (29 %)	2,5 : 1
Ichneumonidae	45	30 (67 %)	15 (33 %)	2 : 1
Vespidae	23	13 (57 %)	10 (43 %)	1,3 : 1
Chrysididae	13	5 (38 %)	8 (62 %)	1 : 1,6
Sphecidae	15	3 (20 %)	12 (80 %)	1 : 4

* Anzahl Blütenbesuche Rasen- zu Saum-Pflanzenarten

¹⁶⁾ Vgl. Fußnote 13, S. 95



Abb. 33. Die Blattwespen (Tenthredinidae) können aufgrund des Baus ihrer Mundwerkzeuge nur leicht erreichbaren Nektar erschließen, wie ihn z. B. Apiaceen mit ihren Disci bieten. Das Bild zeigt *Tenthredo vespa* RETZ.¹⁷⁾ an *Pastinaca sativa*. Foto KRATOCHWIL (11. 9. 1982)

dieser Zeit besonders *Euphorbia cyparissias* (s. dazu auch die Diskussionsbemerkung von R. HINZ zu WILMANN 1980), eine Rasenart, die sich auch in Säumen anreichern kann. Im August werden von Vertretern dieser Familien mit hohen Anteilen Arten des Arrhenatheretum besucht, so z. B. *Heracleum sphondylium* und *Pastinaca sativa*. *Heracleum sphondylium* hat neben dem Vorkommen in noch gemähten Arrhenathereten einen Schwerpunkt in mesophilen Säumen und reichert sich auch in brachgefallenen Arrhenathereten an. Wichtige Saum-Pflanzenarten sind in dieser Zeit *Peucedanum cervaria* und *Bupleurum falcatum*. Somit haben insbesondere Vertreter der Apiaceen mit

Tabelle 20. Prozentuales Verhältnis der Blütenbesuche der 6 nicht-apoiden Hymenopteren-Familien des Untersuchungsgebietes, bezogen auf ihre Hauptaktivitätszeit im Jahresverlauf

	Juni	Juli	August	September
Bevorzugung Rasen-Pflanzenarten	.	.	Tenthredinidae 74 %/26 %	Pompilidae 71 %/29 %
			Ichneumonidae 67 %/33 %	Vespidae 57 %/43 %
Bevorzugung Saum-Pflanzenarten	Chrysididae 38 %/62 %	Sphecidae 20 %/80 %	.	.

¹⁷⁾ Für die Bestimmung sei Herrn Prof. Dr. H. PSCHORN-WALCHER, Kiel, herzlich gedankt.



Abb. 34. Auch für die Schlupfwespen (Ichneumonidae) hat die Versaumung des Halbtrockenrasens zu einer wesentlichen Bereicherung des Nahrungsangebotes geführt. Als eine der wichtigsten Nahrungspflanzen dient ihnen im Untersuchungsgebiet das Sichelblättrige Hasenohr (*Bupleurum falcatum*); auf dem Bild mit *Netelia testacea* GRAV.¹⁸⁾. Foto KRATOCHWIL (11. 9. 1982).

ihren auch für unspezialisierte Insekten leicht erreichbaren Diski und *Euphorbia cyparissias* mit ihren konvergent erworbenen, funktionsanalogen Nektardrüsen eine besondere Bedeutung für nicht-apoide Hymenopteren (Tab. 21).

Tabelle 21. Die für nicht-apoide Hymenopteren wichtigen Nahrungspflanzen im Untersuchungsgebiet, ihre pflanzensoziologische Einordnung und die an ihnen festgestellten Familien einschließlich ihrer Blütenbesuchs-Zahlen. Aufgeführt sind nur 5 und mehr Blütenbesuche pro Familie. Wegen der geringen Anzahl an Beobachtungen können nur Tendenzen aufgezeigt werden.

	Trifolio-Geranietea-Arten:			in warme Säume übergreifend:	Molinio- Arrhenatheretea- Arten, in Säume übergreifend:	Dauco-Melilotion- Arten, Diff. im Arrhenatheretum:	
	<i>Peucedanum cervaria</i>	<i>Bupleurum falcatum</i>	<i>Geranium sanguineum</i>	<i>Euphorbia cyparissias</i>	<i>Heracleum sphondylium</i>	<i>Pastinaca sativa</i>	<i>Daucus carota</i>
Ichneumonidae	.	10	.	9	10	5	.
Tenthredinidae	8	.	.	10	5	.	5
Vespidae	6	.	.	.	5	.	.
Sphecidae	7	.	.	.	.	.	.
Pompilidae	.	.	.	.	.	.	7
Chrysididae	.	.	7	.	.	.	.

¹⁸⁾ Für die Bestimmung sei Herrn R. HINZ, Einbeck, herzlich gedankt.

Auch für die nicht-apoiden Hymenopteren hat die Versaumung zu einer Bereicherung des Nahrungsangebotes geführt, welches im Gebiet besonders von den Chrysididen und Spheciden, aber auch von Ichneumoniden (Abb. 34) und anderen Familien nicht-apoider Hymenopteren genutzt wird. Auf die Bedeutung der Saum-Pflanzenarten für Ichneumoniden wurde bereits durch WILMANN (1980) hingewiesen.

6. Bedeutung für den Naturschutz

Die Versaumung der Halbtrockenrasen im Kaiserstuhl hat zu einer bemerkenswerten Diversitätssteigerung innerhalb der Phytozönose geführt. Zu den Rasenarten, die ihren Blühzeit-Schwerpunkt in der ersten Jahreshälfte (bis Ende Juli) haben, sind zahlreiche Saumarten mit einem Blühzeit-Schwerpunkt in der zweiten Jahreshälfte hinzugekommen. Für die blütenbesuchenden Insekten stellt dieses Versaumungsstadium eine beachtliche zeitliche Erweiterung und auch eine wesentliche mengenmäßige Erhöhung ihrer Nahrungsressourcen dar. Allein von 39 Wildbienen-Arten (Tab. 6) und 21 Schmetterlingsarten (Tab. 10) können Saum-Pflanzenarten zusätzlich genutzt werden. Eine deutliche Veränderung in der Artenzusammensetzung ist, wie am Beispiel der apoiden Hymenopteren und der Lepidopteren aufgezeigt werden konnte, nicht eingetreten. Die zeitliche und quantitative Erweiterung des Nahrungsangebotes kommt in besonderem Maße allen sozialen Bienenarten der Gattungen *Bombus* und *Halictus/Lasioglossum* und 4 Schmetterlingsarten zugute: *Colias australis* VRTY. (Pieridae), *Maniola jurtina* L. (Satyridae), *Lysandra bellargus* ROTT. und *Polyommatus icarus* ROTT. (beide Lycaenidae). Auch für bestimmte Familien der Dipteren (Muscidae/Anthomyiidae, Tachinidae), Coleopteren (Mordellidae) und nicht-apoiden Hymenopteren (Chrysididae, Sphecidae) stellen die Saum-Pflanzenarten eine bevorzugte Nahrungsquelle dar.

Der Zustand eines solchen versaumten Mesobrometums ist unter dem Gesichtspunkt der Förderung einer artenreichen Blütenbesucher-Zönose ein anzustrebendes Ziel des Naturschutzes. Der lange Zeitraum, in dem dieser Bestand vom Menschen weitgehend unbeeinflusst war (etwa 40 Jahre), hat zu einer aus der Sicht der Blütenbesuchergemeinschaft positiven Erweiterung der Nahrungsressourcen geführt. Eine zu häufig durchgeführte Mahd wird diese unter den genannten Gesichtspunkten positiv zu betrachtende Entwicklung rückgängig machen. Pflegemaßnahmen sind auf dieser Halbtrockenrasen-Fläche nur in sehr begrenztem Umfang nötig (z. B. gelegentliches Entfernen von Gehölzen, Mähen von *Brachypodium pinnatum*-Fazies), denn es deutet sich an, daß der jetzige Zustand recht langlebig ist.

In diesem Zusammenhang ist darauf hinzuweisen, daß nicht nur die einzelnen Nahrungsressourcen für die Präsenz von Insektenarten innerhalb eines Gebietes verantwortlich sind. Für Hymenopteren z. B. ist eine wesentliche Voraussetzung das Vorkommen einer entsprechenden Nistgelegenheit. Während bei der endogäischen Nistweise die Nester sich entweder im Boden oder auf einer mehr oder weniger ebenen Fläche befinden, gibt es bei der hypergäischen Nistweise ein Spektrum verschiedener Nistmöglichkeiten (Einteilung in Anlehnung an HAESELER 1972):

- a) Nester in Fugen und Spalten von Hauswänden und Mauern (z. B. im Gebiet des Kaiserstuhls alte Weinbergsmauern).
- b) Nester in totem Holz (Baumstubben, Pfähle, Äste), in dünnen Pflanzenstengeln, in Fraßgängen holzbewohnender Insekten, zuweilen auch in selbstgebauten Gängen.
- c) Nester in der unteren Krautschicht am Erdboden, an Zweigen von Sträuchern.
- d) Nester an und in Steilwänden.
- e) Nester in Schneckenhäusern.

Eine Aufschlüsselung der apoiden Hymenopteren-Arten des Gebietes auf unterschiedliche Nisttypen (Angaben über die Nistweise nach FRIESE (1926), HAESLER (1972), NIELSEN (1936) und STOECKHERT (1933)) ergab ein starkes Übergewicht der im Boden nistenden Arten. Bei fast 80 % der im Gebiet festgestellten apoiden Hymenopteren-Arten handelt es sich um Bodennister. Eine einheitlich endogäische Nistweise zeigen alle *Andrena*- und *Halictus/Lasioglossum*-Arten. Die meisten dieser Arten finden auch im Gebiet derzeit noch genügend Nistgelegenheiten in der z. T. schütter bewachsenen Hangfläche. Sowohl das Xerobrometum als auch das Mesobrometum globularietosum und primuletosum liefern aufgrund ihrer Standortverhältnisse selbst nach einer Versauung immer noch zahlreiche vegetationsfreie, lückige Stellen, so daß auf längere Zeit hin genügend Nistplätze für aculeate Hymenopteren-Arten im Gebiet bestehen bleiben (Deckung Xerobrometum: 50 %; mittlere Deckung Mesobrometum globularietosum: 85 %; mittlere Deckung Mesobrometum primuletosum: 90 %).

Die Landschaft am Kaiserstuhl hat sich im Laufe der letzten 15 Jahre infolge der Großflurbereinigungen drastisch verändert. Die Vielzahl kleiner und kleinster Terrassen der alten Rebflur bot früher ein Mosaik verschiedenster Lebensräume. Die Böschungen kennzeichnete eine hohe strukturelle Vielfalt und ein großer dadurch bedingter Artenreichtum an Pflanzen und Tieren. Besonders charakteristisch und beeindruckend waren gerade die Buschmäntel an Wänden und Kanten sowie die vielen verschiedenen blumenbunten Saumgesellschaften. In den heutigen Umlegungsgebieten fehlen solche Elemente fast völlig (WILMANN & TÜXEN 1978). Unter diesem Gesichtspunkt bieten sich die versauerten Halbtrockenrasen als „potentielle Ersatz-Biotope“ für diejenigen Tierarten an, die in der „alten“ Kaiserstuhl-Landschaft genügend Lebensraum vorfanden. Solche Biotope, die aufgrund der Struktur und Artenzusammensetzung der aktuellen Pflanzengesellschaft nach dem heutigen Kenntnisstand als Lebensraum für bedrohte Lebewesen geeignet sind, werden als Lizenz-Biotope bezeichnet (WILMANN & KRATOCHWIL 1983a).

Diese können jedoch nur dann als Refugialräume (BLAB & KUDRNA 1982) fungieren, wenn sie untereinander ein Verbundnetz bilden, welches einer „Verinselung“ (MADER, z. B. 1980) entgegenwirkt. Die Mehrzahl der solitären Wildbienen-Arten zeigt eine geringe Dispersions- und Migrationsneigung und somit auch eine geringe Kolonisationsintensität (HAESLER 1974, 1976, 1978a). Viele dieser Arten verhalten sich hinsichtlich der Nistplatzwahl sehr konservativ und verbleiben an ungestörten Habitaten über Jahre und Jahrzehnte (HAESLER 1978b). Die sozialen aculeaten Hymenopteren dagegen können „Neuland“ besiedeln, während der Phase der Brutfürsorge müssen jedoch auch sie ausgesprochen ortstreu sein.

Diese Beispiele zeigen, welche Bedeutung die noch vorhandenen letzten Vorkommen als „Impfzellen“ haben und wie engmaschig ein solches Verbundnetz (s. z. B. MÜHLENBERG 1982) auch für die Erhaltung flugfähiger Insekten – wie hier für die stenotopen Kleinbienen-Arten – sein muß.

Die zunehmende Einengung und letztlich auch die Vernichtung zahlreicher Habitate haben in Mitteleuropa vielerorts zu einem erschreckenden Rückgang zahlreicher aculeater Hymenopteren-Arten geführt (s. z. B. HAESLER 1978c, MIOTK 1979, SCHMIDT 1979, 1980, 1981). Ähnlich ist die Situation für die Lepidopteren (s. z. B. das in dieser Reihe 1981 erschienene Beiheft 21: „Biotop- und Artenschutz bei Schmetterlingen“).

Die Bedeutung der Kleinböschungen als Wildbienen- und Schmetterlingsweide ist in den letzten Jahren nicht nur wegen ihres rapiden Schwundes gesunken, sondern auch wegen der „Vergiftung“ der Blüten durch Biozide (s. auch PREUSS 1980, WILMANN & KRATOCHWIL 1983a). Der massive Biozid-Einsatz hat dazu geführt, daß in vielen

intensiv genutzten Agrar-Landschaften ein erheblicher Rückgang an Wildbienen- und Schmetterlingsarten zu verzeichnen ist. Besonders die Weinbergslagen wurden mit sehr hohen Giftdosen behandelt (ANL 1980). Eine Schwierigkeit für die Beschaffung einer genügenden Anzahl und ausreichend großer Ersatzbiotopie liegt in der Tatsache, daß die Bereiche, an denen sich die extrem xerothermophilen Wildbienen- und Schmetterlingsarten in der Regel aufhalten, gleichzeitig auch klimatisch günstige Weinbergslagen darstellen und heute fast vollständig wirtschaftlich genutzt werden (BLAB & KUDRNA 1982). So können einige der versauerten Halbtrockenrasen im Kaiserstuhl, die durch ihre Lage in geringerem Maße Biozid-Einwirkungen ausgesetzt sind, in doppelter Hinsicht als Lizenz-Biotopie gelten: als letzte Repräsentanten früher weit verbreiteter Lebensräume und als von Bioziden weitgehend unbeeinflusste „Inseln“.

Detaillierte Kenntnisse über notwendige Pflegemaßnahmen zur Erhaltung einer artenreichen, typischen Halbtrockenrasen-Biozönose oder deren Sukzessionsstadien liegen bis jetzt nur in Ansätzen vor (KRATOCHWIL 1979, 1982, 1983, im Druck; WILMANN & KRATOCHWIL 1983b), und es bedarf noch weiterer eingehender Untersuchungen auf biozöologischer Ebene.

Danksagung

Frau Prof. Dr. O. WILMANN und Herrn Prof. Dr. H. F. PAULUS sei für Diskussionen und die kritische Durchsicht des Manuskriptes herzlich gedankt. Für Hilfen bei der pflanzensoziologischen Auswertung danke ich Frau Dr. A. SCHWABE-BRAUN.

Zusammenfassung

Die Halbtrockenrasen des Kaiserstuhls (*Mesobrometum erecti* BR.-BL. ap. SCHERRER 1925) haben sich durch Aufgabe der Bewirtschaftung in den letzten 40 Jahren in ihrer floristischen Zusammensetzung gewandelt. Pflanzenarten trockener Säume und Staudenhalden sind in die Mesobrometen eingedrungen und kennzeichnen das derzeitige Sukzessionsstadium („Versauertes Mesobrometum“).

Die Mehrzahl der Rasen-Pflanzenarten erreichen ihr Blühmaximum bis Ende Juli, wohingegen die Mehrzahl der Saum-Pflanzenarten Spätblüher sind und ihre Blühmaxima im August/September haben. Das über das ganze Jahr gestaffelte Blütenangebot versauerter Halbtrockenrasen stellt eine wesentliche zeitliche Erweiterung und Vermehrung der Nahrungsressourcen für blütenbesuchende Insekten dar (Hymenopteren, Lepidopteren, Dipteren und Coleopteren).

Allein 39 Wildbienen-Arten und 21 Schmetterlingsarten können Saum-Pflanzenarten zusätzlich nutzen. Das Vorkommen von Saum-Pflanzenarten ist besonders wichtig für alle sozialen Wildbienen (alle *Bombus*-Arten, einige Arten der Großgattung *Halictus/Lasioglossum*; Apoidea; Hymenoptera) und 4 Schmetterlingsarten (*Colias australis* VRTY. [Pieridae], *Maniola jurtina* L. [Satyridae], *Lysandra bellargus* ROTT. und *Polyommatus icarus* ROTT. [beide Lycaenidae]). In diesem Sukzessionsstadium gibt es keine Anzeichen für die Bildung einer eigenen Saum-Gemeinschaft blütenbesuchender apoider Hymenopteren oder Lepidopteren. Auch für bestimmte Familien der Dipteren (Muscidae/Anthomyiidae, Tachinidae), Coleopteren (Mordellidae) und der nicht-apoiden Hymenopteren (Chrysididae, Sphecidae) stellen die Saum-Pflanzenarten eine bevorzugte Nahrungsquelle dar.

Versauerte Halbtrockenrasen dienen heute denjenigen gefährdeten, blütenbesuchenden Insekten als wichtige potentielle Ersatzbiotopie („Lizenz-Biotopie“), die früher in der nicht flurbereinigten alten Weinberg-Landschaft des Kaiserstuhls mit ihren kleinen Terrassen und blumenbunten Böschungen ausreichend Lebensraum fanden.

Summary

Phenological phenomena of plants and of flower-visiting insects (Hymenoptera, Lepidoptera, Diptera, Coleoptera) in a fallow limestone grassland in the Kaiserstuhl

(West-Germany) – remarks about the conservation of fallow grasslands as “licence biotopes” for endangered invertebrate animals

In the last 40 years the limestone grasslands (*Mesobrometum erecti* BR.-BL. ap. SCHERRER 1925) in the Kaiserstuhl developed in a community composed of grassland species and by succession tall-herb “hem” (“Saum”) species („Versaumtes Mesobrometum“). The grassland species primarily flowered up to the end of July, while the “hem” species primarily flowered in the second half of the year. The grassland/“hem” community represents a temporal extension and an essential quantitative increase of the food supply for the flower-visiting insects (Hymenoptera, Lepidoptera, Diptera, Coleoptera). The existence of hem species is chiefly for the benefit of all social bees (all species of *Bombus*, some species of *Halictus/Lasioglossum*; Apoidea; Hymenoptera) and four butterfly species: *Colias australis* VRTY. (Pieridae); *Maniola jurtina* L. (Satyridae); *Lysandra bellargus* ROTT. (Lycaenidae); *Polyommatus icarus* ROTT. (Lycaenidae). In this stage of the biocoenosis there is no evidence of a succession in a “hem” community of flower-visiting Hymenoptera Apoidea or Lepidoptera.

The grassland “hem” community represents a potential biotope (“licence biotope”) for those flower-visiting insects which live in the old vineyard countryside of the Kaiserstuhl with its small terraces and slopes before the introduction of large-scale terracing procedures.

Key words: phenology; entomophilous flowers; fallow limestone grassland; flower-visiting insects; Hymenoptera; Lepidoptera; Diptera; Coleoptera; succession; community structure; nature preservation.

Literatur

- ANL (Akademie für Naturschutz und Landschaftspflege) (1980): Ergebnisse des Fachseminars „Weinberg – Flurbereinigung und Naturschutz“. – Ber. Akad. Naturschutz Landschaftspflege, **4**: 129.
- BENOIST, R. (1931): Les Osmies de la Faune Française. – Ann. Soc. ent. de France, **6**, (100): 23–60; Paris.
- (1940): Remarques sur quelques espèces de Mégachiles principalement de la Faune Française. – Ann. Soc. ent. de France, **6** (109): 41–88; Paris.
- (1959): Les *Prosopis* de France. – Cahiers de Naturalistes, Bull. N.P., n.s. **15**: 75–87; Paris.
- BIERHALS, E. et al. (1976): Ökologische Folgen der Vegetationsentwicklung und des Wegfalls der Bewirtschaftungsmaßnahmen. In: E. BIERHALS et al.: Brachflächen in der Landschaft. – KTBL-Schrift, Münster-Hiltrup.
- BLAB, J. & O. KUDRNA (1982): Hilfsprogramm für Schmetterlinge. – Naturschutz aktuell, 135 S.; Greven.
- BRAUN-BLANQUET, J. (1964): Pflanzensoziologie. – 3. Aufl., 865 S.; Wien u. New York.
- BROHMER, P. (1979): Fauna von Deutschland. – 14. Aufl., 581 S.; Heidelberg.
- BÜRGER, R. (in print): Successional limestone grassland communities of the Kaiserstuhl with regard to their conservation management. In: GEHU, J. M. (éd.): Colloques phytosoc. [Strasbourg 1982].
- (in Vorb.): Sukzession der Trespenrasen im Kaiserstuhl – Ein Beitrag zu Naturschutz und Landschaftspflege. – Diss. Univ. Freiburg.
- COLWELL, R. K. & D. J. FUTUYMA (1971): On the measurement of niche breadth and overlap. – Ecology, **52**: 567–576.
- DATHE, H. (1980): Die Arten der Gattung *Hylaeus* F. in Europa. (Hymenoptera: Apoidea, Colletidae). – Mitt. zool. Mus. Berlin, **56**, (2): 207–294.
- DIERSCHKE, H. (1972): Zur Aufnahme und Darstellung phänologischer Erscheinungen in Pflanzengesellschaften. In: E. v. d. MAAREL & R. TÜXEN (ed.): Grundlagen und Methoden in der Pflanzensoziologie. – Ber. internat. Sympos. internat. Ver. Vegetationskde. [Rinteln 1970]: 291–311; Den Haag.
- (1974): Saumgesellschaften im Vegetations- und Standortsgefälle an Waldrändern. – Scripta geobot., **6**, 246 S.; Göttingen.
- EBMER, A. W. (1969): Die Bienen des Genus *Halictus* LATR. s. l. im Großraum von Linz (Hymenoptera, Apidae). – Naturkdl. Jb. Linz, 1969: 133–183.

- (1970): Die Bienen des Genus *Halictus* LATR. s. l. im Großraum von Linz (Hymenoptera, Apidae). Teil II. – Naturkd. Jb. Linz, 1970: 19–82.
- (1971): Die Bienen des Genus *Halictus* LATR. s. l. im Großraum von Linz (Hymenoptera, Apidae). Teil III. – Naturkd. Jb. Linz, 1971: 63–156.
- (1973): Die Bienen des Genus *Halictus* LATR. s. l. im Großraum von Linz (Hymenoptera, Apidae). Nachtrag und zweiter Anhang. – Naturkd. Jb. Linz, 1973: 123–158.
- (1976): Liste der Mitteleuropäischen *Halictus*- und *Lasioglossum*-Arten. – Linzer biol. Beitr., **8** (2): 393–405.
- EHRlich, P. R. et al. (1975): Checkerspot butterflies: a historical perspective. – Science, **188**: 221–228.
- ELFVING, R. (1951): Die Gattung *Prosopis* FABR. in Finnland. – Notulae Ent., **31**: 67–92.
- FAEGRI, K. & L. v. D. PIJL (1979): The principles of pollination ecology. – 3rd ed., Pergamon, New York.
- FAESTER, K. & K. HAMMER (1970): Systematik der Mittel- und Nordeuropäischen *Bombus* und *Psithyrus* (Hym., Apidae). – Ent. Medd., **38**: 257–302.
- FORSTER, W. & T. A. WOHLFAHRT (1955): Die Schmetterlinge Mitteleuropas. – Stuttgart.
- FRANKIE, G. W., H. G. BAKER & P. A. OPLER (1974): Tropical plant phenology: applications for studies in community ecology. In: JACOBS, LANGE, OLSON & WIESER (ed.): Ecological studies. Analysis and Synthesis, **8**: 287–296. New York, Heidelberg, Berlin.
- FRIESE, H. (1926): Die Bienen, Grab- und Wegwespen. In: Die Insekten Mitteleuropas, insbesondere Deutschlands. Hymenopteren Teil 1. – 192 S.; Stuttgart.
- FÜLLEKRUG, E. (1967): Phänologische Diagramme aus einem Melico-Fagetum. – Mitt. flor.-soz. Arbeitsgem., N. F. **11/12**: 142–158; Todenmann/Rinteln.
- (1969): Phänologische Diagramme von Glatthaferwiesen und Halbtrockenrasen. – Mitt. flor.-soz. Arbeitsgem., N. F. **14**: 255–273; Todenmann/Rinteln.
- HAESSELER, V. (1972): Anthropogene Biotope (Kahlschlag, Kiesgrube, Stadtgärten) als Refugien für Insekten, untersucht am Beispiel der Hymenoptera Aculeata. – Zool. Jb. Syst., **99**: 133–212.
- (1974): Aculeate Hymenopteren über Nord- und Ostsee nach Untersuchungen auf Feuerschiffen. – Ent. scand., **5**: 123–136.
- (1976): Zur Aculeatenfauna der Nordfriesischen Insel Amrum – (Hymenoptera). – Schr. naturwiss. Ver. Schlesw.-Holstein, **46**: 59–78.
- (1978a): Zur Fauna der aculeaten Hymenopteren der Nordseeinsel Mellum. Ein Beitrag zur Besiedlung küstennaher Inseln. – Zool. Jb. Syst., **105**: 368–385.
- (1978b): Zum Auftreten aculeater Hymenopteren in gestörten Hochmoorresten des Fintlandsmoores bei Oldenburg. – Drosera, **2**: 57–76.
- (1978c): Zur Situation der solitären Faltenwespen im norddeutschen Tiefland (mit Bemerkungen zu Roten Listen). – Mitt. dt. Ges. allg. angew. Ent., **1**: 89–97.
- HEDICKE, H. (1930): Hymenoptera. In: P. BROHMER, P. EHRMANN & G. ULMER: Die Tierwelt Mitteleuropas., **5** (2), 246 S.; Leipzig.
- HEINRICH, B. (1975): Bee flowers: a hypothesis on flower variety and blooming times. – Evolution, **29** (2): 325–334.
- (1979): “Majoring” and “Minoring” by foraging bumblebees *Bombus vagans*: an experimental analysis. – Ecology, **60** (2): 245–255.
- HEITHAUS, E. R. (1974): The role of plant-pollinator interactions in determining community structure. – Ann. Missouri Bot. Garden, **61**, (3): 675–691.
- (1979): Community structure of neotropical flower visiting bees and wasps: diversity and phenology. – Ecology, **60** (1): 190–202.
- HIGGINS, L. G. & N. D. RILEY (1971): Die Tagfalter Europas und Nordwestafrikas. – 377 S.; Hamburg u. Berlin.
- JOLLY, L. (1978): Beobachtungen einiger „versauerter“ Mesobrometen des Kaiserstuhls in bezug auf Konkurrenz. – Ms., 23 S.; Freiburg.
- KLEIN, W. (1981): Quantitative Untersuchungen zur Farbenpräferenz blütenbesuchender Insekten (Apoidea, Syrphidae) in einem Halbtrockenrasen im Kaiserstuhl. – Staatsexamens-Arb. Univ. Freiburg, 90 S.

- KOCH, M. (1966): Wir bestimmen Schmetterlinge. – Band 1–4. Neudamm, Melsungen, Basel, Wien.
- KRATOCHWIL, A. (1979): Die wechselseitigen Beziehungen zwischen blütenbesuchenden Insekten und dem Blütenpflanzenangebot in einem versauerten Halbtrockenrasen im Kaiserstuhl. Eine Grundlage für die Erarbeitung eines Pflegekonzeptes. – [Arbeitsber. f. Minist. Ernährung, Landwirtsch. u. Umwelt Bad.-Württ.], Ms., 30 S.; Freiburg.
- (1982): Der Mähtermin einer Halbtrockenrasen-Phytozönose unter Berücksichtigung faunistischer Gesichtspunkte. – [Arbeitsber. f. Minist. Ernährung, Landwirtsch., Umwelt und Forsten Bad.-Württ.], Ms., 7 S.; Freiburg.
- (1983): Blumen-Insekten-Gemeinschaften eines nicht mehr bewirtschafteten Halbtrockenrasens im Kaiserstuhl: Aspekte der Co-Phänologie, der Biogeographie und der Co-Evolution – ein Beitrag zur Blütenökologie auf pflanzensoziologischer Grundlage. – Diss., Biol. Inst. I, Univ. Freiburg i. Br.; 597 S. u. Anh.
- (im Druck): Beobachtungen zur Blütenbesucher-Gemeinschaft (Hymenoptera, Lepidoptera, Diptera, Coleoptera) eines aufgelassenen Halbtrockenrasens im Kaiserstuhl (Südbaden) – ein Beitrag zur Bedeutung brachliegender Wiesen für den Naturschutz. – Tag.-Bd. Europ. Ent. Kongr. [Kiel 1982].
- KUGLER, H. (1970): Einführung in die Blütenökologie. – 2. Aufl., 345 S.; Stuttgart.
- LFU (Landesanstalt f. Umweltschutz Bad.-Württ., ed.) (1982): Biotop- und Artenschutz bei Schmetterlingen. Referate des II. Europäischen Kongresses für Lepidopterologie, 9.–12. 4. 1980 in Karlsruhe. – Beih. Veröff. Naturschutz Landschaftspflege Bad.-Württ., **21**, 230 S.; Karlsruhe.
- LOMHOLDT, O. (1977): De danske blodbier, *Sphecodes* (Hymenoptera, Apidae). – Ent. Medd., **45**: 99–108.
- MACIOR, L. W. (1971): Co-evolution of plants and animals – systematic insights from plant-insect interactions. – Taxon, **20** (1): 17–28.
- (1974): Behavioral aspects of coadaptations between flowers and insect pollinators. – Ann. Missouri Bot. Garden, **61** (3): 760–769.
- (1977): Phenological and behavioral coadaptations of flowers and their native social insect pollinators. – Proc. 8th internat. Congr. internat. Union Study of Social Insects: 158–159. Wageningen.
- MADER, H.-J. (1980): Die Verinselung der Landschaft aus tierökologischer Sicht. – Natur u. Landschaft, **55** (3): 91–96.
- MICHENER, C. D. (1944): Comparative external morphology, phylogeny, and a classification of the bees (Hymenoptera). – Bull. Am. Mus. nat. Hist., **82**: 151–326.
- MIOTK, P. (1979): Das Lößwandökosystem im Kaiserstuhl. – Veröff. Naturschutz Landschaftspflege Bad.-Württ., **49/50**: 159–198; Karlsruhe.
- MOLDENKE, A. R. (1975): Niche specialisation and species diversity along an altitudinal transect in California. – Oecologia, **21**: 219–242.
- MÜHLENBERG, M. (1982): Artenverlust – trotz ökologischer Planung. – Natur u. Landschaft, **57** (9): 295–296.
- NIELSEN, E. T. (1933): Sur les habitudes des Hyménoptères aculéates solitaires. – Ent. Medd., **18**: 259–348.
- NIMIS, P. (1977): Die Frühlingsblüte im Buchenwald in Beziehung zur Hummelbestäubung. In: R. TÜXEN (ed.): Vegetation und Fauna. – Ber. internat. Sympos. internat. Ver. Veget.-Kde. [Rinteln 1976]: 209–217; Vaduz.
- OBERDORFER, E. (1978): Süddeutsche Pflanzengesellschaften. Teil II. – 2. Aufl., 355 S.; Jena.
- (1979): Pflanzensoziologische Exkursionsflora. – 4. Aufl., 997 S.; Stuttgart.
- PAULUS, H. F. (1978): Co-Evolution zwischen Blüten und ihren tierischen Bestäubern. – Sonderbd. naturwiss. Ver. Hamburg, **2**: 51–81. Hamburg.
- PETERS, D. S. (1977): Systematik und Zoogeographie der westpaläarktischen Arten von *Osmia* PANZER 1806 s. str., *Monosmia* TKALCÚ 1974 und *Orientosmia* n. subgen. (Insecta: Hymenoptera: Megachilidae). – Senckenbergiana biol., **58** (5/6): 287–346; Frankfurt a. M.
- PIELOU, E. C. (1972): Niche width and niche overlap: a method for measuring them. – Ecology, **53**: 687–692.

- PREUSS, G. (1980): Voraussetzungen und Möglichkeiten für Hilfsmaßnahmen zur Erhaltung und Förderung von Stechimmen (Hymenoptera aculeata) in der Bundesrepublik Deutschland. – Natur u. Landschaft, **55** (1): 20–26.
- REBMANN, O. (1968): 3. Beitrag zur Kenntnis der Gattung *Megachile* (Hym. Apidae): Subgenus *Eutricharaca* und seine bisher bekanntgewordenen Arten. – Dt. ent. Z., N. F. **15** (I/III): 21–48.
- REICHHOLF, J. (1973): Die Bedeutung nicht bewirtschafteter Wiesen für unsere Tagfalter. – Natur u. Landschaft, **48** (3): 80–81.
- REINIG, W. F. (1981): Synopsis der in Europa nachgewiesenen Hummel- und Schmarotzerhummelarten. – Spixiana, **4** (2): 159–164.
- ROCHOW, M. v. (1948): Die Vegetation des Kaiserstuhls. Pflanzensoziologische Gebietsmonographie mit einer Karte der Pflanzengesellschaften im Maßstab 1:25 000. – Diss., Freiburg i. Br.
- (1951): Die Pflanzengesellschaften des Kaiserstuhls. – Pflanzensoz., **8**, 140 S.; Jena.
- SCHMIDT, K. (1979): Materialien zur Aufstellung einer Roten Liste der Sphecidae (Grabwespen) Baden-Württembergs. I. Philanthinae und Nyssoninae. – Veröff. Naturschutz Landschaftspflege Bad.-Württ., **49/50**: 271–369; Karlsruhe.
- (1980): Idem II. Crabronini. – Veröff. Naturschutz Landschaftspflege Bad.-Württ., **51/52**: 309–398; Karlsruhe.
- (1981): Idem III. Oxybelini, Larrinae (außer Trypoxylon), Astatinae, Sphecinae und Ampulicinae. – Veröff. Naturschutz Landschaftspflege Bad.-Württ., **53/54**: 155–234; Karlsruhe.
- SCHMIEDEKNECHT, O. (1930): Die Hymenopteren Nord- und Mitteleuropas. – 1062 S.; Jena.
- STÖCKHERT, E. (1943): Über die Gruppe der *Nomada furva* PANZ. (Hym. Apid.). – Dt. ent. Z., 1943: 89–126.
- STOECKHERT, F. K. (1933): Die Bienen Frankens (Hym. Apid.). Eine ökologisch-tiergeographische Untersuchung. – Beih. dt. ent. Z., [1932], 294 S.
- (1954): Fauna Apoideorum Germaniae. – Abh. bayer. Akad. Wiss., **65**: 1–87.
- STRIE, B. (1980): Die Zusammensetzung der Pollenhöschchen verschiedener Hummelarten im Kaiserstuhl. – Staatsexamens-Arb. Univ. Freiburg, 104 S.
- SUSTERA, O. (1959): Bestimmungstabelle der Tschechoslowakischen Arten der Bienengattung *Sphecodes* LATR. – Časopis Českoslov. Společnosti Ent., Acta Soc. Ent. Česosl., **56**: 169–180.
- TKALCŮ, B. (1967): Bemerkungen zur Taxonomie einiger paläarktischer Arten der Familie Megachilidae (Hymenoptera, Apoidea). – Acta ent. bohemoslov., **64**: 91–104.
- (1970): *Stelis moravica* sp. n. aus der Tschechoslowakei, samt Bemerkungen zu den verwandten Arten (Megachilidae, Apoidea, Hym.). – Acta Mus. Morow., **55**: 195–208.
- (1977): Die *Osmia*-Arten der Untergattung *Neosmia* TKALCŮ (Hymenoptera, Apoidea, Megachilidae). – Acta ent. bohemoslov., **74**: 85–102.
- WARNCKE, K. (1967): Beitrag zur Klärung paläarktischer *Andrena*-Arten. – Eos, **43**: 171–318.
- (1968): Die Untergattungen der westpaläarktischen Bienengattung *Andrena* F. – Mem. est. mus. zool. univers. Coimbra, **307**: 1–307; Coimbra.
- WILMANN, O. (1975): Junge Änderungen der Kaiserstühler Halbtrockenrasen. – In: Vortr. Tag. „Umweltforschung“ Univers. Hohenheim: 15–22; Stuttgart-Hohenheim.
- (1977): Vegetation. In: WILMANN, O. et al.: Der Kaiserstuhl. Gesteine und Pflanzenwelt. 2. Aufl. – Natur- u. Landschaftsschutzgebiete Bad.-Württ. **8**: 80–215.; Karlsruhe.
- (1980): Zur Bedeutung von Saum- und Mantelgesellschaften für Schlupfwespen. In: O. WILMANN & R. TÜXEN (ed.): Ephemorie. – Ber. internat. Sympos. internat. Ver. Veget.-Kde. [Rinteln 1979]: 329–351; Vaduz.
- WILMANN, O. & A. KRATOCHWIL (1983a): Gedanken zur Biotop-Kartierung in Baden-Württemberg. Verfahren – Erreichtes – Geplantes. – Schr.-R. dt. Rat Landespflege, **41**: 55–68; Bonn.
- & – (1983b): Naturschutz-bezogene Grundlagen-Untersuchungen im Kaiserstuhl. – Beih. Veröff. Naturschutz Landschaftspflege Bad.-Württ., **34**: 39–56; Karlsruhe.
- WILMANN, O. & R. TÜXEN (1978): Sigmaassoziationen des Kaiserstühler Rebgebietes vor und nach Großflurbereinigungen. In: R. TÜXEN (ed.): Assoziationskomplexe (Sigmäten). – Ber. internat. Sympos. internat. Ver. Veget.-Kde. [Rinteln 1977]: 287–302; Vaduz.

Anschrift des Verfassers:

Dr. ANSELM KRATOCHWIL, Institut für Biologie II Geobotanik, Universität Freiburg, Schänzlestraße 1, D-7800 Freiburg i. Br.



Brachliegende Wiesen als Lizenz-Biotop gefährdeter Tierarten

Wenn ehemals gemähte Halbtrockenrasen brachfallen, können sie sich zu noch artenreicheren Lebensgemeinschaften entwickeln. Eingedrungene Pflanzenarten trockener Staudenfluren, die vor allem im Sommer und im frühen Herbst blühen, lösen die jahreszeitlich früher blühenden Pflanzenarten der Halbtrockenrasen in der Blühphänologie ab.

Solche Sukzessionsstadien bieten für viele blütenbesuchende Insektenarten ein reichhaltiges Nahrungsangebot über das ganze Jahr. In dem Trockenrasen-Komplex, der hier untersucht wurde, konnten auf einer Fläche von 0,4 ha u. a. 144 Pflanzenarten, 131 Bienenarten und 56 tagfliegende Schmetterlingsarten nachgewiesen werden.

Nicht mehr bewirtschaftete Halbtrockenrasen stellen für viele stark bedrohte Tierarten potentielle Ersatz-Biotop (Lizenz-Biotop) dar: Tierarten, die einst in der „alten“, Kaiserstuhl-Landschaft mit ihren blumenbunten Kleinböschungen genügend Lebensraum vorfanden, der heute jedoch in den flurberinigten Gebieten selten geworden ist.